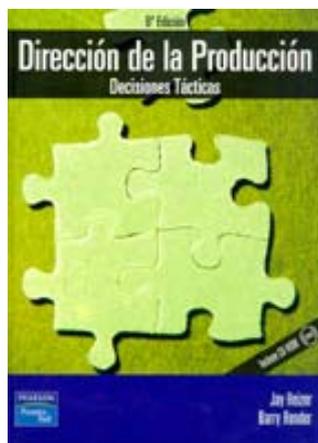


ORG PRO[®] 1.1



PROGRAMAS DE CÁLCULO DE
ORGANIZACIÓN DE LA
PRODUCCIÓN BASADOS EN LOS
LIBROS "DIRECCIÓN DE LA
PRODUCCIÓN. DECISIONES
ESTRATÉGICAS Y DECISIONES
TÁCTICAS".

JOSÉ MANUEL GÓMEZ VEGA.
E.T.S. INGENIEROS INDUSTRIALES – U.N.E.D.
"ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN".
(6º MECÁNICA DE MÁQUINAS).
TRABAJO VOLUNTARIO. DICIEMBRE 2005.

PROGRAMA PARA EJECUTAR EN CALCULADORAS:

TEXAS INSTRUMENTS 92 PLUS / VOYAGE 200

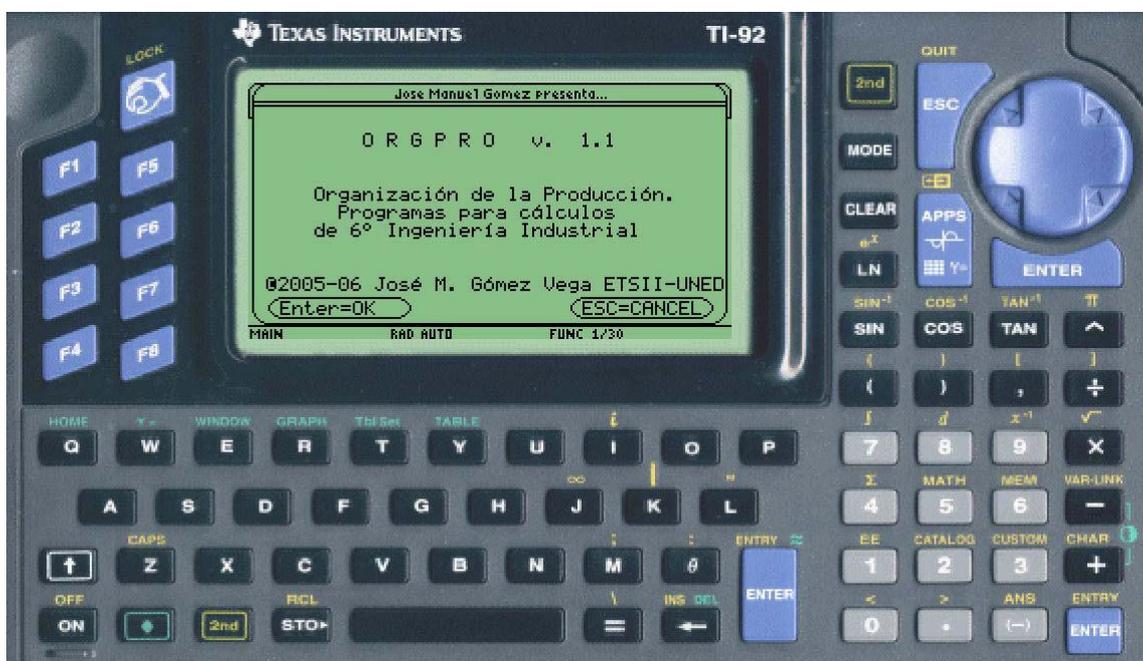
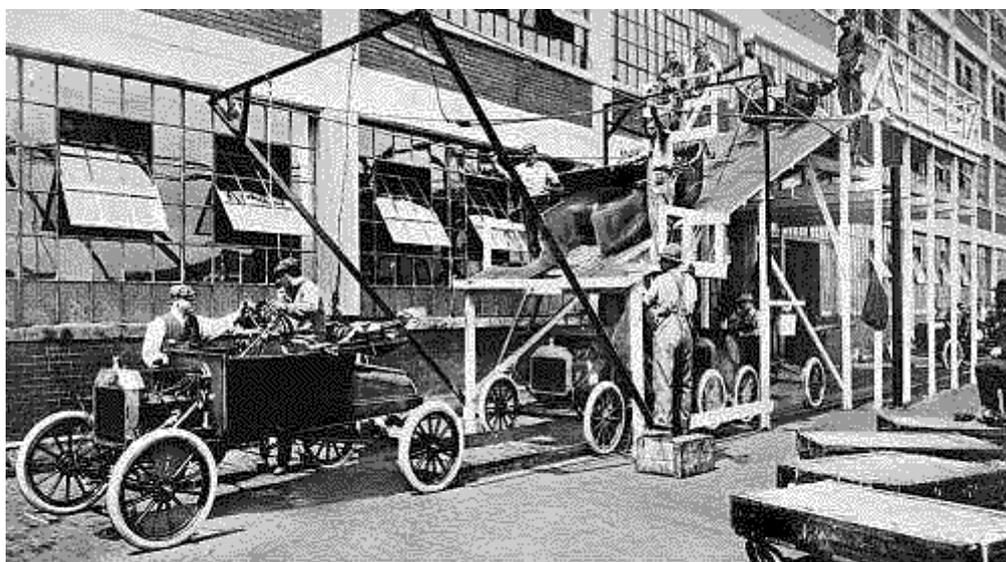


Imagen del programa para la TI 92 plus.

SE PUEDE UTILIZAR EN UN PC BAJO WINDOWS CON EL EMULADOR **VTI 2.5 BETA**, AUNQUE PUEDEN TAMBIÉN USARSE OTROS EMULADORES COMO EL **TI-EMU**.



Copyright (c) 1994, 1995 Compton's NewMedia, Inc. All Rights Reserved
Ford Motor Co.

Cadena de montaje usada en la compañía Ford, donde parte de la carrocería se pasaba por encima de la línea de fabricación.

ÍNDICE.

1. PRESENTACIÓN.....	Pág. 3
2. REQUISITOS PARA EL PROGRAMA.....	Pág. 4
3. INSTALACIÓN, MEMORIA, USO.....	Pág. 5
4. TIPOS DE PROBLEMAS QUE RESUELVE.....	Pág. 6
5. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA CON EJEMPLOS RESUELTOS DE LOS LIBROS DE TEXTO.....	Pág. 7
6. LISTADO DEL CONJUNTO DE PROGRAMAS QUE INTEGRAN ORG PRO.....	Pág. 31

Org Pro[®] es un conjunto de programas de ejecución sencilla que muestra los resultados paso a paso. Presenta información en pantalla de los resultados como si los problemas estuviesen escritos en un libro, con ecuaciones e indicaciones precisas. Sirve para los cálculos del área de **Organización de la Producción** referentes a productividades, previsiones y control estadístico de procesos.

1.- PRESENTACIÓN.

El conjunto de programas Org Pro 1.1 versa sobre varios temas de la Organización de la Producción, y están basados en el tratamiento analítico efectuado en los dos tomos de "Dirección de la Producción" (Decisiones estratégicas I y Decisiones tácticas II), de J. Heizer y B. Render, de la editorial Pearson-Prentice Hall.

Enfoca tres áreas distintas dentro de dicha disciplina económico-organizativa, como son: **productividad, previsión y control estadístico de procesos.**

Los programas se lanzan desde un único programa, llamado **orgpro**, y puede seleccionarse, primero, el área de cálculo dentro de esos tres tipos referidos, y segundo, el tipo de cálculo relacionado.

Los programas presentan cálculos analíticos y gráficos cuando se requieran en el cálculo. La diferencia entre el uso de uno de estos programas con respecto a los programas que vienen en el CD-Rom del libro en formato Excel, es que, en la hoja de cálculo, aunque es muy explícita, hay que rellenar celdas y es posible equivocarse a la hora de hacerlo, mientras que en el conjunto de programas que he realizado la introducción de datos es secuencial y de una forma cómoda que evita ese tipo de errores. Como conocedor que soy de programas ejecutados con macros de Excel, podría mejorarse mucho la interfaz, incorporando botones de introducción de datos, y de esa forma no llegar a la posibilidad de los errores antedichos. Además, nada más balbucear con Excel-OM (hoja de cálculo de los programas del CD-Rom del libro), hallé un error en la fórmula de las medias ponderadas, por lo que no usé mucho estos programas.

A pesar del esmero y las correcciones efectuadas a Org Pro 1.1 es posible que quede algún defecto en el tintero. Es por ello que después de usado este programa agradecería a cualquier persona que observe algún error, lo comunique al siguiente correo:

gomezvega@homail.com

2.- REQUISITOS PARA EL PROGRAMA.

Org Pro 1.1 se ha realizado en el lenguaje de programación TI-Basic. Se trata de una versión moderna del Basic con la incorporación de una colección de funciones matemáticas potentes mediante el sistema operativo AMS 2.09 de la Texas Instruments 92 Plus. Actualmente esta calculadora está en desuso (la mía tiene unos 4 años) y ha sido sustituida por la Voyage 200, hermana mayor con mucha más memoria, que es 100 % compatible.

Presenta ciertas diferencias con la más popular TI 89 y ahora con la TI 89 Titanium, debido a la pantalla, que en estas últimas es más pequeña, de tal forma que el programa no es compatible con estas calculadoras, si bien reajustando algunos comandos como Disp, Text, Output, etc. a los valores máximos de pantalla, podrían *correr* en estas calculadoras.

Para ejecutar el programa se necesita:

- i) Una calculadora TI 92 Plus o una Voyage 200 y/o...
- ii) Un ordenador PC con el emulador VTI 2.5 beta (u otro emulador compatible) y una versión del sistema operativo de la calculadora (se obtienen en Internet o bien a través de la calculadora, copiando el S.O al emulador).
- iii) El programa en sí (bloque de programas), que en el emulador puede ser un archivo de estado grabado previamente.

El envío como trabajo para su evaluación por el equipo docente de la asignatura, incorpora el emulador bajo Windows y el archivo imagen del programa precargado en el emulador para ejecutarse directamente, con las instrucciones específicas de manejo.

3.- INSTALACIÓN, MEMORIA, USO.

Este apartado es para detallar cómo se puede ejecutar Org Pro 1.1 para cualquier tipo de usuario. Todo el proceso detallado del emulador está ya entregado en el CD-Rom: emulador con Org Pro preinstalado. Esto está escrito para servir al mismo tiempo de manual de usuario del programa para personas que lo intenten aprovechar en internet de forma gratuita.

A partir de ahora, el grupo de programas que conforman Org Pro se le llamará simplemente el programa.

Memoria.

Para la TI 92 Plus el programa ocupa en la memoria 135 Kbytes, quedando 191 Kbytes de RAM libre y 590 Kbytes libres de Flash ROM. El programa puede ejecutarse con otros programas distintos si hay memoria suficiente. Se recomienda su archivado en la calculadora para ganar en rapidez de ejecución.

Instalación en calculadora.

Para instalar el programa en la calculadora pueden lanzarse los programas mediante el software TI Connect (la versión actual es 1.6, aunque vale desde la 1.1) y el cable negro que suministra Texas Instruments (u otro más moderno o de características similares compatibles). También pueden enviarse los ficheros mediante el software TI Graph Link, que últimamente va integrado con TI Connect. No detallo el uso de estos programas pues para usuarios de la calculadora serán conocidos y su manejo es fácil e intuitivo, no siendo este escrito el indicado para detallar estos pormenores, debiéndose acudir a los manuales correspondientes de estos programas.

Instalando Org Pro en el emulador Virtual TI (Vti) 2.5 Beta.

Para poder manejar el programa en un PC bajo plataforma Windows, se emplean emuladores. No conozco nada más que uno bien y debe ser el mejor: el Vti 2.5 Beta, por los comentarios que he leído. No obstante, más recientemente ha aparecido otro emulador popular, el TI-Emu, el cual no conozco casi nada.

El emulador Vti 2.5 permite obtener los cálculos, visualizar y ejecutar programas, exactamente igual a como se realizarían en la calculadora, e incluso

deja que el proceso vaya más rápido según el procesador del PC cambiando una opción.

Modo de ejecutar los programas con el emulador.

Para que el programa funcione en el PC, se necesitan hacer los siguientes pasos:

Sistema Operativo para la Texas Instruments 92 Plus, donde hay que hacer una cuenta de usuario con una cuenta de correo. Una vez hecho esto se puede descargar (unos 1.800 Kbytes). Se necesita el S.O. para el emulador; sin él no funciona. La última versión del S.O. es la 2.09.

<http://education.ti.com/us/product/apps/92pos.html>

Conseguir el emulador Vti 2.5 Beta para la TI 92 Plus de Internet:

<http://www.ticalc.org/archives/files/fileinfo/84/8442.html>

En esta página se consigue el manual del Emulador en castellano (y también el mismo emulador y la misma versión):

<http://wwwgeocities.com/tiespjar/misarchivos.htm#vti>

Se instala el programa en el ordenador.

El archivo que inicia el emulador es: Vti.exe (icono de una calculadora). Hay que pulsar sobre él como un programa normal bajo Windows.

El archivo del sistema operativo hay que mantenerlo siempre en la misma carpeta que Vti.exe para que funcione el emulador.

El manual de usuario del emulador es muy fácil de leer. Está en castellano.

Para cargar Orgpro en el emulador solo hay que pulsar el botón derecho del ratón en la pantalla del emulador en ejecución una vez ya esté cargado el sistema operativo de la TI 92 Plus; se abrirá un conjunto de instrucciones, se selecciona *Load State Image*. Hay que buscar con *Abrir* el lugar donde está el estado del emulador que contiene el programa, llamado *Org pro.sav* y al seleccionar se carga y reemplaza el estado anterior precargado de la calculadora.

Para el equipo docente: todo el proceso anterior no hay que hacerlo, pues ya se ha suministrado el emulador, el programa cargado, el sistema operativo, etc. El programa Vti.exe del emulador va cargado con *Org pro.sav*, que es el estado de la calculadora preinstalado en el emulador para ejecutar el programa, en vez de enviar el grupo de programas al emulador, pues es más fácil de hacer. Por tanto, si no se modifica el estado actual salvando ningún otro estado mediante *Save State Image*, tras pulsar con el botón derecho del ratón sobre el emulador, tras elegir esa opción, siempre al arrancar tendremos el programa Org Pro donde se quedó la última vez.

4.- TIPOS DE PROBLEMAS QUE RESUELVE.

El programa Org Pro calcula varios tipos de problemas del área de la Organización y Dirección de la Producción, siguiendo los libros ya referidos que forman parte de la bibliografía básica de la asignatura "Organización de la Producción", de 6º de Ingeniería Industrial por la Uned (Mecánica de Máquinas).

Vamos a concretar qué tipos de problemas puede resolver el programa.

1) Productividad.

Resuelve la medida de la productividad, tanto si es monofactorial como multifactorial.

2) Previsión.

Calcula problemas sobre previsiones temporales: medias móviles, medias móviles ponderadas, alisado exponencial (con desviación absoluta media y error cuadrático medio), alisado exponencial con ajuste de la tendencia, proyecciones de la tendencia con mínimos cuadrados, variaciones estacionales de los datos. También calcula problemas de métodos de previsión causal: análisis de regresión con error estándar de la estimación y con coeficiente de correlación. Realiza igualmente cálculos de seguimiento y control de las previsiones con señales de rastreo.

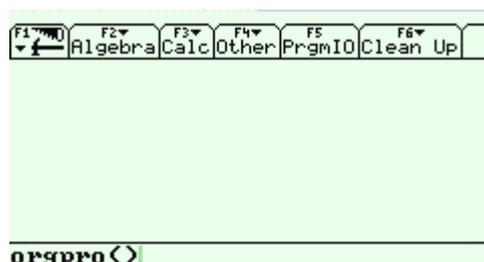
3) Control Estadístico de procesos.

Realiza los gráficos de control para variables: de medias y de intervalos, (en este caso con un menú que permite elegir entre las variables que se tienen como datos); resuelve los gráficos de control para atributos: gráficos p y c; determina la capacidad del proceso y la calidad media de salida.

5.- DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA CON EJEMPLOS RESUELTOS DE LOS LIBROS DE TEXTO.

INICIO DE ORG PRO.

Tanto en la calculadora como en el emulador, para iniciar el programa se pulsa orgpro y luego dos paréntesis de apertura y cierre seguidos de paréntesis, es decir: **orgpro()**. A continuación se pulsa **Enter** y comienza el programa.

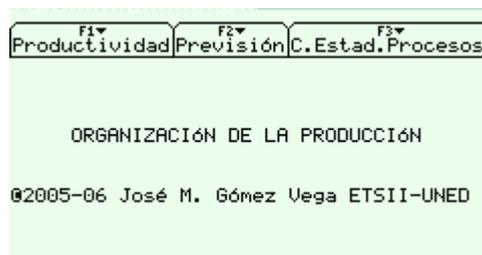


Acto seguido comienza la presentación con las dos pantallas siguientes, en las que aparece la referencia al programa, al autor y a los libros en los que se basa a la hora de hacer los cálculos, mediante una ilustración de la portada.

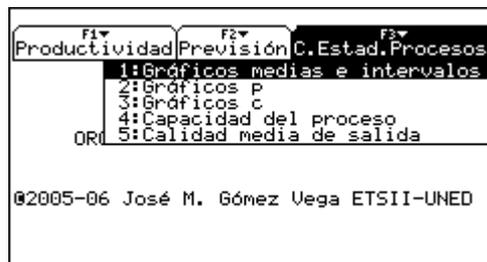
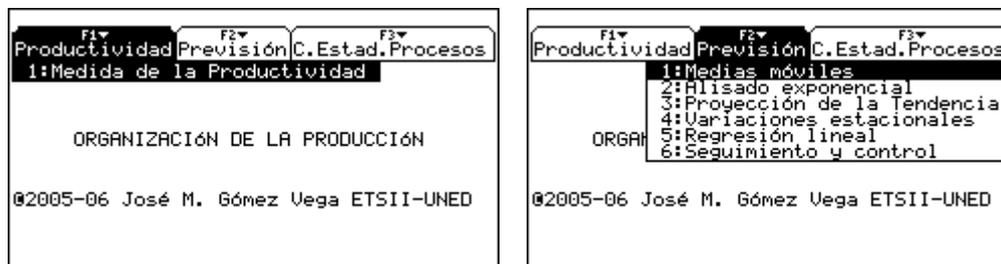


A continuación observamos la pantalla del menú principal del programa. A través de ella se seleccionan los tipos de cálculo de acuerdo a la barra superior, donde:

F1: Productividad, F2: Previsión, F3: Control Estadístico de Procesos.



