

**DISEÑO Y MONTAJE DE LA ASIGNATURA INFORMATICA PARA
INGENIEROS INDUSTRIALES EN LEARNING SPACE PARA LA FACULTAD
DE INGENIERIA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA
BOLIVARIANA**



**DIANA ROCIO VESGA BAUTISTA
ID: 68600**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ADMINISTRACION
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
BUCARAMANAGA
2009**

**DISEÑO Y MONTAJE DE LA ASIGNATURA INFORMATICA PARA
INGENIEROS INDUSTRIALES EN LEARNING SPACE PARA LA FACULTAD
DE INGENIERIA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA
BOLIVARIANA**

**DIANA ROCIO VESGA BAUTISTA
ID: 68600**

**Proyecto de grado para optar
al título de ingeniera industrial**

**DIRIGIDO POR:
RUBEN DARIO JACOME CABRALES
INGENIERO INDUSTRIAL**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ADMINISTRACION
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
BUCARAMANAGA**

2009

NOTAS DE ACEPTACION

FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

Bucaramanga, Junio 25 de 2009

Dedicatoria

*Dedicado a Dios, mis padres, hermanos y al impulso
del alma.*

AGRADECIMIENTO

*A Dios por permitirme culminar una etapa más en mi
vida,
A mis padres por su incansable apoyo y a quienes les
debo gran parte de este logro
A mis hermanos por sus palabras de ánimo para
seguir.*

*A Rubén Darío Jácome ingeniero industrial Director
del proyecto por su paciencia y asesoría en este proceso.
A todos aquellos que comparten esta alegría conmigo.*

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCION	1
1. DELIMITACION DEL PROBLEMA	2
2. ANTECEDENTES	3
2.1. ANTECEDENTES EN BUCARAMANGA	3
2.2. ANTECEDENTES UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA	5
3. JUSTIFICACION	9
4. OBJETIVOS	11
4.1 OBJETIVO GERNERAL	11
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	11
5. MARCO REFERENCIA	13
5.1 MARCO TEORICO EDUCACION VIRTUAL	13
5.1.1 Que es e-learning?	13
5.1.2 Modelo Pedagógico	14
5.2 MARCO TEORICO DEL CURSO	15
5.2.1 Simulación	15
5.2.2 Arena	22
5.2.3 SPSS	32
5.2.4 Promodel	35
5.2.4 EXCEL	45
6. DISEÑO METODOLOGICO	48
6.1 PLANEACION DEL PROYECTO	48
6.1.1 Aprendizaje significativo	49
6.2. DESARROLLO	49

6.2.1. ProModel:	50
6.2.2. SPSS:	72
6.2.3.EXCEL	80
6.2.4. ARENA:	84
6.3. DISEÑO	91
7. CONCLUSIONES	94
8. RECOMENDACIONES	95
BIBLIOGRAFIA	96
ANEXOS	97

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Información del ejercicio desarrollado	50
Tabla 2. Ralacion almacenes, capacidad, unidades y estadísticas	53
Tabla 3. Entidades, locación, salidas, destino ruta y movimiento lógico	62
Tabla 4. Información del ejercicio desarrollado	72
Tabla 5. Vida útil en horas de tres tipos de pilas	73
Tabla 6. Resultados ANOVA	79
Tabla 7. Información general ejercicio	80
Tabla 8. Probabilidad de encarcelados.	81
Tabla 9. Fianza para cada motociclista	82
Tabla 10. Información general del ejercicio	84
Tabla 11. Muestreos obtenidos	86

LISTA FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Cuadro de diseño de escenarios para la simulación en Promodel.	52
Figura 2. Figura lista de formato de modelo	56
Figura 3. Entidades	56
Figura 4. Llegadas	58
Figura 5. Ruta de acceso de redes	59
Figura 6. Recursos	61
Figura 7. Procesamiento	67
Figura 8. Información general	68
Figura 9. Opciones de simulación	68
Figura 10. Opciones de simulación	69
Figura 10. Barra de herramientas para correr el modelo	69
Figura 11. Tablas de resultados	70
Figura 12. Tablas de resultados	70
Figura 13. Tablas de resultados	71
Figura 14. Tablas de resultados	71
Figura 15. Tabla resultados por operario	71
Figura 16. Varianza Excel	74
Figura 17. Análisis de datos.	74
Figura 18. Análisis de varianza del factor	75
Figura 19. Análisis de varianza de un factor	76
Figura 20. Editor de datos SPSS	77
Figura 21. Editor de datos SPSS	77
Figura 22. ANOVA de un factor	78
Figura 23. ANOVA de un factor: Comparaciones múltiples	79
Figura 24. Simulación en una hoja de cálculo de Microsoft Excel.	84
Figura 25. Datos obtenidos	87
Figura 26. Opción guardar datos	87
Figura 27. Cuadros de diálogo	88

Figura 28. Cuadros de dialogo	88
Figura 29. Archivo guardado	88
Figura 30. Input 1	89
Figura 31. Grafico de distribución de probabilidad en arena.	90
Figura 32. Tabla de reporte en arena de error de ajuste.	91

LISTA ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. EJERCICIOS PROMODEL	98
ANEXO B. EJERCICIOS SPSS	163
ANEXO C. EJERCICIOS ARENA	241
ANEXO D. EJERCICIOS EXCEL	298

RESUMEN

TITULO: DISEÑO Y MONTAJE DE LA ASIGNATURA INFORMATICA PARA INGENIEROS INDUSTRIALES EN LEARNING SPACE PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

AUTOR: DIANA ROCIO VESGA BAUTISTA

FACULTAD FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIRECTOR: RUBEN DARIO JACOME CABRALES

PALABRAS CLAVES: INFORMATICA PARA INGENIEROS INDUSTRIALES

Este proyecto se basa en el contenido de la asignatura informática para ingenieros industriales diseñada en e-learning con el fin de ser utilizada como mecanismo de apoyo al aprendizaje del estudiante de una forma no presencial donde podrá consultar definiciones, conceptos y observar detalladamente la solución de ejercicios en los diferentes software como son ARENA, SPSS, PROMODEL Y EXCEL.

La temática utilizada comprende 5 temas en los cuales encontramos una parte teórica basada en conceptos claros de cada uno de los software utilizados (ARENA, SPSS, PROMODEL y EXCEL) y ejercicios explicados paso a paso con el fin de que el estudiante pueda visualizar cómo se resuelve y al mismo tiempo desarrollarlo en clase o en casa. Finalmente, este proyecto se basa en un modelo de aprendizaje significativo donde el principal protagonista es el estudiante, pues su actitud de aprendizaje es la que permite que se preocupe por investigar y apoyarse en las herramientas que la universidad facilite.

ABSTRACT

TITLE: DESIGN AND ASSEMBLY OF THE COMPUTER SUBJECT FOR INDUSTRIAL ENGINEERS IN LEARNING SPACE FOR THE INDUSTRIAL ENGINEER SCHOOL.

AUTOR: DIANA ROCIO VESGA BAUTISTA

FACULTY: INDUSTRIAL ENGINEERING

MANAGER: RUBÉN DARIO JACOME CABRALES

KEY WORDS: COMPUTER SCIENCE FOR INDUSTRIAL ENGINEERS

This project is based on the content of the computer subject for industrial engineers designed in e-learning with the purpose of being used as a support mechanism for the learning of the student in a non present way where he will be able to consult definitions, concepts and to observe the solution of exercises detailed in the different software such as ARENA, SPSS, PROMODEL AND EXCEL.

The used thematic compounds 5 topics in which we find a theoretical part based on clear concepts of each one of the used software (ARENA, SPSS, PROMODEL and EXCEL) and exercises explained step by step with the aim that the student can visualize how it is solved and at the same time to develop it in class or at home. Finally, this project is based on a significant learning model where the main character is the student, because his learning attitude is the one that allows him to worry to investigate and to lean on in the tools that the university facilitates.

INTRODUCCION

Hoy por hoy contar con información de forma oportuna es un requerimiento de las sociedades, internet es la herramienta más empleada que garantiza y facilita una actualización constante. Por medio de esta herramienta se han logrado avanzar en los temas de educación virtual la cual es denominada e-learning.

El E-LEARNING, es una herramienta que les proporciona a los estudiantes información de forma rápida, didáctica e ilustrada ya sea en textos, multimedia, videos o audio mediante un sitio con acceso restringido, esto a su vez abre puertas a una nueva forma de aprender desarrollando competencias y habilidades en ellos, sin excluir la metodología tradicional empleada por las universidades y colegios.

Las universidades en la actualidad están empleando este nuevo canal para la presentación de los programas académicos de las asignaturas que manejan en cada una de las carreras, entre ellas se encuentra la UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, institución que constantemente esta en busca de mejorar la competitividad de sus programas y ampliar las posibilidades de los estudiantes para acceder al material académico disminuyendo costos en fotocopias y sin exigencia de horarios, esto se ve reflejado el siguiente trabajo el cual consiste en el Diseño y montaje de la asignatura de informática para ingenieros industriales en la herramienta Learning Space para la escuela de Ingeniería Industrial que inicia desde la recopilación de información tomada de diferentes fuentes bibliográficas en compañía del docente y director de tesis, diseñándola, animándola por medio de flash y finalmente realizando pruebas para llevarla a la plataforma.

1. DELIMITACION DEL PROBLEMA

Debido a los cambios que se han venido presentando en la Universidad Pontificia Bolivariana, la mayoría de las materias incluidas en el programa académico de ingeniería industrial y demás carreras se apoyan en la herramienta implementada por nuevas tecnologías (Learning space).

Es por esta razón que la línea académica que contiene la asignatura **INFORMATICA PARA INGENIEROS INDUSTRIALES** pensando en mejorar la formación de sus estudiantes de una manera dinámica desea involucrarse en este proceso, diseñando y ajustando los temas manejados dentro de la materia en la plataforma de e-learning.

2. ANTECEDENTES

La educación superior ha venido desarrollando herramientas tecnológicas adaptadas al aprendizaje y enseñanza con el fin de lograr un proceso pedagógico dinámico, interactivo y eficaz al alcance de los estudiantes apoyados en plataformas y portales virtuales.

2.1. ANTECEDENTES EN BUCARAMANGA

A continuación se resaltarán algunas de las universidades en Bucaramanga que han implementado esta herramienta dentro de sus programas de estudio:

- **UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA:** UNAB VIRTUAL nace de la organización de un equipo interdisciplinario en el que confluyeron los esfuerzos de **especialistas en educación, comunicación y tecnología informática**, la asignación de un espacio físico adecuado, unos recursos tecnológicos y de la definición del Modelo Pedagógico para la implementación de los programas virtuales.

El Modelo de Educación Virtual de la UNAB – MEV -, parte del supuesto de que las posibilidades de éxito en el aprendizaje descansan, más que en la sofisticación de las tecnologías de la información y la comunicación, en la manera de concebir la enseñanza y en el tipo de aprendizaje subyacente.

Se asume, entonces, el denominado '*aprendizaje abierto*' como característica peculiar del mismo. Durante más de seis años de trabajo, se han desarrollado acciones consecuentes con su misión y visión en tres ámbitos fundamentales:

1. Programas académicos tanto de pregrado como de postgrado.
2. programas Sociales relacionados con la implementación de tecnología en los procesos educativos escolares.
3. proyectos empresariales de formación y capacitación. (e - learning).

UNAB Virtual es un programa de carácter institucional, liderado directamente desde la Rectoría de la Universidad. Autónoma de Bucaramanga -UNAB - .

- UNIVERSIDAD MANUELA BELTRAN: A partir del mes de Julio del 2003, y con el soporte de Campus UMB Virtual, la comunidad académica de nuestra institución se conecta con el mundo para brindar la mejor guía y orientación a todos sus estudiosos en los diversos escenarios en el mundo del internet.

A través de esta plataforma usted puede iniciar y culminar exitosamente el aprendizaje de temas diversos a su propio ritmo y con un sistema de seguimiento interactivo y versátil. Adicionalmente podrá ponerse en contacto con sus compañeros y profesor desde su casa o cualquier lugar a través de un computador con acceso a internet para experimentar las nuevas posibilidades de interacción social en los ambientes virtuales.

- UDES: El Campus Virtual UDES (CV-UDES) es un concepto totalmente innovador a nivel de la educación superior en Colombia, ya que su objetivo no es tanto que el profesor enseñe, sino que el estudiante aprenda. Los alumnos Aprendientes estudian desde su casa, oficina o cualquier sitio, con la ayuda de materiales didácticos de contenidos temáticos relevantes editados en Libros Electrónicos Multimediales (LEM), siguiendo una Agenda de Avance de Aprendizaje (AAA) guiados por un Tutor y con la asesora temática e investigativa del Profesor-Consultor del Módulo, quienes tienen roles, responsabilidades y propósitos diferentes al desempeño que se le ha exigido a ellos en la educación presencial, semi-presencial a distancia. La responsabilidad de aprender autónomamente es del alumno.

2.2. ANTECEDENTES UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

Hace cinco años, el Departamento de Informática, la Dirección de Nuevas Tecnologías y la Facultad de Educación de la Universidad Pontificia Bolivariana iniciaron un trabajo de reflexión teórico-práctico, en la óptica de los nuevos ambientes educativos que potencian las Tecnologías de Información y Comunicación (T.I.Cs), orientando el proceso de la incorporación o no de una determinada tecnología en sus prácticas de enseñanza, hacia la comprensibilidad de las T.I.Cs en el contexto formativo. De cada una de estas experiencias se ha realizado una sistematización que ha permitido de un lado, explorar las alternativas ofrecidas por los diferentes sistemas: teleconferencia, videoconferencia y las posibilidades de la red, haciendo énfasis en los procesos asincrónicos a través de plataformas de e-learning y, de otra parte, desarrollar una conceptualización integral del proceso. (algunas materias del pensum de ing. industrial ya montadas en la plataforma e-learning son: Gestión de la calidad, Microeconomía, Negocios internacionales entre otras). En la tabla 1 se muestran las asignaturas que actualmente se encuentran dentro de la plataforma e- learning para la carrera de Ingeniería Industrial.

Tabla 1. Asignaturas plataforma E-Learning Ingeniería Industrial UPB

NOMBRE DEL CURSO	NUMERO DEL CURSO	DESCRIPCION
ADMINISTRACION DEL MERCADEO	CEOE0013	Docente a Cargo: Guillermo Ernesto García Villamizar. La Administración de Mercados es el proceso mediante el cual se planea y ejecuta la concepción, el precio, la promoción y la distribución tanto de ideas como de bienes y servicios, con el propósito.

NOMBRE DEL CURSO	NUMERO DEL CURSO	DESCRIPCION
ADMINISTRACION DEL PERSONAL	CEOE0002	Este curso está diseñado por la Ingeniera Lupita Serrano Gómez para los estudiantes de VI semestre de Ingeniería Industrial, con el objeto de apoyar y facilitar el proceso de aprendizaje.
ADMINISTRACION ESTRATEGICA	12345678	Este curso esta orientado a los estudiantes de Ingeniería Industrial de octavo semestre, como complemento al núcleo integrador.
ALGEBRA LINEAL	MAAL0004	Este curso esta orientado para los estudiantes de ingeniería de tercer semestre y fue creado por la Docente Graciela Morantes.
ECONOMIA COLOMBIANA	CETE0003	
ESTADISTICA I	MAES0002	El propósito del presente curso virtual es el de servir de apoyo al proceso de aprendizaje de los estudiantes de Psicología en el estudio de la Estadística como herramienta para la investigación...
GESTION DE CALIDAD (OPTATIVA)	CTID0019	El propósito de éste curso es proveer, en función de la formación y responsabilidad profesional y empresarial, un enfoque para comprender los conceptos y principios fundamentales, la estructura y los procesos que se requieren para

NOMBRE DEL CURSO	NUMERO DEL CURSO	DESCRIPCION
		operar, implementación
INGENIERIA COLOMBIANA	CETE0010	Estudio del valor del dinero en el tiempo. Para ello se estudiaran los conceptos de tasas de interés, periodos de pago, amortizaciones, evaluación financiera de proyectos
INTRODUCCION A LA INGENIERIA INDUSTRIAL	CTID0007	La importancia de este curso se encuentra basada en la necesidad de involucrar a los estudiantes de este programa académico dentro del rol de cualquier Ingeniero Industrial visualizando las diferentes áreas en las que se puede desempeñar
MACROECONOMIA	CETE0002	El curso de Macroeconomía fue realizado por la estudiante Yenny Paola Tamayo Rojas para la Facultad de Ingeniería Industrial con el propósito de suministrar a los estudiantes y docentes apoyo en el uso de un material educativo multimedia.
MERCADEO INTERNACIONAL	CEOE0015	Al comienzo del tercer milenio es fácil percibir que los mercados mundiales ofrecen oportunidades ilimitadas y que las empresas que se enfoquen hacia esta nueva realidad pueden beneficiarse.

NOMBRE DEL CURSO	NUMERO DEL CURSO	DESCRIPCION
MICROECONOMIA	CETE0001	
PLAN ESTRATEGICO DE EMPRESAS EXPORTADORAS	OPTIND	Este curso es impartido para los estudiantes de ingeniería Industrial de la Universidad Pontificia Bolivariana por la Profesora Nohora Rodriguez.
SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL S&SO	CTAM0099	Este curso es un apoyo al proceso enseñanza-aprendizaje de la materia Seguridad y Salud Ocupacional para estudiantes de último semestre de Ingeniería Industrial. Aquí encontraras la gran mayoría de los temas que veras en clase. Aprovecha
SEMINARIO DE CREACION DE EMPRESAS	CEOC0012	
SIMULACION EMPRESARIAL	25261	<p>Los elementos teóricos revisados previamente en la materia de Economía para la toma de decisiones, encuentra aplicación en la simulación a la cual usted accede en este momento.</p> <p>La información contenida en esta carpeta sirve para la toma de decisiones</p>

Fuente. Pagina web UPB – Autor

3. JUSTIFICACION

La aplicación Multimedia para Web que se diseñará para la plataforma e-Learning de la asignatura “INFORMATICA PARA INGENIEROS INDUSTRIALES”, se realiza con el propósito de lograr que toda la población estudiantil de la Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga tenga fácil acceso, y en efecto pueda aprovechar los contenidos de esta materia.

Las aplicaciones Multimedia tienen como objetivo principal transmitir los conocimientos de manera dinámica y animada, que permita la interactividad del estudiante con este medio. Dentro de las ventajas que se obtienen a través de estas aplicaciones se pueden enumerar las siguientes, adquisición de conocimientos de forma autónoma e independiente, fácil acceso a la información desde la comodidad del hogar o desde cualquier otro sitio que tenga conexión a Internet. Además, es un medio de educación versátil que se adapta a las necesidades del estudiante, siendo práctico y novedoso.

Lo que se busca con la elaboración de estas aplicaciones es enseñar de manera fresca, sencilla, directa y comprensible para el alumnado; basado en principios fundamentales del diseño gráfico como; diagramación, teoría de color, tipografía y el manejo de gráficos. La diagramación facilita la interpretación del mensaje que se desea transmitir, por medio de la óptima distribución de los elementos que intervienen en un diseño. El color juega un papel fundamental, porque su acertada implementación genera sensaciones inconscientes que tienden a mejorar la interacción del estudiante con la plataforma educativa.

Por su parte, el manejo tipográfico se constituye en un factor relevante y decisivo dentro de la aplicación y los resultados de aprendizaje que se desean obtener; debido a que la lectura en medios audiovisuales está en desventaja en

relación con los medios impresos; razón por la cual es necesario seleccionar la fuente tipográfica adecuada para los diferentes textos; ya que existen algunas que por su cuerpo, tamaño, intensidad del borde y espaciado, están especialmente elaboradas para evitar la fatiga visual que se genera en la lectura audiovisual; en cuanto al manejo de gráficos se puede mencionar que son los elementos primordiales de este proceso, su finalidad es la transmitir de una manera agradable práctica y dinámica, los conocimientos, apartándolos del plano unidimensional para traerlos al plano de la animación.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERNERAL

- Diseñar y ajustar en la plataforma E- Learning el contenido de la asignatura Informática para Ingenieros Industriales, como mecanismo de apoyo y mejora en la comprensión y el aprendizaje individual de los estudiantes.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Desarrollar ejercicios de manera detallada de los temas que conforma la asignatura Informática para Ingenieros Industriales empleando las distintas herramientas como: SPSS, Excel, Pro model y Arena.
- Establecer y aplicar un modelo pedagógico que faciliten la comprensión y el aprendizaje individual de los estudiantes en cuanto a los temas desarrollados para la asignatura Informática para Ingenieros Industriales.
- Montar la estructura de los contenidos de la asignatura Informática para ingenieros industriales, con el fin de que los estudiantes logren un claro entendimiento de los conceptos más relevantes de la asignatura.
- Utilizar el software Learning space con el fin de ver los contenidos de Informática para ingenieros industriales de una forma animada con la ayuda de herramienta macromedia Flash Mx, que permite realizar animaciones a la información o gráficos que lo ameriten.

- Instalar en la plataforma Learning space de la universidad Pontificia Bolivariana los contenidos de la asignatura Informática para ingenieros industriales.

5. MARCO REFERENCIA

5.1 MARCO TEORICO EDUCACION VIRTUAL

5.1.1 Que es e-learning?¹: El término **E-LEARNING** puede ser moderno, pero el concepto por sí mismo ha estado dando vueltas por décadas. E-learning es capacitación que tiene lugar a través de una red, usualmente sobre Internet o la intranet de una compañía. Tiene sus raíces en el no tan atractivo mundo de la capacitación basada en computadora, la cual apareció a inicios de la década del '80 y usaba CD-ROMs para enseñar fundamentalmente habilidades técnicas a personas técnicas.

Últimamente, e-learning ha evolucionado hacia una herramienta ampliamente usada en ambos mundos: corporativo y académico.

Con el e-learning actual, las compañías pueden capacitar al personal de ventas para usar un nuevo producto, aún si las oficinas se encuentran en localizaciones dispersas. En el entorno académico el e-learning permite a las personas tomar clases online de gran variedad temática, ofrecidas por un gran número de universidades.

Podemos decir que el e-learning se identifica con las siguientes características:

- Contenido disponible en cualquier momento, 24 horas x 7 días.
- Contenido accesible por el estudiante desde cualquier lugar del mundo.
- Un ambiente que se centra en el estudiante, el cual es personalizado individualmente, y diseñado a medida de las organizaciones.
- Involucra alguna forma de tecnología de comunicación.

¹ http://www.e-ducativa.com/preguntas_elearning.htm

- Asistido por una red (Internet, Red de Área Local, o Red de Área Amplia).
- Experiencia completa de e-learning, desde el ingreso hasta el examen y en ocasiones la certificación o titulación.

5.1.2 Modelo Pedagógico: Un modelo pedagógico es una propuesta teórica que incluye conceptos de formación, de enseñanza, de prácticas educativas, entre otros. Se caracteriza por la articulación entre teoría y práctica, es decir, en la manera en que se abre o disminuye la relación entre una y otra y en cómo se desarrolla según las finalidades educativas. De esta manera, a partir de un modelo pedagógico².

- **Aprendizaje significativo³:** En la década de los 70's, las propuestas de Bruner sobre el Aprendizaje por Descubrimiento estaban tomando fuerza. En ese momento, las escuelas buscaban que los niños construyeran su conocimiento a través del descubrimiento de contenidos. Ausubel considera que el aprendizaje por descubrimiento no debe ser presentado como opuesto al aprendizaje por exposición (recepción), ya que éste puede ser igual de eficaz, si se cumplen unas características. Así, el aprendizaje escolar puede darse por recepción o por descubrimiento, como estrategia de enseñanza, y puede lograr un aprendizaje significativo o memorístico y repetitivo.

De acuerdo al aprendizaje significativo, los nuevos conocimientos se incorporan en forma sustantiva en la estructura cognitiva del alumno. Esto se logra cuando el estudiante relaciona los nuevos conocimientos con los anteriormente adquiridos; pero también es necesario que el alumno se interese por aprender lo que se le está mostrando.

Ventajas del Aprendizaje Significativo:

- Produce una retención más duradera de la información.

² <http://www.rieoei.org/deloslectores/2370Loya.pdf>

³ <http://www.monografias.com/trabajos10/dapa/dapa.shtml>

- Facilita el adquirir nuevos conocimientos relacionados con los anteriormente adquiridos de forma significativa, ya que al estar claros en la estructura cognitiva se facilita la retención del nuevo contenido.
- La nueva información al ser relacionada con la anterior, es guardada en la memoria a largo plazo.
- Es activo, pues depende de la asimilación de las actividades de aprendizaje por parte del alumno.
- Es personal, ya que la significación de aprendizaje depende los recursos cognitivos del estudiante.

5.2 MARCO TEORICO DEL CURSO

5.2.1 Simulación

Simulación es una representación ficticia de una situación real, que se experimenta mediante modelos que son abstracciones de la realidad; el conocimiento adquirido en la simulación se aplica en el mundo real. Cuanto mayor sea el grado de aproximación de la simulación a la realidad, mayor será su utilidad. La primera acción, y requisito previo a cualquier simulación, es un buen conocimiento del sistema real. La persona que enfrenta un problema que requiere simulación para analizarlo, necesita entender muy bien las condiciones reales, sus elementos, relaciones y metas, e imaginarlas como un sistema. Se entiende por sistema un conjunto de elementos que interactúan con el fin de lograr un objetivo común.

En conclusión, la simulación es una herramienta de análisis de sistemas complejos, que bien utilizada puede generar desde ahorros considerables de dinero hasta el mejoramiento de la planeación y control de los sistemas

productivos, pasando por el descubrimiento de muchas de las restricciones reales del sistema.⁴

Etapas para realizar un estudio de simulación

Se ha escrito mucho acerca de los pasos necesarios para realizar un estudio de Simulación. Sin embargo, La mayoría de los autores opinan que los pasos necesarios para llevar a cabo un experimento de simulación son:

- **Definición del sistema:** Para tener una definición exacta del sistema que se desea simular, es necesario hacer primeramente un análisis preliminar del mismo, con el fin de determinar la interacción del sistema con otros sistemas, las restricciones del sistema, las variables que interactúan dentro del sistema y sus interrelaciones, las medidas de efectividad que se van a utilizar para definir y estudiar e] sistema y los resultados que se esperan obtener del estudio.
- **Formulación del modelo:** Una vez que están definidos con exactitud los resultados que se esperan obtener del estudio, el siguiente paso es definir y construir el modelo con el cual se obtendrán los resultados deseados. En la formulación del modelo es necesario definir todas las variables que forman parte de él, sus relaciones lógicas y los diagramas de flujo que describan en forma completa al modelo.
- **Colección de datos:** Es posible que la facilidad de obtención de algunos datos o la dificultad de conseguir otros, pueda influenciar el desarrollo y formulación del modelo. Por consiguiente, es muy importante que se definan con claridad y exactitud los datos que el modelo va a requerir para producir los resultados deseados. Normalmente, la información requerida por un modelo se puede obtener de registros contables, de órdenes de

⁴ Luis Ernesto Blanco Rivero, Iván Darío fajardo Piedrahita. Simulación con ProModel .casos de producción y logística. Segunda edición. Editorial ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA, marzo de 2003, P.3-5

trabajo, de órdenes de compra, de opiniones de expertos y si no hay otro remedio por experimentación.

- Implementación del modelo en la computadora: Con el modelo definido, el siguiente paso es decidir si se utiliza algún lenguaje como fortran, Basic, algol, etc., o se utiliza algún paquete como GPSS, simula, simscript, etc., para procesarlo en la computadora y obtener los resultados deseados.
- Validación: Una de las principales etapas de un estudio de simulación es la validación. A través de esta etapa es posible detallar deficiencias en la formulación del modelo o en los datos alimentados al modelo. Las formas más comunes de validar un modelo son la opinión de expertos sobre los resultados de la simulación, exactitud con que se predicen datos históricos, exactitud en la predicción del futuro, comprobación de falla del modelo de simulación al utilizar datos que hacen fallar al sistema real, aceptación y confianza en el modelo de la persona que hará uso de los resultados que arroje el experimento de simulación.
- Experimentación: La experimentación con el modelo se realiza después de que éste ha sido validado. La experimentación consiste en generar los datos deseados y en realizar análisis de sensibilidad de los índices requeridos.
- Interpretación: En esta etapa del estudio, se interpretan los resultados que arroja la simulación y en base a esto se toma una decisión. Es obvio que los resultados que se obtienen de un estudio de simulación ayudan a soportar decisiones del tipo semí-estructurado, es decir, la computadora en sí no toma la decisión, sino que la información que proporciona ayuda a tomar mejores decisiones y por consiguiente a sistemáticamente obtener mejores resultados.

- Documentación: Dos tipos de documentación son requeridos para hacer un mejor uso del modelo de simulación. La primera se refiere a la documentación de tipo técnico, es decir, a la documentación que el departamento de Procesamiento de Datos debe tener del modelo. La segunda se refiere al manual del usuario con el cual se facilita la interacción y el uso del modelo desarrollado, a través de una terminal de computadora.⁵

Ventajas y desventajas en el uso de simulación

Recientes avances en las metodologías de simulación y la gran disponibilidad de software que actualmente existe en el mercado, han hecho que la técnica de simulación sea una de las herramientas más ampliamente usadas en el análisis de sistemas. Thomas H. Naylor ha sugerido que un estudio de simulación es muy recomendable porque presenta las siguientes ventajas:

- A través de un estudio de simulación se puede estudiar el efecto de cambios internos y externos del sistema.
- Una observación detallada del sistema que se está simulando puede conducir a un mejor entendimiento del sistema y por consiguiente a sugerir estrategias que mejoren la operación y eficiencia del sistema.
- La técnica de simulación puede ser usada para experimentar con nuevas situaciones, sobre las cuales se tiene poca o ninguna información. A través de esta experimentación se puede anticipar mejor a posibles resultados no previstos.
- Cuando nuevos elementos son introducidos en un sistema. La simulación puede ser usada para anticipar cuellos de botella o algún otro problema que puede surgir en el comportamiento del sistema.

A diferencia de las ventajas mencionadas, la técnica de simulación presenta el problema de requerir equipo computacional y recursos humanos costosos. Además, generalmente se requiere bastante tiempo para que un modelo de simulación sea desarrollado y perfeccionado. Finalmente, es posible que la alta

⁵ Raúl Coss Bu, Simulación: Un enfoque práctico. Editorial Limusa, 1998. p. 12-14

administración de una organización no entienda esta técnica y esto crea dificultad en vender la idea.⁶

Fundamentos de la simulación

- Entidad: Puede ser un objeto o persona que se mueve a través de un sistema y que causa cambios en las variables de respuesta.

Ejemplos de entidades y sistemas:

- Un cliente en un banco.
- Una orden de pedido en un sistema de inventarios.
- Una lamina de acero en un proceso de manufactura.

- Recurso: Es un elemento estacionario que puede ser ocupado por una entidad. Los recursos se emplean cuando se requiere representar actividades claves del sistema que restringen el flujo de entidades.

Los recursos tiene una capacidad infinita; así mismo, cuentan con una serie de estados por los cuales atraviesan a lo largo de la simulación, ejemplo, ocupado, acioso, inactivo o dañado. Un recurso puede ser una persona (cajero), una maquina (torno) o, incluso, un espacio en áreas de almacenamiento (zona de carga)

- Funcionamiento: Una entidad que solicita recurso:
 - Toma control (seize) del recurso si este esta disponible.
 - Si no esta disponible, espera en la cola asociada al recurso, puede liberarlo (Release) para darle paso a otra entidad en espera.
 - Puede continuar efectuando los procesos que sean necesarios (incluso, en otros recursos) hasta terminar su ciclo en ese recurso y así liberarlo (release).
- Atributo: Es una característica propia de cada entidad. EN ARENA se pueden definir tantos atributos como los requiera el usuario para el

⁶ Ibíd., P.17-18

modelamiento del sistema en estudio. Cada entidad individual tiene su propio valor de atributo. Esto implica que para determinar este valor, a diferencia de las variables, se debe examinar la entidad que lo porta.

Los atributos se definen con un nombre, por ejemplo, peso, número de orden, color, etc., y deben tener un valor numérico que indique algo para el usuario.

Ejemplo: el atributo *color* puede adoptar valores de 1,2,3 cuando los colores son amarillo, azul y rojo, respectivamente.

Ejemplo: se puede presentar atributos cuyo valor sea único para cada entidad en el sistema, así: número de identificación o código de factura. El número de identificación comienza en 0001 para la entidad 1 y, por cada entidad que ingrese, se incrementa y se hace que este atributo contenga valores únicos.

- Variables: Representan características del sistema; son de carácter global, es decir, su valor es el mismo en cualquier parte del modelo. Las variables pueden ser predeterminadas por el programa o definidas por el usuario; se definen con un nombre por ejemplo, *pedido* y con un valor numérico que simbolice un estado del sistema.

Ejemplo: el número de clientes en una cola puede adoptar valores de 0, 1,2,3 etc.; cada valor representa un estado en el sistema.

Ejemplo: el nivel de inventario en un sistema logístico puede adoptar un valor que este por encima del nivel de reorden o que sea menor o igual a este nivel; de esta manera se tienen solo dos estados de interés representados por múltiples valores de las variables.

- Sistema: Es un conjunto de elementos que se encuentran en interacción y que buscan alguna meta o metas comunes; para ello operan sobre dato o información, sobre energía, materia u organismos, con le propósito de producir como salida información, energía, materia u organismos. Un sistema es un conjunto de componentes interrelacionados que, en una forma organizada, recibe entradas y las procesa y emite salidas para obtener una meta común.



Clases de sistemas

- Naturales y artificiales.
 - Determinísticos y probabilísticos.
 - Sociales, hombre-máquina y mecánicos.
 - Abiertos y cerrados.
 - Permanentes y temporales.
 - Estables y no estables.
 - Adaptativos y no adaptativos
- Modelo: Es una representación de la realidad que se desarrolla con el propósito de estudiarla. En la mayoría de los análisis no es necesario considerar todos los detalles; de tal manera, el modelo no solo es un sustituto de la realidad, sino también una simplificación de ella.

Los modelos se pueden clasificar en:

- Modelos icónicos.
- Modelos analógicos.
- Modelos simbólicos; estos, a su vez, incluyen:
 - Modelos determinísticos.
 - Modelos estocásticos o probabilísticos.
 - Modelos dinámicos.
 - Modelos estáticos.
 - Modelos continuos.

- Modelos discretos.

Los modelos tienen las siguientes características:

- Confiabilidad.
- Sencillez.
- Bajo costo de desarrollo y operación.
- Manejabilidad.
- Fácil entendimiento del modelo y de los resultados.
- La relación costo-beneficio debe ser positivo.

5.2.2 Arena

Es un sistema que provee un entorno de trabajo integrado para construir modelos de simulación en una amplia variedad de campos; integra, un ambiente fácilmente comprensible, todas las funciones necesarias para el desarrollo de una simulación exitosa (animaciones, análisis de entrada y salida de datos y verificación del modelo).

El desarrollo de modelos de simulación mediante un sistema tiene varias ventajas, entre las que se encuentran:

- Es una poderosa herramienta de simulación.
- Comprende un entorno amigable, que está especialmente diseñado para personas que no poseen conocimientos de programación.
- Los utilitarios que brinda son de fácil uso.
- Cuenta con una excelente capacidad gráfica.
- Ofrece gran versatilidad, pues se puede modelar desde una fábrica automotriz hasta una sala de espera de un hospital.
- Es compatible con productos MICROSOFT OFFICE.⁷

MENUS

⁷ FABREGAS ARIZA, Aldo. Simulación de sistemas productivos con arena. Ediciones Uninorte, 2003. P, 34-35.

Cuando se arranca Arena, están disponibles los menús *File*, *View*, *Tools* y *Help*.

Una vez se abre un modelo, se añaden los menús *Edit*, *Arrange*, *Object*, *Run* y *Window*.

Muchos de los elementos que cuelgan de estos menús son funciones estándar de Windows, por lo tanto, sólo entraremos a comentar aquellos que sean específicos de Arena.

- **Menú *File*.**

Es donde se crean los nuevos ficheros de modelos Arena, se abren otros ya existentes, se guardan en disco o se crea un modelo de solo lectura. Se puede también importar dibujos CAD con formato DXF (como los de AutoCAD) para usarlos como fondo y, en algunos casos, como elementos activos (como caminos para vehículos dirigidos por cable).

- **Menú *Edit*.**

Se pueden deshacer (Undo) y rehacer (Redo) acciones previas. Existe la posibilidad de buscar todos los módulos y objetos de animación a partir de una cadena de texto mediante la opción *Find*. Se puede, además, mostrar las propiedades de los objetos (Properties). Si se tienen enlaces en el modelo a otros ficheros, como hojas de cálculo o ficheros de sonido, Links los muestra y permite modificarlos. Insert New Object permite introducir objetos de otras aplicaciones como gráficos u objetos multimedia y Object permite editar lo que se haya traído.

- **Menú *View*.**

Desde aquí se controla cómo aparece el modelo en la pantalla, así como las barras de herramientas mostradas. Este menú permite hacer Zooms sobre el modelo. En Views se puede elegir entre una serie de vistas del modelo. Named Views permite definir, cambiar y usar vistas propias. Layers permite controlar

qué tipo de objetos se van a mostrar durante el modo de edición o de ejecución.

- **Menú *Tools*.**

El Input Analyzer encaja distribuciones de probabilidad sobre datos observados para especificar entradas al modelo. No Adds-In, lista los programas ejecutables que se han instalado en la carpeta Adds-In. Show Visual Basic Editor, abre una ventana en la que se puede escribir código de Visual Basic para completar el modelo. El elemento Options permite cambiar y personalizar muchas de las formas en que trabaja Arena y de su aspecto según las necesidades.

- **Menú *Arrange*.**

Las opciones de este menú corresponden a las posiciones de los módulos del modelo y de los gráficos.

- **Menú *Object*.**

Si Auto-Connect está marcado permite conectar automáticamente un nuevo objeto introducido con el que se encontrase seleccionado cuando se ha llevado a cabo la operación. Smart Connections permite que las conexiones nuevas que se realicen se dividan en tres segmentos en lugar de intentar llevarlas a cabo mediante una única conexión.

- **Menú *Run*.**

Este menú contiene opciones para ejecutar la simulación, comprobarla, y pausarla o desplazarse paso a paso a través de ella para depurarla o para comprobar su correcto funcionamiento. Proporciona también varias formas alternativas de ver la ejecución, de ver sus resultados (o errores), y de especificar y controlar cómo evoluciona la ejecución y se muestra en la pantalla.

Por último, los menús *Window* y *Help* presentan las opciones típicas de este tipo de menús para cualquier aplicación “Windows”.

BARRAS DE HERRAMINETAS

Arena posee varias barras de herramientas con grupos de botones y menús desplegables para poder facilitar el acceso rápido a actividades comunes.

Las barras de herramientas disponibles en Arena son:

- La barra de herramientas *Standar*, corresponde a la barra estándar de las aplicaciones Windows.
- La barra de herramientas *View* tiene botones que corresponden a opciones del menú del mismo nombre.
- La barra *Arrange* tiene los botones correspondientes al menú del mismo nombre.
- Los botones de la barra de *Draw* no tienen correspondencia con opciones de menú, por tanto, los dibujos únicamente se pueden realizar accediendo a la barra de herramientas.

Así es como se pueden dibujar líneas, poli líneas, arcos, etc., para vestir el modelo.

- La barra *Animate* contiene elementos que permiten animar el modelo o mejorar la animación inherente a algunos módulos de Arena.
- La barra *Integration* contiene botones relacionados con el asistente de Transferencia de Datos a Módulos de Arena y VBA (el Editor de Visual Basic y el botón de Modo Diseño de VBA)
- La barra *Run Interaction* corresponde a las opciones que ofrece el menú Run.
- La barra *Animate Transfer* sirve de interfaz con los objetos de animación de tipo transferencia de que dispone Arena para las animaciones de objetos de este tipo.

En la parte izquierda de la aplicación, se muestran una serie de paneles que contienen los objetos de que dispone Arena para diseñar los diagramas de flujo y que a continuación pasaremos a comentar con más detalle.

Módulos de Flujo de Datos.

- **Módulo Create.**

Descripción.

Este módulo representa la llegada de entidades al modelo de simulación. Las entidades se crean usando una planificación o basándose en el tiempo entre llegadas. En este módulo se especifica también el tipo de entidad de que se trata.

Posibles Usos.

Punto de inicio de producción en una línea de fabricación.

Llegada de un documento (por ejemplo, una petición, una factura, una orden) en un proceso de negocio.

Llegada de un cliente a un proceso de servicio (por ejemplo, un restaurante, una oficina de información).

- **Módulo Process**

Descripción

Este módulo corresponde al principal método de procesamiento en simulación. Se dispone de opciones para ocupar y liberar un recurso. Adicionalmente, existe la opción de especificar un “submodelo” y especificar jerárquicamente lógica definida por el usuario. El tiempo del proceso se le añade a la entidad y se puede considerar como valor añadido, valor no-añadido, transferencia, espera u otros.

Posibles Usos.

Mecanizado de una parte.

Revisión de un documento para completarlo.

Rellenar órdenes.
Servir a un cliente.

- **Módulo Decide**

Descripción

Este módulo permite a los procesos tomar decisiones en el sistema. Incluye la opción de tomar decisiones basándose en una o más condiciones (por ejemplo, si el tipo de la entidad es Gold Car) o basándose en una o más probabilidades (por ejemplo, 75% verdadero, 25% falso). Las condiciones se pueden basar en valores de atributos (por ejemplo, prioridad), valores de variables (por ejemplo, Número de Rechazados), el tipo de entidad o una expresión.

Hay dos puntos de salida del módulo Decide cuando se especifica el tipo 2-way chance o 2-way condition. Hay un punto de salida para las entidades “verdaderas” una para las entidades “falsas”. Cuando se especifica el tipo Nway chance o condition, aparecen múltiples puntos de salida para cada condición o probabilidad y una única salida “else”.

Posibles Usos.

Envío de partes defectuosas para que se vuelvan a hacer.
Ramas aceptadas frente a rechazadas.
Envío de clientes prioritarios a procesos dedicados.

- **Módulo Assign**

Descripción.

Este módulo se usa para asignar valores nuevos a las variables, a los atributos de las entidades, tipos de entidades, figuras de las entidades, u otras variables del sistema. Se pueden hacer múltiples asignaciones con un único módulo Assign. *Posibles Usos.*

Acumular el número de subensamblados añadidos a una parte.

Cambiar el tipo de entidad para representar una copia de un formulario multicopia.

Establecer una prioridad del cliente.

- **Módulo Batch.**

Descripción.

Este módulo funciona como un mecanismo de agrupamiento dentro del modelo de simulación. Los lotes pueden estar agrupados permanente o temporalmente. Los lotes temporales deben ser divididos posteriormente usando el módulo Separate. Los lotes se pueden realizar con un número específico de entidades de entrada o se pueden unir a partir del valor de un determinado atributo. Las entidades que llegan a un módulo Batch se coloca en una cola hasta que se ha acumulado el número necesario de entidades. Una vez acumuladas, se crea una nueva entidad representativa.

Posibles Usos.

Recoger un cierto número de partes antes de empezar a procesar

Reensamblar previamente copias separadas de un formulario.

Juntar un paciente con los resultados de sus pruebas antes de concederle una cita.

- **Módulo Separate.**

Descripción.

Este módulo se puede usar para replicar la entidad entrante en múltiples entidades o para dividir una entidad previamente agrupada. Se especifican también las reglas de asignación de atributos para las entidades miembro.

Cuando se segmentan lotes existentes, la entidad temporal que se formó se destruye y las entidades que originalmente formaron el grupo se recuperan. Las entidades saldrán del sistema secuencialmente en el mismo orden en que originalmente se agregaron al lote.

Cuando se duplican entidades, se hacen el número de copias especificado.

Posibles Usos.

Enviar entidades individuales que representan cajas eliminadas de un contenedor.

Enviar una orden tanto a realización y a facturación para un procesamiento paralelo.

Separar un conjunto de documentos previamente agrupados.

- **Módulo Record.**

Descripción.

Este módulo se usa para recoger estadísticas del modelo de simulación. Se dispone de varios tipos de estadísticas observables, incluyendo el tiempo entre salidas a través del módulo, estadísticas de entidad (tiempo, costes, etc.), observaciones generales, y estadísticas de intervalo.

Posibles Usos.

Recoger el número de trabajos realizados cada hora.

Contar cuántas órdenes han sido realizadas.

Registrar el tiempo que pasan los clientes prioritarios en la línea principal de control.

- **Módulo Dispose.**

Descripción.

Este módulo representa el punto final de entidades en un modelo de simulación.

Las estadísticas de la entidad se registrarán antes de que la entidad se elimine del modelo.

Posibles Usos.

- Partes que abandonan el servicio modelado
- Finalización de un proceso de negocio.
- Clientes abandonando un comercio.

Módulos de Datos.

- **Módulo Entity.**

Descripción.

Este módulo de datos define los diversos tipos de entidades y su valor de imagen inicial en la simulación.

Posibles Usos.

- Elementos que se van a producir o ensamblar (piezas, pallets)
- Documentos (formularios, e-mails, faxes, informes)
- Gente que se mueve a través del proceso (clientes).

- **Módulo Queue.**

Descripción.

Este módulo de datos se puede usar para cambiar la regla de encolamiento para una determinada cola. La regla de encolado por defecto es *First In, First Out* salvo que se indique otra cosa en este módulo. Hay un campo adicional que permite definir la cola como compartida.

Posibles Usos.

- Cola de trabajos esperando un recurso en un módulo Process.
- Área de almacenamiento de documentos que esperan ser cotejados en un módulo Batch.

- **Módulo Resource.**

Descripción.

Este módulo de datos define los recursos en un sistema de simulación, incluyendo información de costes y disponibilidad del recurso. Los recursos pueden tener una capacidad fija que no varía durante la simulación o pueden operar basándose en una planificación. Los fallos y estados del recurso se pueden definir también en este módulo.

Posibles usos.

- Equipamiento (maquinaria, caja registradora, línea de teléfono)

- Gente (empleados, procesadores de órdenes, empleados de ventas, operadores).

- **Módulo Schedule**

Descripción.

Este módulo de datos se puede usar en conjunción con el módulo Resource para definir una operación de planificación para un recurso o con el módulo Create para definir una planificación de llegada. Además, una planificación se puede usar y referir a factores de retardos de tiempo basados en el tiempo de simulación.

Posibles Usos.

- Planificación del trabajo, incluyendo descansos, para la plantilla.
- Esquemas de fallos del equipamiento.
- Volumen de clientes que llegan a un comercio.
- Factores de curva de aprendizaje de los nuevos trabajadores.

- **Módulo Set.**

Descripción.

Este módulo de datos define varios tipos de conjuntos, incluyendo recursos, contadores, cuentas, tipos de entidad, y figuras de entidad. Los conjuntos de recursos se pueden usar en los módulos Process (y Seize, Release, Enter y Leave en el panel Advanced Transfer). Los conjuntos *counter* y *tally* se pueden usar en el módulo Record. Los conjuntos *queue* se pueden usar con *Seize*, *Hold*, *Access*, *Request*, *Leave*, y *Allocate* de los paneles *Advanced Process* y *Advanced Transfer*.

Posibles Usos.

- Máquinas que pueden realizar las mismas operaciones en un servicio de fabricación.
- Supervisores, empleados de caja en un comercio.
- Conjunto de figuras correspondientes a un conjunto de tipos de entidades.

- **Módulo Variable**

Descripción.

Este módulo de datos se usa para definir una dimensión de variable y su valor(es) inicial(es). Las variables se pueden referenciar en otros módulos, se les puede reasignar un valor nuevo, y se pueden usar en cualquier expresión.

Posibles Usos.

- Número de documentos procesados por hora.
- Número serie a asignar a partes para una identificación única.
- Espacio disponible en un servidor.⁸

5.2.3 SPSS

El SPSS: Es un paquete Estadístico, de uso general, que integra procedimientos estadísticos y gráficos interactivos de alta resolución, de tal manera que sirve de apoyo al análisis de datos. Es útil entre otros aspectos para realizar análisis exploratorio desde el punto de vista gráfico, de igual manera se utiliza para realizar análisis estadístico simple y/o avanzado. El programa sirve para profundizar en temas como: Métodos Cuantitativos, Métodos de Investigación, Segmentación de Mercados, Finanzas, Inferencia Estadística, Análisis Multivariado, Pronósticos con series de Tiempo, Métodos Multivariados y otros más.

Los pasos a seguir en el análisis de datos utilizando el S.P.S.S son los siguientes:

⁸ www.utpl.edu.ec/.../simulacionsistemas/.../practicasarenaresueltas.pdf

- Entrada de datos: Puede abrir un archivo de datos previamente guardado, leer una hoja de cálculo, un archivo de texto o una base de datos, o introducir los datos directamente en el Editor de datos.
- Seleccione un procedimiento en los menús para crear tablas, calcular estadísticos o generar gráficos.
- Seleccione las variables que desea utilizar en el análisis. Es vital tener presente la escala de medición de las variables.
- Ejecute el procedimiento y analice los resultados.

COMO INICIAR UNA SESION: La instalación coloca el icono del paquete en el sub menú programas del botón Inicio. Luego de entrar al programa, se maximiza la ventana, en la cual se editan (digitan) los datos.

Parámetros necesarios para definir las diferentes variables.

Nombre: Máximo 8 caracteres.

Tipo: Tipo de dato.

Anchura: Espacio disponible para entrar datos.

Decimales: Cantidad de decimales (datos numéricos)

Etiqueta: Describir la variable objeto de estudio, de tal manera que dicha etiqueta salga en los cuadros de salida.

Valores: Cambia los datos de entrada por nuevos rótulos o códigos.

Perdidos: Se utiliza en caso de definir de antemano algunos códigos que representaran valores no válidos para el análisis.

Columna: Amplitud de la columna, por defecto es de ocho.

Alineación: Poco usada, hace referencia a la presentación de la entrada de valores.

Medida: Punto clave y fundamental para el posterior análisis de resultados.

COMO FUNCIONA: Los archivos de datos son grabados con extensión *.sav, sin embargo, los resultados se graban con extensión *.spo, permitiendo grabar diferentes resultados en diversos archivos. Además, permite grabar formatos de tablas, programas de sintaxis etc. Con diferentes extensiones.

Lo anterior indica que el archivo de datos se maneja de manera independiente de los resultados obtenidos con dichos valores, a continuación se muestran los menús y barras de herramientas para cada caso.

El archivo de datos muestra en su menú diferentes posibilidades, algunas de ellas similares a los programas clásicos como son: Archivo, Edición, Ver. Por lo tanto, sólo se hará referencia a las opciones más específicas del programa.

OPCION DATOS.

Esta parte del menú permite realizar operaciones que se denominan ordenes de manejo, es decir, es la parte donde permite: Insertar y ordenar variables, insertar registros, unir archivos, segmentar archivos etc.

OPCION TRANSFORMAR.

Es vital en el procesamiento de datos, ya que permite transformarlos, realizando cálculos, cambiando escalas, aplicando funciones. Incluso a las variables nominales se les puede recodificar.

De las anteriores, las más utilizadas son: Calcular, opción que permite transformar los datos en bruto y Recodificar, la cual permite cambiar no sólo códigos, si no cambiar el nivel de la escala de medición de una cuantitativa a una categórica.

OPCION ANALIZAR.

Esta opción permite realizar procedimientos univariados, bivariados y multivariados, tanto para datos numéricos como para datos categóricos. Además, permite realizar procedimientos paramétricos y no paramétricos.

En el Sub menú Estadísticos Descriptivos se realizan los procedimientos de: Frecuencias, Medidas de Posición y de Variación, análisis exploratorio de datos y cruces de variables.

El Sub menú Comparar Medias permite realizar procedimientos de Inferencia Estadística, tales como diferencia de medias para datos paramétricos, tanto para muestras relacionadas como no relacionadas, además, del procedimiento ANOVA de una vía.

OPCION GRAFICA.

Hace referencia a los diferentes gráficos, tales como la nube de puntos, utilizada fundamentalmente en **regresión**, gráficos de análisis exploratorio de datos y los conocidos para los negocios, como: Barras, pastel etc. No sobra, resaltar que todos los procedimientos tienen diferentes opciones de maquillaje.

9

5.2.4 Promodel

En esta sección se explicarán las características para el adecuado manejo del software de ProModel.

- Menú File: El menú File es la primera selección en la barra de menús y consta de cinco secciones principales divididas por líneas horizontales. File

⁹ www.ugr.es/~bioest/manual_spss.pdf

contiene la sección de gestión de las funciones relacionadas con el modelo de archivos tales como ahorro y recuperación. El view / print permite al usuario ver un listado de texto del modelo actual e imprimir el listado o modelo de diseño. La sección packaging permite al usuario crear e instalar paquetes de modelo consistente de los modelos con los archivos asociados. Exit sale de ProModel, y el modelo de historia de la sección, lista los cinco más recientemente modelos abiertos para una rápida recuperación.¹⁰

- Comando New: Si existe algún modelo abierto en el momento, ProModel pregunta si desea salvarlo y lo cierra para abrir uno nuevo.

Cuando se crea un nuevo modelo es necesario ponerle un título y especificar en unidades el tiempo y la distancia con que se desea trabajar. Se pueden definir algunas especificaciones como:

- Background Color: Colores de contorno que se utilizarán.
- Grid /Scale: Se puede especificar a que escala se va a trabajar.
- Graphics Library Files: El nombre del archivo de la librería que se desea utilizar.
- Inicializacion Logic: Instrucciones que se imparten antes que el modelo inicie su ejecución.
- Termination Logic: Instrucciones que se dan después que el modelo termine.
- Model Notes: Se pueden colocar notas al comienzo del modelo. Por ejemplo: nombre de quien hizo el modelo, o una breve explicación del mismo.

- Comando Open: Abre un modelo ya creado. Si existe un modelo cargado en memoria lo cierra.
- Comando Import: Importa un modelo a ProModel PC construido en una versión 5.0 o anterior.

¹⁰ ProModel Student versión: 7.0.4.201 [CD-ROM]. 2005 ProModel Corporation. Help. index

- Comando Merge: Mediante esta opción se pueden fusionar dos o más modelos en uno solo.

Existen dos tipos de Merge.

- Model: Se pueden unir dos o más modelos independientes en uno solo. Así mismo, une las entidades y atributos que tengan el mismo nombre y los vuelve uno solo. Si cada modelo emplea una librería diferente, une las dos librerías en una sola, con un nuevo nombre.
 - Submodel: Esta opción se utiliza cuando un modelo está compuesto por diferentes partes o submodelos (por ejemplo, una estación de trabajo). Cuando se fusiona un submodelo. ProModel® le coloca un identificador con todas sus características. Por ejemplo: entities, locations, variables, arrays, etc. El identificador lo puede colocar el usuario antes (*prefix*) o después (*suffix*) del nombre de las características. En donde dice *tag* el usuario puede colocar el identificador del modelo que se va a fusionar.
- Comando Save: Sirve para salvar, en una unidad específica, el modelo cargado actualmente en memoria, con el mismo nombre con que se le guardó inicialmente.
 - Comando Save As: Se usa para salvar, en una unidad específica, el modelo cargado actualmente en memoria. Además, da la opción de cambiar el nombre.
 - Comando View Text: Presentación preliminar, en pantalla, de toda la información del modelo, como locations, arrivals, Processing.
 - Comando Print Text: Muestra la información que aparece en la presentación preliminar de un archivo o en la impresora. Si se desea guardar esta información en un archivo se ejecuta la opción *To Text File*, y se creará un

archivo con extensión .TXT. Si se desea imprimir, se elige la opción *To Printer*.

- Comando Print Layout: Se puede imprimir el layout del modelo actual. Da la posibilidad de imprimir los gráficos de contorno, locations, path networks, resources y variables.
- Comando create Model Package: Con esta opción se puede comprimir el modelo que se encuentra cargado. Sólo se necesita indicar en dónde se desea guardar la compresión. Si se quiere, no se graban las librerías para que el tamaño del archivo disminuya. Mediante la opción Protect Model Data. Se puede proteger el código del programa para que no pueda ser alterado. El archivo quedará grabado con una extensión .PKG
- Comando Install Model Package: Con esta opción se puede descomprimir un modelo.
Para instalar un archivo PKG sólo se indica la ruta donde se encuentra el archivo y donde se desea grabarlo.
- Menú Edit: El menú está compuesto básicamente de cinco instrucciones Delete, Insert, Append, Move y Move To

Delete: Elimina el registro seleccionado de una tabla.

Insert: Inserta un registro en una tabla donde se le indique.

Append: Agrega un registro al final de la tabla.

Move: Mueve el registro marcado a la posición que se le indique con la instrucción **Move To**.

- Menú Build: El menú Build es el más utilizado, ya que en él se especifican las características del modelo; como: Locations, Entities, Path Networks, Resources, Processing, Arrivals, Attributes, Variables (Global).

- **Locations:** Las *locations* representan el lugar donde la entidad realizará un proceso o algún otro tipo de actividad. Por ejemplo, en un modelo de una empresa manufacturera la *location* es un torno, o una prensa, o una fresadora; para crear *locations* se cuenta con una librería de gráficos.

En primer lugar, se selecciona con el *mouse* la que desea, luego se selecciona en el layout y se hace clic con el *mouse*.

Cuando se crea una *location*, automáticamente se crea un registro con las características Icon, Name, Cap, Units, DTs, Stats, Rules, Notes.

Características de una Location (Sitio de trabajo)

Icon: Aparece el gráfico de la *location* que se seleccionó.

Name: Es el nombre que se puede dar a la *location*.

Cap: La capacidad de la *location* se refiere al número de entidades que puede procesar al mismo tiempo. Por ejemplo, un punto de inspección puede revisar cinco piezas simultáneamente, pero generalmente una máquina sólo puede procesar una sola pieza a la vez.

Unit: Una *location* puede repetirse varias veces dentro de un proceso. Por ejemplo, en un banco existen tres cajeros que tienen el mismo trabajo con las mismas características.

DTs: Define los tiempos muertos que puede tener una *location*. Un tiempo muerto es una parada de la operación que debe hacer una *location*. Existen cuatro tipos de paradas:

a) Clock: Esta parada se ejecuta después que la entidad ha cumplido cierto tiempo específico. Por ejemplo, en un banco un cajero empieza a trabajar a las ocho de la mañana y tendrá un descanso a las diez de la mañana durante 15 minutos.

b) Entry Downtime: Esta parada, se realiza después de un número determinado de entradas a la *location*. Continuando con el ejemplo del banco, el cajero puede parar un momento después de haber atendido a 30 personas.

c) Usage Downtime: Esta parada es muy parecida a la del *Clock*, pero difiere en que el tiempo empleado es tiempo efectivo o de uso de trabajo. Por ejemplo,

si el cajero entró a las ocho de la mañana, puede descansar sólo después de haber trabajado una hora efectiva. Esto quiere decir que sólo va a descansar cuando complete una hora efectiva de trabajo atendiendo a los clientes, no importa si acaba a las diez o a las nueve de la mañana.

d) Setup Downtime: Puede utilizarse en situaciones en que la *location* procesa diferentes tipos de entidades, pero necesita un alistamiento en cada corrida.

- **Entities :** La entidad es la materia prima de un producto o servicio que va ser procesada en una location. Las entidades se pueden transformar durante la simulación. Por ejemplo, en un centro de distribución, la entidad principal es una caja, pero las cajas se pueden agrupar (Group) en una estiba, que es otra entidad. Cada entidad tiene sus propiedades.

Icon: Aparece el gráfico de la entidad seleccionada.

Name: Nombre que se puede dar a una entidad.

Speed (mpm/fpm): Velocidad a la cual la entidad se desplaza dentro del modelo. El valor predeterminado es 150 fpm o 50 mpm (este dato es opcional).

Stats: Al hacer clic en esta opción, aparecerán tres niveles:

None: No se recogen estadísticas

Basic: Solamente se muestra la utilización y el promedio del tiempo.

Time Series: Calcula y gráfica información del modelo con respecto al tiempo.

- **Path Networks:** Todo proceso necesita un diagrama de recorrido para los recursos (personas, máquinas, etc.) que se utilizan para movilizar las entidades (papeles, piñones, cajas, entre otros). También se usa para informar al modelo cuánto tiempo se demora de una location a otra.

ProModel® tiene la capacidad de calcular de manera automática la distancia de una location a otra.

Graphic: Puede cambiar el color a la red o dejarla visible o invisible durante la simulación.

Name: Nombre que se da a la red que se crea.

Type: Hay tres tipos de redes: Passing. Non-passing y Crane. La Passing se utiliza cuando los recursos se pueden mover libremente por la red, sin ningún tipo de restricción. Non-passing es una red que tiene restricciones; por ejemplo, un tipo de vehículo que no puede adelantar. Crane es especial para grúas y puentes grúas.

T/S: Se puede trabajar con dos tipos de unidades básicas de distancias: en tiempo o velocidad y distancia.

Interfaces: Cada *location* debe tener un nodo que la relaciona. La forma de unir los nodos de la red con las *location* es mediante las interfaces.

Mapping: Cuando se tenga una red conformada por varios nodos, ProModel® automáticamente buscará el camino más corto para ir del nodo N 1 al nodo N2. Si no se está de acuerdo con el camino propuesto por ProModel®, se podrá proponer uno diferente para desplazarse del nodo N1 al N2.

- **Resources:** Un recurso puede ser una persona, un equipo o un vehículo que puede desempeñar o realizar diferentes operaciones a las entidades, como transporte de un nodo a otro y operaciones puntuales a la entidad.

Para utilizar los recursos, previamente se debió definir una red (Path Network).

Units: Número de recursos que desea tener. Esta cantidad es fija, es decir, no puede variar durante la simulación.

DTs: El recurso puede tener paradas al igual que las *locations*.

Stats: Al hacer clic en esta opción, aparecen tres niveles:

None: No se recogen estadísticas.

Basic: Solamente se muestra la utilización y el promedio del tiempo.

Time Series: Calcula y gráfica información del modelo en relación con el tiempo.

Specs: En este campo se pueden asignar al recurso una red y otras propiedades.

Search: Puede elegir entre dos opciones: *Work Search* y *park Search*.

Work Search: Crea una lista de *locations* donde la entidad puede esperar un recurso.

Park Search: Crea una lista de nodos a los cuales pueden enviarse si no están trabajando y están esperando otro trabajo.

Logic: Permite crear instrucciones o procesos en el momento de la parada (por ejemplo, el tiempo de aprestamiento o actividades que se hacen entre una entidad y la otra).

Especificaciones del recurso

En el cuadro de las especificaciones, se puede introducir al recurso diferentes tipos de información; por ejemplo:

Si desea que regrese siempre que este desocupado al nodo especificado en home.

- Nodo de donde parte por primera vez
- Nodo donde espera mientras le toca su turno (shift).
- Nodo de espera en una parada.
- Velocidad cuando esta sin peso y con peso.
- Medida de aceleración y desaceleración.
- Tiempo que se demora en tomar y dejar una entidad.

- **Processing:** El menú de proceso es uno de los más importantes debido a que en él se programa la operación. Normalmente todo proceso tiene un diagrama de proceso o de operaciones: esta información se transcribe del diagrama al computador..

Antes de diseñar el proceso se deben crear entidades, recursos. Locations y path network que necesita el modelo. Se debe de tener claro cómo es el proceso que se va a simular.

- **Arrivals (Llegadas):** Todo sistema tiene un punto de partida a donde llega material (información, personas, etc.) para que el proceso pueda empezar a desarrollarse. Si tomamos como ejemplo un banco, éste necesita que los clientes (*entities*) lleguen a determinada hora, en cierta cantidad y con

determinada frecuencia al proceso para que puedan fluir a través de él. Cuando una entidad nueva llega al sistema, se produce un *arrival*.

- **Entity:** Nombre de la entidad que llega al sistema.

Location: Nombre de la *location* a donde llega la entidad.

Qty each: Número de entidades que llegan a la vez (lote).

First Time: Tiempo de la primera llegada.

Ocurrences: Número de veces que puede llegar una entidad de esas características.

Frequency: Intervalo de tiempo entre una llegada y otra.

Logic: En este campo se pueden definir operaciones que se ejecuten en el momento de la llegada de la entidad al sistema.

Disable: En este campo se activa o desactiva la llegada al sistema.

- **Variables:** Se pueden emplear variables de tipo global y local. Las variables son útiles para calcular o guardar información numérica, ya sea real o entera. El valor de una variable global se puede utilizar en cualquier parte de la simulación, mientras que el de una variable local sólo se podrá utilizar dentro del bloque (*logic*) en el que se colocó.

Icon: Si el campo dice *Yes*, muestra las variables por pantalla; de lo contrario no lo hará.

ID: Nombre que se da a la variable.

Type: La variable puede ser de tipo entera o real.

Stats: Al hacer clic en esta opción, aparecerán tres niveles:

- None: No se recogen estadísticas.
- Basic: Solamente se muestra la utilización y el promedio de tiempo.
- Time Series: Calcula y gráfica información del modelo con relación al tiempo.

- **Atributos (Atributos):** Los atributos son muy parecidos a las variables. El atributo es un tipo de variable del sistema que solo guarda la información en memoria de un *location* o entidad particular. Los atributos pueden contener

números reales y enteros. Con los atributos se pueden diferenciar entidades. Por ejemplo, si se está simulando el descargue de dos tipos de vehículos, un tracto mula de 30 toneladas y un furgón de 12 toneladas, el procedimiento para descargar un vehículo u otro es el mismo, sólo varía la cantidad de mercancía que puede transportar cada vehículo. El atributo se puede utilizar para almacenar la cantidad de mercancía que trae cada camión (entidad). La diferencia entre un atributo y una variable es que el atributo guarda información de cada entidad que llega al sistema, mientras que la variable no. El atributo es una condición inicial, una marca, que se puede dar a una entidad o a una *location* y después no se puede modificar, mientras que las variables sí pueden cambiar su valor dentro del proceso.

- **Menú Simulation:** En este menú se pueden ejecutar los modelos. Para ello hay que entrar en options y configurar el modelo.
- **Output Path:** Ingresar el lugar donde se desea almacenar el modelo. Utilizar en lo posible. C:\Temp.
- **Define Run Length by date:** Si desea que el modelo corra en determinada fecha calendario, hay que elegir esta opción. Es necesaria cuando se asignan turnos (shifts).
- **Run Hours:** Tiempo en horas que se va a simular.
- **Warmup Hours:** Tiempo en horas de precalentamiento.

Hay otras opciones que se explicarán a medida que se utilicen; por ejemplo, cómo desactivar la animación si no se necesita. El modelo corre mucho más rápido sin animación. También se puede activar el análisis de costos cuando se requiera.¹¹

- **Menú Tools-Stat::Fit:** El uso de esta herramienta es de gran ayuda cuando se tienen datos reales y se quieren conocer los parámetros de las distribuciones de densidad-probabilidad que más se ajustan a dichos datos.

¹¹ Luis Ernesto Blanco Rivero, Iván Darío Fajardo Piedrahita. Simulación con ProModel .casos de producción y logística. Segunda edición. Editorial ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA, marzo de 2003, P.16-38

Al oprimir el botón *Stat::Fit*, aparece una ventana con este nombre. Oprimir el botón *File*. Se abre una ventana más pequeña *Document1-Input*, donde va a introducir los datos. Al terminar, ir a *File-Save Input* y salvar en C. Oprimir el botón *Auto Fit*. Debe aparecer una ventana *Auto Fit*. Seleccionar el chulo verde *OK*. Debe abrirse otra ventana en donde se listan las distribuciones en orden de ajuste de los datos. Seleccionar la distribución que según sus conocimientos se ajuste mejor. Si no conoce su proceso, simplemente seleccione la primera. Al hacer clic, se abren dos ventanas *Comparison Graph*, donde se muestran los datos y la curva de la función y *Difference Graph* donde se muestran los residuos acumulados.¹²

5.2.4 EXCEL

Prueba de hipótesis

Los intervalos de confianza son una forma de realizar inferencia estadística; otra es la prueba de hipótesis. En una prueba de hipótesis, usted formula una teoría acerca del fenómeno en estudio y examina si la evidencia estadística apoya tal explicación. En estadística, primero formulamos una hipótesis, luego recolectamos los datos y después efectuamos una prueba estadística. El orden es importante. Si formulamos nuestra hipótesis después de recolectar datos, corremos el riesgo de tener una prueba sesgada porque nuestra hipótesis podría estar diseñada para ajustarse a los datos. Para protegerse contra una prueba sesgada, la hipótesis debe probarse sobre un nuevo conjunto de datos. La figura 6-6 muestra un método clásico para desarrollar y probar una teoría.

Hay cuatro elementos en una prueba de hipótesis:

1. Una hipótesis nula, H_0
2. Una hipótesis alterna, H_a
3. Una estadística de prueba

¹² *Ibíd.*, P.79-80

4. Una región de rechazo

La hipótesis nula, que por lo general se designa como H_0 , representa la teoría predeterminada o de estado de cosas acerca del fenómeno en estudio. Usted la toma como verdadera a menos que tenga evidencia convincente de lo contrario.

La hipótesis alterna, o H_a , representa una teoría alterna que se toma como verdadera automáticamente si se rechaza la hipótesis nula. Con frecuencia, la hipótesis alterna es la que se desea aceptar. Por ejemplo, se dice que un nuevo medicamento que está en estudio reduce a presión sanguínea. La hipótesis nula es que el medicamento no afecta la presión sanguínea del paciente (ya sea en dirección positiva o negativa.)

La estadística de prueba es una estadística calculada de los datos que se usan para determinar si se rechaza o acepta la hipótesis nula. La región de rechazo especifica el conjunto de valores de la estadística de prueba con que se rechazara la hipótesis nula (y aceptar la alterna.)

Tipos de error

Nunca podemos estar seguros de que nuestras conclusiones estén libres de error, pero podemos tratar de reducir la probabilidad de error. En las pruebas de hipótesis, podemos cometer dos tipos de errores:

1. Error tipo I: rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera
2. Error tipo II: no rechazar la hipótesis nula cuando la hipótesis alterna es verdadera

La probabilidad del error tipo I se denota con la letra griega α ; la del error tipo II, con la β .

En general, los estadísticos se ocupan más de la probabilidad del error tipo I, porque rechazar la hipótesis nula a veces da lugar a algún cambio fundamental en el estado de las cosas. En el ejemplo del medicamento para la presión

sanguínea, aceptar incorrectamente la hipótesis alterna podría dar lugar a la prescripción de un medicamento ineficaz para miles de personas. Los estadísticos fijan un límite, llamado nivel de significación, que es la probabilidad de error tipo I más alta permitida. Un valor aceptado para el nivel de significación es 0.05, lo cual significa que si la probabilidad del error tipo I es más alta que 0,05, la hipótesis nula no se rechaza.

Reducir el error tipo II es importante en el diseño de experimentos, donde el estadístico desea asegurar que el estudio detectara un efecto si existe una diferencia verdadera. Un análisis de la probabilidad del error tipo II puede ayudar al estadístico a determinar cuántos sujetos incluir en el estudio.¹³

¹³ GUTIERREZ CARMONA JAIRO, MODELOS FINANCIEROS CON EXCEL, ECOE EDICIONES.

6. DISEÑO METODOLOGICO

La metodología empleada para el DISEÑO Y MONTAJE DE LA ASIGNATURA INFORMATICA PARA INGENIEROS INDUSTRIALES EN LA HERRAMIENTA LEARNING SPACE, se realizo mediante el desarrollo de una serie de etapas que permitieron alcanzar los objetivos que se establecieron teniendo en cuenta los requerimientos de la materia y las sugerencias realizadas por parte del autor y del director del proyecto, además fue necesario el uso de herramientas como el software Macromedia Flash MX, PROMODEL, SPSS, EXCEL Y ARENA.

La metodología empleada fue la siguiente:



6.1 PLANEACION DEL PROYECTO

En esta etapa se realizo la conceptualización general del contenido que se va a estudiar en E-Learning y de la asignatura INFORMATICA PARA INGENIEROS INDUSTRIALES, de esta forma se definieron los temas a incluir teniendo en cuenta el programa académico manejado para la materia durante el semestre, de esta forma se determino que se emplearía las herramientas PROMODEL, SPSS, EXCEL Y ARENA, para el desarrollo de dichos temas y ejercicios que servirán de explicación para los estudiantes que consulten la plataforma. Para esto también se tuvo en cuenta los requerimientos específicos de la materia.

En la planeación se tuvo en cuenta lo relacionado con la capacitación que se necesitaba para llevar a cabo este proyecto, para este fin la universidad ofrece cursos en distintas herramientas de Microsoft entre ellas Flash la cual fue empleada para llevar a cabo la presentación de una forma atractiva y dinámica, teniendo en cuenta los parámetros que son establecidos por Nuevas Tecnologías.

6.1.1 Aprendizaje significativo¹⁴: Es el modelo pedagógico empleado para utilizar este tipo de herramienta ya que el estudiante juega un papel primordial como aprendizaje propio.

6.2. DESARROLLO

Teniendo en cuenta las herramientas establecidas para el desarrollo PROMODEL, SPSS, EXCEL Y ARENA se llevaron a cabo los ejercicios que se van a emplear para una explicación práctica y los cuales van a utilizarse en el montaje de la materia en la plataforma.

Una vez realizado los ejercicios, estos se someten a revisión académica por parte del director de proyecto el Ingeniero Rubén Jácome el cual establece las respectivas correcciones con el fin de garantizar que el material empleado por los estudiantes le facilitara la aplicación de la materia.