Vemos el contenido de todos los menús presionando las teclas F1, F2 y F3 consecutivamente:



Eligiendo uno de los tres botones superiores podremos realizar luego el cálculo que queramos con sólo elegir el nº asociado y presionarlo en la calculadora o en el emulador o bien bajando con la tecla de las flechas y pulsando Enter.

Vamos a ir explicando uno a uno todos los cálculos que se pueden hacer, con los ejemplos del libro **"Dirección de la producción. Decisiones Estratégicas"** de Pearson-Prentice Hall, realizados con el programa Org Pro.

F1. PRODUCTIVIDAD.

Sólo existe una opción.

1. MEDIDA DE LA PRODUCTIVIDAD.

Calcula la medida de la productividad. Puede emplearse productividad **monofactorial** o **multifactorial**, y puede ser **única** o **comparativa**.

Ejemplo 2, Capítulo 1. Operaciones y productividad, pág. 19.

EL RETO DE LA PRODUCTIVIDAD
19

Collins Title Company tiene una plantilla de 4 personas, que trabajan cada una 8 horas al día, con un gasto en nóminas de 640 dólares al día y unos gastos de estructura de 400 dólares al día. Collins gestiona y cierra 8 títulos al día. La empresa ha adquirido recientemente un sistema computerizado de búsqueda de títulos que permitirá procesar 14 títulos diarios. Aunque el personal, el horario de trabajo y el salario sean iguales, los gastos de estructura pasan a ser de 800 dólares al día.

EJEMPLO 2

Productividad del trabajo monofactorial comparativo.

Secuencia de pantallas, algunas de selección, otras de entrada de datos.

```

Screenshot 1:
  Algebra Calc Other PrntG Clean Up
  Productividad
  1: Monofactorial
  2: Multifactorial

Screenshot 2:
  Algebra Calc Other PrntG Clean Up
  Productividad
  1: Productividad única
  2: Productividad comparativa

Screenshot 3:
  Algebra Calc Other PrntG Clean Up
  Señale el input empleado...
  1: Trabajo
  2: Material
  3: Energía
  4: Capital
  5: Otro

Screenshot 4:
  Algebra Calc Other PrntG Clean Up
  Unidades producidas Sistema 1 ?
  8
  Input empleado de Trabajo ?
  32

Screenshot 5:
  Algebra Calc Other PrntG Clean Up
  Unidades producidas Sistema 2 ?
  14
  Input empleado de Trabajo ?
  32

Screenshot 6:
  Algebra Calc Other PrntG Clean Up
  Unidades producidas
  Productividad = -----
                    Trabajo
  Sistema Nº 1
  pr1 = .25
  Sistema Nº 2
  pr2 = .4375
  El Sistema Nº 2 incrementa la producti-
  vidad en un 75. %
    
```

Productividad del trabajo multifactorial comparativo.

The screenshots show a software interface for productivity calculation. The first two windows show menu options for 'Monofactorial' vs 'Multifactorial' and 'Productividad Única' vs 'Productividad Comparativa'. The next two windows show input fields for 'SISTEMA Nº 1' and 'SISTEMA Nº 2' with values like 8, 14, 640+400, and 640+800. The final screenshot shows the calculated productivity values and a percentage increase for Sistema Nº 2.

Obsérvese que los decimales en mis calculos son mejores, porque en el problema se ha usado la aproximación de cuatro cifras decimales en ambas productividades. La diferencia es insignificante cara a efectos prácticos.

Se ha analizado un problema doble en este caso. No se hace hincapié en la productividad única en la que sólo aparece una sola que no se compara.

F2. PREVISIÓN.

Hay seis opciones para elegir:

1. Medias móviles, 2. Alisado Exponencial, 3. Proyección de la Tendencia, 4. Variaciones Estacionales, 5. Regresión lineal, 6. Seguimiento y Control.

Pasemos a examinar con ejemplos del libro cada una de ellas.

1. MEDIAS MÓVILES.

Aplicamos una serie de valores recientes y se supone que dichos valores del mercado serán constantes a lo largo del tiempo. Incluye las **medias móviles (normales)** y las **medias móviles ponderadas**.

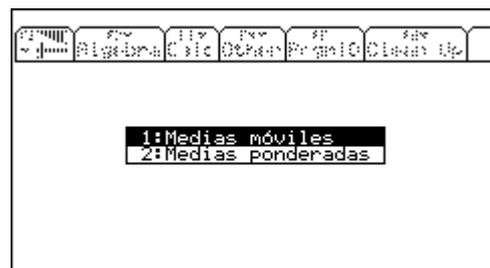
Ejemplo 1, Capítulo 4. Previsión, pág. 90.

EJEMPLO 1

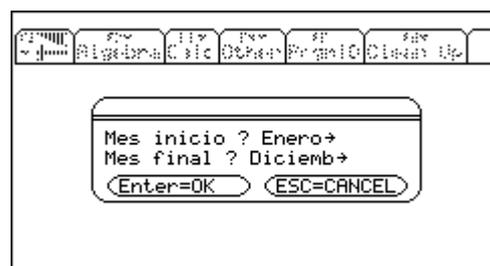
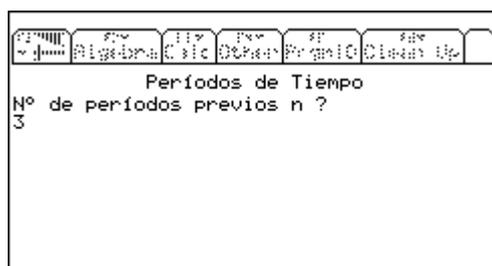
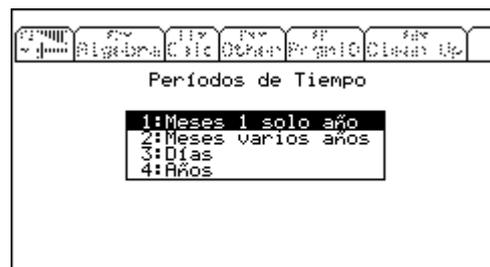
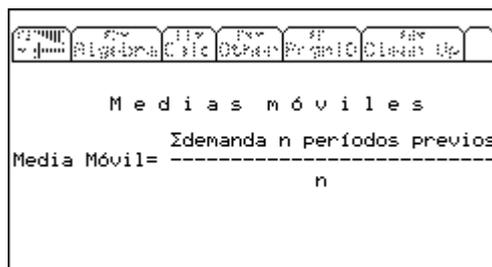
Las ventas de cobertizos en el Garden Center de Donna se muestran en la columna central de la tabla. En la columna de la derecha aparece una media móvil de 3 meses.

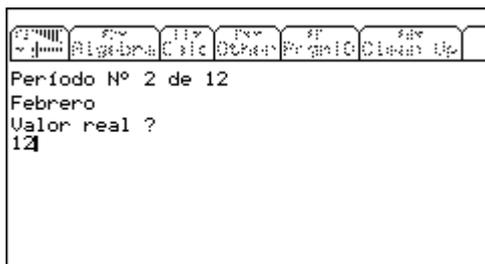
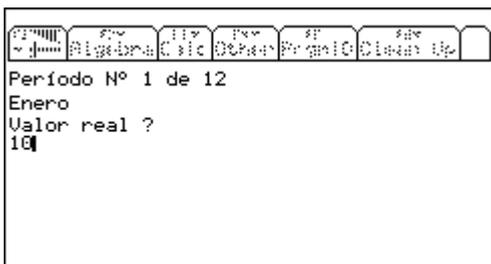
Mes	Ventas reales de cobertizos	Media móvil trimestral
Enero	10	
Febrero	12	
Marzo	13	
Abril	16	$(10 + 12 + 13)/3 = 11\frac{2}{3}$
Ma yo	19	$(12 + 13 + 16)/3 = 13\frac{2}{3}$
Junio	23	$(13 + 16 + 19)/3 = 16$
Julio	26	$(16 + 19 + 23)/3 = 19\frac{1}{3}$
Agosto	30	$(19 + 23 + 26)/3 = 22\frac{2}{3}$
Septiembre	28	$(23 + 26 + 30)/3 = 26\frac{1}{3}$
Octubre	18	$(26 + 30 + 28)/3 = 28$
Noviembre	16	$(30 + 28 + 18)/3 = 25\frac{1}{3}$
Diciembre	14	$(28 + 18 + 16)/3 = 20\frac{2}{3}$

De esta forma, vemos que la previsión para Diciembre es de $20\frac{2}{3}$. Para prever la demanda de los cobertizos en el próximo mes de enero, se suman las ventas de octubre, noviembre, y diciembre, y se dividen entre 3: la previsión para enero = $(18 + 16 + 14)/3 = 16$.

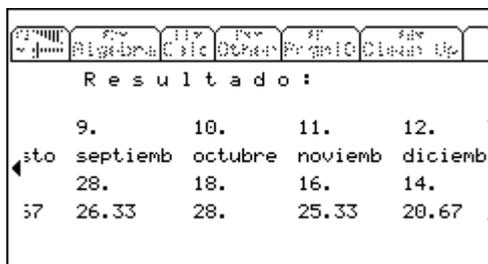
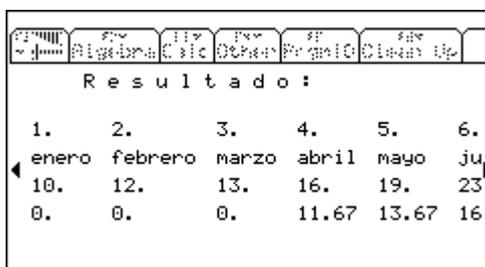
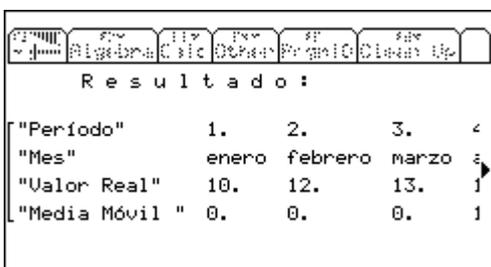


Se puede optar por elegir varios tipos de períodos de tiempo.





Se han obviado el resto de datos por ser datos repetitivos y que no suponen una merma en la presentación visual de la resolución a este problema. Tras introducir el dato de las 12 ventas reales, aparece la media móvil trimestral en una tabla que puede desplazarse con las teclas azules de dirección, en la esquina superior derecha de la calculadora o del emulador.



Ejemplo 2, Capítulo 4. Previsión, pág. 91.

El Garden Center de Donna (ver el Ejemplo 1) decide hacer una previsión de las ventas de los cobertizos ponderando los 3 meses pasados de la siguiente forma:

EJEMPLO 2

Ponderación aplicada	Periodo
3	Último mes
2	Hace dos meses
1	Hace tres meses
6	Suma de ponderaciones

Previsión para este mes =
$$\frac{3 \times \text{ventas último mes} + 2 \times \text{ventas de hace 2 meses} + 1 \times \text{ventas de hace 3 meses}}{6}$$

6 ← suma de pesos (3 + 2 + 1)

Los resultados de esta previsión de media ponderada son los siguientes:

Mes	Ventas reales	Media móvil ponderada trimestral
Enero	10	
Febrero	12	
Marzo	13	
Abril	16	$[(3 \times 13) + (2 \times 12) + (10)]/6 = 12\frac{1}{6}$
Mayo	19	$[(3 \times 16) + (2 \times 13) + (12)]/6 = 14\frac{1}{3}$
Junio	23	$[(3 \times 19) + (2 \times 16) + (13)]/6 = 17$
Julio	26	$[(3 \times 23) + (2 \times 19) + (16)]/6 = 20\frac{1}{2}$
Agosto	30	$[(3 \times 26) + (2 \times 23) + (19)]/6 = 23\frac{1}{6}$
Septiembre	28	$[(3 \times 30) + (2 \times 26) + (23)]/6 = 27\frac{1}{2}$
Octubre	18	$[(3 \times 28) + (2 \times 30) + (26)]/6 = 28\frac{1}{3}$
Noviembre	16	$[(3 \times 18) + (2 \times 28) + (30)]/6 = 23\frac{1}{3}$
Diciembre	14	$[(3 \times 16) + (2 \times 18) + (28)]/6 = 18\frac{2}{3}$

En esta situación particular de previsión, se puede comprobar que sobreponderando el último mes se obtiene una proyección mucho más exacta.

Se trata del mismo problema anterior pero con una media móvil ponderada.

1:Medias móviles
2:Medias ponderadas

Medias ponderadas
Media Móvil ponderada (Mp) =

$$Mp = \frac{\sum(\text{ponderación en } n) \times (\text{demanda en } n)}{\sum \text{ponderaciones}}$$

Períodos de Tiempo

1:Meses 1 solo año
2:Meses Varios años
3:Días
4:Años

Períodos de Tiempo

Nº de periodos previos n ?
3

Algebra Calc Other Pr gntC Clean Up

Ponderación:
 último Mes
 Valor ?
 3

Algebra Calc Other Pr gntC Clean Up

Ponderación:
 hace 2 Meses
 Valor ?
 2

Algebra Calc Other Pr gntC Clean Up

Ponderación:
 hace 3 Meses
 Valor ?
 1

Algebra Calc Other Pr gntC Clean Up

Mes inicio ? Enero→
 Mes final ? Diciemb→
 Enter=OK ESC=CANCEL

Algebra Calc Other Pr gntC Clean Up

Período Nº 1 de 12
 Enero
 Valor real ?
 10

Algebra Calc Other Pr gntC Clean Up

Período Nº 2 de 12
 Febrero
 Valor real ?
 12

Algebra Calc Other Pr gntC Clean Up

Resultado :

"Período"	1.	2.
"Mes"	enero	febrero
"Valor Real"	10.	12.
"Media Móvil Ponderada"	0.	0.

Algebra Calc Other Pr gntC Clean Up

Resultado :

4.	5.	6.	7.	8.	9
abril	mayo	junio	julio	agosto	si
16.	19.	23.	26.	30.	2
12.17	14.33	17.	20.5	23.83	2

Algebra Calc Other Pr gntC Clean Up

Resultado :

9.	10.	11.	12.
sto septiemb	octubre	noviemb	diciemb
28.	18.	16.	14.
33	27.5	28.33	23.33
			18.67

Algebra Calc Other Pr gntC Clean Up

"Año" 1994. 1995. 1996. 1997.
 "Período x" 1. 2. 3. 4.
 "Valor y" 74. 79. 80. 90. ▶
 "x²" 1. 4. 9. 16.
 "xy" 74. 158. 240. 360.

2. ALISADO EXPONENCIAL.

Técnica de previsión de media móvil ponderada en la que los datos se pesan mediante una función exponencial.

Ejemplos 4 y 5, Capítulo 4. Previsión, págs. 95-96.

El puerto de Baltimore ha descargado grandes cantidades de grano de los barcos durante los últimos ocho trimestres. El director de operaciones portuarias quiere analizar la utilización de la técnica de alisado exponencial en la previsión del tonelaje descargado. Para ello, supone que la previsión del grano descargado en el primer trimestre fue de 175 toneladas. Dos son los valores de α examinados: $\alpha = 0,10$ y $\alpha = 0,50$. La siguiente tabla muestra los cálculos *detallados* únicamente para $\alpha = 0,10$:

EJEMPLO 4

Trimestre	Toneladas realmente descargadas	Previsión redondeada utilizando $\alpha = 0,10^*$	Previsión redondeada utilizando $\alpha = 0,50^*$
1	180	175	175
2	168	$176 = 175,00 + 0,10(180 - 175)$	178
3	159	$175 = 175,50 + 0,10(168 - 175,50)$	173
4	175	$173 = 174,75 + 0,10(159 - 174,75)$	166
5	190	$173 = 173,18 + 0,10(175 - 173,18)$	170
6	205	$175 = 173,36 + 0,10(190 - 173,36)$	180
7	180	$178 = 175,02 + 0,10(205 - 175,02)$	193
8	182	$178 = 178,02 + 0,10(180 - 178,02)$	186
9	?	$179 = 178,22 + 0,10(182 - 178,22)$	184

* Previsión redondeada a la tonelada más cercana

Para evaluar la exactitud de cada constante de alisado, pueden calcularse los errores de la previsión en términos de desviaciones absolutas y DAM.

Trimestre	Toneladas realmente descargadas	Previsión redondeada utilizando $\alpha = 0,10$	Desviación absoluta para $\alpha = 0,10^*$	Previsión redondeada utilizando $\alpha = 0,50$	Desviación absoluta para $\alpha = 0,50$
1	180	175	5	175	5
2	168	176	8	178	10
3	159	175	16	173	14
4	175	173	2	166	9
5	190	173	17	170	20
6	205	175	30	180	25
7	180	178	2	193	13
8	182	178	4	186	4
Suma de las desviaciones absolutas			84		100

$$DAM = \frac{\sum |desviaciones|}{n} \quad \text{10,50} \quad \text{12,50}$$

En base a este análisis, es preferible una constante de alisado de $\alpha = 0,10$ a una de $\alpha = 0,50$, ya que su DAM es menor.

EJEMPLO 5

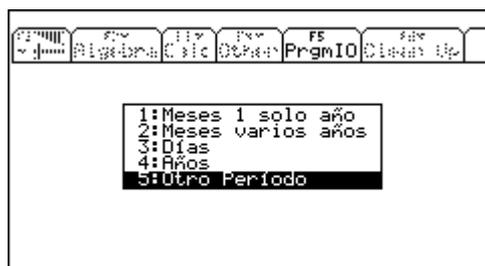
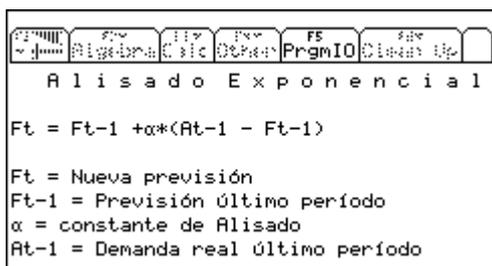
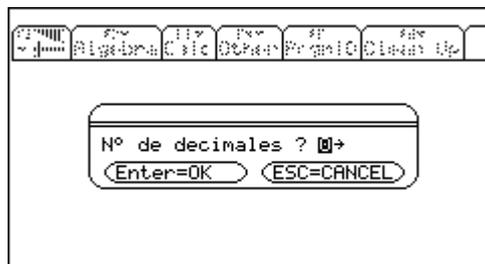
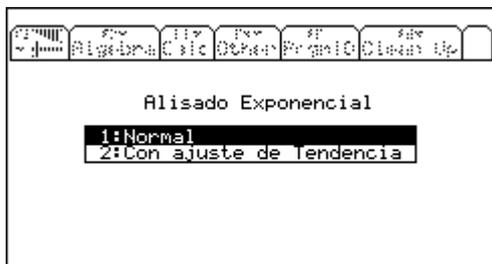
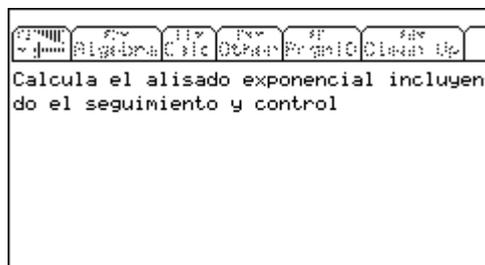
Trimestre	Toneladas realmente descargadas	Previsión para $\alpha = 0,10$	(Error) ²
1	180	175	5 ² = 25
2	168	176	(-8) ² = 64
3	159	175	(-16) ² = 256
4	175	173	2 ² = 4
5	190	173	17 ² = 289
6	205	175	30 ² = 900
7	180	178	2 ² = 4
8	182	178	4 ² = 16

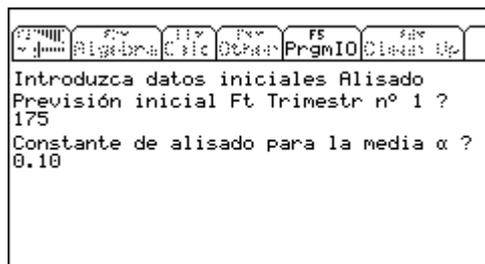
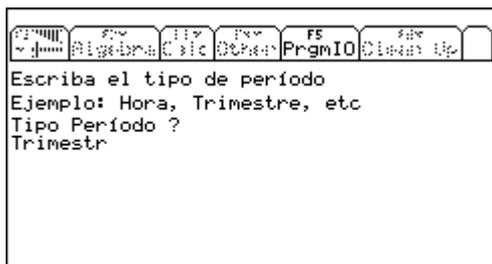
Suma de errores cuadráticos = 1.558

$$ECM = \frac{\sum \text{errores de previsión}^2}{n} = 1.558/8 = 194,75$$

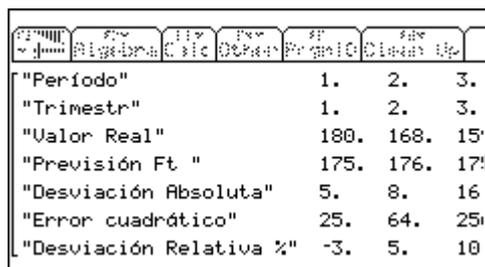
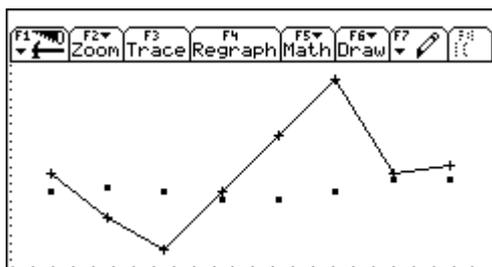
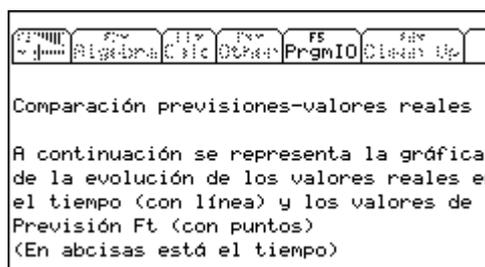
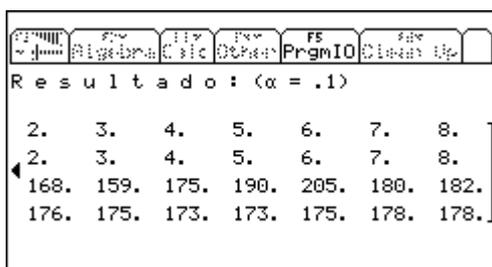
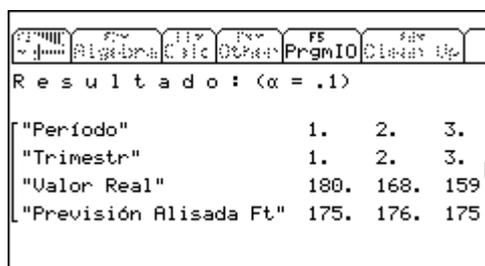
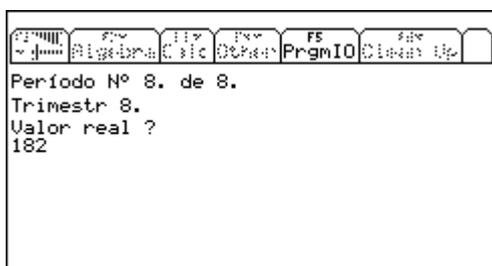
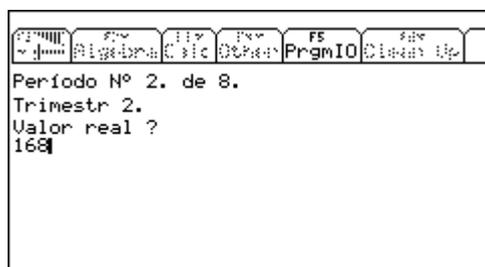
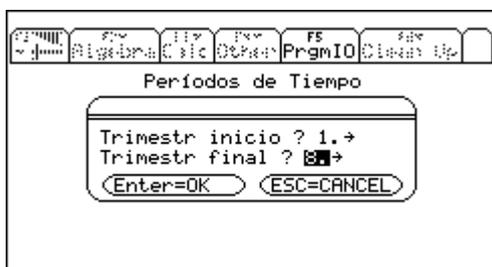
¿Este ECM es bueno o malo? Todo depende de los ECM para otros valores de α . Como ejercicio práctico, se puede calcular el ECM para un $\alpha = 0,50$. (Debería salir un valor de ECM = 210,5). El resultado indica que $\alpha = 0,10$ es la mejor opción ya que se pretende minimizar el ECM. Casualmente, esto confirma la conclusión a que se llegó utilizando el DAM del Ejemplo 4.

Aquí se realiza un cálculo con **alisado exponencial normal**. Todos los cálculos de alisado incorporan el seguimiento y control de las previsiones, lo que confiere al programa un mayor control que realizar los cálculos en dos programas independientes pero llamados desde el menú principal de Org Pro con la consiguiente pérdida de tiempo a la hora de ingresar datos por partida doble.





Se escribe **trimestr** porque sólo se admiten 8 letras. Respecto a los períodos de tiempo, como no sabemos el valor real descargado para el noveno trimestre, no se pone, pues interesan los cálculos de los ocho. Se visualiza la introducción del 2º y 8º trimestre pues los demás se introducen de igual forma y no representa ninguna compresión para ver el proceso de cálculo del programa. El cálculo se efectúa sólo para la constante de alisado con valor 0,10. Se podría haber hecho también para 0,50 y ver las diferencias, pero el problema mecánicamente es el mismo salvo cambiar dicho valor. Se eligen 0 decimales porque así se calculó en el libro. De esta forma tenemos valores enteros para la carga.



Algebra	Calc	Other	Print	Clear Up		
2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
168.	159.	175.	190.	205.	180.	182.
176.	175.	173.	173.	175.	178.	178.
8.	16.	2.	17.	30.	2.	4.
64.	256.	4.	289.	900.	4.	16.
5.	10.	-1.	-9.	-15.	-1.	-2.

Desviación absoluta media DAM

$$DAM = \frac{\sum \text{errores prevision} |}{n \text{ periodos}}$$

DAM = 10.5

Error cuadrático medio ECM

$$ECM = \frac{\sum \text{errores prevision} |^2}{n \text{ periodos}}$$

ECM = 194.75

Seguimiento de las previsiones con Señal de rastreo Sr

$$Sr = SAEP / DAM$$

donde:

$$SAEP = \sum (\text{valor real} - \text{prevision})$$

en periodo i

$$DAM = \sum \text{errores prevision} | / (n \text{ periodos})$$

A continuación debe elegir la banda de límites de DAM para comprobar si los valores de la previsión están dentro de los límites aceptables

Banda límites DAM

1:±2 DAM
2:±3 DAM
3:±4 DAM
4:±5 DAM
5:±6 DAM
6:±7 DAM
7:±8 DAM

Enter=OK ESC=

Algebra	Calc	Other	Print	Clear Up
"Periodo"	1.	2.	3.	4.
"Trimestr"	1.	2.	3.	4.
"Valor Real"	180.	168.	159.	175
"Previsión Ft "	175.	176.	175.	173
"Error"	5.	-8.	-16.	2.
"SAEP"	5.	-3.	-19.	-17
"Error Absoluto"	5.	8.	16.	2.

Algebra	Calc	Other	Print	Clear Up		
2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
168.	159.	175.	190.	205.	180.	182.
176.	175.	173.	173.	175.	178.	178.
-8.	-16.	2.	17.	30.	2.	4.
-3.	-19.	-17.	0.	30.	32.	36.
8.	16.	2.	17.	30.	2.	4.

La fluctuación de los valores previstos oscilan entre:

Límite inferior -2. DAM

Límite superior 3. DAM

Previsión fuera de control en límite superior para banda ±3 DAM

Como se observa en esta solución, se ha dotado al programa del seguimiento de la señal de rastreo para comprobar dentro de un intervalo DAM preseleccionado si la fluctuación de los valores previstos es razonable. En este caso se observa que el límite superior está justo en la banda de 3 DAM, por lo que estaría fuera de control.

Ejemplo 6, Capítulo 4. Previsión, pág. 97.

Un gran fabricante de Porland utiliza el alisado exponencial para realizar una previsión de demanda de una pieza de un equipo de control de contaminación. Parece que está presente una tendencia al alza.

EJEMPLO 6

Mes (t)	Demanda real (A _t)	Mes (t)	Demanda real (A _t)
1	12	6	21
2	17	7	31
3	20	8	28
4	19	9	36
5	24	10	?

Alas constantes de alisado se les asignan los valores de $\alpha = 0,2$ y $\beta = 0,4$. Se supone que la previsión inicial para el mes 1 (F₁) fue de 11 unidades, y la tendencia en este periodo (T₁) fue de 2 unidades.

A continuación se calcula un ejemplo de **alisado exponencial con ajuste de la tendencia**.

The screenshots show the following steps of the program:

- Screen 1:** Title "Alisado Exponencial" with menu options: 1:Normal, 2:Con ajuste de tendencia.
- Screen 2:** Prompt "Nº de decimales ? 2+" with "Enter=OK" and "ESC=CANCEL" options.
- Screen 3:** Title "Alisado Exponencial con Ajuste Tendencia" and mathematical formulas:

$$F_t = \alpha \cdot (A_{t-1}) + (1-\alpha) \cdot (F_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta \cdot (F_t - F_{t-1}) + (1-\beta) \cdot (T_{t-1})$$
 Definitions: F_t = previsión en periodo t; T_t = tendencia en periodo t; A_t = demanda real en periodo t; α = cte alisado para la media; β = cte alisado para la tendencia.
- Screen 4:** Prompt "Introduzca datos iniciales Alisado Previsión inicial Ft Mes nº 1 ?" with input "11".

Prompt "Constante de alisado para la media α ?" with input "0.2".

Prompt "Tendencia inicial Tt Mes nº 1 ?" with input "2".

Prompt "Constante alisado para la tendencia β ?" with input "0.4".
- Screen 5:** Title "Periodos de Tiempo" with prompts: "Mes inicio ? Enero+", "Mes final ? Octubre+", and "Enter=OK" / "ESC=CANCEL" options.

El problema no da ningún valor real para el mes décimo (octubre). Como se calculan datos mediante la previsión he optado por dar el valor real 25 para este mes. Como relata el programa, en la gráfica se refleja mediante líneas la gráfica real y por puntos sin unir, la tendencia. Es una forma visual de ver mejor ambas situaciones superpuestas en el programa. He observado que en el problema del libro no se dibuja el punto de la tendencia del primer mes porque se da como dato, pero entiendo que eso es indiferente y debería dibujarse en la gráfica, pero no se hace. Yo sí lo he incluido. De todas formas, intuyo lo que han querido reflejar los autores: el retardo de la previsión frente a los valores reales que han querido reflejar.

Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up

Período N° 1. de 10.
Enero
Valor real ?
12

Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up

Período N° 10. de 10.
Octubre
Valor real ?
25

Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up

Resultado : (α = .2 & β = .4)

"Período"	1.	2.
"Mes"	enero	febrero
"Valor Real"	12.	17.
"Previsión Alisada Ft"	11.	12.8
"Tendencia Alisada Tt"	2.	1.92
"Pronóstico FIT"	13.	14.72

Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up

Resultado : (α = .2 & β = .4)

3.	4.	5.	6.	7.	8.
marzo	abril	mayo	junio	julio	agos
20.	19.	24.	21.	31.	28.
15.18	17.82	19.91	22.51	24.11	27.1
2.1	2.32	2.23	2.38	2.07	2.45
17.28	20.14	22.14	24.89	26.18	29.5

Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up

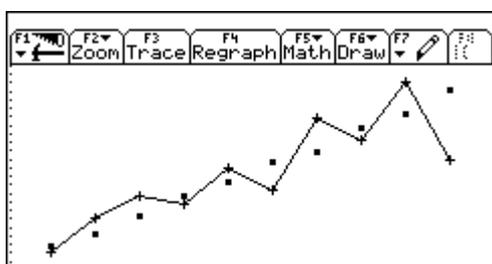
Resultado : (α = .2 & β = .4)

6.	7.	8.	9.	10.
Junio	Julio	agosto	septiemb	octubre
21.	31.	28.	36.	25.
22.51	24.11	27.14	29.27	32.47
2.38	2.07	2.45	2.32	2.67
24.89	26.18	29.59	31.59	35.14

Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up

Comparación previsiones-valores reales

A continuación se representa la gráfica de la evolución de los valores reales en el tiempo (con línea) y los valores de Previsión FIT (con puntos)
(En abscisas está el tiempo)



Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up

"Período"	1.	2.
"Mes"	enero	febrero
"Valor Real"	12.	17.
"Previsión FIT"	13.	14.72
"Desviación Absoluta"	1.	2.28
"Error cuadrático"	1.	5.1984
"Desviación Relativa %"	8.33	-13.41

Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up

7.	8.	9.	10.
io	Julio	agosto	septiemb
39	26.18	29.59	31.59
3	4.82	1.59	4.41
1321	23.2324	2.5281	19.4481
32	-15.55	5.68	-12.25

Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up

Desviación absoluta media DAM

$$DAM = \frac{\sum \text{errores previsión}}{n \text{ periodos}}$$

DAM = 3.385

Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up

Error cuadrático medio ECM

$$ECM = \frac{\sum \text{errores previsión}^2}{n \text{ periodos}}$$

ECM = 18.1516

Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up

Seguimiento de las previsiones con Señal de rastreo Sr

Sr = SRAEP / DAM

donde:

SRAEP = $\sum (\text{valor real} - \text{previsión})$, en período i

DAM = $\sum \text{errores previsión} / (n \text{ periodos})$

A continuación debe elegir la banda de límites de DAM para comprobar si los valores de la previsión están dentro de los límites aceptables

Banda límites DAM ± 4 DAM
 Enter=OK ESC=CANCEL

"Período"	1.	2.	3.
"Mes"	enero	febrero	marzo
"Valor Real"	12.	17.	20.
"Previsión FIT"	11.	12.8	15.1
"Error"	1.	4.2	4.82
"SAEP"	1.	5.2	10.0
"Error Absoluto"	1.	4.2	4.82

6.	7.	8.	9.	10.
junio	julio	agosto	septiembre	octubre
21.	31.	28.	36.	25.
22.51	24.11	27.14	29.27	32.47
-1.51	6.89	.86	6.73	-7.47
13.78	20.67	21.53	28.26	20.79
1.51	6.89	.86	6.73	7.47

La fluctuación de los valores previstos oscilan entre:
 Límite inferior 1. DAM
 Límite superior 8.12 DAM
 Previsión fuera de control en límite superior para banda ± 4 . DAM

3. PROYECCIONES DE LA TENDENCIA.

Ajusta una línea de tendencia a una serie de datos históricos, proyectando la línea hacia el futuro para realizar previsiones a medio o largo plazo. Si se intenta ajustar una tendencia lineal se puede aplicar el método de los mínimos cuadrados, que hace ajustar una línea recta que minimiza la suma de los cuadrados de las distancias verticales de la recta a las observaciones reales.

Realmente este cálculo es parecido al de Regresión lineal, salvo que aquí la variable x son los períodos de tiempo, incrementados de uno en uno, y en la regresión x puede ser cualquier otra variable.

Ejemplo 7, Capítulo 4. Previsión, pág. 101.

La demanda de energía eléctrica en N.Y. Edison a lo largo del periodo 1994-2000 es la mostrada más abajo, en megavatios. Hagamos una previsión de la demanda del año 2001 ajustando a estos datos una tendencia de línea recta.

Año	Demanda de energía eléctrica	Año	Demanda de energía eléctrica
1994	74	1998	105
1995	79	1999	142
1996	80	2000	122
1997	90		

Con series de datos a lo largo del tiempo se pueden minimizar los cálculos, transformando los valores de x (tiempo) en números más simples. Así, en este caso, puede designarse a 1994 como año 1, a 1995 como año 2, y así sucesivamente.