A continuación se explicara en forma detallada la metodología empleada para el desarrollo de los ejercicios de las herramientas seleccionadas, en cada una de ellas se especifica los pasos a seguir y la información que se encontrara dentro de la plataforma

¹⁴ <http://www.slideshare.net/guest975e56/modelo-pedagogico-para-elearning-ok-405350>

6.2.1. ProModel: Para la explicación de esta herramienta se cuenta con XXXXX número de ejercicios de los diferentes temas los cuales los estudiantes pueden consultar encontrando de la siguiente forma la explicación de la metodología desarrollada:

Tabla 1. Información del ejercicio desarrollado

UPB - PRODUCCIÓN	
TALLER - ProModel	
OBJETIVO:	Resolver un modelo de producción con instrumentos más allá de los básicos de ProModel.
Fecha de realización: según criterio del docente	
Semana:	Día:
COMPROBACIÓN DE LECTURA	Simulación con ProModel
SOFTWARE UTILIZADO	ProModel
MATERIAL	Computador
TEMÁTICA	Instrumentos de ProModel

Fuente. Autor

METODOLOGÍA

Se explican características de los comandos a utilizar en el ejercicio.

Se distribuye la guía del problema a desarrollar.

Se explica detenidamente el proceso por el cual tendrá que pasar la tela para convertirse en un producto terminado.

OBJETIVOS A CUMPLIR:

- Distinguir y poder aplicar módulos más allá de los básicos del Software.
- Familiarizarse aun más con el modelo de simulación ProModel.
- Lograr hacer funcionar el modelo de producción y detectar posibles errores debido a la complejidad media de este.

RESUMEN EJERCICIO:

Es un proceso de producción en el cual se fabrican mesas para café tipo exportación. Se cuenta con 4 operarios, almacén de materia prima, máquina de corte (9 min.), una cola para maquinado, proceso de maquinado (12 min.), proceso de lijado (18 min.), una cola antes de entrar a las máquinas ensambladoras, 2 máquinas ensambladoras (30 min. c/u), una cola antes de la máquina acabados, máquina acabados (7.5 min.), cola para la máquina empaque, máquina de empaque (3 min.), y el almacén de producto terminado. La madera tiene un tiempo entre llegadas de 120 minutos. El tiempo de simulación es de 8 horas.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

El proceso comienza con la llegada de la madera al almacén de materia prima y de ahí un operario lleva la pieza para corte, la pieza seguirá pasando por las diferentes máquinas con ayuda de los 4 operarios hasta llegar al almacén de producto terminado. Durante el proceso, la pieza tendrá una probabilidad del 50% de pasar por la ensambladora 1 o por la ensambladora 2. Ahora se procede a realizar la programación para la simulación en ProModel.

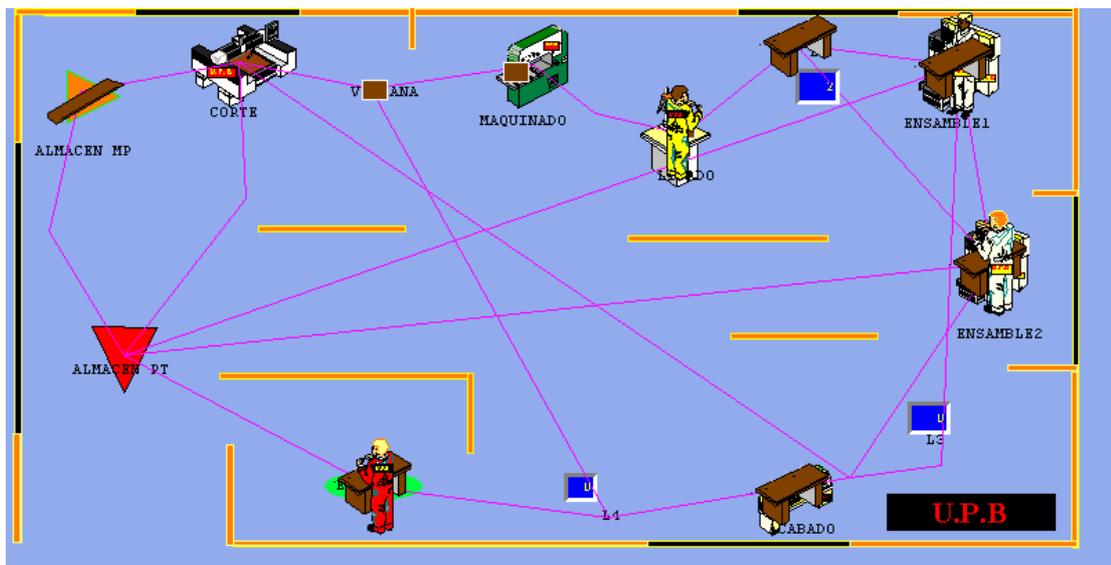
SOLUCIÓN DEL TALLER 2 DE PROMODEL

- Ejecute el software
- Si se quiere dar un ambiente de fondo en la simulación, siga las siguientes instrucciones, de lo contrario omitir y comenzar a programar las locaciones. Entrar al menú **Build** y dar clic en **Background Graphics/ Front of Grid**, aparece una nueva ventana "Background Graphics (Front of Grid)" pero para este ejercicio no se hará necesaria hacer uso de ella; nos centraremos en la barra de dibujo al lado izquierdo de la pantalla. Seleccionar el *rectángulo* y colocarlo verticalmente en la parte izquierda del **Layout** simulando una pared muy delgada, véase la figura 1.

Paralelamente a la pared colocar otra igual (el fin de esto es formar el escenario donde se llevará a cabo la simulación). La tercera pared se hace con

el mismo rectángulo, pero esta vez se coloca en la parte superior de la pantalla de forma horizontal. Paralelamente a esta ultima pared superior, se crea otra igual para cerrar el rectángulo dejando un espacio para la entrada. Se pueden añadir mas detalles si se quiere a gusto del programador, el resultado final de este procedimiento se refleja en la siguiente.

Figura 1. Cuadro de diseño de escenarios para la simulación en Promodel.



Fuente. Autor y software ProModel

Una vez desplegada la ventana del programa se comienza a trabajar en las locaciones. Se cuenta con almacén de mp, corte, MAQUINADO, LIJADO, ENSAMBLE 1 y ENSAMBLE 2, maquina de acabados, empaque, almacén de PT, ventana (cola), L2, L3 Y L4 (colas):

Tabla 2. Relacion almacenes, capacidad, unidades y estadísticas

Name	Capacity	Units	Statistics
ALMACEN_MP	infinite	1	Time Series Oldest
CORTE	1	1	Time Series Oldest
MAQUINADO	1	1	Time Series Oldest
LIJADO	1	1	Time Series Oldest
ENSAMBLE1	2	1	Time Series Oldest
ENSAMBLE2	1	1	Time Series Oldest
ACABADO	1	1	Time Series Oldest
EMPAQUE	1	1	Time Series Oldest
ALMACEN_PT	1	1	Time Series Oldest
VENTANA	4	1	Time Series Oldest
L2	10	1	Time Series Oldest
L3	10	1	Time Series Oldest
L4	10	1	Time Series Oldest

Fuente. Autor y software ProModel

Para definir estas locaciones, abrir menú **Build** y dar clic en **Locations**; se despliegan tres ventanas en pantalla: **Locations**, **Graphics** y **Layout**. En

locations se definen las características de las locaciones, en la segunda los gráficos, y en Layout se configura el modelo a nivel general.

Para la ventana **Graphics** en la columna izquierda debajo de “**New**” se encuentra el icono “□” este al ser señalado por el Mouse aparece la palabra “region”, dar clic sobre el y luego clic en el espacio de **Layout**, así se abra creado la primera localización. Ya que el icono tiene un nombre preasignado en el campo **Name**, este se puede cambiar simplemente seleccionando y escribiendo, en este caso “ALMACEN MP”.

Hacer clic el botón de **Graphics**  y luego dar clic en **Layout** para agregar texto a la localización. (Antes de realizar esto es necesario desmarcar la opción “NEW” en **Graphics** para no crear una nueva localización). En este caso se considera que la madera que llegue puede esperar a ser atendida, para esto se le asignará al almacén de mp una capacidad infinita en el campo que dice **Cap.** Escribir “infinite”.

Para crear corte, dar clic en cualquier icono del área **Graphics** lado derecho y luego clic en el espacio de **Layout**, repetir el paso para agregar texto, cambiar el nombre preasignado.

- Dar clic en el icono de localización de la ventana **Graphics**  y dentro de la ventana **Layout** colocarlo donde queremos que llegue la entidad. (recordar desmarcar la opción “NEW” para no crear una nueva localización).
Cap. de 1
- Para crear MAQUINADO, LIJADO, ENSAMBLE 1, ENSAMBLE 2, y maquina de acabados, se definen de la misma forma que la localización anterior seleccionando en la ventana de **Graphics** cualquier icono que las represente, con **Cap.** de 1 cada una, a excepción de ENSAMBLE 1 que tiene una **Cap.** de 2.
- Al haber creado las 2 ensambladoras, cambiar para la primera en **Units** por “2”, inmediatamente se crea otra ensambladora y en la columna “Rules” se

habilita la opción “*selecting a unit*”, la cual solo aparece si la locación tiene múltiples unidades , y aparece predeterminada la opción “First Available” lo que quiere decir que se selecciona la primera unidad o localización; pero para este ejercicio no se necesitara de una nueva ensambladora ya que se había creado otra y volveremos a colocar en **Units** “1”. La opción se deshabilita inmediatamente pero la opción “First Available” quedara marcada lo cual no genera cambio alguno al modelo.

- Para crear empaque, dar clic en el icono de localización de la ventana **Graphics** (círculo rojo con equis blanca) y dentro de la ventana **Layout** colocarlo donde queremos que llegue la entidad. Agregar texto a la localización, y darle una **Cap.** de 1.
- Para crear almacén de PT, ventana, L2, L3 y L4, se definen de la misma forma que la localización anterior, con Cap.1 para la primera, 4 para la segunda y para los últimos 3, Cap. 10 cada uno. Para las locaciones L2, L3 y L4, adicionalmente se les agregara un contador a cada uno para que durante la simulación sea visible la cantidad de entidades que están pasando por la localización, o en este caso cuanta cola se forma en ellas. En la ventana **Graphics** hacer clic en el icono  (desmarcando antes la casilla de “New” para no crear una nueva entidad).

Figura 2. Figura lista de formato de modelo

```

*****
*
*                               Formatted Listing of Model:
*   D:\JOCHI\TESIS\segundo caso produccion ejercicio mesa de cafe\coffee.MOD
*
*****

Time Units:                      Minutes
Distance Units:                   Meters

*****
*                               Locations
*
*****

Name      Cap      Units  Stats      Rules      Cost
-----
ALMACEN_MP infinite  1      Time Series Oldest, ,
CORTE     1            1      Time Series Oldest, ,
MAQUINADO 1            1      Time Series Oldest, ,
LIJADO    1            1      Time Series Oldest, ,
ENSAMBLE1 2            1      Time Series Oldest, , First
ENSAMBLE2 1            1      Time Series Oldest, ,
ACABADO   1            1      Time Series Oldest, ,
EMPAQUE   1            1      Time Series Oldest, ,
ALMACEN_PT 1           1      Time Series Oldest, ,
UENTANA   4            1      Time Series Oldest, ,
L2        10           1      Time Series Oldest, ,
L3        10           1      Time Series Oldest, ,
L4        10           1      Time Series Oldest, ,

```

Fuente. Autor y software ProModel

- Ya definida la configuración del proceso, se definirán las entidades las cuales son madera, pegamento, bolsa, pieza, mesa y barniz. Abrir el menú **Build** y dar clic en **Entities**. Se despliegan 3 ventanas: **Entities**, **Entity Graphics** y **Layout**. El definir las entidades y su edición se realiza con procedimientos parecidos a los usados en las locaciones. En la columna **speed** dejar 50 (mpm) para todas las entidades.

Figura 3. Entidades

```

*****
*                               Entities
*
*****

Name      Speed (mpm)  Stats      Cost
-----
MADERA    50              Time Series
PEGAMENTO 50              Time Series
BOLSA     50              Time Series
PIEZA     50              Time Series
MESA      50              Time Series
BARNIZ    50              Time Series

```

Fuente. Autor y software ProModel

Una vez definidas las entidades, se determinara su frecuencia de llegada, para esto, abrir el menú **Build** y dar clic en **Arrivals**. Se desplegara la ventana

Arrivals. Seleccionar el botón **Entity** para seleccionar la entidad "MADERA". Especificar que la entidad llegará a la localización "ALMACEN MP".

- Especificar en la columna **Qty Each**, la cantidad de madera que llegan cada vez que se cumple el tiempo entre llegadas, es decir 150 por vez para este caso.
- Para la columna **First Time** se coloca la ocurrencia del primer evento de llegada, el cual es de cero (0).
- Para la columna **Occurrences** se coloca el número de repeticiones del evento de llegada, el cual es infinito "infinite" puesto que se admitirá un número infinito de eventos de llegada.
- Para la columna **Frequency** especificar el tiempo entre llegadas, el cual es de 120 minutos.
- Para la entidad "PIEZA" se hace de la misma forma que con la entidad "MADERA". En la columna **location** seleccionar "VENTANA", puesto que es allí donde llegará la pieza. Columna **Qty Each** 1 por vez, **First Time** igual a cero (0), **Occurrences** con cantidad 1, **Frequency** en blanco ya que el tiempo entre llegadas de la pieza depende del comportamiento del proceso.
- Para la "MESA", en **location** se selecciona "ENSAMBLE1", debido a que allí llega la mesa. En la columna **Qty Each** 2 por vez ya que la maquina tiene esta capacidad. **First Time** igual a cero (0), **Occurrences** igual a 1, cantidad **Frequency** en blanco igual que la anterior entidad.

Figura 4. Llegadas

```

*****
*                               Arrivals                               *
*****
Entity  Location  Qty Each  First Time Occurrences  Frequency  Logic
-----  -
MADERA  ALMACEN_MP  150      0      INF      120
PIEZA   VENTANA     1        0        1
MESA    ENSAMBLE1   2        0        1
    
```

Fuente. Autor y software ProModel

- Abrir el menú **Path Networks**, en la columna **Graphic** se selecciona el color de la trayectoria para que sea visible si se quiere o no durante la simulación. En la columna **Name** se escribirá el nombre que se le dará a la trayectoria, en este caso "TABLE". En la columna **Type Set** se puede definir la posibilidad de rebasar dentro de la trayectoria, para este caso se dejara la opción "Passing". La columna **T/S** se usa para determinar si los movimientos son con base en el tiempo o la velocidad, se dejara la opción predeterminada "Speed & Distance".
- En la columna "**Path**" se crea y editan las trayectorias y los nodos. Dar clic con el botón izquierdo del Mouse en la venta **Layout** para marcar el inicio de la ruta, en este caso dar clic izquierdo en "ALMACEN MP" y dar clic derecho cuando haya llegado a "CORTE". Así se abra creado el primer nodo; luego de "CORTE" a "VENTANA" para el segundo nodo, de esta forma hasta llegar a "ALMACEN PT" completando 13 nodos.
- Ir a la columna "Interfaces" seleccionarla y en la ventana se encuentran "**Node**" y **Location**, hacer corresponder cada nodo con su respectiva locación. Para el primero seleccionar "N1" para "**Node**" y "ALMACEN DE MP" para location, así hasta completar el "N13" con "ALMACEN PT".
- Ya que algunas maquinas comparten operarios, se deben crear caminos o trayectorias adicionales para que ellos puedan moverse libremente entre las maquinas. Se crea una nueva trayectoria entre "CORTE" y "ACABADO", entre "VENTANA" y "L4", entre "ALMACEN PT" y "ALMACEN MP", entre "ALMACEN PT" y "CORTE", entre "ALMACEN PT" y "ENSAMBLE1", lo

mismo para la otra ensambladora con el almacén de producto terminado y por ultimo entre la ensambladora 1 y la número 2.

- Para este momento en la ventana “**Paths**” debe tener 20 trayectorias, en “**Interfaces**” 13, y en “**Nodes**” 13. Ahora en la ventana “**Mappings**” dar clic, aparecen 3 columnas “**From**”, “**To**”, “**Dest.**”, seleccionar el nodo 1 (N1) y el programa selecciona automáticamente cualquiera de las combinaciones posibles en la columna “**To**”, seleccionar otra vez el nodo 1 hasta completar las combinaciones con este, y así para todos hasta completar 40 casillas.

Figura 5. Ruta de acceso de redes

```
*****
*                               Path Networks                               *
*****
```

Name	Type	T/S	From	To	BI	Dist/Time	Speed Factor
TABLE	Passing	Speed & Distance	N3	N4	Bi	1.70	1
			N1	N2	Bi	1.65	1
			N4	N6	Bi	1.74	1
			N7	N8	Bi	2.08	1
			N8	N9	Bi	2.67	1
			N10	N11	Bi	2.92	1
			N2	N3	Bi	1.38	1
			N2	N9	Bi	7.63	1
			N11	N2	Bi	3.47	1
			N11	N7	Bi	9.12	1
			N8	N11	Bi	9.00	1
			N11	N1	Bi	2.99	1
			N6	N13	Bi	1.48	1
			N13	N7	Bi	1.69	1
			N7	N14	Bi	4.16	1
			N14	N9	Bi	0.95	1
			N9	N15	Bi	2.52	1
			N15	N10	Bi	2.43	1
			N15	N3	Bi	5.08	1
			N8	N13	Bi	3.04	1

Fuente. Autor y software ProModel

Continuación Tabla 5. Ruta de acceso de redes

```

*****
*                               Interfaces                               *
*****

```

Net	Node	Location
TABLE	N15	L4
	N2	CORTE
	N3	UENTANA
	N4	MAQUINADO
	N6	LIJADO
	N7	ENSAMBLE1
	N9	ACABADO
	N10	EMPAQUE
	N11	ALMACEN_PT
	N1	ALMACEN_MP
	N13	L2
	N14	L3
	N8	ENSAMBLE2

```

*****
*                               Mapping                               *
*****

```

Net	From	To	Dest
TABLE	N4	N3	
	N1	N2	
	N2	N3	
	N6	N4	
	N7	N13	
	N8	N13	
	N9	N15	
	N10	N15	
	N11	N2	
	N13	N6	
	N14	N9	
	N15	N3	
	N3	N4	
	N9	N8	
	N14	N7	
	N3	N2	
	N2	N1	
	N9	N2	
	N10	N11	
	N11	N1	
	N4	N6	
	N6	N13	
	N8	N7	
	N11	N7	
	N13	N7	
	N15	N9	
	N7	N8	
	N11	N8	
	N13	N8	
	N3	N15	
	N2	N9	
	N8	N9	
	N11	N10	
	N1	N11	
	N2	N11	
	N15	N10	
	N7	N11	
	N8	N11	
	N7	N14	
	N9	N14	

Fuente. Autor y software ProModel

- Abrir el menú **Resources** (Build/Resources), allí se despliegan 3 ventanas; **Resources**, **Graphics** y **Layout**.
- Seleccionar de la ventana **Graphics** un icono que represente al "OPERARIO1", cambiar el nombre predeterminado en la columna **Name**, **Units** igual a 1, **DTs** igual a "None". Dar clic en la columna **Specs**, allí se abre la ventana **specifications** donde se deberá seleccionar la ruta por la

que se moverá el operario 1, la cual se especifica en *Path Network* como "TABLE" y el *Home* es "N2" ya que la ruta tiene un nodo que será la base del recurso. Para especificar que le recurso regrese al mismo punto cuando este ocioso, se selecciona *Return Home If Idle*.

- Para los operarios 2, 3 y 4 se hace de la misma forma que para el operario 1, con la diferencia que para el operario 2 el *Home* será "N4", para el 3 *Home* será el nodo "N7" sin seleccionar *Return Home If Idle* y para el 4 *Home* será el nodo "N8".
- Una modificación adicional para el "OPERARIO1" es cambiar por un momento en la columna **Units** de "1" a "2" para habilitar dentro de la ventana **Specs Resource Search** y cambiar la opción predeterminada por "Closest Resource" para que la entidad escoja el recurso más cercano. Una vez hecho esto, cambiar en **Units** otra vez a "1".

Figura 6. Recursos

```
*****
*                               Resources                               *
*****
```

Name	Units	Stats	Res Search	Ent Search	Path	Motion	Cost
OPERARIO1	1	By Unit	Closest	Oldest	TABLE Home: N2 <Return>	Empty: 50 mpm Full: 50 mpm	
OPERARIO2	1	By Unit	Closest	Oldest	TABLE Home: N4 <Return>	Empty: 50 mpm Full: 50 mpm	
OPERARIO3	1	By Unit	Closest	Oldest	TABLE Home: N7	Empty: 50 mpm Full: 50 mpm	
OPERARIO_4	1	By Unit	Closest	Oldest	TABLE Home: N8 <Return>	Empty: 50 mpm Full: 50 mpm	

Fuente. Autor y software ProModel

- La lógica de la simulación se define en **Processing**. Se despliegan dos ventanas: **Process** y **Routing**. En la primera ventana se definen las operaciones que recaen sobre las entidades y en la segunda ventana se define la ruta para el proceso:

Tabla 3. Entidades, locación, salidas, destino ruta y movimiento lógico

Entity	Location	Operation	Output	Destination	Rule	Move Logic
MADERA	ALMACEN_MP		MADERA	CORTE	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO1 then free
MADERA	CORTE	GET OPERARIO1 WAIT 9 FREE OPERARIO1	PIEZA	VENTANA	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO1 THEN FREE
PIEZA	VENTANA		PIEZA	MAQUINADO	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO2 THEN FREE
PIEZA	MAQUINADO	GET OPERARIO2 WAIT 12 FREE OPERARIO2	PIEZA	LIJADO	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO2 THEN FREE
PIEZA	LIJADO	GET OPERARIO2 WAIT 18 FREE OPERARIO2	MESA	L2	FIRST 2	
MESA	L2		MESA	ENSAMBLE1	0.500000 1	
			MESA	ENSAMBLE2	0.500000	
MESA	ENSAMBLE1	GET OPERARIO3 WAIT 30 FREE OPERARIO3	MESA	L3	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO3 THEN FREE

MESA	ENSAMBLE2	GET OPERARIO_4 WAIT 30 FREE OPERARIO_4	MESA	L3	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO_4 THEN FREE
MESA	L3		MESA	ACABADO	FIRST 1	
MESA	ACABADO	GET OPERARIO1 WAIT 7.5 FREE OPERARIO1	MESA	L4	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO1 THEN FREE
MESA	L4		MESA	EMPAQUE	FIRST 1	
MESA	EMPAQUE	GET OPERARIO1 WAIT 3 FREE OPERARIO1	MESA	ALMACEN_PT	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO1 THEN FREE
MESA	ALMACEN_PT		MESA	EXIT	FIRST 1	

Fuente. Autor y software ProModel

- En la ventana **Process** dar clic en **Entity** para seleccionar la entidad “MADERA”. La localización de llegada de la entidad se programa dando clic en **Location** y señalando “ALMACEN MP”. En la ventana **Routing** la entidad de salida es la madera, por lo cual esta se pone en la columna **Output**.
- La madera pasa del almacén de mp a corte, entonces se selecciona esta última en la columna **Destination**.
- Para la columna **Rule**, se señala la regla de movimiento que es “**FIRST 1**”, FIRST significa que la “MADERA” entrará apenas se tenga capacidad disponible en corte y 1 será el numero de unidades que saldrán a corte.
- Dar clic en la columna **Move Logic**, una vez desplegada, dar clic en el icono del martillo y seleccionar la instrucción “Move With”. Seleccionar el *resource* “OPERARIO1” ya que el operario 1 será el encargado de mover la

“MADERA” hacia “CORTE”. Seleccionar la opción “THEN FREE” para especificar que el operario quede libre una vez realice esta acción. Y dar *paste*. Una vez finalizado habrá quedado así “MOVE WITH OPERARIO1 THEN FREE”

- La madera entra a corte y el recurso “OPERARIO 1” dura en operación 9 minutos y queda libre. Dar clic en la columna **Entity** y seleccionar “MADERA”. En la columna **Location** seleccionar “CORTE”. Dar clic en la columna **Operation** Dar clic en el icono del martillo, seleccionar “GET” lo que significa la captura del recurso, seleccionando OPERARIO1, elegir “WAIT” por 9 y en el icono *category* seleccionar la opción *Resource related* y seleccionar “FREE” y “OPERARIO1”. Al finalizar deberá quedar “GET OPERARIO1 WAIT 9 FREE OPERARIO1”
- En la ventana **Routing**, para la columna **output** seleccionar “PIEZA” ya que el recurso cambia de nombre puesto que ha pasado por el proceso de “corte”. Como se dirige hacia la “VENTANA”, seleccionar este en la columna **Destination**. Seleccionar “First 1” en la columna **Rule**. En **Move logic** especificar “MOVE WITH OPERARIO1 THEN FREE” pues el operario será el encargado de mover la pieza hasta la ventana.
- En la ventana **Process**, columna **Entity** seleccionar “PIEZA” y en **Location** seleccionar “VENTANA” puesto que la pieza entra a la cola llamada ventana. Debido a que en la ventana no se realiza ningún proceso se deja en blanco la columna **Operation**. En la columna **Output** seleccionar “PIEZA” y en **Destination** “MAQUINADO” ya que la pieza sale hacia esta maquina de a una por vez, y es movida por el operario 2, entonces en FIRST1 y en **Move logic** queda “MOVE WITH OPERARIO2 THEN FREE”.
- La pieza entra a “MAQUINADO” y el operario 2 trabaja la pieza por 12 minutos, entonces en la ventana **Process**, columna **Entity** seleccionar “PIEZA”, en **Location** “MAQUINADO” y en **Operation** “GET OPERARIO2 WAIT 12 FREE OPERARIO2”.
- la pieza sale hacia lijado de a una por vez movida por el operario 2, entonces en la columna **Output** seleccionar “PIEZA” y en **Destination** “LIJADO” en **Move logic** queda “MOVE WITH OPERARIO2 THEN FREE”.

- La pieza entra a la maquina “LIJADO” y el operario 2 trabaja la pieza por 18 minutos, entonces en la ventana **Process**, columna **Entity** seleccionar “PIEZA”, en **Location** “LIJADO” y en **Operation** “GET OPERARIO2 WAIT 18 FREE OPERARIO2”.
- La mesa sale hacia L2 de a dos por vez, entonces en la columna **Output** seleccionar “MESA”, en **Destination** “L2”, **Routing rule** es necesario cambiarlo debido a que saldrán 2 hacia L2, agregar en *Quantity* “2” y **Move logic** se deja en blanco.
- La mesa entra a L2, entonces en la ventana **Process**, columna **Entity** seleccionar “MESA”, en **Location** “L2” y **Operation** se deja en blanco.
- La mesa sale hacia la ensambladora 1 con una probabilidad del 50%, entonces en la columna **Output** seleccionar “MESA” y en **Destination** “ENSAMBLADORA1” dar clic en la columna **Rule** y se despliega la ventana **Routing Rule** , seleccionar la opción *probability* y anotar en el espacio disponible “0.50” el cual es la probabilidad de que la mesa entre a esta maquina. En la misma ventana de Routing habilitar la segunda fila tecleando ENTER ,repetir el paso anterior, pero en la columna output seleccionar “ENSAMBLADORA2”
- La mesa entra a la ensambladora 1 y el operario 3 trabaja la pieza por 30 minutos, entonces en la ventana **Process**, columna **Entity** seleccionar “MESA”, en **Location** “ENSAMBLADORA1”, **Operation** queda “GET OPERARIO3 WAIT 30 FREE OPERARIO3”.
- La mesa sale hacia L3 de a una por vez movida por el operario 3, entonces en la columna **Output** seleccionar “MESA” y en **Destination** “L3” y **Move logic** queda “MOVE WITH OPERARIO3 THEN FREE.
- Para la mesa que entra a la ensambladora 2 y el operario 4 trabaja la pieza por 30 minutos, se realiza de la misma forma que para la ensambladora 1.
- La mesa sale hacia L3 de a una por vez movida por el operario 4, se realiza de la misma forma que para la ensambladora 1.
- La mesa entra a L3, entonces en la ventana **Process**, columna **Entity** seleccionar “MESA”, en **Location** “L3” y **Operation** se deja en blanco ya que no hay operación alguna en L3 pues es una cola.

- La mesa sale hacia la maquina de acabado de a una por vez, entonces en la columna **Output** seleccionar “MESA” y en **Destination** “ACABADO” y **Move logic** se deja en blanco pues no se realiza ninguna acción.
- La mesa entra a la maquina de acabado y el operario 1 trabaja la pieza por 7.5 minutos, entonces en la ventana **Process**, columna **Entity** seleccionar “MESA”, en **Location** “ACABADO” y **Operation** queda así “GET OPERARIO1 WAIT 7.5 FREE OPERARIO1”.
- La mesa sale hacia L4 de a una por vez movida por el operario 1, entonces en la columna **Output** seleccionar “MESA” , en **Destination** “L4” y en **Move logic** queda así “MOVE WITH OPERARIO1 THEN FREE”
- La mesa entra a L4, entonces en la ventana **Process**, columna **Entity** seleccionar “MESA”, en **Location** “L4” y **Operation** se deja en blanco ya que no hay operación alguna en L4 pues es una cola.
- La mesa sale hacia empaque de a una por vez, entonces en la columna **Output** seleccionar “MESA” y en **Destination** “EMPAQUE” y **Move logic** se deja en blanco pues no se realiza ninguna acción.
- La mesa entra a la maquina de empaque y el operario 1 trabaja la pieza por 3 minutos, entonces en la ventana **Process**, columna **Entity** seleccionar “MESA”, en **Location** “EMPAQUE” y **Operation** queda así “GET OPERARIO1 WAIT 3 FREE OPERARIO1”.
- La mesa sale hacia el almacén de producto terminado de a una por vez movida por el operario 1, entonces en la columna **Output** seleccionar “MESA”, en **Destination** “ALMACEN PT” y en **Move logic** queda así “MOVE WITH OPERARIO1 THEN FREE”.
- La mesa entra al almacén de producto terminado, entonces en la ventana **Process**, columna **Entity** seleccionar “MESA”, en **Location** “ALMACEN PT” y **Operation** se deja en blanco ya que allí no se realiza ninguna operación más que el solo almacenaje del producto.
- La mesa ha terminado su proceso y esta lista para salir del sistema, entonces en la columna **Output** seleccionar “MESA”, en **Destination** “EXIT” y en **Move logic** ya que el producto ha salido del sistema.

- Entrar al menú Build y seleccionar “**General Information**”, en *Time Units* seleccionar “minutes” y para *Distance Units* seleccionar “Meters”. Seleccionar “OK”.
- Entra al menú **Simulation/Options** y en *Run Length* tildar “Time Only” y “Warmup Period” , un *Run time** de 8. *Clock Presicion* en “minute” , *Out Reporting* “Standard” y *Number Replications* “1”. Seleccionar “OK”.

Figura 7. Procesamiento

```

*****
*                               Processing                               *
*****

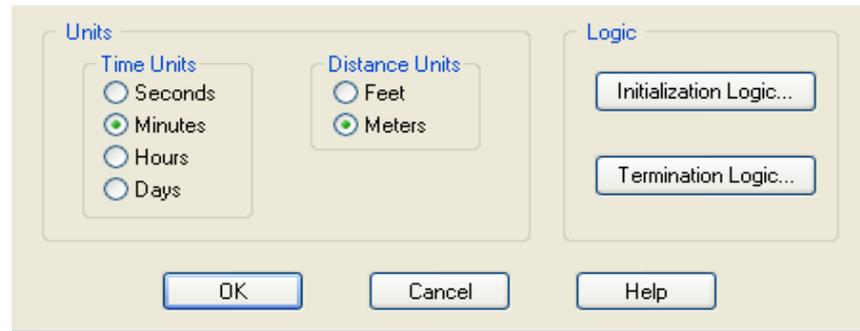
```

Process			Routing				
Entity	Location	Operation	Blk	Output	Destination	Rule	Move Logic
TELA	ALMACEN_MP		1	TELA	CORTE	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO1 then free
TELA	CORTE	GET OPERARIO1 WAIT 9 FREE OPERARIO1	1	PIEZA	UENTANA	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO1 THEN FREE
PIEZA	UENTANA		1	PIEZA	ENSAMBLE	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO2 THEN FREE
PIEZA	ENSAMBLE	GET OPERARIO2 WAIT 12 FREE OPERARIO2	1	PIEZA	FILETEADORA	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO2 THEN FREE
PIEZA	FILETEADORA	GET OPERARIO2 WAIT 18 FREE OPERARIO2	1	PANT	L2	FIRST 2	
PANT	L2		1	PANT	ENCAUCHADORA1	0.500000 1	
PANT	ENCAUCHADORA1	GET OPERARIO3 WAIT 30 FREE OPERARIO3	1	PANT	ENCAUCHADORA2	0.500000	
PANT	ENCAUCHADORA2	GET OPERARIO4 WAIT 30 FREE OPERARIO4	1	PANT	L3	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO3 THEN FREE
PANT	L3		1	PANT	ACABADOS	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO4 THEN FREE
PANT	ACABADOS	GET OPERARIO1 WAIT 7.5 FREE OPERARIO1	1	PANT	L4	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO1 THEN FREE
PANT	L4		1	PANT	EMPAQUE	FIRST 1	
PANT	EMPAQUE	GET OPERARIO1 WAIT 3 FREE OPERARIO1	1	PANT	ALMACEN_PT	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO1 THEN FREE
PANT	ALMACEN_PT		1	PANT	EXIT	FIRST 1	

Fuente. Autor y software ProModel

- Entrar al menú **Build** y seleccionar “**General Information**”, en *Time Units* seleccionar “minutes” y para *Distance Units* seleccionar “Meters”. Seleccionar “OK”.

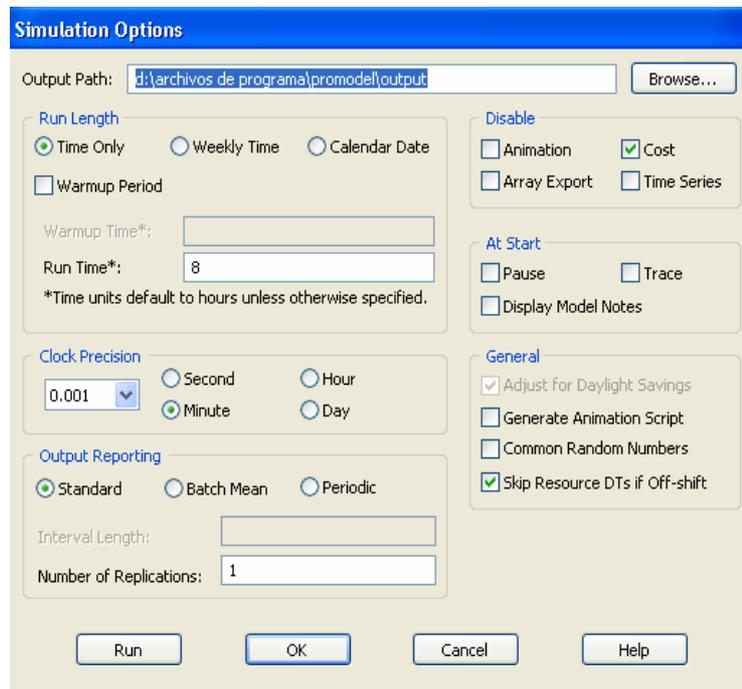
Figura 8. Información general



Fuente. Autor y software ProModel

- Entrar al menú **Simulation/Options** y en *Run Length* tildar “Time Only” y “Warmup Period”, un *Run time** de 8. *Clock Presicion* en “minute”, *Out Reporting* “Standard” y *Number Replications* “1”. Seleccionar “OK”.

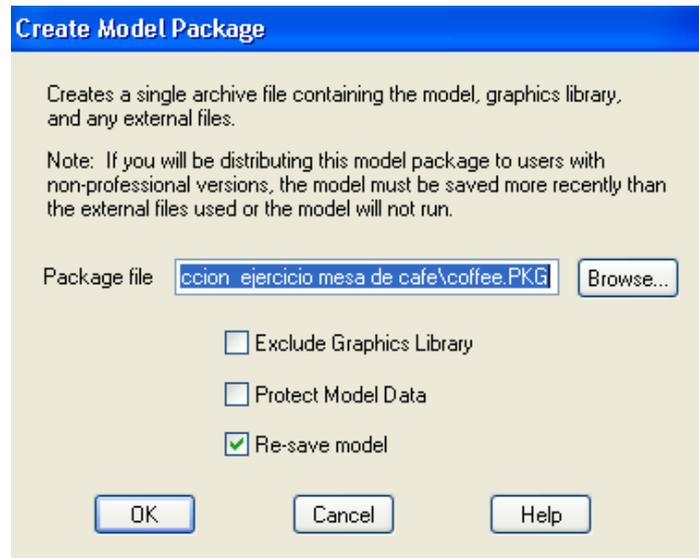
zFigura 9. Opciones de simulación



Fuente. Autor y software ProModel

- Dar clic en **File/ Model Package** para guardar y comprimir el archivo que contiene el modelo con Graphics library. Dar clic en “OK”.

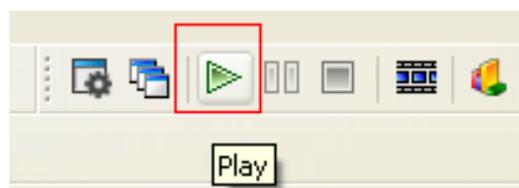
Figura 10. Opciones de simulación



Fuente. Autor y software ProModel

- Una vez hecha la programación, se procede a correr el modelo. En la parte superior de la pantalla aparece el icono de Play, dar clic y el modelo comenzará a correr.

Figura 10. Barra de herramientas para correr el modelo



Fuente. Autor y software ProModel

- Al terminar la simulación se desplegará un mensaje de confirmación. Para ver los resultados dar clic en **Yes**. Los datos que son mostrados en esta

ficha corresponden al archivo usado para obtener los resultados, fecha y hora a la que fue realizada la simulación.

Figura 11. Tablas de resultados

coffee.MOD (Normal Run - Rep. 1)	
Name	Value
Run Date/Time	01/10/2008 12:00:44 p.m.
Model Title	CASO 2 PRODUCCION MESA DE CAFE
Model Path/File	D:\JOCHIVTESIS\segundo caso produccion ejercicio mesa de cafe\coffee.MOD
Warmup Time (HR)	0
Simulation Time (HR)	8

Fuente. Autor y software ProModel

RESULTADOS

- ¿Cual fue el recurso más utilizado y el menos utilizado del sistema y en que proporción?. RTA: El operario con mayor porcentaje de utilización fue el OPERARIO 2 con un 100% y el de menor porcentaje fue el OPERARIO 4 con un 81.58%.

Figura 12. Tablas de resultados

Name	Units	Scheduled Time (HR)	Number Times Used	Avg Time Per Usage (MIN)	Avg Time Travel To Use (MIN)	Avg Time Travel To Park (MIN)	% Blocked In Travel	% Utilization
OPERARIO1	1,00	8,00	164,00	2,80	0,10	0,00	0,00	98,98
OPERARIO2	1,00	8,00	65,00	7,35	0,03	0,00	0,00	100,00
OPERARIO3	1,00	8,00	31,00	15,43	0,04	0,00	0,00	99,89
OPERARIO 4	1,00	8,00	26,00	15,04	0,02	0,07	0,00	81,58

Fuente. Autor y software ProModel

- ¿Cual fue la máquina que presenta mayor tiempo de espera? ¿Cual fue su porcentaje? RTA: La máquina de empaque presenta un mayor tiempo de espera con un 61.64%.

Figura 13. Tablas de resultados

Name	Scheduled Time (HR)	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down
CORTE	8,00	37,50	0,00	4,19	40,76	17,55	0,00
MAQUINADO	8,00	40,00	0,00	0,47	59,53	0,00	0,00
LIJADO	8,00	59,31	0,00	40,23	0,46	0,00	0,00
ENSAMBLE2	8,00	81,25	0,00	18,48	0,27	0,00	0,00
ACABADO	8,00	41,77	0,00	20,99	37,24	0,00	0,00
EMPAQUE	8,00	15,63	0,00	22,73	61,64	0,00	0,00
ALMACEN PT	8,00	0,00	0,00	100...	0,00	0,00	0,00

Fuente. Autor y software ProModel

- ¿Cuántas y cuales máquinas estuvieron en algunos momentos bloqueados y en qué proporción? RTA: Solo una, la máquina de corte en un 17.55%.

Figura 14. Tablas de resultados

Name	Scheduled Time (HR)	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down
CORTE	8,00	37,50	0,00	4,19	40,76	17,55	0,00
MAQUINADO	8,00	40,00	0,00	0,47	59,53	0,00	0,00
LIJADO	8,00	59,31	0,00	40,23	0,46	0,00	0,00
ENSAMBLE2	8,00	81,25	0,00	18,48	0,27	0,00	0,00
ACABADO	8,00	41,77	0,00	20,99	37,24	0,00	0,00
EMPAQUE	8,00	15,63	0,00	22,73	61,64	0,00	0,00
ALMACEN PT	8,00	0,00	0,00	100...	0,00	0,00	0,00

Fuente. Autor y software ProModel

- ¿Cual fue el operario con mayor número de veces usado durante la simulación y cuantas veces? RTA: El OPERARIO 1 con 164 veces.

Figura 15. Tabla resultados por operario

Name	Units	Scheduled Time (HR)	Number Times Used	Avg Time Per Usage (MIN)	Avg Time Travel To Use (MIN)	Avg Time Travel To Park (MIN)	% Blocked In Travel	% Utilization
OPERARIO1	1,00	8,00	164,00	2,80	0,10	0,00	0,00	98,98
OPERARIO2	1,00	8,00	65,00	7,35	0,03	0,00	0,00	100,00
OPERARIO3	1,00	8,00	31,00	15,43	0,04	0,00	0,00	99,89
OPERARIO 4	1,00	8,00	26,00	15,04	0,02	0,07	0,00	81,58

Fuente. Autor y software ProModel

NOTA: Una vez resuelto este taller, los estudiantes ahora distinguen y saben aplicar módulos más allá de los básicos del Software y están aun más familiarizados con el modelo de simulación ProModel.

6.2.2. SPSS: Esta herramienta contara con cinco ejercicios desarrollados y explicados paso a paso con la metodología empleada. A continuación se presenta un ejemplo con la información que los estudiantes encontraran en la herramienta E- Learning.

Tabla 4. Información del ejercicio desarrollado

UPB-INFORMATICA PARA ING-IND	
TALLER - SPSS	
Semana:	Dia: Monday
OBJETIVO:	Capacitar al estudiante en el uso específico de Excel y spss para aplicar el concepto de Anova
COMPROBACION DE LECTURA:	Capitulo 14. Análisis de datos con Spss 13. Pardo Merino
SOFTWARE UTILIZADO:	SPSS y Excel
MATERIAL:	Computador y guía
TEMATICA: [Conceptos de análisis de varianza (ANOVA)

Fuente. Autor

METODOLOGIA:

Desarrollo de la guía

En la guía se presenta un ejemplo a seguir. El ejemplo incluye una base de datos, un cuadro de resultados. El profesor desarrollara la guía en Excel y en SPSS. Se comparan los resultados del computador con los impresos y se sacaran conclusiones referentes al análisis de varianza.

LOS INDICADORES BÁSICOS

- análisis de varianza de un factor

LOS OBJETIVOS A CUMPLIR SON

- realizar análisis de datos
- utilizar la anova para comparar grupos de datos

EJERCICIO

Análisis de varianza de un factor. Se seleccionaron tres muestras de cinco pilas cada una de tres marcas diferentes, registrándole la vida útil, en horas para cada pila. Los resultados aparecen a continuación:

Tabla 5. Vida útil en horas de tres tipos de pilas

Marca A, horas	Marca B, horas	Marca C, horas
40	50	60
30	50	60
40	50	60
60	60	70
30	40	50
Media A=40	Media A=50	Media A=60

Fuente. Autor y software SPSS

¿Son diferentes las tres marcas en lo que respecta a su vida útil media?

SOLUCIÓN AL TALLER DE SPSS- ANOVA

1. ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR EN EXCEL

Abra una hoja de cálculo de Microsoft Excel y copie los datos de la tabla 1, usando tan solo dos columnas, tal como se muestra a continuación.

Figura 16. Varianza Excel

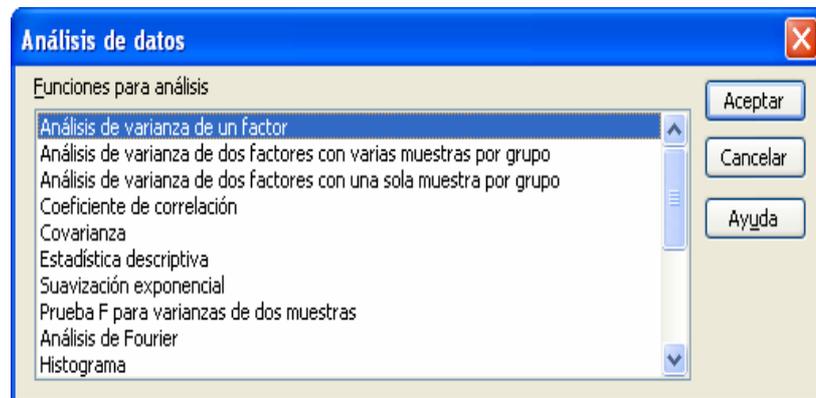
3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	MARCA
50	70	60	60	60	40	60	50	50	50	30	60	40	30	40	HORAS

Fuente. Autor y software SPSS

Se pueden copiar los datos ya sea verticalmente u horizontalmente, para nuestro ejemplo se ha decidido hacer horizontalmente por motivos de presentación solamente.

Ahora use la ruta *herramientas, análisis de datos...*, saldrá el siguiente cuadro de dialogo

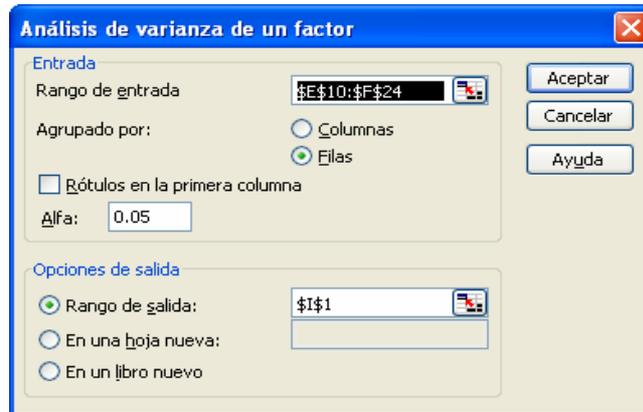
Figura 17. Análisis de datos.



Fuente. Autor y software SPSS

Elija la opción seleccionada “Análisis de datos de varianza de un factor”, luego de clic en aceptar. Saldrá el siguiente cuadro de dialogo.

Figura 18. Análisis de varianza del factor



Fuente. Autor y software SPSS

Donde:

El Rango de entrada, es la referencia de celda correspondiente al rango de datos que desee analizar. La referencia deberá contener dos o más rangos adyacentes organizados en columnas o filas.

grupo por, Filas o Columnas para indicar si los datos del rango de entrada están organizados en filas o en columnas.

Rótulos en la primera fila y rótulos en la primera columna, Si la primera fila del rango de entrada contiene rótulos, active la casilla de verificación Rótulos en la primera fila. Si los rótulos están en la primera columna del rango de entrada, active la casilla de verificación Rótulos en la primera columna. Esta casilla de verificación estará desactivada si el rango de entrada carece de rótulos; Microsoft Excel generará los rótulos de datos correspondientes para la tabla de resultados.

Alfa, El nivel con el que desee evaluar los valores críticos de la función estadística F. El nivel Alfa es un nivel de importancia relacionado con la probabilidad de que haya un error de tipo I (rechazar una hipótesis verdadera).

Rango de salida, la referencia correspondiente a la celda superior izquierda de la tabla de resultados. Excel determinará automáticamente el tamaño del área

de resultados y mostrará un mensaje si la tabla de resultados reemplaza datos ya existentes o si sobrepasa los límites de la hoja de cálculo.

En una hoja nueva, para insertar una hoja nueva en el libro actual y pegar los resultados comenzando por la celda A1 de la nueva hoja de cálculo. Para dar un nombre a la nueva hoja de cálculo, escríbalo en el cuadro.

En un libro nuevo, para crear un nuevo libro y pegar los resultados en una hoja nueva del libro creado.

Ya definidos las características del ejercicio en el cuadro de dialogo "Análisis de varianza de un factor" de Microsoft Excel, de clic en aceptar para conseguir los resultados. Para nuestro ejemplo los resultados son los siguientes:

Figura 19. Análisis de varianza de un factor

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	15	30	2	0.714285714
Columna 2	15	750	50	142.8571429

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	17280	1	17280	240.7164179	2.79771E-15	4.195971707
Dentro de los grupos	2010	28	71.78571429			
Total	19290	29				

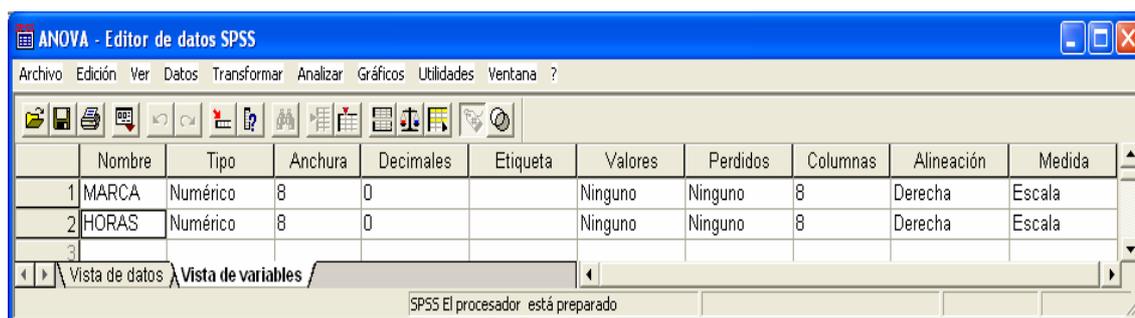
Fuente. Autor y software SPSS

Como se puede apreciar el valor crítico para F, es igual a 4.20, quedando rechazada la hipótesis nula, esto es debido a que $\alpha(5\%) \geq F$ crítico. A lo que se concluye que las medias de las tres muestras, provienen de distintas distribuciones muestrales y no están tan cercanas entre si. Dicho de otro modo, se encontró que si son diferentes las tres marcas en lo que respecta a su vida útil media, con un grado de error del 5%.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR EN SPSS

- Ingrese a SPSS
- Defina las variables en “vista variables”, tal como se muestra en el siguiente pantalla

Figura 20. Editor de datos SPSS



Fuente. Autor y software SPSS

- Introduzca los datos manualmente o cópielos de Excel y péguelos en las casillas ya definidas para este fin en vista de datos de SPSS. Para este caso es preferible que desde el inicio los trabaje en forma de columna.

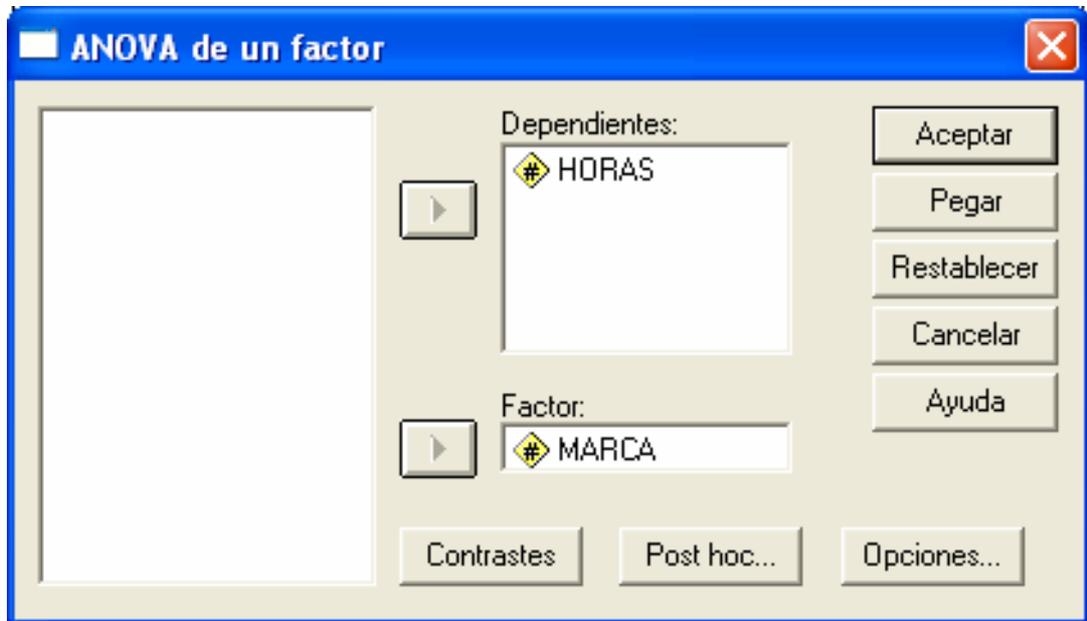
Figura 21. Editor de datos SPSS

	MARCA	HORAS
1	1	40
2	1	30
3	1	40
4	1	60
5	1	30
6	2	50
7	2	50
8	2	50
9	2	60
10	2	40
11	3	60
12	3	60
13	3	60
14	3	70
15	3	50

Fuente. Autor y software SPSS

- Ahora use la ruta *analizar, comparar medias, ANOVA de un factor*. A continuación saldrá el siguiente cuadro de dialogo

Figura 22. ANOVA de un factor

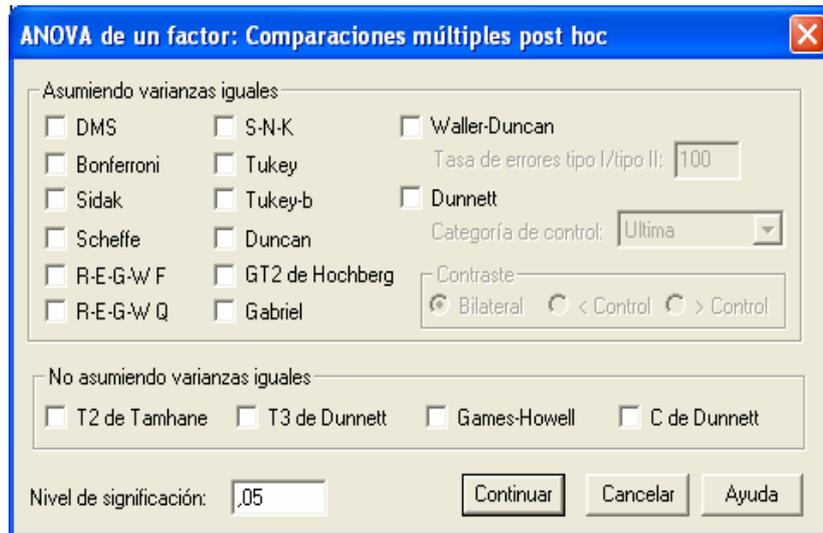


Fuente. Autor y software SPSS

En el cual deberá mover la variable horas a dependiente y la marca a factor. Tenga en cuenta para los próximos ejercicios que el criterio para elegir la variable que ira como factor, es debido a que dicha variable es categórica, Ejemplo en nuestro caso, 1 le corresponde a la marca A, 2 a la marca B y 3 a la C, eso es un ejemplo de categorizar una variable.

- Ahora de clic en *Post hoc...* para definir el nivel de significación del aprueba. Para este ejemplo se trabaja con $\alpha=0,05$

Figura 23. ANOVA de un factor: Comparaciones múltiples



Fuente. Autor y software SPSS

Finalmente de clic en continuar, luego en aceptar y obtendrá el siguiente resultado:

Tabla 6. Resultados ANOVA

ANOVA

HORAS

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1000,000	2	500,000	6,000	,016
Intra-grupos	1000,000	12	83,333		
Total	2000,000	14			

Fuente. Autor y software SPSS

Finalmente se aprecia que la probabilidad es muy pequeña 0,016, por lo tanto se rechaza H_0 .

Nota: Tanto en Excel como en SPSS, la prueba fue rechazada pero los resultados obtenidos fueron diferentes, por ejemplo en Excel se obtuvo 4.20%, mientras en SPSS se obtuvo 1,6%.

6.2.3.EXCEL: En este caso se cuentan con 12 ejercicios con la descripción de la metodología empleada para su solución, al igual que los casos anteriores se mostrara la forma en la cual se desarrollaron los ejercicios y su respectiva metodología.

Tabla 7. Información general ejercicio

UPB-INFORMATICA PARA ING-INDUSTRIAL	
TALLER - EXCEL	
Fecha de realización:	
Semana:	Dia:
OBJETIVO:	reforzar conceptos de simulación de montecarlo
COMPROBACION DE LECTURA :	
SOFTWARE UTILIZADO	: Excel
MATERIAL:	Guía, computador
TEMATICA:	Conceptos de Simulación
METODOLOGIA :	
Se leerá la guía identificando los elementos que la componen. Detallando parámetros, variables de decisión, variables exógenas y variables probabilísticas.	
LOS INDICADORES BÁSICOS	Construcción de un cuadro de simulación
LOS OBJETIVOS A CUMPLIR SON	
Crear simulaciones a partir de situaciones descritas	

Fuente. Autor

UPB – Informática para ingenieros industriales
Taller EXCEL

Una pandilla de motociclistas, “Los cretinos”, se detiene en el bar “Licors” cada sábado en la noche para beber cerveza. Sin embargo, no todos los sábados pasan tranquilamente y muchas veces los muchachos no pueden resistir la

tentación de una buena pelea. Davis el sucio, líder de la pandilla considera que la probabilidad de pelea es de 30%. Si ocurre alguna riña alguno de los cretinos pasaran la noche en prisión.

Mas adelante se presenta la distribución de probabilidades para el monto de la fianza (no se puede suponer que se asigna la misma fianza a todos los motociclistas) la pandilla guarda su dinero para fianzas en un banco que no tiene cajeros automáticos, por lo que David el sucio debe decidir el viernes antes de que el banco cierre para el fin de semana, cuánto dinero debe retirar.

En el caso que no haya pelea o que sobre dinero después de pagar la multa, el dinero se consignara nuevamente en el banco. Sin embargo, se pierde el 5% de la cantidad consignada por efecto de comisiones e impuestos que se deben pagar.

Con base en simulación, ¿Cuál es la cantidad mínima que debe retirar David el sucio si desea tener disponible por lo menos el 80% del total de la fianza en cada semana para que los cretinos salgan de la cárcel?

Tabla 8. Probabilidad de encarcelados.

Numero de cretinos encarcelados	Probabilidad
2	0.05
3	0.15
4	0.40
5	0.25
6	0.15

Fuente. Autor

Tabla 9. Fianza para cada motociclista

Monto de la fianza para cada motociclista	
Fianza	Probabilidad
50	0.30
100	0.30
150	0.25
200	0.15

Fuente. Autor

SOLUCIÓN DEL TALLER - SIMULACIÓN

1. Coloque la información de las tablas 1 y 2 en la hoja de Excel tal como muestra la figura 24.
2. Defina / Genere / establezca
 - Probabilidad de pelea en la celda C8=30%
 - Porcentaje de disponibilidad de la fianza en la celda H7=80%
 - Descuento del banco por consignación en la celda J8=5%
 - Las semanas que desea simular. Para este ejemplo se usaron 400 semanas, usted podría usar tan solo las semanas que tiene un año 52.
 - Aleatorios en la columna B, a partir de la celda B11=ALEATORIO () y arrastre la formula hasta B410, aproveche que la columna esta seleccionada para copiar y pegar los valores, con el fin de dejar fijos los aleatorios. Esto de hace así: copiar, edición - pegado especial, valores, aceptar.
 - Decisión de pelea en la columna C, a partir de la celda C11=SI(B11<=\$C\$8;"SI";"NO"). Donde B11 es el aleatorio de pelea y C8 es la probabilidad de pelea.

- Aleatorio de presos en la columna D, a partir de la celda D11=ALEATORIO(). Igualmente déjelos fijos como se hizo con la columna B11:B410.
 - Numero de presos en la columna E, a partir de la celda D11=SI(C11="NO";0;SI(D11<=\$C\$2,\$A\$2;SI(D11<=\$C\$3,\$A\$3;SI(D11<=\$C\$4,\$A\$4;SI(D11<=\$C\$5,\$A\$5;\$A\$6))))). La formula funciona de la siguiente forma: si no hay pelea, entonces, no hay encarcelados, de lo contrario, asigne el numero de encarcelados de acuerdo a la probabilidad acumulada que se da en la tabla 1.
 - Aleatorio de fianza unitaria en la columna F, a partir de la celda F11=ALEATORIO(). Igualmente déjelos fijos como se hizo con la columna B11:B410.
 - Fianza unitaria en la columna G, a partir de la celda G11=SI(F11<\$G\$3,\$E\$3;SI(F11<=\$G\$4,\$E\$4;SI(F11<=\$G\$5,\$E\$5;\$E\$6))), la cual asigna el valor de la fianza de acuerdo a la probabilidad acumulada de fianza unitaria de la tabla 2. Que es la probabilidad de que pagar \$X valor de fianza por cada cretino que encarcelen.
 - Fianza total como H11=E11*G11. o lo que es igual a multiplicar el valor de fianza por el numero de encarcelados en la semana. Además, el promedio en la celda H413 = PROMEDIO(H11:H410). También, el dinero a retirar semanal H8= H7*H413, que sale de multiplicar al porcentaje que estableció David el sucio por el promedio de de la fianza total.
 - Dinero sobrante en la columna I, a partir de la celda I11=SI(H11<=\$H\$8,\$H\$8-H11;0), la cual evalúa que hay dinero sobrante solo si el total de la fianza es mayor que lo que retira semanalmente David el sucio.
 - Finalmente los impuestos son el 5% del valor que sobre. J11= \$J\$8*I11
- De esta manera se encuentra que David el sucio debe retirar cada semana \$117 M/cte.

Figura 24. Simulación en una hoja de cálculo de Microsoft Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Nº de cretinos	Prob	PROB ACUM		Monto de la fianza para cada motociclista						
2	2	5%	5%		Fianza	Prob	ACUM				
3	3	15%	20%		\$ 50	30%	30%				
4	4	40%	60%		\$ 100	30%	60%				
5	5	25%	85%		\$ 150	25%	85%				
6	6	15%	100%		\$ 200	15%	100%				
7											
8			30%					80%			
								\$ 117		5%	
9	SEMANA	ALEATORIO DE PELEA	PELEA?	ALEATORIO PRESOS	Nº DE PRESOS	ALEATORIO FIANZA UNITARIA	FIANZA UNITARIA	TOTAL FIANZA	SOBRANTE	IMPUESTOS	
10											
11	1	0,19	SI	0,13	3	0,86	\$ 200	\$ 600	0	\$ -	
12	2	0,58	NO	0,39	0	0,27	\$ 50	\$ -	117	\$ 5,86	
13	3	0,77	NO	0,38	0	0,79	\$ 150	\$ -	117	\$ 5,86	
14	4	0,55	NO	0,47	0	0,95	\$ 200	\$ -	117	\$ 5,86	
15	5	0,48	NO	0,10	0	0,86	\$ 200	\$ -	117	\$ 5,86	
16	6	0,15	SI	0,49	4	0,41	\$ 100	\$ 400	0	\$ -	
17	7	0,31	NO	0,75	0	0,24	\$ 50	\$ -	117	\$ 5,86	
406	396	0,11	SI	0,74	5	0,75	\$ 150	\$ 750	0	\$ -	
407	397	0,42	NO	0,95	0	1,00	\$ 200	\$ -	117	\$ 5,86	
408	398	0,79	NO	0,99	0	0,16	\$ 50	\$ -	117	\$ 5,86	
409	399	0,18	SI	0,36	4	0,66	\$ 150	\$ 600	0	\$ -	
410	400	0,49	NO	0,90	0	0,32	\$ 100	\$ -	117	\$ 5,86	
411											
412											
413	PROMEDIO				1		\$ 118	\$ 147	83,84	\$ 4,19	
414											

Fuente. Autor

6.2.4. ARENA: Para esta herramienta se cuentan con siete ejercicios con la explicación paso a paso de la metodología empleada:

Tabla 10. Información general del ejercicio

UPB-INFORMATICA PARA ING-IND	
TALLER - ARENA - Analizador de datos de entrada	
Semana:	Día: Lunes
OBJETIVO:	Utilización del modulo Input Analyzer
COMPROBACION DE LECTURA:	Capitulo 4 Kelton – Seccion 4.5 Pag 152 Capitulo 7. Uninorte. Manual de arena. Analizador de datos de entrada
SOFTWARE UTILIZADO:	ARENA
MATERIAL:	Guía, computador
TEMATICA:	Distribución de probabilidad

Fuente. Autor

METODOLOGIA:

La clase se desarrolla a través de la guía. En la guía se incluyen tres bases de datos cada una con diferente distribución de probabilidad.

Para cada base de datos se genera un archivo mediante el programa “block de notas”. el archivo debe tener extensión txt

Se abre Arena / TOOLS / modulo INPUT ANALYZER

New

Open

Data file (se recupera el archive en txt)

fit all

LOS INDICADORES BÁSICOS SERÁN

Utilización del modulo INPUT ANALYZER

Distribución de probabilidad

Error

LOS OBJETIVOS A CUMPLIR SON

Generar bases de datos

Utilizar el input analyzer

Determinar la distribución más conveniente

GUIA TALLER

UPB – Informática para ingenieros industriales

Taller ARENA INPUT ANALYZER

Se efectuaron tres muestreos tomando como dato el tiempo de proceso de un artículo. Se desea determinar que tipo de distribución se asemeja a su comportamiento.

Tabla 11. Muestreos obtenidos

Muestra	Operario 1	Operario dos	Operario tres
1	33,33	35,05	11,63
2	37,48	38,01	20,47
3	39,50	39,60	26,15
4	45,93	44,47	51,41
5	31,32	33,85	8,56
6	44,44	43,43	44,51
7	42,93	42,31	38,21
8	54,51	48,53	104,47
9	34,04	35,51	12,89
10	34,30	35,69	13,38
11	20,81	30,55	1,11
12	57,09	49,13	125,23
13	31,62	34,02	8,97
14	34,47	35,80	13,70
15	56,70	49,05	121,93

Fuente. Guia 11

SOLUCIÓN DEL TALLER 11 DE ARENA- INPUT ANALYZER

1. Entre al analizador de datos de entrada de arena a través de la ruta Tools y posteriormente, input analyzer, o hágalo directamente desde el menú de inicio de Windows.
2. Use una hoja de Excel para digitar los datos en forma de columna y sin encabezamientos. Tenga en cuenta que debe separar los decimales únicamente con punto, no use coma.

Figura 25. Datos obtenidos

	A
1	35.05
2	38.01
3	39.6
4	44.47
5	33.85
6	43.43
7	42.31
8	48.53
9	35.51
10	35.69
11	30.55
12	49.13
13	34.02
14	35.8
15	49.05

Fuente. Autor

Ya digitados los datos, proceda a guardar de la siguiente manera TITULO.dst

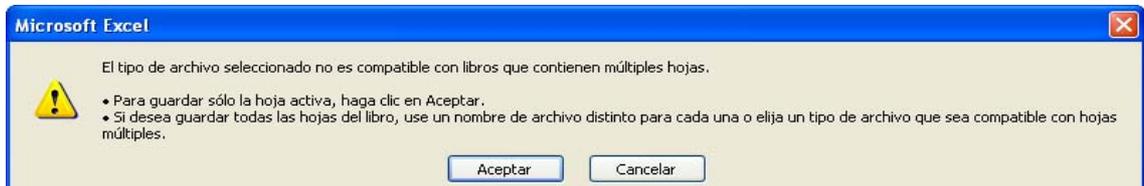
Figura 26. Opción guardar datos

Nombre de archivo:	OPERARIO1.dst	▼	Guardar
Guardar como tipo:	Texto (delimitado por tabulaciones)	▼	Cancelar

Fuente. Autor y software ARENA

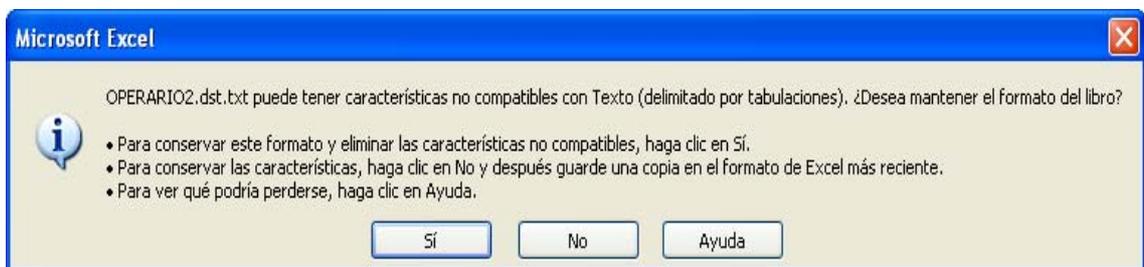
Es posible que aparezcan los dos siguientes cuadros de dialogo, a los cuales seleccione aceptar y si respectivamente.

Figura 27. Cuadros de dialogo



Fuente. Autor y software ARENA

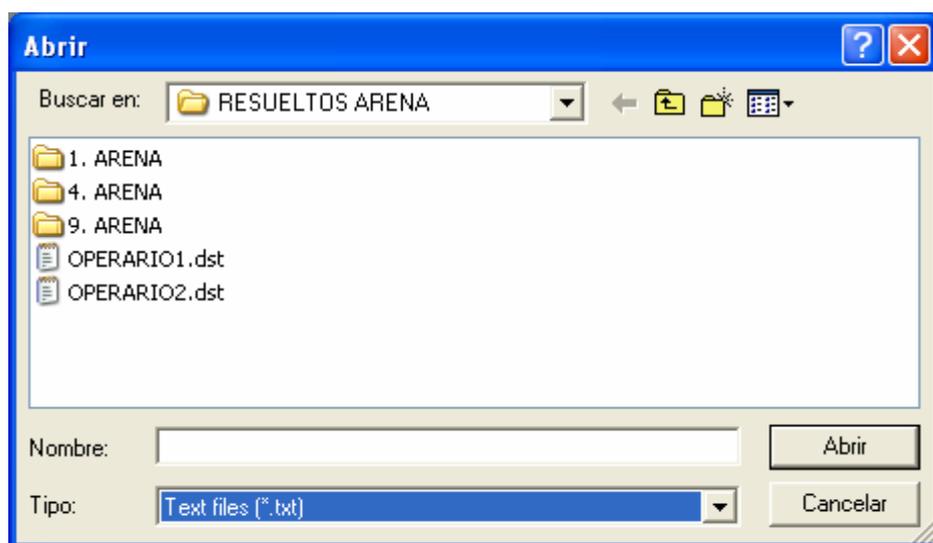
Figura 28. Cuadros de dialogo



Fuente. Autor y software ARENA

Ya guardadas las hojas con los datos, proceda a llamarla desde arena. De clic en file-new y ahora file-data file-use existing, aparecerá el siguiente cuadro de dialogo.

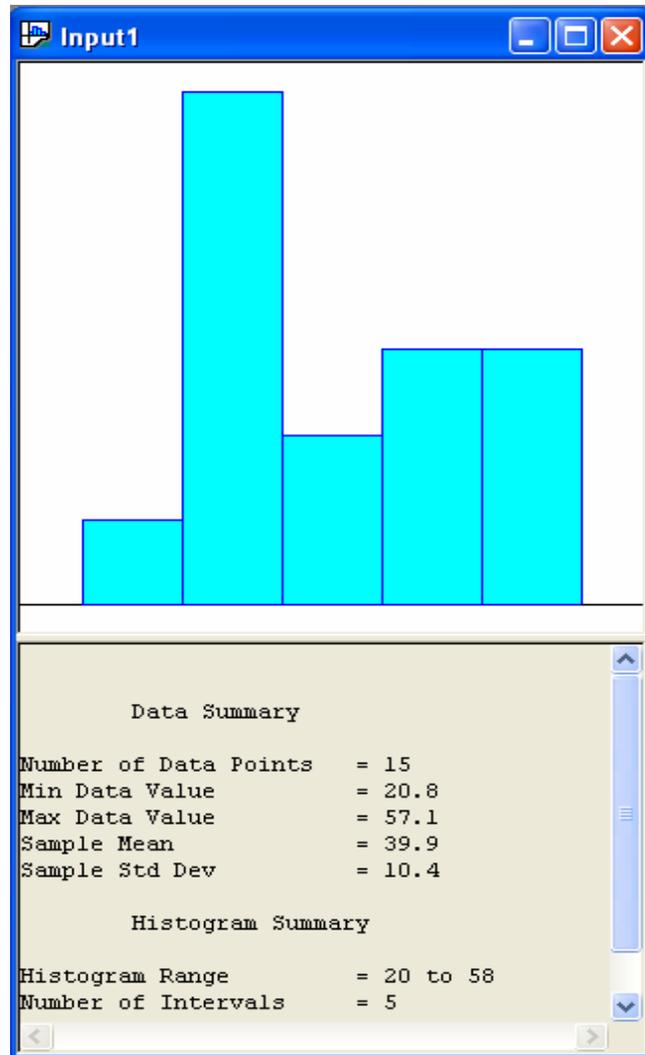
Figura 29. Archivo guardado



Fuente. Autor y software ARENA

Y seleccione en tipo, Text files(*.txt), para que aparezcan los archivos donde están los datos a ser procesados. Seleccione OPERARIO1.dst y de clic en abrir. Aparecerá el histograma de la figura 30.