EJEMPLO 7

Productividad Previsión C. Estad. Procesos

1: Medias móviles
 2: Alisado exponencial
 3: Proyección de la tendencia
 4: Variaciones estacionales
 5: Regresión lineal
 6: Seguimiento y control

ORGAN

©2005-06 José M. Gómez Vega ETSII-UNED

Nº de decimales ? 2

Enter=OK ESC=CANCEL

Elija tipo de periodos temporales

1: Meses 1 solo año
 2: Meses varios años
 3: Días
 4: Años

Proyección de la tendencia con mínimos cuadrados

Periodos de Tiempo

Año inicio ? 1994.
 Año final ? 2000.

Enter=OK ESC=CANCEL

Periodo Nº 1. de 7.
 1994.
 Valor y ?
 74

Periodo Nº 7. de 7.
 2000.
 Valor y ?
 122

"Año"	1994.	1995.	1996.	1997.
"Periodo x"	1.	2.	3.	4.
"Valor y"	74.	79.	80.	90.
"x²"	1.	4.	9.	16.
"xy"	74.	158.	240.	360.

1995.	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.
2.	3.	4.	5.	6.	7.
79.	80.	90.	105.	142.	122.
4.	9.	16.	25.	36.	49.
158.	240.	360.	525.	852.	854.

Regresión lineal para recta de tendencia
 Datos calculados (2 decimales)

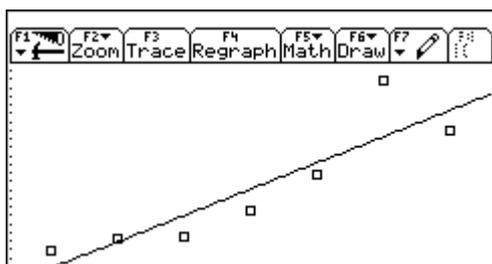
$\Sigma x = 28.$
 $\Sigma y = 692.$
 $\Sigma x^2 = 140.$
 $\Sigma xy = 3063.$
 $\bar{x} = \Sigma x/n = 4.$
 $\bar{y} = \Sigma y/n = 98.86$

Resultado:

$y = a + bx = 10.54 * x + 56.71$

donde:

$b = [(\Sigma xy - n\bar{x}\bar{y}) / (\Sigma x^2 - n\bar{x}^2)] = 10.54$
 $a = \bar{y} - b\bar{x} = 56.71$



Proyección de la demanda periodo futuro
 El último Año fue: 2000.
 Año a proyectar ?
 2001

```

Proyección de la demanda periodo futuro
El último Año fue: 2000.
Año a proyectar ?
2001
Según la ec.: y = a + bx con:
x = [2001.-2000.]+7. = 8.
resulta:
y = 141.
    
```

```

1:Otra previsión futura
2:Salir
    
```

```

Proyección de la demanda periodo futuro
El último Año fue: 2000.
Año a proyectar ?
2002
Según la ec.: y = a + bx con:
x = [2002.-2000.]+7. = 9.
resulta:
y = 151.54
    
```

4. VARIACIONES ESTACIONALES (EN LOS DATOS).

Movimientos regulares ascendentes o descendentes en una serie temporal que están vinculados a eventos periódicos.

Ejemplo 8, Capítulo 4. Previsión, pág. 104.

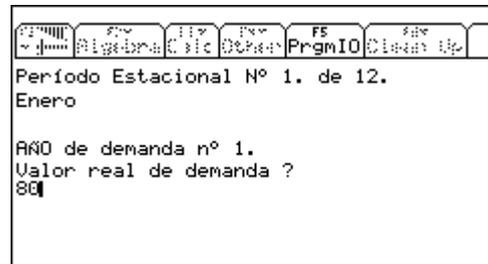
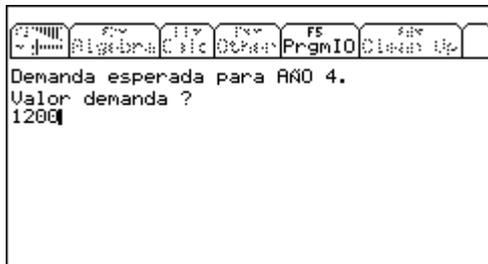
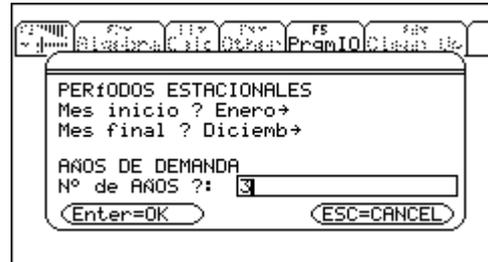
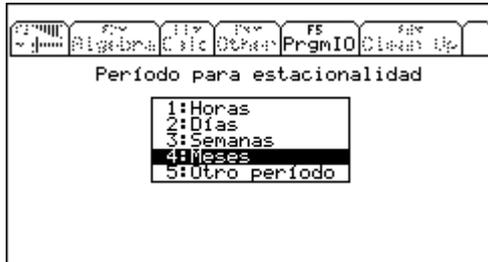
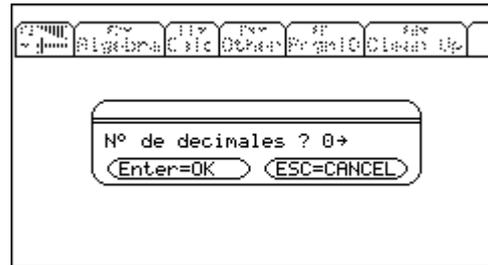
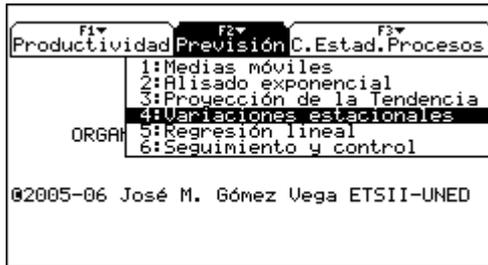
EJEMPLO 8 Las ventas mensuales de computadoras portátiles de la compañía Compaq en un distribuidor de Des Moines durante el periodo 1997-1999 se muestran en la tabla siguiente

Mes	Demanda de ventas			Demanda media 1997-1999	Demanda media mensual*	Índice estacional [†]
	1997	1998	1999			
Enero	80	85	105	90	94	0,957
Febrero	70	85	85	80	94	0,851
Marzo	80	93	82	85	94	0,904
Abril	90	95	115	100	94	1,064
Mayo	113	125	131	123	94	1,309
Junio	110	115	120	115	94	1,223
Julio	100	102	113	105	94	1,117
Agosto	88	102	110	100	94	1,064
Septiembre	85	90	95	90	94	0,957
Octubre	77	78	85	80	94	0,851
Noviembre	75	82	83	80	94	0,851
Diciembre	82	78	80	80	94	0,851

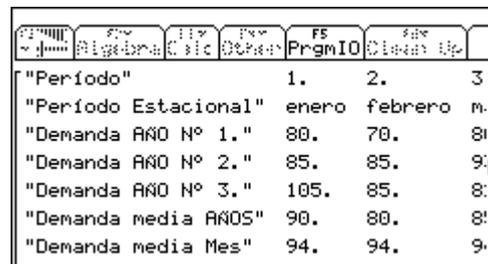
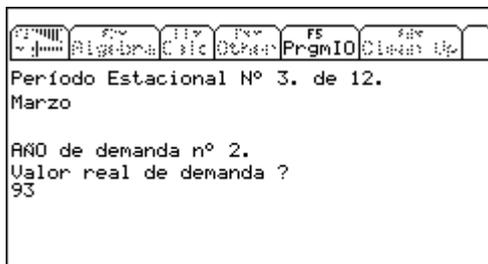
Demanda media total = 1,128

En este caso se calculará la previsión de las variaciones estacionales de los datos y se comparará con una recta de regresión, calculada en función de la proyección de la demanda media evaluada que tomará los puntos de la variable x entre 1 y 12, que son los correspondientes a los meses "medios". Al proyectar sobre la previsión lo haremos como máximo por 12 meses más, para no dispersar el resultado e incurrir en errores por lejanía, y compararemos con los resultados de los meses del año 2000, es decir, de los valores x entre 13 y 24.

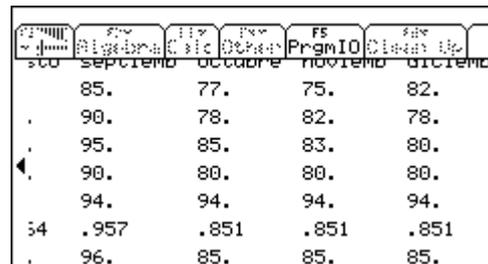
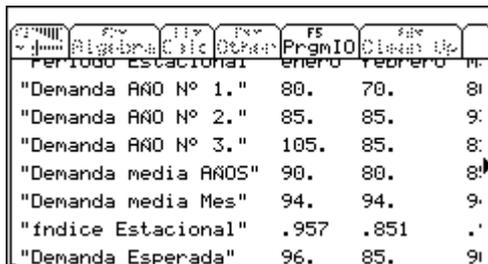
Los valores de las demandas previstas aparecen en el libro con valores enteros por lo que se usará 0 decimales.



Se han elegido dos pantallas para los datos de los períodos estacionales: una la de enero de 1.997 y otra la de marzo de 1.998. Aquí se ha usado la nomenclatura de año 1, 2 y 3, en lugar de 1997-1999.



La pantalla de resultado de cálculos presenta una extensa matriz de datos, que puede ser visualizada con las teclas de flechas (botón azul en la parte superior derecha).



Aquí se presenta el cálculo efectuado mediante la proyección de la tendencia con la recta de regresión lineal. Obsérvese que no se detalla ni la construcción de la misma ni los cálculos intermedios por entender que este procedimiento está pensado únicamente para comparar el resultado con las variaciones estacionales. Si se quisiera detallar los componentes y los pasos intermedios de este cálculo debería acudir al programa a la sección Proyección de la Tendencia, ya referida anteriormente e introducir los datos referentes a la demanda media 1997-1999.

```

┌──────────┬──┐ ┌──────────┬──┐ ┌──────────┬──┐ ┌──────────┬──┐ ┌──────────┬──┐
│ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 1044 1045 1046 1047 1048 1049 1050 1051 1052 1053 1054 1055 1056 1057 1058 1059 1060 1061 1062 1063 1064 1065 1066 1067 1068 1069 1070 1071 1072 1073 1074 1075 1076 1077 1078 1079 1080 1081 1082 1083 1084 1085 1086 1087 1088 1089 1090 1091 1092 1093 1094 1095 1096 1097 1098 1099 1100 1101 1102 1103 1104 1105 1106 1107 1108 1109 1110 1111 1112 1113 1114 1115 1116 1117 1118 1119 1120 1121 1122 1123 1124 1125 1126 1127 1128 1129 1130 1131 1132 1133 1134 1135 1136 1137 1138 1139 1140 1141 1142 1143 1144 1145 1146 1147 1148 1149 1150 1151 1152 1153 1154 1155 1156 1157 1158 1159 1160 1161 1162 1163 1164 1165 1166 1167 1168 1169 1170 1171 1172 1173 1174 1175 1176 1177 1178 1179 1180 1181 1182 1183 1184 1185 1186 1187 1188 1189 1190 1191 1192 1193 1194 1195 1196 1197 1198 1199 1200 1201 1202 1203 1204 1205 1206 1207 1208 1209 1210 1211 1212 1213 1214 1215 1216 1217 1218 1219 1220 1221 1222 1223 1224 1225 1226 1227 1228 1229 1230 1231 1232 1233 1234 1235 1236 1237 1238 1239 1240 1241 1242 1243 1244 1245 1246 1247 1248 1249 1250 1251 1252 1253 1254 1255 1256 1257 1258 1259 1260 1261 1262 1263 1264 1265 1266 1267 1268 1269 1270 1271 1272 1273 1274 1275 1276 1277 1278 1279 1280 1281 1282 1283 1284 1285 1286 1287 1288 1289 1290 1291 1292 1293 1294 1295 1296 1297 1298 1299 1300 1301 1302 1303 1304 1305 1306 1307 1308 1309 1310 1311 1312 1313 1314 1315 1316 1317 1318 1319 1320 1321 1322 1323 1324 1325 1326 1327 1328 1329 1330 1331 1332 1333 1334 1335 1336 1337 1338 1339 1340 1341 1342 1343 1344 1345 1346 1347 1348 1349 1350 1351 1352 1353 1354 1355 1356 1357 1358 1359 1360 1361 1362 1363 1364 1365 1366 1367 1368 1369 1370 1371 1372 1373 1374 1375 1376 1377 1378 1379 1380 1381 1382 1383 1384 1385 1386 1387 1388 1389 1390 1391 1392 1393 1394 1395 1396 1397 1398 1399 1400 1401 1402 1403 1404 1405 1406 1407 1408 1409 1410 1411 1412 1413 1414 1415 1416 1417 1418 1419 1420 1421 1422 1423 1424 1425 1426 1427 1428 1429 1430 1431 1432 1433 1434 1435 1436 1437 1438 1439 1440 1441 1442 1443 1444 1445 1446 1447 1448 1449 1450 1451 1452 1453 1454 1455 1456 1457 1458 1459 1460 1461 1462 1463 1464 1465 1466 1467 1468 1469 1470 1471 1472 1473 1474 1475 1476 1477 1478 1479 1480 1481 1482 1483 1484 1485 1486 1487 1488 1489 1490 1491 1492 1493 1494 1495 1496 1497 1498 1499 1500 1501 1502 1503 1504 1505 1506 1507 1508 1509 1510 1511 1512 1513 1514 1515 1516 1517 1518 1519 1520 1521 1522 1523 1524 1525 1526 1527 1528 1529 1530 1531 1532 1533 1534 1535 1536 1537 1538 1539 1540 1541 1542 1543 1544 1545 1546 1547 1548 1549 1550 1551 1552 1553 1554 1555 1556 1557 1558 1559 1560 1561 1562 1563 1564 1565 1566 1567 1568 1569 1570 1571 1572 1573 1574 1575 1576 1577 1578 1579 1580 1581 1582 1583 1584 1585 1586 1587 1588 1589 1590 1591 1592 1593 1594 1595 1596 1597 1598 1599 1600 1601 1602 1603 1604 1605 1606 1607 1608 1609 1610 1611 1612 1613 1614 1615 1616 1617 1618 1619 1620 1621 1622 1623 1624 1625 1626 1627 1628 1629 1630 1631 1632 1633 1634 1635 1636 1637 1638 1639 1640 1641 1642 1643 1644 1645 1646 1647 1648 1649 1650 1651 1652 1653 1654 1655 1656 1657 1658 1659 1660 1661 1662 1663 1664 1665 1666 1667 1668 1669 1670 1671 1672 1673 1674 1675 1676 1677 1678 1679 1680 1681 1682 1683 1684 1685 1686 1687 1688 1689 1690 1691 1692 1693 1694 1695 1696 1697 1698 1699 1700 1701 1702 1703 1704 1705 1706 1707 1708 1709 1710 1711 1712 1713 1714 1715 1716 1717 1718 1719 1720 1721 1722 1723 1724 1725 1726 1727 1728 1729 1730 1731 1732 1733 1734 1735 1736 1737 1738 1739 1740 1741 1742 1743 1744 1745 1746 1747 1748 1749 1750 1751 1752 1753 1754 1755 1756 1757 1758 1759 1760 1761 1762 1763 1764 1765 1766 1767 1768 1769 1770 1771 1772 1773 1774 1775 1776 1777 1778 1779 1780 1781 1782 1783 1784 1785 1786 1787 1788 1789 1790 1791 1792 1793 1794 1795 1796 1797 1798 1799 1800 1801 1802 1803 1804 1805 1806 1807 1808 1809 1810 1811 1812 1813 1814 1815 1816 1817 1818 1819 1820 1821 1822 1823 1824 1825 1826 1827 1828 1829 1830 1831 1832 1833 1834 1835 1836 1837 1838 1839 1840 1841 1842 1843 1844 1845 1846 1847 1848 1849 1850 1851 1852 1853 1854 1855 1856 1857 1858 1859 1860 1861 1862 1863 1864 1865 1866 1867 1868 1869 1870 1871 1872 1873 1874 1875 1876 1877 1878 1879 1880 1881 1882 1883 1884 1885 1886 1887 1888 1889 1890 1891 1892 1893 1894 1895 1896 1897 1898 1899 1900 1901 1902 1903 1904 1905 1906 1907 1908 1909 1910 1911 1912 1913 1914 1915 1916 1917 1918 1919 1920 1921 1922 1923 1924 1925 1926 1927 1928 1929 1930 1931 1932 1933 1934 1935 1936 1937 1938 1939 1940 1941 1942 1943 1944 1945 1946 1947 1948 1949 1950 1951 1952 1953 1954 1955 1956 1957 1958 1959 1960 1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 2050 2051 2052 2053 2054 2055 2056 2057 2058 2059 2060 2061 2062 2063 2064 2065 2066 2067 2068 2069 2070 2071 2072 2073 2074 2075 2076 2077 2078 2079 2080 2081 2082 2083 2084 2085 2086 2087 2088 2089 2090 2091 2092 2093 2094 2095 2096 2097 2098 2099 2100 2101 2102 2103 2104 2105 2106 2107 2108 2109 2110 2111 2112 2113 2114 2115 2116 2117 2118 2119 2120 2121 2122 2123 2124 2125 2126 2127 2128 2129 2130 2131 2132 2133 2134 2135 2136 2137 2138 2139 2140 2141 2142 2143 2144 2145 2146 2147 2148 2149 2150 2151 2152 2153 2154 2155 2156 2157 2158 2159 2160 2161 2162 2163 2164 2165 2166 2167 2168 2169 2170 2171 2172 2173 2174 2175 2176 2177 2178 2179 2180 2181 2182 2183 2184 2185 2186 2187 2188 2189 2190 2191 2192 2193 2194 2195 2196 2197 2198 2199 2200 2201 2202 2203 2204 2205 2206 2207 2208 2209 2210 2211 2212 2213 2214 2215 2216 2217 2218 2219 2220 2221 2222 2223 2224 2225 2226 2227 2228 2229 2230 2231 2232 2233 2234 2235 2236 2237 2238 2239 2240 2241 2242 2243 2244 2245 2246 2247 2248 2249 2250 2251 2252 2253 2254 2255 2256 2257 2258 2259 2260 2261 2262 2263 2264 2265 2266 2267 2268 2269 2270 2271 2272 2273 2274 2275 2276 2277 2278 2279 2280 2281 2282 2283 2284 2285 2286 2287 2288 2289 2290 2291 2292 2293 2294 2295 2296 2297 2298 2299 2300 2301 2302 2303 2304 2305 2306 2307 2308 2309 2310 2311 2312 2313 2314 2315 2316 2317 2318 2319 2320 2321 2322 2323 2324 2325 2326 2327 2328 2329 2330 2331 2332 2333 2334 2335 2336 2337 2338 2339 2340 2341 2342 2343 2344 2345 2346 2347 2348 2349 2350 2351 2352 2353 2354 2355 2356 2357 2358 2359 2360 2361 2362 2363 2364 2365 2366 2367 2368 2369 2370 2371 2372 2373 2374 2375 2376 2377 2378 2379 2380 2381 2382 2383 2384 2385 2386 2387 2388 2389 2390 2391 2392 2393 2394 2395 2396 2397 2398 2399 2400 2401 2402 2403 2404 2405 2406 2407 2408 2409 2410 2411 2412 2413 2414 2415 2416 2417 2418 2419 2420 2421 2422 2423 2424 2425 2426 2427 2428 2429 2430 2431 2432 2433 2434 2435 2436 2437 2438 2439 2440 2441 2442 2443 2444 2445 2446 2447 2448 2449 2450 2451 2452 2453 2454 2455 2456 2457 2458 2459 2460 2461 2462 2463 2464 2465 2466 2467 2468 2469 2470 2471 2472 2473 2474 2475 2476 2477 2478 2479 2480 2481 2482 2483 2484 2485 2486 2487 2488 2489 2490 2491 2492 2493 2494 2495 2496 2497 2498 2499 2500 2501 2502 2503 2504 2505 2506 2507 2508 2509 2510 2511 2512 2513 2514 2515 2516 2517 2518 2519 2520 2521 2522 2523 2524 2525 2526 2527 2528 2529 2530 2531 2532 2533 2534 2535 2536 2537 2538 2539 2540 2541 2542 2543 2544 2545 2546 2547 2548 2549 2550 2551 2552 2553 2554 2555 2556 2557 2558 2559 2560 2561 2562 2563 2564 2565 2566 2567 2568 2569 2570 2571 2572 2573 2574 2575 2576 2577 2578 2579 2580 2581 2582 2583 2584 2585 2586 2587 2588 2589 2590 2591 2592 2593 2594 2595 2596 2597 2598 2599 2600 2601 2602 2603 2604 2605 2606 2607 2608 2609 2610 2611 2612 2613 2614 2615 2616 2617 2618 2619 2620 2621 2622 2623 2624 2625 2626 2627 2628 2629 2630 2631 263
```