Figura 30. Input 1



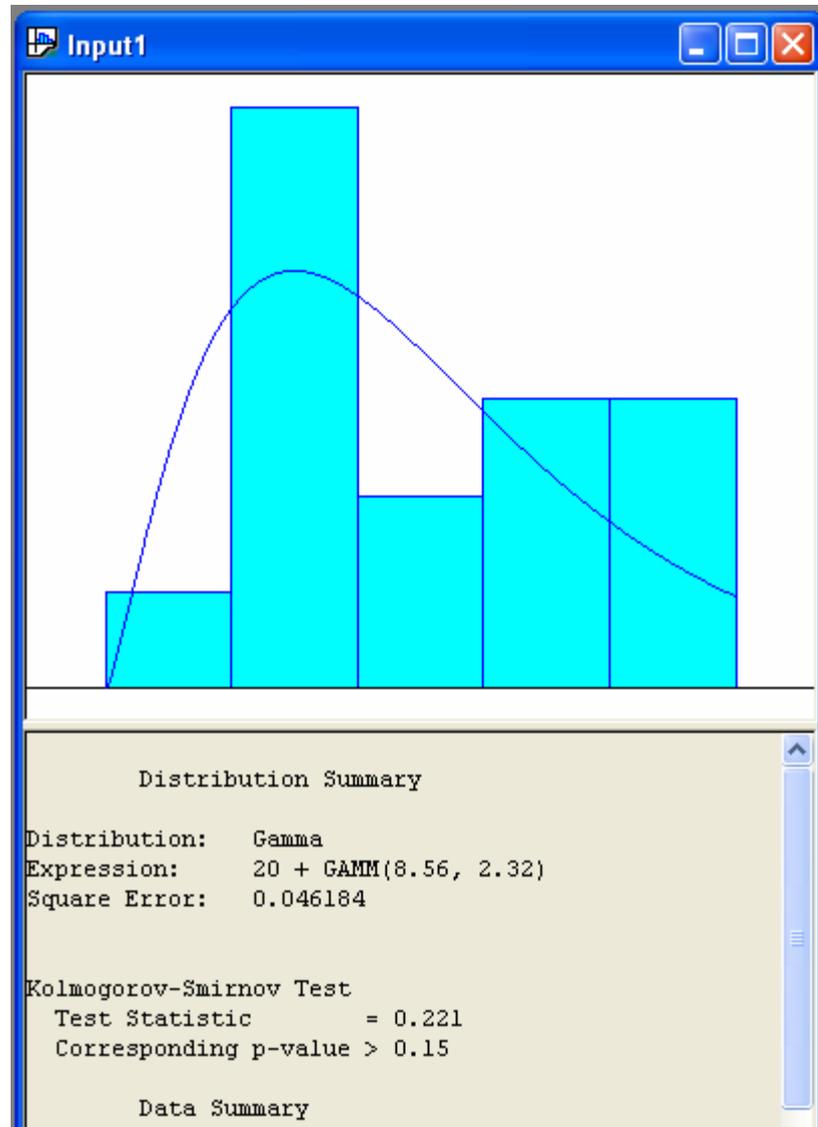
Fuente. Autor y software ARENA

Ahora siga la ruta fit- fit all para buscar la distribución de probabilidad que se ajusta a los datos de entrada, aparecerá el grafico con la curva de la distribución de probabilidad que mejor se haya ajustado, restringido, bajo las alternativas que dispone esta herramienta.

El programa ajustó los datos bajo una distribución de probabilidad gama = $20 + \text{gama}(8.56; 2.32)$ con un error de ajuste de 0.046184, esto quiere decir que

comparando todas las posibles alternativas (otras distribuciones), el programa elige la de menor error de ajuste de datos.

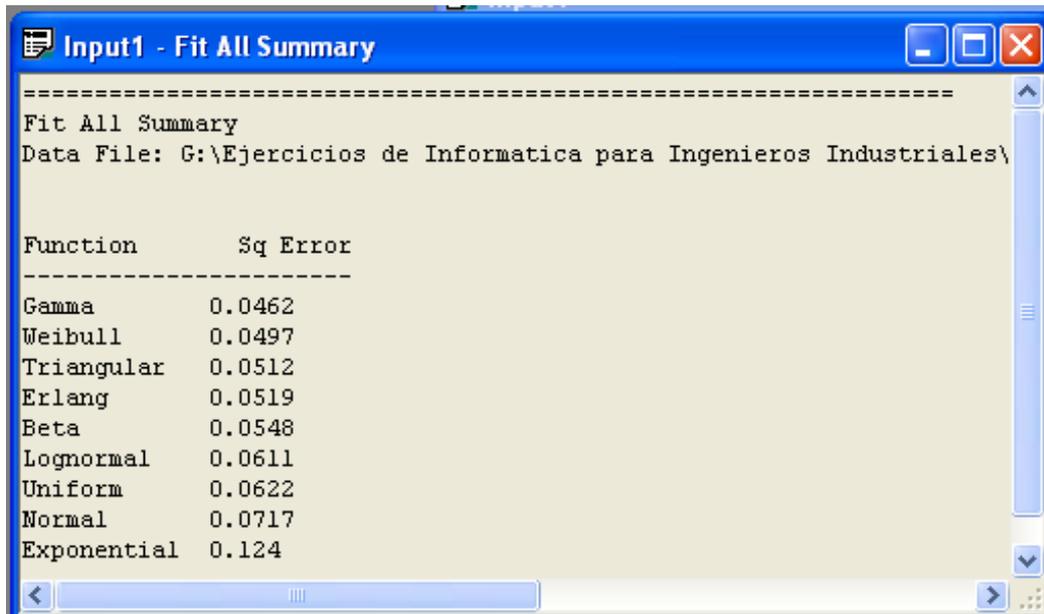
Figura 31. Grafico de distribución de probabilidad en arena.



Fuente. Autor y software ARENA

Finalmente seleccione la ruta Windows- Fit All Summary para visualizar todas las funciones que usó el programa para ajustar los datos. Aparecen ordenados del error menor al mayor, queriendo decir que la primera es la que mas se ajusta y hacia abajo son las que se ajustan también pero con errores mayores.

Figura 32. Tabla de reporte en arena de error de ajuste.



Function	Sq Error
Gamma	0.0462
Weibull	0.0497
Triangular	0.0512
Erlang	0.0519
Beta	0.0548
Lognormal	0.0611
Uniform	0.0622
Normal	0.0717
Exponential	0.124

Fuente. Autor y software ARENA

La distribución de probabilidad que se ajusta a los datos de entrada es la gama. Ahora haga lo mismo para el operario 2 y 3.

6.3. DISEÑO

En la parte de diseño se determino la organización de la presentación a la cual se realizaría el montaje en la plataforma e – Learning. Se determino que inicialmente se ingresaría en una diapositiva a la presentación donde se tiene unas pequeñas instrucciones e indicaciones de cada icono a utilizar y simulación que me arrojará donde hay un texto de simulación y los 4 software que son la base del proyecto.



Figura 1. Plantilla de inicio

Esta plantilla de inicio contiene instrucciones que permitirá conocer que indica cada botón que aparezca a lo largo de la presentación y simulación que llevara al contenido de la materia como tal donde aparecerán los 4 software del contenido de la materia-

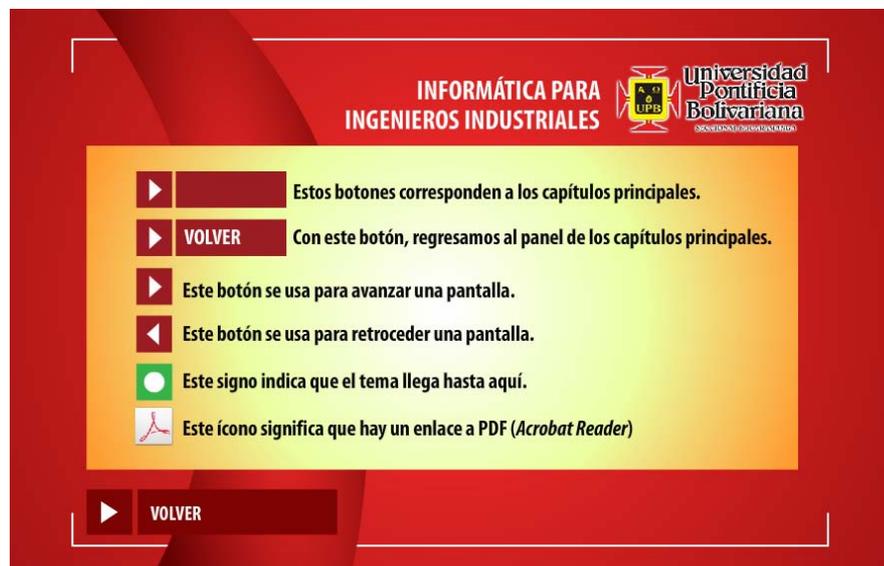


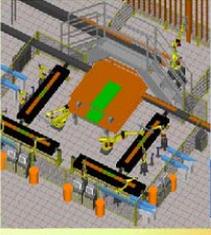
Figura 2. Instrucciones

INFORMÁTICA PARA INGENIEROS INDUSTRIALES

 **Universidad Pontificia Bolivariana**
CREANDO OPORTUNIDADES

¿Qué es Simulación?

Es una representación ficticia de una situación real, que se experimenta mediante modelos que son abstracciones de la realidad; el conocimiento adquirido en la simulación se aplica en el mundo real. Es una herramienta de análisis de sistemas complejos, que bien utilizada puede generar desde ahorros considerables de dinero hasta el mejoramiento de la planeación y control de los sistemas productivos, pasando por el descubrimiento de muchas de las restricciones reales del sistema.



■
▶

▶ VOLVER
PROMODEL
SPSS
ARENA
EXCEL

Figura 3.simulación

Simulación es la plantilla donde permite el ingreso al material teórico y práctico de cada uno de los software arena. Spss. Promodel y Excel al dar clic en cada uno de ellos permitirá conocer definiciones que nos guiaran durante la solución de los ejercicios propuestos para esta materia.

7. CONCLUSIONES

- La plataforma e- learning le permite a los estudiantes que no solo interactúen con la materia de forma presencial, sino que a su vez lo hagan de forma virtual facilitado aprendizaje y estudio desde el lugar en el que se encuentre y necesiten obtener determinada información.
- El estudiante es la herramienta principal para poder lograr un aprendizaje significativo, pues en la medida en que el muestre su compromiso e interés se vera reflejado en los conocimientos que adquiera durante su formación.
- La inclusión del curso de informática para ingenieros en el programa académico de ingeniería industrial representa una mejora dado que le aumenta las competencias de los estudiantes en el manejo de los diferentes programas.
- Flash player es un software que permite producir y entregar contenidos dinámicos e interactivos los cuales actualmente se están empleando para el contenido de los programas virtuales.
- El compromiso de los estudiantes con la investigación de la asignatura, marca la pauta para la utilización de esta herramienta e-learnig y la aplicación de ella como método de estudio.

8. RECOMENDACIONES

- Seguir implementando el uso de la herramienta e-learning en las asignaturas de todos los programas de la Universidad Pontificia Bolivariana, con el fin de de generar valor agregado al proceso de aprendizaje autónomo de los estudiantes.
- La importancia de incrementar la cultura del uso de esta herramienta por parte de los estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana creando en ellos conciencia acerca del correcto manejo y los beneficios que trae para el proceso académico.
- Realizar una constante actualización de los contenidos de las materias ya montadas en esta herramienta con el fin de de garantizar que los temas encontrados sean los que se están utilizando.
- Los estudiantes deben seguir empleando diferentes fuentes de información como método de investigación para ampliar los contenidos enunciados en la herramienta e-learning para la asignatura Informática para Ingenieros industriales.

BIBLIOGRAFIA

FABREGAS ARIZA, Aldo. Simulación de sistemas productivos con arena. Ediciones Uninorte, 2003.

GARCIA DUNNA EDUARDO, GARCIA REYES HERIBERTO, CARDENAS BARON LEOPOLDO, SIMULACION Y ANALISIS DSE SISTEMAS CON PROMODEL, PEARSON PRENTICE HALL.

GUTIERREZ CARMONA JAIRO, MODELOS FINANCIEROS CON EXCEL, ECOE EDICIONES.

PROCESSMODEL, INC. Principales Funciones y Características de ProcessModel [En línea]. <<http://www.processmodel-la.com/solutions/features.html> > [citado en 15 de septiembre de 2008]

<http://www.rieoei.org/deloslectores/2370Loya.pdf>

<http://www.slideshare.net/guest975e56/modelo-pedagogico-para-elearning-ok-405350> (PARA EXPLICACION EN PLANEACION 6.1)

ANEXOS

ANEXO A. EJERCICIOS PROMODEL

TALLER 1

UPB - PRODUCCIÓN	
TALLER No. 1 - ProModel	
OBJETIVO:	Resolver un modelo sencillo de producción para ser implementado en ProModel.
Fecha de realización: según criterio del docente	
Semana:	Día:
COMPROBACIÓN DE LECTURA	Simulación con ProModel
SOFTWARE UTILIZADO	ProModel
MATERIAL	Computador
TEMÁTICA	Procesos elementales

METODOLOGÍA

Se explican los elementos básicos de ProModel.

Se explican las diferentes características de los comandos y su importancia.

Se distribuye la guía para desarrollar el problema de producción.

OBJETIVOS A CUMPLIR:

- Distinguir y poder aplicar los módulos básicos del Software.
- Familiarizar con el modelo de simulación ProModel.
- Lograr hacer funcionar el modelo de producción y detectar posibles errores.

RESUMEN EJERCICIO:

Es un proceso de producción de envase de gaseosas con un tiempo en fila E (4) min. Que pasa por 3 procesos: limpieza, llenado y tapado. Cada uno con tiempo constante 2 min., U (0.5, 0.166) min. , y E (0.25) min. Respectivamente. Tiempo entre estaciones E (1) min. El sistema es simulado por 30 días.

Figura 1. Entidades de promodel



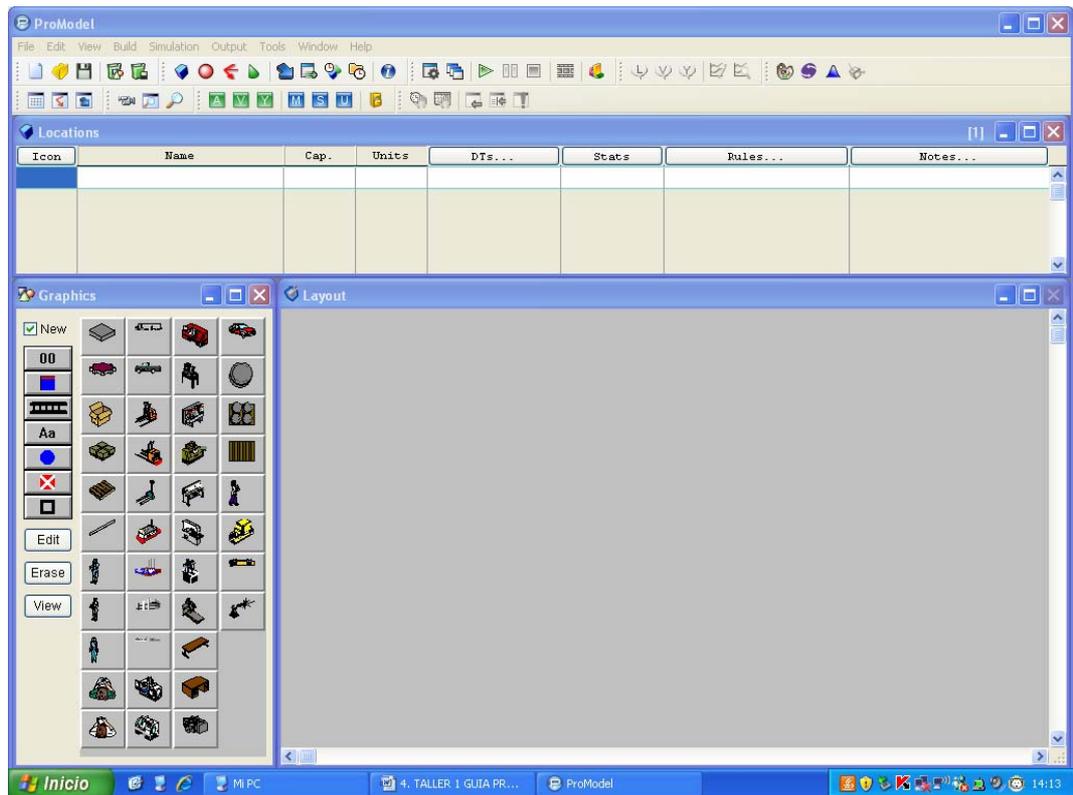
Fuente. Autor y software Pro Model

SOLUCION DEL PROBLEMA:

Para el sistema se deben considerar ciertos aspectos. Las botellas llegan a una fila de espera, luego pasan a la maquina de lavado, son llenadas con la bebida en la maquina y por ultimo pasan a la maquina taponadora, para posteriormente abandonar el área de trabajo con destino a una bodega. Lo que ocurra con ellas al salir de la maquina que pone tapas de momento no interesa, el sistema bajo análisis termina cuando las botellas salen de la tercera maquina. Ahora procederemos a realizar la programación para la simulación en ProModel.

- **Ejecutar el software**
- **Definir las locaciones:** Una vez desplegada la ventana del programa se comienza a trabajar en las locaciones (lugares físicos donde las botellas obtengan su servicio). Se cuenta con una fila, la maquina lavadora, maquina de llenado y la maquina de tapas. Para definir estas locaciones, abrir menú **Build** y dar clic en **Locations**; se desplegaran tres ventanas en pantalla: **Locations**, **Graphics** y **Layout**. En locations se definen las características de las locaciones, en la segunda los gráficos, y en Layout se configura el modelo a nivel general.

Figura 2. Interfaz general de promodel



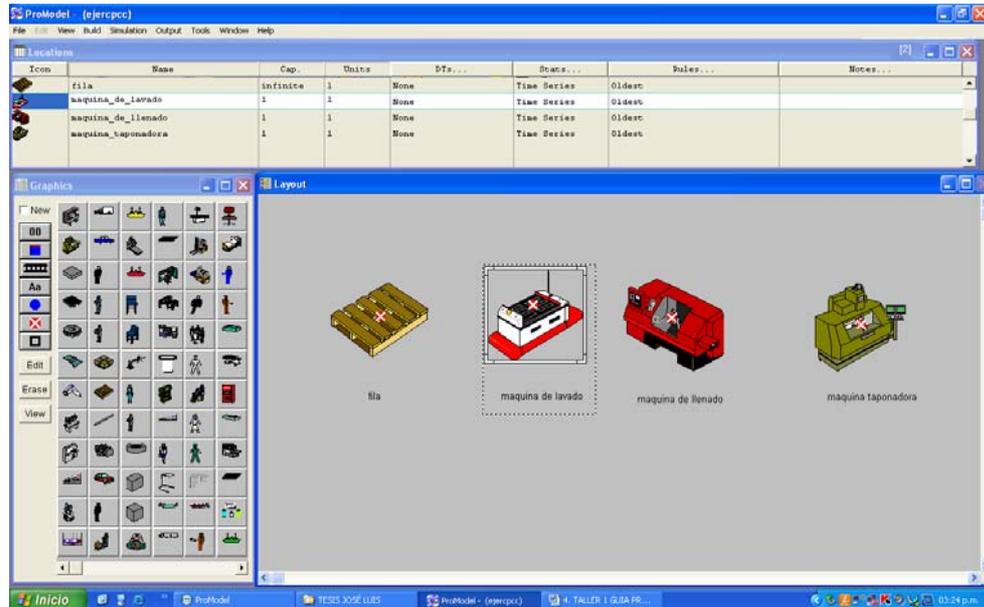
Fuente. Autor y software Pro Model

Elija con un clic una figura de la ventana **Graphics** y luego arrástrela hasta la ventana **Layout**, así se abra creado la primera localización. Continúe del mismo modo hasta completar de definir las demás locaciones.

- **Defina le paso de la entidad.** Señale una locación de **layout** y de clic en el icono “entity spot, ” ubicado en **Graphics**, ahora de clic dentro de la locación previamente señalada, con el objeto de pegarle el botón rojo a la locación (haga lo mismo para las demás locaciones). Antes de realizar esto es necesario desmarcar la opción “NEW” en **Graphics** para no crear una nueva localización.
- **Asigne nombre a las locaciones.** Seleccione dando clic a una locación de la ventana **layout**, seleccione el botón de la ventana **Graphics**  y luego de clic nuevamente en la locación seleccionada de la ventana **Layout**, aparecerá por defecto el nombre previamente definido, de este modo se agrega texto a la localización.

- **Asigne capacidad a la locación.** se le asignará a la “fila” una capacidad infinita en el campo que dice **Cap.** Escribir “infinite”.para las demas locaciones, asigne **Cap.** de 1 a cada una.

Figura 3. Construcción de locaciones con promodel



Fuente. Autor y software Pro Model

- **Defina la entidad.** Ya definida la configuración del proceso, se definirá la entidad, la cual es la botella. Abra el menú **Build** y de clic en **Entities**. Se despliegan 3 ventanas: **Entities**, **Entity Graphics** y **Layout**. El definir las entidades y su edición se realiza con los procedimientos parecidos usados en las locaciones.
- **Definir tasa de llegada.** Una vez definida la entidad, se determinara su frecuencia de llegada, para esto, abrir el menú **Build** y dar clic en **Arrivals**. Se desplegara la ventana Arrivals. Seleccionar el botón **Entity** para seleccionar la entidad “botella”. Especificar que la localización llegará a la localización “fila” . En la columna **Qty Each**, la cantidad de botellas que llegan cada vez que se cumple el tiempo entre llegadas, es decir 1 por vez para este caso. Para la columna **First Time** se coloca la ocurrencia del primer evento de llegada, el cual es de cero (0). Para la columna **Occurrences** se coloca el número de repeticiones del evento de llegada, el cual es infinito “infinite” puesto que se admitirá un número infinito de eventos de llegada. Para la columna **Frequency**

especificar el tiempo entre llegadas, el cual tiene una distribución exponencial de 4 minutos E (4).

- **Asigne la lógica del proceso.** La lógica de la simulación se define entrando a menú **Build** y dar clic en **Processing**. Se despliegan dos ventanas: **Process** y **Routing**. En la primera ventana se definen las operaciones que recaen sobre la entidad (botella) y en la segunda ventana se define la ruta para el proceso.
- El proceso de programar la lógica del proceso de producción se muestra a continuación:

Tabla 1. Tabla resumen de procesos

Entity	Location	Operation	Output	Destination	Rule	Move Logic
botella	Fila		botella	Maquina_de_lavado	FIRST 1	
botella	Maquina_de_lavado	WAIT 2	botella	Maquina_de_llenado	FIRST 1	MOVE FOR E(1)
botella	Maquina_de_llenado	WAIT U(0.5, 0.166)	botella	Maquina_taponadora	FIRST 1	MOVE FOR E(1)
botella	Maquina_taponadora	WAIT E(0.25)	botella	EXIT	FIRST 1	

Fuente. Autor y software Pro Model

En la ventana **Process** dar clic en **Entity** para seleccionar la entidad “botella”. La localización de llegada de la entidad se programa dando clic en **Location** y señalando “fila”. En la ventana **Routing** la entidad de salida es la botella, por lo cual se pone esta en la columna **Output**.

La botella pasa de la fila a la maquina lavadora, entonces se selecciona esta última en la columna **Destination**. Para la columna **Rule**, se señala la regla de movimiento **FIRST 1**, lo que significa que la “botella” entrará apenas se tenga

capacidad disponible en la maquina lavadora. La columna de **Move Logic** se deja en blanco. Teclear ENTER en la columna **Operation** para habilitar la fila siguiente.

En la columna **Location** asignar “maquina de lavado”. El proceso que realiza la botella en la maquina de lavado es constante y dura 2 minutos; dar clic en la columna **Operation** de la ventana **Process** y se desplegara la ventana **Operation** donde se especifica la lógica del proceso. Dar clic en el icono del martillo, seleccionar “WAIT” el cual significa que hay una espera de la entidad, y se añade la constante 2, lo cual quedara “WAIT 2 ”

En la ventana **Routing** se hace el mismo procedimiento cuando la botella salio de la fila, pero ahora entra a la “maquina de llenado”. Dar clic en la columna **Move Logic**, y una vez desplegada, dar clic en el icono del martillo y seleccionar la instrucción **Move For**, ya que se requiere un transporte de un proceso a otro el cual tiene duración de 1 minuto con distribución exponencial. Una vez seleccionado quedara así “**Move For E(1)**”

Continuando en la misma ventana de **Process** y **Routing**, para la botella que salio de la maquina de llenado a la maquina taponadora; se realiza el mismo procedimiento anteriormente realizado cuando la botella salio de la fila a la maquina de llenado. Cuando la entidad sale de la maquina taponadora, en la columna **Destination** de la ventana **Routing**, al dar clic se selecciona **EXIT** con lo cual la entidad sale del sistema.

- **Configure el modelo.** Entrar al menú **Simulation**, dar clic en **Options**. Una vez desplegada la ventana, en el espacio **Run hours** escribir 30 días los cuales son lo que dura la simulación. En **Number of Replications** se pone 1, ya que este representa el número de veces que se desea correr el modelo. Ejemplo si fuese 2 se interpreta como 60 dias o dos veces 30 dias.

- **Chequeo del modelo.** Una vez que el modelo se ha programado en su totalidad, se puede revisar si se ha hecho correctamente. Abrir menú **File** y dar clic en **View Text**. a continuación se despliega la siguiente ventana.

Figura 4. Formato de lista de modelo

```

*****
*                               *
*                               Formatted Listing of Model:              *
* D:\JOCHI\TESIS\primer caso de produccion\caso de produccion basico pramodel.MOD *
*                               *
*****

Time Units:                Minutes
Distance Units:            Meters

*****
*                               Locations                               *
*****

Name          Cap  Units Stats          Rules          Cost
-----
#
#fila de espera
Fila          infinite 1     Time Series Oldest, ,
#
#maquina lavadora
Maquina_de_lavado 1      1     Time Series Oldest, ,
#
#maquina para llenar las botellas
Maquina_de_llenado 1      1     Time Series Oldest, ,
#
#maquina para poner las tapas a las botellas de la bebida
Maquina_taponadora 1      1     Time Series Oldest, ,

*****
*                               Entities                               *
*****

Name          Speed (mpm) Stats          Cost
-----
#
#botella a ser envasada
botella       50         Time Series

*****
*                               Processing                               *
*****

Process                               Routing
Entity Location          Operation          Blk Output Destination  Rule  Move Logic
-----
botella Fila          WAIT 2           1  botella Maquina_de_lavado  FIRST 1
botella Maquina_de_lavado WAIT U<0.5, 0.166> 1  botella Maquina_de_llenado  FIRST 1  MOVE FOR E<1>
botella Maquina_de_llenado WAIT U<0.5, 0.166> 1  botella Maquina_taponadora  FIRST 1  MOVE FOR E<1>
botella Maquina_taponadora WAIT E<0.25> 1  botella EXIT  FIRST 1

*****
*                               Arrivals                               *
*****

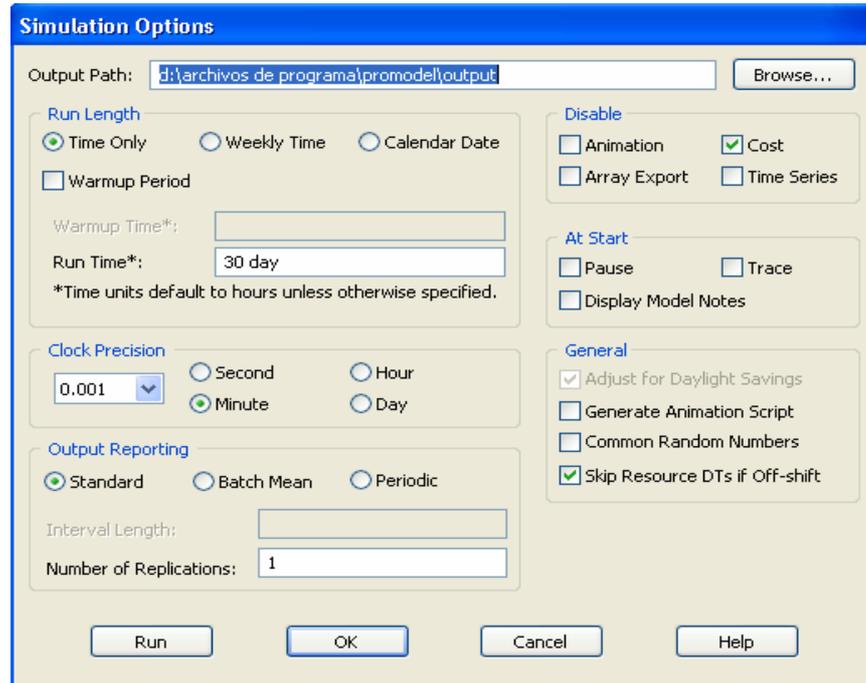
Entity Location Qty Each First Time Occurrences Frequency Logic
-----
botella Fila 1 0 infinite E<4>

```

Fuente. Autor y software Pro Model

- **Seleccione las unidades.** Entrar al menú Build y seleccionar **“General Information”**, en *Time Units* seleccionar “minutes” y para *Distance Units* seleccionar “Meters”. Seleccionar “OK”.
- **Defina las opciones de simulación.** Entrar al menú **Simulation/Options** y en *Run Length* tildar “Time Only” y “Warmup Period”, un *Run time** de 8. *Clock Presicion* en “minute”, *Out Reporting* “Standard” y *Number Replications* “1”. Seleccionar “OK”.

Figura 5. Opciones de simulación con promodel



Fuente. Autor y software Pro Model

- Dar clic en **File/ Model Package** para guardar y comprimir el archivo que contiene el modelo con Graphics library. Dar clic en “OK”.
- **Haga correr el modelo.** Una vez revisado que todo esta en orden, se procede a correr el modelo. En la parte superior de la pantalla aparece el icono de play, dar clic y el modelo comenzará a correr.

Figura 6. Opciones correr modelo



Fuente. Autor y software Pro Model

- **Genere el reporte de resultados.** Al terminar la simulación se desplegara un mensaje de confirmación. Para ver los resultados dar clic en **Yes**. Los datos

que son mostrados en esta ficha corresponden al archivo usado para obtener los resultados, fecha y hora a la que fue realizada la simulación.

Figura 7. Tabla de resultados generales con promodel.

Name	Value
Run Date/Time	14/07/2008 12:04:09 p.m.
Model Title	Normal Run
Model Path/File	D:\JOCHIN\TESIS\caso de produccion basico promodel.MOD
Warmup Time (HR)	0
Simulation Time (HR)	720

Fuente. Autor y software Pro Model

- **Interpretación de los resultados.** En la ficha **Locations** se observa la información de las localizaciones, horas simuladas, capacidad (infinita representada como 999999) , numero total de entidades que entraron al sistema, tiempo promedio de la entidad en cada localización, número promedio de botellas, numero máximo de entidades ,numero actual de entidades al momento de finalizar la simulación , porcentaje de utilización de cada localización.

Figura 8. Tabla de resultados generales con promodel-locaciones.

Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Fila	720,00	999999,00	10789,00	1,49	0,37	10,00	3,00	0,00
Maquina de lavado	720,00	1,00	10786,00	2,19	0,55	1,00	1,00	54,63
Maquina de llenado	720,00	1,00	10785,00	0,66	0,16	1,00	1,00	16,43
Maquina taponadora	720,00	1,00	10783,00	0,25	0,06	1,00	0,00	6,35

Fuente. Autor y software Pro Model

En la ficha **Locations States Multi** se presenta la información de las localizaciones que pueden contener más de una entidad a la vez durante la simulación. En este caso la fila presenta una capacidad infinita.

Figura 9. Tabla de resultados generales con promodel-locaciones %.

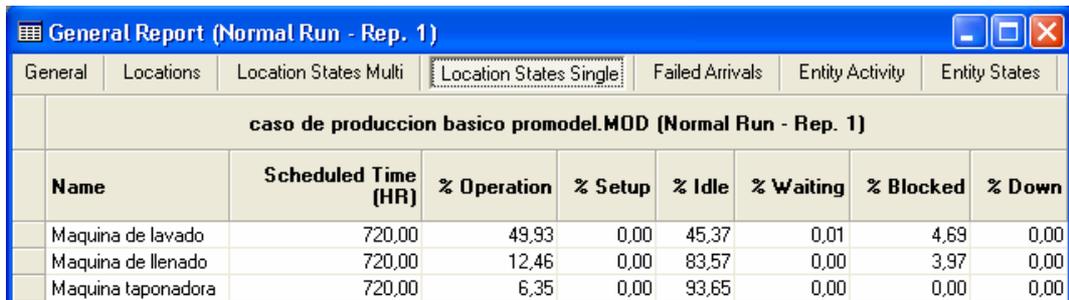


caso de produccion basico promodel.MOD (Normal Run - Rep. 1)						
Name	Scheduled Time (HR)	% Empty	% Part Occupied	% Full	% Down	
Fila	720,00	77,44	22,56	0,00	0,00	

Fuente. Autor y software Pro Model

Para la ficha **Locations States Single** se presenta la información de las localizaciones que tiene capacidad de uno. Tales como la maquina de lavado, la de llenado y la taponadora.

Figura 10. Tabla de resultados generales con promodel- Locations States Single



caso de produccion basico promodel.MOD (Normal Run - Rep. 1)							
Name	Scheduled Time (HR)	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down
Maquina de lavado	720,00	49,93	0,00	45,37	0,01	4,69	0,00
Maquina de llenado	720,00	12,46	0,00	83,57	0,00	3,97	0,00
Maquina taponadora	720,00	6,35	0,00	93,65	0,00	0,00	0,00

Fuente. Autor y software Pro Model

En la ficha **Failed Arrivals** se lista las entidades de cada modelo y se indica si alguna no pudo entrar al sistema para la localización definida en **Arrivals**.

Figura 11. Tabla de resultados generales con promodel- failed arrivals

caso de produccion basico promodel.MOD (Normal Run - Rep. 1)		
Entity Name	Location Name	Total Failed
botella	Fila	0.00

Fuente. Autor y software Pro Model

En la ficha **Entity Activity** muestra las estadísticas de la entidad definida en el modelo (botella).

Figura 12. Tabla de resultados generales con promodel- entity activity

Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (MIN)	Avg Time In Move Logic (MIN)	Avg Time Waiting (MIN)	Avg Time In Operation (MIN)	Avg Time Blocked (MIN)
botella	10783.00	6.00	6.59	2.00	0.00	2.75	1.84

Fuente. Autor y software Pro Model

En la ficha **Entity states** se encuentra un resumen en porcentaje para los datos de la ficha **Entity Activity**.

Figura 8. Tabla de resultados generales con promodel- entity states

Name	% In Move Logic	% Waiting	% In Operation	% Blocked
botella	30,38	0,00	41,77	27,85

Fuente. Autor y software Pro Model

RESULTADOS

- a) Determine para las localizaciones el total de entradas y el porcentaje de utilización para cada una.
- Fila :10789 entradas y 0.00% de utilización
 - Maquina de lavado:10786 entradas y 54.63% de utilización
 - Maquina de llenado: 10785 entradas y 16.43 %de utilización
 - Maquina taponadora: 10783 entradas y 6.35% de utilización
- b) Establezca el porcentaje de tiempo vacío, parcialmente ocupado, lleno, y no disponible para la fila.
- % Tiempo vacío: 77.44
 - % Tiempo parcialmente ocupado: 22.56
 - % Tiempo lleno: 0
 - % Tiempo no disponible: 0
- c) Indique para cada caso, cual de las maquinas obtuvo mayor porcentaje de tiempo en proceso, dedicado a las actividades de preparación, inactivo, en espera, bloqueada y llena.
- Mayor % de tiempo en proceso: maquina de lavado con 49.93%
 - Mayor % de tiempo dedicado actividades de preparación: ninguna
 - Mayor % de tiempo inactivo: maquina taponadora con 93.65%
 - Mayor % de tiempo en espera : ninguna
 - Mayor % de tiempo bloqueada: maquina de lavado con 4.69%
 - Mayor % de tiempo llena: ninguna.
- d) ¿Que cantidad de botellas salieron y cuantas quedaron en el sistema al terminar la simulación?
- Salieron 10783 botellas y 6 botellas quedaron en el sistema al terminar la simulación.

Nota: Una vez resuelto este taller, los estudiantes ahora distinguen y saben aplicar los módulos básicos del Software y están familiarizados con el modelo de simulación ProModel.

TALLER 2.

UPB – INGENIERIA INDUSTRIAL	
TALLER No. 2 - Promodel	
OBJETIVO:	Resolver un caso para ser simulado con el software de Promodel usando herramientas estadísticas propias del software.
Fecha de realización: según criterio del docente	
Semana:	Día:
COMPROBACIÓN DE LECTURA	Simulación con Promodel
SOFTWARE UTILIZADO	Promodel
MATERIAL	Computador
TEMÁTICA	Instrumentos de Promodel

METODOLOGÍA

Se explican características de los comandos a utilizar en el ejercicio, en especial la herramienta Stat::Fit.

Se distribuye la guía del problema a desarrollar.

Se explica detenidamente el caso a desarrollar.

OBJETIVOS A CUMPLIR:

- Mostrar mayor desenvolvimiento al desarrollar el caso.
- Comprender las ventajas en información que proporciona la simulación del software para una empresa real.

EJERCICIO

La Droguería Sotomayor esta ubicada en la ciudad de Bucaramanga y solicita a un estudiante de ingeniería industrial de la UPB para llevar a cabo una simulación en el proceso de atención al público, conforme a los resultados obtenidos, le indique al administrador de dicho negocio si se presentan fallas, además de revelar información relevante para que optimice el sistema.

El estudiante llega al negocio y encuentra a 3 empleados los cuales se encargan de atender completamente y de forma independiente a cada cliente. Decide colocar una videocámara para tomar los tiempos entre llegadas de los clientes y el tiempo de servicio. Los resultados obtenidos fueron:

Tabla 1. Datos de muestra

		Tiempo entre llegadas
	(minutos)	(minutos)
1	1.24	4.75
2	1.35	0.1
3	1.05	1.42
4	1.39	2.7
5	1.40	2.42
6	1.26	2.3
7	1.46	2.22
8	1.35	1.27
9	1.37	1.15
10	1.14	0.85
11	1.16	0.3
12	1.45	1.05
13	1.42	0.5
14	1.22	0.48
15	1.07	5.03
16	1.02	1.4
17	1.03	0.8
18	1.26	3.17
19	1.15	0.6
20	1.22	0.65
21	1.25	1.27
22	1.24	6.67
23	1.21	1.18
24	1.27	2.57
25	1.26	0.9
26	1.17	0.87

27	1.16	0.33
28	1.15	2.2
29	1.23	1.98
30	1.02	0.75
31	1.10	0.4
32	1.10	1.32
33	1.37	1.37
34	1.24	1.73
35	1.02	0.62
36	1.45	0.95
37	1.25	0.5
38	1.20	2.47
39	1.25	1.97
40	1.06	0.9
41	1.45	1.87
42	1.25	5.75
43	1.02	1.8
44	1.15	5.05
45	1.04	8.8
46	1.46	2.6
47	1.03	0.78
48	1.44	1.05
49	1.04	1.63
50	1.26	2.1

Fuente. Autor

El estudiante de ingeniería industrial decidió usar el software de Promodel para llevar a cabo la simulación, el cual debido a sus características era el idóneo para dicha tarea.

Al introducir los datos en el "Stat::Fit" del software, pudo sacar las formulas de tiempo entre llegadas y tiempo de servicio para introducirlas en el modelo.

Comandos a utilizar:

File/New

File/Save

File/Save As

Build /Locations

Build /Entities

Build /Path Networks

Build /Processing

Build /Arrivals

Build /General Information

Build /Background Graphics/Front of Grid

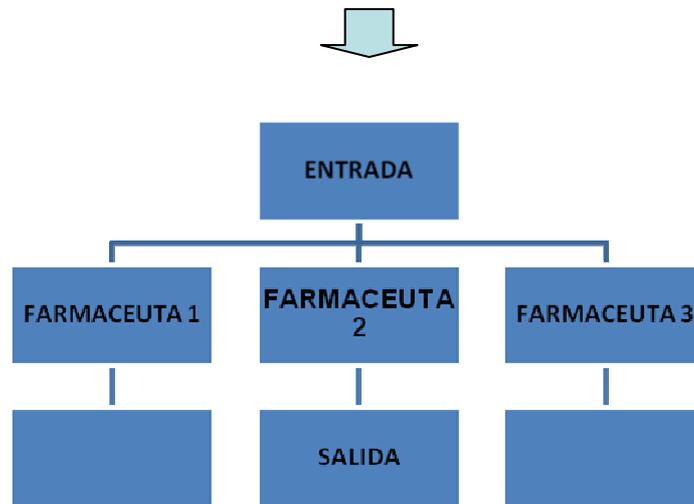
Simulation/Run

Simulation/Save&Run

Simulation/Options

Tools/Stat::Fit

Figura 1. Llegada de Clientes



Fuente. Autor

Simular el modelo por un tiempo de 8 horas

Responda las siguientes preguntas:

- ¿Cual fue el tiempo de espera promedio de un cliente antes de entrar al sistema?
- ¿Cual es el porcentaje de utilización de para cada farmaceuta?
- ¿Cuanto tiempo en promedio demora un cliente en el sistema?
- ¿Cuántas personas salen del sistema una vez finalizada la simulación?

RESUMEN EJERCICIO:

Es un proceso de atención al público en una farmacia con 3 farmaceutas, los cuales son los encargados de atender completamente y de forma individual a cada cliente que reciba. El sistema se conforma de una entrada, 3 farmaceutas y una salida. Los tiempos de servicio y tiempo entre llegadas deben ser calculados en Stat::Fit con los datos que se entregan. El tiempo de simulación es de 8 horas.

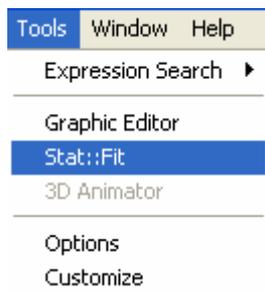
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

El proceso de atención comienza con la llegada de los clientes a la entrada, de allí el cliente se dirige al primer farmaceuta que este disponible, en caso que todos estén desocupados, el cliente se dirigirá al primer farmaceuta, si ese esta ocupado, se dirige al 2 y lo mismo para el tercer farmaceuta. Una vez atendido el cliente, se dirige a la salida y sale del sistema. Lo primero antes de comenzar la programación, es calcular el tiempo entre llegadas y el tiempo de servicio.

SOLUCION DEL TALLER 3 DE PROMODEL

- Ejecute el software
- Una vez desplegada la ventana del programa, dar clic en el menú **Tools** y seleccionar **Stat::Fit**

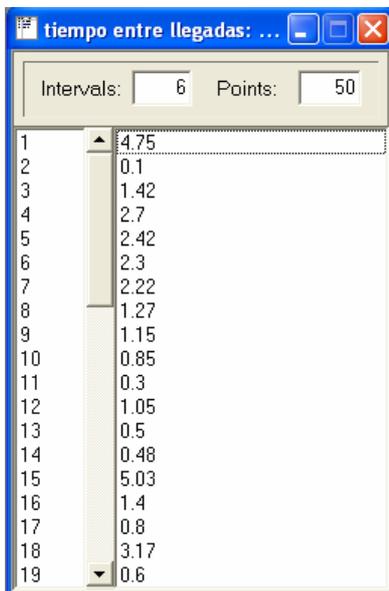
Figura 2. Ventada del programa



Fuente. Autor y software Pro Model

Se despliegan 2 ventanas, ir al menú **File**, dar clic y seleccionar "Save As" para guardar en la carpeta deseada. Una vez guardado el documento, en la ventana donde aparecen "Intervals" y "Points" hay 2 columnas. En la columna derecha comenzar a digitar los tiempos entre llegadas de los clientes (disponibles en la tabal 1).

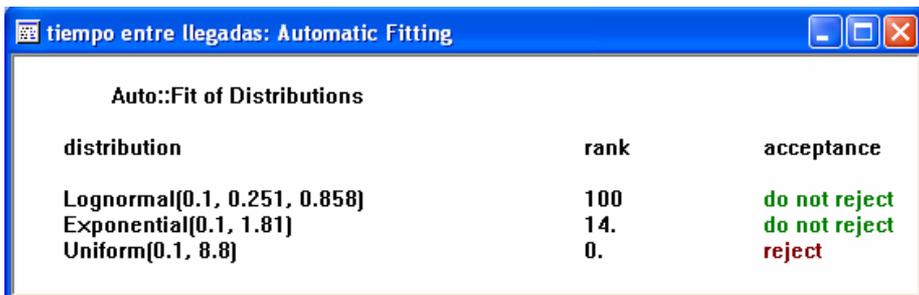
Figura 3. Cuadro de datos de Stad fit de Promodel.



Fuente. Autor y software Pro Model

Al haber cargado todos los datos, dar clic en **AUTO::FIT**. Se abre la ventana "Auto::Fit", aparecen unos datos predeterminados y en "Lowest Allowed Value" (valor más bajo permitido) aparece "0.1". Dar clic en "OK". Se despliega una ventana con los valores de las formulas a usar. Aparecen tres columnas; "distribution" donde se listan las distribuciones que pueden usarse para el tiempo entre llegadas, "rank" el rango de aceptación de cada distribución, y "acceptance" si se acepta o no la distribución. Para este caso se aceptan las 2 primeras distribuciones y se usara la distribución "Lognormal (1.1, 0.251, 0,858)".

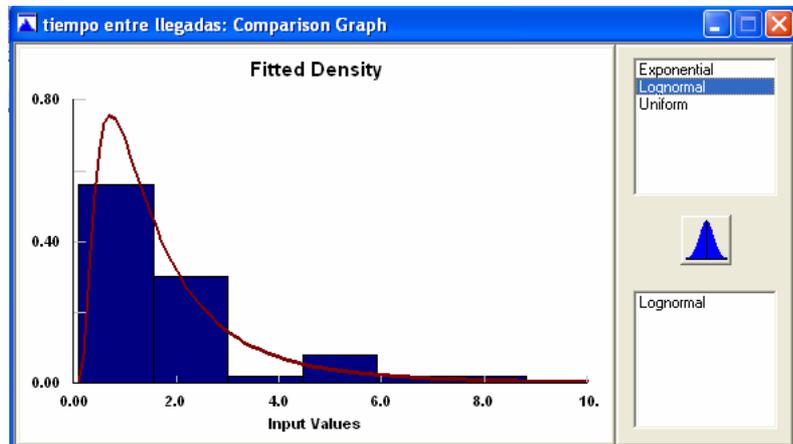
Figura 4. Reporte de encaje automático de datos con Promodel.



Fuente. Autor y software Pro Model

Si se quiere obtener la gráfica correspondiente a la distribución, dar clic en esta e inmediatamente saldrá

Figura 5. Gráfico de comparación con Promodel



Fuente. Autor y software Pro Model

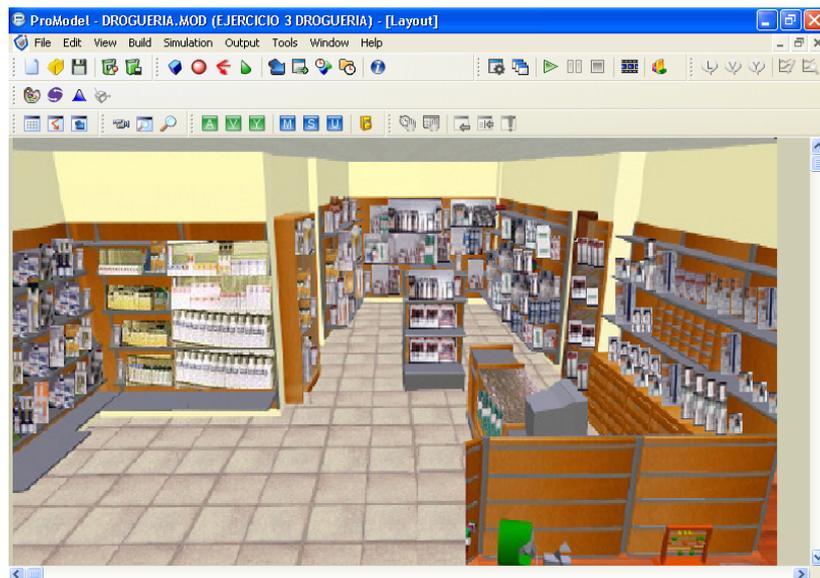
Para obtener la distribución correspondiente al tiempo de servicio se hace de la misma forma que para el tiempo entre llegadas; obteniendo “Lognormal (0.1, 0.108)”. No se usa la semilla 0.123

Una vez calculado el tiempo entre llegadas y el tiempo de servicio con Stat::Fit se procede a la programación del modelo. Comenzar por guardar el modelo a programar en la carpeta deseada, de la misma forma como se hizo para el Stat::Fit. Dar clic en **File**, luego en “Save As” buscar la carpeta y guardar el modelo.

Ambiente de fondo. Si se quiere dar un ambiente de fondo en la simulación, se realiza este paso, de lo contrario omitir y comenzar por programar las locaciones. Se puede poner una imagen de fondo para el layout sin necesidad de crearla con las herramientas de Promodel; una vez se tenga la imagen que se desea colocar en el layout , esta se debe guardar como tipo archivo “mapa de bits” (BMP) ó GIF , luego en **Build** /Back Ground Graphics / Behind Grid y en **Edit** “Import Graphic” buscar el archivo en la carpeta donde se guardo la

imagen .Si al llegar a la carpeta la imagen no aparece, seleccionar en “Tipo” si es archivo GIF, BMP, etc., dependiendo de cómo se guardo el archivo. Una vez esta seleccionada la imagen se hace clic sobre ella y le da Enter para que aparezca en el layout. Para este caso la imagen en el layout queda de esta forma:

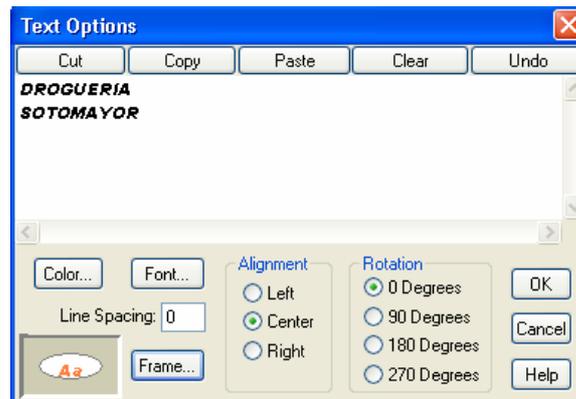
Figura 6. Imagen de fondo asignada al ejemplo.



Fuente. Autor y software Pro Model

Si además de la imagen de fondo, se quiere colocar detalles sobre la imagen tal como un letrero, mesa etc., ir al menú **Build /Back Ground Graphics / Front of Grid**, y en la parte izquierda de la pantalla aparece una barra de dibujo .Para agregar texto dar clic en el icono , y luego dar clic en el layout. Aparece la ventana “Text Options” donde se coloca el texto, se modifica el tipo, tamaño y color de la letra, además de poder escoger si el texto esta dentro de un rectángulo, elipse, etc. Entre otras funciones. Una vez hecho el letrero de la forma deseada, se da clic en “OK” y aparece en el layout.

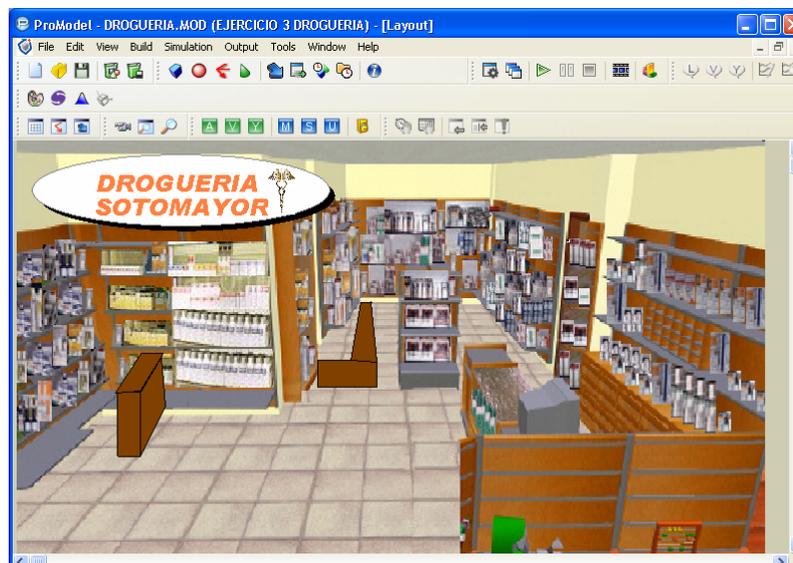
Figura 7. Opciones de texto



Fuente. Autor y software Pro Model

Para crear figuras dentro del layout hacer uso de la barra de dibujo que consta de varias figuras geométricas. Una vez realizados los cambios al layout este queda de la siguiente forma y listo para llevar a cabo la programación del proceso:

Figura 8. Asignación de letreros a una imagen de fondo en Promodel



Fuente. Autor y software Pro Model

Construya las locaciones. Una vez terminada la imagen de fondo se comienza a trabajar en las locaciones. Se cuenta con 3 farmaceutas, una entrada y una salida. Para definir estas locaciones, abrir menú **Build** y dar clic

en **Locations**; se desplegarán tres ventanas en pantalla: **Locations**, **Graphics** y **Layout**. En **Locations** se definen las características de las locaciones, en la segunda los gráficos, y en **Layout** se configura el modelo a nivel general.

Para crear la ENTRADA, ir a la ventana **Graphics** y dar clic en , ya en la ventana **Layout** dar clic y luego desplazarse en la dirección que desea, se muevan las entidades. Una vez ubicada la locación, dar doble clic sobre el y cambiar las especificaciones. Es "Queue" (cola) y no "Conveyor" (cinta transportadora) ya que en la ENTRADA se formarán colas dependiendo del tiempo entre llegadas. Se pueden cambiar los estilos "Style" en forma de rollo, sólido o línea. Los colores predeterminados también pueden cambiarse a gusto del programador en "Border Color" y "Fill Color". Una vez hechos los cambios dar clic en "OK".

Figura 9. Cinta transportadora



Fuente. Autor y software Pro Model

Ya que el icono tiene un nombre preasignado en el campo **Name** de la ventana **Locations**, este se puede cambiar simplemente seleccionando y escribiendo el nombre la locación, en este caso "ENTRADA". Hacer clic el botón de la ventana **Graphics**  y luego dar clic en **Layout** para agregar texto a la localización.

En la ventana **Locations**, en el campo que dice **Cap.** Escribir "1". La información de las columnas siguientes para la locación se deja como el software lo tenga predeterminado. Para crear "FARMACEUTA1", dar clic en cualquier icono del área **Graphics** lado derecho y luego clic en el espacio de **Layout** (teniendo en cuenta que tenga alguna similitud con la locación), repetir el paso para agregar texto, cambiar el nombre preasignado.

Asigne el terreno de la entidad. Dar clic en el icono de localización de la ventana **Graphics**  y dentro de la ventana **Layout** colocarlo donde queremos que llegue la entidad. (recordar desmarcar la opción "NEW" para no crear una nueva localización). La locación puede atender un cliente por vez **.Cap.** de 1. La información de las columnas siguientes para la locación se deja como el software lo tenga predeterminado. Las locaciones "FARMACEUTA2", "FARMACEUTA3" y "SALIDA" se crean de la misma forma que para "FARMACEUTA1" seleccionando en la ventana **Graphics** un icono que las represente a cada una y con la misma capacidad.

Asigne contadores. A todas las locaciones se les agregara un contador para que durante la simulación sea visible la cantidad de entidades que están pasando por la locación. Seleccionar la locación deseada dentro del **Layout**, en la ventana **Graphics** hacer clic en el icono  (desmarcando antes la casilla de "New" para no crear una nueva entidad) y nuevamente en el **Layout** colocarlo en la locación seleccionada.

Defina entidades. Ya definida la configuración del proceso, se definirá la entidad la cual es el cliente. Abrir el menú **Build** y dar clic en **Entities**. Se despliegan 3 ventanas: **Entities**, **Entity Graphics** y **Layout**. El definir las entidades y su edición se realiza con los procedimientos parecidos usados en las locaciones.

Figura 10. Entidades

```
*****
*                               Entities                               *
*****

Name      Speed (mpm)  Stats      Cost
-----
cliente   50          Time Series
```

Fuente. Autor y software Pro Model

Una vez definidas las entidades, se determinara su frecuencia de llegada, para esto, abrir el menú **Build** y dar clic en **Arrivals**. Se desplegara la ventana Arrivals. Seleccionar el botón **Entity** para seleccionar la entidad "cliente". Especificar que la entidad llegará a la localización "ENTRADA"

- En la columna **Qty Each**, la cantidad de clientes que llegan cada vez que se cumple el tiempo entre llegadas, es de "1" para este caso.
- Para la columna **First Time** se coloca la ocurrencia del primer evento de llegada, el cual es de cero (0).
- En la columna **Occurrences** se coloca el número de repeticiones del evento de llegada, el cual es infinito "INF" puesto que se admitirá un número infinito de eventos de llegada.

Para la columna **Frequency** especificar el tiempo entre llegadas, el cual ya fue calculado en el Stat::Fit y dio como resultado una distribución. "Lognormal (0.1, 0.108)".

Cree la trayectoria. Abrir el menú **Path Networks**, en la columna **Graphic** se selecciona el color de la trayectoria para que sea visible si se quiere o no durante la simulación, para este caso no será visible y se destilda la opción "visible", dar clic en "OK". En la columna **Name** se escribirá el nombre que se le dará a la trayectoria, en este caso "RUTA_CLIENTE".En la columna **Type Set** se puede definir la posibilidad de rebasar dentro de la trayectoria , para este

caso se dejara la opción “Passing”. La columna **T/S** se usa para determinar si los movimientos son con base en el tiempo o la velocidad, se dejara la opción predeterminada “Speed & Distance”. En la columna “**Path**” se crea y editan las trayectorias y los nodos.

Dar clic con el botón izquierdo del Mouse en la venta **Layout** para marcar el inicio de la ruta, en este caso dar clic izquierdo en “ENTRADA” y dar clic derecho cuando haya llegado a “FARMACEUTA1”. Así se abra creado el primer nodo; de la misma forma para farmaceuta 2 y 3 empezando desde “ENTRADA”. De esta forma se habrán creado los nodos 2 y 3. crear una trayectoria desde “FARMACEUTA1” hasta “SALIDA”, y lo mismo para los otros farmaceutas hasta “SALIDA”. Terminando de esta forma la ruta del cliente.

- Ir a la columna “**Interfaces**” seleccionarla y en la ventana se encuentran “**Node**” y **Location**. Ya que en total hay 5 nodos, hacer corresponder cada nodo con su respectiva locación. Para el primero seleccionar “N1” para “**Node**” y “ENTRADA” para “Location”, “N2” corresponde la locación “FARMACEUTA1”, “N3” a “FARMACEUTA2”, “N4” a “FARMACEUTA3”, y “N5” a “SALIDA”.
- Para este momento la ventana “**Paths**” debe tener 6 trayectorias, en “**Interfaces**” 5, en “**Nodes**” 5, en la ventana “**Mappings**” 12 la cual se crea automáticamente.

Figura 11. Path Networks

```

*****
*                                     Path Networks                                     *
*****
Name      Type      T/S      From      To      BI      Dist/Time  Speed Factor
-----
RUTA_CLIENTE  Passing  Speed & Distance  N1       N2       Bi       34.90      1
                    N1       N3       Bi       60.86      1
                    N1       N4       Bi       47.69      1
                    N2       N5       Bi       57.97      1
                    N3       N5       Bi       22.06      1
                    N4       N5       Bi       50.95      1

*****
*                                     Interfaces                                     *
*****
Net      Node      Location
-----
RUTA_CLIENTE  N1      ENTRADA
                    N2      FARMACEUTA1
                    N3      FARMACEUTA2
                    N4      FARMACEUTA3
                    N5      SALIDA

*****
*                                     Mapping                                     *
*****
Net      From      To      Dest
-----
RUTA_CLIENTE  N2      N1
                    N3      N1
                    N4      N1
                    N5      N3
                    N1      N2
                    N3      N5
                    N5      N2
                    N1      N3
                    N2      N5
                    N4      N5
                    N1      N4
                    N5      N4

```

Fuente. Autor y software Pro Model

Defina el proceso. La lógica de la simulación se define en **Processing**. Se despliegan dos ventanas: **Process** y **Routing**. En la primera ventana se definen las operaciones que recaen sobre las entidades y en la segunda ventana se define la ruta para el proceso.

- El proceso de programar la lógica de la atención al cliente se muestra a continuación:

Tabla 2. Entidad, locación, operación, saluda, destino, ruta y movimiento lógico

Entit y	Location	Operation	Outp ut	Destinati on	Rule	Move Logic
client e	ENTRAD A		client e	FARMAC EUTA1	FIRS T 1	MOVE ON RUTA_C LIENTE
			client e	FARMAC EUTA2	FIRS T	MOVE ON RUTA_C LIENTE
			client e	FARMAC EUTA3	FIRS T	MOVE ON RUTA_C LIENTE
client e	FARMAC EUTA1	WAIT L(0.1, 0.108)MIN	client e	SALIDA	FIRS T 1	MOVE ON RUTA_C LIENTE
client e	FARMAC EUTA2	WAIT L(0.1, 0.108)MIN	client e	SALIDA	FIRS T 1	MOVE ON RUTA_C LIENTE
client e	FARMAC EUTA3	WAIT L(0.1, 0.108)MIN	client e	SALIDA	FIRS T 1	MOVE ON RUTA_C LIENTE
client e	SALIDA		client e	EXIT	FIRS T 1	

Fuente. Autor y software Pro Model

En la anterior tabla se muestra como el cliente al entrar tiene la posibilidad de ser atendido por el farmaceuta 1 si esta libre, de lo contrario, entrara al farmaceuta 2, y si este esta ocupado entrara al farmaceuta 3, todos con un tiempo de atención L (0.1, 0.108) MIN. Posteriormente se dirige a salida y saldrá del sistema al pasar a “EXIT”. Entrar al menú Build y seleccionar “**General Information**”, en *Time Units* seleccionar “minutes” y para *Distance Units* seleccionar “Meters”. Seleccionar “OK”.

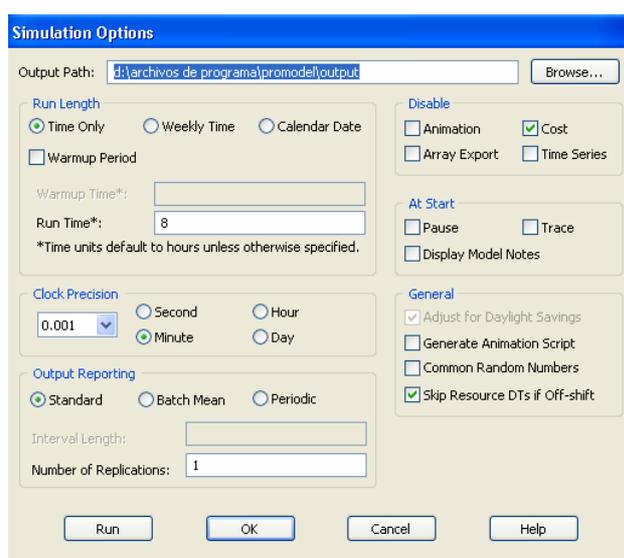
Figura 12 Informacion general



Fuente. Autor y software Pro Model

Entrar al menú **Simulation/Options** y en *Run Length* tildar “Time Only” y “Warmup Period” , un *Run time** de 8. *Clock Precision* en “minute” , *Out Reporting* “Standard” y *Number Replications* “1”. Seleccionar “OK”.

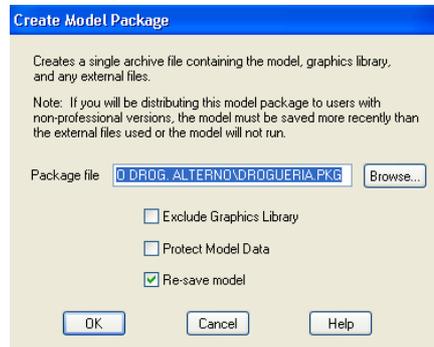
Figura 13. Opciones simulacion



Fuente. Autor y software Pro Model

- Dar clic en **File/ Model Package** para guardar y comprimir el archivo que contiene el modelo con Graphics library. Dar clic en “OK”.

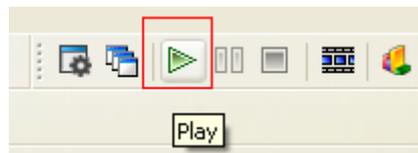
Figura 14. Model Package



Fuente. Autor y software Pro Model

Una vez hecha la programación, se procede a correr el modelo. En la parte superior de la pantalla aparece el icono de play, dar clic y el modelo comenzará a correr.

Figura 15. Opciones correr modelo



Fuente. Autor y software Pro Model

Al terminar la simulación se desplegará un mensaje de confirmación. Para ver los resultados dar clic en **Yes**. Los datos que son mostrados en esta ficha corresponden al archivo usado para obtener los resultados, fecha y hora a la que fue realizada la simulación.

Figura 16. Generacion de resultados

promodel stad fit.MOD (Normal Run - Rep. 1)	
Name	Value
Run Date/Time	03/05/2009 01:32:12 p.m.
Model Title	Normal Run
Model Path/File	F:\Ejercicios de Informatica para Ingenieros Industriales\TALLERES\TALLERES RESUELTOS\RESUELTOS PROMODEL\PROMODEL STAD FIT\...
Warmup Time (HR)	0
Simulation Time (HR)	8

Fuente. Autor y software Pro Model

RESULTADOS

- e) ¿Cual fue el tiempo de espera promedio de un cliente antes de entrar al sistema?
- 0.00 minutos.

Figura 16. Generación de resultados

promodel stad fit.MOD (Normal Run - Rep. 1)							
Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (MIN)	Avg Time In Move Logic (MIN)	Avg Time Waiting (MIN)	Avg Time In Operation (MIN)	Avg Time Blocked (MIN)
CLIENTES	1090,00	5,00	1,83	0,94	0,00	0,42	0,48

Fuente. Autor y software Pro Model

- f) ¿Cual es el porcentaje de utilización para cada farmaceuta?
- FARMACEUTA1. 31.45%; FARMACEUTA 2. 54.05%; FARMACEUTA 3. 34.51%

Figura 17. Generación de resultados

Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
FARMACEUTA1	8,00	1,00	394,00	0,38	0,31	1,00	0,00	31,45
FARMACEUTA2	8,00	1,00	373,00	0,70	0,54	1,00	1,00	54,05
FARMACEUTA3	8,00	1,00	326,00	0,61	0,42	1,00	1,00	41,76
ENTRADA	8,00	1,00	1095,00	0,33	0,76	1,00	1,00	76,19
SALIDA	8,00	1,00	1090,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00

Fuente. Autor y software Pro Model

g) ¿Cuanto tiempo en promedio demora un cliente en el sistema?

- 1.83 minutos.

Figura 18. Generación de resultados

Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (MIN)	Avg Time In Move Logic (MIN)	Avg Time Waiting (MIN)	Avg Time In Operation (MIN)	Avg Time Blocked (MIN)
CLIENTES	1090,00	5,00	1,83	0,94	0,00	0,42	0,48

Fuente. Autor y software Pro Model

h) ¿Cuántas personas salen del sistema una vez finalizada la simulación?

- 1090 clientes.

Figura 18. Generación de resultados

Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
FARMACEUTA1	8,00	1,00	394,00	0,38	0,31	1,00	0,00	31,45
FARMACEUTA2	8,00	1,00	373,00	0,70	0,54	1,00	1,00	54,05
FARMACEUTA3	8,00	1,00	326,00	0,61	0,42	1,00	1,00	41,76
ENTRADA	8,00	1,00	1095,00	0,33	0,76	1,00	1,00	76,19
SALIDA	8,00	1,00	1090,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00

Fuente. Autor y software Pro Model

Una vez resuelto este taller, los estudiantes ahora saben aplicar módulos y herramientas nuevas del software adicional a las ya empleadas anteriormente en los talleres 1 y 2, se desenvuelven con mayor agilidad al desarrollar un caso en Promodel y comprenden las ventajas en información que proporciona la simulación del software para una empresa real.

TALLER 3

UPB - PRODUCCIÓN
TALLER ProModel

OBJETIVO:	Resolver un modelo de producción con instrumentos más allá de los básicos de ProModel.
------------------	--

Semana:14

COMPROBACIÓN DE LECTURA	Simulación con ProModel
SOFTWARE UTILIZADO	ProModel
MATERIAL	Computador
TEMÁTICA	Instrumentos de ProModel

La empresa “el pollito KIKO” es una empresa que se dedica a la cría y venta de pollos. Para el proceso final de sacrificio y empaque la empresa dispone de una pequeña planta dividida en cuatro secciones.

1ª. Una jaula donde están encerrados los pollos vivos.

2ª. Dos máquinas en paralelo para sacrificio. El sacrificio incluye muerte, quitar las plumas y despresar. La primera máquina tiene una velocidad de sacrificar 10 pollos por hora y la segunda máquina tiene una velocidad de 20 pollos por hora. En ambas maquinas el proceso es automático.

3ª. Una maquina de empaque. La tasa de producción es de 2 minutos por pollo. La maquina de empaque necesita ser operada por un operario.

4ª. Un congelador.

El proceso general es el siguiente.

Los pollos están encerrados en la jaula. Un dispositivo automático toma un pollo cada 2 minutos y lo manda a la sección de sacrificio. La probabilidad de que se dirija a la máquina 1 es del 33%, y la probabilidad que sea procesado en la maquina 2 es del 67%. El tiempo de transporte desde la jaula hasta la sección de sacrificio es de un minuto.

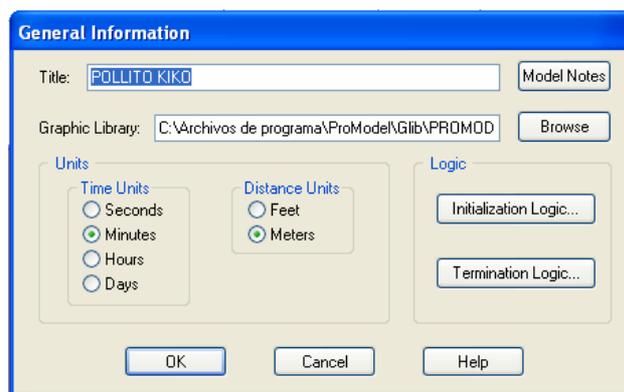
Después de salir de la sección de sacrificio son transportados por un dispositivo automático hasta la sección de empaque, con un tiempo de traslado de medio minuto. En la sección de empaque el operario toma el pollo lo revisa, lo limpia y lo mete en una bolsa. Luego el mismo operario lleva el pollo hasta el congelador y después de guardarlo regresa a la sección de empaque. El tiempo de transporte es de un minuto.

Elabore el proceso utilizando el esquema de process de promodel.

Process				Routing				
No.	Entity	Location	operation	No.	Output	Destination	Rule	Move logic

SOLUCIÓN DEL TALLER

Abra el aplicativo de promodel que disponga, para este ejemplo se usará promodel versión 7. Por defecto aparecerá el siguiente cuadro de dialogo en el que se establece la información general. Las unidades de tiempo se establecen en minutos y distancia en metros, tal cual como el enunciado del ejercicio lo indica. Ahora de clic en ok.



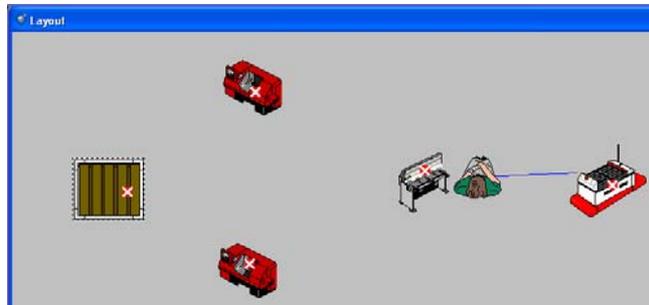
1. DEFINA LAS LOCACIONES por medio de la ruta Build - locations; de la cual saldrá el siguiente cuadro de dialogo (solo que vacío).

Icon	Name	Cap.	Units	DTs...	Stats	Rules...
	jaula	100	1	None	Time Series	Oldest
	maquina_A	100	1	None	Time Series	Oldest
	maquina_B	100	1	None	Time Series	Oldest
	empaque	100	1	None	Time Series	Oldest
	congelador	100	1	None	Time Series	Oldest

Inicie desactivando la casilla new y luego coloque nombre a cada locación a través de la casilla name, asigne una figura para las locaciones seleccionando el dibujo en Graphics y arrastrándola hasta la ventana layout, del mismo modo coloque las entity spot¹⁵, una en cada locación, defina la capacidad de cada locación en Cap.; para nuestro ejemplo se estableció como 100 unidades en

¹⁵ Entity spot es la equis blanca encerrada en el cuadro rojo. Se le debe asignar una a cada locación, esto se hará arrastrándola(s) hasta la(s) locación (es) previamente seleccionada. Sirven para que las entidades broten o pasen por medio de ellas.

cada una de las locaciones y como el ejemplo no nos especifica mas, pues en Rules... se queda Oldest que está por defecto. Finalmente quedará la siguiente manera el cuadro layout.



2. DEFINA ENTIDADES por medio de la ruta Build- Entities. Del mismo modo coloque los nombres de las entidades que le pide el ejercicio en la casilla name, los cuales son pollo, presa y producto final. Se podría dejar solo pollo como la única entidad y de todos modos la simulación correría, pero como el pollo es una entidad que esta en la jaula y luego pasa a una de las 2 máquinas de sacrificio y despresado, pues lo que sale de allí ya no es un pollo, sino presas de pollo...ahora sucede lo mismo cuando las presas son empacadas, ya no son presas, ahora es un producto terminado. De este modo vamos definiendo las transformaciones de la entidad a lo largo de la línea de producción.

Entities			
Icon	Name	Speed (mpm)	Stats
	POLLO	50	Time Series
	PRESA	50	Time Series
	PRODUCTO_FINAL	50	Time Series

3. DEFINA LA RUTA DEL OPERARIO por medio de la ruta Build- Path Networks. Por defecto aparece Net1 como el nombre de la primera ruta, use ese nombre o cámbielo si lo considera necesario, para este ejemplo se ha dejado como Net1 a la ruta que hace el operario de la locación de empaque hasta la de congelamiento y viceversa.

Graphic...	Name	Type	T/S	Paths...	Interfaces...	Mapping...	Nodes
	Net1	Passing	Speed & Distance	1	2	0	2

Ya definido el nombre de la ruta, establezca el sentido de la ruta con el puntero del Mouse, señalando la locación de la cual debe partir la trayectoria con un clic, luego desplace el puntero del Mouse hasta la locación destino y haga doble clic para indicar que es el fin de ese nodo de ruta. Se crearán entonces dos puntos N1 y N2, donde N1, es el punto inicial de la ruta y N2 el final.

From	To	BI	Distance
N1	N2	Bi	16.72

Ahora entre a interfaces Y defina los nodos con las locaciones.

Node	Location
N1	empaque
N2	congelador

4. DEFINA LOS RECURSOS por medio de la ruta Buld – Resources. Cree el recurso empacador asignándole el nombre “empacador” en la casilla Name.

Icon	Name	Units	DTs...	Stats	Specs...	Search...	Logic...	Pts...	Notes...
	empacador	1	None	By Unit	Net1, N1, Rti None		0	1	

Entre a specs... y active la red “Net1” en la casilla “Path Network” dando clic en la pesaña y eligiéndola. Ahora asigne al nodo N1 como Home. De clic en Ok.

Specifications

Path Network: Nodes

Home: Off Shift:

Return Home If Idle Break:

Resource Search

Closest Resource
 Least Utilized
 Longest Idle

Entity Search

Longest Waiting
 Closest Entity
 Min Attribute
 Max Attribute

Motion

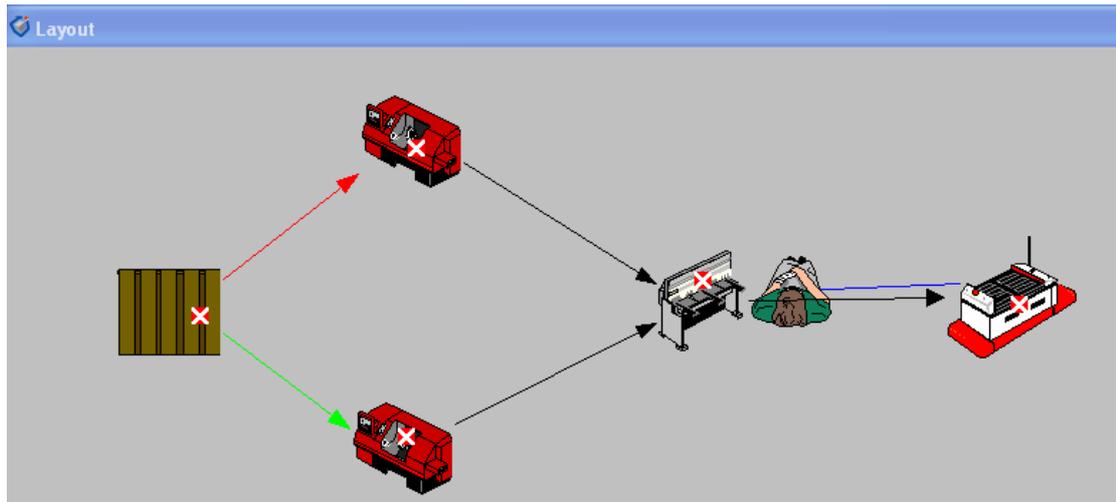
Speed (Empty): mpm
Speed (Full): mpm
Accelerate: mps
Decelerate: mps
Pick-up Time: Seconds
Deposit Time: Seconds

5. DEFINA EL PROCESO por medio de la ruta Build- Process. El siguiente cuadro establece todo el procesamiento del ejercicio.

Process			Routing			
Entity	Location	operation	Output	Destination	Rule	Move logic
POLLO	JAULA		POLLO	MAQUINA A MAQUINA B	0,33	MOVE FOR 1 MIN MOVE FOR 1 MIN
POLLO	MAQUINA A	WAIT 6 MIN	PRESA	EMPAQUE		MOVE FOR 0.5 MIN
POLLO	MAQUINA B	WAIT 3 MIN	PRESA	EMPAQUE		MOVE FOR 0.5 MIN
PRESA	EMPAQUE	GET OPERARIO WAIT 2 MIN FREE OPERARIO	PRODUCTO FINAL	CONGELADOR		MOVE WITH OPERARIO FREE

Entity...	Location...	Operation...	Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
POLLO	jaula		1	POLLO	maquina_A	0.330000 1	MOVE FOR 1 MINDD
POLLO	maquina_A	WAIT 6 MIN					
POLLO	maquina_B	WAIT 3 MIN					
PRESA	empaquet	GET empacador					
PRODUCTO_FINAL	congelador						

Finalmente quedará la siguiente imagen



6. **DEFINA LOS ARRIBOS** por medio de la ruta Build-Arrivals tal como aparece en la siguiente imagen.

Entity...	Location...	Qty Each...	First Time...	Occurrences	Frequency	Logic...	isabl
POLLO	jaula	1		inf	2		No

Nota: en First Time...coloque cero 0

7. **DEFINA LAS OPCIONES DE SIMULACIÓN** por medio de la ruta *simulation-Options*, para este caso se ha elegido una corrida de 50 horas. Finalmente colóquelo a correr dando clic en Run

Simulation Options

Output Path: c:\archivos de programa\promodel\output Browse...

Run Length
 Time Only Weekly Time Calendar Date
 Warmup Period

Warmup Time*:
 Run Time*: 50
*Time units default to hours unless otherwise specified.

Clock Precision
 Second Hour
 Minute Day

Output Reporting
 Standard Batch Mean Periodic
 Interval Length:
 Number of Replications: 1

Disable
 Animation Cost
 Array Export Time Series

At Start
 Pause Trace
 Display Model Notes

General
 Adjust for Daylight Savings
 Generate Animation Script
 Common Random Numbers
 Skip Resource DTs if Off-shift

ANEXOS

Resultados

POLLO KIKO.MOD (Normal Run - Rep. 1)	
Name	Value
Run Date/Time	12/06/2009 05:19:54 p.m.
Model Title	POLLITO KIKO
Model Path/File	C:\Documents and Settings\Usuario\Escritorio\Ejercicios de Informatica para...
Warmup Time (HR)	0
Simulation Time (HR)	50

General Report (Normal Run - Rep. 1)									
General	Locations	Location States Multi	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States		
POLLO KIKO.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization	
jaula	50,00	100,00	1435,00	56,14	26,85	100,00	99,00	26,85	
maquina A	50,00	100,00	458,00	248,96	38,01	78,00	49,00	38,01	
maquina B	50,00	100,00	877,00	217,22	63,50	100,00	100,00	63,50	
empaque	50,00	100,00	1186,00	229,58	90,76	100,00	100,00	90,76	
congelador	50,00	100,00	1086,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	

General Report (Normal Run - Rep. 1)						
General	Locations	Location States Multi	Resources	Resource States	Failed Arrivals	
POLLO KIKO.MOD (Normal Run - Rep. 1)						
Name	Scheduled Time (HR)	% Empty	% Part Occupied	% Full	% Down	
jaula	50,00	56,36	37,42	6,22	0,00	
maquina A	50,00	6,97	93,03	0,00	0,00	
maquina B	50,00	3,67	62,00	34,33	0,00	
empaque	50,00	0,22	32,92	66,86	0,00	
congelador	50,00	100,00	0,00	0,00	0,00	

General Report (Normal Run - Rep. 1)								
General	Locations	Location States Multi	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	
POLLO KIKO.MOD (Normal Run - Rep. 1)								
Name	Units	Scheduled Time (HR)	Number Times Used	Avg Time Per Usage (MIN)	Avg Time Travel To Use (MIN)	Avg Time Travel To Park (MIN)	% Blocked In Travel	% Utilization
empacador	1,00	50,00	2221,00	1,18	0,16	0,00	0,00	99,78

General Report (Normal Run - Rep. 1)						
General	Locations	Location States Multi	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity
POLLO KIKO.MOD (Normal Run - Rep. 1)						
Name	Scheduled Time (HR)	% In Use	% Travel To Use	% Travel To Park	% Idle	% Down
empacador	50,00	87,69	12,09	0,00	0,22	0,00

General Report (Normal Run - ...)

General | Locations | Location States Multi | F

POLLO KIKO.MOD (Normal Run - Rep. 1)

Entity Name	Location Name	Total Failed
POLLO	jaula	65,00

General Report (Normal Run - Rep. 1)

General | Locations | Location States Multi | Resources | Resource States | Failed Arrivals | Entity Activity | Entity States

POLLO KIKO.MOD (Normal Run - Rep. 1)

Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (MIN)	Avg Time In Move Logic (MIN)	Avg Time Waiting (MIN)	Avg Time In Operation (MIN)	Avg Time Blocked (MIN)
POLLO	0,00	249,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PRESA	0,00	52,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PRODUCTO FINAL	1086,00	48,00	458,36	121,80	116,84	6,01	213,70

General Report (Normal Run - Rep. 1)

General | Locations | Location States Multi | Resources | Resource States | Failure

POLLO KIKO.MOD (Normal Run - Rep. 1)

Name	% In Move Logic	% Waiting	% In Operation	% Blocked
POLLO	0,00	0,00	0,00	0,00
PRESA	0,00	0,00	0,00	0,00
PRODUCTO FINAL	26,57	25,49	1,31	46,62

TALLER 4

UPB - PRODUCCIÓN
TALLER ProModel

OBJETIVO:	Resolver un modelo de producción con instrumentos más allá de los básicos de ProModel.
------------------	--

Semana:12

COMPROBACIÓN DE LECTURA	Simulación con ProModel
SOFTWARE UTILIZADO	ProModel
MATERIAL	Computador
TEMÁTICA	Instrumentos de ProModel

METODOLOGÍA

Se explican características de los comandos a utilizar en el ejercicio.

Se distribuye la guía del problema a desarrollar.

Se explica detenidamente el proceso por el cual tendrá que pasar la tela para convertirse en un producto terminado.

OBJETIVOS A CUMPLIR:

- Distinguir y poder aplicar módulos más allá de los básicos del Software.
- Familiarizarse aun más con el modelo de simulación ProModel.
- Lograr hacer funcionar el modelo de producción y detectar posibles errores debido a la complejidad media de este.

RESUMEN EJERCICIO:

Es un proceso de producción en el cual se fabrican mesas para café tipo exportación. Se cuenta con 4 operarios, almacén de materia prima, máquina de corte (9 min.), una cola para maquinado, proceso de maquinado (12 min.), proceso de lijado (18 min.), una cola antes de entrar a las máquinas ensambladoras, 2 máquinas ensambladoras (30 min. c/u), una cola antes de la máquina acabados, máquina acabados (7.5 min.), cola para la máquina empaque, máquina de empaque (3 min.), y el almacén de producto terminado. La madera tiene un tiempo entre llegadas de 120 minutos. El tiempo de simulación es de 8 horas.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

El proceso comienza con la llegada de la madera al almacén de materia prima y de ahí un operario lleva la pieza para corte, la pieza seguirá pasando por las diferentes máquinas con ayuda de los 4 operarios hasta llegar al almacén de producto terminado. Durante el proceso, la pieza tendrá una probabilidad del 50% de pasar por la ensambladora 1 o por la ensambladora 2. Ahora se procede a realizar la programación para la simulación en ProModel.

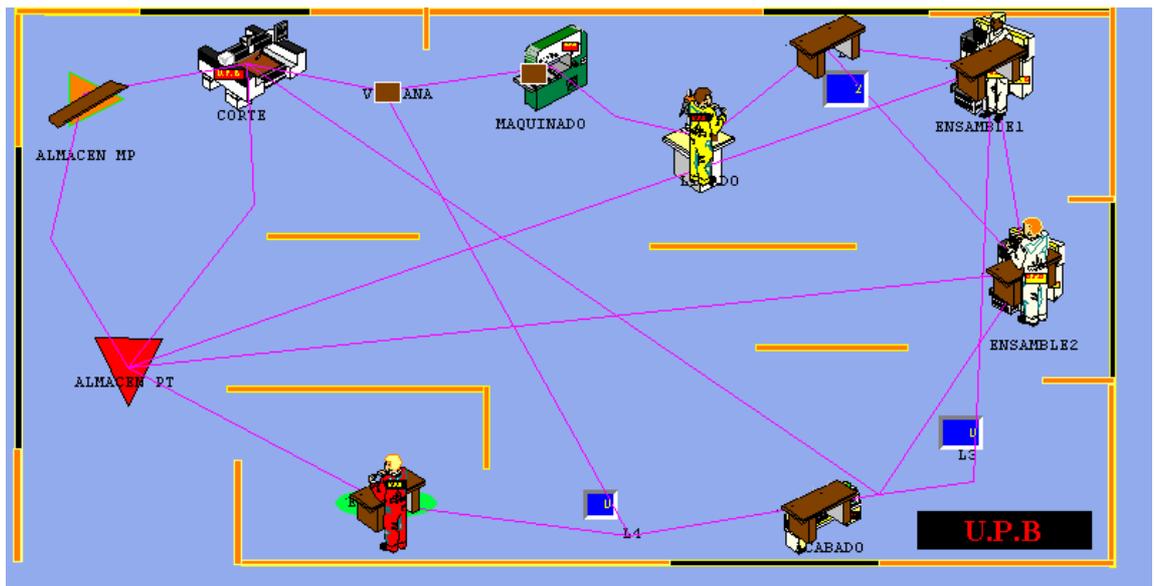
SOLUCION DEL TALLER DE PROMODEL

- Ejecute el software
- Si se quiere dar un ambiente de fondo en la simulación, siga las siguientes instrucciones, de lo contrario omitir y comenzar a programar las locaciones. Entrar al menú **Build** y dar clic en **Background Graphics/ Front of Grid**, aparece una nueva ventana "Background Graphics (Front of Grid)" pero para este ejercicio no se hará necesaria hacer uso de ella; nos centraremos en la barra de dibujo al lado izquierdo de la pantalla. Seleccionar el *rectángulo* y

colocarlo verticalmente en la parte izquierda del **Layout** simulando una pared muy delgada, véase la figura 1.

Paralelamente a la pared colocar otra igual (el fin de esto es formar el escenario donde se llevará a cabo la simulación). La tercera pared se hace con el mismo rectángulo, pero esta vez se coloca en la parte superior de la pantalla de forma horizontal. Paralelamente a esta ultima pared superior, se crea otra igual para cerrar el rectángulo dejando un espacio para la entrada. Se pueden añadir mas detalles si se quiere a gusto del programador, el resultado final de este procedimiento se refleja en la siguiente.

Figura 1. Cuadro de diseño de escenarios para la simulación en Promodel.



Una vez desplegada la ventana del programa se comienza a trabajar en las locaciones. Se cuenta con almacén de mp, corte, MAQUINADO, LIJADO, ENSAMBLE 1 y ENSAMBLE 2, maquina de acabados, empaque, almacén de PT, ventana (cola), L2, L3 Y L4 (colas):

Name	Capacity	Units	Statistics
ALMACEN_MP	infinite	1	Time Series Oldest
CORTE	1	1	Time Series Oldest
MAQUINADO	1	1	Time Series Oldest
LIJADO	1	1	Time Series Oldest
ENSAMBLE1	2	1	Time Series Oldest
ENSAMBLE2	1	1	Time Series Oldest
ACABADO	1	1	Time Series Oldest
EMPAQUE	1	1	Time Series Oldest
ALMACEN_PT	1	1	Time Series Oldest
VENTANA	4	1	Time Series Oldest
L2	10	1	Time Series Oldest
L3	10	1	Time Series Oldest
L4	10	1	Time Series Oldest

Para definir estas locaciones, abrir menú **Build** y dar clic en **Locations**; se despliegan tres ventanas en pantalla: **Locations**, **Graphics** y **Layout**. En

locations se definen las características de las locaciones, en la segunda los gráficos, y en Layout se configura el modelo a nivel general.

Para la ventana **Graphics** en la columna izquierda debajo de “**New**” se encuentra el icono “□” este al ser señalado por el Mouse aparece la palabra “region”, dar clic sobre el y luego clic en el espacio de **Layout**, así se abra creado la primera localización. Ya que el icono tiene un nombre preasignado en el campo **Name**, este se puede cambiar simplemente seleccionando y escribiendo, en este caso “ALMACEN MP”.

Hacer clic el botón de **Graphics**  y luego dar clic en **Layout** para agregar texto a la localización. (antes de realizar esto es necesario desmarcar la opción “NEW” en **Graphics** para no crear una nueva localización). En este caso se considera que la madera que llegue puede esperar a ser atendida, para esto se le asignará al almacén de mp una capacidad infinita en el campo que dice **Cap.** Escribir “infinite”.

Para crear corte, dar clic en cualquier icono del área **Graphics** lado derecho y luego clic en el espacio de **Layout**, repetir el paso para agregar texto, cambiar el nombre preasignado.

- Dar clic en el icono de localización de la ventana **Graphics**  y dentro de la ventana **Layout** colocarlo donde queremos que llegue la entidad. (recordar desmarcar la opción “NEW” para no crear una nueva localización).
Cap. de 1
- Para crear MAQUINADO, LIJADO, ENSAMBLE 1, ENSAMBLE 2, y maquina de acabados, se definen de la misma forma que la localización anterior seleccionando en la ventana de **Graphics** cualquier icono que las represente, con **Cap.** de 1 cada una, a excepción de ENSAMBLE 1 que tiene una **Cap.** de 2.
- Al haber creado las 2 ensambladoras, cambiar para la primera en **Units** por “2”, inmediatamente se crea otra ensambladora y en la columna “Rules” se habilita la opción “*selecting a unit*”, la cual solo aparece si la locación tiene

múltiples unidades , y aparece predeterminada la opción “First Available” lo que quiere decir que se selecciona la primera unidad o localización; pero para este ejercicio no se necesitara de una nueva ensambladora ya que se había creado otra y volveremos a colocar en **Units** “1”. La opción se deshabilita inmediatamente pero la opción “First Available” quedara marcada lo cual no genera cambio alguno al modelo.

- Para crear empaque, dar clic en el icono de localización de la ventana **Graphics** (circulo rojo con equis blanca) y dentro de la ventana **Layout** colocarlo donde queremos que llegue la entidad. Agregar texto a la localización, y darle una **Cap.** de 1.
- Para crear almacén de PT, ventana, L2, L3 y L4, se definen de la misma forma que la localización anterior, con Cap.1 para la primera, 4 para la segunda y para los últimos 3, Cap. 10 cada uno. Para las locaciones L2, L3 y L4, adicionalmente se les agregara un contador a cada uno para que durante la simulación sea visible la cantidad de entidades que están pasando por la localización, o en este caso cuanta cola se forma en ellas. En la ventana **Graphics** hacer clic en el icono  (desmarcando antes la casilla de “New” para no crear una nueva entidad).

```

*****
*
*                               Formatted Listing of Model:
*   D:\JOCHI\TESIS\segundo caso produccion ejercicio mesa de cafe\coffee.MOD
*
*****

Time Units:                      Minutes
Distance Units:                  Meters

*****
*                               Locations
*
*****

Name      Cap      Units  Stats      Rules      Cost
-----
ALMACEN_MP infinite 1      Time Series Oldest, ,
CORTE     1            1      Time Series Oldest, ,
MAQUINADO 1            1      Time Series Oldest, ,
LIJADO    1            1      Time Series Oldest, ,
ENSAMBLE1 2            1      Time Series Oldest, , First
ENSAMBLE2 1            1      Time Series Oldest, ,
ACABADO   1            1      Time Series Oldest, ,
EMPAQUE   1            1      Time Series Oldest, ,
ALMACEN_PT 1           1      Time Series Oldest, ,
VENTANA   4            1      Time Series Oldest, ,
L2        10           1      Time Series Oldest, ,
L3        10           1      Time Series Oldest, ,
L4        10           1      Time Series Oldest, ,

```

- Ya definida la configuración del proceso, se definirán las entidades las cuales son madera, pegamento, bolsa, pieza, mesa y barniz. Abrir el menú **Build** y dar clic en **Entities**. Se despliegan 3 ventanas: **Entities**, **Entity Graphics** y **Layout**. El definir las entidades y su edición se realiza con procedimientos parecidos a los usados en las locaciones. En la columna **speed** dejar 50 (mpm) para todas las entidades.

```

*****
*                               Entities                               *
*****

```

Name	Speed <mpm>	Stats	Cost
MADERA	50	Time Series	
PEGAMENTO	50	Time Series	
BOLSA	50	Time Series	
PIEZA	50	Time Series	
MESA	50	Time Series	
BARNIZ	50	Time Series	

Una vez definidas las entidades, se determinara su frecuencia de llegada, para esto, abrir el menú **Build** y dar clic en **Arrivals**. Se desplegara la ventana Arrivals. Seleccionar el botón **Entity** para seleccionar la entidad “MADERA”. Especificar que la entidad llegará a la localización “ALMACEN MP”.

- Especificar en la columna **Qty Each**, la cantidad de madera que llegan cada vez que se cumple el tiempo entre llegadas, es decir 150 por vez para este caso.
- Para la columna **First Time** se coloca la ocurrencia del primer evento de llegada, el cual es de cero (0).
- Para la columna **Occurrences** se coloca el número de repeticiones del evento de llegada, el cual es infinito “infinite” puesto que se admitirá un número infinito de eventos de llegada.
- Para la columna **Frequency** especificar el tiempo entre llegadas, el cual es de 120 minutos.
- Para la entidad “PIEZA” se hace de la misma forma que con la entidad “MADERA”. En la columna **location** seleccionar “VENTANA”, puesto que es allí donde llegará la pieza. Columna **Qty Each** 1 por vez, **First Time** igual a

cero (0), **Occurrences** con cantidad 1, **Frequency** en blanco ya que el tiempo entre llegadas de la pieza depende del comportamiento del proceso.

- Para la “MESA”, en **location** se selecciona “**ENSAMBLE1**”, debido a que allí llega la mesa. En la columna **Qty Each** 2 por vez ya que la maquina tiene esta capacidad. **First Time** igual a cero (0), **Occurrences** igual a 1, cantidad **Frequency** en blanco igual que la anterior entidad.

```
*****
*                               Arrivals                               *
*****
```

Entity	Location	Qty Each	First Time	Occurrences	Frequency	Logic
MADERA	ALMACEN_MP	150	0	INF	120	
PIEZA	VENTANA	1	0	1		
MESA	ENSAMBLE1	2	0	1		

- Abrir el menú **Path Networks**, en la columna **Graphic** se selecciona el color de la trayectoria para que sea visible si se quiere o no durante la simulación. En la columna **Name** se escribirá el nombre que se le dará a la trayectoria, en este caso “TABLE”. En la columna **Type Set** se puede definir la posibilidad de rebasar dentro de la trayectoria , para este caso se dejara la opción “Passing”. La columna **T/S** se usa para determinar si los movimientos son con base en el tiempo o la velocidad, se dejara la opción predeterminada “Speed & Distance”.
- En la columna “**Path**” se crea y editan las trayectorias y los nodos. Dar clic con el botón izquierdo del Mouse en la venta **Layout** para marcar el inicio de la ruta, en este caso dar clic izquierdo en “ALMACEN MP” y dar clic derecho cuando haya llegado a “CORTE”. Así se abra creado el primer nodo; luego de “CORTE” a “VENTANA” para el segundo nodo, de esta forma hasta llegar a “ALMACEN PT” completando 13 nodos.
- Ir a la columna “Interfaces” seleccionarla y en la ventana se encuentran “**Node**” y **Location**, hacer corresponder cada nodo con su respectiva locación. Para el primero seleccionar “N1” para “**Node**” y “ALMACEN DE MP” para location, así hasta completar el “N13” con “ALMACEN PT”.
- Ya que algunas maquinas comparten operarios, se deben crear caminos o trayectorias adicionales para que ellos puedan moverse libremente entre las

maquinas. Se crea una nueva trayectoria entre “CORTE” y “ACABADO”, entre “VENTANA” y “L4”, entre “ALMACEN PT” y “ALMACEN MP”, entre “ALMACEN PT” y “CORTE”, entre “ALMACEN PT” y “ENSAMBLE1”, lo mismo para la otra ensambladora con el almacén de producto terminado y por ultimo entre la ensambladora 1 y la número 2.

- Para este momento en la ventana “**Paths**” debe tener 20 trayectorias, en “**Interfaces**” 13, y en “**Nodes**” 13. Ahora en la ventana “**Mappings**” dar clic, aparecen 3 columnas “**From**”, “**To**”, “**Dest.**”, seleccionar el nodo 1 (N1) y el programa selecciona automáticamente cualquiera de las combinaciones posibles en la columna “**To**”, seleccionar otra vez el nodo 1 hasta completar las combinaciones con este, y así para todos hasta completar 40 casillas.

```
*****
*                                     Path Networks                                     *
*****
```

Name	Type	I/S	From	To	BI	Dist/Time	Speed Factor
TABLE	Passing	Speed & Distance	N3	N4	Bi	1.70	1
			N1	N2	Bi	1.65	1
			N4	N6	Bi	1.74	1
			N7	N8	Bi	2.08	1
			N8	N9	Bi	2.67	1
			N10	N11	Bi	2.92	1
			N2	N3	Bi	1.38	1
			N2	N9	Bi	7.63	1
			N11	N2	Bi	3.47	1
			N11	N7	Bi	9.12	1
			N8	N11	Bi	9.00	1
			N11	N1	Bi	2.99	1
			N6	N13	Bi	1.48	1
			N13	N7	Bi	1.69	1
			N7	N14	Bi	4.16	1
			N14	N9	Bi	0.95	1
			N9	N15	Bi	2.52	1
			N15	N10	Bi	2.43	1
			N15	N3	Bi	5.08	1
			N8	N13	Bi	3.04	1

```
*****
*                               Interfaces                               *
*****
```

Net	Node	Location
TABLE	N15	L4
	N2	CORTE
	N3	UENTANA
	N4	MAQUINADO
	N6	LIJADO
	N7	ENSAMBLE1
	N9	ACABADO
	N10	EMPAQUE
	N11	ALMACEN_PT
	N1	ALMACEN_MP
	N13	L2
	N14	L3
	N8	ENSAMBLE2

```
*****
*                               Mapping                               *
*****
```

Net	From	To	Dest
TABLE	N4	N3	
	N1	N2	
	N2	N3	
	N6	N4	
	N7	N13	
	N8	N13	
	N9	N15	
	N10	N15	
	N11	N2	
	N13	N6	
	N14	N9	
	N15	N3	
	N3	N4	
	N9	N8	
	N14	N7	
	N3	N2	
	N2	N1	
	N9	N2	
	N10	N11	
	N11	N1	
	N4	N6	
	N6	N13	
	N8	N7	
	N11	N7	
	N13	N7	
	N15	N9	
	N7	N8	
	N11	N8	
	N13	N8	
	N3	N15	
	N2	N9	
	N8	N9	
	N11	N10	
	N1	N11	
	N2	N11	
	N15	N10	
	N7	N11	
	N8	N11	
	N7	N14	
	N9	N14	

- Abrir el menú **Resources** (Build/Resources), allí se despliegan 3 ventanas; **Resources**, **Graphics** y **Layout**.
- Seleccionar de la ventana **Graphics** un icono que represente al "OPERARIO1", cambiar el nombre predeterminado en la columna **Name**, **Units** igual a 1, **DTs** igual a "None". Dar clic en la columna **Specs**, allí se abre la ventana **specifications** donde se deberá seleccionar la ruta por la que se moverá el operario 1, la cual se especifica en *Path Network* como "TABLE" y el *Home* es "N2" ya que la ruta tiene un nodo que será la base del

recurso. Para especificar que le recurso regrese al mismo punto cuando este ocioso, se selecciona *Return Home If Idle*.

- Para los operarios 2, 3 y 4 se hace de la misma forma que para el operario 1, con la diferencia que para el operario 2 el *Home* será “N4”, para el 3 *Home* será el nodo “N7” sin seleccionar *Return Home If Idle* y para el 4 *Home* será el nodo “N8”.
- Una modificación adicional para el “OPERARIO1” es cambiar por un momento en la columna **Units** de “1” a “2” para habilitar dentro de la ventana **Specs Resource Search** y cambiar la opción predeterminada por “Closest Resource” para que la entidad escoja el recurso más cercano. Una vez hecho esto, cambiar en **Units** otra vez a “1”.

```

*****
*                                     Resources                                     *
*****

```

Name	Units	Stats	Res Search	Ent Search	Path	Motion	Cost
OPERARIO1	1	By Unit	Closest	Oldest	TABLE Home: N2 <Return>	Empty: 50 mpm Full: 50 mpm	
OPERARIO2	1	By Unit	Closest	Oldest	TABLE Home: N4 <Return>	Empty: 50 mpm Full: 50 mpm	
OPERARIO3	1	By Unit	Closest	Oldest	TABLE Home: N7 <Return>	Empty: 50 mpm Full: 50 mpm	
OPERARIO_4	1	By Unit	Closest	Oldest	TABLE Home: N8 <Return>	Empty: 50 mpm Full: 50 mpm	

- La lógica de la simulación se define en **Processing**. Se despliegan dos ventanas: **Process** y **Routing**. En la primera ventana se definen las operaciones que recaen sobre las entidades y en la segunda ventana se define la ruta para el proceso:

Entity	Location	Operation	Output	Destination	Rule	Move Logic
MADERA	ALMACEN_MP		MADERA	CORTE	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO1 then free
MADERA	CORTE	GET OPERARIO1 WAIT 9 FREE OPERARIO1	PIEZA	VENTANA	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO1 THEN FREE
PIEZA	VENTANA		PIEZA	MAQUINADO	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO2 THEN FREE
PIEZA	MAQUINADO	GET OPERARIO2 WAIT 12 FREE OPERARIO2	PIEZA	LIJADO	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO2 THEN FREE
PIEZA	LIJADO	GET OPERARIO2 WAIT 18 FREE OPERARIO2	MESA	L2	FIRST 2	
MESA	L2		MESA	ENSAMBLE1	0.500000 1	
			MESA	ENSAMBLE2	0.500000	

MESA	ENSAMBLE1	GET OPERARIO3 WAIT 30 FREE OPERARIO3	MESA	L3	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO3 THEN FREE
MESA	ENSAMBLE2	GET OPERARIO_4 WAIT 30 FREE OPERARIO_4	MESA	L3	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO_4 THEN FREE
MESA	L3		MESA	ACABADO	FIRST 1	
MESA	ACABADO	GET OPERARIO1 WAIT 7.5 FREE OPERARIO1	MESA	L4	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO1 THEN FREE
MESA	L4		MESA	EMPAQUE	FIRST 1	
MESA	EMPAQUE	GET OPERARIO1 WAIT 3 FREE OPERARIO1	MESA	ALMACEN_PT	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO1 THEN FREE
MESA	ALMACEN_PT		MESA	EXIT	FIRST 1	

- En la ventana **Process** dar clic en **Entity** para seleccionar la entidad “MADERA”. La localización de llegada de la entidad se programa dando clic en **Location** y señalando “ALMACEN MP”. En la ventana **Routing** la entidad de salida es la madera, por lo cual esta se pone en la columna **Output**.
- La madera pasa del almacén de mp a corte, entonces se selecciona esta última en la columna **Destination**.
- Para la columna **Rule**, se señala la regla de movimiento que es “**FIRST 1**”, FIRST significa que la “MADERA” entrará apenas se tenga capacidad disponible en corte y 1 será el numero de unidades que saldrán a corte.
- Dar clic en la columna **Move Logic**, una vez desplegada, dar clic en el icono del martillo y seleccionar la instrucción “Move With”. Seleccionar el *resource* “OPERARIO1” ya que el operario 1 será el encargado de mover la “MADERA” hacia “CORTE”. Seleccionar la opción “THEN FREE” para especificar que el operario quede libre una vez realice esta acción. Y dar *paste*. Una vez finalizado habrá quedado así “MOVE WITH OPERARIO1 THEN FREE”
- La madera entra a corte y el recurso “OPERARIO 1” dura en operación 9 minutos y queda libre. Dar clic en la columna **Entity** y seleccionar “MADERA”. En la columna **Location** seleccionar “CORTE”. Dar clic en la columna **Operation** Dar clic en el icono del martillo, seleccionar “GET” lo que significa la captura del recurso, seleccionando OPERARIO1, elegir “WAIT” por 9 y en el icono *category* seleccionar la opción *Resource related* y seleccionar “FREE” y “OPERARIO1”. Al finalizar deberá quedar “GET OPERARIO1 WAIT 9 FREE OPERARIO1”
- En la ventana **Routing**, para la columna **output** seleccionar “PIEZA” ya que el recurso cambia de nombre puesto que ha pasado por el proceso de “corte”. Como se dirige hacia la “VENTANA”, seleccionar este en la columna **Destination**. Seleccionar “First 1” en la columna **Rule**. En **Move logic** especificar “MOVE WITH OPERARIO1 THEN FREE” pues el operario será el encargado de mover la pieza hasta la ventana.
- En la ventana **Process**, columna **Entity** seleccionar “PIEZA” y en **Location** seleccionar “VENTANA” puesto que la pieza entra a la cola llamada ventana.

Debido a que en la ventana no se realiza ningún proceso se deja en blanco la columna **Operation**. En la columna **Output** seleccionar “PIEZA” y en **Destination** “MAQUINADO” ya que la pieza sale hacia esta maquina de a una por vez, y es movida por el operario 2, entonces en FIRST1 y en **Move logic** queda “**MOVE WITH OPERARIO2 THEN FREE**”.

- La pieza entra a “MAQUINADO” y el operario 2 trabaja la pieza por 12 minutos, entonces en la ventana **Process**, columna **Entity** seleccionar “PIEZA”, en **Location** “MAQUINADO” y en **Operation** “GET OPERARIO2 WAIT 12 FREE OPERARIO2”.
- la pieza sale hacia lijado de a una por vez movida por el operario 2, entonces en la columna **Output** seleccionar “PIEZA” y en **Destination** “LIJADO” en **Move logic** queda “**MOVE WITH OPERARIO2 THEN FREE**”.
- La pieza entra a la maquina “LIJADO” y el operario 2 trabaja la pieza por 18 minutos, entonces en la ventana **Process**, columna **Entity** seleccionar “PIEZA”, en **Location** “LIJADO” y en **Operation** “GET OPERARIO2 WAIT 18 FREE OPERARIO2”.
- La mesa sale hacia L2 de a dos por vez, entonces en la columna **Output** seleccionar “MESA”, en **Destination** “L2”, **Routing rule** es necesario cambiarlo debido a que saldrán 2 hacia L2, agregar en *Quantity* “2” y **Move logic** se deja en blanco.
- La mesa entra a L2, entonces en la ventana **Process**, columna **Entity** seleccionar “MESA”, en **Location** “L2” y **Operation** se deja en blanco.
- La mesa sale hacia la ensambladora 1 con una probabilidad del 50%, entonces en la columna **Output** seleccionar “MESA” y en **Destination** “ENSAMBLADORA1” dar clic en la columna **Rule** y se despliega la ventana **Routing Rule** , seleccionar la opción *probability* y anotar en el espacio disponible “0.50” el cual es la probabilidad de que la mesa entre a esta maquina. En la misma ventana de Routing habilitar la segunda fila tecleando ENTER ,repetir el paso anterior, pero en la columna output seleccionar “ENSAMBLADORA2”
- La mesa entra a la ensambladora 1 y el operario 3 trabaja la pieza por 30 minutos, entonces en la ventana **Process**, columna **Entity** seleccionar

“MESA”, en **Location** “ENSAMBLADORA1”, **Operation** queda “GET OPERARIO3 WAIT 30 FREE OPERARIO3”.

- La mesa sale hacia L3 de a una por vez movida por el operario 3, entonces en la columna **Output** seleccionar “MESA” y en **Destination** “L3” y **Move logic** queda “MOVE WITH OPERARIO3 THEN FREE”.
- Para la mesa que entra a la ensambladora 2 y el operario 4 trabaja la pieza por 30 minutos, se realiza de la misma forma que para la ensambladora 1.
- La mesa sale hacia L3 de a una por vez movida por el operario 4, se realiza de la misma forma que para la ensambladora 1.
- La mesa entra a L3, entonces en la ventana **Process**, columna **Entity** seleccionar “MESA”, en **Location** “L3” y **Operation** se deja en blanco ya que no hay operación alguna en L3 pues es una cola.
- La mesa sale hacia la maquina de acabado de a una por vez, entonces en la columna **Output** seleccionar “MESA” y en **Destination** “ACABADO” y **Move logic** se deja en blanco pues no se realiza ninguna acción.
- La mesa entra a la maquina de acabado y el operario 1 trabaja la pieza por 7.5 minutos, entonces en la ventana **Process**, columna **Entity** seleccionar “MESA”, en **Location** “ACABADO” y **Operation** queda así “GET OPERARIO1 WAIT 7.5 FREE OPERARIO1”.
- La mesa sale hacia L4 de a una por vez movida por el operario 1, entonces en la columna **Output** seleccionar “MESA”, en **Destination** “L4” y en **Move logic** queda así “MOVE WITH OPERARIO1 THEN FREE”
- La mesa entra a L4, entonces en la ventana **Process**, columna **Entity** seleccionar “MESA”, en **Location** “L4” y **Operation** se deja en blanco ya que no hay operación alguna en L4 pues es una cola.
- La mesa sale hacia empaque de a una por vez, entonces en la columna **Output** seleccionar “MESA” y en **Destination** “EMPAQUE” y **Move logic** se deja en blanco pues no se realiza ninguna acción.
- La mesa entra a la maquina de empaque y el operario 1 trabaja la pieza por 3 minutos, entonces en la ventana **Process**, columna **Entity** seleccionar “MESA”, en **Location** “EMPAQUE” y **Operation** queda así “GET OPERARIO1 WAIT 3 FREE OPERARIO1”.

- La mesa sale hacia el almacén de producto terminado de a una por vez movida por el operario 1, entonces en la columna **Output** seleccionar “MESA”, en **Destination** “ALMACEN PT” y en **Move logic** queda así “MOVE WITH OPERARIO1 THEN FREE”.
- La mesa entra al almacén de producto terminado, entonces en la ventana **Process**, columna **Entity** seleccionar “MESA”, en **Location** “ALMACEN PT” y **Operation** se deja en blanco ya que allí no se realiza ninguna operación más que el solo almacenaje del producto.
- La mesa ha terminado su proceso y esta lista para salir del sistema, entonces en la columna **Output** seleccionar “MESA”, en **Destination** “EXIT” y en **Move logic** ya que el producto ha salido del sistema.
- Entrar al menú Build y seleccionar “**General Information**”, en *Time Units* seleccionar “minutes” y para *Distance Units* seleccionar “Meters”. Seleccionar “OK”.
- Entra al menú **Simulation/Options** y en *Run Length* tildar “Time Only” y “Warmup Period” , un *Run time** de 8. *Clock Presicion* en “minute” , *Out Reporting* “Standard” y *Number Replications* “1”. Seleccionar “OK”.

```

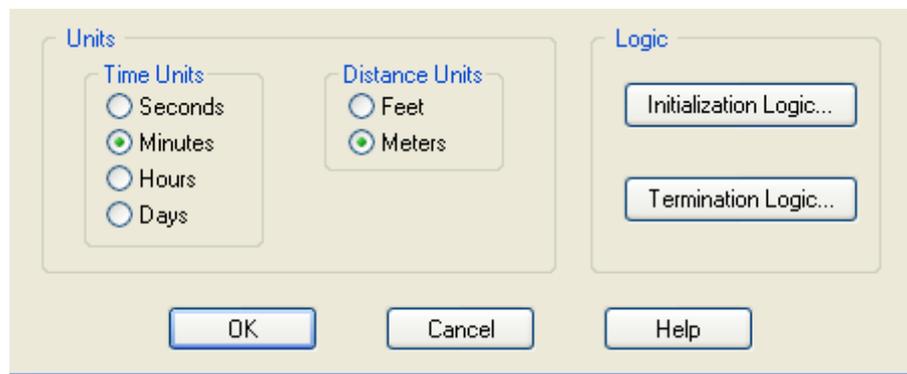
*****
*                               Processing                               *
*****

```

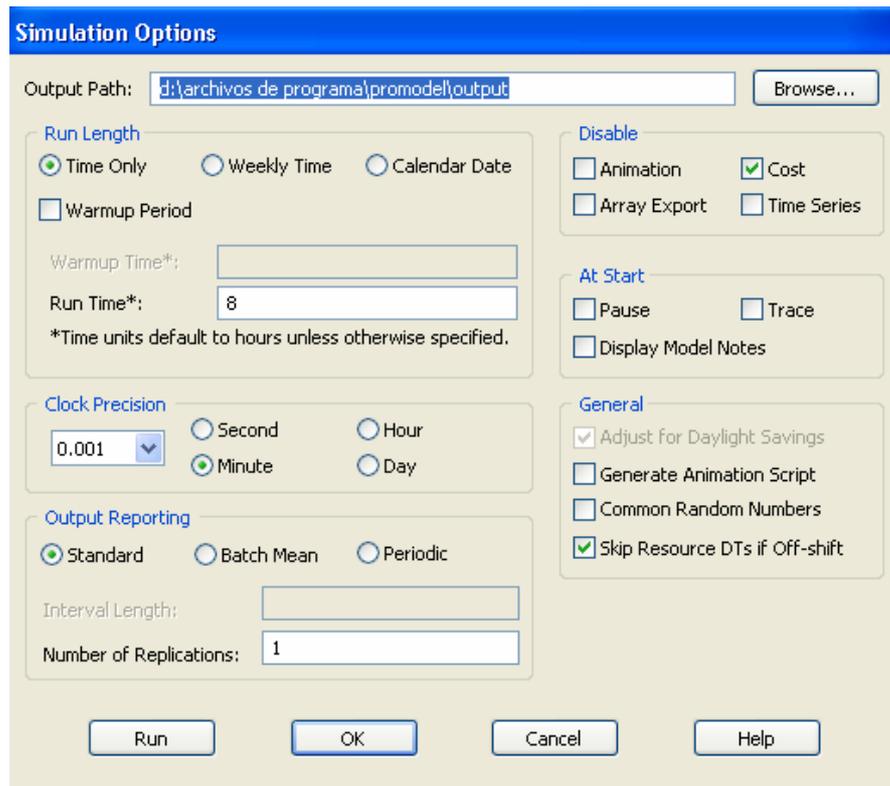
Process			Routing				
Entity	Location	Operation	Blk	Output	Destination	Rule	Move Logic
TELA	ALMACEN_MP		1	TELA	CORTE	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO1 then free
TELA	CORTE	GET OPERARIO1 WAIT 9 FREE OPERARIO1	1	PIEZA	UENTANA	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO1 THEN FREE
PIEZA	UENTANA		1	PIEZA	ENSAMBLE	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO2 THEN FREE
PIEZA	ENSAMBLE	GET OPERARIO2 WAIT 12 FREE OPERARIO2	1	PIEZA	FILETEADORA	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO2 THEN FREE
PIEZA	FILETEADORA	GET OPERARIO2 WAIT 18 FREE OPERARIO2	1	PANT	L2	FIRST 2	
PANT	L2		1	PANT	ENCAUCHADOR1	0.500000 1	
PANT	ENCAUCHADOR1	GET OPERARIO3 WAIT 30 FREE OPERARIO3	1	PANT	ENCAUCHADOR2	0.500000	
			1	PANT	L3	FIRST 1	MOVE WITH OPERARIO3 THEN FREE

PANT	ENCAUCHADORA2	GET OPERARIO_4 WAIT 30 FREE OPERARIO_4	1	PANT	L3	FIRST 1	MOUE WITH OPERARIO_4 THEN FREE
PANT	L3		1	PANT	ACABADOS	FIRST 1	
PANT	ACABADOS	GET OPERARIO1 WAIT 7.5 FREE OPERARIO1					
			1	PANT	L4	FIRST 1	MOUE WITH OPERARIO1 THEN FREE
PANT	L4		1	PANT	EMPAQUE	FIRST 1	
PANT	EMPAQUE	GET OPERARIO1 WAIT 3 FREE OPERARIO1					
			1	PANT	ALMACEN_PT	FIRST 1	MOUE WITH OPERARIO1 THEN FREE
PANT	ALMACEN_PT		1	PANT	EXIT	FIRST 1	

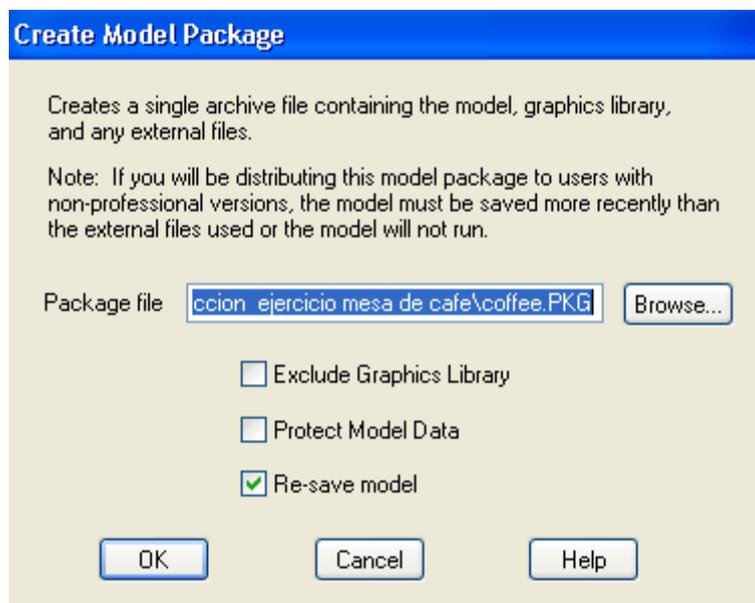
- Entrar al menú Build y seleccionar “**General Information**”, en *Time Units* seleccionar “minutes” y para *Distance Units* seleccionar “Meters”. Seleccionar “OK”.



- Entrar al menú **Simulation/Options** y en *Run Length* tildar “Time Only” y “Warmup Period”, un *Run time** de 8. *Clock Presicion* en “minute”, *Out Reporting* “Standard” y *Number Replications* “1”. Seleccionar “OK”.



- Dar clic en **File/ Model Package** para guardar y comprimir el archivo que contiene el modelo con Graphics library. Dar clic en “OK”.



- Una vez hecha la programación, se procede a correr el modelo. En la parte superior de la pantalla aparece el icono de Play, dar clic y el modelo comenzará a correr.



- Al terminar la simulación se desplegará un mensaje de confirmación. Para ver los resultados dar clic en **Yes**. Los datos que son mostrados en esta ficha corresponden al archivo usado para obtener los resultados, fecha y hora a la que fue realizada la simulación.

coffee.MDD (Normal Run - Rep. 1)	
Name	Value
Run Date/Time	01/10/2008 12:00:44 p.m.
Model Title	CASO 2 PRODUCCION MESA DE CAFE
Model Path/File	D:\JOCHI\TESIS\segundo caso produccion ejercicio mesa de cafe\coffee.MDD
Warmup Time (HR)	0
Simulation Time (HR)	8

RESULTADOS

- ¿Cual fue el recurso más utilizado y el menos utilizado del sistema y en que proporción?
 - El operario con mayor porcentaje de utilización fue el OPERARIO 2 con un 100% y el de menor porcentaje fue el OPERARIO 4 con un 81.58%.

Name	Units	Scheduled Time (HR)	Number Times Used	Avg Time Per Usage (MIN)	Avg Time Travel To Use (MIN)	Avg Time Travel To Park (MIN)	% Blocked In Travel	% Utilization
OPERARIO1	1,00	8,00	164,00	2,80	0,10	0,00	0,00	98,98
OPERARIO2	1,00	8,00	65,00	7,35	0,03	0,00	0,00	100,00
OPERARIO3	1,00	8,00	31,00	15,43	0,04	0,00	0,00	99,89
OPERARIO 4	1,00	8,00	26,00	15,04	0,02	0,07	0,00	81,58

- ¿Cual fue la máquina que presenta mayor tiempo de espera? ¿Cual fue su porcentaje?
 - La máquina de empaque presenta un mayor tiempo de espera con un 61.64%.

Name	Scheduled Time (HR)	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down
CORTE	8,00	37,50	0,00	4,19	40,76	17,55	0,00
MAQUINADO	8,00	40,00	0,00	0,47	59,53	0,00	0,00
LIJADO	8,00	59,31	0,00	40,23	0,46	0,00	0,00
ENSAMBLE2	8,00	81,25	0,00	18,48	0,27	0,00	0,00
ACABADO	8,00	41,77	0,00	20,99	37,24	0,00	0,00
EMPAQUE	8,00	15,63	0,00	22,73	61,64	0,00	0,00
ALMACEN PT	8,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00

- ¿Cuántas y cuáles máquinas estuvieron en algún momento bloqueadas y en que proporción?
 - Solo una, la máquina de corte en un 17.55%.

Name	Scheduled Time (HR)	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down
CORTE	8,00	37,50	0,00	4,19	40,76	17,55	0,00
MAQUINADO	8,00	40,00	0,00	0,47	59,53	0,00	0,00
LIJADO	8,00	59,31	0,00	40,23	0,46	0,00	0,00
ENSAMBLE2	8,00	81,25	0,00	18,48	0,27	0,00	0,00
ACABADO	8,00	41,77	0,00	20,99	37,24	0,00	0,00
EMPAQUE	8,00	15,63	0,00	22,73	61,64	0,00	0,00
ALMACEN PT	8,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00

- ¿Cual fue el operario con mayor número de veces usado durante la simulación y cuántas veces?

- El OPERARIO 1 con 164 veces.

Name	Units	Scheduled Time (HR)	Number Times Used	Avg Time Per Usage (MIN)	Avg Time Travel To Use (MIN)	Avg Time Travel To Park (MIN)	% Blocked In Travel	% Utilization
OPERARIO1	1,00	8,00	164,00	2,80	0,10	0,00	0,00	98,98
OPERARIO2	1,00	8,00	65,00	7,35	0,03	0,00	0,00	100,00
OPERARIO3	1,00	8,00	31,00	15,43	0,04	0,00	0,00	99,89
OPERARIO 4	1,00	8,00	26,00	15,04	0,02	0,07	0,00	81,58

- Una vez resuelto este taller, los estudiantes ahora distinguen y saben aplicar módulos más allá de los básicos del Software y están aun más familiarizados con el modelo de simulación ProModel.

ANEXO B. EJERCICIOS SPSS

Ejercicios SPSS

TALLER 1.

UPB-INFORMATICA PARA ING-IND	
TALLER No 1 - SPSS -	
OBJETIVO:	Elaborar un pequeño ejercicio en SPSS.
COMPROBACION DE LECTURA:	
SOFTWARE UTILIZADO:	SPSS
MATERIAL	Computador

METODOLOGÍA:

Se explica las diferentes características de las variables

Se explica los elementos básicos de introducción de datos de SPSS.

Se elabora un ejemplo que incluya una variable numérica, una variable de cadena de caracteres, una variable fecha, una variable que permita uso de valores.

Una vez introducido una cantidad aproximada de 20 registros. Se procesa la información y se utiliza el reporte de estadística descriptiva

LOS INDICADORES BÁSICOS:

- Medidas de tendencia central. (media mediana moda, cuantiles)
- Medidas de dispersión (desviación estándar, Varianza, rango)
- Histogramas
- Tipo de medida
 - Nominal
 - Ordinal
 - Escala (intervalo (cero relativo ej To) Razón (cero absoluto))

Los objetivos a cumplir son

- Que el estudiante tenga noción de SPSS
- Que el estudiante empiece a relacionar la teoría y la aplicación del software

- Que el estudiante visualice las características de las variables

COMANDOS DE SPSS

- Analizar -- Estadísticas --- frecuencias --- Estadísticas/ Grafico – Histograma
- Analizar – Estadísticas --- Frecuencia --- Grafico --- Sectores
- Analizar – Estadística --- Tablas de contingencia
- Transformar – Calcular
- Grafico – diagrama de caja

UPB- INGENIERIA INDUSTRIAL	INFORMATICA PARA INGENIEROS
TALLER DE SPSS	

La siguiente tabla es el resultado de una muestra de 25 personas

Tabla 1. Resultados de la muestra

código	nombre	profesión	Color carro	Salario día	genero	Numero Días trabajados	Ultimo Cargo
654	Andrea	Abogado	Rojo	2000	Mujer	23	Jefe Dpto
165	Carlos	Medico	Azul	2500	Hombre	24	Supervisor
288	Jairo	Medico	Azul	2000	Hombre	2	Gerente
133	Juan	Abogado	Azul	3300	Hombre	5	Profesional
448	Victoria	Ingeniero	Rojo	3600	Mujer	18	Supervisor
562	Felipe	Ingeniero	Azul	3600	Hombre	16	Jefe Dpto
351	Lorena	Abogado	Azul	3800	Mujer	16	Gerente
384	Julio	Medico	Rojo	2400	Hombre	24	Supervisor
456	Fabian	Ingeniero	Azul	2000	Hombre	4	Profesional
852	Ramon	Medico	Azul	6000	Hombre	9	Profesional
159	Claudia	Medico	Azul	1200	Mujer	12	Profesional
357	Carolina	Ingeniero	Rojo	1200	Mujer	13	Supervisor
781	Norma	Abogado	Azul	3700	Mujer	30	Profesional
259	Patricia	Ingeniero	Rojo	2300	Mujer	21	Profesional
462	Laura	Medico	Azul	2100	Mujer	24	Profesional

código	nombre	profesión	Color carro	Salario día	genero	Numero Días trabajados	Ultimo Cargo
954	Javier	Medico	Rojo	2100	Hombre	19	Supervisor
297	Fernando	Abogado	Rojo	5200	Hombre	5	Profesional
556	David	Abogado	Rojo	2100	Hombre	23	Profesional
874	Luis	Medico	Azul	4800	Hombre	14	Jefe Dpto
136	Isabel	Ingeniero	Azul	2100	Mujer	14	Profesional
155	Alvaro	Abogado	Rojo	4200	Hombre	19	Profesional
368	Teresa	Medico	Rojo	4900	Mujer	2	Jefe Dpto
766	Gloria	Medico	Azul	4700	Mujer	3	Supervisor
497	Jorge	Abogado	Azul	1400	Hombre	13	Profesional
768	Ligia	Ingeniero	Rojo	1200	Mujer	15	Supervisor

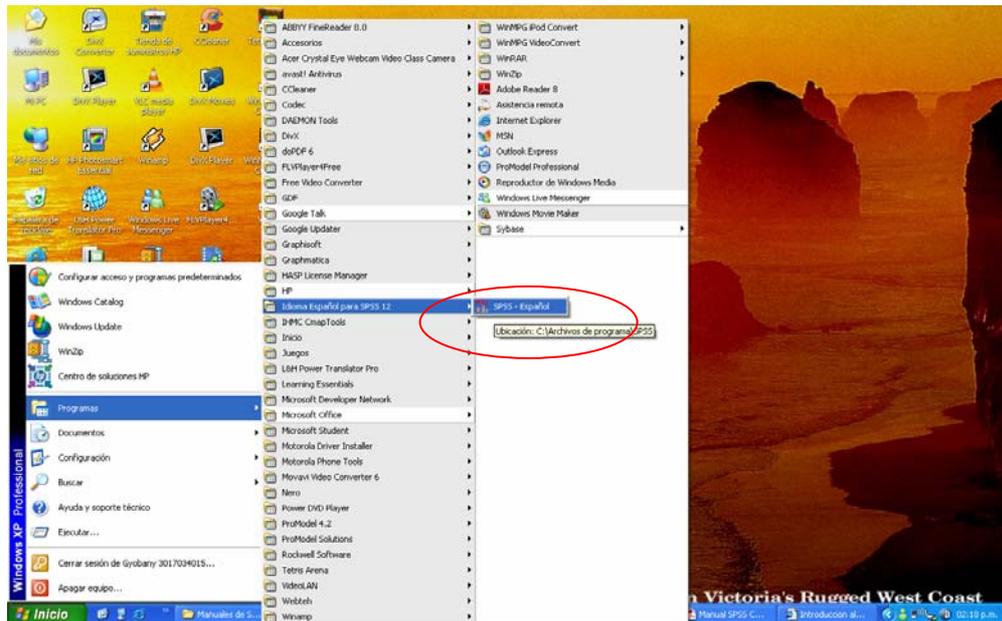
Fuente. Autor

SOLUCION DEL TALLER 1 DE SPSS

Aquí el estudiante ya ha tenido una lectura del manual de SPSS, y ya tiene los conocimientos teóricos.

Para ingresar al programa, tenemos dos opciones; la primera es mediante el acceso directo ubicado en el Escritorio (Si lo hay) y la segunda es mediante la ruta *Inicio- Programas-SPSS para Windows-SPSS 12.0 para Windows*. [Fig.1]

Figura.1 ruta de acceso a SPSS



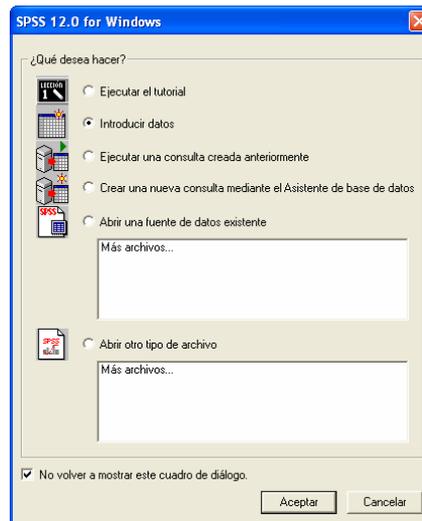
Fuente. Autor

Al iniciar el programa se abre automáticamente el *Asistente de inicio* [Fig.2]; a través de este asistente podemos comenzar a trabajar con SPSS de seis diferentes maneras; entre las que encontramos *Ejecutar el tutorial*, *Introducir datos* (Crear nuevo archivo), *Ejecutar una consulta creada anteriormente* (Importar los datos de un archivo de base de datos), *Crear una nueva consulta mediante el asistente de base de datos* (Definir los parámetros de ubicación y nombre de un archivo de Base de datos), *Abrir una fuente de datos existente* (Esta opción cuenta con una casilla en su parte inferior, donde aparecen todos los archivos de datos que se hayan utilizado con anterioridad en el programa; si es la primera vez que se abre el programa desde su instalación sólo aparece la opción *Más archivos*, la cual al ser elegida abre una ventana de navegación para la ubicación del archivo).

La última opción que aparece en el asistente corresponde a *Abrir otro tipo de archivo*; a través de esta opción podemos ubicar y abrir cualquier tipo de archivo de SPSS distinto al de datos. Para seleccionar alguna de las opciones, basta con hacer clic sobre ella de manera que aparezca un punto en la casilla de activación (). A pesar de la utilidad que nos brinda el asistente, el

programa nos da la posibilidad de decidir si queremos que aparezca el asistente cada vez que se ejecute el programa o no. Para desactivar el asistente debemos activar la opción *No volver a mostrar este cuadro de diálogo*, ubicada en la parte inferior del asistente.

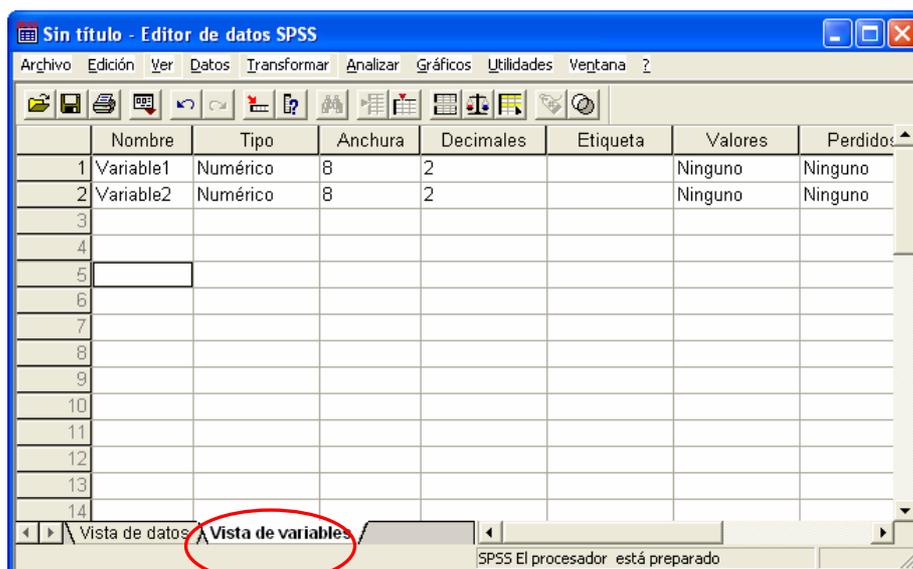
Figura.2 asistente de inicio de SPSS



Fuente. Autor y software SPSS

Elija la opción *introducir datos* y de clic en aceptar ó *cancelar* y lo llevará al editor de datos de SPSS:

Figura. 3. Editor de datos de SPSS1

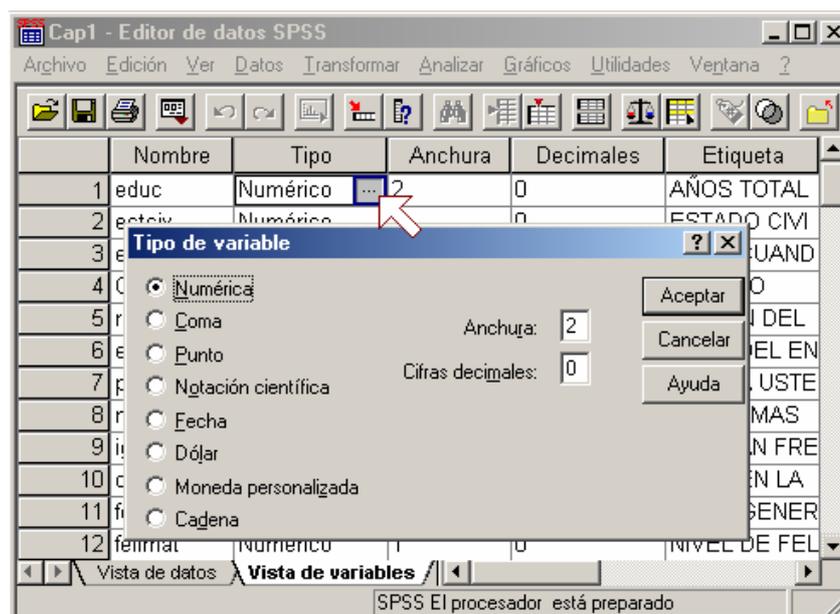


Fuente. Autor y software SPSS

Allí inicie con el ejercicio, dando clic en la pestaña Vista de Variables, para definir las características de cada variable, definiéndolas verticalmente, es decir, la variable 1 irá en la fila 1, la variable 2 irá en la fila 2, y así sucesivamente.

Al definir las variables, aparece en la parte superior del área de datos una serie de propiedades preestablecidas por el programa, entre las que encontramos Nombre, Tipo, Anchura, Decimales, Etiqueta, Valores, Perdidos, Columna, Alineación y Medida. Cada una de estas propiedades tiene un propósito específico y es necesario comprobar que estén correctamente diligenciados cada uno de estos campos, antes de generar algún tipo de análisis, Ver figura 4

Figura 4. Editor de datos de SPSS2



Fuente. Autor y software SPSS

Defina el tipo de variable (NUMERICA, COMA, PUNTO...), según el tipo de dato de cada variable. La propiedad Tipo, nos permite especificarle al programa la naturaleza de los datos que se incluyen dentro de la variable; es decir, nos permite definir la forma y el significado de los caracteres que se encuentran en los registros de la variable. SPSS nos permite elegir entre ocho diferentes tipos de variables para representar Números (Magnitudes), Fechas (Tiempo),

Monedas (Dinero) y Letras (Cadena). Desde luego es aconsejable trabajar las variables de forma numérica, ya que el análisis estadístico es una ciencia matemática y para su correcto funcionamiento es necesario realizar las operaciones con números; ya que en algunos casos no es posible tener los datos de forma numérica, el paquete nos permite trabajarlos como una cadena de caracteres (Letras y Números).

Para definir el Tipo, debemos hacer clic en la casilla de la variable de interés, de manera que aparezca en el costado derecho de la casilla un pequeño cuadrado con puntos suspensivos (). Al seleccionar el botón (Hacer clic), aparece el cuadro de diálogo **Tipo de variable** [Fig.4], en donde aparecen los diferentes Tipos de variable que se pueden elegir para la variable seleccionada.

Numérico: Se emplea para definir una variable numérica cuyos valores representan magnitudes o cantidades y se asocian de forma estándar; es decir, asume la notación por defecto de Windows para la separación decimal (,) “1000,33”; este suele ser el tipo mas usado.

Coma y/o Punto: Estos dos tipos de variables se emplean en una variable numérica cuyos valores representan magnitudes o cantidades. Al seleccionar la opción Coma los valores se asocian con comas que delimitan cada tres posiciones y con el punto como delimitador decimal “1,000.00”. Cuando se selecciona el Punto los valores se asocian con puntos que delimitan cada tres posiciones y con la coma como delimitador decimal “1.000,00”.

Notación científica: Se utiliza en una variable numérica cuyos valores son demasiado grandes o pequeños, por lo cual se emplea un exponente con signo que representa una potencia en base diez. $1'000.000.00 = 1.0E+6$ ó $0.000001 = 1.0E(-6)$. SPSS nos permite representarlo de varias formas como 1000000, 1.0E6, 1.0D6, 1.0E+6, 1.0+6. La notación es útil cuando manejamos cifras extremas de lo contrario es mejor manejarlo de forma numérica.

Fecha: Este tipo de variable se emplea cuando los valores de la variable representan fechas de calendario u horas de reloj; al seleccionarla aparece en el cuadro de diálogo una casilla con el listado de los diferentes formatos que el programa reconoce [Fig.5]. Para elegir alguno de ellos basta con hacer clic sobre el formato y sucesivamente en Aceptar.

Figura 5. Tipo de variable-Fecha

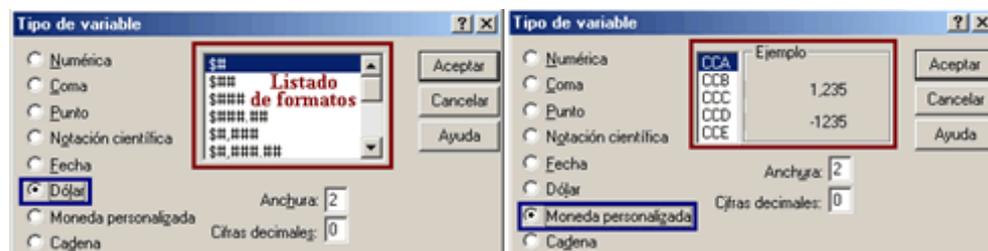


Fuente. Autor y software SPSS

Dólar: se emplea en una variable numérica cuyos valores representan sumas de dinero en dólares. Al seleccionar este tipo de variable aparece en el cuadro de diálogo un listado de formatos monetarios [Fig.6], en donde debemos seleccionar el formato que más se acomode a los datos.

Fig. 6 y 7 tipo de variable moneda-tipo de variable

Figuras 6 y 7



Fuente. Autor y software SPSS

Moneda personalizada: Este tipo de variable se emplea cuando los valores de una variable representan sumas de dinero diferentes al dólar (Pesos, pesetas, Euros, etc.); al seleccionar esta opción aparece un nuevo listado [Fig.1-39], en

el cual debemos seleccionar uno de los formatos existentes. Estos formatos no representan monedas específicas, si no que por el contrario el programa asume que la moneda es de origen distinto al dólar. La diferencia con el tipo dólar es que nos permite trabajar con cinco (5) diferentes tipos de moneda.

Cadena: Este tipo de variable se emplea cuando los valores no son numéricos o sencillamente no representan magnitudes o cantidades; estas variables no son utilizadas en los cálculos de los estadísticos. Las variables de cadena pueden contener cualquier tipo de caracteres, siempre que no exceda la longitud máxima de 255; las mayúsculas y las minúsculas se consideran diferentes ya que el programa trabaja bajo el código ASCII. A este tipo de variables, también se le suele denominar como variable alfanumérica. Para definir alguno de los tipos de variable, basta con hacer clic sobre la opción que se desee y sucesivamente hacer clic en el botón *Aceptar*, con lo que se cierra la ventana y el tipo elegido aparece en la casilla seleccionada.

Anchura: Por medio de esta propiedad podemos definir el máximo de dígitos que contienen los registros de una variable; para el cálculo del ancho se incluyen los dígitos enteros y los decimales. Por ejemplo;

Anchura 5 = xxx.xx ó x,xxx.x ó xx,xxx donde x representa un número.

No debemos cometer el error de pensar que una vez establecida la anchura, ya no podremos encontrar una cifra con mayor cantidad de números dentro de los registros. La opción Anchura se emplea para darle una idea al investigador, de las cifras que encontrará cuando le pida al paquete información de las variables, es decir, no restringe la cantidad de números sino que es un parámetro informativo, el cual le brinda a la persona que opere el programa una idea de los rangos máximos que puede tomar esta variable, pero no impide que se ingresen valores que sobrepasen esta longitud.

Decimales: A través de este parámetro se define el número de dígitos decimales que pueden contener los registros de la variable. Las cifras que

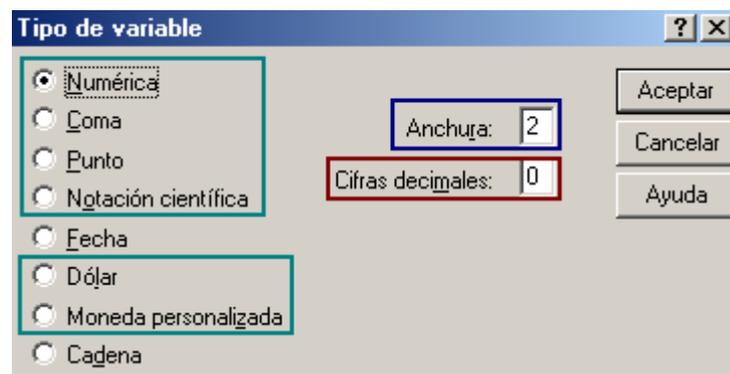
superen esta longitud serán aproximadas por el programa. Cuando una cifra supera la longitud, el programa aproxima hacia arriba los dígitos que sobrepasen la longitud si el valor del último de ellos es igual o mayor que cinco, de lo contrario (menor que 5) se aproxima hacia abajo; es decir:

1.07X si $X < 5$ entonces se aproxima a 0 es decir = 1.07

1.07X si $X \geq 5$ entonces se aproxima a 10 es decir = 1.08

Las propiedades Anchura y Decimales pueden ser editadas directamente desde la ventana de *Tipo de variable* cuando se eligen los tipos numéricos de variables Numérica, Coma, Punto, Notación científica, Dólar o Moneda personalizada [Fig.8], ya que al seleccionar estas opciones se habilita en el cuadro de diálogo las casillas Anchura y Decimales.

Figura 8. Tipo de variable anchura y cifras decimales



Fuente. Autor y software SPSS

Hay que notar que cuando seleccionamos los Tipos de variables como la *Fecha* y *Cadena* estas propiedades se desactivan; esto se debe a que para el tipo de formato Fecha el programa ha predefinido estos parámetros y no podemos alterarlo, la única opción que tenemos es escoger otro formato de fecha; mientras que para el tipo cadena no se pueden tener números decimales.

Etiqueta: Dado que generalmente los sesenta y cuatro (64) caracteres del nombre y las normas que se deben cumplir, no permiten describir de forma

clara la variable y el contenido de ella; SPSS nos brinda la posibilidad de utilizar una etiqueta por medio de la cual podemos describir la variable mediante la utilización de un máximo de 255 caracteres.

El uso de la etiqueta es bastante útil para facilitar la interpretación de los resultados (Tablas, Gráficos o estadísticos), para las personas que no han participado en la generación de los procedimientos y desconocen el significado del nombre de la variable. El uso de la etiqueta es opcional, el programa en caso de no existir una etiqueta utiliza el nombre de la variable para generar los resultados.

Para saber si una variable tiene estipulada una etiqueta, debemos ubicar el cursor del ratón sobre el nombre de la variable en la vista de datos, de manera que aparezca una leyenda informativa. Para comprender el valor práctico del uso de etiquetas, debemos observar las tablas de la figura [9].

Figura 9. Etiquetas de valor

Estado civil		Frecuencia	Porcentaje
Con etiquetas			
Válidos	Soltero	3224	50.4
	Casado	3176	49.6
	Total	6400	100.0

Estciv		Frecuencia	Porcentaje
Sin etiquetas			
Válidos	0	3224	50.4
	1	3176	49.6
	Total	6400	100.0

Fuente. Autor y software SPSS

Estas tablas contienen la frecuencia y el porcentaje de las categorías de la variable Estado civil (Casado y Soltero); la primera tabla cuenta con etiquetas para el nombre de la variable y para las categorías de la variable, mientras que la segunda tabla no cuenta con etiquetas. Si nos fijamos en la tablas notaremos

que para interpretar la segunda tabla encontramos dificultades ya que no podemos determinar que categoría representan los números cero (0) y uno (1). Esta misma dificultad puede presentarse cuando nosotros realizamos un análisis de datos y entregamos los resultados a una persona que no haya participado en los procedimientos; para evitar estos inconvenientes se sugiere definir las etiquetas de variable y de valores.