5. REGRESIÓN LINEAL.

Se trata de un modelo de **previsión causal**, el más común, que ofrece cuantitativamente una relación entre las diferentes variables que se relacionan con la cantidad que se va a predecir. Sigue el mismo procedimiento de mínimos cuadrados de la proyección de la tendencia, salvo que aquí la variable x no tiene que ser necesariamente el tiempo.

Ejemplos 11, 12 y 13 Capítulo 4. Previsión, págs. 109-113.

La constructora Nodel rehabilita casas antiguas en Orono, Maine. Con el paso del tiempo, la compañía ha descubierto que su volumen de trabajos de rehabilitación depende de los salarios del área de Orono. La siguiente tabla es un listado de los ingresos de la constructora Nodel y de la cantidad de dinero ganado por los asalariados en Orono durante los seis años pasados.

Ventas de Nodel (en cientos de miles de dólares), y	Nómina local (en cientos de millones de dólares), x	Ventas de Nodel (en cientos de millones de dólares), y	Nómina local (en cientos de millones de dólares), x
2,0	1	2,0	2
3,0	3	2,0	1
2,5	4	3,5	7

EJEMPLO 11

Vamos a condensar los tres ejemplos en uno, porque todos versan sobre los mismos datos de partida.

En este problema no se han especificado los períodos de tiempo, pues es lógico ya que no interviene en las variables, tan sólo haría falta conocer que hay 6 relaciones entre datos x,y pero da igual que se dieran los períodos en días, meses o años. No obstante, el programa cuenta con referir los períodos de tiempo. En este caso se ha supuesto que los períodos son del 2000 al 2005. Una vez entrado este dato se cuenta con que se tienen 6 relaciones de variables, una por cada período introducido, que en este caso son años.

The screenshots show the following steps in the program:

- Menu Selection:** A menu with options: 1:Medias móviles, 2:Alisado exponencial, 3:Proyección de la Tendencia, 4:Variaciones estacionales, 5:Regresión lineal, 6:Seguimiento y control. Option 5 is selected.
- Decimals:** A prompt "Nº de decimales ? 2+" with "Enter=OK" and "ESC=CANCEL" buttons.
- Period Selection:** A prompt "Elija tipo de período" with options: 1:Meses 1 solo año, 2:Meses varios años, 3:Días, 4:Años. Option 4 is selected. Below the menu, it says "Regresión lineal con correlación".
- Time Periods:** A prompt "Períodos de Tiempo" with "Año inicio ? 2000" and "Año final ? 2005" and "Enter=OK" / "ESC=CANCEL" buttons.

Se toman los datos de los períodos nº 1 y 6, como muestra para visualizar el proceso.

Período N° 1. de 6.
2000.
Valor y ?
2
Valor x ?
11

Período N° 6. de 6.
2005.
Valor y ?
3.5
Valor x ?
7

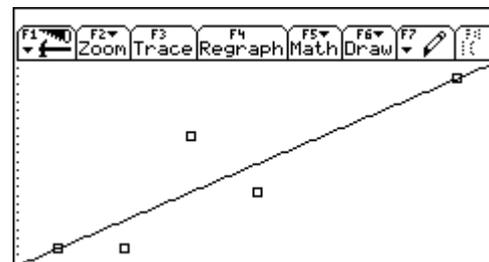
"Año"	2000.	2001.	2002.	2003.	2
"Período"	1.	2.	3.	4.	5
"Valor y"	2.	3.	2.5	2.	2
"Valor x"	1.	3.	4.	2.	11
"y ² "	4.	9.	6.25	4.	4
"x ² "	1.	9.	16.	4.	1
"xy"	2.	9.	10.	4.	2

2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.
1.	2.	3.	4.	5.	6.
2.	3.	2.5	2.	2.	3.5
1.	3.	4.	2.	1.	7.
4.	9.	6.25	4.	4.	12.25
1.	9.	16.	4.	1.	49.
2.	9.	10.	4.	2.	24.5

Regresión lineal para recta de tendencia
Datos calculados (2 decimales)
Σx = 18.
Σy = 15.
Σx² = 80.
Σy² = 39.5
Σxy = 51.5
 $\bar{x} = \Sigma x/n = 3.$
 $\bar{y} = \Sigma y/n = 2.5$

Resultado:
 $y = a + bx = .25*x+1.75$
donde:
 $b = [(\Sigma xy - n\bar{x}\bar{y}) / (\Sigma x^2 - n\bar{x}^2)] = .25$
 $a = \bar{y} - b\bar{x} = 1.75$

Error estándar de la estimación Syx
 $Syx = \sqrt{[(\Sigma y^2 - a\Sigma y - b\Sigma xy) / (n-2)]}$
Syx = .31
Coeficiente de Correlación r
 $r = (n\Sigma xy - \Sigma x\Sigma y) / \sqrt{[(n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2)(n\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2)]}$
r = .9
Coeficiente de Determinación r²
r² = .81 → 81.% explicado por regresión



Proyección de la demanda período futuro
Introduzca valor demanda x futura ?
6
Según la ec.: $y = a + bx$ con:
x = 6.
resulta:
y = 3.25

1:Otra previsión futura
2:salir

6. SEGUIMIENTO Y CONTROL.

Una forma común de hacer el seguimiento y control es mediante la **señal de rastreo**, medida que determina el grado de precisión de la previsión para valores reales. Las señales de rastreo determinan para una precisión predeterminada el nivel de control de las previsiones, mediante límites de control que hacen visible cuando alguna variable sale "fuera de control".

Como ya se dijo, el programa incluye en el alisado exponencial, este tipo de cálculo, por lo que al pulsar en este menú del programa, realizará ambas cosas simultáneamente, es decir, el alisado y la señal de rastreo. En definitiva, al presionar a estos tipos de selecciones, el cálculo es el mismo.

No hacemos ningún ejemplo de este apartado.



F3. CONTROL ESTADÍSTICO DE LOS PROCESOS.

Existen 5 tipos distintos de cálculos para control estadístico de procesos: gráficos de medias e intervalos, gráficos p, gráficos c, capacidad del proceso, calidad media de salida. Analizaremos a continuación con ejemplos cada uno de ellos.

1. GRÁFICOS MEDIAS E INTERVALOS.

Se trata de gráficos de control para variables. He englobado los dos en el mismo cálculo pues se pueden realizar conjuntamente. Además, en este caso, existen numerosas posibilidades de cálculo, como se comprobará.



Observamos un menú de selección de cinco casos para este tipo de problemas. En las opciones se observan las variables conocidas que determinan el tipo de proceso a seguir en el cálculo.

Analicemos cada una de ellas:

1: σ , x_i (de cada muestra).

Se precisa del valor de la desviación típica (estándar) de la población y de los valores de cada una de las muestras. Con estos datos, podemos calcular la media para todas las muestras para el tamaño dado de las mismas, aparte de los intervalos medios, es decir, obtendríamos los dos gráficos (de medias y de intervalos).

2: σ, \bar{x}, I_i (de cada \bar{x}).

En este caso se realiza el cálculo conociendo la desviación típica poblacional, los valores medios de cada muestra y el intervalo de cada muestra, que no puede calcularlo el programa pues sólo dispone del dato de la media de cada muestra.

3: σ, \bar{x} (media), I (medio).

Igual que el caso anterior 2, salvo que en lugar de conocer cada intervalo I_i de las muestras, sabemos sólo el intervalo medio I de todas.

4: \bar{x} (media), I (medio).

Igual que el caso 3 salvo que no conocemos la desviación típica de población.

5: x_i de cada muestra sólo.

Únicamente conocemos cada una de las muestras x_i .

6: \bar{x} (media), I_i (de cada \bar{x}).

Parecido al caso 4, pero aquí sabemos cada intervalo I_i en todas las muestras en vez del intervalo medio I .

Veamos un ejemplo.

Ejemplo S1. Suplemento 6. Control Estadístico de procesos , pág. 217.

CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS (CEP)
217

Cada hora se toman muestras de las cajas de "Copos de avena" de un gran lote de producción. Para fijar límites de control que incluyan un 99,73% de las medias de las muestras, se seleccionan al azar y se pesan muestras de nueve cajas. Reproducimos, a continuación las nueve cajas escogidas en la primera hora.

El peso medio en la primera muestra es = $\frac{17 + 13 + 16 + 18 + 17 + 16 + 15 + 17 + 16}{9}$
= 16,1 onzas

Asimismo, se sabe que la desviación de la población estándar (σ) es de 1 onza. No mostramos las cajas de las que se ha tomado muestra entre la segunda y la duodécima hora, pero reproducimos a continuación los resultados obtenidos:

Peso de la muestra		Peso de la muestra		Peso de la muestra	
Hora	(media de 9 cajas)	Hora	(media de 9 cajas)	Hora	(media de 9 cajas)
1	16,1	5	16,5	9	16,3
2	16,8	6	16,4	10	14,8
3	15,5	7	15,2	11	14,2
4	16,5	8	16,4	12	17,3

Este ejemplo ofrece sólo el resultado para el gráfico de medias (gráfico \bar{x}).

La opción para el cálculo del ejemplo del libro será la 2, si bien, al no existir datos de todas las x_i , salvo para la primera muestra, y al no conocer los intervalos I_i , los supondremos en el ejemplo. En definitiva, haremos los dos gráficos.

Los intervalos para cada una de las muestras horarias para el ejemplo serán:

Hora 1: 5	Hora 5: 5	Hora 9 : 5
Hora 2: 6	Hora 6: 4	Hora 10: 4
Hora 3: 4	Hora 7: 3	Hora 11: 3
Hora 4: 5	Hora 8: 5	Hora 12: 7

The screenshots show the following steps:

- Program menu with 'Gráfico \bar{x} ' selected.
- Input screen: 'Límites gráfico de medias e intervalos'. Prompts: 'z desviac. típicas? >>> 3 para 99.73%', ' σ desv. típ. poblac.? : 1', 't nº de muestras? : 12', 'n tamaño de muestra?: 9'.
- Sample 1 entry: 'Muestra nº 1 de 12', 'Valor medio muestra $\bar{x}(1)$? 16.1', 'Valor medio muestra $I(1)$? 5'.
- Sample 2 entry: 'Muestra nº 2 de 12', 'Valor medio muestra $\bar{x}(2)$? 16.8', 'Valor medio muestra $I(2)$? 6'.
- Summary screen: 'Los valores introducidos fueron:', 'z = 3.', ' σ = 1.', 'n (x_i por muestra) = 9.', 't (nº muestras) = 12.'
- Matrix screen: 'Matriz de medias \bar{x} y de intervalos I', showing a 3x5 matrix with means and intervals for samples 1-5.
- Result screen: 'La media de los valores medios de todas las muestras es :', ' $\bar{x} = 16.$ ', 'El intervalo medio calculado para todas las medias es:', 'I = 4.66667'.

Vemos aquí que I aparece con más decimales que uno. No obstante, los cálculos finales sí se harán con un decimal, como se verá más abajo.

Límite de control superior UCL(\bar{x})

$$UCL(\bar{x}) = \bar{\bar{x}} + z * \sigma(\bar{x}) = \bar{\bar{x}} + z * \sigma/\sqrt{n}$$

$$UCL(\bar{x}) = 16. + 3. * 1./\sqrt{9.}$$

$$UCL(\bar{x}) = 17.$$

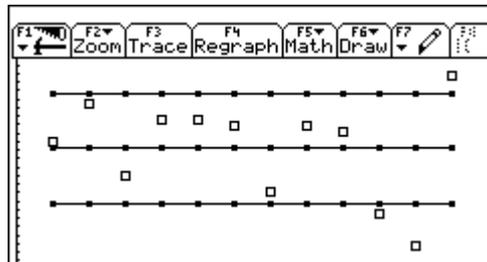
Límite de control inferior LCL(\bar{x})

$$LCL(\bar{x}) = \bar{\bar{x}} - z * \sigma(\bar{x}) = \bar{\bar{x}} - z * \sigma/\sqrt{n}$$

$$LCL(\bar{x}) = 16. - 3. * 1./\sqrt{9.}$$

$$LCL(\bar{x}) = 15.$$

Gráfico de control \bar{x}
Pulse Enter para continuar



Se observa en los gráficos las líneas de los límites superior, inferior y media. Además es fácil saber los números de muestra, pues tan sólo hace falta contar los puntitos negros. Por tanto, se ve que las muestras fuera de control son la 10, 11 y 12, pues los puntos blancos están fuera de los límites de la "banda de control".

El valor D4 de la tabla correspondiente a n = 9. es: 1.816

Límite de control superior UCL(I)

$$UCL(I) = D4 * I$$

$$UCL(I) = 1.816 * 4.66667$$

$$UCL(I) = 8.5$$

Los valores de esa tabla son los de la tabla S6.1 del libro (pág. 218), para tamaños de muestra entre 2 y 12. Si se intenta calcular con un número de muestra superior, el cálculo de este apartado no se hará.

El valor D3 de la tabla correspondiente a n = 9. es: .184

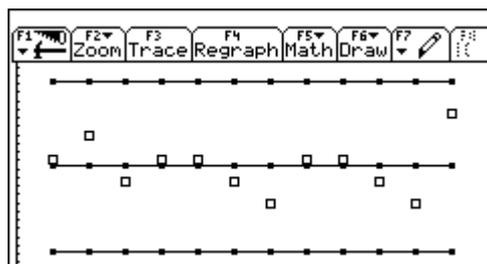
Límite de control inferior LCL(I)

$$LCL(I) = D3 * I$$

$$LCL(I) = .184 * 4.66667$$

$$LCL(I) = .9$$

Gráfico de control I
Pulse Enter para continuar



2. GRÁFICOS p.

Se trata de un gráfico de control para atributos que mide los porcentajes de defectos en una muestra y es parecido al gráfico de medias de x.

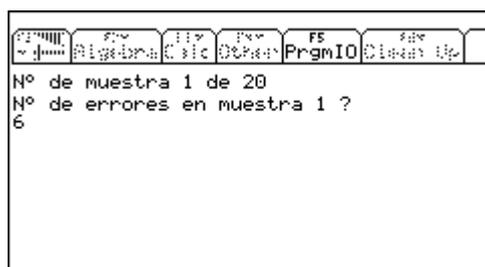
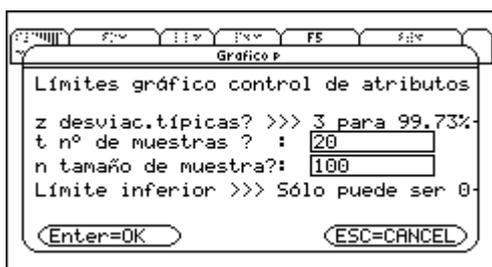
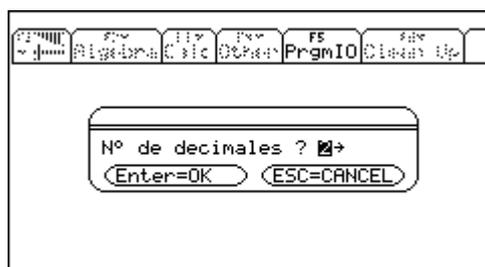
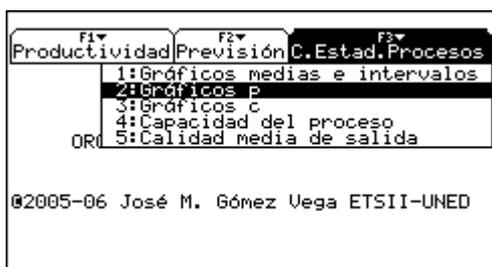
Ejemplo S4. Suplemento 6. Control Estadístico de procesos , pág. 222.