Antes de definir la propiedad *Valores* debemos ver primero las propiedades *Perdidos* y *Medida*, ya que la utilización de las etiquetas de valor está determinada por estos dos parámetros y en este momento no sería muy clara su definición.

Valores perdidos Los valores perdidos son razones por las cuales no obtenemos una respuesta coherente de algún entrevistado; es decir, es una razón que nos indica la causa por la que no me aporta información el entrevistado. Dentro de los valores perdidos podemos encontrar:

- No sabe
- No responde o se niega a responder
- No aplica o sencillamente la pregunta no lo afecta EJ: preguntarle a una persona soltera la edad a la que se caso por primera vez, si no se ha casado nunca, esta pregunta no lo afecta.

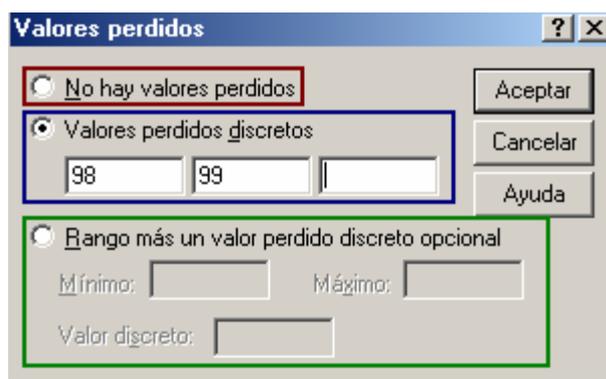
Debemos tener claro que los valores perdidos son razones y no errores, generalmente tendemos a confundir un valor perdido con un valor que no esta dentro de nuestro rango. Por ejemplo, si en la variable género (sexo), tenemos los valores (1 = mujeres y 2 = hombres) y después de revisar el archivo nos damos cuenta que tenemos en algunos registros el valor 3, generalmente cometemos el error de pensar que este es un valor perdido, pero no lo es, este tipo de valores los debemos considerar como errores ya sea de digitación o de captura y la forma de corregirlos es ir hasta la fuente (entrevistas) y determinar

a que grupo pertenecía el individuo. Si no podemos determinar el grupo y los valores son muy pocos es recomendable prescindir de estos casos.

SPSS maneja dos tipos de valores perdidos; el primero es perdido por el sistema, el cual se identifica por la ausencia total de datos; es decir, casillas vacías y el segundo corresponde a los datos perdidos definidos por el usuario (No sabe, No responde o No aplica). El programa detecta automáticamente los valores perdidos por el sistema y los omite, mientras que los valores perdidos por el usuario deben ser definidos al programa o de lo contrario los cálculos se realizarán contando con estos valores, lo cual puede afectar severamente los resultados.

Fig. 10 valores perdidos

Figuras 10



Fuente. Autor y software SPSS

Para definir un valor perdido por el usuario debemos activar la casilla correspondiente a Perdidos de la variable de interés, de manera que aparezca al costado derecho de la casilla un cuadrado con puntos suspensivos (☐). Al seleccionar el cuadrado (Hacer clic) aparece la ventana de Valores Perdidos [Fig.10]. En este cuadro encontramos tres diferentes posibilidades. La primera corresponde a *No hay valores perdidos* (Los cálculos se realizan con la totalidad de los registros). La segunda corresponde a *Valores perdidos discretos* (son un máximo de tres valores perdidos en la variable; se puede emplear los valores (números) que se deseen).

Para este tipo de valores se recomienda que exista una distancia considerable entre los valores representativos y los perdidos con el fin de facilitar su identificación). La tercera y última opción corresponde a *Rango más un valor discreto opcional* (se utiliza cuando tenemos varios parámetros de valores perdidos, los cuales se encuentran dentro de un rango. Para seleccionar esta opción es necesario que no existan valores representativos de grupos dentro del rango de lo contrario serán omitidos de los cálculos. Además esta opción nos permite ingresar un valor discreto adicional). Para seleccionar cualquiera de las opciones basta con hacer clic sobre la opción de manera que aparezca en la casilla de activación (☑) un punto negro y sucesivamente ingresar los valores.

Columnas y Alineación Estos dos parámetros son netamente de formato (es decir de presentación) y sus efectos son apreciables únicamente en la pestaña *Vista de datos*. La primera propiedad (*columnas*) nos indica el ancho de la columna, mientras que la segunda (*Alineación*) determina la alineación de los datos dentro de la casilla. El parámetro columna, al igual que en una hoja de cálculo, podemos alterarlo de forma directa en la vista de datos colocando el cursor al lado de la columna hasta que aparezca el indicador, hacemos clic y lo sostenemos arrastrando hasta obtener el ancho deseado.

Medida: Este es el parámetro más importante de las variables, de su definición depende el tipo de análisis que podemos realizar con el programa. Dentro de la estadística se han catalogado cuatro diferentes *escalas de medida*, pero para SPSS estas escalas se resumen en sólo tres:

- **Nominal:** son variables numéricas cuyos valores (Números) indican una categoría de pertenencia. Para este tipo de medida, las categorías no cuentan con un orden lógico que nos permita establecer una comparación de superioridad entre ellas. Un ejemplo de variable nominal puede ser el género, la raza, el estado civil, etc.

- **Ordinal:** son variables numéricas cuyos valores indican una categoría de pertenencia y a su vez las categorías poseen un orden lógico que nos indica una superioridad o prelación. Un ejemplo de variable ordinal puede ser el nivel de ingresos, categoría del vehículo, nivel educativo, etc.
- **Escala:** son variables numéricas cuyos valores representan una magnitud o cantidad y no una categoría; los valores de este tipo de medida pueden ser empleados en operaciones aritméticas como la suma, la resta, la multiplicación y la división ya que los intervalos (Distancia entre los números) cuentan con la misma longitud. Un ejemplo de variable de escala puede ser la edad, las ventas, la distancia en metros, la altura, etc.

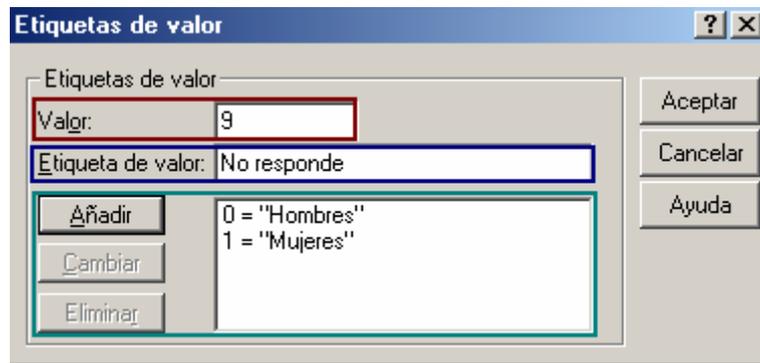
Valores

Los valores o *Etiquetas de valor* nos permiten generar una leyenda que facilite la interpretación de los números representativos de cada categoría de una variable, ya sea en los resultados o en la vista de datos. Debido a que se utilizan números para representar cada categoría, es necesario crear una pequeña leyenda que nos permita ver en letras la categoría a la que corresponde cada número. Las etiquetas de valor no pueden exceder los 60 caracteres y se deben emplear solamente si se cumplen los siguientes requisitos:

- La variable es categórica, es decir *Nominal* u *Ordinal*.
- Se tienen valores perdidos por el usuario.

Para definir las etiquetas de valor debemos activar la casilla de Valores correspondiente a la variable de interés, de tal manera que aparezca al costado derecho un cuadrado con puntos suspensivos en su interior. Al hacer clic sobre el cuadrado aparece la ventana *Etiquetas de valor* [Fig.xx]; en esta ventana encontramos tres casillas.

Fig. 11. Etiquetas de valor



La primera corresponde al *Valor* o número, en ella debemos digitar el número al que deseamos dar la etiqueta. La segunda casilla corresponde a la *Etiqueta de valor*, en ella digitamos la categoría a la que corresponde ese valor (máximo 60 caracteres) y la tercera casilla corresponde a las etiquetas añadidas; es decir, las categorías que ya se han definido. Para ingresar una etiqueta de valor, debemos primero ingresar el valor en la casilla *Valor*, sucesivamente ingresar la leyenda en la casilla *Etiqueta* y finalizar haciendo clic en el botón *Añadir*, con lo que aparece en la casilla el número y la leyenda correspondiente.

Si deseamos cambiar una etiqueta que ya haya sido añadida, debemos seleccionarla en la casilla (hacer clic sobre ella), editar ya sea el número o la etiqueta y hacer clic en *Cambiar*. Si por el contrario deseamos eliminarla, debemos seleccionarla y hacer clic en *Eliminar*. Para finalizar basta con hacer clic en *Aceptar*, con lo que la ventana se cerrará y las etiquetas quedarán definidas. Es necesario *Añadir* antes de *Aceptar* o de lo contrario se perderá cualquier operación de *Añadir* o *Cambiar* pendiente.

Ya definidas y configuradas correctamente las variables deben quedar como la figura 12

Fig. 12 Configuración de vista de variables

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida
2	NOMBRE	Cadena	8	0	NOM	Ninguno	Ninguno	8	Izquierda	Nominal
3	PROFESION	Cadena	8	0	PROF	Ninguno	Ninguno	11	Izquierda	Nominal
4	COLOR_CARRO	Cadena	8	0	CC	Ninguno	Ninguno	5	Izquierda	Nominal
5	SALARIO_DIA	Numérico	8	0	SD	Ninguno	Ninguno	11	Derecha	Escala
6	GENERO	Numérico	1	0	GENERO	{0, Hombres}...	Ninguno	8	Derecha	Escala
7	NUM_DIAS TRAB	Numérico	2	0	NDT	Ninguno	Ninguno	7	Derecha	Escala
8	ULTIMO_CARGO	Cadena	12	0	UC	Ninguno	Ninguno	13	Izquierda	Nominal
9	SALARIO_MES	Numérico	8	0	SM	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala
10	SAL_MES_CAT	Numérico	5	0	SALARIO_ME	{1, <= 35600}...	Ninguno	9	Derecha	Ordinal
11										
12										
13										

Fuente. Autor y software SPSS

Ahora cambie de pestaña, en ingrese a *vista de datos* e introduzca la información de manera horizontal o vertical, como mejor convenga, y oprima enter para pasar a la siguiente celda. Recuerde que puede pegar y copiar la información, si la tiene en Excel.

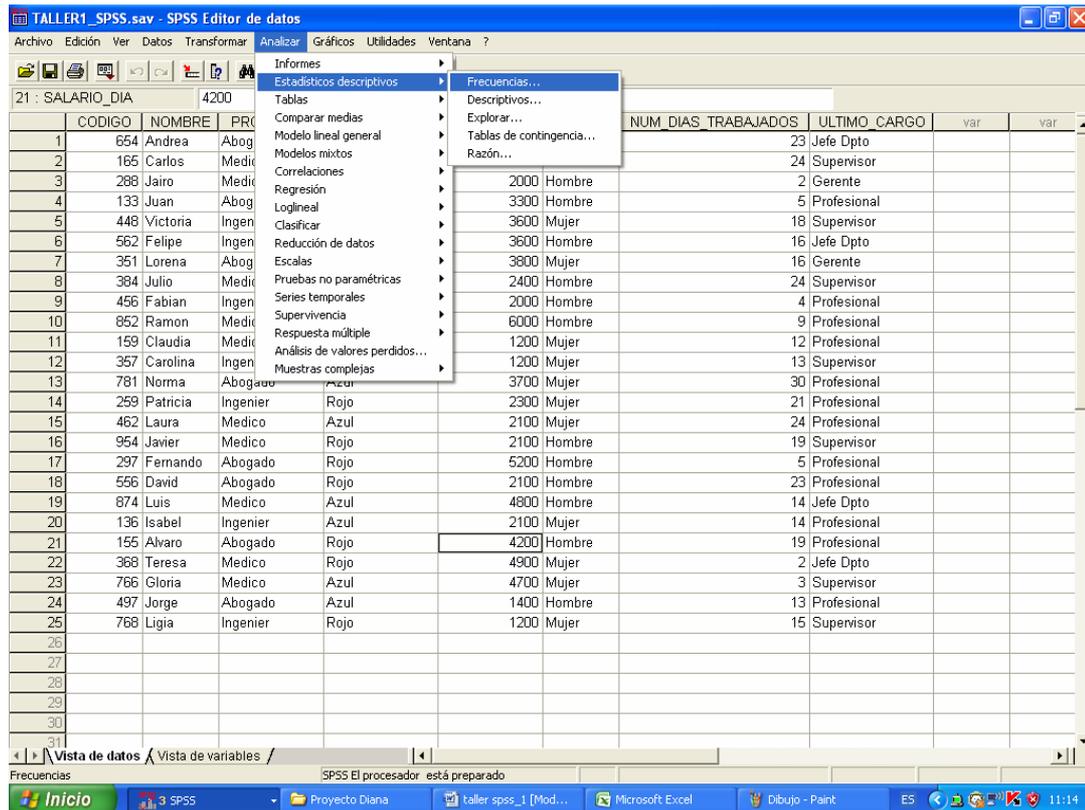
Fig 13 vista de datos

	CODIGO	NOMBRE	PROFESION	COLOR_CARRO	SALARIO_DIA	GENERO	NUM DIAS TRABAJADOS	ULTIMO_CARGO	var	var
1	654	Andrea	Abogado	Rojo	2000	Mujer		Jefe Dpto		
2	165	Carlos	Medico	Azul	2500	Hombre		Supervisor		
3	288	Jairo	Medico	Azul	2000	Hombre		Gerente		
4	133	Juan	Abogado	Azul	3300	Hombre		Profesional		
5	448	Victoria	Ingenier	Rojo	3600	Mujer		Supervisor		
6	562	Felipe	Ingenier	Azul	3600	Hombre		Jefe Dpto		
7	351	Lorena	Abogado	Azul	3800	Mujer		Gerente		
8	384	Julio	Medico	Rojo	2400	Hombre		Supervisor		
9	456	Fabian	Ingenier	Azul	2000	Hombre		Profesional		
10	852	Ramon	Medico	Azul	6000	Hombre		Profesional		
11	159	Claudia	Medico	Azul	1200	Mujer		Profesional		
12	357	Carolina	Ingenier	Rojo	1200	Mujer		Supervisor		
13	781	Norma	Abogado	Azul	3700	Mujer		Profesional		
14	259	Patricia	Ingenier	Rojo	2300	Mujer		Profesional		
15	462	Laura	Medico	Azul	2100	Mujer		Profesional		
16	954	Javier	Medico	Rojo	2100	Hombre		Supervisor		
17	297	Fernando	Abogado	Rojo	5200	Hombre		Profesional		
18	556	David	Abogado	Rojo	2100	Hombre		Profesional		
19	874	Luis	Medico	Azul	4800	Hombre		Jefe Dpto		
20	136	Isabel	Ingenier	Azul	2100	Mujer		Profesional		
21	155	Alvaro	Abogado	Rojo	4200	Hombre		Profesional		
22	368	Teresa	Medico	Rojo	4900	Mujer		Jefe Dpto		
23	766	Gloria	Medico	Azul	4700	Mujer		Supervisor		
24	497	Jorge	Abogado	Azul	1400	Hombre		Profesional		
25	768	Ligia	Ingenier	Rojo	1200	Mujer		Supervisor		
26										
27										
28										
29										
30										
31										

Fuente. Autor y software SPSS

Ya ingresada la información, ahora proceda a procesarla para obtener las Medidas de tendencia central. (Media mediana moda, cuartiles). Para eso use la siguiente ruta: Analizar -- Estadísticas --- frecuencias --- Estadísticas/ Grafico –Histograma.

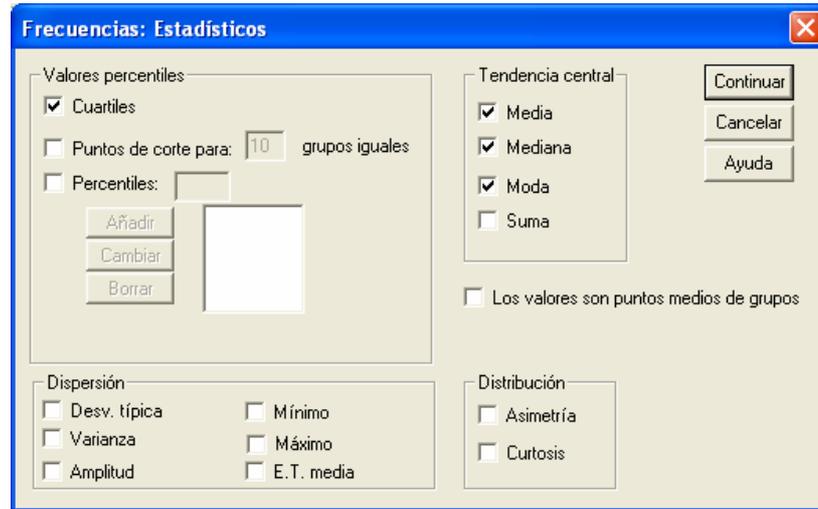
Fig. 14 ruta de análisis de datos



Fuente. Autor y software SPSS

De ahí saldrá el siguiente cuadro de dialogo, del cual elija las medidas de tendencia central como la media, la moda, mediana y cuartiles, desviación estándar, varianza y seleccione continuar.

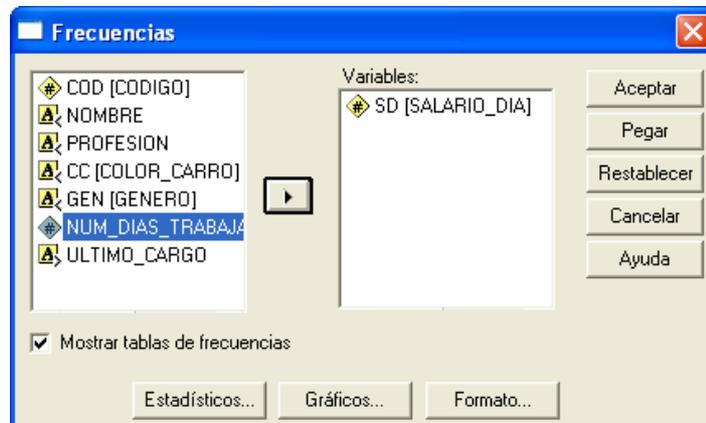
Fig 15 tabla de estadísticos



Fuente. Autor y software SPSS

Saldrá la siguiente imagen, de la cual, usted debe elegir las variables a procesar, usando el puntero del Mouse y adicionar con el botón  que ve en el centro. Relacionar (ejemplo. Salario días con número de días trabajados).

Fig. 16 tabla de frecuencias



Ahora de la tabla frecuencia seleccione, el botón *gráficos* y saldrá la tabla de gráficos.

Fig. 17 tabla de gráficos



Seleccione la opción *histogramas* y luego continuar para que genere los resultados pedidos, y proceda a interpretar los datos. La siguiente figura muestra los resultados obtenidos de este procedimiento.

Fig. 18 tabla de resultados de frecuencias

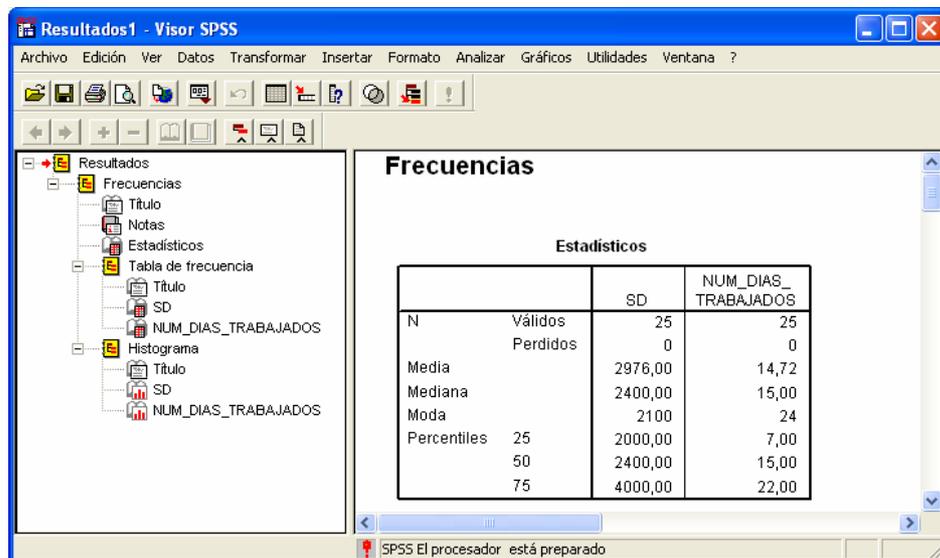


Fig. 19 tabla de resultados de tabla de frecuencias

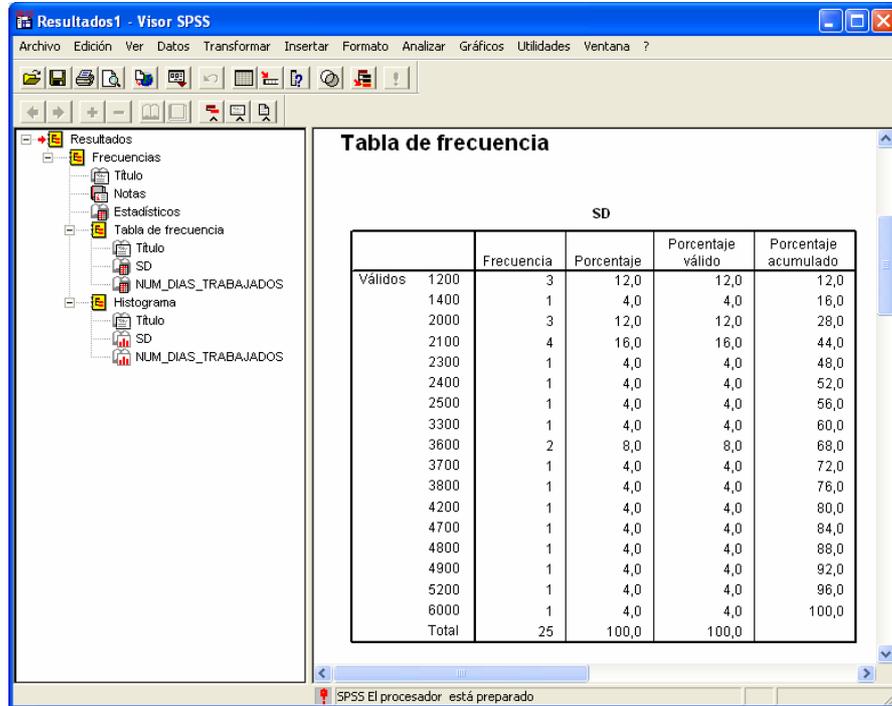


Fig. 20 tabla de resultados de numero de días trabajados

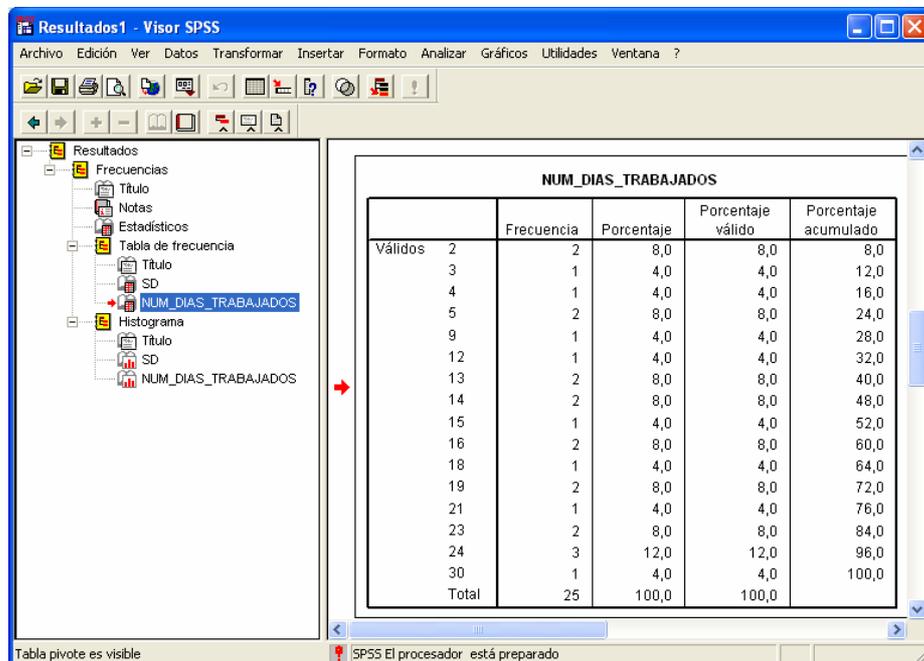


Fig. 21 tabla de resultados del histograma

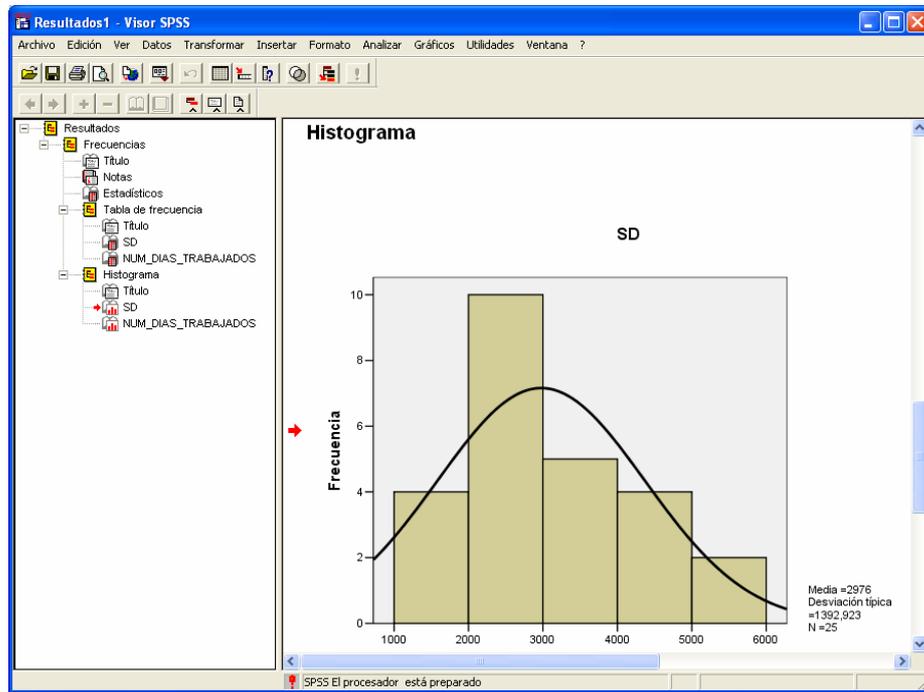
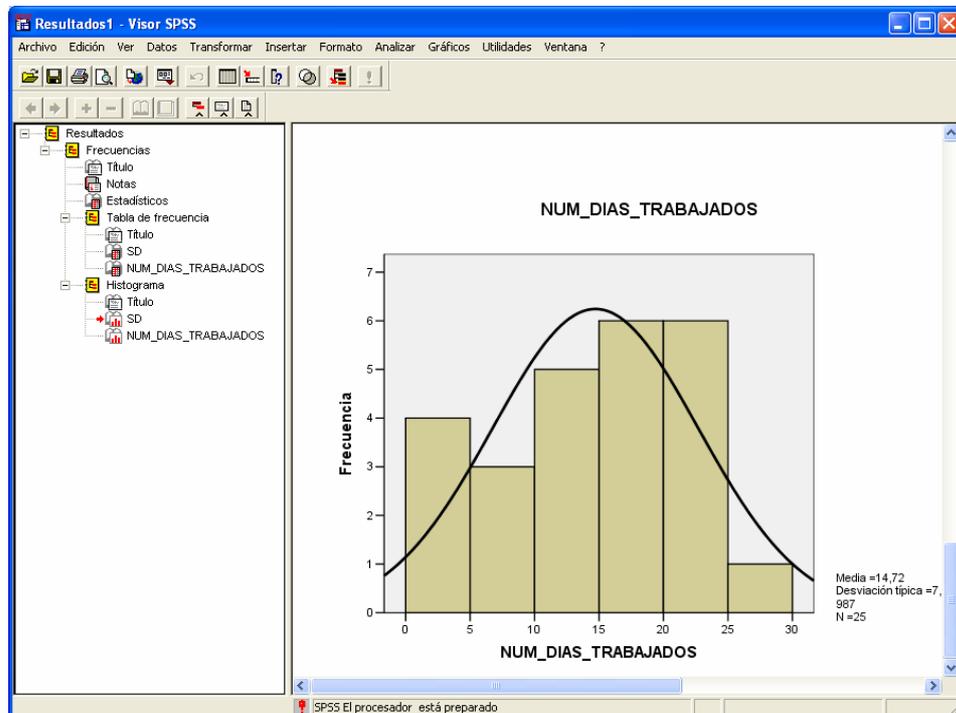


Fig. 22 tabla de resultados del histograma de número de días trabajados



Para hallar las medidas de dispersión (desviación estándar, Varianza, rango), use el mismo procedimiento, solo que seleccionando las medidas de dispersión. También lo puede hacer todo al mismo tiempo, si selecciona desde el inicio tanto las medidas de tendencia central, como las de dispersión. Ver Fig. 15

TALLER 2.

UPB-INFORMATICA PARA ING-IND	
TALLER No. 2 – SPSS EXCEL (REGRESION) -	
OBJETIVO :	Capacitar al estudiante en el uso específico de Excel y spss para aplicar el concepto de regresión lineal y múltiple.
COMPROBACION DE LECTURA :	Capitulo 18. Análisis de datos con Spss 13. Pardo Merino Capitulo 10. Estadística para ciencias administrativas. Lincon Chao.
SOFTWARE UTILIZADO :	SPSS + EXCEL
MATERIAL:	Computador, Guía
TEMATICA: :	Conceptos de regresión lineal, regresión múltiple, coeficiente de correlación, coeficiente de determinación.

METODOLOGIA:

Se desarrollara la guía anexa que incluye la elaboración de nueve Ejercicios. El profesor dará los instructivos para desarrollar el ejercicio en SPSS [analizar/ correlación/lineal]

LOS INDICADORES BÁSICOS SERÁN:

- Ecuación de regresión
- coeficientes alfa y betas.
- regresión lineal
- Regresión múltiple

- Variable dependiente y variables independientes
- Coeficiente de correlación y coeficiente de determinación

LOS OBJETIVOS A CUMPLIR SON:

- los estudiantes analicen las relaciones entre variables
- los estudiantes construyan ecuaciones de regresión
- los estudiantes interpreten los coeficientes de correlación

UPB – Informática para ingenieros industriales
Taller de SPSS y EXCEL - Regresión Lineal

Elaborar la ecuación correspondiente a los siguientes valores

Tabla 1.

X puntaje de ingreso	Y Promedio de notas	X*Y	X²	Y²
39	65	2535	1521	4225
43	78	3354	1849	6084
21	52	1092	441	2704
64	82	5248	4096	6724
57	92	5244	3249	8464
47	89	4183	2209	7921
28	73	2044	784	5329
75	98	7350	5625	9604
34	56	1904	1156	3136
52	75	3900	2704	5625

Elaborar la ecuación correspondiente al peso y la estatura

Tabla 2.

X=60	X=65	X=70	X=75	X=80
159	164	164	189	171
160	166	164	170	173
162	167	165	171	175
165	167	166	171	179
168	168	168	172	180
170	169	169	173	184
171	170	171	174	
	170	172	175	
	171	173	176	
		174	177	
		175	177	
		175	178	
		176	178	
		176		
		177		

Elaborar la ecuación correspondiente a $Y=f(X,Z)$

Tabla 3.

X: Año	Z: Tasa de inflación	Y: Ventas
0	20.7	107.9
1	16.2	200.3
2	20.0	265.7
3	29.8	367.0
4	28.7	444.7
5	98.8	265.7
6	80.8	392.0

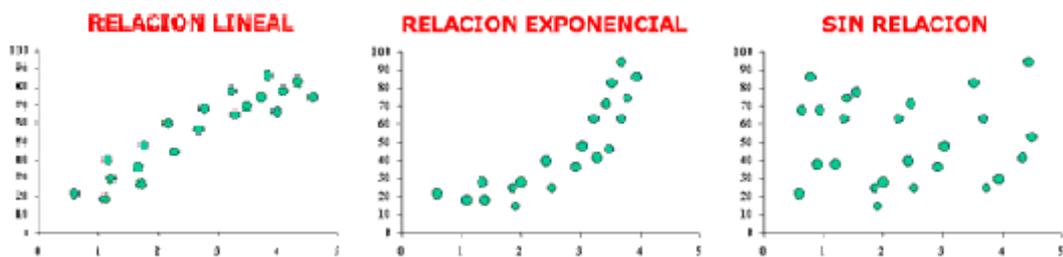
$$Y = 183.5 + 90.2 X - 3.8 Z$$

SOLUCIÓN DEL TALLER 2 DE SPSS

1. CONCEPTOS

1.1 COEFICIENTE DE CORRELACIÓN LINEAL. El coeficiente de correlación lineal mide el grado de intensidad de la posible relación entre las variables. Este coeficiente se aplica cuando la relación que puede existir entre las variables es lineal (es decir, si representáramos en un gráfico los pares de valores de las dos variables la nube de puntos se aproximaría a una recta).

Figura 1. Tipos de relaciones de regresión



No obstante, puede que exista una relación que no sea lineal, sino exponencial, parabólica, etc. En estos casos, el coeficiente de correlación lineal mediría mal la intensidad de la relación las variables, por lo que convendría utilizar otro tipo de coeficiente más apropiado.

Para ver, por tanto, si se puede utilizar el coeficiente de correlación lineal, lo mejor es representar los pares de valores en un gráfico y ver que forma describe.

Los valores que puede tomar el **coeficiente de correlación "r"** son: $-1 < r < 1$
Si "r" > 0, la correlación lineal es positiva (si sube el valor de una variable sube el de la otra). La correlación es tanto más fuerte cuanto más se aproxime a 1.

Por ejemplo: altura y peso: los alumnos más altos suelen pesar más.

Si " r " < 0, la correlación lineal es negativa (si sube el valor de una variable disminuye el de la otra). La correlación negativa es tanto más fuerte cuanto más se aproxime a -1.

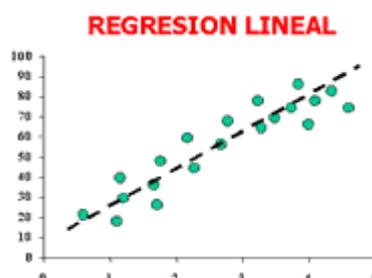
Por ejemplo: peso y velocidad: los alumnos más gordos suelen correr menos.

Si " r " = 0, no existe correlación lineal entre las variables. Aunque podría existir otro tipo de correlación (parabólica, exponencial, etc.)

De todos modos, aunque el valor de " r " fuera próximo a 1 o -1, tampoco esto quiere decir obligatoriamente que existe una relación de causa-efecto entre las dos variables, ya que este resultado podría haberse debido al puro azar.

Nos permite determinar si, efectivamente, existe relación entre las dos variables. Una vez que se concluye que sí existe relación, la regresión nos permite definir la recta que mejor se ajusta a esta nube de puntos.

Figura 2. Ejemplo de regresión lineal



Una recta viene definida por la siguiente fórmula:

$$y = a + bx$$

Donde " y " sería la variable dependiente, es decir, aquella que viene definida a partir de la otra variable " x " (variable independiente). Para definir la recta hay que determinar los valores de los parámetros " a " y " b ":

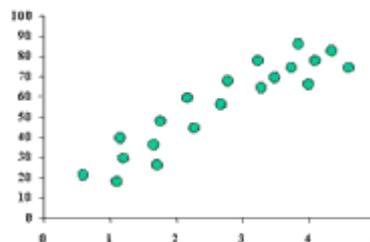
El **parámetro "a"** es el valor que toma la variable dependiente " y ", cuando la variable independiente " x " vale 0, y es el punto donde la recta cruza el eje vertical.

El **parámetro "b"** determina la pendiente de la recta, su grado de inclinación. La **regresión lineal** nos permite calcular el valor de estos dos parámetros.

1.2 REGRESIÓN LINEAL. Se define como un [procedimiento](#) mediante el cual se trata de determinar si existe o no relación de dependencia entre dos o más variables. Es decir, conociendo [los valores](#) de una variable independiente, se trata de estimar los [valores](#), de una o más variables dependientes.

Representamos en un gráfico los pares de valores de una distribución dimensional: la variable "x" en el eje horizontal o eje de abscisa, y la variable "y" en el eje vertical, o eje de ordenada. Vemos que la nube de puntos sigue una tendencia lineal:

Figura 3. Nube de puntos



1.3 REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE.

Resulta que los fenómenos que analizamos no son tan sencillos, y en muchas ocasiones una regresión simple no explica del todo el problema investigado. Entonces, la regresión múltiple es la generalización de la regresión simple, para el caso en que contemos con más de una variable explicativa.

La naturaleza de los fenómenos investigados es "compleja", y se hace necesaria más de una variable independiente para poder analizar dicho fenómeno. Con el uso de más variables independientes, podremos explicar mejor el comportamiento y los cambios que se dan en la variable dependiente.

El modelo esquemático de una regresión lineal múltiple puede representarse de la siguiente manera:

$$1.1 \quad Y = aX + bZ + c + e$$

Donde:

Y= variable dependiente

X, Z= variables independientes

a, b= coeficientes que acompañan a las variables independientes

c= constante del modelo

e= error del modelo.

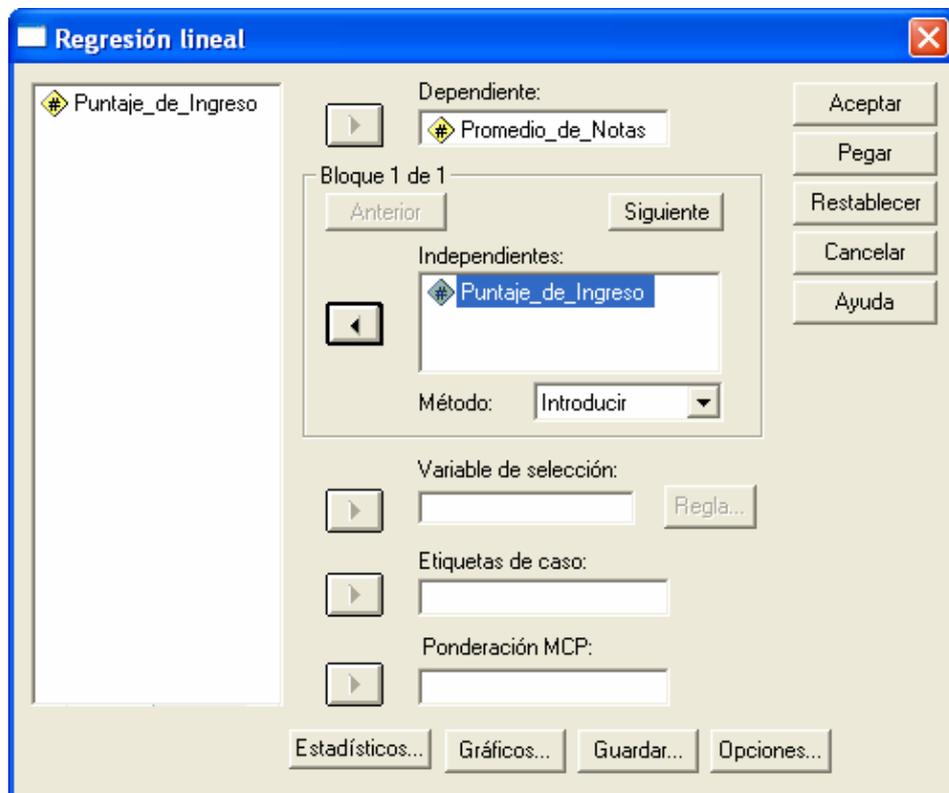
Como su propio nombre lo dice, Regresión Múltiple, implica el que se tengan muchas variables independientes en el modelo. En el caso planteado anteriormente, solo se muestran dos variables independientes (X, Z) pero esto no quita que puedan incorporarse más variables independientes (V. I.) a nuestro modelo. En este sentido, el SPSS es bastante amigable, así que permite incorporar cuántas variables nosotros deseemos ingresar al modelo que explique el fenómeno estudiado.

2. INDICADORES BÁSICOS

Inicie definiendo las variables en vista de variables, y luego cambie de pestaña (a vista de datos) para introducir la información.

2.1 ECUACIÓN DE REGRESIÓN CON SPSS. Se utilizará para SPSS la ruta *ANALIZAR*→*REGRESION*→*LINEAL*. Donde aparecerá el cuadro de diálogo de regresión lineal.

Figura 4. Cuadro de diálogo de regresión lineal



Al cuadro dependiente se traslada la variable “promedio de notas” y a la lista dependientes se traslada la variable “Puntaje de ingreso”. Hecha la selección de las variables los resultados se muestran en el cuadro 1

Cuadro 1. Resultados de coeficientes y resumen del modelo de SPSS

Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	40,784	8,507		4,794	,001
	Puntaje_de_Ingreso	,766	,175	,840	4,375	,002

a. Variable dependiente: Promedio_de_Notas

Resumen del modelo									
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. del cambio en F
1	,840 ^a	,705	,668	9,547	,705	19,141	1	8	,002

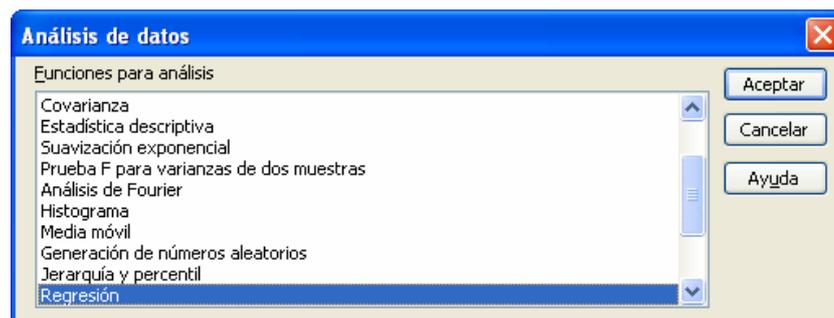
a. Variables predictoras: (Constante), Promedio_de_Notas

La ecuación de la recta de regresión será entonces:

$$\text{Promedio de notas (Y)} = 40,78 + 0,766 * \text{puntaje de ingreso (X)}.$$

2.2 ECUACIÓN DE REGRESIÓN CON EXCEL. Ahora para Excel ingrese los datos y utilice la siguiente ruta: HERRAMIENTAS→ANÁLISIS DE DATOS, donde aparece el cuadro de diálogo para análisis de datos de Excel.

Figura 5. Cuadro de diálogo de Excel para el análisis de datos.



Continúe dando clic en aceptar y llegará al cuadro de dialogo para la regresión en Excel, donde:

1.1.1 Rango Y de entrada. Introduzca la referencia correspondiente al rango de datos dependientes. El rango debe constar de una única columna o una única columna de datos.

1.1.2 Rango X de entrada. Introduzca la referencia correspondiente al rango de datos independientes. Microsoft Excel ordenará las variables independientes de este rango en orden ascendente de izquierda a derecha. El número máximo de variables independientes es 16.

1.1.3 Rótulos. Active esta casilla si la primera fila o la primera columna del rango (o rangos) de entrada contienen rótulos. Desactívela si el rango de entrada carece de rótulos; Excel generará los rótulos de datos correspondientes para la tabla de resultados.

1.1.4 Nivel de confianza. Active esta casilla para incluir más niveles en la tabla de resumen de resultados. En el cuadro, introduzca el nivel de confianza que desee aplicar además del nivel predeterminado del 95%.

1.1.5 Constante igual a cero. Active esta casilla para que la línea de regresión pase por el origen.

1.1.6 Rango de salida. Introduzca la referencia correspondiente a la celda superior izquierda de la tabla de resultados. Deje por lo menos siete columnas disponibles para la tabla de resultados sumarios, que incluirá una tabla de análisis de datos, coeficientes, error típico del pronóstico Y, valores r^2 , número de observaciones y error típico de coeficientes.

1.1.7 En una hoja nueva. Haga clic en esta opción para insertar una hoja nueva en el libro actual y pegar los resultados comenzando por la celda A1 de la nueva hoja de cálculo. Para darle un nombre a la nueva hoja de cálculo, escríbalo en el cuadro.

1.1.8 En un libro nuevo. Haga clic en esta opción para crear un nuevo libro y pegar los resultados en una hoja nueva del libro creado.

1.1.9 Residuos. Active esta casilla para incluir residuos en la tabla de resultados de residuos.

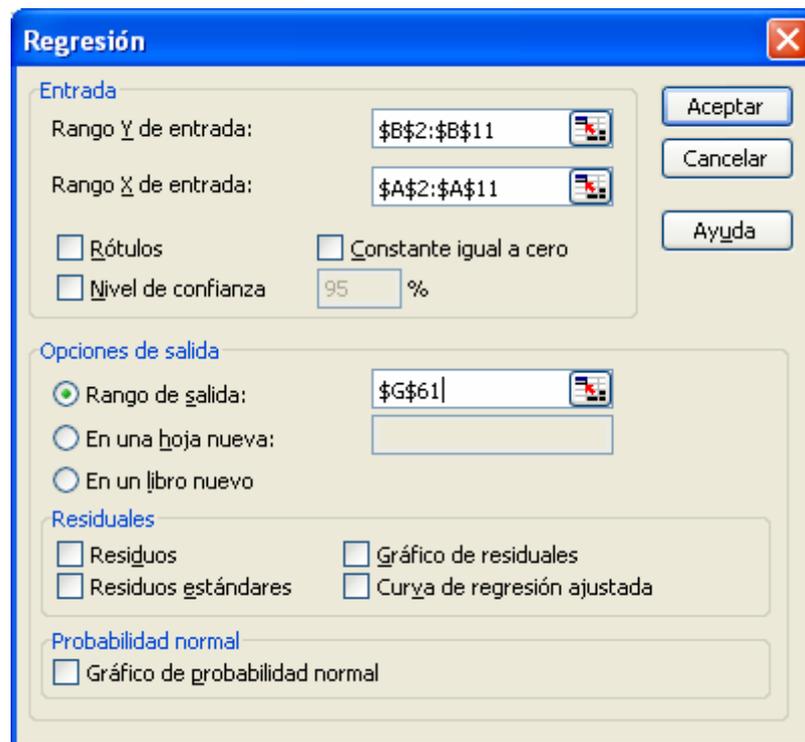
1.1.10 Residuos estándares. Active esta casilla para incluir residuos estándares en la tabla de resultados de residuos.

1.1.11 Gráficos de residuos. Active esta casilla para generar un gráfico por cada variable independiente frente al residuo.

1.1.12 Curva de regresión ajustada. Active esta casilla para generar un gráfico con los valores pronosticados frente a los observados.

1.1.13 Trazado de probabilidad normal. Active esta casilla para generar un gráfico con probabilidad normal.

Figura 6. Cuadro de dialogo para la regresión en Excel.



Cuadro 2. Resultados del análisis de datos con Excel.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,839785887
Coeficiente de determinación R ²	0,705240336
R ² ajustado	0,668395378
Error típico	8,703633358
Observaciones	10

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	1449,974131	1449,974131	19,1407556	0,002364532
Residuos	8	606,025869	75,75323363		
Total	9	2056			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	40,78	8,51	4,79	0,00	21,17	60,40	21,17	60,40
Variable X 1	0,77	0,17	4,38	0,00	0,36	1,17	0,36	1,17

Resultados de datos de probabilidad

Percentil	Y
5	52
15	56
25	65
35	73
45	75
55	78
65	82
75	89
85	92
95	98

Finalmente observe en los resultados del gráfico 6 que los coeficientes que necesita para construir la ecuación están dados, donde $Y = 40,78 + 0,77x$

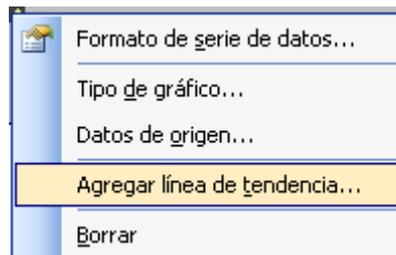
2.3 COEFICIENTES DE DETERMINACIÓN.

Si nos fijamos en los resultados de los cuadros 1 (SPSS) y 2 (Excel), notamos que el coeficiente de correlación Alfa ó r cuadrado es de 0,70 y el beta ó r es de 0,840 (tiende a 1) existiendo así una relación de tendencia lineal fuerte-positiva entre las variables, o sea que la variable promedio de notas es explicada por la variable puntaje de ingreso, es decir, que las notas altas pertenecen a estudiantes con altos puntajes de ingreso (ICFES).

2.4 REGRESIÓN LINEAL.

Ya explicado el comportamiento de las variables por medio de los coeficientes, podemos notar como se visualizará la recta de regresión en un gráfico.

2.4.1 Regresión lineal con Excel. Se puede realizar el gráfico de regresión lineal mediante la ruta INSERTAR→GRÁFICOS→DISPERSIÓN, siga los pasos que el tutorial le va indicando, finalmente seleccione un punto de la gráfica (se seleccionarán todos los puntos por defecto) y de clic derecho, aparecerá el siguiente cuadro:



Seleccione *agregar línea de tendencia central* y aparecerá el cuadro de dialogo agregar línea de tendencia, donde deberá seleccionar en este caso *lineal*.

Figura 7a. Cuadro de diálogo línea de tendencia- tipo



Ahora cambie de pestaña a *Opciones*, seleccione *presentar ecuación en el gráfico* y *presentar el valor R cuadrado en el gráfico*. Aparecerá el cuadro de diálogo *línea de tendencia- Opciones*, finalmente de clic en aceptar, para visualizar el gráfico de dispersión (ver figura 8).

Figura 7b. Cuadro de diálogo línea de tendencia- Opciones

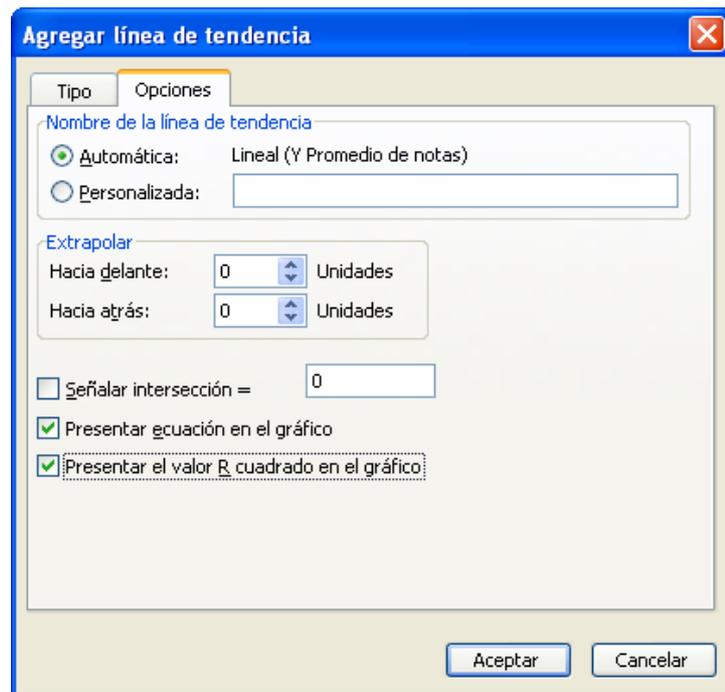
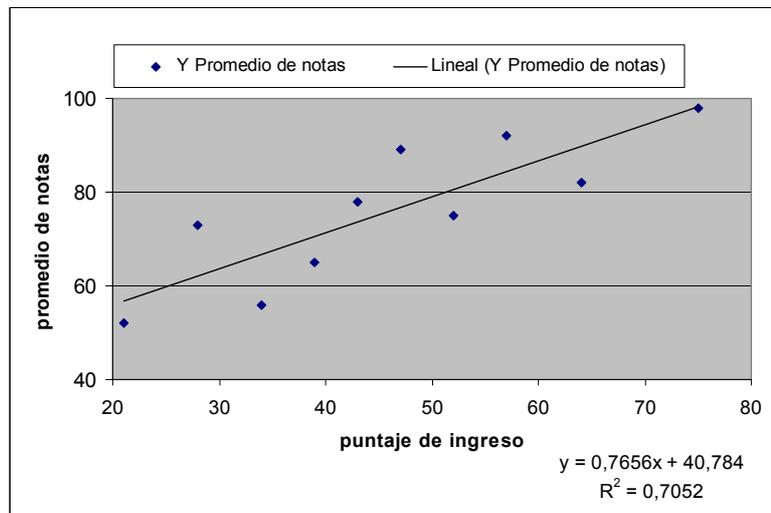
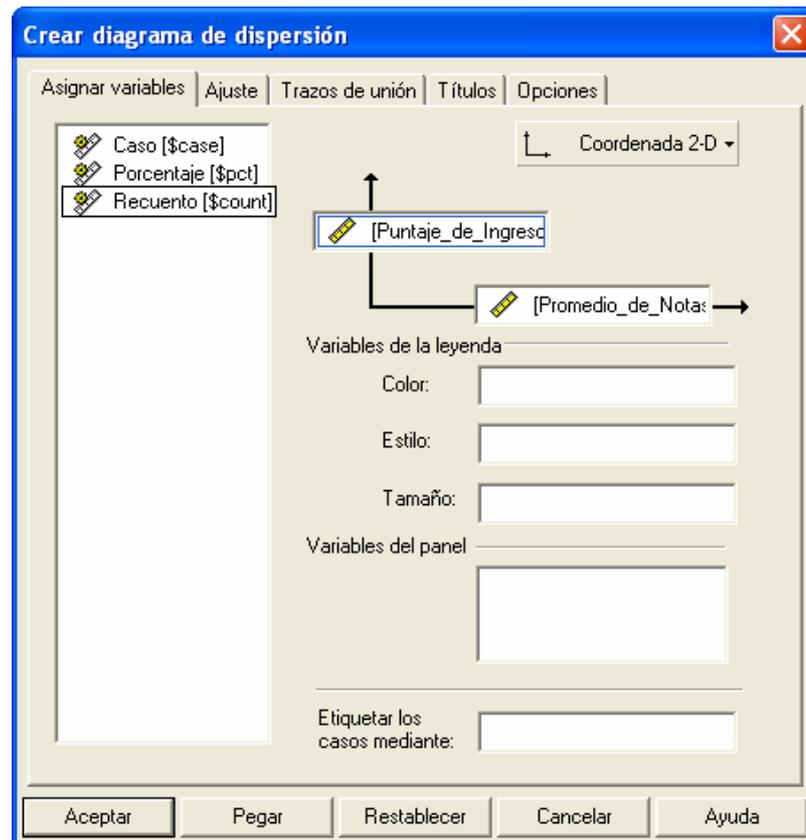


Figura 8. Gráfico de dispersión con Excel



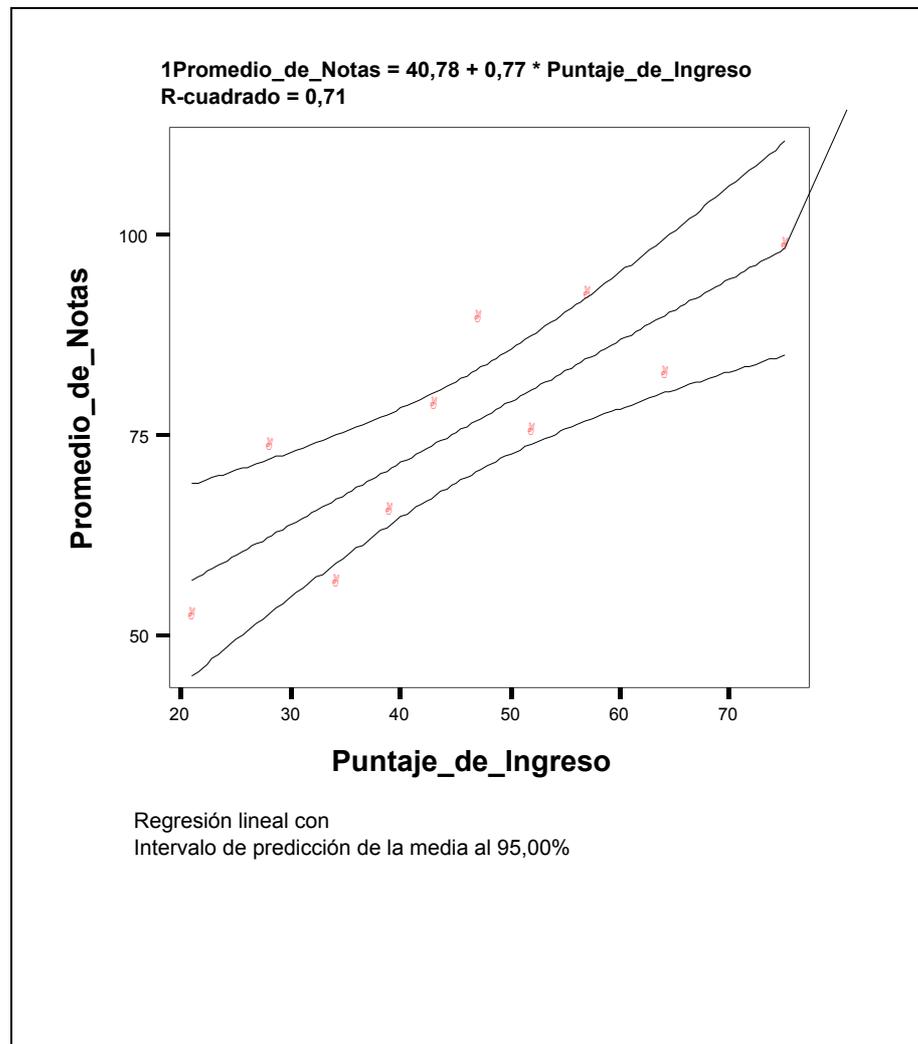
2.4.2 Regresión lineal con SPSS. La ruta que permite encontrar la ecuación de la recta de regresión lineal es: GRÁFICOS→INTERACTIVOS→DIAGRAMA DE DISPERSIÓN. Con dicha ruta llegará al cuadro de dialogo para la elaboración de un diagrama de dispersión.

Figura 9. Cuadro de diálogo para la creación de diagramas de dispersión.



El resultado será el gráfico de regresión lineal con su respectiva fórmula.

Figura 10. Gráfico de regresión lineal



2.5 REGRESIÓN MÚLTIPLE.

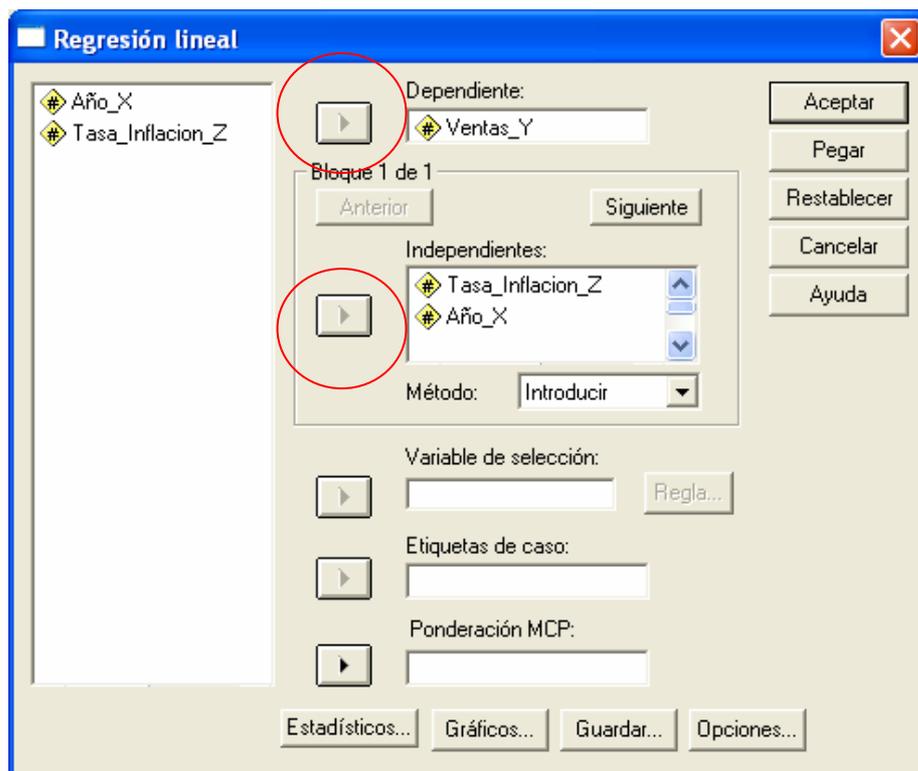
Para realizar el análisis de regresión múltiple utilizaremos la información de la tabla 3 en donde se incluyen tres variables: el año, la tasa de inflación y las ventas. La hipótesis que se puede generar puede ser la siguiente: *“las ventas disminuyen en los años cuya inflación es alta”*.

Para realizar el análisis de regresión múltiple, recorreremos el camino siguiente: vamos al menú “analizar”, luego a la opción “regresión” y ahí nos ubicamos en “Lineal”. Cuando estamos aquí basta dar un clic y con esto aparece el recuadro

que se puede ver en la figura 11. Si se fijan, es el mismo camino para realizar un análisis de regresión simple, con la única diferencia de que las variables independientes, que en lugar de ser una, ahora serán dos o más variables.

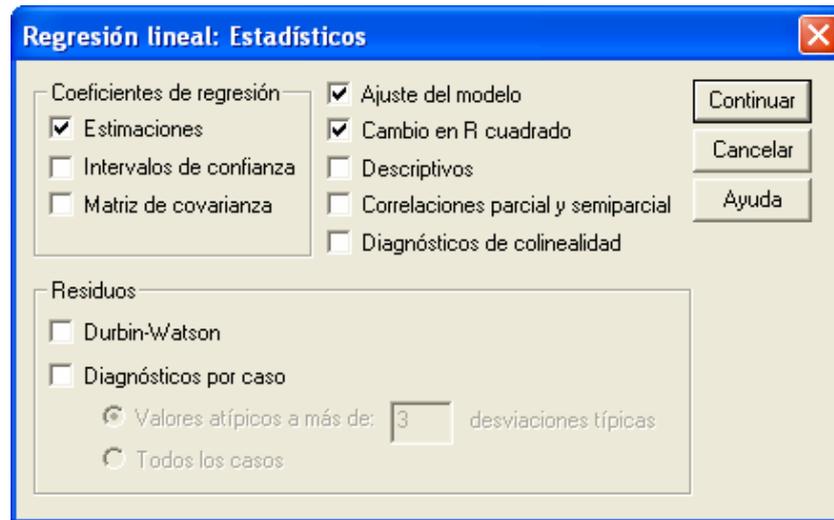
La figura 11 nos presenta las opciones para construir nuestro modelo de regresión múltiple. En lo que respecta a la variable “Dependiente” ya se ha elegido “Ventas”. En las variables independientes entonces, estarán el “Año” y la “Inflación”. Para elegir la variable, únicamente debemos seleccionarla y dar clic en el botón de envío que se encuentra encerrado en el círculo rojo, y con esto ya tenemos nuestras dos variables explicativas para el fenómeno estudiado.

Figura 11. Cuadro de diálogo de SPSS para la regresión lineal múltiple



Ahora seleccionamos los “Estadísticos” del modelo, y para nuestro ejemplo tomaremos los siguientes: Estimaciones, Ajustes del modelo, y los Cambios en R cuadrado. Ver figura 5.

Figura 12. Cuadro de diálogo de estadísticos de regresión lineal con SPSS



Cuando ya hemos finalizado de realizar todas las selecciones para nuestro modelo, entonces procedemos a darle al orden al SPSS para que realice todos los análisis que le hemos solicitado y que nos brinde los resultados del mismo. Para esto solamente damos un clic en el botón “Aceptar” tal y como se muestra en la figura 4 y los resultados obtenidos se muestran a continuación.

Cuadro 3. Resultados de la regresión lineal múltiple

Variables introducidas/eliminadas^a

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	Tasa_ Inflacion_Z, Año_X	.	Introducir

a. Todas las variables solicitadas introducidas

b. Variable dependiente: Ventas_Y

El cuadro anterior nos manifiesta que las “variables introducidas en el modelo han sido: la tasa de inflación y el año, que no se tienen variables eliminadas, el método elegido ha sido el de “introducir”, y además nos dice que la variable dependiente son las “Ventas”.

Cuadro 4. Resultados de la regresión lineal múltiple – Resumen del modelo

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,987(a)	,975	,962	22,7568

a Variables predictoras: (Constante), Tasa_Inflacion_Z, Año_X

El modelo de regresión múltiple presenta un nivel de ajuste casi excelente, ya que la **R** tiene un valor de 0,987, en tanto que la **R²** muestra un valor de 0,975 y la **R²** corregida o ajustada tiene un valor de 0.962.

Cuadro 5. Coeficientes(a)

Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	183,535	15,640		11,735	,000
	Tasa_Inflacion_Z	-3,851	,487	-1,093	-7,901	,001
	Año_X	90,215	7,517	1,661	12,001	,000

a. Variable dependiente: Ventas_Y

Cuadro 5. Coeficientes (b)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	,846	59,948		,014	,989
	Edad	5,135	,284	,934	18,093	,000
	Estatura del padre	,461	,326	,073	1,412	,181

a Variable dependiente: Estatura

El modelo puede representarse de la siguiente forma:

$$\text{Ventas} = 183.5 + 90.2 \cdot \text{año} - 3.8 \cdot \text{tasa de inflación}$$

Puede explicarse el modelo de regresión múltiple así: *“Las ventas son influenciadas en 90,2 por cada año que se proyecte, menos 3,8 por cada cambio en la inflación, más una constante de 183,5”*.

TALLER 3.

UPB-INFORMATICA PARA ING-IND	
TALLER No.3 SPSS	
Semana:	Dia:
OBJETIVO:	
COMPROBACION DE LECTURA	
SOFTWARE UTILIZADO:	SPSS
MATERIAL:	
TEMATICA:	Conceptos de ESTADISTICA

METODOLOGIA :

Explique el comportamiento de la variable salario: Es una variable de escala ANALIZAR / ESTADISTICA DESCRIPTIVA / FRECUENCIA / ESTADISTICA y GRAFICA
Explique el comportamiento de la variable profesión Es una variable nominal y categórica (1. Ind...) ANALIZAR / ESTADISTICA DESCRIPTIVA/ GRAFICO / SECTORES o BARRAS
Explique el comportamiento de los salarios por profesión Es una variable de escala y una variable categórica GRAFICOS/ DIAGRAMA DE CAJA / SIMPLE / VARIABLE: (la variable de escala) EJE CATEGORIA: (variable categórica)
Explique la relación entre ecaes y salario Las dos variables son de escala, se debe realizar una regresión lineal ANALIZAR / REGRESION / LINEAL / DEPENDIENTE / INDEPENDIENTE
Explique la relación entre la variable salario y las variables ECAES e Ingles La tres variables son de escala, regresión lineal un dependiente y las otras independientes ANALIZAR / REGRESION / LINEAL / DEPENDIENTE / INDEPENDIENTE
Explique la relación entre la variable Profesión y la variable Ubicación

Las dos variables son categóricas, se puede utilizar una tabla de contingencias o un grafico de barras de frecuencia

ANALIZAR / ESTADISTICO DESCRIPTIVO / TABLA DE CONTINGENCIA /
(en CASILLAS activar porcentajes)

ANALIZAR/ GRAFICO DE BARRAS /

UPB – INGENIERIA INDUSTRIAL – INFORMATICA PARA INGENIEROS

La siguiente tabla muestra los resultados de una encuesta realizada a egresados de la UPB que se encuentran laborando a julio de 2008. En esta encuesta se pregunta por su profesión, salario, ubicación, ecaes, número de hijos, nivel de ingles.

- a. Explique el comportamiento de la variable salario
- b. Explique el comportamiento de la variable profesión
- c. Explique el comportamiento de los salarios por profesión
- d. Explique la relación entre ecaes y salario
- e. Explique la relación entre salario y las variables ECAES e Ingles
- f. Explique la relación entre la variable Profesión y la variable Ubicación

Tabla 1

encuesta	profesión	salario	Ubicación	ecaes	No.hijos	Ingles
1	Ambiental	84,8	Bucaramanga	101,5	1	8
2	Industrial	82,3	Bucaramanga	97,46	4	7
3	Industrial	83,2	Bogota	103,3	2	9
4	Industrial	78,5	Bucaramanga	94,15	0	6
5	Civil	66,7	Bucaramanga	82,91	2	5
6	Civil	95,3	Bucaramanga	113,7	5	7
7	Ambiental	75,3	Bucaramanga	96,08	4	7
8	Ambiental	91,1	Cucuta	108,7	1	7
9	Industrial	95,8	Bucaramanga	116,8	4	9

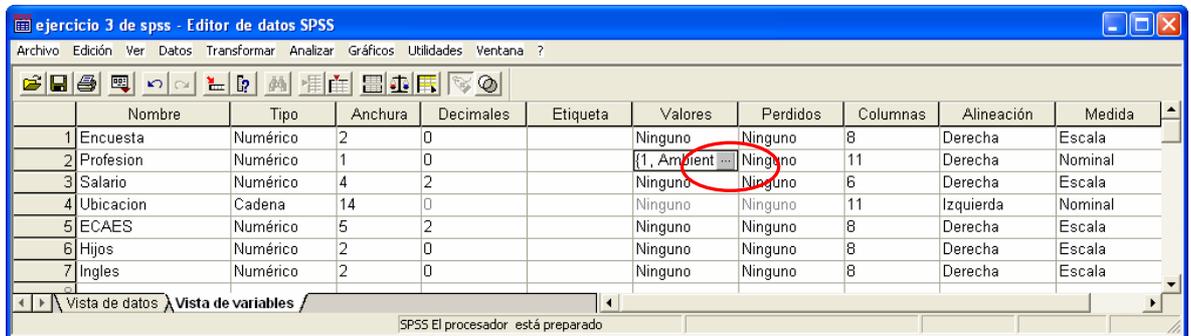
encuesta	profesión	salario	Ubicación	ecaes	No.hijos	Ingles
10	Ambiental	59,4	Bogota	69,54	3	5
11	Civil	88	Bucaramanga	105,9	0	5
12	Industrial	79,5	Cucuta	101,2	0	5
13	Industrial	93,3	Cucuta	112	0	8
14	Industrial	73,1	Bucaramanga	102,6	0	6
15	Civil	71,6	Bucaramanga	92,16	3	3
16	Industrial	81	Bucaramanga	105,2	1	6
17	Industrial	78,7	Bucaramanga	111,9	2	8
18	Industrial	75,3	Cucuta	87,51	1	7
19	Industrial	83,9	Cucuta	102,6	0	6
20	Industrial	81,4	Bucaramanga	104,7	4	7
21	Civil	72,7	Cucuta	84,2	0	5
22	Ambiental	83,5	Cucuta	103,2	2	7
23	Ambiental	87,7	Bucaramanga	105,8	0	7
24	Civil	91,7	Bogota	113,2	0	8
25	Industrial	87,1	Bucaramanga	110	4	4
26	Civil	82,3	Bucaramanga	95,67	2	9
27	Civil	76,2	Bucaramanga	88,34	0	6
28	Industrial	65,3	Bucaramanga	76,76	1	9
29	Ambiental	95,6	Bucaramanga	115,9	1	8
30	Ambiental	85,6	Bucaramanga	106,6	1	5
31	Ambiental	87,6	Bucaramanga	109,8	1	7
32	Industrial	91,1	Cucuta	104,6	0	7
33	Industrial	79	Cucuta	100,2	2	2
34	Civil	87,9	Bucaramanga	96,59	0	8
35	Industrial	75,8	Bucaramanga	84,15	0	8
36	Industrial	85,7	Bucaramanga	105,5	4	7

Solución del taller

1. Ingrese al programa como se explica en el ejercicio 1 de SPSS y defina las variables (encuesta, profesión, salario, ubicación, ECAES, n°de hijos, notas

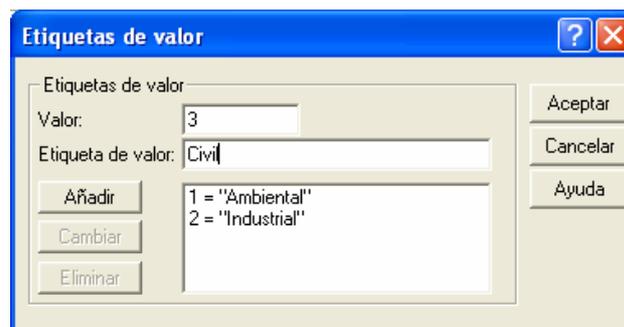
de ingles) y sus características en vista de variables. Deberá verse como el gráfico 1.

Gráfico 1. Definición de variables



Ahora introduzca la información que se le ha suministrado en la tabla 1. Entendiendo que se debe categorizar previamente la variable profesión. Para categorizar la variable profesión de clic en casilla valores, en el icono de los puntos suspensivos (ver circulo en el gráfico 1), de donde se despliega el cuadro etiquetas de valor

Gráfico 2. Etiquetas de valor



Ahora defina en la casilla de valor el número 1 y asigne la profesión “Ambiental”, luego presione el botón Añadir y haga lo mismo para Industrial y Civil. Finalmente de clic en aceptar y cambie la pestaña de Vista de Variables a la pestaña Vista de Datos, e introduzca la información pertinente. Quedando del mismo modo que en el gráfico 3

Gráfico 3. Vista de datos

	Encuesta	Profesion	Salario	Ubicacion	ECAES	Hijos	Ingles
1	1	Ambiental	84,76	Bucaramanga	101,47	1	8
2	2	Industrial	82,34	Bucaramanga	97,46	4	7
3	3	Industrial	83,23	Bogota	103,26	2	9
4	4	Industrial	78,50	Bucaramanga	94,15	0	6
5	5	Civil	66,67	Bucaramanga	82,91	2	5
6	6	Civil	95,33	Bucaramanga	113,67	5	7
7	7	Ambiental	75,32	Bucaramanga	96,08	4	7
8	8	Ambiental	91,12	Cucuta	108,73	1	7
9	9	Industrial	95,76	Bucaramanga	116,77	4	9
10	10	Ambiental	59,36	Bogota	69,54	3	5
11	11	Civil	87,96	Bucaramanga	105,85	0	5
12	12	Industrial	79,48	Cucuta	101,19	0	5
13	13	Industrial	93,34	Cucuta	111,98	0	8
14	14	Industrial	73,09	Bucaramanga	102,60	0	6
15	15	Civil	71,57	Bucaramanga	92,16	3	3
16	16	Industrial	80,96	Bucaramanga	105,24	1	6
17	17	Industrial	78,73	Bucaramanga	111,91	2	8
18	18	Industrial	75,34	Cucuta	87,51	1	7
19	19	Industrial	83,92	Cucuta	102,68	0	6
20	20	Industrial	81,38	Bucaramanga	104,73	4	7
21	21	Civil	72,70	Cucuta	84,20	0	5
22	22	Ambiental	83,50	Cucuta	103,19	2	7
23	23	Ambiental	87,72	Bucaramanga	105,81	0	7
24	24	Civil	91,74	Bogota	113,18	0	8
25	25	Industrial	87,12	Bucaramanga	110,00	4	4
26	26	Civil	82,27	Bucaramanga	95,67	2	9
27	27	Civil	76,17	Bucaramanga	88,34	0	6
28	28	Industrial	65,26	Bucaramanga	76,76	1	9
29	29	Ambiental	95,63	Bucaramanga	115,91	1	8
30	30	Ambiental	85,59	Bucaramanga	106,57	1	5
31	31	Ambiental	87,56	Bucaramanga	109,84	1	7

2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

- a. **COMPORTAMIENTO DE LA VARIABLE SALARIO.** Es una variable de escala, la ruta que se utiliza para analizar dicha variable es la siguiente: MENÚ ANALIZAR - ESTADISTICOS DESCRIPTIVOS - FRECUENCIAS – BOTÓN ESTADISTICOS Y GRAFICOS. Esta ruta fue explicada en el ejercicio 1. los resultados son los siguientes:

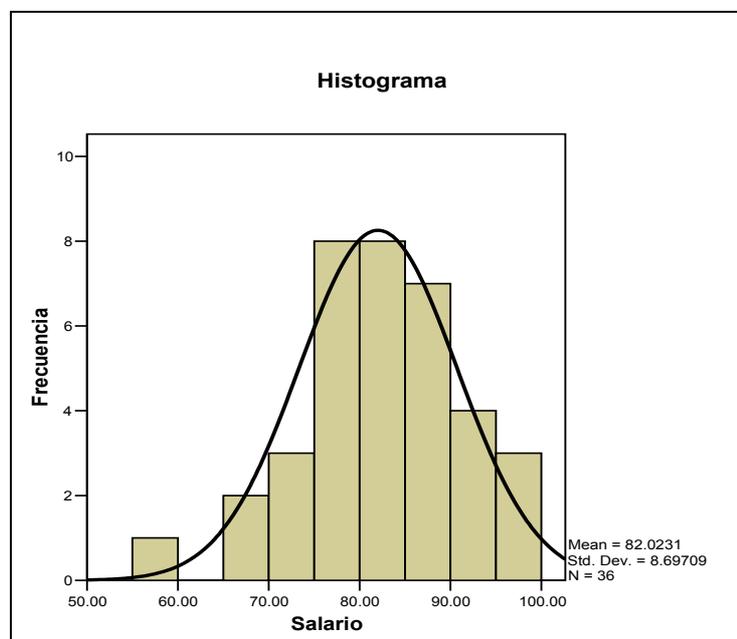
Cuadro 1. Estadísticos de frecuencia de salarios

Estadísticos		
Salario		
N	Válidos	36
	Perdidos	0
Media		82,0231
Moda		59,36 ^a
Mínimo		59,36
Máximo		95,76
Percentiles	25	75,9000
	50	82,7850
	75	87,8250

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Encontramos en los resultados que fueron analizados los 36 datos (ver gráfico cuatro; N (válidos)=36). El promedio de los salarios es 82,02. El menor salario que más se paga es de 59,36 y es el pago más bajo recibido por estos profesionales. Siendo 95,76 el mejor salario.

Gráfico 5. Histograma de salario



El histograma nos muestra la presencia de dos modas y tres intervalos importantes donde se agrupa la mayoría de los salarios

b. **COMPORTAMIENTO DE LA VARIABLE PROFESIÓN.** Como es una variable categórica nominal, no podremos analizarla con los estadísticos anteriores (media, moda, percentiles), sino que sólo podríamos analizar el estadístico de tendencia central MODA, que representa el valor que más se repite en las respuestas. Y lo podremos mirar, siguiendo la siguiente ruta: MENÚ ANALIZAR - ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS - FRECUENCIAS – BOTÓN ESTADÍSTICOS Y GRÁFICOS. Los resultados se muestran a continuación:

Cuadro 2. Estadísticos de frecuencia de Profesión

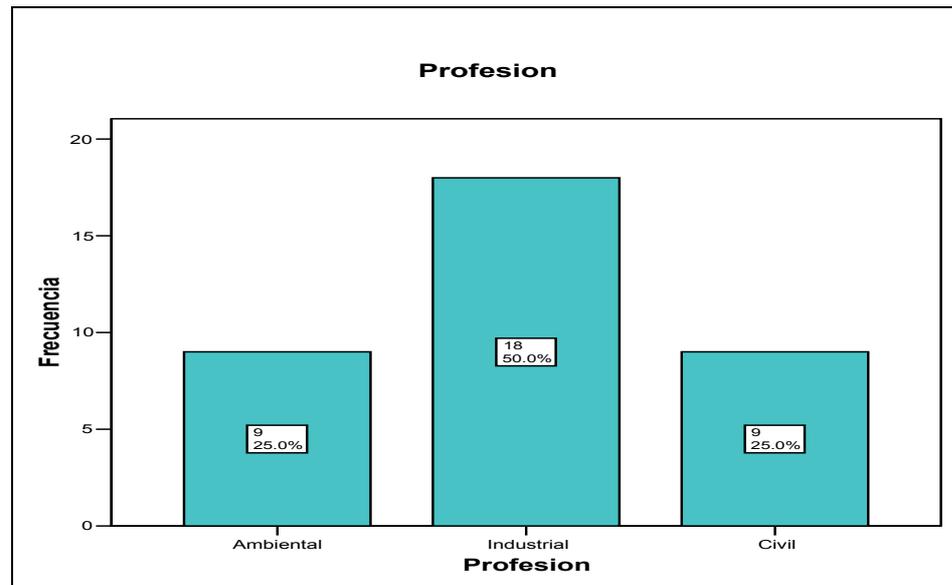
Estadísticos		
Profesion		
N	Válidos	36
	Perdidos	0
Moda		2

La moda aquí se representa con el valor de la etiqueta. En este caso muestra que la moda es 2, que corresponde a Industrial, según se definió en valores de la variable Profesión.

Cuadro 3. Tabla de frecuencias de Profesión

Profesion					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Ambiental	9	25,0	25,0	25,0
	Industrial	18	50,0	50,0	75,0
	Civil	9	25,0	25,0	100,0
	Total	36	100,0	100,0	

Gráfico 5. Gráfico de Barras de Profesión



El gráfico de barras, muestra que el 50% de los egresados encuestados corresponden a Ingenieros Industriales, correspondiente a 18 personas, mientras que los civiles y ambientales cada uno representa el 25% de los encuestados.

c. **COMPORTAMIENTO DE LOS SALARIOS POR PROFESIÓN.** En este caso vamos a usar un Diagrama de Caja, para analizar el comportamiento de la variable salario frente a la variable profesión. Para realizar este tipo de gráfico, se debe contar una variable independiente tipo escala (salario) y una variable categórica (nominal u ordinal) dependiente (profesión).

Definición Diagrama de Caja

Qué es y qué medidas se usan en su construcción?

Es un gráfico representativo de las distribuciones de un conjunto de datos en cuya construcción se usan cinco medidas descriptivas de los mismos, a saber: mediana, primer cuartil, tercer cuartil, valor máximo y valor mínimo.

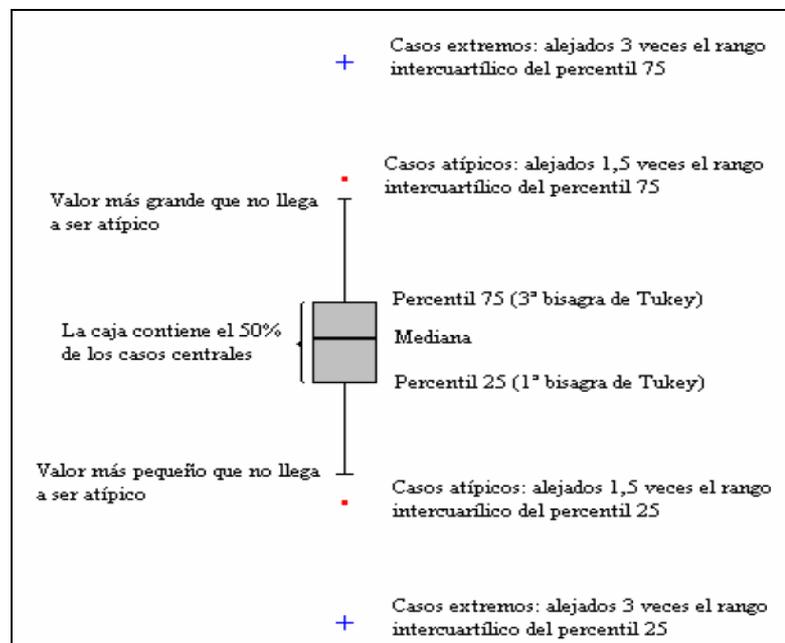
¿Qué información muestra?

Esta presentación visual, asocia las cinco medidas que suelen trabajarse de forma individual. Presenta al mismo tiempo, información sobre la tendencia central, dispersión y simetría de los datos de estudio. Además, permite identificar con

claridad y de forma individual, observaciones que se alejan de manera poco usual del resto de los datos. A estas observaciones se les conoce como valores atípicos.

Por su facilidad de construcción e interpretación, permite también comparar a la vez varios grupos de datos sin perder información ni saturarse de ella. Esto ha sido particularmente importante a la hora de escoger esta representación para mostrar la opinión de los estudiantes respecto a la actuación docente a través de las diversas preguntas del instrumento utilizado.

Gráfico 6. Ejemplo Diagrama de Caja



Partes del Diagrama de Caja

El nombre original del gráfico introducido por Jhon Tukey en 1977 es *Box and whisker plot*, es decir, diagrama de caja y bigote. En efecto, el gráfico consiste en un rectángulo (caja) de cuyos lados superior e inferior se derivan respectivamente, dos segmentos: uno hacia arriba y uno hacia abajo (bigotes).

La caja y los bigotes están ubicados paralelos a un eje rotulado, que en este caso está en la escala del 1 al 5 e indica el puntaje obtenido en una pregunta según la opinión de los estudiantes que llenaron el instrumento de opinión.

Las partes del Diagrama de Caja se identifican como sigue:

1. **Límite superior:** Es el extremo superior del bigote. Las opiniones por encima de este límite se consideran atípicas. Para más detalles consulte sobre la construcción de los límites y los valores atípicos.
2. **Tercer cuartil (Q_3):** Por debajo de este valor se encuentran como máximo el 75% de las opiniones de los egresados.
3. **Mediana:** Coincide con el segundo cuartil. Divide a la distribución en dos partes iguales. De este modo, 50% de las observaciones están por debajo de la mediana y 50% está por encima.
4. **Primer cuartil (Q_1):** Por debajo de este valor se encuentra como máximo el 25% de las opiniones de los estudiantes
5. **Límite inferior:** Es el extremo inferior del bigote. Las opiniones por debajo de este valor se consideran atípicas. Para más detalles consulte sobre la construcción de los límites y los valores atípicos.
6. **Valores atípicos:** Opiniones que están apartadas del cuerpo principal de datos. Pueden representar efectos de causas extrañas, opiniones extremas o en el caso de la tabulación manual, errores de medición o registro.

Se colocan en la gráfica con asteriscos (*) o puntos (.) según se alejan menos o más del conjunto de datos. Se utiliza un superíndice numérico para indicar el número de veces que aparece ese dato como atípico. NOTA: Se señalan los datos atípicos con una circunferencia (o) en el caso de ser única la observación. En caso

contrario, usted sólo verá un triángulo (\$). Si esto sucede, debe remitirse a la pestaña Vista de Datos, para verificar la cantidad de observaciones atípicas por pregunta.

¿Cómo se interpreta?

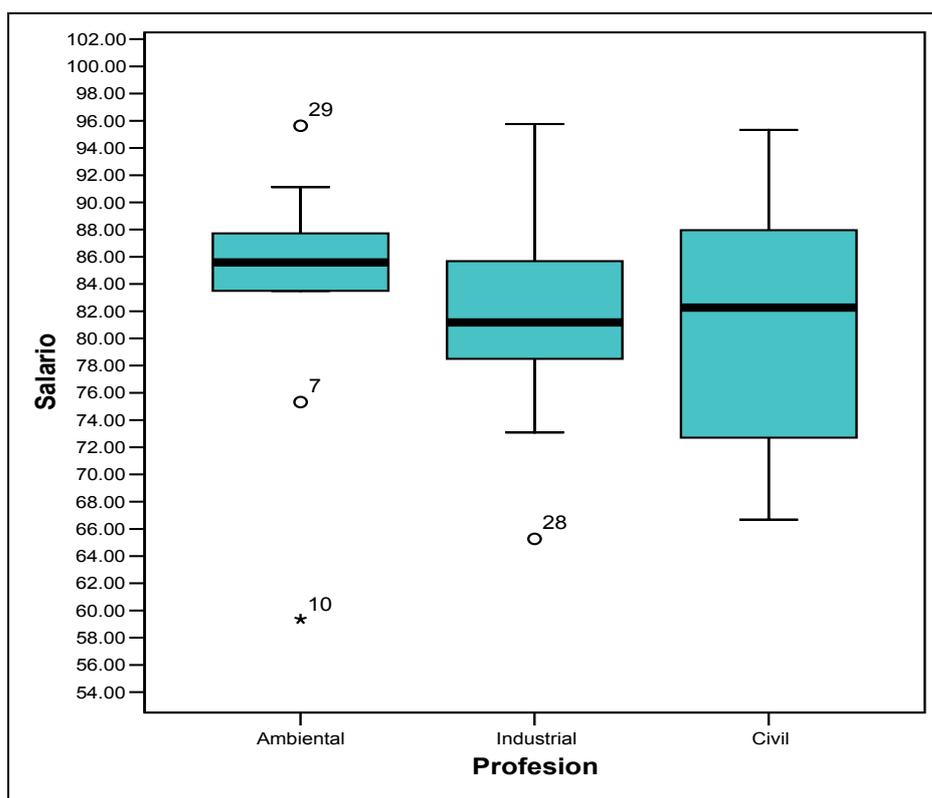
Tenga en cuenta las siguientes consideraciones a la hora de interpretar el Diagrama de Caja:

- ✓ Mientras más larga la caja y los bigotes, más dispersa es la distribución de datos.
- ✓ La distancia entre las cinco medidas descritas en el Diagrama de Caja, puede variar, sin embargo, recuerde que la cantidad de elementos entre una y otra es aproximadamente la misma. Entre el límite inferior y Q_1 hay igual cantidad de opiniones que de Q_1 a la mediana, de ésta a Q_3 y de Q_3 al límite superior. Se considera aproximado porque pudiera haber valores atípicos, en cuyo caso la cantidad de elementos se ve levemente modificada.
- ✓ La línea que representa la mediana indica la simetría. Si está relativamente en el centro de la caja la distribución es simétrica. Si por el contrario se acerca al primer o tercer cuartil, la distribución pudiera ser sesgada a la derecha (asimétrica positiva) o sesgada a la izquierda (asimétrica negativa respectivamente). Esto suele suceder cuando las opiniones de los egresados tienden a concentrarse más hacia un punto de la escala.
- ✓ La mediana puede inclusive coincidir con los cuartiles o con los límites de los bigotes. Esto sucede cuando se concentran muchos datos en un mismo punto, en este caso, cuando muchos egresados opinan igual en determinada pregunta. Pudiera ser este un caso particular de una distribución sesgada o el caso de una distribución muy homogénea.
- ✓ Las opiniones emitidas como *No aplica* (N/A) cuando en realidad sí aplica o las opiniones nulas (cuando el egresado no opina en una pregunta), no son tomadas en cuenta para elaborar el Diagrama de Caja de esa pregunta. Por esta razón encontrará que en ocasiones no hay igual número de opiniones para todas las preguntas.

- ✓ Debe estar atento al número de egresados que opina en cada pregunta. Lo que pareciera ser dispersión en los resultados, en ocasiones podría deberse a un tamaño de muestra muy pequeño: pocos egresados opinaron. Debe ser cauteloso a la hora de interpretar. En estos casos se sugiere remitirse al reporte numérico (pestaña Vista de Datos).
- ✓ En términos comparativos, procure identificar aquellas preguntas cuyos Diagrama de Caja parecen diferir del resto. Pudiera con esto encontrar fortalezas o debilidades en su actuación según la opinión de los estudiantes.

Para realizar el diagrama de caja, se sigue la siguiente ruta: MENÚ ANALIZAR - ESTADISTICOS DESCRIPTIVOS - FRECUENCIAS - BOTÓN ESTADISTICOS Y GRAFICOS. Los resultados se muestran a continuación:

Gráfico 7. Diagrama de Caja Profesión-Salario



Se percibe que los valores atípicos que se alejan de manera poco usual del resto de los datos corresponden a las encuestas 10, 7 y 29, y corresponden a salarios de profesionales de ingeniería Ambiental, del mismo modo encontramos un dato atípico en la encuesta 28 de Ingeniería industrial.

Se observa que hay dispersión en los datos que corresponden a Industrial y civil debido a las proporciones en la longitud del bigote y caja respectivamente.

La línea negra representa la mediana e indica la simetría de los datos. Para ambiental, la línea está relativamente en el centro de la caja de la distribución, por lo tanto se considera que es simétrica, también se puede decir que los valores de los salarios de los profesionales de ambiental encuestados se agrupan en 86,0. Por el contrario ocurre con los encuestados de industrial y civil, donde se presenta sesgo hacia el primer cuartil (asimétrica positiva) y tercer cuartil (asimétrica negativa) respectivamente. Esto suele suceder cuando los salarios de los egresados tienden a concentrarse más a esos puntos de la escala.

d. **RELACIÓN ENTRE ECAES Y SALARIO:** Como se vio en el taller No. 2, para hallar la relación entre dos variables numéricas tipo escala, podemos hacerlo mediante Regresión Lineal. Ver ejercicio dos de SPSS.

A continuación los resultados obtenidos del procesamiento

Cuadro 4. Estadístico Resumen del modelo

Resumen del modelo									
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. del cambio en F
1	,885 ^a	,783	,776	4,11296	,783	122,497	1	34	,000

a. Variables predictoras: (Constante), ECAES

El R cuadrado nos muestra que se trata de una regresión lineal positiva con un acople de 0,783 el cual se considera bueno.

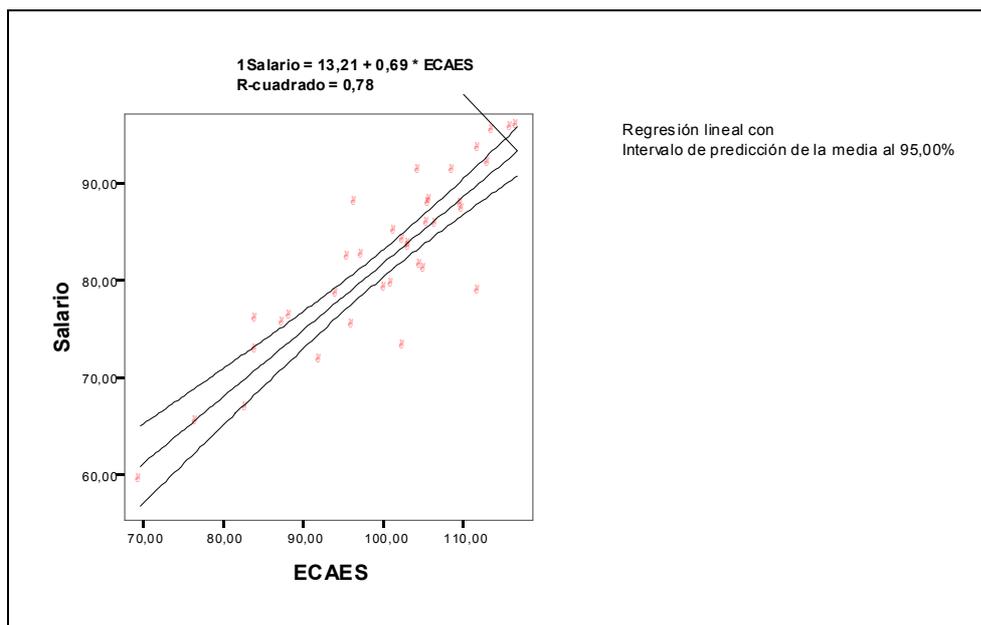
Cuadro 5. Coeficientes

Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	13,207	6,255		2,111	,042
	ECAES	,686	,062	,885	11,068	,000

a. Variable dependiente: Salario

En este punto sabemos que la fórmula quedará así: SALARIO = 13,207+0,69*ECAES. También podemos usar la ruta para generar el grafico de regresión lineal y se visualizará un grafico como el de la figura 13, en donde se corrobora que la información suministrada por los cuadros, por lo tanto se puede afirmar que la variable salario es explicada por la variable ECAES, es decir que los mejores salarios son recibidos por egresados cuyo puntaje de ECAES es alto e inversamente los salarios mas bajos son recibidos por aquellos egresados que obtuvieron bajas calificación en la prueba nacional.

Gráfico 8. Gráfico de Regresión Lineal Ecaes - Salario



e. **RELACIÓN ENTRE SALARIO Y LAS VARIABLES ECAES E INGLES:**

este es el caso donde la Regresión Lineal se realiza con una variable dependiente y dos variables independientes, siendo salario la variable dependiente.

Siguiendo el procedimiento del ejercicio 2 se SPSS llegamos a los resultados del cuadro 6

Cuadro 6. Estadístico Resumen del Modelo

Resumen del modelo									
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. del cambio en F
1	,908 ^a	,824	,814	3,75391	,824	77,433	2	33	,000

a. Variables predictoras: (Constante), Ingles, ECAES

Vemos un buen resultado de correlación entre las variables (r cuadrado = 0,824), esto nos da indicio de una correlación lineal fuerte positiva entre las variables.

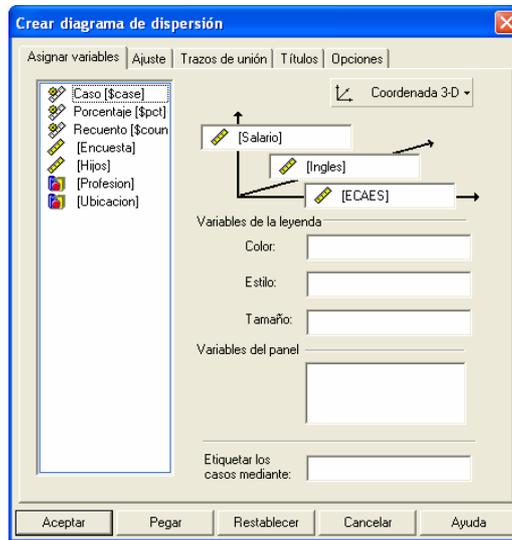
Cuadro 7. Coeficientes

Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	8,704	5,932		1,467	,152
	ECAES	,656	,058	,846	11,402	,000
	Ingles	1,153	,413	,208	2,796	,009

a. Variable dependiente: Salario

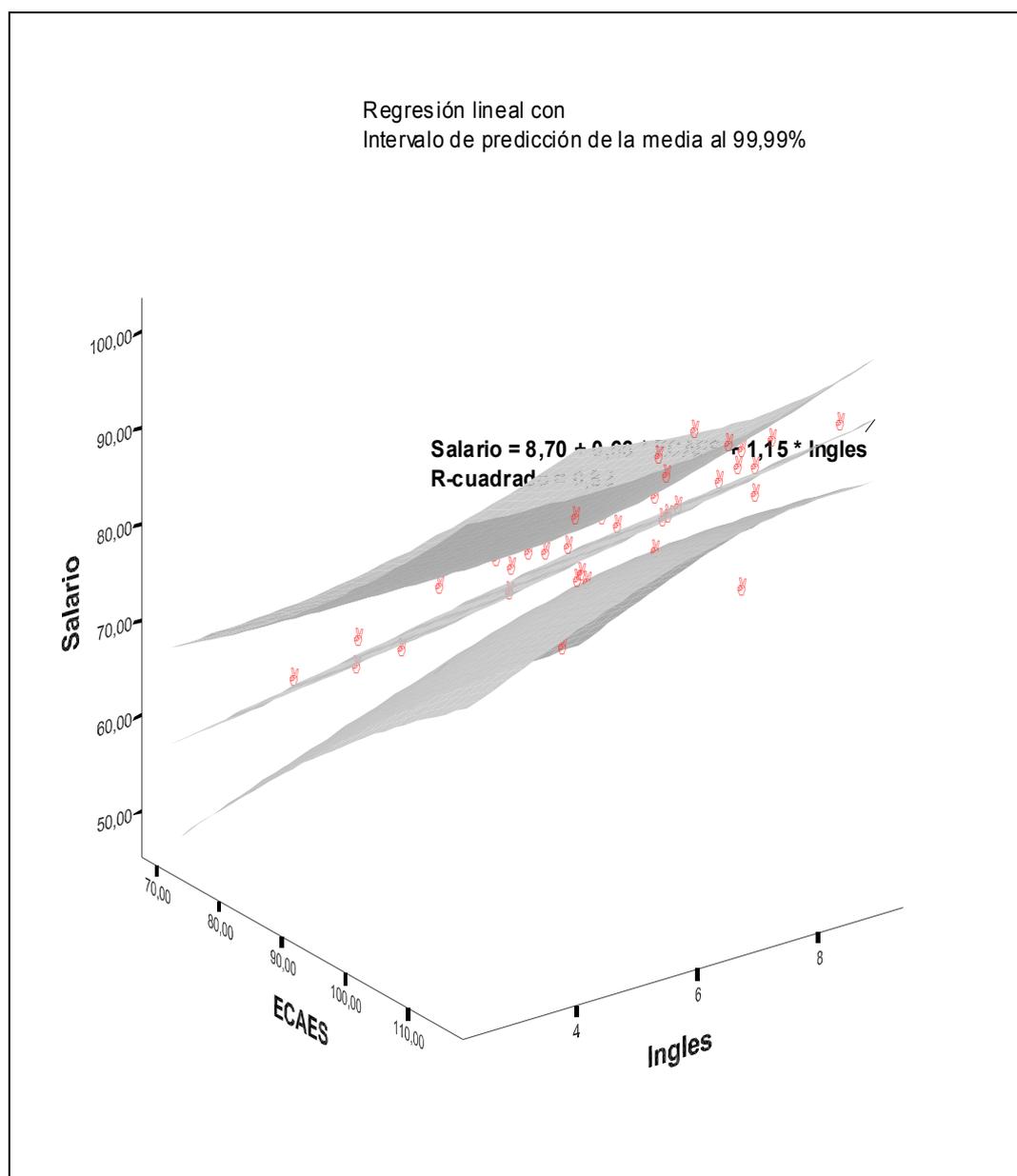
La Ruta para construir el gráfico en 3d es la siguiente: gráficos- interactivos- diagramas de dispersión, de allí saldrá el cuadro de dialogo para la creación del diagrama de dispersión.

Gráfico 9. Cuadro de dialogo se SPSS para la construcción de diagramas de dispersión.



El gráfico de regresión lineal proporciona la función salario $Y = 8,704 + 0,656 \cdot ECAES + 1,153 \cdot Ingles$. Demostrando la compatibilidad lineal existente entre las variables, llegando a la conclusión que “los salarios altos son recibidos por profesionales cuyo puntaje de ECAES e ingles fueron altos.

Gráfico 10. Gráfico Regresión Lineal Ingreso- Inglés- Salario



f. **RELACIÓN ENTRE PROFESIÓN Y LA VARIABLE UBICACIÓN:**
Relación necesariamente entre dos variables categóricas, por medio de tablas cruzadas o tablas de contingencia.

Definición Tablas de Contingencia

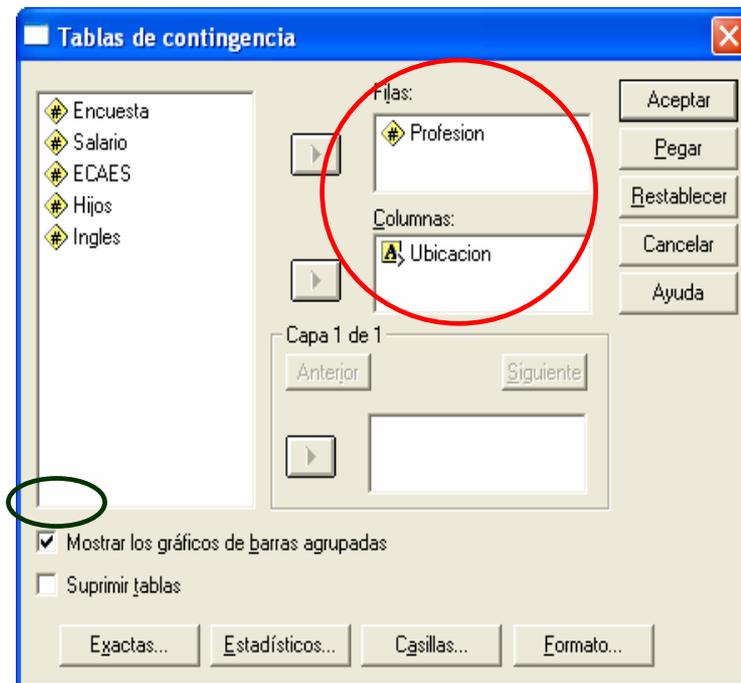
Son aquellas tablas de doble entrada donde se realiza una clasificación de la muestra de acuerdo a un doble criterio de clasificación.

Por ejemplo, la clasificación de unos individuos de acuerdo a su sexo y su grupo sanguíneo crearía una tabla donde cada celda de la tabla representaría la **frecuencia bivariante** (dos variables) de las características correspondientes a su fila y columna (p. ej. *mujeres de grupo sanguíneo A*).

Con estas tablas se puede obtener una descripción cuantitativa de las distintas cualidades bivariantes de la muestra, en forma de frecuencias y porcentajes. Estos últimos pueden ser relativos al total de la muestra, al total de una fila o al total de una columna. Además de lo anterior, el SPSS realiza diversos contrastes acerca de la distribución de las frecuencias observadas en dicha tabla, de acuerdo a distintas hipótesis. El más clásico de estos contrastes es el **contraste de homogeneidad o independencia** que propone, como hipótesis a rechazar, que ambos criterios de clasificación son independientes. Es decir, la pertenencia de un individuo a una clase de una de las variables de clasificación no afecta a la probabilidad de pertenencia a las distintas clases del otro criterio. Esto se hace midiendo el grado de correlación entre las variables. (Estadístico chi cuadrado).

Para la realización de este tipo de prueba estadística, se debe seleccionar del menú **ANALIZAR**, la opción **ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS / TABLAS DE CONTINGENCIA**. En el cuadro de diálogo correspondiente se deben definir qué variables categóricas definirán las filas y columnas de la tabla. No hay problema en definir cuál variable ubicar en cuál lugar, si fila o columna, puesto que sólo es necesario saber cómo interpretar los datos de acuerdo al orden de la tabla.

Gráfico 11. Tablas de Contingencia

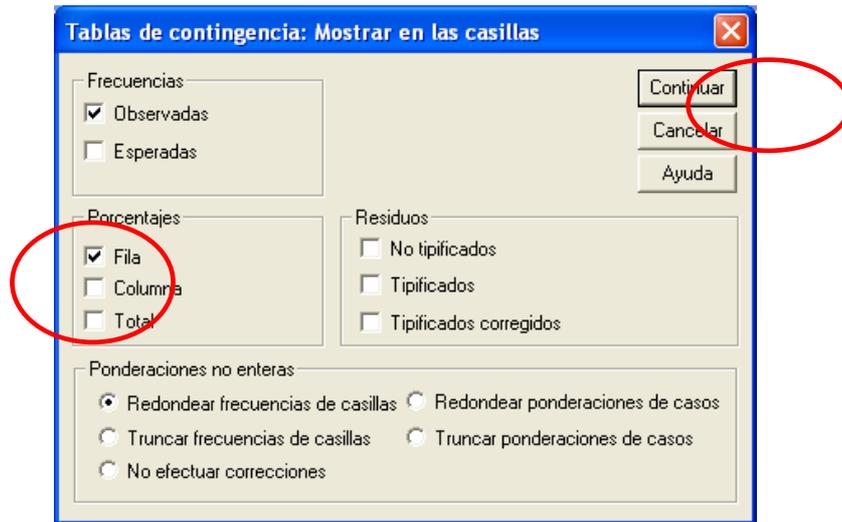


Como configuración adicional de la tabla de contingencia se pueden seleccionar los estadísticos que deseamos obtener, así como la información que se desea incluir en cada una de las celdas de dicha tabla.

Gráfico 12. Parte inferior del cuadro de dialogo de tablas de contingencia-SPSS



Gráfico 13. Mostrar en las casillas en tablas de contingencia_SPSS



Cuadro 8. Tablas de contingencia con SPSS

Tabla de contingencia Profesion * Ubicacion

Recuento		Ubicacion			Total
		Bogota	Bucaramanga	Cucuta	
Profesion	Ambiental	1	6	2	9
	Industrial	1	11	6	18
	Civil	1	7	1	9
Total		3	24	9	36

Esta tabla se lee así: de los 9 ingenieros ambientales encuestados 1, 6 y 2 viven en Bogotá, Bucaramanga y Cúcuta respectivamente. Se continúa del mismo modo con los civiles e industriales. También se puede visualizar la tabla con porcentajes tomando la opción “casillas” del Gráfico 12 señalada en color verde.

Cuadro 9. Tabla de contingencia con porcentajes-SPSS

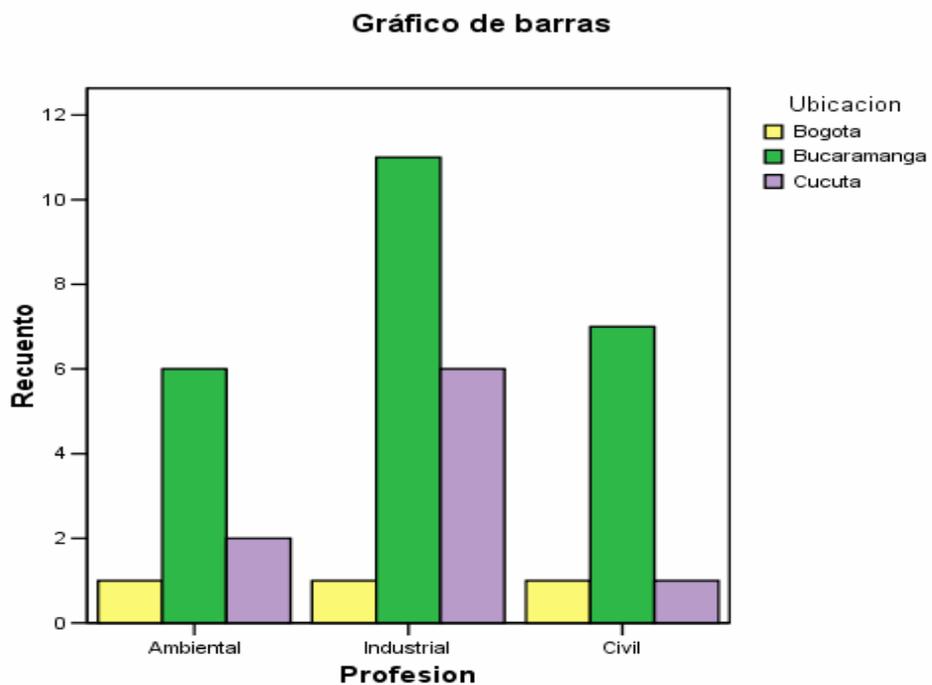
Tabla de contingencia Profesion * Ubicacion

			Ubicacion			Total
			Bogota	Bucaramanga	Cucuta	
Profesion	Ambiental	Recuento	1	6	2	9
		% de Profesion	11,1%	66,7%	22,2%	100,0%
	Industrial	Recuento	1	11	6	18
		% de Profesion	5,6%	61,1%	33,3%	100,0%
	Civil	Recuento	1	7	1	9
		% de Profesion	11,1%	77,8%	11,1%	100,0%
Total		Recuento	3	24	9	36
		% de Profesion	8,3%	66,7%	25,0%	100,0%

Observando aleatoriamente se dice que el 61.1% de los industriales encuestados viven en Bucaramanga.

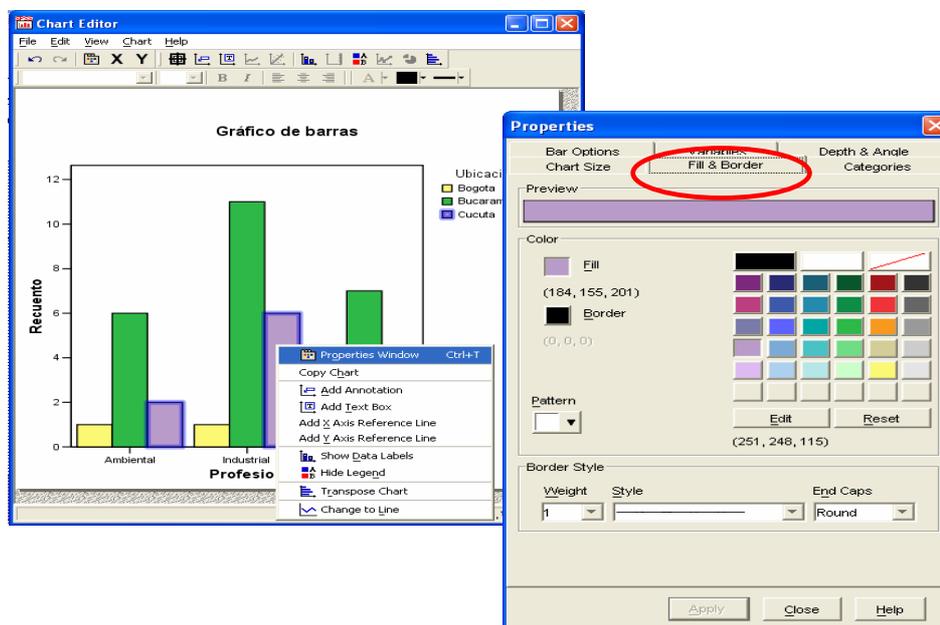
El siguiente grafico surge de seguir la ruta trazada en el Gráfico 12 y 19. su lectura es igual que si se interpreta un cuadro de resultados, la diferencia es la presentación.

Gráfico 14. Grafico de barras-SPSS



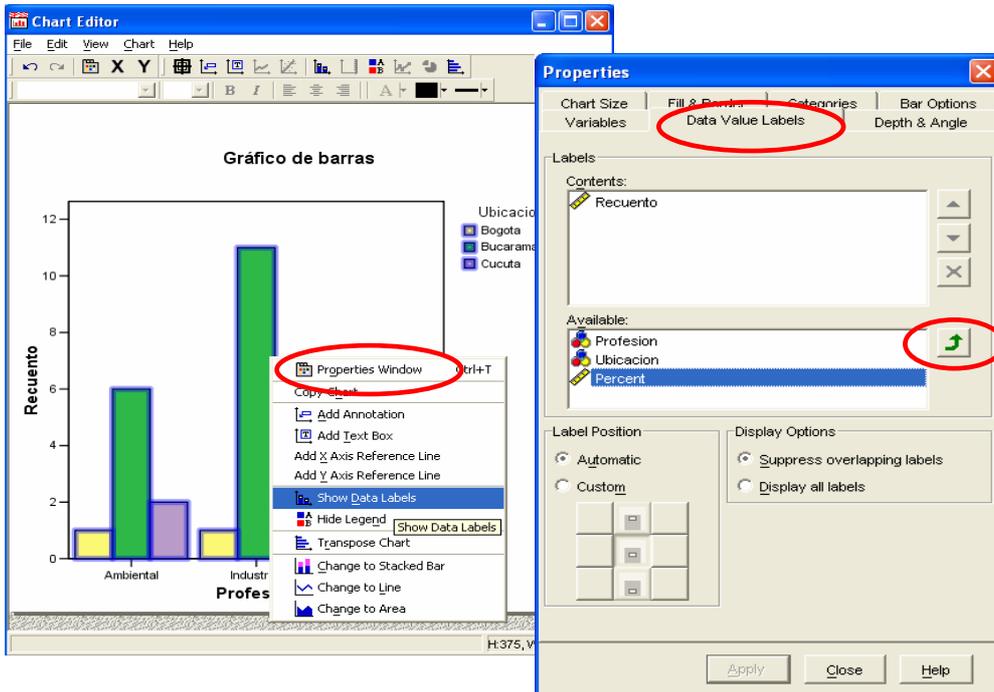
Si desea añadir etiquetas de frecuencia y porcentaje y cambiar los colores de las barras: En el visor de resultados, de doble clic al gráfico, en seguida le aparece la ventana de edición de gráficos, seleccione una de las barras hasta que su borde se muestre en azul, luego dando clic derecho aparece un menú de propiedades, de clic en propiedades de ventana, y seleccione la ficha Relleno y Borde (Fill and Border), y ajuste las propiedades a preferencia.

Gráfico 15. Edición de un grafico de barras en SPSS



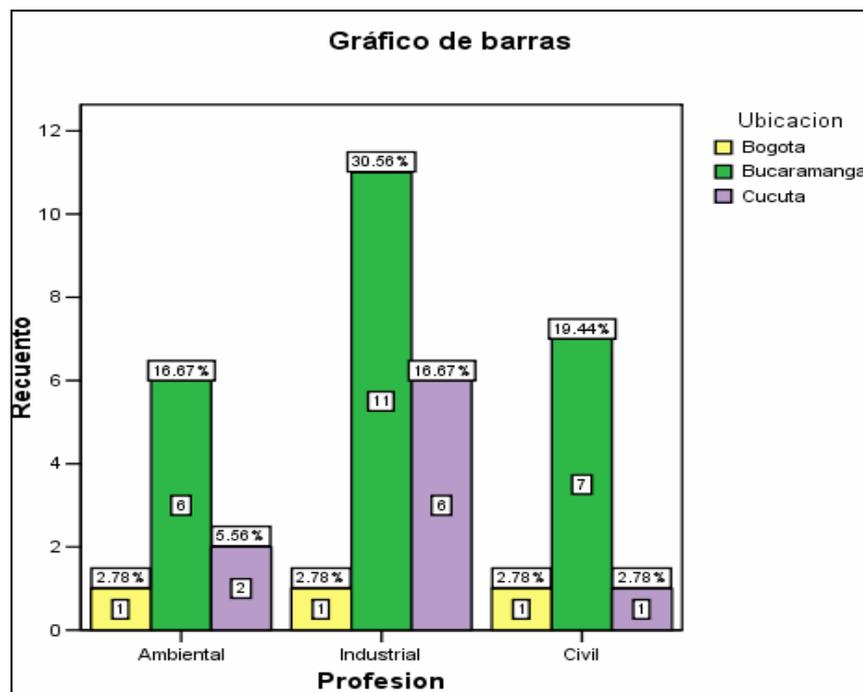
Para poner las etiquetas de frecuencia, puede dar clic en Mostrar etiquetas de datos (Show Data Labels) o en Ventana de propiedades, y seleccionar la pestaña Etiquetas de valores de datos (Data Value Labels), por defecto aparece señalada la etiqueta de recuento (frecuencias), y si desea puede agregar la etiqueta de porcentaje (percent) dando clic en la flecha verde de la derecha.

Gráfico 16. Edición de etiquetas de datos en SPSS



Finalmente obtendrá un gráfico como éste, el cual le permitirá leer interpretar los datos con mayor facilidad.

Gráfico 17. Gráfico de barras etiquetado con SPSS



TALLER 4.

UPB Ingenieria Industrial Informatica para Ingenieros Industriales	
Taller 4 de SPSS y EXCEL	<u>Jácome</u>
<u>Cabrales</u>	
UPB-INFORMATICA PARA ING-IND	
TALLER No. 4 - SPSS -	
OBJETIVO:	Estudiar las características de la distribución t-student y su aplicación en EXCEL y SPSS
Semana: 7	Día: 1

COMPROBACION DE LECTURA	Capitulo 13. analisis de datos con Spss13. Pardo Merino
SOFTWARE UTILIZADO	SPSS -12 y EXCEL
MATERIAL:	Computador
TEMATICA	Distribución t-student para muestras pequeñas

METODOLOGIA]:

Durante los primeros quince minutos los alumnos deben buscar información referente a la distribución t-student y contestar las siguientes preguntas

- Que es la distribución t-student?
- Para qué sirve y/o cómo se aplica la distribución t-student?
- Mencione un ejemplo o caso de aplicación de la distribución t-student?

Los alumnos pueden utilizar el tutorial de SPSS y/o Internet

Se distribuye una hoja con un ejemplo y dos ejercicios tomados del libro ZUWAYLIF Fadil, ESTADISTICA GENERAL APLICADA. Fondo Educativo Interamericano. 1977

El ejemplo 8 de la página 173, está constituido por un caso en el que se menciona el valor de prueba, el tamaño de la muestra, la media muestral, la desviación de la muestra, el nivel de significancia

Se utiliza el Excel para encontrar el valor de t, dado que se conoce el nivel de significancia y los grados de libertad.

Se utiliza el SPSS,

ANALIZAR – COMPARAR MEDIAS - PRUEBA T PARA UNA MUESTRA

LOS INDICADORES BÁSICOS

- Prueba t-student para muestras pequeñas
- Nivel de significancia y grados de libertad
- Prueba de hipótesis

Los objetivos a cumplir son

- Que el estudiante tenga noción de SPSS y EXCEL
- Que el estudiante relacionar la teoría y la aplicación del software
- Que el estudiante aplique el software para la solución de pruebas con cantidades de datos

Ejercicio 1. (Mendenhall) [prueba de una cola] Un nuevo proceso para producir diamantes sintéticos sólo puede funcionar a un nivel rentable si el peso promedio de los diamantes que se obtengan es mayor que 0.5 quilates. Se genera la siguiente muestra

Tabla 1

0,46	0,61	0,52	0,48	0,57	0,54
------	------	------	------	------	------

a. Evaluar la hipótesis

Ejercicio 2 (Mendenhall) [prueba de dos colas] Un fabricante de pintura afirma que un galón de su pintura cubrirá 400 pies cuadrados de superficie. Para comprobar esta afirmación se usa una muestra aleatoria de 10 latas de un galón de pintura.

Tabla 2

310	311	412	368	447
376	303	410	365	350

- a. Evaluar la hipótesis
- b. Encontrar los intervalos de confianza a 95%

SOLUCIÓN AL TALLER 4 DE SPSS

0. CONCEPTOS

Hipótesis. Enunciado acerca de una población elaborado con el propósito de poner a prueba.

Prueba de hipótesis. Procedimiento basado en la evidencia muestral y la teoría de probabilidad; se emplea para determinar si la hipótesis es una afirmación razonable.

Hipótesis nula (H_0) Una afirmación acerca del valor de un parámetro poblacional.

Hipótesis alternativa (H_a) Una afirmación que se acepta si los datos muestrales proporcionan evidencia suficiente de que la hipótesis nula es falsa.

Nivel de significancia. Probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera.

Error tipo I. rechazar la hipótesis nula, H_0 , cuando es verdadera.

Error tipo II. Aceptar la hipótesis nula cuando es falsa.

Estadístico de prueba. (t_x) Valor determinado a partir de la información muestral, que se utiliza para determinar si se rechaza la hipótesis nula.

Valor crítico. (x) Punto de división entre la región en la que se rechaza la hipótesis nula y la región en la que no se rechaza la hipótesis.

Valor p. (p) es la probabilidad de observar un valor muestral tan extremo o mas extremo, que el valor observado, dado que la hipótesis nula es verdadera.

Características de la Distribución t.

- Es una distribución continua.

- Tiene forma de campana y es simétrica
- Hay una familia de distribuciones t. cada vez que se cambian los grados de libertad, se crea una nueva distribución t.
- Conforme aumentan los grados de libertad, la forma de la distribución t se aproxima a la distribución normal estándar
- La distribución t es mas plana o mas esparcida que la distribución normal estándar.

Fórmula para la prueba de la media de muestras pequeñas:

$$t = (\bar{X} - \mu) / (s/\sqrt{n})$$

Con n-1 grados de libertad, donde:

X es la media de la muestra.

μ es la media poblacional hipotética.

s es la desviación estándar de la muestra

n es el número de observaciones de la muestra.

Notas de importancia.

- Se usa la prueba t cuando la muestra es menor que 30 y no se conoce la desviación estándar de la población.
- la condición de igualdad siempre aparece en Ho, nunca en Ha. Ejemplo Ho \geq x; Ha $<$ x.
- La prueba es de una cola si Ha expresa que $\mu >$, o bien $\mu <$. En otras palabras si Ha establece una dirección, la prueba es de una cola.
- Si no se especifica la dirección en Ha, se asume que es una prueba de dos colas. Ejemplo Ha \neq x.
- Una manera de determinar la ubicación de la región de rechazo es mirar hacia donde apunta el signo de desigualdad en Ha. Ejemplo: si Ha $<$ x, el gráfico que mas nos convendrá será el de la figura 2.

Figura 2. Región de rechazo en la zona izquierda.

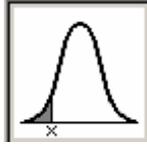
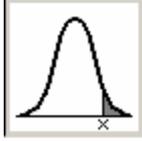


Figura 3. Región de rechazo en la zona derecha



1. CASO DE MUESTRAS PEQUEÑAS EN Excel.

1.1 Ejercicio 1. <Prueba de una cola> Introduzca en una hoja de cálculo de Excel los datos del ejercicio de la tabla 1. Colocándole rótulo a la celda A1 “peso de los diamantes” y en las celdas A2:A7 los datos correspondientes a los pesos de los diamantes. Tenga en cuenta para la prueba el nivel de significancia $\alpha = 0,05$ y la desviación estándar de la población, σ , se estimará mediante la desviación estándar muestral s . con el diseño de la hoja de cálculo que se muestra en la figura 1, se puede usar los pasos siguientes para probar la hipótesis $H_0 : \mu = 0,5$ y $H_a : \mu > 0,5$.

- a. Coloque el valor de H_0 en la celda D2.
- b. Calcule el tamaño de la muestra en la celda D5 = CONTAR (A2:A7)
- c. Calcule la media muestral en la celda D6 = PROMEDIO (A2:A7)
- d. Calcule la desviación estándar de la muestra en la celda D8 = DESVEST (A2:A7)
- e. Calcule la estadística de prueba en la celda D8 = (D6-D2)/(D7/RAIZ(D5))
- f. Calcule el valor de p en la celda D9 = SI(D8>0;DISTR.T(D8;D5-1;1);1-DISTR.T(ABS(D8);D5-1;1))
- g. Establezca el criterio para definir si rechazar o aceptar H_0 D10 = SI(D9<D7;"Rechazar H_0 ";"Aceptar H_0 ").

La celda D9 contiene la fórmula para calcular el valor de probabilidad p, que es el área del extremo superior de la distribución t (ver figura 3) asociada con el estadístico de prueba t.

Figura 1. Hoja de cálculo de Excel para la prueba de hipótesis de los diamantes.

	A	B	C	D
1	peso de los diamantes		prueba de hipótesis	
2	0,46		prueba de la media (μ de H_0)	0,5
3	0,61			
4	0,52		resultados	
5	0,48		tamaño de la muestra (n)	6
6	0,57		media muestral (promedio)	0,53
7	0,54		desviación estándar (s)	0,056
8			estadístico de prueba (tx)	1,316
9			valor p (p)	0,123
10			resultado	Rechazar H_0
11				
12				

Conclusiones del ejercicio: el valor p resultó ser menor que el estadístico de prueba tx, por lo tanto la hipótesis nula se rechaza y se asegura que no hay diferencia estadística importante entre \bar{x} y μ , a un nivel de confianza del 95%.

1.2 Ejercicio 2. <Prueba de dos colas> el ejercicio quedará planteado como: $H_0: \mu = 400$ y $H_a: \mu \neq 400$ se puede apreciar que H_a no establece una dirección (< ó >), por esto se asume que es una prueba de dos colas. Se utilizará un nivel de significancia del 95%.

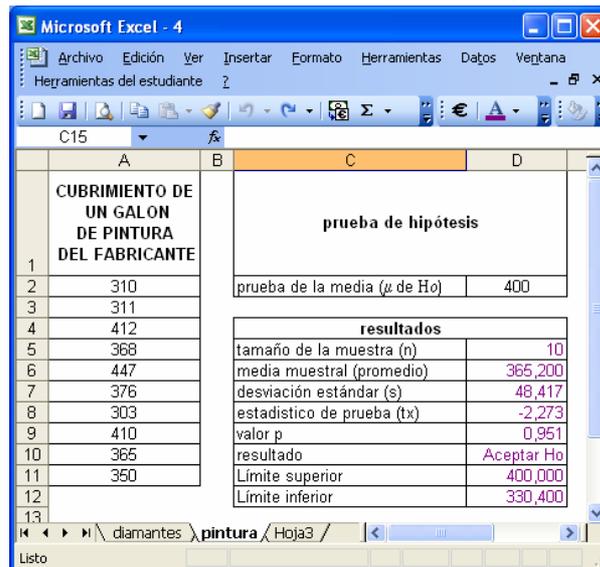
se resuelve con el mismo formato del ejemplo 1, con la diferencia que el cálculo del valor p deberá quedar así: C9= SI(D8>0;DISTR.T(D8;D5-1;2);1-DISTR.T (ABS(D8);D5-1;2)). Dada la sintaxis en Excel, la fórmula se compone de la siguiente manera:

DISTR.T (tx; grados de libertad; colas), donde

- **tx.** es el valor numérico al que debe evaluarse la distribución.

- **Grados de libertad.** es un número entero que indica el número de grados de libertad.
- **Colas.** especifica el número de colas de la distribución que deben devolverse. Si colas = 1, DISTR.T devuelve la distribución de una cola. Si colas = 2, DISTR.T devuelve la distribución de dos colas.

Figura 2. Hoja de cálculo de Excel para la prueba de hipótesis de las pinturas.



Por medio de la figura 2 podemos ver que es aceptado H_0 , dado que t_x resultó ser menor que p , a lo que se puede concluir que la afirmación del fabricante es cierta, así que un galón de la pintura producida por este fabricante puede cubrir 400 pies cuadrados de superficie a un nivel de confianza de 95%.

1.2.1 Cálculo de Intervalos de confianza: la construcción del intervalo de confianza se basa en la fórmula $\bar{x} \pm t_x(s/\sqrt{n})$, haciendo a D11 y D12 como el límite superior e inferior de confianza respectivamente. Donde $D11 = \bar{x} + t_x(s/\sqrt{n})$ y $D12 = \bar{x} - t_x(s/\sqrt{n})$. el resultado se aprecia en la figura 2.

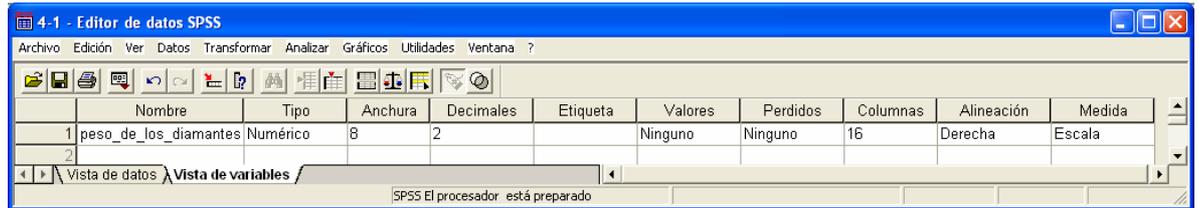
El fabricante puede estar razonablemente seguro (95% de seguridad) de que el cubrimiento de la superficie con la pintura producida por éste, está entre 330.4 y 400 pies cuadrados, así que es razonable concluir que la media poblacional se encuentra en este intervalo y que pueda ser 400 pies cuadrados.

2. CASO DE MUESTRAS PEQUEÑAS EN SPSS

2.1. Ejercicio 1. siga los siguientes pasos para resolver el ejercicio por SPSS

- **Defina la variable** “peso de los diamantes” a través de vista de variables.

Figura 3. Editor de datos de SPSS- vista de variables.



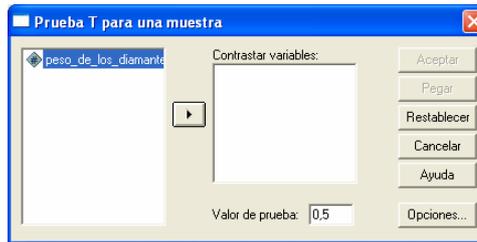
- Introduzca los n datos que el ejercicio le ha proporcionado.

Figura 4. Editor de datos de SPSS- vista de datos



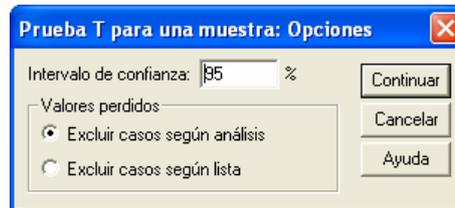
- **Use la ruta Analizar- comparar medias - prueba t para una muestra.** Aparecerá el Cuadro de diálogo de una prueba T para una muestra en SPSS, de ahí desplace la variable “peso de los diamantes” por medio del botón flecha hacia *contrastar variables*. En la casilla valor de prueba coloque 0,5 que es la media de Ho.

Figura 5. Cuadro de diálogo de una prueba T para una muestra en SPSS.



Ahora de clic en opciones para definir el nivel de confianza de la prueba, que para este ejercicio es de 95%. Por defecto SPSS siempre se encuentra en ese valor.

Figura 6. Cuadro de dialogo de opciones de una prueba T para una muestra con SPSS.



Genere los resultados dando clic continuar y luego aceptar.

Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
peso_de_los_diamantes	6	,5300	,05586	,02280

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 0.5					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
peso_de_los_diamantes	1,316	5	,245	,03000	-,0286	,0886

Se puede apreciar que el número de datos es 6, la media muestral de los datos es 0,53; la desviación estándar es ~de 0,056; el estadístico de prueba t =

1,316 con 5 grados de libertad y un área bilateral de rechazo de $\rho=0,245$. Pero como la prueba que se esta haciendo es unilateral o de una cola, no se puede trabajar con un valor bilateral por consiguiente se divide el valor bilateral entre 2, y así, queda convertida en un área de rechazo unilateral. Finalmente, se aplica el criterio de decisión para toda prueba de hipótesis, el cual establece que si $\alpha \geq \rho$, se rechaza H_0 . Contrastando se encuentra que $\rho > \alpha$. Donde, $\rho/2=0,123$ y $\alpha=0,05$ se concluye que H_0 es aceptada.

2.2. Ejercicio 2. Para este ejercicio seguimos cada uno de los pasos del ejemplo 1 con la diferencia de que el valor de prueba es igual a 400 ($H_0: \mu =400$) y además aquí no es necesario dividir entre 2 a el valor de probabilidad ρ , ya que se esta realizando una prueba de hipótesis bilateral o de dos colas y efectivamente el valor que arroja por defecto SPSS corresponde a este tipo de prueba.

Reporte de resultados.

Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
cubrimiento	10	365,20	48,417	15,311

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 400					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
cubrimiento	-2,273	9	,049	-34,800	-69,44	-,16

- **Prueba de hipótesis:** Se encuentra que $\alpha > \rho$, por lo tanto se rechaza H_0 . El nivel critico ρ indica el grado de compatibilidad existente entre el grado de valor poblacional propuesto para la media y la información muestral disponible: si el nivel critico es menor que 0,05, se concluye que los datos son incompatibles con la hipótesis de que el verdadero valor de la media

poblacional es el propuesto. Puede decirse que los datos fueron extraídos de una población cuya muestra es diferente de 400.

- **Intervalos de confianza a 95%:** estos límites permiten decidir sobre el valor propuesto para la media poblacional: si los límites incluyen el valor cero (cosa que no ocurre en el ejemplo), puede concluirse que los datos muestrales son compatibles con el valor poblacional propuesto y, en consecuencia, debe rechazarse H_0 .

ANEXO C. EJERCICIOS ARENA

TALLER 1

TALLER No. 8 SIMULACION	
Semana: 7	Día: 2
OBJETIVO:	Elaborar manualmente un modelo sencillo de proceso que fue implementado en ARENA. Continuación del taller No. 5.
COMPROBACION DE LECTURA :	: elaboración del modelo
SOFTWARE UTILIZADO:	EXCEL y ARENA
MATERIAL:	computador, lápiz, papel, calculadora y maqueta
TEMATICA :	Conceptos de simulación de procesos. Conceptos de Excel. Conceptos de distribuciones de probabilidad (Exponencial, Normal y Triangular)

METODOLOGIA T8]:

Teniendo en cuenta que el ejercicio ya se implemento en arena durante el taller No. 5. En el presente taller se realizara el montaje de una simulación utilizando papel, lápiz y calculadora.

Inicialmente se recordara el ejercicio en el taller No. 5.

El resumen de la descripción de la situación a modelar es la siguiente:

Una fábrica de artículos de cuero. Dos tipos de productos. Correas y bolsos. El proceso de los productos es una etapa de corte y una etapa de costura. La etapa de corte se realiza en máquinas independientes. el proceso de costura

se realiza en una sola máquina. Se deben procesar 60 correas por hora. Se deben procesar 20 bolsos por hora. Distribución exponencial.

Los tiempos de proceso son los siguientes:

	Maquina corte	Maquina Costura
Correa	N(50,10) segundos	U(30, 45) segundos
Bolso	T(1,3,4) minutos	E(40) segundos

Al final se deben empacar los productos. Las correas en cajas de doce unidades y los bolsos en cajas de tres unidades.

El ejercicio se fracciona en tres tablas. La primera para la sección de corte de correas; la segunda para la sección de corte de bolsos; y la tercera para la sección de costura para los dos productos.

La primera tabla deberá quedar de la siguiente manera.

numero correas	aleatorio llegada	tiempo entre llegadas	hora de llegada	hora de inicio corte	tiempo cola	aleatorio tiempo servicio	Z	tiempo servicio	hora salida corte
0		1	0						
1	0,5599	0,8209	0,8209	0,8209	0,0000	0,9232	1,4267	1,07	1,89
2	0,7323	1,3180	2,1388	2,1388	0,0000	0,6968	0,5154	0,92	3,06

LOS INDICADORES BÁSICOS

- Generación de variables aleatorias
- Tiempo entre llegadas de los clientes. Se debe incluir tipo de distribución
- Hora de llegada de los clientes
- Tiempo de Servicio en los servidores. Se debe incluir tipo de distribución

- Criterios de decisión

Los objetivos a cumplir son

- Que el estudiante distinga y sepa aplicar los módulos básicos
- Que el estudiante se familiarice con modelos de simulación
- Que el estudiante logre hacer funcionar el modelo y detecte errores.

SOLUCION DEL TALLER N°8

- CONVIERTA TODO A MINUTOS

TABLA PARA CORREAS

		0,909 Promedio	1/λ 1	min./Correa min./Articulo	0,959 Promedio	min. N	media 0,968 Promedio	desv. 0,166666667
Número	tiempo	hora de	hora de	tiempo en	aleatorio		tiempo de	hora de
Correas	aleatorio	entre	llegada	cola	tipo	Z	servicio	salida
	Llegada	llegadas	de corte		de servicio			de corte- Correas
1	0,684893622	1,15484499	1,15484499	0	0,646782431	0,896108016	0,982684669	2,137529659
2	0,007041875	0,007066787	1,161911776	0,975617883	0,215539142	0,702108697	0,950351449	3,087881109
3	0,333064618	0,405062117	1,566973893	1,520907216	0,065708494	0,581910398	0,9303184	4,018199508
4	0,709831745	1,237294334	2,804268227	1,213931281	0,751379411	0,946472825	0,991078804	5,009278313
5	0,720496229	1,274739496	4,079007723	0,93027059	0,805327669	0,976801072	0,996133512	6,005411825
6	0,931347553	2,67869851	6,757706233	0	0,13422632	0,648894503	0,941482417	7,69918865
7	0,090144574	0,094469565	6,852175798	0,847012852	0,525927679	0,844172812	0,974028802	8,673217452
8	0,613129289	0,949664722	7,801840519	0,871376932	0,667987423	0,905727099	0,98428785	9,657505302
9	0,168821088	0,184910211	7,98675073	1,670754572	0,759593226	0,950832446	0,991805408	10,64931071
10	0,669554035	1,107312128	9,094062858	1,555247851	0,115931292	0,634070889	0,939011815	11,58832252

TABLA PARA BOLSOS

1/λ		PROB(a,b)= 0,66666667			PROB(b,c)= 0,33333333			
3	min./bolso	T	1	3	4			
		a	b	c				
Número Bolsos	aleatorio Llegada	tiempo entre llegadas	hora de llegada	hora de inicio de corte	tiempo en cola	aleatorio tipo de servicio	tiempo de servicio	hora de salida de bolsos
1	0,51127575	2,14787058	2,14787058	2,14787058	0	0,86318857	3,35934855	5,50721913
2	0,38968007	1,48131595	3,62918653	5,50721913	1,8780326	0,94484406	3,59322263	9,10044176
3	0,6239734	2,93428616	6,5634727	9,10044176	2,53696907	0,11793527	1,84119654	10,9416383
4	0,89678982	6,81296342	13,3764361	13,3764361	0	0,84201498	3,31155606	16,6879922
5	0,72995514	3,92750158	17,3039377	17,3039377	0	0,46522244	2,67072878	19,9746665
6	0,19873813	0,66470239	17,9686401	19,9746665	2,00602639	0,60685187	2,90816959	22,8828361
7	0,06935132	0,21562028	18,1842604	22,8828361	4,69857571	0,40809735	2,56479522	25,4476313
8	0,97711454	11,3317608	29,5160212	29,5160212	0	0,27873011	2,29320557	31,8092267
9	0,05485984	0,16926613	29,6852873	31,8092267	2,12393944	0,12775465	1,87551579	33,6847425
10	0,93300772	8,10953368	37,794821	37,794821	0	0,02515995	1,38853531	39,1833563
Min		3,78			1,32		2,58	7,68
		PROMEDIO			PROMEDIO		PROMEDIO	PROMEDIO

TABLA PARA COSTURA

CORREA	MIN			E	0,66666667		
				U	0,5	0,75	
BOLSO	MIN				a	b	
HORA DE SALIDA DE CORTE	TIPO DE PRODUCTO A COSER	Hora de inicio Máq. De costura	tiempo en cola	aleatorio de costura	tiempo de servicio costura	Hora de salida de la Máq. de costura	
2,137529659	CORREA	2,13752966	0	0,0988979	0,06942447	2,20695413	
3,087881109	CORREA	3,08788111	0	0,81801116	1,13587327	4,22375438	
4,018199508	CORREA	4,22375438	0,20555487	0,89839737	1,52445725	5,74821163	
5,009278313	CORREA	5,74821163	0,73893332	0,80499259	1,08981181	6,83802344	
5,507219135	BOLSO	6,83802344	1,33080431	0,67474796	0,66868699	7,50671043	
6,005411825	CORREA	7,50671043	1,50129861	0,16040356	0,11655595	7,62326639	
7,69918865	CORREA	7,69918865	0	0,46000407	0,41079579	8,10998444	
8,673217452	CORREA	8,67321745	0	0,05797357	0,03981463	8,71303208	
9,100441764	BOLSO	9,10044176	0	0,79569328	0,69892332	9,79936508	
9,657505302	CORREA	9,79936508	0,14185978	0,22806176	0,17256716	9,97193224	
10,64931071	CORREA	10,6493107	0	0,22957505	0,17387536	10,8231861	
10,94163831	BOLSO	10,9416383	0	0,50119641	0,6252991	11,5669374	
11,58832252	CORREA	11,5883225	0	0,08037079	0,05585648	11,644179	
16,68799217	BOLSO	16,6879922	0	0,9709567	0,74273917	17,4307313	

19,97466647	BOLSO	19,9746665	0	0,29873431	0,57468358	20,54935
22,88283606	BOLSO	22,8828361	0	0,9296629	0,73241572	23,6152518
25,44763129	BOLSO	25,4476313	0	0,61068219	0,65267055	26,1003018
31,80922673	BOLSO	31,8092267	0	0,48009012	0,62002253	32,4292493
33,68474252	BOLSO	33,6847425	0	0,42871734	0,60717933	34,2919219
39,18335628	BOLSO	39,1833563	0	0,0837693	0,52094232	39,7042986

De esta manera debe quedar la simulacion manual.

Fin

TALLER 2.

UPB-INFORMATICA PARA ING-IND	
TALLER No. 2 -EXCEL- ARENA -	
OBJETIVO:	elaborar un modelo sencillo de proceso para ser implementado en ARENA y en EXCEL
Semana: 2	Dia: 1
COMPROBACION DE LECTURA:	Capitulo 2 de Kelton, simulation with arena.
SOFTWARE UTILIZADO:	EXCEL, ARENA
MATERIAL:	Computador. Maqueta que representa un modelo M/M/1 de líneas de espera. 30 Balotas numeradas

TEMATICA: Procesos elementales, líneas de espera, modelos estocásticos, distribución de probabilidad exponencial

METODOLOGIA:

La descripción de la situación a modelar es la siguiente:

- existe una población infinita de elementos (puede ser personas que porten una tarjeta debito o un zapato en un 80% de terminación) que realizan solicitudes de servicio a un servidor. (Puede ser un cajero electrónico o una maquina ensambladora).
- La hora de llegada de los clientes es aleatoria, y puede tener un comportamiento similar a una distribución exponencial, normal, uniforme, etc.
- El tiempo de servicio por unidad es aleatoria y puede tener un comportamiento similar a una distribución exponencial, normal, uniforme, etc.

- Un estudiante coloca balotas en forma consecutiva dentro de la maqueta siguiendo el orden de una lista proporcionada por el docente en la cual se indica el momento en que debe ser ingresada.
- Un estudiante controla el tiempo de permanencia de la balota en el sitio designado como servidor dentro de la maqueta.
- La mitad del grupo toma tiempo de llegada de cada balota.
- La mitad del grupo toma tiempo de servicio de cada balota.
- En una hoja de cálculo en Excel se registra una columna con los tiempos de llegada. Se calcula la diferencia de tiempo de llegada de dos clientes consecutivos la cual proporciona el tiempo entre llegadas en una columna adicional.
- Con los datos de la columna de tiempo entre llegadas se construye un histograma de frecuencia utilizando la herramienta “análisis de datos”. Se concluye que tipo de distribución corresponde. Igualmente se calcula el promedio de tiempo de llegada.
- Con los datos de tiempo de servicio se construye un histograma y se calcula su promedio.
- Se construye el modelo en ARENA. En el modulo CREATE, se ingresa el tipo de distribución y el promedio de tiempo entre llegadas “time between arrivals”. En el modulo PROCESS, se introduce el tipo de distribución y el promedio de tiempo de servicio.

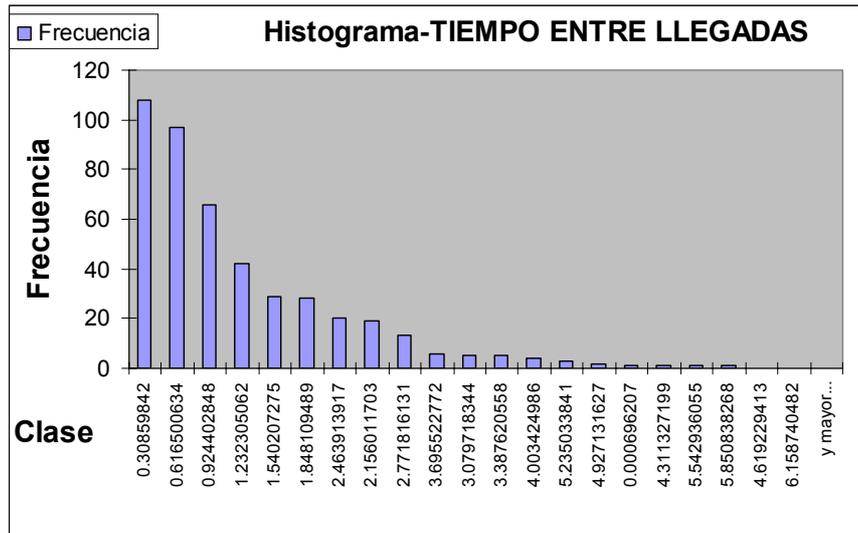
Los indicadores básicos serán

- Tiempo promedio de los clientes mientras esperan que el servidor este disponible para atenderlos.
- Numero de elementos en promedio que permanecen haciendo cola.
- Utilización del servidor medido porcentualmente.