EJEMPLO S4

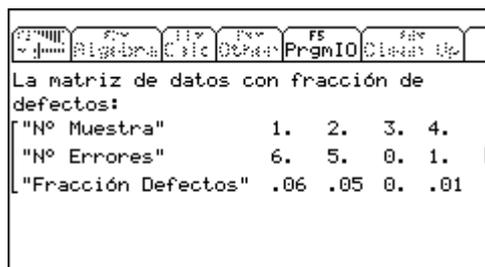
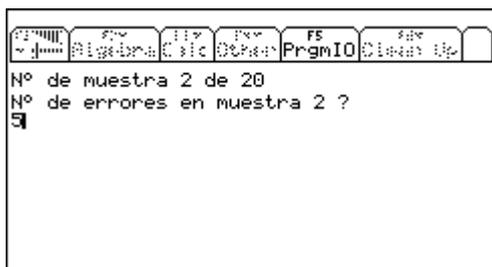
Los grabadores de datos de ARCO teclean diariamente miles de registros de pólizas de seguro. La tabla reproducida a continuación nos ofrece muestras del trabajo realizado por 20 grabadores. Se sometieron a una minuciosa revisión cien de los registros realizados por cada grabador, y se contaron los errores descubiertos. Acto seguido, se calculó la fracción de defectos en cada una de las muestras.

Establecer los límites de control con objeto de incluir el 99,73% de la variación aleatoria en el proceso de grabación cuando éste está bajo control.

Número de muestra	Número de errores	Fracción de defectos	Número de muestra	Número de errores	Fracción de defectos
1	6	0,06	11	6	0,06
2	5	0,05	12	1	0,01
3	0	0,00	13	8	0,08
4	1	0,01	14	7	0,07
5	4	0,04	15	5	0,05
6	2	0,02	16	4	0,04
7	5	0,05	17	11	0,11
8	3	0,03	18	3	0,03
9	3	0,03	19	0	0,00
10	2	0,02	20	4	0,04
				80	



Hemos seleccionado que el límite inferior sólo puede ser 0, la otra opción es que puede ser negativo. Se recogen dos datos de las muestras, la nº 1 y la nº 2.



La fracción de defectos que representa una muestra se calcula de acuerdo al nº de errores de la muestra entre el nº de tamaño de cada muestra. No es un dato, se calcula fácilmente al introducir cada uno de los errores y el nº n.

```

Algebra Calc DChan PrgmIO Clean Up
La matriz de datos con fracción de defectos:
5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.
4. 2. 5. 3. 3. 2. 6. 1.
.04 .02 .05 .03 .03 .02 .06 .01
    
```

```

Algebra Calc DChan PrgmIO Clean Up
La matriz de datos con fracción de defectos:
. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20.
8. 7. 5. 4. 11. 3. 0. 4.
1 .08 .07 .05 .04 .11 .03 0. .04
    
```

```

Algebra Calc DChan PrgmIO Clean Up
El valor de p:
p=et/(n*t) , donde et = nº total errores
p = .04
    
```

```

Algebra Calc DChan PrgmIO Clean Up
Límite de control superior UCLp
UCLp = p + z * σp , con: σp = √(p*(1-p)/n)
UCLp = .04 + 3. * .019596
UCLp = .1
    
```

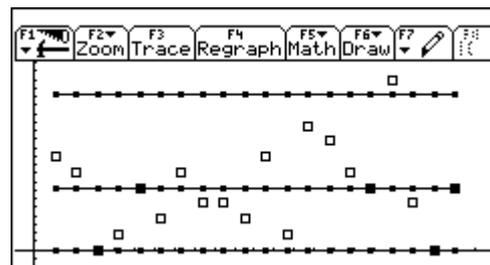
```

Algebra Calc DChan PrgmIO Clean Up
Límite de control inferior LCLp
LCLp = p - z * σp , con: σp = √(p*(1-p)/n)
LCLp = .04 - 3. * .019596
LCLp = 0.
    
```

Obsérvese que UCLp = 0,10 aunque aparece 0,1, pues aunque se seleccionó 2 decimales, la calculadora interpreta el decimal 0 a la derecha como no existente. También nos damos cuenta que LCLp realmente es negativo pero introdujimos para el límite inferior mínimo el valor 0.

```

Algebra Calc DChan PrgmIO Clean Up
Gráfico P
Pulse Enter para continuar
    
```



Fácilmente se observa que la única muestra que está fuera de control es la 17; tan sólo hay que contar los pequeños cuadraditos negros que se incrementan de uno en uno. Obsérvese que los grandes cuadrados negros son en realidad blancos que al estar sobre las rectas y estar superpuestos a los pequeños cuadraditos negros se transforman en cuadrados negros. De todas formas, se resaltan, bien por estar en la línea media, bien por estar en las líneas límite, como puntos "especiales" dentro del control, aunque estos valores son iguales a los demás cuadrados blancos. En este caso, los valores que caen en los límites de la banda de control, se considera que no están fuera de control.

3. GRÁFICOS C.

Se trata de un gráfico de control para atributos que controla el número de defectos por unidad de output. Se basa en la distribución de probabilidad de Poisson. En este caso, los límites de control se basan únicamente en un 99,73 % de fiabilidad (equivalente a $\sigma = 3$)

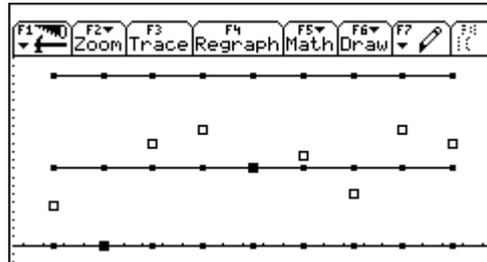
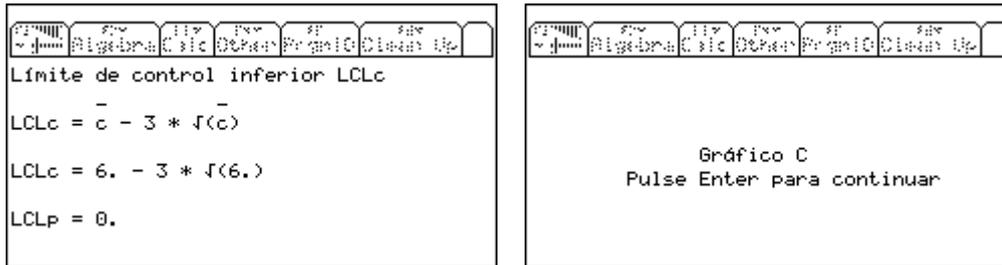
Ejemplo S5. Suplemento 6. Control Estadístico de procesos , pág. 224.

EJEMPLO S5 Red Top Cab Company es una compañía de taxis que recibe bastantes quejas diarias sobre el comportamiento de sus conductores. En un período de nueve días (los días son unidades de medida) el propietario ha recibido el siguiente número de llamadas de pasajeros irritados: 3, 0, 8, 9, 6, 7, 4, 9 y 8, para un total de 54 quejas..

The screenshots show the following steps:

- Function menu: 1:Gráficos medias e intervalos, 2:Gráficos p, 3:Gráficos c, 4:Capacidad del proceso, 5:Calidad media de salida. Selection: 3:Gráficos c.
- Input: Nº de decimales ? 2+ (Enter=OK, ESC=CANCEL)
- Input: Nº de período 3 de 9, Nº de defectos en período 3 ? 8 (Enter=OK, ESC=CANCEL)
- Input: Nº de período 5 de 9, Nº de defectos en período 5 ? 5 (Enter=OK, ESC=CANCEL)
- Data matrix:

"Nº Periodo"	1.	2.	3.
"Nº Defectos"	3.	0.	8.
"Fracción Defectos"	.333333	0.	.888888
- Calculation: Límite de control superior UCLc, $UCLc = \bar{c} + 3 * \sqrt{\bar{c}}$, $UCLc = 6. + 3 * \sqrt{6.}$, $UCLc = 13.35$
- Calculation: El valor de c: $c = et/n$, donde $et = n^\circ$ total defectos, $et = 54.$, $c = 6.$
- Final screen: Límites gráfico control de defectos, z desviac. típicas? >>> 3 para 99,73%



Observamos que en esta ocasión todos los datos están bajo control, pero no cabe duda que a pesar de ello, los defectos en forma de quejas eran inadmisibles para el propietario de la compañía de taxis. Esto quiere decir que aunque el nº máximo de quejas en la muestra fue 9, para el buen hacer del propietario era muy superior a lo tolerable. Ahora bien, esa circunstancia no la proporciona la gráfica pues es algo subjetivo al interés del propietario.

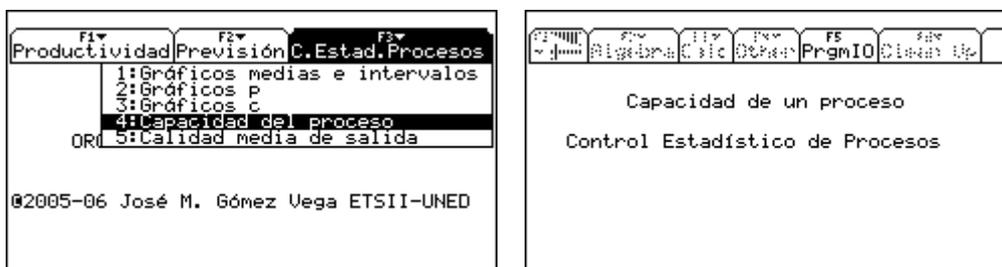
4. CAPACIDAD DEL PROCESO.

Mide la diferencia entre la dimensión deseada y la real de los productos obtenidos en el proceso. El proceso deberá estar bajo control y tener distribución normal.

Ejemplo S6. Suplemento 6. Control Estadístico de procesos , pág. 226.

EJEMPLO S6

Usted es el director de mejoras del proceso, ha puesto a punto una nueva máquina para cortar plantillas destinadas a las mejores zapatillas de deporte fabricadas por la compañía, y está entusiasmado porque el objetivo de la compañía es no sobrepasar la cifra de 3,4 unidades defectuosas por millón, y la máquina de la que dispone ahora puede ser la innovación que necesita. Las plantillas tienen un margen de $\pm 0,001$ por pulgada del grosor exigido de 0,250". Quiere saber si debería sustituir la máquina existente, que tiene un C_{pk} de 1,0, por lo que se decide a determinar el C_{pk} de la nueva máquina y a tomar una decisión sobre esa base.





Aquí el índice C_{pk} menor a la unidad indica que existirá más de 2700 unidades defectuosas por millón. Si $C_{pk} = 1$ se obtendrían menos de 2700 unidades defectuosas, mientras que si $C_{pk} = 2$ se producirían menos de 3,4 unidades defectuosas.

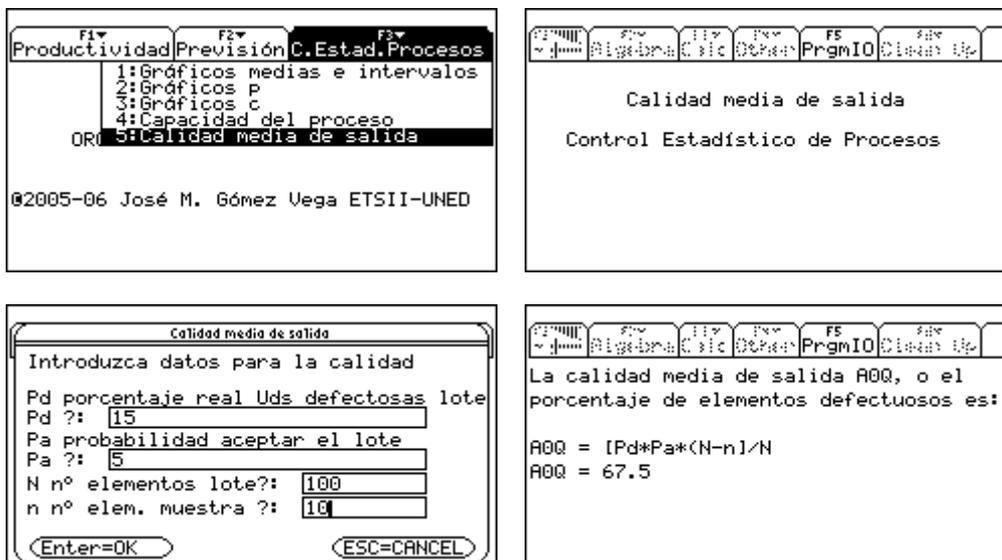
5. CALIDAD MEDIA DE SALIDA.

Porcentaje defectuoso en un lote medio de productos inspeccionados mediante un muestreo de aceptación.

No existen ejemplos en el libro. Realizaremos uno.

Supongamos un problema en el que tenemos los siguientes datos:
Porcentaje real de unidades defectuosas del lote , $P_d = 15\%$
Probabilidad de aceptar el lote , $P_a = 5\%$
Número de elementos del lote, $N = 100$
Número de elementos de la muestra , $n = 10$

El resultado mediante Org Pro es:
 Porcentaje de elementos defectuosos , $AOQ = 67,5\%$



6.- LISTADO DEL CONJUNTO DE PROGRAMAS QUE INTEGRAN ORG PRO.

Org Pro es un programa que a su vez es un conjunto de programas. El listado completo de programas viene a continuación: [alisado](#), [calimed](#), [capacida](#), [grafic](#), [grafip](#), [limite](#), [mediam](#), [orgpro](#) (programa principal), [produc](#), [regresi](#), [tendenci](#), [variaci](#).

ALISADO.

```

Alisado()
Prgm
setMode("Exact/Approx","AUTO")
@Goto go
NewProb
@Alisado exponencial simple y con ajuste de tendencia
ClrIO
Disp ""
Disp "          Alisado Exponencial"
PopUp {"Normal","Con ajuste de Tendencia"},ali
ClrIO
Dialog
DropDown "N° de decimales ?",{ "0","1","2","3"},deci
EndDlog
deci-1->deci
"f"&string(deci)->deci
setMode("Exact/Approx","APPROXIMATE")
If ali=1 Then
Disp "  A l i s a d o  E x p o n e n c i a l"
Disp ""
Disp "Ft = Ft-1 +α*(At-1 - Ft-1)"
Disp ""
Disp "Ft = Nueva previsión"
Disp "Ft-1 = Previsión Último período"
Disp "α = constante de Alisado"
Disp "At-1 = Demanda real Último período"
ElseIf ali=2 Then
Disp "  A l i s a d o  E x p o n e n c i a l"
Disp "  c o n  A j u s t e  T e n d e n c i a"
Disp "Ft = α*(At-1) + (1-α)*(Ft-1 + Tt-1)"
Disp "Tt = β*(Ft - Ft-1)+(1-β)*(Tt-1)"
Disp "Ft = previsión en período t"
Disp "Tt = tendencia en período t"
Disp "At = demanda real en período t"
Disp "α = cte alisado para la media"
Disp "β = cte alisado para la tendencia"
EndIf
Pause
ClrIO
PopUp {"Meses 1 solo año","Meses varios años","Días","Años","Otro
Período"},tiempo
DelVar tipo
If tiempo=5 Then
Disp "Escriba el tipo de período"
Disp "Ejemplo: Hora, Trimestre, etc"
InputStr "Tipo Período ?",tipop
EndIf
{"Mes","Mes","Día","Año","tipo"}->var
ClrIO
If tiempo=5 Then
tipop->vartemp
Else
var[tiempo]->vartemp
EndIf
Disp "Introduzca datos iniciales Alisado"
Input "Previsión inicial Ft "&vartemp&" n° 1 ?",f1

```

```

Input  "Constante de alisado para la media  $\alpha$  ?", $\alpha$ 
If ali=2 Then
Input  "Tendencia inicial Tt "&vartimp&" n° 1 ?",t1
Input  "Constante alisado para la tendencia  $\beta$  ?", $\beta$ 
EndIf
seq(string(i),i,1,31)-día
seq(string(i),i,1980,2005)-año
seq(string(i),i,1,50)-tipo
{"Enero","Febrero","Marzo","Abril","Mayo","Junio","Julio","Agosto","Se
ptiemb","Octubre","Noviemb","Diciemb"}-mes
ClrIO
Disp  "          Períodos de Tiempo "
If tiempo=2 Then
Dialog
DropDown  "Mes inicio ?",mes,mesini
Request  "Año inicio ?",añoini
DropDown  "Mes final ?",mes,mesfin
Request  "Año final ?",añoфин
EndDlog
expr(añoini)-añoini
expr(añoфин)-añoфин
(añoфин-añoini-1)*12+12-mesini+1+mesfin→periodo
Else
Dialog
DropDown  vartimp&" inicio ?",expr(var[tiempo]),ini
DropDown  vartimp&" final ?",expr(var[tiempo]),fin
EndDlog
fin-ini+1→periodo
EndIf
If tiempo=2 Then
mesini→jjj
añoini→kkk
EndIf
If ali=1
4→zzz
If ali=2
6→zzz
newMat(zzz,periodo)-mat
f1→mat[4,1]
If ali=2 Then
t1→mat[5,1]
@φ→mat[6,1]
EndIf
1→iii
For  iii,1,periodo
ClrIO
If jjj=13 and tiempo=2 Then
1→jjj
1+kkk→kkk
EndIf
Disp  "Período N° "&string(iii)&" de "&string(periodo)
iii→mat[1,iii]
If tiempo=2 Then
Disp  "Mes "&mes[jjj]& ", Año "&string(kkk)
mes[jjj]&" "&string(kkk)→mat[2,iii]
EndIf
If tiempo≠2 and tiempo≠5 Then
Disp  expr(vartimp)[ini-1+iii]
expr(expr(vartimp)[ini-1+iii])→mat[2,iii]
Else