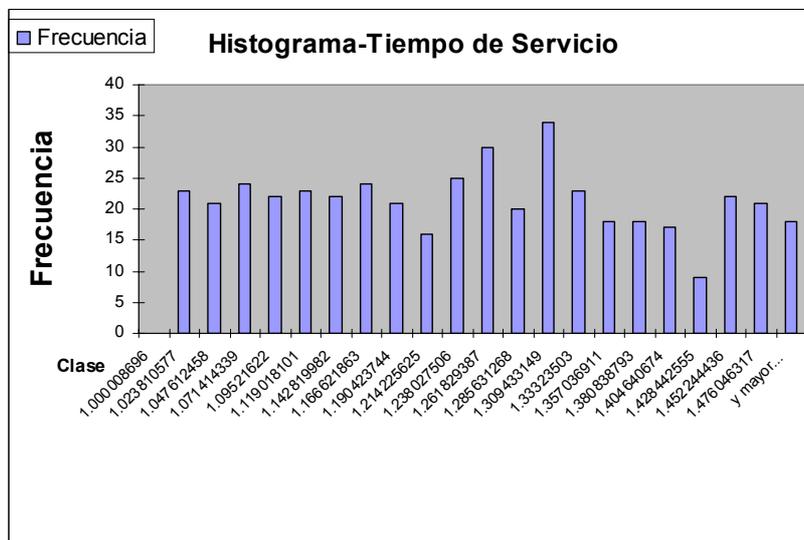
SOLUCION TALLER 2

A	B	C	D	E	F	G	H	I
	ENTIDAD:	Clientes			TIEMPO DE SIMULACION (HR)			7.97
	DIST. DE LLEGADA:	Aleatoria,EXPONENCIAL(1MIN)						
	LOCACION(L1)	Analista de Crédito-TIEMPO DE SERVICIO U (1,1,5) MIN					1	
		PROMEDIO DE LLEGADA (MIN)					1.5	
		1					L1	
Cliente nº	ALEATORIO DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DEL SERVICIO	TIEMPO EN COLA	ALEATORIO TIEMPO DE SERVICIO	TIEMPO DE SERVICIO	HORA DE SALIDA DE CLIENTE
		Min	Min	Min	Min		Min	Min
1	0.943450908	2.872646127	2.872646127	2.87264613	0	0.47757837	1.238789186	4.11143531
2	0.93627673	2.753205483	5.62585161	5.62585161	0	0.89328424	1.346642121	6.97249373
3	0.66685949	1.099190925	6.725042535	6.97249373	0.2474512	0.09156065	1.045780324	8.01827406
4	0.285815119	0.350714342	7.075756876	8.01827406	0.94251718	0.77745743	1.388728715	9.40700277
449	0.35153843	0.433152537	477.255326	566.152889	88.8975628	0.60987947	1.304939733	567.457829
450	0.669863312	1.108248503	478.3635745	567.457829	89.094254	0.5173727	1.256886351	568.716515
451	0.021577835	0.02181404	478.3853885	568.716515	90.3311263	0.96645725	1.483228625	570.199743
	factor de utilizacion del sistema	$1/\lambda$	tiempo de la corrida		PROMEDIO W_q [Min]		$1/\mu$	PROMEDIO
	$\rho = \lambda/\mu$	1.060721482	7.97 horas		37.4576024 min		1.250279775	39.7686036
	118%	λ [clientes/min]			$L_q = \lambda * W_q$		μ [clientes/Min]	
		0.942754546			35.313325 clientes		0.799820984	

- Esta simulación corresponde al escenario de las llegadas de clientes a un cajero que al ser atendidos se retiran del banco.
- **Definición de elementos**
 - Entidad: clientes
 - Locación: caja
 - Recurso: cajero1
- EL TIEMPO ENTRE LLEGADAS de los clientes es aleatoria, tiene un comportamiento de una distribución exponencial. E (media). Eje: E (1 min.), y su fórmula es $X_i = -1/\lambda * \ln(1 - \text{rand})$.
- El tiempo de servicio por unidad es aleatoria tiene un comportamiento Uniforme. U (a; b). Eje. U (1; 1,5), y su formula es $U_i = a + (b-a) * \text{Rand}$.
- La hora de llegada: $Hr_{Llegada1} = X_1$, $Hr_{Llegada2} = X_2 + Hr_{Llegada1}$. y así sucesivamente.
- Aquí comprobamos según el histograma, que los datos del tiempo entre llegadas se comportan exponencialmente.

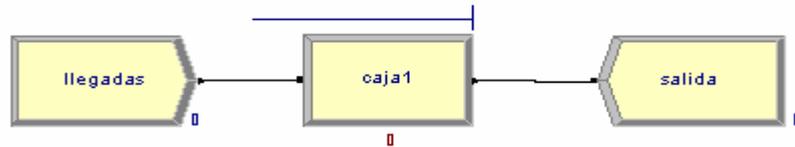


- Con Excel se calculó el promedio de tiempo entre llegadas dando como resultado 1.06072 min. Este dato sirve para hacer el ejercicio en arena.
- Ahora el histograma de tiempo de servicio muestra que el comportamiento de los datos se asemeja a una distribución Uniforme. Cuyo promedio de tiempo de servicio calculado fue de **1.25027978 min.** Es decir que el cajero se demora atendiendo a un cliente en promedio ese tiempo.



- **CONSTRUCCION DEL MODELO EN ARENA**
 - Ingrese en Arena

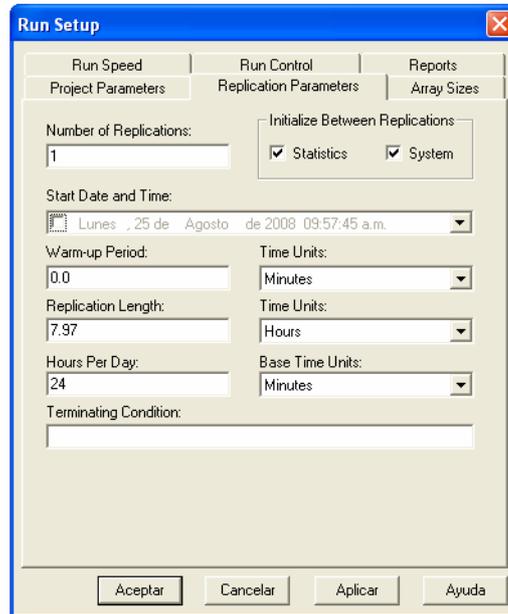
- Construya este modelo usando CREATE-PROCESS-DISPOSE. Y Cambie los nombres como ve a continuación dando clic en cada uno de ellos.



- Ahora introduzca los datos que calculó de Exel a “llegadas” como se ve a continuación.

- De clic en caja y llene los datos, también extraídos de excel.

- Finalmente ingrese a Run – Setup y cambie los datos de la siguiente manera.



- Ahora colóquelo a correr y analice el sistema y compare con Exel.

Indicadores básicos

	Exel	Arena
Tiempo promedio de los clientes mientras esperan que el servidor este disponible para atenderlos.	37,4576 min.	21,3892 Min.
Numero de elementos en promedio que permanecen haciendo cola.	35 clientes	19 clientes
Utilización del servidor medido porcentualmente.	118%	99.12%

Resultados de arena

Queue				
Time				
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
caja1.Queue	21.3892	(Correlated)	0.00	52.7945
Other				
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
caja1.Queue	19.4020	(Correlated)	0.00	45.0000

Resource				
Usage				
Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
cajero	0.9912	(Correlated)	0.00	1.0000
Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value

TALLER 3
ARENA
PROCESAMIENTO SERIAL Y PARALELO

Se considera una oficina de solicitud de préstamos, en donde llegan la solicitudes con tiempos entre llegadas de distribución exponencial con una media de 1.25 horas; la primera solicitud llega en tiempo cero. Procesar cada solicitud requiere cuatro pasos¹⁶:

- a) Primero revisar el crédito (esto toma tiempo pero todos pasan)
- b) Preparar el convenio de préstamo
- c) Ponerle precio al préstamo
- d) Desembolsar los fondos

Para cada solicitud, los pasos deben hacerse en ese orden. El tiempo para cada paso es de distribución exponencial, con media de 1 hora, independientemente de los otros pasos y del proceso de llegada. Inicialmente, el sistema está vacío y desocupado, y lo ejecutamos por 160 horas (alrededor de un mes de trabajo). Hay cuatro trabajadores disponibles (Ludovico, Federico, Ignacio, Doris), todos igualmente calificados para cualquiera de los cuatro pasos. El Jefe de Operaciones desea saber cómo emplearlos mejor.

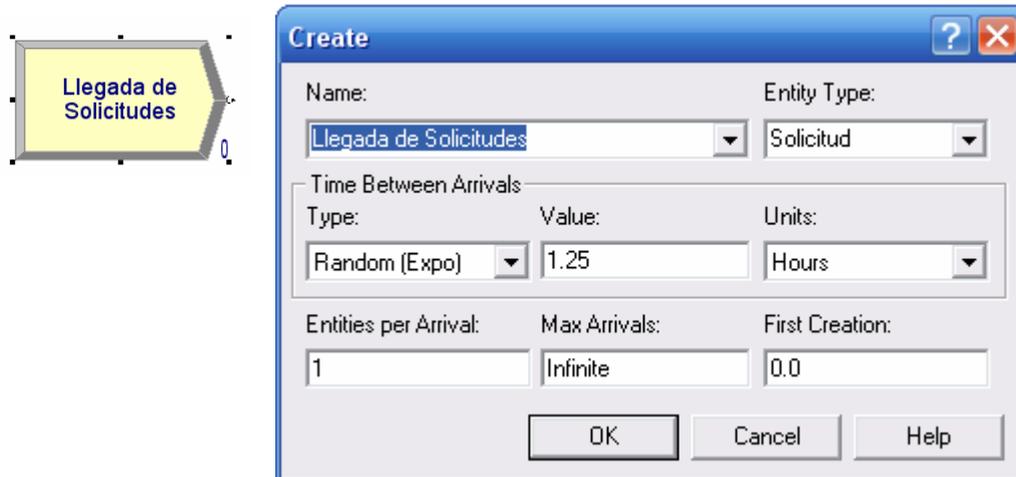
Un primer pensamiento sería especializar a los trabajadores y asignarlos, por ejemplo: Ludovico a revisar el crédito de todas las solicitudes, Federico a preparar todos los convenios, Ignacio a ponerle precio a todos los préstamos y Doris a desembolsar todos los fondos. Así cada solicitud primero tendría que pasar por Ludovico, después por Federico, luego por Ignacio y por último por Doris.

Construir el Modelo de Préstamos en Procesamiento Serial

¹⁶ Tomado y Adaptado de Simulación con Software Arena 4ª Edición. Páginas 89-95

1. Establecer la llegada de solicitudes

Figura 1. Módulo Create – Llegada de Solicitudes



2. Definir las tareas necesarias para procesar cada solicitud. Teniendo en cuenta los recursos (trabajadores) disponibles, así como los tiempos de duración de cada tarea.

Figura 2. Módulo Process – Revisión de Crédito a las Solicitudes

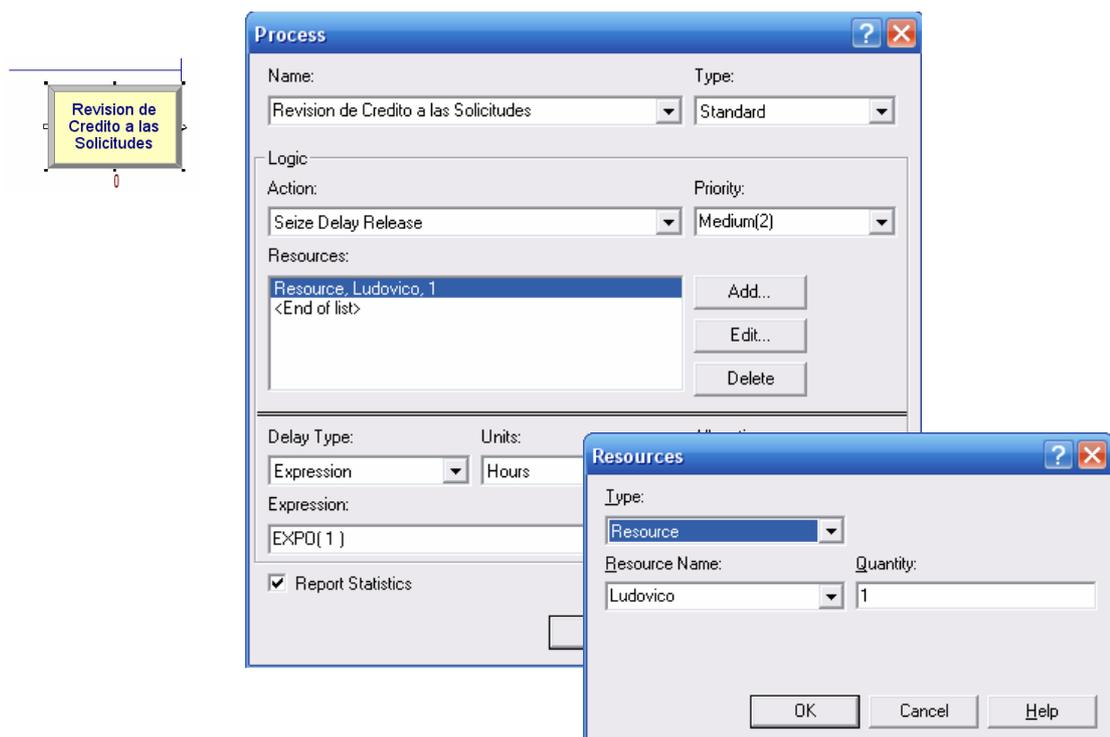


Figura 3. Módulo Process – Preparación de Convenios

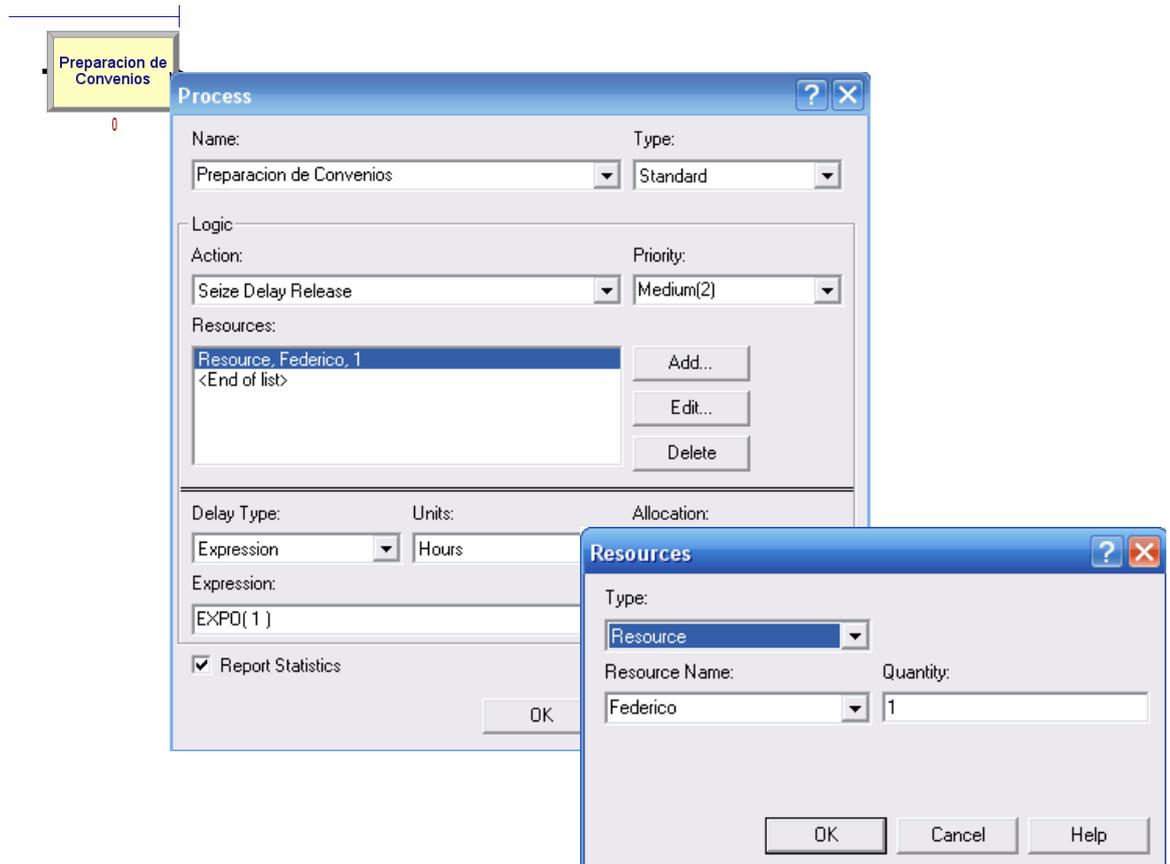


Figura 4. Módulo Process – Poner Precio a los Préstamos

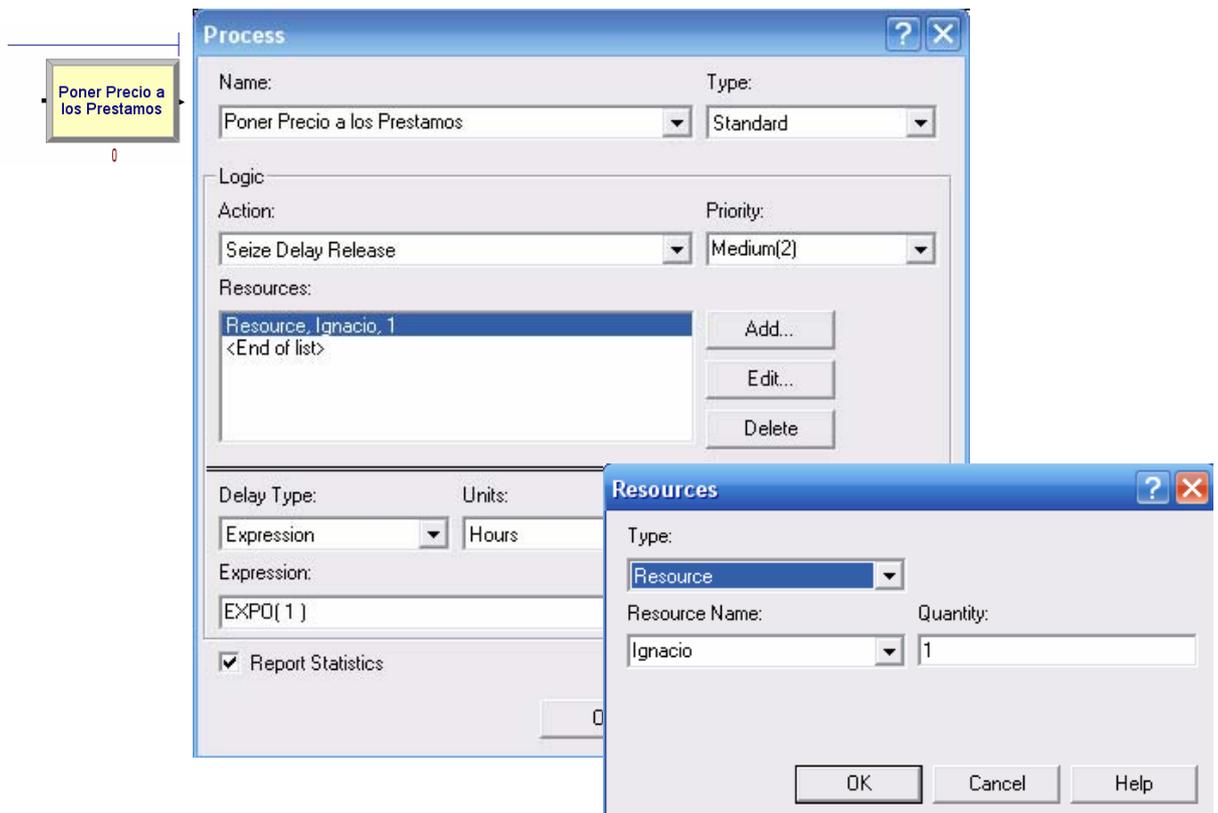
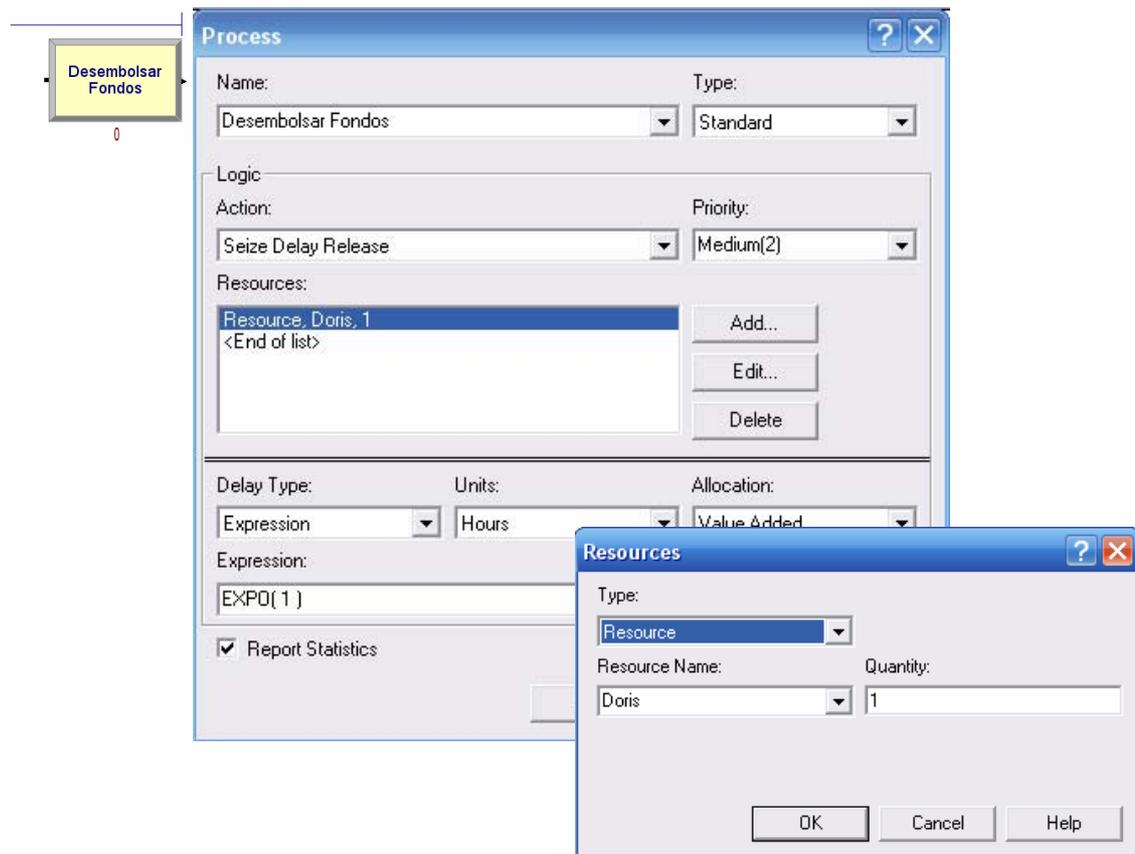
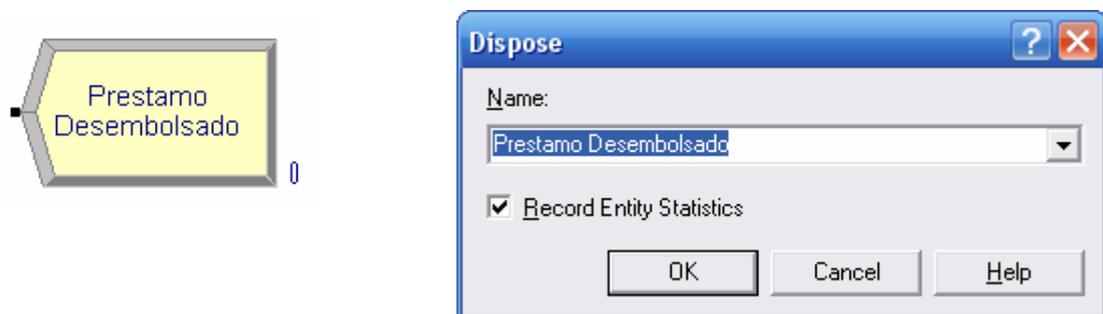


Figura 5. Módulo Process – Desembolsar Fondos



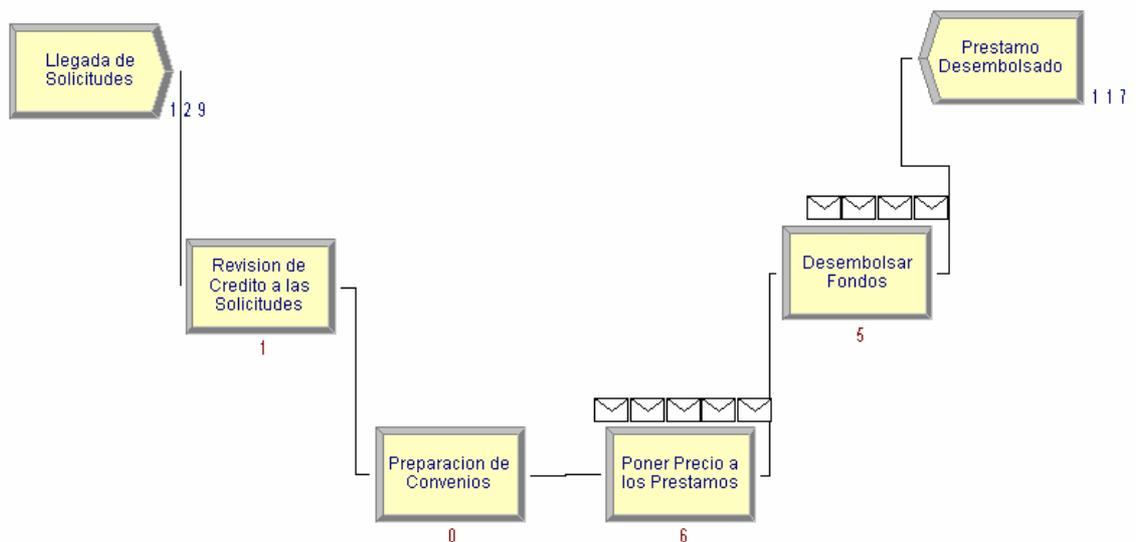
3. Definir la salida del proceso

Figura 6. Módulo Dispose - Préstamo Desembolsado



El diseño del modelo queda como se ilustra en la Figura 7., donde hay actualmente 12 solicitudes en fila. Ludovico está ocupado pero sin más solicitudes en la fila, Federico está desocupado, sin solicitudes en cola, Ignacio está ocupado y tiene cinco solicitudes en cola, y Doris está ocupada y cuenta con cuatro solicitudes en la fila.

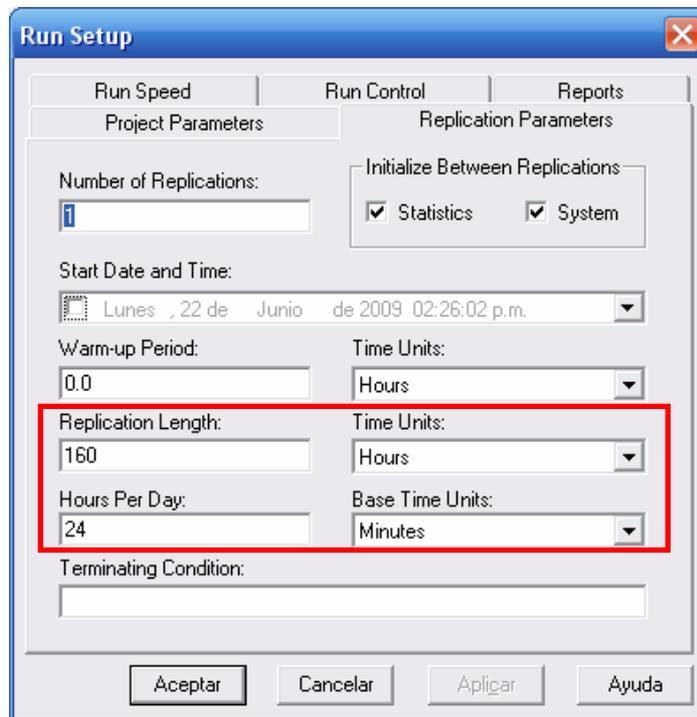
Figura 7. Modelo Préstamos - Procesamiento Serial



Aunque Federico esté en desacuerdo, es muy malo que bajo estas reglas de operación, ella no pueda echarle una mano a Ignacio o a Doris en este momento.

Para ejecutar el modelo, vaya al menú Run → Setup y configure las opciones de simulación:

Figura 8. Opciones de simulación. Run Setup



Ejecutar este modelo y observar el Reporte en Category Overview (Visión General de Categoría) para encontrar, entre otras cosas, que:

- ✓ El número promedio y total máximo de solicitudes en proceso fueron: 12.3931 y 21 respectivamente. (*Entity* → *Other* → *WIP* → *Average, Maximum Value*).
- ✓ El tiempo promedio y total máximo, desde la entrada hasta la salida, que pasaron las solicitudes en el sistema fueron: 964.99 minutos (16.0831 horas) y 1632.53 minutos (27.2088 horas) respectivamente. (*Entity* → *Time* → *Total Time – Average, Maximum Value*). Aquí no se incluyen las solicitudes que quedaron en proceso a la hora de terminar la simulación (*WIP*)
- ✓ El tiempo promedio y total máximo que las solicitudes pasan esperando para que el siguiente paso de proceso inicie fueron 719.05 minutos (11.9841 horas) y 1336.39 minutos (22.2732 horas), respectivamente. (*Entity* → *Time* →

Wait Time - Average, Maximum Value). Esto incluye sólo el tiempo “desperdiciado” de espera en la fila, y no el tiempo de “valor agregado” pasado sometido al proceso en los cuatro pasos, así que es una buena medida de la ineficiencia en el sistema. Arena cuenta en esta estadística el tiempo de espera total en las cuatro filas sólo para aquellas solicitudes que completaron los cuatro pasos y salieron del sistema; los tiempos de espera en las filas individuales están bajo *Queue → Time*.

✓ Durante las 160 horas, 117 solicitudes se completaron *Entity → Other → Number Out*, lo que nos da una medición de productividad.

✓ Ludovico, Federico, Ignacio y Doris estuvieron ocupados, 82.33%, 70.34%, 80.44% y 80.80% del tiempo, respectivamente. *Resource → Usage → Instantaneous Utilization*.

✓ Ludovico, Federico, Ignacio y Doris procesaron, respectivamente 129, 128, 123 y 118 solicitudes. *Resource → Usage → Total Number Seized*. En este modelo, todas las solicitudes pasaron por estas personas en este orden, así que estos números en este orden pueden disminuir o mantenerse igual. (Bajo qué condiciones serían todas iguales? Es eso posible en este modelo?)

La principal ineficiencia de este sistema es la espera en la cola que las solicitudes deben soportar, y hay cuatro lugares diferentes donde ello puede suceder. También, existe la posibilidad, como en la *Figura 7*, de que las solicitudes pudieran hacer fila en alguna estación mientras otros empleados están desocupados, lo que parece una pérdida de recursos.

Procesamiento Paralelo. Trabajo integrado personalizado

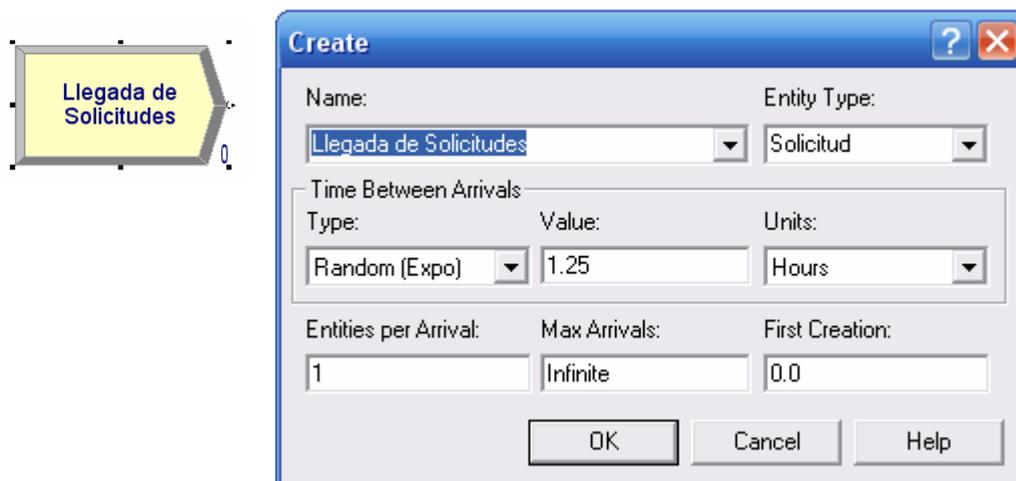
¿Sería mejor “generalizar o integrar” el trabajo de forma que cada empleado procese por completo los cuatro pasos de una solicitud a la vez, y con una sola fila de solicitudes “abasteciendo” al grupo?.

Desde el punto de vista de las solicitudes, esto podría presentar sólo una oportunidad de pasar el tiempo de espera en la cola, pero entonces, de nuevo el procesamiento sería más largo.

Construir el Modelo de Préstamos en Procesamiento en Paralelo

1. Establecer la llegada de solicitudes

Figura 9. Módulo Create – Llegada de Solicitudes



2. Una de las personas procesa los cuatro pasos. Se llevan a cabo todas las tareas en el mismo módulo Process.

Figura 10. Módulo Process – Una de las personas procesa los cuatro pasos

El procesamiento en paralelo permite que se ubiquen los cuatro tiempos de las tareas en la misma línea de Expresión del Process.

Para definir en el modelo que el Módulo Process ahora cuenta con cuatro empleados, se modifica el campo **Capacity** del módulo de datos **Resource** del Panel de Procesos Básicos, como se muestra en la figura 11:

Figura 11. Módulo de datos Resource

Resource

Resource - Basic Process							
	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name
1	Ludovico	Fixed Capacity	4	0.0	0.0	0.0	

Double-click here to add a new row.

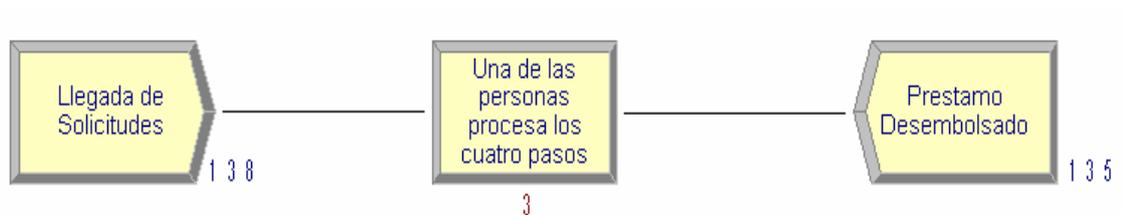
3. Definir la salida del proceso

Figura 6. Módulo Dispose - Préstamo Desembolsado



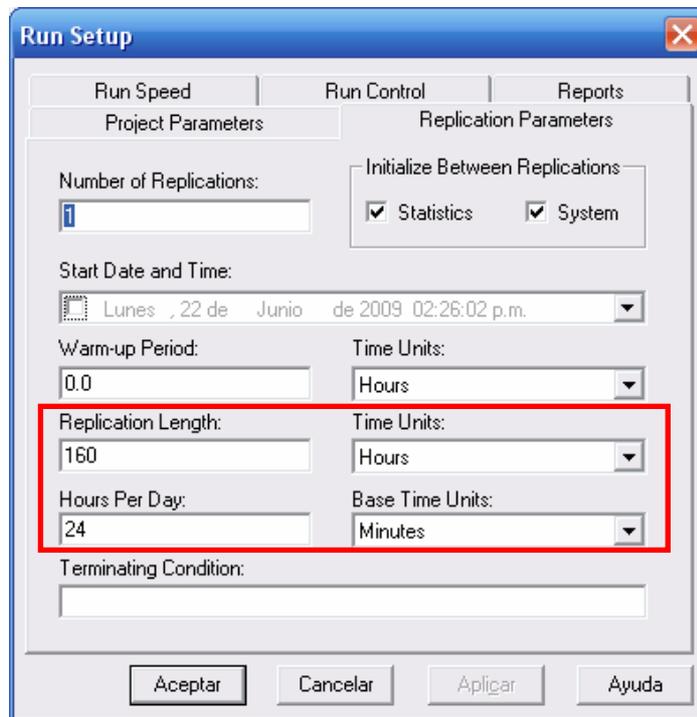
El diseño del modelo queda como se muestra en la Figura 12, donde hay actualmente 3 solicitudes en el proceso, pero sin que se presente cola, puesto que hay 4 personas atendiendo en ese mismo instante.

Figura 12. Modelo Préstamos – Procesamiento en Paralelo



Para ejecutar el modelo, vaya al menú Run → Setup y configure las opciones de simulación:

Figura 13. Opciones de simulación. Run Setup



Ejecutar este Modelo de Préstamos de Procesamiento en Paralelo y observar el Reporte en Category Overview (Visión General de Categoría) y encuentre las diferencias con el anterior:

- ✓ Esta configuración paralela de trabajo integrado parece proporcionar un mejor servicio que la configuración de trabajo especializado de serie. El número promedio y número total máximo de solicitudes en proceso aquí son: 4.6118 y 10 respectivamente, comparados con 12.3931 y 21 de la configuración en serie.(WIP)
- ✓ El tiempo promedio y tiempo total máximo en el sistema de las solicitudes aquí 323.05 minutos (5.3841 horas) y 823.57 minutos (13.7262 horas) respectivamente, menor que los 964.99 minutos (16.0831 horas) y 1632.53 minutos (27.2088 horas) del modelo en serie.

- ✓ Aquí el tiempo promedio y máximo de espera gastados en la cola es de, respectivamente 79.6944 minutos (1.3282 horas) y 409.38 minutos (6.823 horas), notablemente menor que los 719.05 minutos (11.9841 horas) y 1336.39 minutos (22.2732 horas) de la configuración en serie.

- ✓ La productividad aumentó de 117 a 135 solicitudes terminadas, aunque tal mejora está por supuesto limitada por el índice de llegada. Todas estas mejoras se deben al menor tiempo desocupado entre los empleados.

- ✓ El empleo del recurso Auxiliar de Préstamo, fue de 87%, comparado con un 78.48% (tiempo promedio de utilización de los cuatro trabajadores en el modelo en serie).

TALLER 4 ARENA

ARENA ANÁLISIS DE RECURSOS

El centro de salud es responsable de administrar la vacuna oral contra enfermedades infantiles a los niños en edad escolar. El centro está organizado de tal forma que los padres con sus hijos formen una sola fila para recibir atención más adelante. El servicio se ofrece una vez por semana y en ese día las llegadas siguen una distribución exponencial con media de 30 niños/hora. El director del centro de salud sabe que los padres de los niños desean irse pronto y desea limitar el tiempo en espera a no más de 2 minutos. Si una sola enfermera es capaz de vacunar de acuerdo a una distribución normal con una tasa promedio de 3 minutos y una desviación estándar de 0.7 minutos siempre y cuando el niño esté quieto. Si el niño siente miedo y se comporta mal el tiempo de vacunación oscila entre 3.5 y 5.0 minutos con una distribución uniforme. Se estima que el 80% de los niños se mantienen quietos durante la vacunación¹⁷.

Cuántas enfermeras se deben programar para lograr el objetivo?

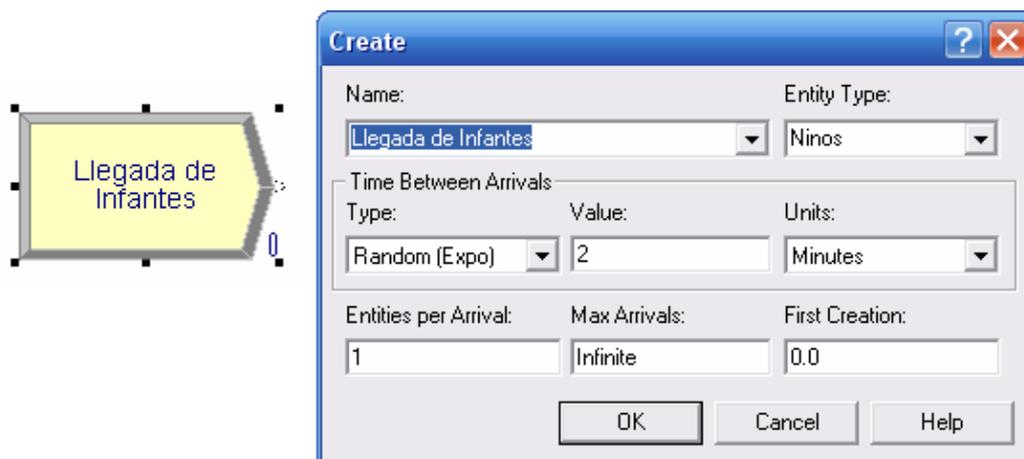
SOLUCIÓN

1. Se definen las llegadas de entidades (niños) al sistema:

La tasa de llegada es de 30 niños/hora, es decir, 1 niño cada 2 minutos.

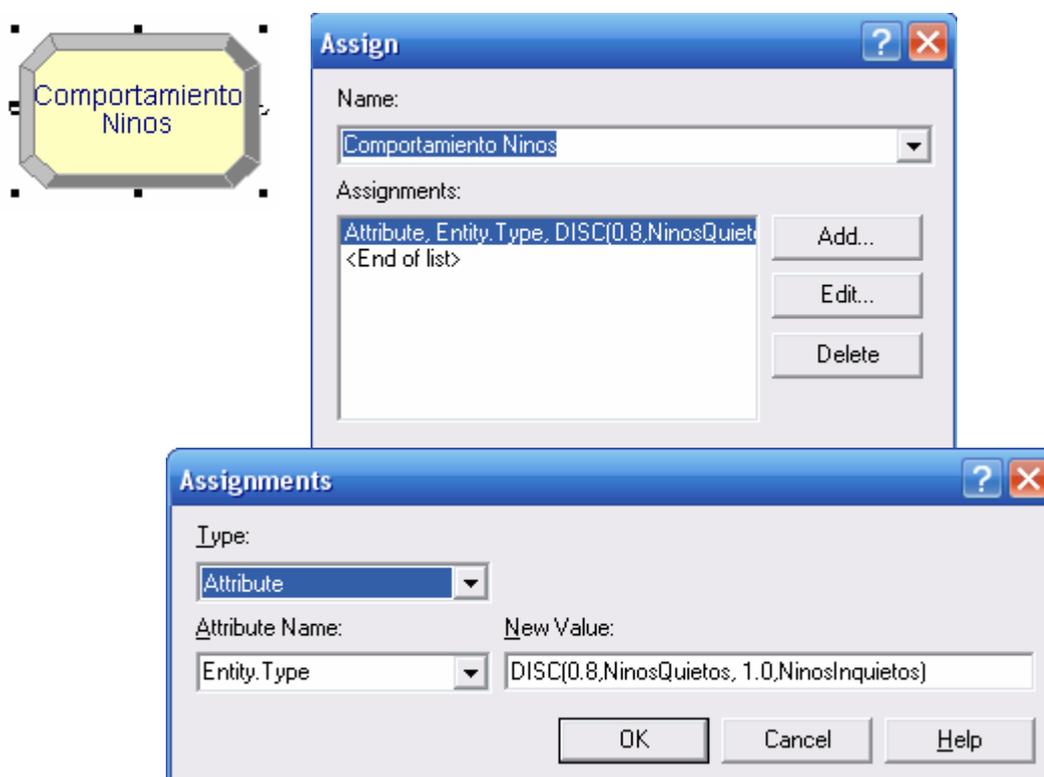
Figura 1. Módulo Create – Llegada de Infantes

¹⁷ Tomado de Azarang, Simulación de Modelos Estocásticos Pág. 113. Ejercicio 3.58



2. Se define ahora el atributo Entity.Type con las probabilidades 80% y 20%, por medio de una Asignación, para diferenciar los tipos de entidades que se generan, es decir, luego de la entrada de los niños, éstos se clasifican en “Quietos” o “Inquietos”, y dependiendo de este comportamiento (atributo) tendrán un tiempo de servicio de vacunación con la Enfermera.

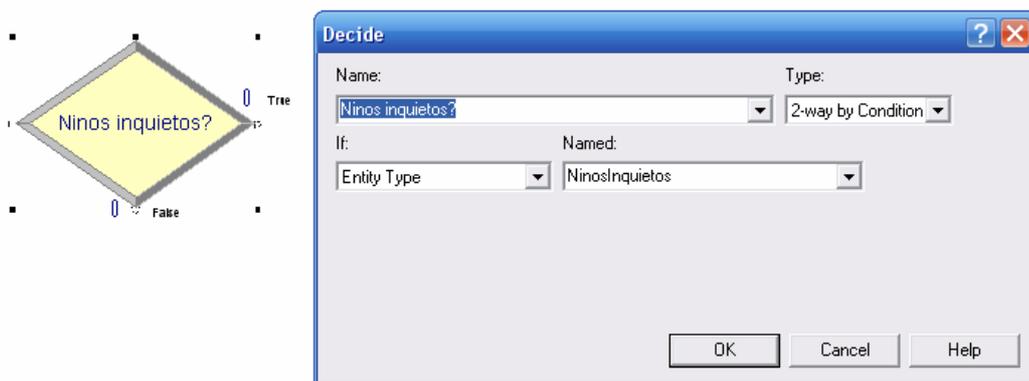
Figura 2. Módulo Assign – Comportamiento Niños



El valor del atributo Entity.Type, debe ser alfanumérico. En este caso la asignación del valor viene determinada por la expresión DISC(0.8,NinosQuietos, 1.0,NinosInquietos), que representa la asignación del valor NiñosQuietos 80% de las llegadas y del valor NiñosInquietos 20%, descrito en la expresión como probabilidad acumulada (lo que falta para el 100%).

3. Se debe ahora separar el flujo de entidades por tipo de entidad según el comportamiento de los niños y luego asignar por medio de un atributo el tiempo de servicio de vacunación. Se debe crear un Assign para cada tipo de entidad, así:

Figura 3. Módulo Decide – Niños Inquietos?



Por defecto se asume que el 80% restante son los niños que tienen un comportamiento normal (NiñosQuietos).

Para ambos casos del Assign se maneja el mismo nombre de Atributo: TiempoVacunación, puesto que va a ser llevado a cabo en el mismo módulo Process.

Figura 4. Módulo Assign – Asignación NinosInquietos

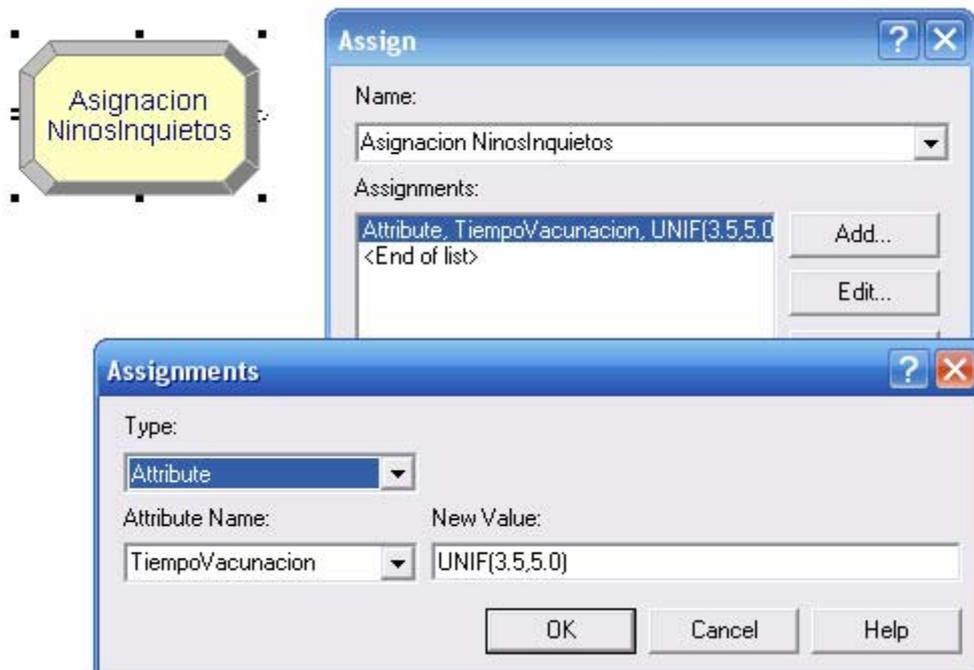
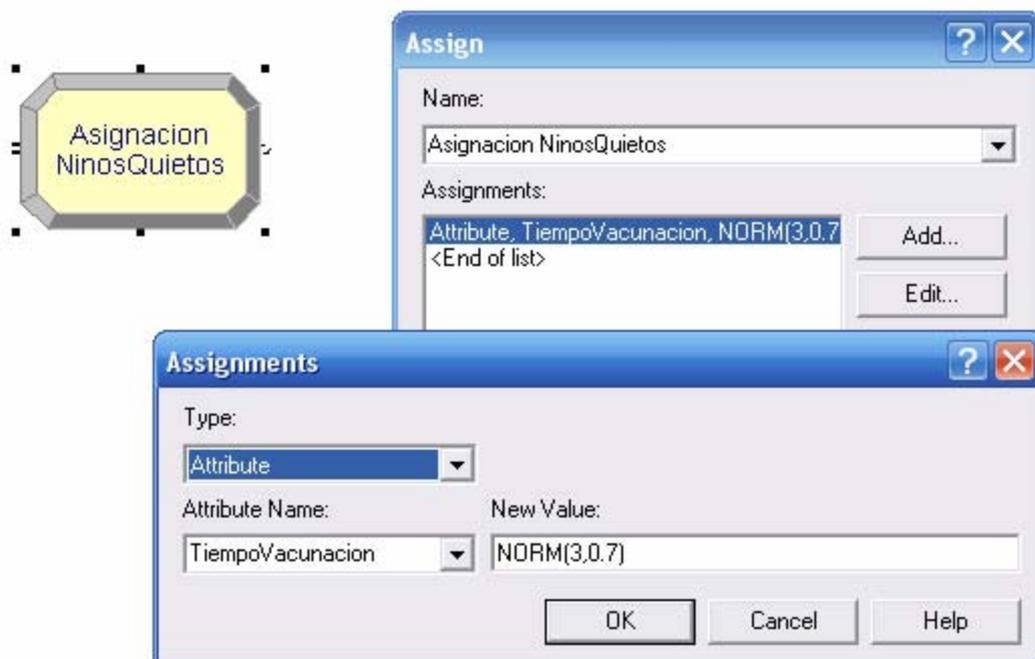


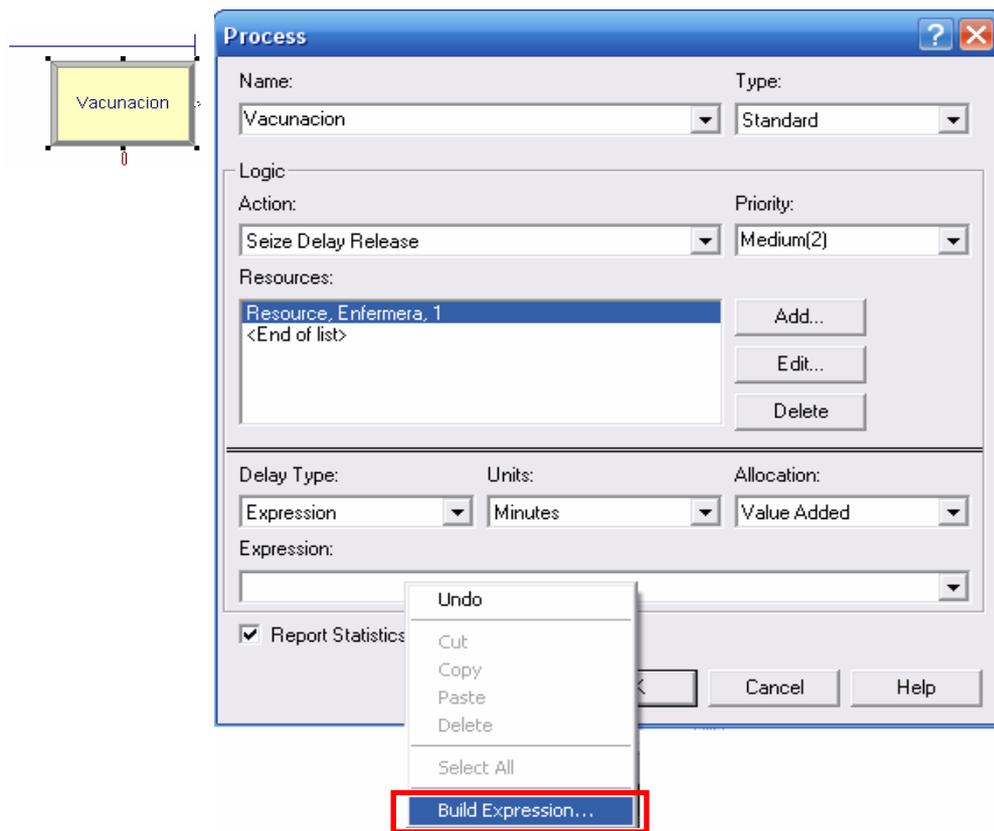
Figura 5. Módulo Assign – Asignación NinosQuietos



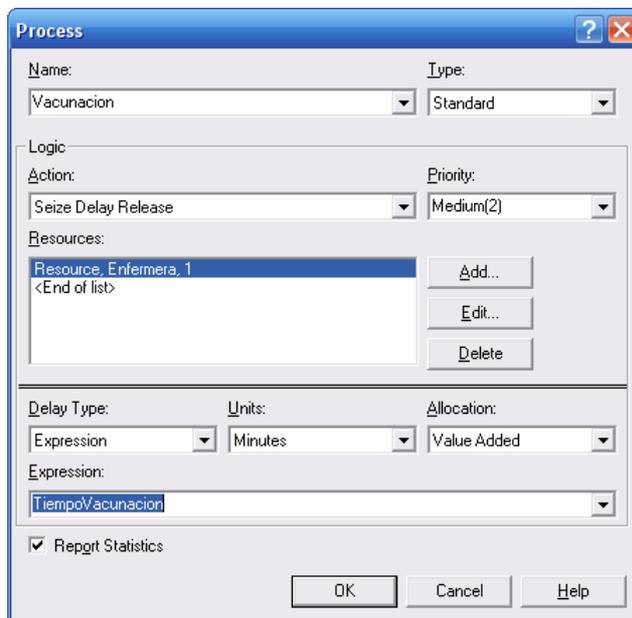
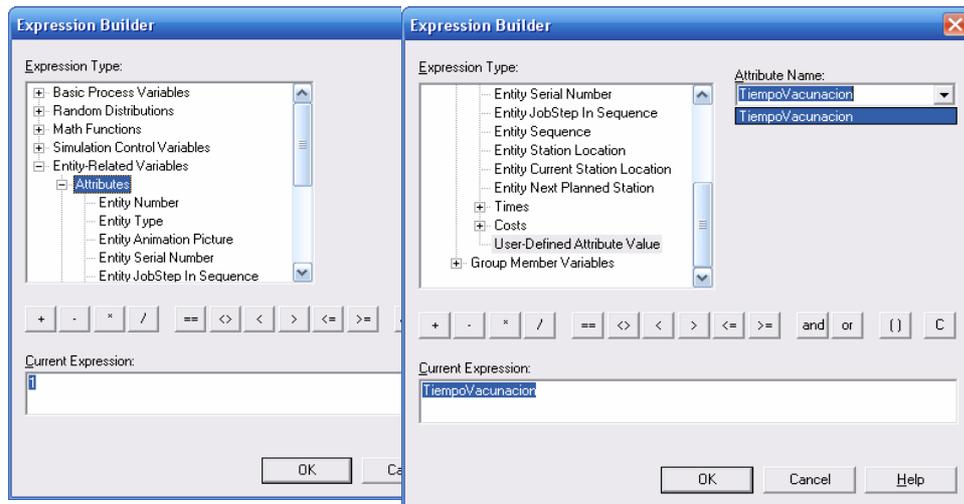
4. Se define el módulo Process, que es el lugar donde se va a realizar el servicio de vacunación, con la ayuda del Recurso “Enfermera”. Se utiliza la

lógica de acción Seize Delay Release, porque la entidad toma el recurso, lo demora y luego lo libera. En este momento de la simulación sólo se va a utilizar un (1) sólo recurso Enfermera. Se define como tipo de demora el atributo ya creado TiempoVacunación, así:

Figura 6. Módulo Process - Vacunación



Se da clic derecho sobre la caja de texto Expression y se selecciona Build Expression. Se muestra el cuadro de diálogo Expression Builder, se elige la opción *Entity-Related Variables* → *Attributes* → *User-Defined Attribute Value*, y se elige el atributo creado por el usuario **TiempoVacunación**.



Para definir la cantidad de recursos del mismo tipo que se van a requerir en un determinado proceso (un mismo módulo process), en el panel de procesos básicos, se selecciona el módulo de datos Resource, y se fija en 1 la capacidad del recurso Enfermera, así:

Figura 7. Módulo de Datos Resource

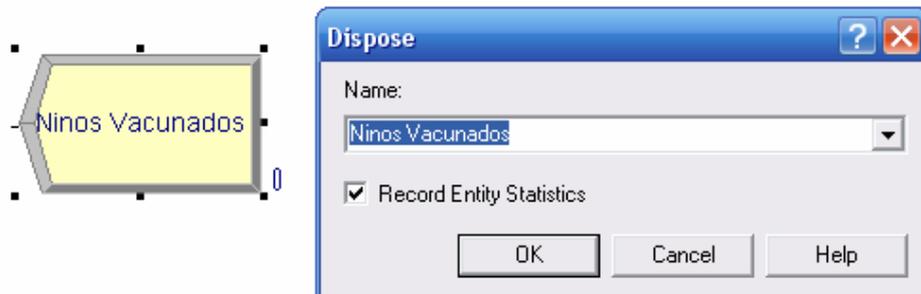
	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use
1	Enfermera	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0

Resource Double-click here to add a new row.

Cuando se examinen los reportes para verificar cuántas Enfermeras son necesarias para que los padres de los niños no tengan un tiempo en espera superior a 2 minutos, es aquí en Capacity, el valor que se debe modificar para obtener la eficiencia esperada en el servicio. Por ahora se debe probar con 1 recurso.

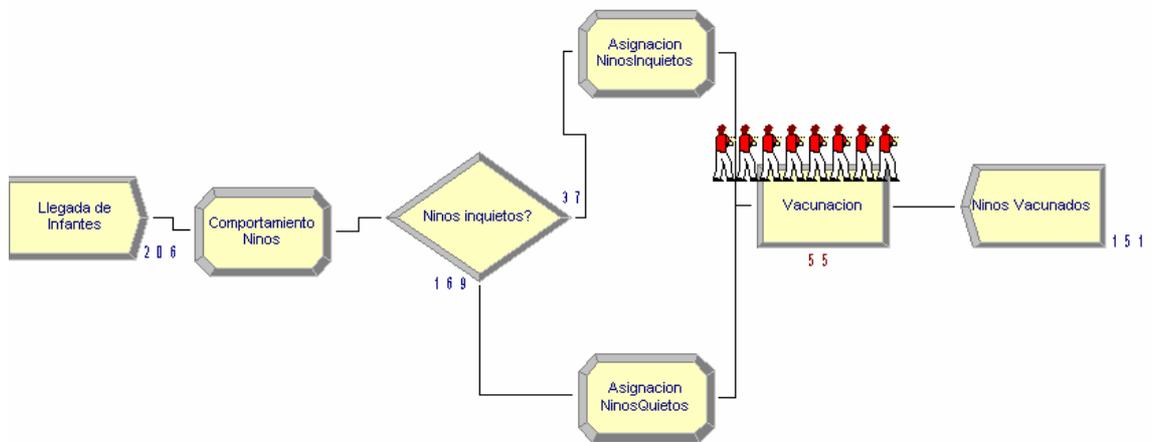
5. Determinar la salida del proceso

Figura 8. Módulo Dispose – Niños Vacunados



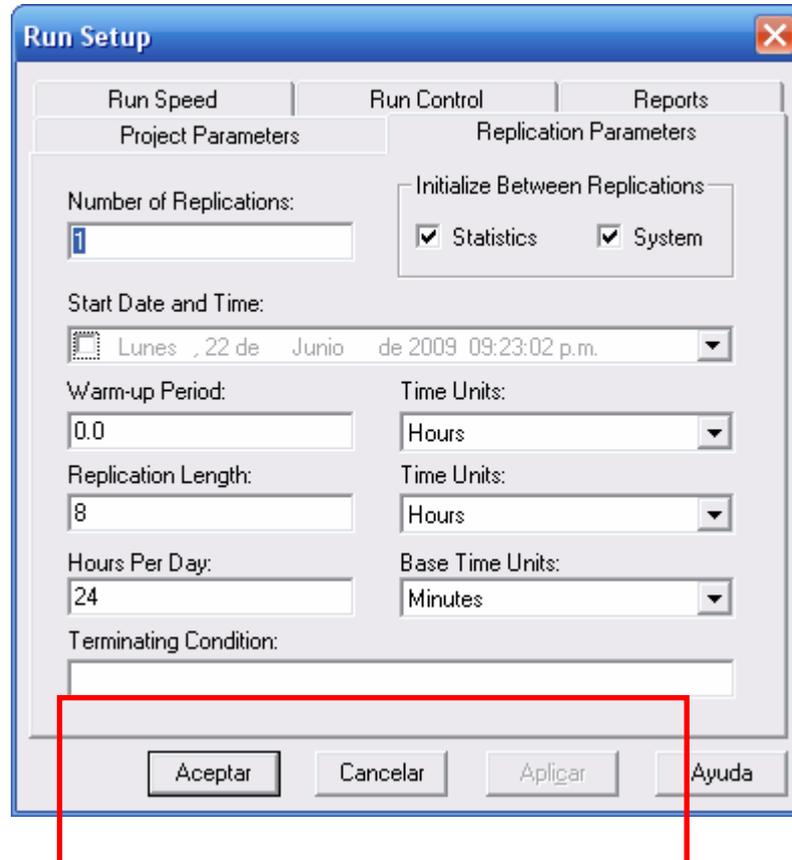
El diseño del modelo queda como se muestra en la Figura 9.

Figura 9. Modelo Centro de Salud



Para ejecutar el modelo, vaya al menú Run → Setup y configure las opciones de simulación:

Figura 13. Opciones de simulación. Run Setup



Ejecute este el modelo por 8 horas y observe el Reporte en Category Overview (Visión General de Categoría):

Tabla 1 de Resultados

Datos a Analizar	Niños quietos	Niños Inquietos
WIP – Número Promedio y Máximo de Niños en proceso de vacunación. (<i>Entity</i> → <i>Other</i> → <i>WIP</i> → <i>Average, Maximum Value</i>)	21.0761 niños	4.3715 niños
Tiempo Promedio y Total máximo que los niños pasan esperando. (<i>Entity</i> → <i>Time</i> → <i>Wait Time - Average, Maximum Value</i>)	58.1864 min	47.1004 min
Tiempo Promedio y Total máximo, desde la entrada hasta la salida, que pasaron los niños en el sistema. (<i>Entity</i> → <i>Time</i> → <i>Total Time - Average, Maximum Value</i>).	61.1224 min	51.2329 min
Total niños quietos e inquietos atendidos al final de las 8 horas (<i>Entity</i> → <i>Other</i> → <i>Number Out</i>)	123	28

Promedio Utilización del Recurso Enfermera 99.7%

Como se puede observar el tiempo promedio de espera de los niños en cola, antes de pasar a ser atendidos (**Wait Time**= 58.1864 para niños quietos y 47.1004 para niños inquietos), dista mucho de los deseos del director del centro de salud (máximo 2 minutos de espera en cola).

Dado lo anterior se hace necesario modificar la cantidad de recursos (Capacity) por lo menos a 2, para ver qué mejoras se presentan:

Figura 14. Módulo de Datos Resource

	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use
1	Enfermera	Fixed Capacity	2	0.0	0.0	0.0

Double-click here to add a new row.

Ejecute de nuevo la simulación y observe los resultados:

Tabla 2 de Resultados

Datos a Analizar	Niños quietos	Niños Inquietos
WIP – Número Promedio y Máximo de Niños en proceso de vacunación. (<i>Entity</i> → <i>Other</i> → <i>WIP</i> → <i>Average, Maximum Value</i>)	1.5245 niños	0.4851
Tiempo Promedio y Total máximo que los niños pasan esperando. (<i>Entity</i> → <i>Time</i> → <i>Wait Time - Average, Maximum Value</i>)	1.4522 min	2.1047 min
Tiempo Promedio y Total máximo, desde la entrada hasta la salida, que pasaron los niños en el sistema. (<i>Entity</i> → <i>Time</i> → <i>Total Time – Average, Maximum Value</i>).	4.3624 min	6.2938 min
Total niños quietos e inquietos atendidos al final de las 8 horas. (<i>Entity</i> → <i>Other</i> → <i>Number Out</i>)	167	37

Promedio Utilización del Recurso Enfermera 66.82%

En esta segunda simulación, los resultados se acercan más al deseo del director, de limitar el tiempo de espera de los padres a dos minutos. En este caso, los padres de niños quietos esperarían en cola 1.45 min, mientras que los padres de niños inquietos esperarían 2.10 minutos.

Se le recomienda al director del centro de salud, contar con 2 enfermeras (recursos) para el servicio de vacunación a los niños.

TALLER 5 ARENA

UPB-INFORMATICA PARA ING-IND
TALLER ARENA - Analizador de datos de entrada

Semana: 4

OBJETIVO:	Utilización del modulo Input Analyzer
COMPROBACION DE LECTURA:	Capitulo 4 Kelton – Seccion 4.5 Pag 152
SOFTWARE UTILIZADO:	ARENA
MATERIAL:	Guía, computador
TEMATICA:	Distribución de probabilidad

METODOLOGIA :

La clase se desarrolla a través de la guía. En la guía se incluyen tres bases de datos cada una con diferente distribución de probabilidad.

Para cada base de datos se genera un archivo mediante el programa “block de notas” . el archivo debe tener extensión txt

Se abre Arena / TOOLS / modulo INPUT ANALYZER

New

Open

Data file (se recupera el archive en txt)

fit all

LOS INDICADORES BÁSICOS SERÁN

Utilización del modulo INPUT ANALYZER

Distribución de probabilidad

Error

LOS OBJETIVOS A CUMPLIR SON

Generar bases de datos

Utilizar el input analyzer

Determinar la distribución más conveniente

GUIA TALLER

UPB – Informática para ingenieros industriales

Taller ARENA INPUT ANALYZER

Se efectuaron tres muestreos tomando como dato el tiempo de proceso de un artículo. Se desea determinar que tipo de distribución se asemeja a su comportamiento.

Muestra	Operario 1	Operario dos	Operario tres
1	33,33	35,05	11,63
2	37,48	38,01	20,47
3	39,50	39,60	26,15
4	45,93	44,47	51,41
5	31,32	33,85	8,56
6	44,44	43,43	44,51
7	42,93	42,31	38,21
8	54,51	48,53	104,47
9	34,04	35,51	12,89
10	34,30	35,69	13,38
11	20,81	30,55	1,11
12	57,09	49,13	125,23
13	31,62	34,02	8,97
14	34,47	35,80	13,70
15	56,70	49,05	121,93

SOLUCIÓN DEL TALLER INPUT ANALYZER

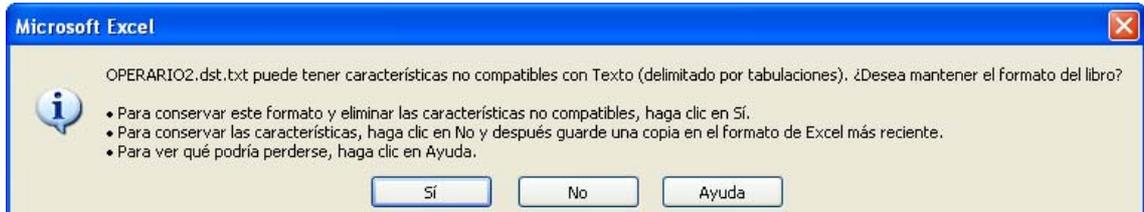
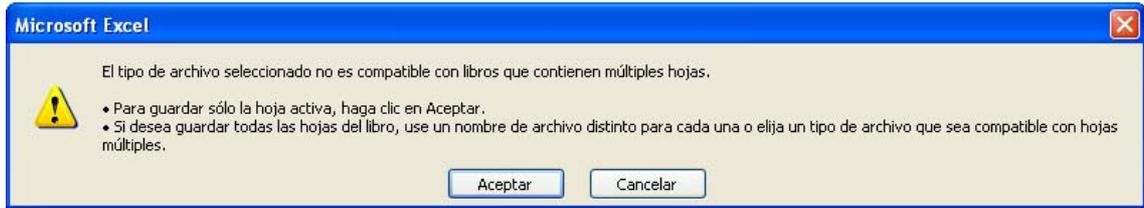
3. Entre al analizador de datos de entrada de arena a través de la ruta Tools y posteriormente, input analyzer, o hágalo directamente desde el menú de inicio de Windows.
4. Use una hoja de Excel para digitar los datos en forma de columna y sin encabezamientos. Tenga en cuenta que debe separar los decimales únicamente con punto, no use coma.

	A
1	35.05
2	38.01
3	39.6
4	44.47
5	33.85
6	43.43
7	42.31
8	48.53
9	35.51
10	35.69
11	30.55
12	49.13
13	34.02
14	35.8
15	49.05

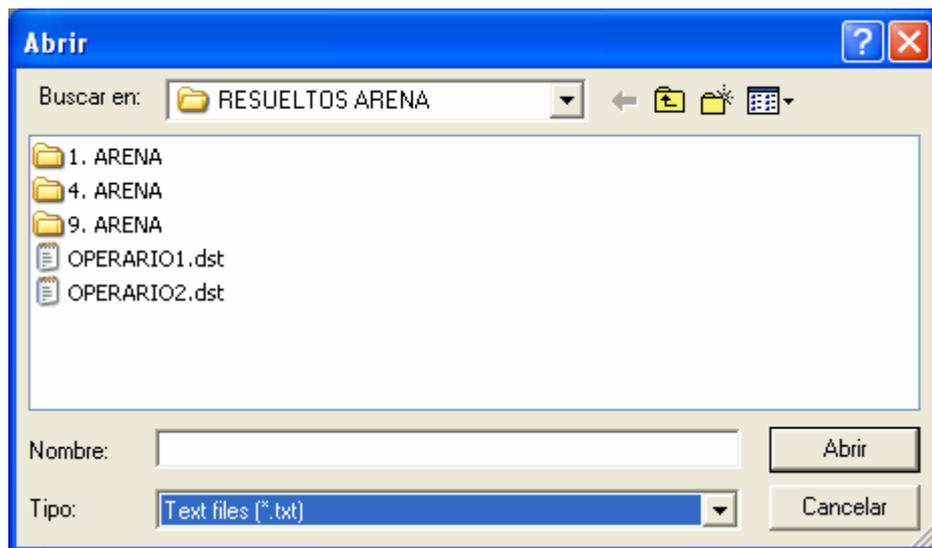
Ya digitados los datos, proceda a guardar de la siguiente manera TITULO.dst

Nombre de archivo:	OPERARIO1.dst	▼	Guardar
Guardar como tipo:	Texto (delimitado por tabulaciones)	▼	Cancelar

Es posible que aparezcan los dos siguientes cuadros de dialogo, a los cuales seleccione aceptar y si respectivamente.

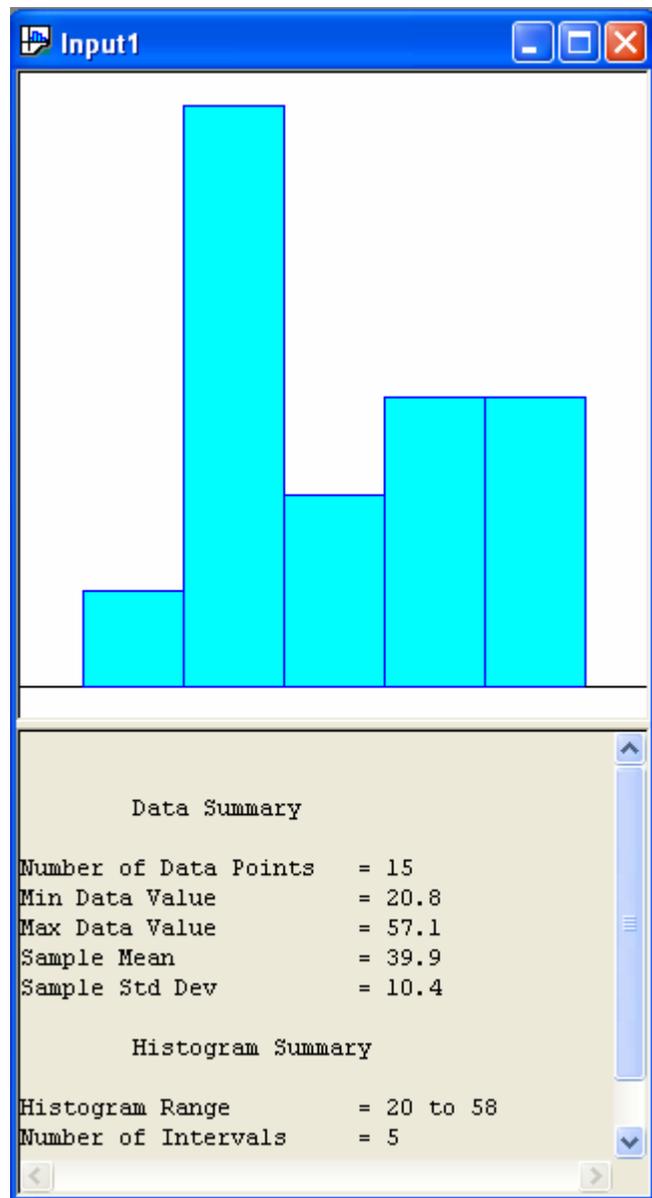


Ya guardadas las hojas con los datos, proceda a llamarla desde arena. De clic en file-new y ahora file-data file-use existing, aparecerá el siguiente cuadro de dialogo.



Y seleccione en tipo, Text files(*.txt), para que aparezcan los archivos donde están los datos a ser procesados. Seleccione OPERARIO1.dst y de clic en abrir. Aparecerá el histograma de la figura 1.

Figura 1. Histograma con input analyzer de arena

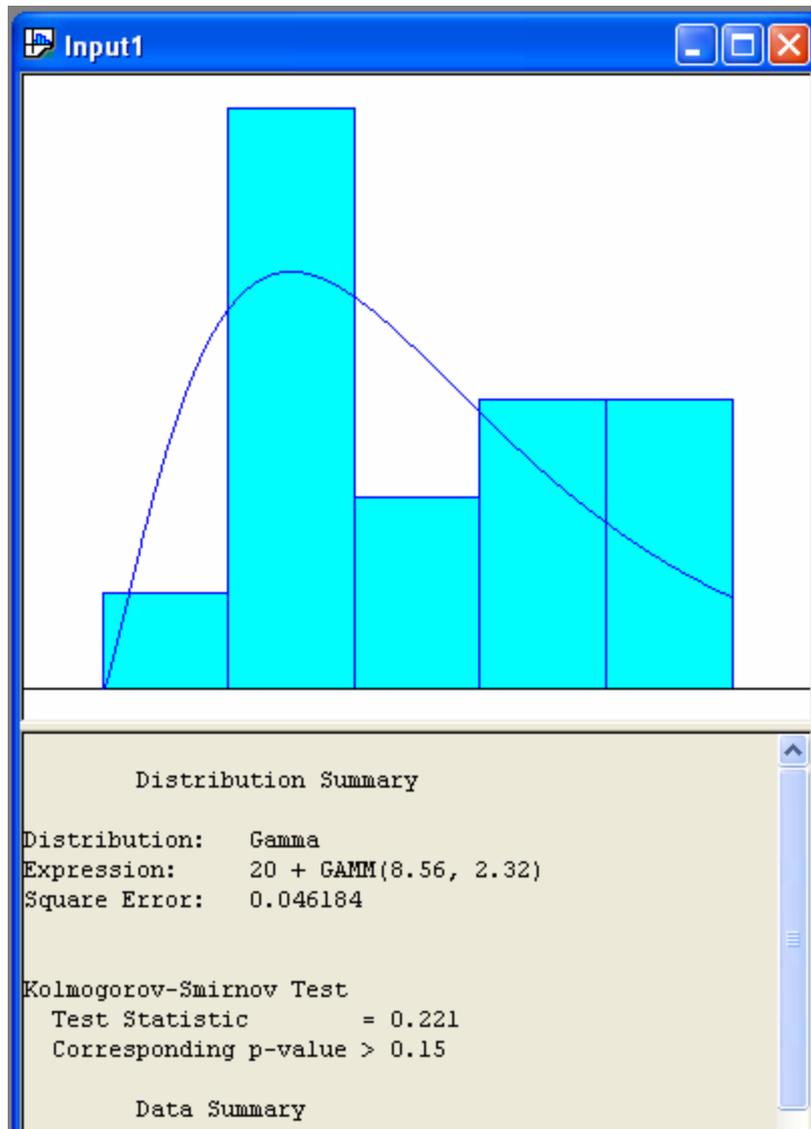


Ahora siga la ruta fit- fit all para buscar la distribución de probabilidad que se ajusta a los datos de entrada, aparecerá el grafico con la curva de la distribución de probabilidad que mejor se haya ajustado, restringido, bajo las alternativas que dispone esta herramienta.

El programa ajustó los datos bajo una distribución de probabilidad gama = $20 + \text{gama}(8.56; 2.32)$ con un error de ajuste de 0.046184, esto quiere decir que

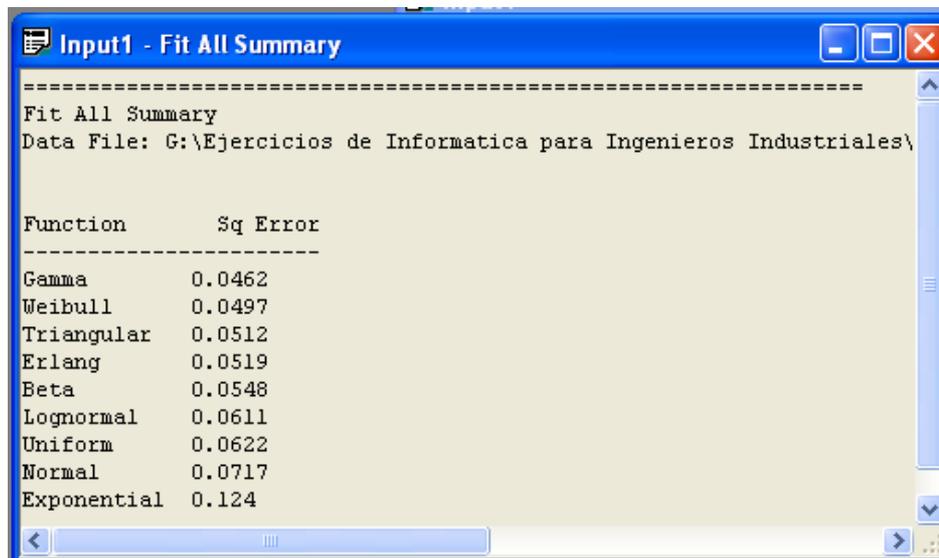
comparando todas las posibles alternativas (otras distribuciones), el programa elige la de menor error de ajuste de datos.

Figura 2. Grafico de distribución de probabilidad en arena.



Finalmente seleccione la ruta Windows- Fit All Summary para visualizar todas las funciones que usó el programa para ajustar los datos. Aparecen ordenados del error menor al mayor, queriendo decir que la primera es la que mas se ajusta y hacia abajo son las que se ajustan también pero con errores mayores.

Grafico 3. Tabla de reporte en arena de error de ajuste.



Fit All Summary
Data File: G:\Ejercicios de Informatica para Ingenieros Industriales\

Function	Sq Error
Gamma	0.0462
Weibull	0.0497
Triangular	0.0512
Erlang	0.0519
Beta	0.0548
Lognormal	0.0611
Uniform	0.0622
Normal	0.0717
Exponential	0.124

La distribución de probabilidad que se ajusta a los datos de entrada es la gama.
Ahora haga lo mismo para el operario 2 y 3.

TALLER 6

ANEXO: GUIA TALLER No. 5

UPB – Informática para ingenieros industriales

Taller Arena

Una fábrica de artículos de cuero esta produciendo dos tipos de productos. Correas y bolsos. Ambos productos comparten la misma materia prima. El proceso de los productos es una etapa de corte y una etapa de costura. La etapa de corte se realiza en máquinas independientes, pero, el proceso de costura se realiza en una sola máquina. Se deben procesar 60 correas por hora. Se deben procesar 20 bolsos por hora. Los productos llegan la planta de producción con un comportamiento exponencial.

Los tiempos de proceso son los siguientes:

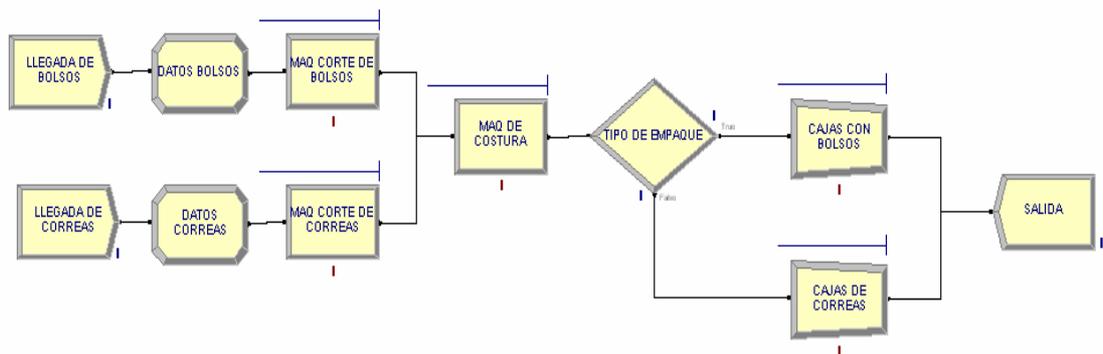
	<i>Maquina corte</i>	<i>Maquina Costura</i>
<i>Correa</i>	<i>N(50,10) segundos</i>	<i>U(30, 45) segundos</i>
<i>Bolso</i>	<i>T(1,3,4) minutos</i>	<i>E(40) segundos</i>

Al final se deben empacar los productos. Las correas en cajas de doce unidades y los bolsos en cajas de tres unidades.

Elaborar una simulación que demore 8 horas de producción.

SOLUCION DEL TALLER

1. Identifique los módulos a utilizar y su secuencia. Luego construya el modelo. El modelo debe quedar como se muestra a continuación.



2. Ahora edite los módulos dando clic en cada uno de ellos, introduciendo los valores que se dan en el enunciado.

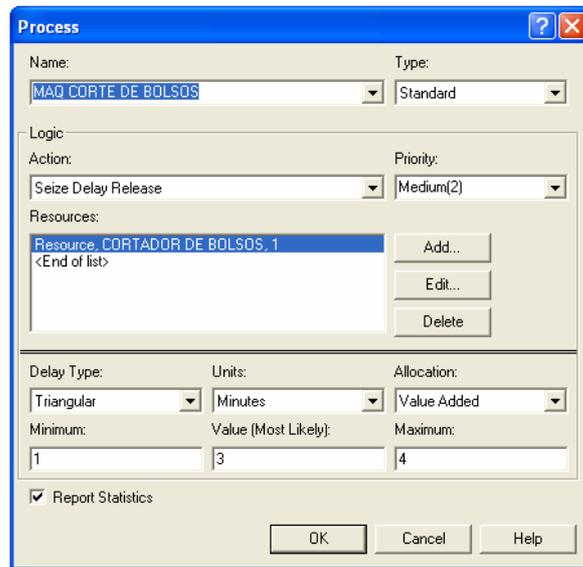
a. Llegada de bolsos

b. Datos bolsos

De clic en Add... y le saldrá la siguiente tabla de dialogo, la cual modificara como se muestra continuación.



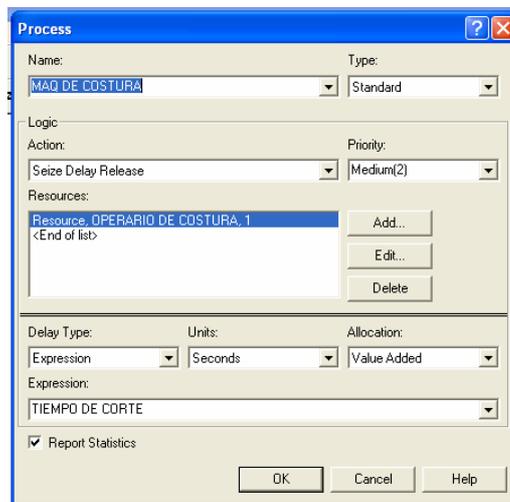
c. Máq. de corte



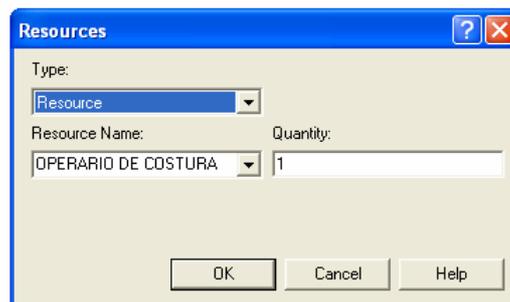
Adjunte el recurso cortador de bolsos en Add...



Máq. de costura



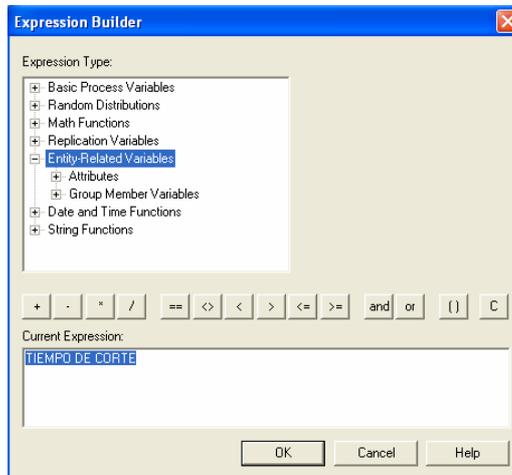
Adjunte el operario de costura a la Máq. De costura con Add...



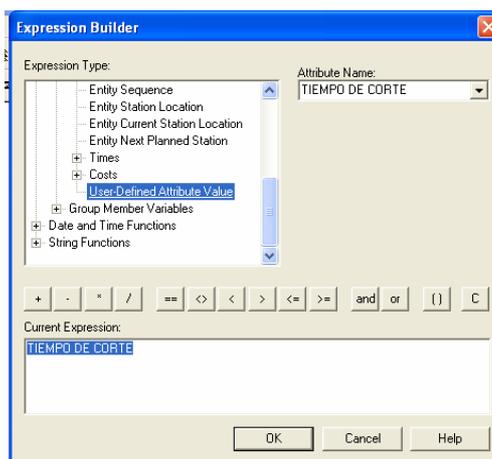
En expression de clic derecho y elija build expresión...



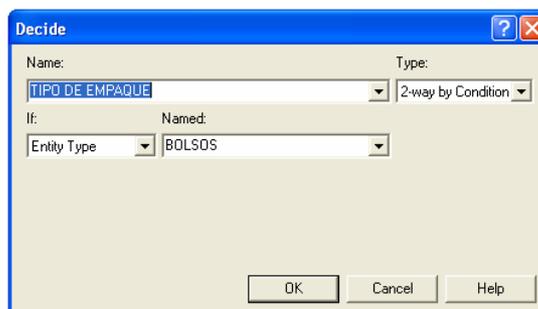
Lo llevara a este cuadro, y elija entity-related variables, attributes



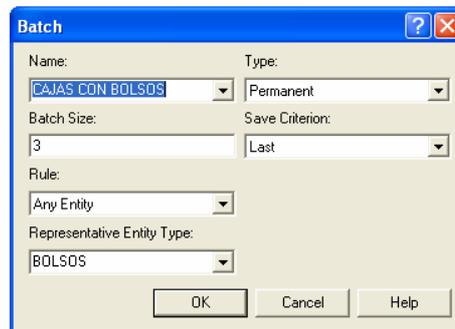
Llegará a este cuadro y de clic en OK. Este por defecto toma al atributo TIEMPO DE CORTE



d. Tipo empaque



e. Cajas con bolsos



3. HAGA LO MISMO PARA LAS CORREAS
4. colóquelo a correr.

TALLER 7

Una empresa Katrina produce jabón. Llevó a cabo una prueba para evaluar la efectividad de un nuevo anuncio por televisión para uno de sus productos, jabón en polvo. El departamento de contabilidad de costo estima que el costo fijo de publicidad por usuario es de \$200. El jabón en polvo se venderá por el peso que el cliente solicite y no vendrá empacado en tamaños fijos. El costo de producción total (no incluye publicidad) equivale a un 60% del precio de venta. El anuncio de televisión se mostró en un mercado de prueba durante un período de dos semanas. En el estudio de seguimiento se contactó telefónicamente con una selección de personas al azar y se les hizo una serie de preguntas para determinar si podían recordar el mensaje en el anuncio de televisión y cuál era la probabilidad de que ellos adquirieran el producto, e igualmente la cantidad de dinero que destinarán a la compra del producto*.

El estudio de mercado de prueba proporcionó las siguientes probabilidades:

Individuo recordaba el mensaje	0.40
El individuo no podía recordar el mensaje	0.60

La respuesta a la pregunta de la probabilidad que comprara el producto dio las siguientes probabilidades

	DEFINITIVAMENTE NO COMPRA	DUDOSO DE COMPRAR	DEFINITIVAMENTE SI COMPRA
Sí podía recordar el mensaje	0.20	0.35	0.45
No podía recordar el mensaje	0.40	0.40	0.2

Si el individuo está dudoso de comprar, la cantidad de dinero invertido en la compra es:

DINERO	PROBABILIDAD
2000	0.6
5000	0.3
8000	0.1

Si el individuo recuerda el mensaje y definitivamente si compra, la cantidad de dinero gastado en la compra se comporta de la siguiente manera:

DINERO	PROBABILIDAD
2000	15%
4000	35%
6000	30%
8000	20%

Si el individuo, definitivamente si compra, aunque no pudo recordar el mensaje, la cantidad de dinero está entre 2500 y 4000 (distribución uniforme).

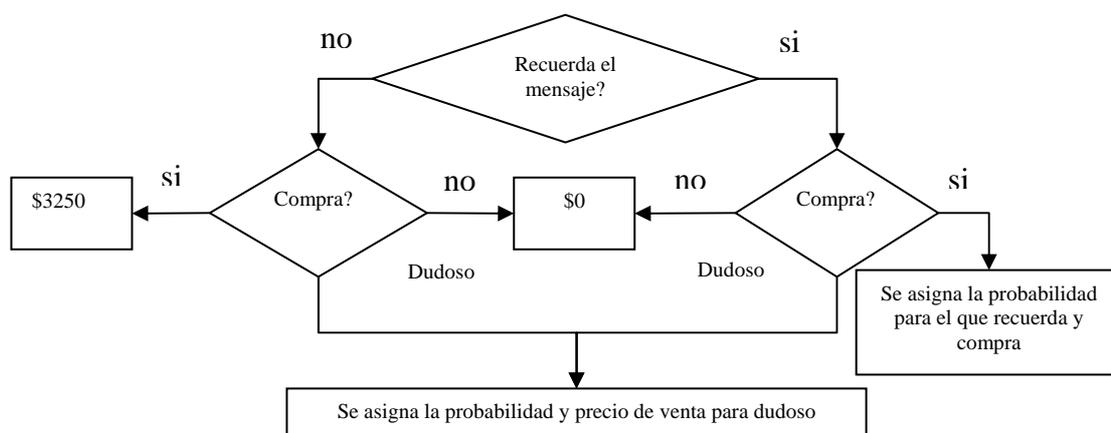
- a) Elabore una simulación con diez (10) individuos
- b) Analice los resultados encontrados y formule recomendaciones a la empresa.
- c) Con base en los resultados, y en la lectura (capítulo 1 Harrington) se puede considerar que la simulación es una buena o mala metodología para lograr el objetivo de la compañía. Enuncie dos (2) razones que la justifiquen y dos (2) razones que la demeriten.

*Adaptado de Anderson-Sweeney. Métodos Cuantitativos 7^a Edición Thomson.

SOLUCIÓN AL TALLER DE EXCEL DE PROBABILIDADES

Primero se define la lógica del problema y luego se asignan las columnas necesarias para la simulación.

Análisis Del Taller



Construcción de la Simulación

A. **Encuesta:** corresponde al número de encuestas a simular. Se ha decidido que 320 encuestas son suficientes.

B. **Aleatorio de mensaje:** aquí se generan 320 números aleatorios para definir más adelante si el encuestado recuerda el mensaje. Esto se hace por medio de la fórmula “=ALEATORIO()” .

C. **Recuerda el mensaje?.** Es la columna que define si el encuestado recuerda o no el mensaje publicitario. Se usa la fórmula “=SI(B15<=0,4;"SI";"NO")” donde B15 es un “aleatorio de mensaje” que debe ser menor o igual al 40% , para que se cumpla la condición de que el usuario si

recuerda el mensaje. Si el aleatorio es mayor que el 40% esta condición determinará que el usuario no recuerda el mensaje.

D. **Aleatorio de compra:** se generan números aleatorios para que colaboren mas adelante definiendo si el usuario compra.

E. **Compra?:** columna que establece si el usuario compra, no compra o está dudoso de comprar. Vale la pena aclarar que la manera más adecuada de programar las filas de esta columna es por medio de macros. Lo que se hizo esta vez, fue generar dos condicionales uno para “NO” compra”, otro para “SI” compra, estos se usan ordenando la columna “compra?” de tal manera que quedan agrupados los “NO” y los “SI” para ser aplicada la formula y luego de colocan en el orden inicial el cual es por encuesta. Las formulas usadas son las siguientes:

- $\text{SI}(\text{C15}=\text{"NO"};\text{SI}(\text{D15}\leq 0,4;\text{"NO"};\text{SI}(\text{D15}\leq 0,8;\text{"D"};\text{"SI"})))$.
- $\text{SI}(\text{C332}=\text{"SI"};\text{SI}(\text{D332}\leq 0,2;\text{"NO"};\text{SI}(\text{D332}\leq 0,55;\text{"D"};\text{"SI"})))$

Donde el valor de C#, representa al valor del “aleatorio compra” que está en esa fila.

F. **Aleatorio de Ventas.** Se generan números aleatorios para estimar mas adelante las posibles ventas.

G. **Ventas.** Es la columna en donde se establecen las ventas bajo una probabilidad dada. Las ventas dependen del tipo de respuesta que se haya generado en la columna de “Compra?”. Por ejemplo si la respuesta fue “NO”, entonces, se asigna cero pesos, en cambio si la respuesta es dudoso, entonces, se asignan tres posibles precios, los cuales están sujetos a una probabilidad acumulada dada. Igualmente ocurre si la respuesta es “SI”. Las siguientes formulas fueron usadas del mismo modo que en la columna “Compra?”:

- SI(E15="NO";0;"FALSO"), de salir falso es por que no cumple y se debe usar alguna otra de las siguientes fórmulas.

- SI(C216="NO";SI(E216="SI";\$C\$10+(\$C\$11-\$C\$10)*F216;" ")
- SI(E17="D";SI(F17<=\$E\$3;\$C\$3;SI(F17<=\$E\$4;\$C\$4;\$C\$5)))

	A	B	C	D	E	F	G
1	VARIABLES		DINERO	PROBABILIDAD	P ACUMULADA		
2							
3			\$ 2.000	60%	60%		
4	INDIVIDUO DUDOSO		\$ 5.000	30%	90%		
5	DE COMPRAR		\$ 8.000	10%	100%		
6			\$ 2.000	15%	15%		
7			\$ 4.000	35%	50%		
8	INDIVIDUO RECUERDA		\$ 6.000	30%	80%		
9	MENSAJE Y COMPRA		\$ 8.000	20%	100%		
10	INDIVIDUO NO RECUERDA		\$ 2.500				
11	MENSAJE PERO COMPRA		\$ 4.000				
12							
13	ENCUESTA	ALEATORIO MENSAJE	RECUERDA EL MENSAJE?	ALEATORIO COMPRA	COMPRA?	ALEATORIO VENTAS	VENTAS
14							
15	1	0,726575745	NO	0,232163692	NO	0,946833285	\$ -
16	2	0,769131677	NO	0,849936256	SI	0,784468213	\$ 3.677
17	3	0,876932534	NO	0,639288404	D	0,523567241	\$ 2.000
331	317	0,564758143	NO	0,264719348	NO	0,2275955	\$ -
332	318	0,172678101	SI	0,858179012	SI	0,191010246	\$ 4.000
333	319	0,464779415	NO	0,840898439	SI	0,999885427	\$ 4.000
334	320	0,307493646	SI	0,529362899	D	0,879738765	\$ 5.000
335							
336							
337	CFP USUARIO	\$ 200,00				SUMA	\$ 730.355
338	CTP	\$ 64.000					
339	PV	\$ 730.355					
340	CPT	\$ 438.213					
341	CTP+CPT	\$ 502.213					
342	UTILIDAD	\$ 228.142	45,43%				

Finalmente se calcula (n):

- Las ventas por medio de la suma y el resultado es \$730.355
- El costo total de producción CTP = \$200*320 usuarios = \$64.000.
- El costo total de publicidad CPT = \$730.355*0,6 = \$438.213
- El costo total de producción CT= CTP+CPT= \$502.213
- La utilidad U= \$PV-\$CT=228.142
- El porcentaje de Utilidad %U= \$U/\$CT = 45.43%

Análisis De Resultados

Según la simulación efectuada a 320 personas elegidas al azar se obtienen como utilidades \$228.142, que representa el 45.43% del costo total de producción.

ANEXO D. EJERCICIOS EXCEL

UPB- INFORMATICA PARA ING-IND	
TALLER No. 9 EXCEL-VISUAL BASIC	
Semana: 9	Dia: 1 – Monday
OBJETIVO	Elaborar en Excel un modelo sencillo de proceso que fue implementado en ARENA. Continuación del taller No. 8
COMPROBACION DE LECTURA	elaboración del modelo
SOFTWARE UTILIZADO :	EXCEL y ARENA
MATERIAL :	computador, guía anexa

TEMATICA:

Conceptos de Excel.

Conceptos de Visual Basic (DIM, FOR-NEXT, IF-ELSE-ENDIF, CELLS(), CELLS.SELECT, ACTIVECELL)

METODOLOGIA:

Con base en el ejercicio realizado en el taller No. 5 y continuado en el taller.

El resumen de la descripción de la situación a modelar es la siguiente:

Una fábrica de artículos de cuero. Dos tipos de productos. Correas y bolsos. El proceso de los productos es una etapa de corte y una etapa de costura. La etapa de corte se realiza en máquinas independientes. El proceso de costura se realiza en una sola máquina. Se deben procesar 60 correas por hora. Se deben procesar 20 bolsos por hora. Distribución exponencial.

Los tiempos de proceso son los siguientes:

	Maquina corte	Maquina Costura
Correa	N(50,10) segundos	U(30, 45) segundos
Bolso	T(1,3,4) minutos	E(40) segundos

Al final se deben empacar los productos. Las correas en cajas de doce unidades y los bolsos en cajas de tres unidades.

De Acuerdo con la guía anexa se construirá la ocho de las diez columnas de la primera tabla utilizando el editor de visual Basic. La idea es no digitar nada en la hoja de cálculo y generar la información desde el programa de visual Basic.

LOS INDICADORES BÁSICOS

- Funcionamiento del programa
- Detección de errores
- Generación de variables aleatorias
- Tiempo entre llegadas de los clientes. Se debe incluir tipo de distribución
- Hora de llegada de los clientes
- Tiempo de Servicio en los servidores. Se debe incluir tipo de distribución

Los objetivos a cumplimiento

- Que el estudiante inicie la programación en visual Basic
- Que el estudiante distinga y sepa aplicar los comandos básicos de visual Basic
- Que el estudiante se familiarice con modelos de simulación
- Que el estudiante logre hacer funcionar el modelo y detecte errores.

GUIA TALLER No. 9

UPB – Informática para ingenieros industriales

Taller Excel-Visual Basic

El problema se estructura en tres tablas. La primera comprende la sección de corte de las correas. La segunda tabla detalla la sección de corte de los bolsos. La tercera tabla describe la sección de costura que es compartida por los dos productos.

Inicialmente se debe construir la tabla denominada sección de corte de correas. Las correas llegan de manera aleatoria a una velocidad de 60[correas por hora] con una distribución exponencial lo cual equivale a un tiempo promedio entre llegadas de un minuto. La máquina de corte se demora en promedio 50 segundos (50/60 minutos) con una desviación de 10 segundos (10/60 minutos) y una distribución normal.

La tabla deberá quedar de la siguiente manera.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	numero correas	aleatorio llegada	tiempo entre llegadas	hora de llegada	hora de inicio corte	tiempo cola	aleatorio tiempo servicio	Z	tiempo servicio	hora salida corte
2										
3	0		1	0						
4	1	0,5599	0,8209	0,8209	0,8209	0,0000	0,9232	1,4267	1,07	1,89
5	2	0,7323	1,3180	2,1388	2,1388	0,0000	0,6968	0,5154	0,92	3,06

Primer paso: iniciar una macro

Ir a herramientas / macro / editor de visual basic

Escribir: Sub nombre de la macro
 dim nombre de variables as

Seleccionar la variable integer

En este caso seria Sub correas ()

Dim n, pas integer

Segundo paso: escribir títulos

Escribir: `cells(fila, columna) = "nombre del titulo"`

En este caso seria `Cells (1,1) = "numero correas"`

`Cells (1,2) = "aleatorio llegada"`

Tercer paso: Generar una columna de números consecutivos en determinado lugar de la hoja de cálculo

	A
1	numero correas
2	
3	0
4	1
5	2
6	3
7	4

El primer número es el cero y esta ubicado en la celda 3-A. Se debe crear números consecutivos. En este caso desde el cero hasta el numero 50.

Escribir: `for n = 0 to 50`
 `Cells (n+3, 1) = n`
 `next n`

Cuarto paso: *generar números aleatorios de tiempo entre llegadas*

Escribir : `for n = 1 To 50`
 `Cells (n+3, 2).Select`
 `ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RAND()"`
 `Next n`

Quinto paso generar tiempo entre llegadas

	A	B	C
1	numero correos	aleatorio llegada	tiempo entre llegadas
2			
3	0		
4	1	0,5599	0,8209
5	2	0,7323	1,3180

El tiempo entre llegadas esta dado por la formula $T = -\text{prom}(t) * \text{Ln}(1-\text{rand})$

Escribir : for n = 1 To 50
 Cells (n+3, 3).Select
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "= - 1 *LN (1-RC[-1])"
 Next n

Sexto paso: determinar la hora de llegada.

	A	B	C	D
1	numero correos	aleatorio llegada	tiempo entre llegadas	hora de llegada
2				
3	0		1	0
4	1	0,5599	0,8209	0,8209
5	2	0,7323	1,3180	2,1388

La hora de llegada del primer cliente es el mismo tiempo entre llegadas. A partir del segundo cliente, la hora de llegada es la hora de llegada del anterior mas el tiempo entre llegadas del actual

Escribir: **cells (4 ,4) = cells (4,3)**
 For n = 1 to 49
 cells (n+4 , 4) = cells (n+3 , 4) + cells (n+4 , 3)
 next n

Séptimo paso: generar aleatorio de tiempo de servicio. Igual al cuarto paso.

Octavo paso: determinar el valor de Z de acuerdo al aleatorio de tiempo de servicio

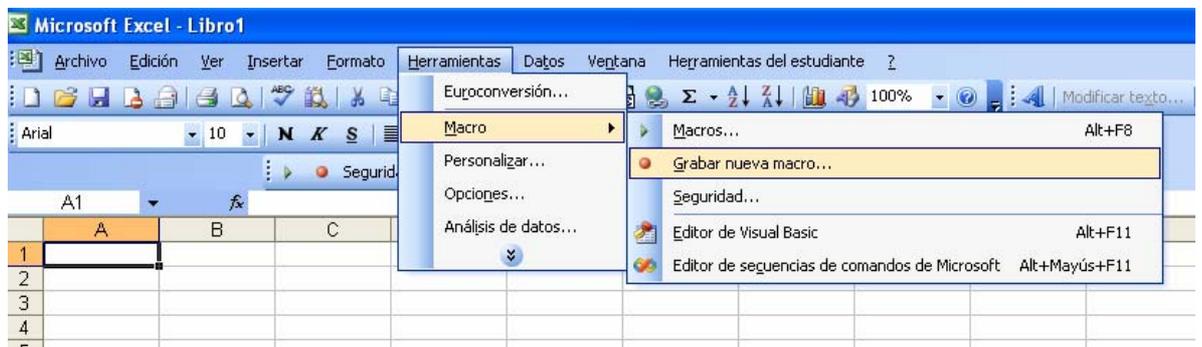
```
EscNribir:      for n = 1 To 50
                  Cells(n+3, 8).Select
                  ActiveCell.FormulaR1C1 = "=NORMSINV(RC[-1])"
                  Next n
```

Noveno paso: determinar el tiempo de servicio

```
Escribir      for n= 1 to 50
                  Cells(n+3, 9) = 5/6 + cells (n+3 , 8)
                  Opcional:  cells(n+3,9).select
                  activecell.formulaR1C1 = "5/6 + RC[-1]*1/6"
                  next n
```

SOLUCION DEL TALLER 9

Paso 1: Abra un libro nuevo de Excel y siga la ruta (Herramientas-Macro-grabar nueva macro)



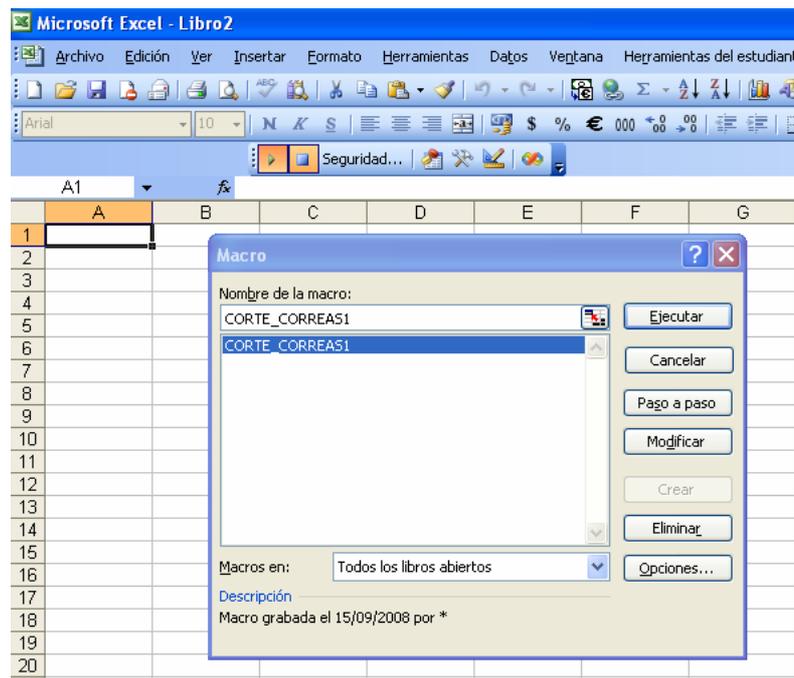
Ahora aparecerá la siguiente ventana de diálogo



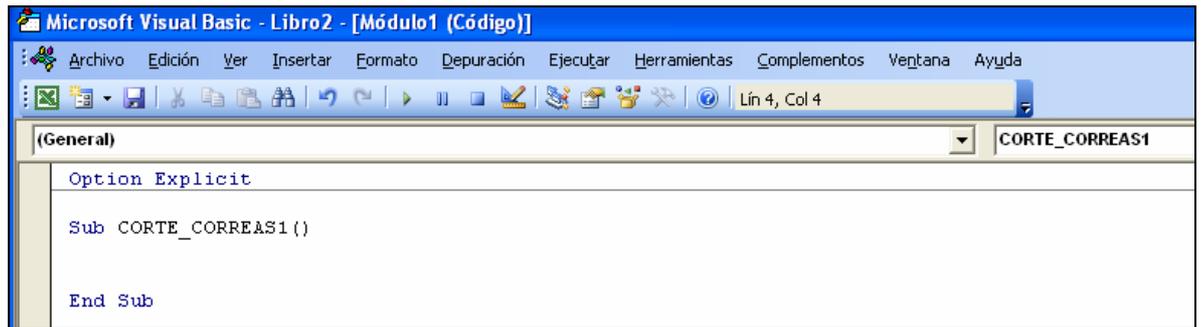
Nombre de macro: Se sugiere colocarle el nombre CORTE_CORREAS1.

Método abreviado: se sugiere colocarle la inicial de la macro a desarrollar "correas", entonces CTRL +C, y Aceptar.

AHORA, en la barra para macros de clic en ejecutar macros, boton verde similar al play corriente. de ahí sale un cuadro de diálogo llamado "Macro". De clic en modificar.



a continuacion se abrirá el módulo de programación "Microsoft visual basic".



```
Microsoft Visual Basic - Libro2 - [Módulo1 (Código)]
Archivo  Edición  Ver  Insertar  Formato  Depuración  Ejecutar  Herramientas  Complementos  Ventana  Ayuda
Lín 4, Col 4
(CORTE_CORREAS1)
Option Explicit
Sub CORTE_CORREAS1()
End Sub
```

Inicie la programación debajo de Sub CORTE_CORREAS1 ()

Paso 2:

- Utilice la instrucción Dim en el nivel de módulo o de procedimiento para declarar el tipo de datos de una variable. Por ejemplo, la siguiente instrucción declara una variable como Integer.

Dim C As Integer

- Ahora defina las celdas de salida donde quedaran ubicados los títulos que definen el nombre de las columnas de datos a calcular. Celda(fila, columna).

Cells(2, 1) = "NUMERO" & Chr(10) & "CORREAS"

Cells(2, 2) = "ALEATORIO" & Chr(10) & "LLEGADA"

Cells(2, 3) = "TIEMPO" & Chr(10) & "ENTRE LLEGADAS"

Cells(2, 4) = "HORA DE" & Chr(10) & "LLEGADA"

Cells(2, 5) = "HORA DE" & Chr(10) & "INICIO"

Cells(2, 6) = "TIEMPO" & Chr(10) & "EN COLA"

Cells(2, 7) = "ALEATORIO" & Chr(10) & "DE SERVICIO"

Cells(2, 8) = "Z-RAND"

Cells(2, 9) = "TIEMPO" & Chr(10) & "DE SERVICIO"

Cells(2, 10) = "HORA DE" & Chr(10) & "SALIDA"

- Declare el alcance de la corrida usando el "for". Se lee, para C que inicia en 1 hasta 50.

For C = 1 To 50

Continúe con la siguiente programación hasta encontrar Next C, que es la manera de hacer que el for interactúe C veces. C=1,2,3,...,50 veces en este caso.

'CONSECUTIVO NUMERO DE BOLSOS

Cells(C + 3, 1) = C

'ALEATORIO DE LLEGADA

Cells(C + 3, 2) = Rnd()

'TIEMPO ENTRE LLEGADAS

Cells(C + 3, 3).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=-1*LN(1-RC[-1])"

'HORA DE LLEGADA

Cells(C + 3, 4).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=sum(R[-1]C+RC[-1])"

'ALEATORIO DE SERVICIO

Cells(C + 3, 7) = Rnd()

'Z-RANDOMICO

Cells(C + 3, 8).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=NORMSINV(RC[-1])"

'TIEMPO DE SERVICIO

Cells(C + 3, 9).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=0.833333333+RC[-1]*0.166666667"

'HORA DE INICIO

Cells(C + 3, 5).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=MAX(RC[-1],R[-1]C[5])"

'TIEMPO EN COLA

Cells(C + 3, 6).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=sum(rc[-1]-rc[-2])"

'HORA DE SALIDA

Cells(C + 3, 10) = Cells(C + 3, 5) + Cells(C + 3, 9)

Next C

'PROMEDIO DE TIEMPO ENTRE LLEGADAS

Cells(73, 3).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=AVERAGE(R[-20]C:R[-69]C)"

Cells(72, 3) = "PROMEDIO DE" & Chr(10) & "TIEMPO ENTRE" & Chr(10) & "LLEGADAS"

'DESVIACION ESTANDARD DE TIEMPO EN COLA

Cells(74, 3) = "DESVIACION ESTD" & Chr(10) & "T. ENTRE LLEGADAS"

Cells(75, 3).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=STDEV(R[-22]C:R[-71]C)"

'PROMEDIO DE TIEMPO EN COLA

Cells(73, 6).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=AVERAGE(R[-20]C:R[-69]C)"

Cells(72, 6) = "PROMEDIO" & Chr(10) & "TIEMPO EN" & Chr(10) & "COLA"

'DESVIACION ESTANDARD DE TIEMPO EN COLA

Cells(74, 6) = "DESVIACION ESTD" & Chr(10) & "TIEMPO EN COLA"

Cells(75, 6).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=STDEV(R[-22]C:R[-71]C)"

'PROMEDIO TIEMPO DE SERVICIO MAQ CORTE DE BOLSOS

Cells(72, 9) = "PROMEDIO " & Chr(10) & "TIEMPO DE" & Chr(10) & "SERVICIO" & Chr(10) & "MAQ. DE CORTE"

```
Cells(73, 9).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=AVERAGE(R[-20]C:R[-69]C)"
```

```
'DESVIACION ESTANDARD DE TIEMPO EN COLA
```

```
Cells(74, 9) = "DESVIACION ESTD" & Chr(10) & "TIEMPO EN COLA"
```

```
Cells(75, 9).Select
```

```
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=STDEV(R[-22]C:R[-71]C)"
```

```
Next
```

```
End sub
```

Bien, ya está la primera tabla, la cuál corresponde a la etapa de corte de correas, ahora construya otra tabla para corte de bolsos.

```
Sub CORTE_BOLSOS1 ( )
```

```
Dim b as integer
```

```
Cells(2, 12) = "NUMERO" & Chr(10) & "BOLSOS"
```

```
Cells(2, 13) = "ALEATORIO" & Chr(10) & "LLEGADA"
```

```
Cells(2, 14) = "TIEMPO" & Chr(10) & "ENTRE LLEGADAS"
```

```
Cells(2, 15) = "HORA DE" & Chr(10) & "LLEGADA"
```

```
Cells(2, 16) = "HORA DE" & Chr(10) & "INICIO"
```

```
Cells(2, 17) = "TIEMPO" & Chr(10) & "EN COLA"
```

```
Cells(2, 18) = "ALEATORIO" & Chr(10) & "DE SERVICIO"
```

```
Cells(2, 19) = "TIEMPO" & Chr(10) & "DE SERVICIO"
```

```
Cells(2, 20) = "HORA DE" & Chr(10) & "SALIDA"
```

```
For b = 1 To 50
```

```
'CONSECUTIVO NUMERO DE BOLSOS
```

```
Cells(b + 3, 12) = b
```

```
'ALEATORIO DE LLEGADA
```

Cells(b + 3, 13) = Rnd()

'TIEMPO ENTRE LLEGADAS

Cells(b + 3, 14).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=-3*LN(1-RC[-1])"

'HORA DE LLEGADA

Cells(b + 3, 15).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=sum(R[-1]C+RC[-1])"

'ALEATORIO DE SERVICIO

Cells(b + 3, 18) = Rnd()

'TIEMPO DE SERVICIO

If Cells(b + 3, 18) < (2 / 3) Then

Cells(b + 3, 19).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=1+SQRT(6*RC[-1])"

Else

Cells(b + 3, 19).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=4-SQRT(3*(1-RC[-1]))"

End If

'HORA DE INICIO

Cells(b + 3, 16).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=MAX(RC[-1],R[-1]C[4])"

'TIEMPO EN COLA

Cells(b + 3, 17).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=sum(rc[-1]-rc[-2])"

'HORA DE SALIDA

Cells(b + 3, 20) = Cells(b + 3, 16) + Cells(b + 3, 19)

Next b

'PROMEDIO DE TIEMPO ENTRE LLEGADAS

Cells(73, 14).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=AVERAGE(R[-20]C:R[-69]C)"

Cells(72, 14) = "PROMEDIO DE" & Chr(10) & "TIEMPO ENTRE" & Chr(10) & "LLEGADAS"

'DESVIACION ESTANDARD DE TIEMPO ENTRE LLEGADAS

Cells(74, 14) = "DESVIACION ESTD" & Chr(10) & "TIEMPO EN COLA"

Cells(75, 14).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=STDEV(R[-22]C:R[-71]C)"

'PROMEDIO DE TIEMPO EN COLA

Cells(72, 17) = "PROMEDIO" & Chr(10) & "TIEMPO EN" & Chr(10) & "COLA"

Cells(73, 17).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=AVERAGE(R[-20]C:R[-69]C)"

'DESVIACION ESTANDARD DE TIEMPO EN COLA

Cells(74, 17) = "DESVIACION ESTD" & Chr(10) & "TIEMPO EN COLA"

Cells(75, 17).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=STDEV(R[-22]C:R[-71]C)"

'PROMEDIO TIEMPO DE SERVICIO MAQ CORTE DE BOLSOS

Cells(72, 19) = "PROMEDIO " & Chr(10) & "TIEMPO DE" & Chr(10) & "SERVICIO" & Chr(10) & "MAQ. DE CORTE"

Cells(73, 19).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=AVERAGE(R[-20]C:R[-69]C)"

'DESVIACION ESTANDARD TIEMPO DE SERVICIO MAQ CORTE DE BOLSOS

Cells(74, 19) = "DESVIACION ESTD" & Chr(10) & "T. DE SERV"

Cells(75, 19).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=STDEV(R[-22]C:R[-71]C)"

End sub

AYUDA PARA EL PROFESOR: Puede copiar y pegar las instrucciones tal como están y la macro correrá sin problemas.

RESULTADO DEL EJERCICIO

TABLA: CORTE_CORREAS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	NUMERO CORREAS	ALEATORIO LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO	TIEMPO EN COLA	ALEATORIO DE SERVICIO	Z-RAND	TIEMPO DE SERVICIO	HORA DE SALIDA
3										
4	1	0,40150529	0,5133376	0,5133376	0,5133376	0	0,81139541	0,88305013	0,98050835	1,49384595
5	2	0,27307028	0,31892547	0,83226307	1,49384595	0,66158288	0,75151002	0,67924924	0,94654154	2,44038749
6	3	0,91329771	2,44527501	3,27753808	3,27753808	0	0,07411385	-1,44582001	0,59236333	3,86990141
7	4	0,34062785	0,41646718	3,69400526	3,86990141	0,17589615	0,23169863	-0,73326427	0,71112262	4,58102403
8	5	0,6741479	1,12131169	4,81531696	4,81531696	0	0,43731523	-0,15777963	0,80703673	5,62235369
9	6	0,56376785	0,82958072	5,64489768	5,64489768	0	0,87404621	1,14572831	1,02428805	6,66918573
10	7	0,06180245	0,06379474	5,70869242	6,66918573	0,96049331	0,5802598	0,20255815	0,86709303	7,53627876
11	8	0,46720952	0,62962702	6,39831945	7,53627876	1,19795931	0,41689503	-0,20984319	0,79835947	8,33463823
12	9	0,92373449	2,57353442	8,91185387	8,91185387	0	0,77302814	0,74886545	0,95814274	9,86999661
42	39	0,84853417	1,8873952	37,2323597	39,821427	2,58906726	0,89584589	1,25823102	1,0430385	40,8644655
43	40	0,4931075	0,67945632	37,9118161	40,8644655	2,95264943	0,42123234	-0,19874185	0,80020969	41,6646752
44	41	0,6646288	1,09251731	39,0043334	41,6646752	2,66034181	0,28862643	-0,5574019	0,74043302	42,4051082
45	42	0,04157251	0,04246137	39,0467947	42,4051082	3,35831346	0,84541738	1,01697517	1,0028292	43,4079374
46	43	0,43333346	0,56798425	39,614779	43,4079374	3,7931584	0,10873318	-1,23329331	0,62778445	44,0357218
47	44	0,45259017	0,60255752	40,2173365	44,0357218	3,81838533	0,24835074	-0,67968888	0,72005185	44,7557737
48	45	0,56657439	0,83603511	41,0533716	44,7557737	3,70240207	0,93288732	1,49764554	1,08294092	45,8387146
49	46	0,56849689	0,81757022	41,8709418	45,8387146	3,96777277	0,44552314	-0,1369804	0,81050327	46,6492179
50	47	0,68037945	1,14062077	43,0115626	46,6492179	3,63765527	0,72550535	0,59927533	0,93321255	47,5824304
51	48	0,02854317	0,02895845	43,0405211	47,5824304	4,54190937	0,74168313	0,64854309	0,94142385	48,5238543
52	49	0,92300302	2,56398905	45,8045101	48,5238543	2,91934417	0,8543241	1,05516079	1,00919346	49,5330477
53	50	0,32201856	0,38863537	45,9931455	49,5330477	3,53990226	0,07146204	-1,46498844	0,58916859	50,1222163

TABLA: CORTE_BOLSOS

	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	NUMERO BOLSOS	ALEATORIO LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO	TIEMPO EN COLA	ALEATORIO DE SERVICIO	TIEMPO DE SERVICIO	HORA DE SALIDA	
3										
4	1	0,55305105	2,41593272	2,41593272	2,41593272	0	0,3560257	2,46155882	4,877491537	
5	2	0,89137667	6,65960732	9,07554004	9,07554004	0	0,38999903	2,52970396	11,605244	
6	3	0,76760608	4,37796424	13,4535043	13,4535043	0	0,45186257	2,64656474	16,10006903	
7	4	0,63536018	3,02653563	16,4800399	16,4800399	0	0,31356609	2,37164009	18,85168001	
8	5	0,78035218	4,54718944	21,0272294	21,0272294	0	0,31328249	2,37101967	23,39824903	
9	6	0,60212582	2,76485839	23,7920877	23,7920877	0	0,01019299	1,24730132	25,03938906	
10	7	0,14969999	0,4864981	24,2785858	25,0393891	0,76080322	0,07755351	1,68214446	26,72153352	
11	8	0,9423694	8,56110488	32,8396907	32,8396907	0	0,34029233	2,42889958	35,26859031	
12	9	0,35691172	1,32441981	34,1641105	35,2685903	1,10447977	0,11338902	1,82482367	37,09341398	
42	39	0,6303404	2,98551807	119,167789	123,7315	4,56371114	0,87391353	3,38497202	127,1164718	
43	40	0,8384456	5,46874012	124,636529	127,116472	2,47994304	0,79659498	3,21883736	130,3353091	
44	41	0,55441004	2,42506837	127,061597	130,335309	3,27371203	0,8216753	3,26858076	133,6038899	
45	42	0,08524817	0,26730743	127,328905	133,60389	6,27498536	0,0359236	1,46426458	135,0681545	
46	43	0,14721519	0,4777441	127,806649	135,068154	7,26150584	0,36088681	2,47150293	137,5396574	
47	44	0,76473278	4,34109989	132,147749	137,539657	5,39190888	0,35611236	2,4617367	140,0013941	
48	45	0,36072117	1,3422437	133,489992	140,001394	6,51140187	0,44815207	2,63979035	142,6411844	
49	46	0,56958741	2,52903305	136,019025	142,641184	6,62215917	0,99159729	3,84122936	146,4824138	
50	47	0,55411988	2,42311549	138,442141	146,482414	8,04027304	0,81839538	3,26188492	149,7442967	
51	48	0,85753912	5,84606347	144,288204	149,744299	5,45609449	0,18169725	2,04411853	151,7884173	
52	49	0,07195479	0,22402448	144,512229	151,788417	7,27618853	0,25048637	2,22593566	154,0143529	
53	50	0,85447901	5,78230493	150,294534	154,014353	3,71981927	0,56123888	2,83505676	156,8494097	

FIN

TALLER 2

UPB-INFORMATICA PARA ING-IND	
TALLER - Excel	
Semana:	Día: Viernes
OBJETIVO:	Aplicar el Excel a un ejercicio practico
COMPROBACION DE LECTURA	
SOFTWARE UTILIZADO	Excel
MATERIAL:	Guía - computador
TEMATICA:	Conceptos de evaluación financiera de proyectos

METODOLOGIA:

El profesor explicara como se construye un flujo de caja que contenga los elementos básicos (ingresos y egresos) y como se inter-relacionan estos elementos.

Flujo de caja = Ingresos - Egresos

Ingresos = Precio venta * Cantidad

Egresos = Costo unitario * cantidad + costo fijo

LOS INDICADORES BÁSICOS SERÁN

Valor Presente Neto

Tasa interna de Retorno

Valor del dinero en el tiempo.

LOS OBJETIVOS A CUMPLIR SON

Crear un flujo de caja

Conceptualizar los factores que hacen rentable un proyecto

GUIA TALLER No. 18

UPB – Informática para Ingenieros Industriales. – Jácome Cabrales Taller de simulación en Excel – Octubre 27/2006
--

Usted ha recibido una herencia de \$15'000.000 y actualmente los tiene depositados en un banco que le reconoce una tasa de interés del 12% por periodo. Un amigo le ofrece invertir el dinero en un proyecto que duraría cinco periodos. La información del proyecto es la siguiente. Producir un artículo cuyo precio de venta es de \$75.000 por unidad. Los costos fijos equivalen a ocho mil dólares. El costo variable se estima en el 20% de los ingresos. El gobierno ha fijado el impuesto de renta en $[30\%+A\%]$. La demanda y la tasa de cambio del dólar son factores externos y variables. El comportamiento de la demanda esta dado de la siguiente tabla

Código	Distribución	media	Desviación
Par	normal	$X= [40+A]*10$	80
Impar	uniforme	$A=[40+A]*10-100$	$B=[40+A]*10+100$

La tasa de cambio del dólar se comporta de la siguiente manera

Tasa de cambio	Probabilidad	Probabilidad Acumulada	Rango
$[20]*100$	25%		
$[20+N]*100$	30%		
$[20+2*N]*100$	45%		

N: Numero de letras de su nombre

A: Numero de letras de su apellido.

Adopted from: Eppen Goudl. Investigación de Operaciones

SOLUCION DEL TALLER 18

Para la solución de este taller se tomó el valor de $A=6$ Y $N=9$.

	A	B	C
1		N 9	
2		A 6	
3			
4	INVERSION		\$ 15,000,000
5	TASA DE INTERES EA%		12%
6	PRECIO DE VENTA	\$	75,000
7	COSTO FIJO	\$	8,000
8	COSTO VARIABLE		20%
9	IMPUESTO DE RENTA		36%
10	MEDIA DE LA DEMANDA		460
11	DESVIACION DE LA DEMANDA		80

Elabore el cuadro de probabilidades

	I	J	K	L	M
3					
4	TASA DE CAMBIO	PROB	PROB ACUM	RANGO	
5					
6	\$ 2,000	25%	25%	0%	25%
7	\$ 2,900	30%	55%	25%	55%
8	\$ 3,800	45%	100%	55%	100%

Use las siguientes formulas para elaborar el flujo de caja.

ALEATORIO DEMANDA	ALEATORIO()
Z NORMAL	DISTR.NORM.ESTAND.INV(ALEATORIO DDA)
DEMANDA	Z NORMAL*DESV.DDA+MEDIA.DDA
INGRESOS	DDA*\$PV
ALEATORIO DOLLAR	ALEATORIO()
TASA DE CAMBIO	SI(D20<=\$K\$6,\$I\$6,SI(D20<=\$K\$7,\$I\$7,\$I\$8))
COSTO FIJO	ALEATORIO DOLLAR*COSTO FIJO
COSTO VARIABLE	CV*INGRESOS
EGRESOS TOTALES	CF+CV
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	I-E
IMPUESTOS	UAI*IMP.RENTA
VALOR PRESENTE NETO (VNA)	VNA(C5,D28:H28)+C28
TIR	TIR(C28:H28,0.12)

Ahora elabore un flujo de caja con la estructura propuesta.

	A	B	C	D	E	F	G	H
			AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
13								
14								
15								
16	ALEATORIO DEMANDA		0	0.037988935	0.147669008	0.978380458	0.202419082	0.973456412
17	Z NORMAL		0	-1.774515806	-1.046483158	2.021393141	-0.83301164	1.934211114
18	DEMANDA		0	318	376	622	393	615
19	INGRESOS		0 \$	23,852,905 \$	28,221,101 \$	46,628,359 \$	29,501,930 \$	46,105,267 \$
20	ALEATORIO DOLLAR		0	0.260698064	0.5701965	0.248665093	0.373447485	0.920831097
21	TASA DE CAMBIO		0 \$	2,900 \$	3,800 \$	2,000 \$	2,900 \$	3,800 \$
22	COSTO FIJO		0 \$	23,200,000 \$	30,400,000 \$	16,000,000 \$	23,200,000 \$	30,400,000 \$
23	COSTO VARIABLE		0 \$	4,770,581 \$	5,644,220 \$	9,325,672 \$	5,900,386 \$	9,221,053 \$
24	EGRESOS TOTALES		\$ -	\$ 27,970,581	\$ 36,044,220	\$ 25,325,672	\$ 29,100,386	\$ 39,621,053
25	UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		\$ -	\$ -4,117,676	\$ -7,823,119	\$ 21,302,687	\$ 401,544	\$ 6,484,213
26	IMPUESTOS		0 \$	-1,482,363 \$	-2,816,323 \$	7,668,967 \$	144,556 \$	2,334,317 \$
27	INVERSION		\$ 15,000,000					
28	FLUJO DE CAJA (EFECTIVO)		\$ -15,000,000	\$ -2,635,313	\$ -5,006,796	\$ 13,633,720	\$ 256,988	\$ 4,149,897
29								
30	VALOR PRESENTE NETO (VNA)		\$ -9,122,049					
31	UTILIDAD		\$ -4,601,504					
32	TIR		-7%					

Para que un proyecto sea aceptado debe cumplir con el criterio $VNA > 0$.
Recurrimos a elaborar una tabla para VNA de 200 corridas y de esta manera tomamos el promedio de VNA para 200 corridas.

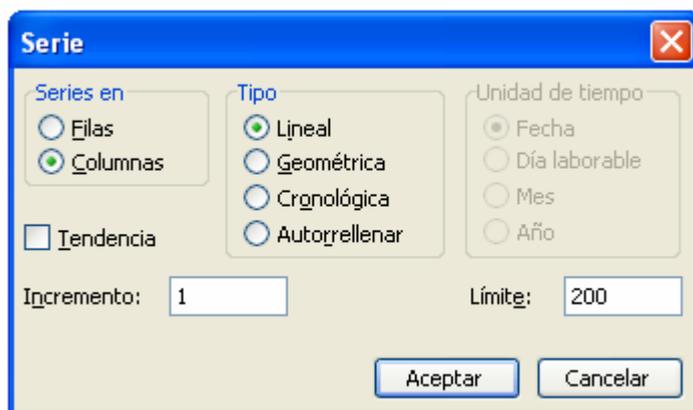
Nota: puede dar el valor de corridas que considere.

nº de Simulaciones	\$ -4,601,504
0	\$ -11,290,016
1	\$ -20,284,770
2	\$ -8,144,174
3	\$ -5,452,461
4	\$ 4,811,942
5	\$ -14,084,891
196	\$ -23,166,310
197	\$ -10,665,732
198	\$ 16,072,988
199	\$ -15,601,523
200	\$ -3,716,760
VNA Promedio	\$ -5,747,449

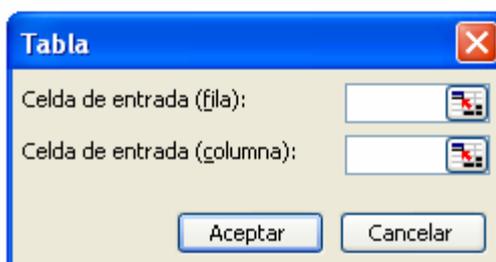
El valor presente neto promedio es peor que cero (\$-5'747.449). Esto demuestra que este proyecto es no viable, y que lo mejor será rechazarlo.

Nota: para construir una tabla de datos haga los siguientes pasos.

- Coloque cero en la celda vacía.
- Colóquese en la misma celda y de clic en edición-rellenar-series. Y continuación le saldrá la siguiente tabla, la cual modificara como ve en la grafica.



- Ahora colóquese una celda arriba y a la derecha de la celda que escribió el número cero, y colóquelo “=celda donde está la utilidad”.
- Seleccione toda la tabla y de clic en datos-tabla. Saldrá a continuación una tabla como la siguiente.



Y en la celda columna ingrese el valor de VNA y aceptar.

- Ahora calcule el promedio de VNA con “ = promedio(valores VNA)”, y emita conclusiones sobre la viabilidad del proyecto, recuerde el criterio de decisión de VNA.

TALLER 3

SIMULACIÓN EN LA FABRICACIÓN EN PARALELO

En la etapa final de la fabricación, un automóvil que se mueve sobre un transportador se sitúa entre dos estaciones de trabajo en paralelo para permitir que un trabajo se haga en sus lados izquierdo y derecho, al mismo tiempo. Los tiempos de operación en los lados izquierdo y derecho tienen distribución uniforme entre 15 y 20 minutos y entre 18 y 22 minutos, respectivamente. El transportador llega a la zona de las estaciones de trabajo cada 20 minutos. Simule el proceso durante 480 minutos, para determinar la utilización de las estaciones izquierda y derecha¹⁸.

SOLUCIÓN

Resumen de pasos

Se definen las columnas que darán la estructura de la simulación, posteriormente se le asignarán las fórmulas pertinentes a cada celda, luego se harán los cálculos requeridos y finalmente se reportan los resultados.

1. Definición de columnas

A. **Numero de carros:** inicialmente se colocan al azar un número de carros, por ejemplo 50, ya que lo que pidieron fue una simulación de 480 minutos y hasta ahora no se sabe cuántos carros pasen en ese tiempo, así que coloco un numero cualquiera de carros.

B. **Aleatorio de llegada:** asigno valores aleatorios a las filas de la columna B

¹⁸ Adaptado de: TAHA Investigación de Operaciones 7ª Edición. Página 674

- C. **Tiempo entre llegadas.** según el ejercicio el tiempo entre llegadas se comporta exponencialmente con una tasa de llegada de 20 minutos, así que uso la fórmula para la distribución exponencial “ $=\$C\$5*LN(1-B8)$ ”, donde $\$C\$5=20$ y B# es un número “aleatorio de llegada”
- D. **Tiempo de llegada:** es un acumulado del “tiempo entre llegadas”, es decir, sumo el tiempo de llegada $_1$ con el tiempo entre llegadas “ $D9=D8+C9$ ”
- E. **Hora de inicio:** depende del tiempo de salida y su fórmula es la siguiente: “ $=SI(D9>K8;D9;K8)$ ”, donde D# es el tiempo de llegada y K# es el minuto de salida. Se cumple como verdadero si el valor del tiempo de llegada es menor que el valor del tiempo de salida, entonces, se asigna el valor del tiempo de inicio, de lo contrario, se asignará el valor del tiempo de salida.
- F. **Tiempo en cola:** es la resta entre la hora de inicio y el tiempo de llegada. “ $=E9-D9$ ”
- G. **Aleatorio de servicio del operario izquierdo.** Se asigna un aleatorio para el servicio “ $=ALEATORIO()$ ”.
- H. **Tiempo de servicio operario izquierdo:** se asigna la fórmula para el tiempo de servicio cuando tiene un comportamiento uniforme “ $=\$G\$4+(\$H\$4-\$G\$4)*G8$ ”, siendo $\$G\$4 =a$, $\$H\$4=b$ y G# = “aleatorio de servicio del operario izquierdo”.
- I. **Aleatorio operario derecho:** Se asigna un aleatorio para el servicio “ $=ALEATORIO()$ ”.
- J. **Tiempo de servicio operario derecho:** se asigna la fórmula para el tiempo de servicio cuando tiene un comportamiento uniforme “ $=\$I\$4+(\$J\$4-\$I\$4)*I8$ ”, siendo $\$I\$4 =a$, $\$J\$4=b$ y I# = “aleatorio de servicio del operario derecho”.

TALLER 4

TALLER DE SIMULACION CON EXCEL

Las fuerzas armadas de Colombia, envían un comunicado a una prestigiosa facultad de ingenieros de la ciudad de Bucaramanga, en la que solicitan le sean enviados dentro de los próximos seis meses el mayor número de estudiantes que hayan sido sobresalientes en sus notas de cálculo IV y que estén nivelados, ya que se pretende realizar unas pruebas de competencia. El director de la facultad convoca a los docentes que han dictado la materia los últimos 4 años, para determinar algunos porcentajes útiles que permitan llevar a cabo una simulación. Los resultados de dicha reunión fueron los siguientes:

- Que el 10% de los estudiantes sobresalientes han tenido notas distribuidas normalmente con media 4,2 y desviación estándar de 0,2.
- Que los estudiantes buenos conforman el 45% de la población y sus notas se comportan normalmente con media 3,3 y desviación estándar de 0,4.
- Mientras que los estudiantes deficientes representan el 45% de la población restante y sus notas tienen un comportamiento exponencial con media 2,3.

Con esta información, el director pide a un recién egresado de su facultad, para que lleve a cabo una simulación para cuatro cursos de 30 estudiantes y con la información suministrada, también, pide que le informe el número de estudiantes que estarían calificados para ir a dicha convocatoria, basándose en el criterio de elegir a los estudiantes cuyas notas estén por encima de la media mas 0,5 puntos.¹⁹

¹⁹ Formulado por Rembranth Gyobany Castro Pabón. Ingeniero Industrial, Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga.

SOLUCIÓN

1. Para determinar el número de corridas se multiplica 4 cursos de 30 estudiantes, es decir, 120 corridas.

2. Se eligen las columnas a convenir para la simulación, las cuales serán

A. **ESTUDIANTE:** define el número de corridas (120).

B. **ALEATORIO TIPO DE ESTUDIANTE:** es un numero aleatorio generado a partir de la formula “=ALEATORIO()”.

C. **TIPO DE ESTUDIANTE:** es el criterio que tomará el sistema basándose en las probabilidades dadas por los docentes, su formula será la siguiente:

- “=SI(B8<=\$C\$2;"SOBRESALIENTE";SI(B8<=\$C\$3;"BUENO";"DEFICIENTE"))”, donde B# es el “aleatorio tipo estudiante” y \$C\$3 es la probabilidad de ser sobresaliente.

D. **ALEATORIO NORMAL:** es un numero aleatorio generado a partir de la formula “=ALEATORIO()”.

E. **Z-NORMAL:** es un numero generado a partir de la formula “=DISTR.NORM.ESTAND.INV(D8))”, donde D# es un numero “aleatorio normal”. Pero como el estudiante deficiente no necesita el numero Z-normal, pues su distribución es exponencial, entonces lo excluimos por medio de una formula mas completa: “=SI(C8="DEFICIENTE";";DISTR.NORM.ESTAND.INV(D8))”, donde se establece que si el tipo de estudiante resulta ser “deficiente”, entonces deje vacío, de lo contrario arroje el valor z-normal correspondiente.

F. NOTA: aquí se usa un condicional que asigne la fórmula correspondiente al tipo de estudiante, las fórmulas a ser asignadas a través del condicional son las siguientes:

- $\text{Media} + z_{\text{normal}} * \text{desviación estándar}$, para los comportamientos normales
- $\text{Media} * \ln(1 - \text{aleatorio})$, para comportamientos exponenciales.

Finalmente el condicional será estructurado del siguiente modo:

$\text{SI}(\text{C8}=\text{"SOBRESALIENTE"}; \$\text{D}\$2 + \text{E8} * \$\text{E}\$2; \text{SI}(\text{C8}=\text{"BUENO"}; \$\text{D}\$3 + \text{E8} * \$\text{E}\$3; - \$\text{D}\$4 * \text{LN}(1 - \text{D8}))$), donde los valores D# y E# son las medias y desviaciones estándar correspondientes a genio. VER FIGURA

3. Finalmente,

- Se calcula el promedio de las notas en la celda F130= promedio(F8:F127), cuyo resultado fue de 3,0
- Se calculan los estudiantes por elegir usando la fórmula “=CONTAR.SI(F8:F127; “<=3,5”)”, la cual establece que en un rango establecido cuente los que han obtenido notas superiores o iguales a 3,5.

	A	B	C	D	E	F
1	ESTUDIANTE	PROB	PROB. ACUM	MEDIA	DESV	
2	SOBRESALIENTE	10%	10%	4,2	0,2	
3	BUENO	45%	55%	3,3	0,4	
4	DEFICIENTE	45%	100%	2,3		
5						
	ALEATORIO					
6	ESTUDIANTE	TIPO ESTUDIANTE	TIPO DE ESTUDIANTE	ALEATORIO NORMAL	Z-Normal	NOTA
7						
8	1	0,808315646	DEFICIENTE	0,16609221		0,42
9	2	0,485009373	BUENO	0,45114934	-0,122758068	3,25
10	3	0,188841582	BUENO	0,780026524	0,772282796	3,61
11	4	0,397909294	BUENO	0,09130475	-1,332763278	2,77
122	115	0,114248889	BUENO	0,596156279	0,243410459	3,40
123	116	0,989760749	DEFICIENTE	0,081841473		0,20
124	117	0,458610151	BUENO	0,277823835	-0,589318452	3,06
125	118	0,55959944	DEFICIENTE	0,754657982		3,23
126	119	0,017405671	SOBRESALIENTE	0,180844771	-0,912150414	4,02
127	120	0,906495943	DEFICIENTE	0,687435227		2,67
128						
129						
130					Promedio	3,00
131					Por elegir	44
132						
133						

Resultado de la simulación: el recién egresado informa al director de la facultad que bajo una corrida de 120 estudiantes y las probabilidades dadas, el próximo semestre se podrían recomendar 44 estudiantes a dicha convocatoria.

TALLER 5

La cafetería PINOCHET abre al público a las ocho a.m. Compra el pan que luego vende a sus clientes habituales. Uno de los productos que más se vende es el pan de trigo integral. El dueño de la cafetería desea saber qué tanto pan debe pedir todos los días a las seis a.m para lograr buenas utilidades. Si compraba muy poco, se perderían ventas. Si compraba demasiado, el exceso se perdería. El pan que no se vende se tiene que tirar a la basura. El pan se compra a 30 pesos y se vende a 50 pesos. La demanda diaria de pan se estima de acuerdo a la siguiente distribución.

DEMANDA	PROBABILIDAD
220	5
270	10
320	10
370	20
420	15
470	10
520	30

Se debe construir una simulación que incorpora las siguientes dos estrategias de toma de decisión. Con base a los resultados de la simulación, evalúe cuál de las dos estrategias genera mejores beneficios.

Estrategia 1. Pedir un número de panes igual al promedio de la demanda de los dos días anteriores. (el primer y segundo día pide 370 panes).

Estrategia 2. Pedir 370 panes/día, independientemente de la demanda previa.

SOLUCION AL TALLER

Primero se definen las variables a utilizar, la cuales son las siguientes:

- A. **Día:** es el consecutivo de los días que se van a simular. Se tomaron 30 días.
- B. **Aleatorio de demanda:** número aleatorio cuya fórmula es “=ALEATORIO()”
- C. **Demanda:** unidades a vender dependientes de la probabilidad del aleatorio de demanda. Su fórmula es la siguiente:
- $\text{SI}(\text{B13} \leq \text{\$C\$2}; \text{\$A\$2}; \text{SI}(\text{B13} \leq \text{\$C\$3}; \text{\$A\$3}; \text{SI}(\text{B13} \leq \text{\$C\$4}; \text{\$A\$4}; \text{SI}(\text{B13} \leq \text{\$C\$5}; \text{\$A\$5}; \text{SI}(\text{B13} \leq \text{\$C\$6}; \text{\$A\$6}; \text{SI}(\text{B13} \leq \text{\$C\$7}; \text{\$A\$7}; \text{\$A\$8}))))))$, donde los B# son los aleatorios de demanda, los $\text{\$C\$#}$ son las probabilidades de demanda y los $\text{\$A\$#}$ son las unidades de demanda sujetas a la probabilidad.
- D. **Ventas:** es la multiplicación entre la demanda C# y el precio de venta ubicado en $\text{\$F6}$. Su fórmula por lo tanto es: “=C13* $\text{\$F\$6}$ ”.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	DEMANDA [UNID]	PROBABILIDAD DE DEMANDA	PROBABILIDAD ACUMULADA							
2	220	5,00%	5%							
3	270	10,00%	15%							
4	320	10,00%	25%							
5	370	20,00%	45%							
6	420	15,00%	60%		\$PV	\$ 50	100%			
7	470	10,00%	70%		COSTO	\$ 30	60%			
8	520	30,00%	100%		UTILIDAD	\$ 20	40%			
9	PROMEDIO									
10	370									
11	ALEATORIO									
12	DIA	DE DEMANDA	DEMANDA	VENTAS	ESTRATEGIA 1	COSTO 1	UTILIDAD 1	ESTRATEGIA 2	COSTO 2	UTILIDAD 2
13	1	0,359098528	370	\$ 18.500	370	\$ 11.100	\$ 7.400	370	\$ 11.100	\$ 7.400
14	2	0,008291599	220	\$ 11.000	370	\$ 11.100	\$ -100	370	\$ 11.100	\$ -100
15	3	0,238551183	320	\$ 16.000	295	\$ 8.850	\$ 7.150	370	\$ 11.100	\$ 4.900
16	4	0,870954488	520	\$ 26.000	270	\$ 8.100	\$ 17.900	370	\$ 11.100	\$ 14.900
17	5	0,302691101	370	\$ 18.500	420	\$ 12.600	\$ 5.900	370	\$ 11.100	\$ 7.400
18	6	0,791699488	520	\$ 26.000	445	\$ 13.350	\$ 12.650	370	\$ 11.100	\$ 14.900
19	7	0,972132218	520	\$ 26.000	445	\$ 13.350	\$ 12.650	370	\$ 11.100	\$ 14.900
41	29	0,137497187	270	\$ 13.500	520	\$ 15.600	\$ -2.100	370	\$ 11.100	\$ 2.400
42	30	0,026951364	220	\$ 11.000	395	\$ 11.850	\$ -850	370	\$ 11.100	\$ -100
43										
44										
45		TOTALES	12.000	\$ 600.000	12.200	\$ 366.000	\$ 234.000	\$ 11.100	\$ 333.000	\$ 267.000
46										

- E. **Estrategia 1- Comprar:** inicia con 370 para los dos primeros días y luego se maneja el promedio móvil entre los últimos dos días. Su formula es “=PROMEDIO(C13:C14)”.
- F. **Costo de estrategia1:** es la multiplicación de las compras hechas bajo la estrategia uno, con los costos de compra unitaria.
- G. **Utilidad de estrategia 1:** es la diferencia entre las ventas bajo demanda con los costos de la estrategia uno.
- H. **Estrategia 2- comprar:** siempre pide la misma cantidad de pan 370 unidades al día.
- I. **Costo de estrategia 2:** es la multiplicación de las compras hechas bajo la estrategia dos, con los costos de compra unitaria.
- J. **Utilidad de estrategia 2:** es la diferencia entre las ventas bajo demanda con los costos de la estrategia dos.

Finalmente se totalizan todas las columnas y se concluye que la estrategia 2 genera mejores utilidades que la estrategia 1.