```

```

Disp tipop&" "&día[ini-1+iii]
expr(día[ini-1+iii])→mat[2,iii]
EndIf
Input "Valor real ?",val
val→mat[3,iii]
If ali=1 and iii>1 Then
mat[4,iii-1]+α*(mat[3,iii-1]-mat[4,iii-1])→valor
expr(format(valor,deci))→mat[4,iii]
ElseIf ali=2 and iii>1 Then
α*mat[3,iii-1]+(1-α)*(mat[4,iii-1]+mat[5,iii-1])→valor
expr(format(valor,deci))→mat[4,iii]
β*(mat[4,iii]-mat[4,iii-1])+(1-β)*mat[5,iii-1]→valor
expr(format(valor,deci))→mat[5,iii]
mat[4,iii]+mat[5,iii]→mat[6,iii]
EndIf
If tiempo=2
1+jjj→jjj
EndFor
ClrIO
Lbl go
If ali=1
Disp "R e s u l t a d o : (α = "&string(α)&")"
If ali=2
Disp "R e s u l t a d o : (α = "&string(α)&" & β = "&string(β)&")"
Disp ""
""→va
If ali=1 Then
Pause augment([[ "Período" ][vartiem] ][ "Valor Real" ][ "Previsión Alisada Ft" ]],approx(mat))
ElseIf ali=2 Then
mat[4,1]+mat[5,1]→mat[6,1]
Pause augment([[ "Período" ][vartiem] ][ "Valor Real" ][ "Previsión Alisada Ft" ][ "Tendencia Alisada Tt" ][ "Pronóstico FIT" ]],approx(mat))
EndIf
Lbl go
ClrIO
mat▶list(mat[3])→iii
If ali=1 Then
mat▶list(mat[zzz])→jjj
seq(i,i,1,periodo)→kkk
seq(i,i,1,periodo)→kk2
ElseIf ali=2 Then
mat▶list(mat[zzz])→jjj
seq(i,i,1,periodo)→kkk
seq(i,i,1,periodo)→kk2
EndIf
If ali=1
"Previsión Ft (con puntos)"→var1
If ali=2
"Previsión FIT (con puntos)"→var1
Disp ""
Disp "Comparación previsiones-valores reales"
Disp ""
Disp "A continuación se representa la gráfica"
Disp "de la evolución de los valores reales en"
Disp "el tiempo (con línea) y los valores de"
Disp var1
Disp "(En abcisas está el tiempo)"
Pause
NewPlot 1,2,kkk,iii,,3

```

```

NewPlot 2,1,kk2,jjj,, ,4
ZoomData
Pause
ClrIO
augment(augment(subMat(mat,1,1,3,colDim(mat));subMat(mat,zzz,1,zzz,col
Dim(mat)));abs(mat[3]-mat[zzz]))→mat2
augment(["Período"][vartemp]["Valor
Real"][mid(var1,1,13)]["Desviación Absoluta"]],mat2)→mat2
list→mat((mat→list(subMat(mat2[5],1,2,1,colDim(mat2))))^2)→valor
augment(["Error cuadrático"],valor)→valor
augment(mat2;valor)→mat2
augment(mat2;newMat(1,colDim(mat2)))→mat2
"Desviación Relativa %"→mat2[7,1]
1→iii
For iii,2,colDim(mat2)
(mat2[4,iii]/(mat2[3,iii]-1)*100→valor
expr(format(valor,deci))→mat2[7,iii]
EndFor
ClrIO
If var=5
subMat(mat2,2,1,rowDim(mat2),colDim(mat2))→mat2
Pause mat2
ClrIO
Disp "Desviación absoluta media DAM"
Output 20,50,"Σ|errores previsión|"
Output 30,0,"DAM = -----"
Output 40,50," n períodos"
Output 60,0,"DAM = "
Output
60,40,sum(mat→list(subMat(mat2[5],1,2,1,colDim(mat2))))/periodo
Pause
ClrIO
Disp "Error cuadrático medio ECM"
Output 20,50,"Σ|errores previsión|^2"
Output 30,0,"ECM = -----"
Output 40,50," n períodos"
Output 60,0,"ECM = "
Output
60,40,sum(mat→list(subMat(mat2[6],1,2,1,colDim(mat2))))/periodo
Pause
ClrIO
Disp "Seguimiento de las previsiones con"
Disp "Señal de rastreo Sr"
Disp "Sr = SAEP / DAM"
Disp "donde:"
Disp "SAEP = Σ(valor real-previsión) ,"
Disp "en período i"
Disp "DAM = Σ|errores previsión|/(n períodos)"
Pause :ClrIO
Disp "A continuación debe elegir la banda de"
Disp "límites de DAM para comprobar si los"
Disp "valores de la previsión están dentro de"
Disp "los límites aceptables"
Pause :ClrIO
Dialog
DropDown "Banda límites DAM",{ "±2 DAM", "±3 DAM", "±4 DAM", "±5 DAM", "±6
DAM", "±7 DAM", "±8 DAM"},lim
EndDialog
lim+1→lim
@señal de rastreo

```

```

augment(subMat(mat,1,1,4,colDim(mat));newMat(6,colDim(mat)))->mat3
mat[3]-mat[4]->mat3[5]
abs(mat3[5])->mat3[7]
1->iii
For iii,1,colDim(mat3)
sum(mat>list(subMat(mat3[5],1,1,1,iii)))->valor
expr(format(valor,deci))->mat3[6,iii] @Saep
sum(mat>list(subMat(mat3[7],1,1,1,iii)))->valor
expr(format(valor,deci))->mat3[8,iii] @Error acumulado
mean(mat>list(subMat(mat3[7],1,1,1,iii)))->valor
expr(format(valor,deci))->mat3[9,iii] @DAM acumulado
mat3[6,iii]/(mat3[9,iii])->valor
If valor=undef
1->valor
expr(format(valor,deci))->mat3[10,iii]
@Señal de rastreo
EndFor
augment(["Período"][vartiempr]["Valor
Real"][mid(var1,1,13)]["Error"]["SAEP"]["Error Absoluto"]["Error
acumulado"]["DAM acumulado"]["Señal Rastreo"]],mat3)->mat3
Pause mat3
ClrIO
min(mat>list(subMat(mat3[10],1,2,1,colDim(mat3))))->mi
max(mat>list(subMat(mat3[10],1,2,1,colDim(mat3))))->ma
Disp "La fluctuación de los valores previstos"
Disp "oscilan entre:"
Disp "Límite inferior "&string(mi)&" DAM"
Disp "Límite superior "&string(ma)&" DAM"
If abs(mi)<lim and ma<lim Then
Disp "Las previsiones están bajo control para"
Disp "la banda tomada ±"&string(lim)&" DAM"
ElseIf abs(ma)≥lim and abs(mi)≥lim Then
Disp "Previsión fuera de control en límites"
Disp "superior e inferior para banda ±"&string(lim)&" DAM"
ElseIf abs(mi)≥lim Then
Disp "Previsión fuera de control en límite"
Disp "inferior para banda ±"&string(lim)&" DAM"
ElseIf abs(ma)≥lim Then
Disp "Previsión fuera de control en límite"
Disp "superior para banda ±"&string(lim)&" DAM"
EndIf
Pause
ClrIO
EndPrgm

```

CALIMED.

```

Calimed()
Prgm
@Goto go
setMode("Exact/Approx","AUTO")
NewProb
@Calidad media de salida
ClrIO
Disp ""
Output 10,0,"          Calidad media de salida"
Output 30,0,"  Control Estadístico de Procesos"
Pause
ClrIO

```

```

setMode("Exact/Approx", "APPROXIMATE")
Dialog
Title "Calidad media de salida"
Text "Introduzca datos para la calidad"
Text ""
Text "Pd porcentaje real Uds defectosas lote"
Request "Pd ?",pd
Text "Pa probabilidad aceptar el lote"
Request "Pa ?",pa
Request "N n° elementos lote?",nn
Request "n n° elem. muestra ?",n
Text ""
EndDialog
expr(pd)→pd
expr(pa)→pa
expr(nn)→nn
expr(n)→n
ClrIO
pd*pa*(nn-n)/nn→aoq
Disp "La calidad media de salida AØQ, o el"
Disp "porcentaje de elementos defectuosos es:"
disp ""
Disp "AØQ = [Pd*Pa*(N-n)/N"
Pause "AØQ = "&string(aoq)
ClrIO
EndPrgm

```

CAPACIDA.

```

Capacida()
Prgm
@Goto go
setMode("Exact/Approx", "AUTO")
NewProb
@Capacidad de un proceso
ClrIO
Disp ""
Output 1Ø,Ø,"          Capacidad de un proceso"
Output 3Ø,Ø,"  Control Estadístico de Procesos"
Pause
ClrIO
setMode("Exact/Approx", "APPROXIMATE")
Dialog
Title "Capacidad de un proceso"
Text "Introduzca datos para la capacidad"
Text ""
Request "x̄ Media ?          ",x
Request "σ desv.típ.poblac.?",σ
Request "Límite superior ? ",sup
Request "Límite inferior ? ",inf
Text ""
EndDialog
expr(x)→x
expr(σ)→σ
expr(sup)→sup
expr(inf)→inf
ClrIO
(sup-x)/(3*σ)→izq
(x-inf)/(3*σ)→dch

```

```

{izq,dch}->var
Disp "Capacidad del proceso"
Disp "Cpk = min[lim SUP- $\bar{x}$ /(3 $\sigma$ ), $\bar{x}$ -lim INF/(3 $\sigma$ )]"
Disp "Cpk = min"&string(var)
min(var)->cpk
Disp "Cpk = "&string(cpk)
If cpk=1 Then
Disp "La capacidad da menos de 2700 Uds."
Disp "defectuosas por millón"
ElseIf cpk=2 Then
Disp "La capacidad da menos de 3.4 Uds."
Disp "defectuosas por millón"
ElseIf cpk<1 Then
Disp "La capacidad arroja que no tendrá buena"
Disp "especificación: más de 2700 Uds. defec-"
Disp "tuosas por millón"
EndIf
Pause
ClrIO
EndPrgm

```

GRAFIC.

```

Grafic()
Prgm
@Goto go
setMode("Exact/Approx","AUTO")
NewProb
@Límites del gráfico c
ClrIO
Disp ""
Output 70,0,"      Límites de gráficos c"
Output 80,0,"      Control Estadístico de Procesos"
ClrIO
Dialog
DropDown "N° de decimales ?",{ "0", "1", "2", "3"},deci
EndDlog
deci-1->deci
"f"&string(deci)->deci
setMode("Exact/Approx","APPROXIMATE")
Dialog
Title "Grafico c"
Text "Límites gráfico control de defectos"
Text ""
DropDown "z desviac.típicas? >>>",{ "3 para 99.73%"},z
Request "n periodos defectos?",n
DropDown "Límite inferior >>>",{ "Puede ser <0", "SÓlo puede ser 0"},lim
Text ""
EndDlog
z+2->z
expr(n)->n
{}->lista
{}->lista2
1->iii
For iii,1,n
ClrIO
Disp "N° de período "&string(exact(iii))& " de "&string(exact(n))
Input "N° de defectos en período "&string(exact(iii))& " ?",var
augment(lista,{var})->lista

```

```

augment(lista2,{var/n})→lista2
EndFor
augment(list▶mat(seq(i,i,1,n));list▶mat(lista))→mat
augment(mat;list▶mat(lista2))→mat
sum(lista)→et
et/n→c
Lbl go
ClrIO
Disp "La matriz de datos con fracción de"
Disp "defectos:"
Pause augment([[ "N° Período" ] [ "N° Defectos" ] [ "Fracción
Defectos" ] ],mat)
ClrIO
Disp "
Disp "El valor de  $\bar{c}$ :"
Disp " $\bar{c}$ "
Disp " $\bar{c}=et/n$  , donde et = n° total defectos"
Disp "et = "&string(et)
Disp " $\bar{c}$ "
Pause "c = "&string(c)
ClrIO
Disp "Límite de control superior UCLc"
Disp "
Disp " $UCLc = \bar{c} + 3 * \sqrt{\bar{c}}$ "
Disp ""
Disp " $UCLc =$ &string(c)& " + 3"& " *  $\sqrt{$ &string(c)& " "
c+3*√(c)→ucl
expr(format(ucl,deci))→ucl
Disp ""
Pause "UCLc = "&string(ucl)
ClrIO
Disp "Límite de control inferior LCLc"
Disp "
Disp " $LCLc = \bar{c} - 3 * \sqrt{\bar{c}}$ "
Disp ""
Disp " $LCLc =$ &string(c)& " - 3"& " *  $\sqrt{$ &string(c)& " "
c-3*√(c)→lcl
If lim=2 and lcl<0
0→lcl
expr(format(lcl,deci))→lcl
Disp ""
Pause "LCLp = "&string(lcl)
ClrIO
Output 40,0," Gráfico C"
Pause " Pulse Enter para continuar"
mat▶list(mat[1])→iii
mat▶list(mat[2])→jjj
seq(ucl,i,1,n)→kkk
seq(lcl,i,1,n)→mmm
seq(c,i,1,n)→nnn
NewPlot 1,1,iii,jjj,,,,1
NewPlot 2,2,iii,kkk,,,,4
NewPlot 3,2,iii,mmm,,,,4
NewPlot 4,2,iii,nnn,,,,4
ZoomData
Pause
ClrIO
Lbl final
ClrDraw
EndPrgm

```

GRAFIP.

```

Grafip()
Prgm
@Goto go
setMode("Exact/Approx","AUTO")
NewProb
@Límites del gráfico p
ClrIO
Disp ""
Output 70,0," Límites de gráficos p"
Output 80,0," Control Estadístico de Procesos"
ClrIO
Dialog
DropDown "N° de decimales ?",{ "0","1","2","3"},deci
EndDlog
deci-1→deci
"f"&string(deci)→deci
setMode("Exact/Approx","APPROXIMATE")
Dialog
Title "Grafico p"
Text "Límites gráfico control de atributos"
Text ""
DropDown "z desviac.típicas? >>>",{ "2 para 95.5%","3 para 99.73%"},z
Request "t n° de muestras ? ",t
Request "n tamaño de muestra?",n
DropDown "Límite inferior >>>",{ "Puede ser <0","SÓlo puede ser 0"},lim
Text ""
EndDlog
z+1→z
expr(t)→t:expr(n)→n
{}→lista
{}→lista2
1→iii
For iii,1,t
ClrIO
Disp "N° de muestra "&string(exact(iii))&" de "&string(exact(t))
Input "N° de errores en muestra "&string(exact(iii))&" ?",var
augment(lista,{var})→lista
augment(lista2,{var/n})→lista2
EndFor
augment(list▶mat(seq(i,i,1,t));list▶mat(lista))→mat
augment(mat;list▶mat(lista2))→mat
sum(lista)→et
et/(n*t)→p
√(p*(1-p)/n)→σp
Lbl go
ClrIO
Disp "La matriz de datos con fracción de"
Disp "defectos:"
Pause augment([[ "N° Muestra" ] [ "N° Errores" ] [ "Fracción Defectos" ] ],mat)
ClrIO
Disp " "
Disp "El valor de  $\bar{p}$ :"
Disp "  $\bar{p}$  "
Disp "  $p=et/(n*t)$  , donde et = n° total errores"
Disp "  $\bar{p}$  "
Pause "p = "&string(p)

```

```

ClrIO
Disp "Límite de control superior UCLp"
Disp "
Disp "UCLp =  $\bar{p} + z * \sigma$  ,con:  $\sigma = \sqrt{(\bar{p}*(1-\bar{p})/n}$ "
Disp ""
Disp "UCLp = "&string(p)&" + "&string(z)&" * "&string( $\sigma$ )
p+z* $\sigma$ -ucl
expr(format(ucl,deci))-ucl
Disp ""
Pause "UCLp = "&string(ucl)
ClrIO
Disp "Límite de control inferior LCLp"
Disp "
Disp "LCLp =  $\bar{p} - z * \sigma$  ,con:  $\sigma = \sqrt{(\bar{p}*(1-\bar{p})/n}$ "
Disp ""
Disp "LCLp = "&string(p)&" - "&string(z)&" * "&string( $\sigma$ )
p-z* $\sigma$ -lcl
If lim=2 and lcl<0
0->lcl
expr(format(lcl,deci))-lcl
Disp ""
Pause "LCLp = "&string(lcl)
ClrIO
Output 40,0," Gráfico P"
Pause " Pulse Enter para continuar"
mat>list(mat[1])->iii
mat>list(mat[3])->jjj
seq(ucl,i,1,t)->kkk
seq(lcl,i,1,t)->mmm
seq(p,i,1,t)->nnn
NewPlot 1,1,iii,jjj,,,1
NewPlot 2,2,iii,kkk,,,4
NewPlot 3,2,iii,mmm,,,4
NewPlot 4,2,iii,nnn,,,4
ZoomData
Pause
ClrIO
Lbl final
ClrDraw
EndPrgm

```

LIMITE.

```

Limite()
Prgm
@Goto go
setMode("Exact/Approx","AUTO")
NewProb
@Límites del gráfico de medias y de intervalos
ClrIO
Disp ""
[[ "n", "A2", "D4", "D3" ] [2,1.88,3.268,0] [3,1.023,2.574,0] [4,0.729,2.282,0]
[5,0.577,2.115,0] [6,0.483,2.004,0] [7,0.419,1.924,0.076] [8,0.373,1.864
,0.136] [9,0.337,1.816,0.184] [10,0.308,1.777,0.223] [12,0.266,1.716,0.28
4]]->matt
Output 70,0,"Límites de gráficos (de medias e inter-"
Output 80,0,"valos) - Control Estadístico de Procesos"
Output 0,0," Conocemos las variables..."

```

```

PopUp {"σ, xi(de cada muestra)","σ,  $\bar{x}$ , Ii(de cada  $\bar{x}$ )","σ,  $\bar{x}$ (media),
I(medio)"," $\bar{x}$ (media), I(medio)","xi(de cada muestra) solo"," $\bar{x}$ (media),
Ii(de cada  $\bar{x}$ )"},lim
ClrIO
Dialog
DropDown "N° de decimales ?",{ "0","1","2","3"},deci
EndDlog
deci-1→deci
"f"&string(deci)→deci
setMode("Exact/Approx","APPROXIMATE")
If lim≠4 and lim≠3 and lim≠5 and lim≠6 Then
Dialog
Title "Grafico  $\bar{x}$ "
Text "Límites gráfico de medias e intervalos"
Text ""
DropDown "z desviac.típicas? >>>",{ "2 para 95.5%","3 para 99.73%"},z
Request "σ desv.típ.poblac.?" ,σ
Request "t n° de muestras ? ",t
Request "n tamaño de muestra?",n
Text ""
EndDlog
z+1→z
expr(σ)→σ:expr(t)→t:expr(n)→n
ElseIf lim=5 or lim=6 Then
Lbl repe5
Dialog
Title "Grafico  $\bar{x}$ "
Text "Límites gráfico de medias e intervalos"
Text ""
Request "t n° de muestras ? ",t
Request "n tamaño de muestra?",n
Text "(n entre 2 y 12)"
Text ""
EndDlog
If expr(n)>12 or expr(n)<2
Goto repe5
expr(t)→t:expr(n)→n
ElseIf lim=3 Then
Dialog
Title "Representacion limites superior e inferior"
Text "Límites gráfico de medias e intervalos"
Text ""
Request "σ desv.típ.poblac.?" ,σ
DropDown "z desviac.típicas? >>>",{ "2 para 95.5%","3 para 99.73%"},z
Request "I Intervalo medio ? ",i
Request "n tamaño de muestra?",n
Request " $\bar{x}$  media de medias ?",x
Text ""
EndDlog
z+1→z
expr(σ)→σ:expr(i)→i:expr(x)→x:expr(n)→n
Goto pasar
ElseIf lim=4 Then
Lbl repe4
Dialog
Title "Representacion limites superior e inferior"
Text "Límites gráfico de medias e intervalos"
Text ""
Request "I Intervalo medio ? ",i
Request "n tamaño de muestra?",n

```

```

Text "(n entre 2 y 12)"
Request "x̄ media de medias ?",x
Text ""
EndDlog
expr(i)→i:expr(x)→x:expr(n)→n
If n>12 or n<2
Goto repe4
Goto pasar
EndIf
If lim=1 or lim=5 Then
n→var
Else
1→var
EndIf
1→iii
1→jjj
For iii,1,t
For jjj,1,var
ClrIO
Disp "Muestra n° "&string(exact(iii))&" de "&string(exact(t))
If var=1 Then
If iii=1 Then
{}→lista
{}→list
EndIf
Input "Valor medio muestra x̄("&string(exact(iii))&)" ?",valor
augment(lista,{valor})→lista
Input "Valor medio muestra I("&string(exact(iii))&)" ?",valor
augment(list,{valor})→list
ElseIf var>1 Then
If jjj=1
{}→#("lista"&string(exact(iii)))
Input "Valor x("&string(exact(jjj))&)" ?",valor
augment(#("lista"&string(exact(iii))),{valor})→#("lista"&string(exact(
iii)))
EndIf
EndFor
EndFor
newMat(2,t)→mat
1→iii
For iii,1,t
iii→mat[1,iii]
If lim=2 or lim=6 Then
lista[iii]→mat[2,iii]
mean(lista)→x
ElseIf lim=1 or lim=5 Then
If iii=1
newMat(t,n)→mat1
list→mat(#("lista"&string(exact(iii))))→mat1[iii]
mean(#("lista"&string(exact(iii))))→mat[2,iii]
EndIf
EndFor
@crea intervalos en muestras
If lim=1 or lim=5 Then
augment(["n xi"/("t muestras")],list→mat(seq(i,i,1,n))→iii
augment((list→mat(seq(i,i,1,t)))T,mat1)→jjj
augment(iii;jjj)→mat1
{}→list
1→iii
For iii,2,t+1

```

```

augment(list, {max(mat▶list(subMat(mat1, iii, 2, iii, colDim(mat1)))) -
min(mat▶list(subMat(mat1, iii, 2, iii, colDim(mat1))))})→list
EndFor
EndIf
list→interv
mean(mat▶list(mat[2]))→x
augment(["Muestras"]["Medias  $\bar{x}$ "], mat)→mat
If lim=1 or lim=2 or lim=5 or lim=6 Then
augment({"Intervalo I"}, list)→list
augment(mat; list▶mat(list))→mat
EndIf
mean(interv)→i
Lbl go
ClrIO
Disp "Los valores introducidos fueron:"
If lim≠4 and lim≠5 and lim≠6 Then
Disp "z = "&string(z)
Disp "σ = "&string(σ)
EndIf
Disp "n (xi por muestra) = "&string(n)
If lim=1 or lim=2 or lim=5 or lim=6 Then
Disp "t (n° muestras) = "&string(t)
EndIf
Pause :ClrIO
If lim=1 or lim=5 Then
Disp "Matriz de datos xi"
Pause mat1
ClrIO
EndIf
Disp "Matriz de medias  $\bar{x}$  y de intervalos I"
Pause mat
ClrIO
Disp "La media de los valores medios de todas"
Disp "las muestras es :"
Disp " _"
expr(format(x, deci))→x
Disp "  $\bar{x}$  = "&string(x)
Disp ""
Disp "El intervalo medio calculado para todas"
Disp "las medias es:"
Disp ""
Pause "I = "&string(i)
Lbl pasar
ClrIO
If lim=4 or lim=5 or lim=6 Then
matt[n, 2]→a2
Disp "El valor A2 de la tabla correspondiente"
Pause "a n = "&string(n)&" es: "&string(a2)
ClrIO
EndIf
If lim≠4 and lim≠5 and lim≠6 Then
Disp "Límite de control superior UCL( $\bar{x}$ )"
Disp " "
Disp " $UCL(\bar{x}) = \bar{\bar{x}} + z * \sigma(\bar{x}) = \bar{\bar{x}} + z * \sigma/\sqrt{n}$ "
Disp ""
Disp " $UCL(\bar{x}) =$ "&string(x)&" + "&string(z)&" *
&string(σ)&"/√("&string(n)&")"
x+z*σ/(√(n))→uc1
expr(format(uc1, deci))→uc1
Disp ""

```

```

Pause "UCL( $\bar{x}$ ) = "&string(uc1)
ClrIO
Disp "Límite de control inferior LCL( $\bar{x}$ )"
Disp ""
Disp "LCL( $\bar{x}$ ) =  $\bar{x} - z * \sigma(\bar{x}) = \bar{x} - z * \sigma/\sqrt{n}$ "
Disp ""
Disp "LCL( $\bar{x}$ ) = "&string(x)&" - "&string(z)&" *
"&string( $\sigma$ )&"/√("&string(n)&)"
x-z* $\sigma$ /√(n)→lc1
expr(format(lc1,deci))→lc1
Disp ""
Pause "LCL( $\bar{x}$ ) = "&string(lc1)
ClrIO
ElseIf lim=4 or lim=5 or lim=6 Then
Disp "Límite de control superior UCL( $\bar{x}$ )"
Disp ""
Disp "UCL( $\bar{x}$ ) =  $\bar{x} + (A2 * I)$ "
Disp ""
Disp "UCL( $\bar{x}$ ) = "&string(x)&" + "&string(a2)&" * "&string(i)
x+a2*i→uc1
expr(format(uc1,deci))→uc1
Disp ""
Pause "UCL( $\bar{x}$ ) = "&string(uc1)
ClrIO
Disp "Límite de control inferior LCL( $\bar{x}$ )"
Disp ""
Disp "LCL( $\bar{x}$ ) =  $\bar{x} - (A2 * I)$ "
Disp ""
Disp "LCL( $\bar{x}$ ) = "&string(x)&" - "&string(a2)&" * "&string(i)
x-a2*i→lc1
expr(format(lc1,deci))→lc1
Disp ""
Pause "LCL( $\bar{x}$ ) = "&string(lc1)
ClrIO
Disp "Como solo introdujo el dato de  $\bar{x}$  media "
Disp "de las medias, no puede conocerse datos"
Pause "de control entre los límites"
ClrIO
Goto pasagraf
EndIf
ClrIO
If lim=3
Goto pasagraf
Output 40,0," Gráfico de control  $\bar{x}$ "
Pause " Pulse Enter para continuar"
mat▶list(subMat(mat[1],1,2,1,colDim(mat)))→iii
mat▶list(subMat(mat[2],1,2,1,colDim(mat)))→jjj
seq(uc1,i,1,t)→kkk
seq(lc1,i,1,t)→mmm
seq(x,i,1,t)→nnn
NewPlot 1,1,iii,jjj,,,,1
NewPlot 2,2,iii,kkk,,,,4
NewPlot 3,2,iii,mmm,,,,4
NewPlot 4,2,iii,nnn,,,,4
ZoomData
Pause
ClrIO
Lbl pasagraf
If n>12 or n<2 Then
Disp "Con un tamaño de muestra n menor a 2 o"

```

```

Disp "superior a 12 no se puede calcular el"
Disp "gráfico de intervalos I"
Pause
ClrIO
Goto final
EndIf
matt[n,3]->d4
matt[n,4]->d3
Disp "El valor D4 de la tabla correspondiente"
Pause "a n = "&string(n)&" es: "&string(d4)
ClrIO
Disp "Límite de control superior UCL(I)"
Disp ""
Disp "UCL(I) = D4 * I"
Disp ""
Disp "UCL(I) = "&string(d4)&" * "&string(i)
d4*i->ucl
expr(format(ucl,deci))->ucl
Disp ""
Pause "UCL(I) = "&string(ucl)
ClrIO
Disp "El valor D3 de la tabla correspondiente"
Pause "a n = "&string(n)&" es: "&string(d3)
ClrIO
Disp "Límite de control inferior LCL(I)"
Disp ""
Disp "LCL(I) = D3 * I"
Disp ""
Disp "LCL(I) = "&string(d3)&" * "&string(i)
d3*i->lcl
expr(format(lcl,deci))->lcl
Disp ""
Pause "LCL(I) = "&string(lcl)
ClrIO
If lim=3 or lim=4 Then
Disp "Como solo introdujo el dato de I medio "
Disp "no puede conocerse datos de control"
Pause "entre los límites"
ClrIO
EndIf
If lim=1 or lim=2 or lim=5 or lim=6 Then
Output 40,0," Gráfico de control I"
Pause " Pulse Enter para continuar"
seq(ucl,a,1,t)->kkk
seq(lcl,a,1,t)->mmm
seq(i,a,1,t)->nnn
NewPlot 1,1,iii,interv,,1
NewPlot 2,2,iii,kkk,,,4
NewPlot 3,2,iii,mmm,,,4
NewPlot 4,2,iii,nnn,,,4
ZoomData
Pause
EndIf
Lbl final
ClrDraw
EndPrgm

```

MEDIAM.

```

Mediam()
Prgm
@Goto go
NewProb
@Medias móviles y medias ponderadas
ClrIO
Disp ""
PopUp {"Medias móviles","Medias ponderadas"},med
If med=1 Then
Disp "      M e d i a s m ó v i l e s"
Disp ""
Output 30,78,"Σdemanda n períodos previos"
Output 40,0,"Media Móvil= -----"
Output 50,150,"n"
Pause
ElseIf med=2 Then
Disp "  M e d i a s p o n d e r a d a s"
Disp ""
Output 20,0,"      Media Móvil ponderada (Mp) = "
Output 50,0,"Mp = -----"
Output 40,0,"      Σ(ponderación en n)*(demanda en n)"
Output 60,0,"      Σ ponderaciones"
Pause
EndIf
ClrIO
Disp "      Períodos de Tiempo "
PopUp {"Meses 1 solo año","Meses varios años","Días","Años"},tiempo
Input "N° de períodos previos n ?","n
newMat(2,n)->pond
{"Mes","Mes","Día","Año"}->var
If med=2 Then
1->iii
For iii,1,n
ClrIO
Disp "Ponderación:"
If tiempo=1 or tiempo=2 Then
"es"->va
Else
"s"->va
EndIf
If iii=1
Disp "Último "&var[tiempo]
If iii≠1
Disp "hace "&string(iii)&" "&var[tiempo]&va
Input "Valor ?","p
iii->pond[1,iii]
p->pond[2,iii]
EndFor
ClrIO
sum(mat->list(pond[2]))->ponde
EndIf
seq(string(i),i,1,31)->día
seq(string(i),i,1980,2005)->año
{"Enero","Febrero","Marzo","Abril","Mayo","Junio","Julio","Agosto","Se
ptiemb","Octubre","Noviemb","Diciemb"}->mes
ClrIO
If tiempo=2 Then
Dialog

```

```

DropDown "Mes inicio ?",mes,mesini
Request "Año inicio ?",añoini
DropDown "Mes final ?",mes,mesfin
Request "Año final ?",añofin
EndDlog
expr(añoini)→añoini
expr(añofin)→añofin
(añofin-añoini-1)*12+12-mesini+1+mesfin→periodo
Else
Dialog
DropDown var[tiempo]&" inicio ?",expr(var[tiempo]),ini
DropDown var[tiempo]&" final ?",expr(var[tiempo]),fin
EndDlog
fin-ini+1→periodo
EndIf
1→iii
If tiempo=2 Then
mesini→jjj
añoini→kkk
EndIf
newMat(4,periodo)→mat
For iii,1,periodo
ClrIO
If jjj=13 and tiempo=2 Then
1→jjj
1+kkk→kkk
EndIf
Disp "Período N° "&string(iii)&" de "&string(periodo)
iii→mat[1,iii]
If tiempo=2 Then
Disp "Mes "&mes[jjj]&", Año "&string(kkk)
mes[jjj]&" "&string(kkk)→mat[2,iii]
Else
Disp expr(var[tiempo])[ini-1+iii]
expr(expr(var[tiempo])[ini-1+iii])→mat[2,iii]
EndIf
Input "Valor real ?",val
val→mat[3,iii]
If iii>n Then
If med=1
 $\Sigma(\text{mat}[3,i],i,iii-n,iii-1)/n \rightarrow \text{valor}$ 
If med=2
sum(mat→list(subMat(mat[3],1,iii-n,1,iii-1) .* pond[1]))/ponde→valor
expr(format(valor,"f2"))→mat[4,iii]
EndIf
If tiempo=2
1+jjj→jjj
EndFor
Lbl go
ClrIO
Disp "          R e s u l t a d o : "
Disp ""
""→va
If med=2
"Ponderada"→va
Pause augment([[ "Período" ][var[tiempo]] [ "Valor Real" ] [ "Media Móvil"
"&va]],approx(mat))
ClrIO
EndPrgm

```

ORGPRO.

```

Orgpro()
Prgm
@Orgpro calcula problemas de Organización de la Producción
© José Manuel Gómez 2005
ClrIO
FnOff
setGraph("axes","off")
PlotsOff
ClrDraw
RclPic dibu
Pause
setGraph("axes","on")
Disp ""
Dialog
Title "      Jose Manuel Gomez presenta..."
Text ""
Text "      O R G P R O   v.   1.1"
Text ""
Text ""
Text "      Organización de la Producción."
Text "      Programas para cálculos"
Text "      de 6° Ingeniería Industrial"
Text ""
Text ""
Text "@2005-06 José M. Gómez Vega ETSII-UNED"
EndDialog
Lbl orgpro
ClrIO
Output 30,0,"      ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN"
Output 60,0,"@2005-06 José M. Gómez Vega ETSII-UNED"
Toolbar
Title "Productividad"
Item "Medida de la Productividad",pro
Title "Previsión"
Item "Medias móviles",med
Item "Alisado exponencial",ali
Item "Proyección de la Tendencia",ten
Item "Variaciones estacionales",var
Item "Regresión lineal",reg
Item "Seguimiento y control",seg
Title "C.Estad.Procesos"
Item "Gráficos medias e intervalos",lim
Item "Gráficos p",grafip
Item "Gráficos c",grafic
Item "Capacidad del proceso",cap
Item "Calidad media de salida",cal
EndTBar
Lbl pro
produc()
Goto orgpro
Lbl med
mediam()
Goto orgpro
Lbl ali
ClrIO
Disp "Calcula el alisado exponencial incluyen-"
Disp "do el seguimiento y control"
Pause :ClrIO

```

```

alisado()
Goto orgpro
Lbl ten
tendenci()
Goto orgpro
Lbl var
variaci()
Goto orgpro
Lbl reg
regresi()
Goto orgpro
Lbl seg
ClrIO
Disp "Calcula el alisado exponencial incluyen-"
Disp "do el seguimiento y control"
Pause :ClrIO
alisado()
Lbl lim
ClrIO
limite()
Goto orgpro
Lbl grafip
ClrIO
grafip()
Goto orgpro
Lbl grafic
ClrIO
grafic()
Goto orgpro
Lbl cap
ClrIO
capacida()
Goto orgpro
Lbl cal
ClrIO
calimed()
Goto orgpro
EndPrgm

```

PRODUC.

```

Produc()
Prgm
NewProb
ClrIO
Output 0,0,"          P r o d u c t i v i d a d"
PopUp {"Monofactorial","Multifactorial"},var1
PopUp {"Productividad única","Productividad comparativa"},var2
ClrIO
If var1=1 Then
Disp "Señale el input empleado..."
{"Trabajo","Material","Energía","Capital","Otro"}->inputs
PopUp inputs,var3
EndIf
1->iii
If var1=1 Then
For iii,1,var2
ClrIO

```

```

Input  "Unidades producidas Sistema "&string(III)&
?" ,#("output"&string(exact(III)))
Input  "Input empleado de "&inputs[VAR3]&
?" ,#("input"&string(exact(III)))
EndFor
ElseIf var1=2 Then
For   III,1,VAR2
ClrIO
Dialog
Text  "SISTEMA N° "&string(III)
Request "Unidades producidas?" ,#("output"&string(exact(III)))
Request "Unidades Trabajo ?" ,#("trabajo"&string(exact(III)))
Request "Unidades Material ?" ,#("materia"&string(exact(III)))
Request "Unidades Energía ?" ,#("energia"&string(exact(III)))
Request "Unidades Capital ?" ,#("capital"&string(exact(III)))
Request "Unidades Otros ?" ,#("otros"&string(exact(III)))
EndDlog
EndFor
EndIf
ClrIO
If var1=1 Then
Output 0,100,"Unidades producidas"
Output 10,0,"Productividad = -----"
Output 20,130,inputs[VAR3]
ElseIf var1=2 Then
Output 0,100,"Unidades producidas"
Output 10,0,"Productividad = -----"
Output 20,100,"Tr,Mat,Ene,Cap,Otr"
EndIf
1->III
For   III,1,VAR2
If   VAR2>1
Disp "Sistema N° "&string(exact(III))
If   VAR1=1
approx(("#("output"&string(exact(III)))/("#("input"&string(exact(III))))
->#("p"&string(exact(III)))
If   VAR1=2
approx(expr(("#("output"&string(exact(III)))/ (expr(("#("trabajo"&string(
exact(III)))+expr(("#("materia"&string(exact(III)))+expr(("#("energia"&st
ring(exact(III)))+expr(("#("capital"&string(exact(III)))+expr(("#("otros
"&string(exact(III)))))>#("p"&string(exact(III)))
Disp  expr("pr"&string(exact(III)))=#("p"&string(exact(III)))
EndFor
If   VAR2=2 Then
(p2/p1-1)*100->incr
If   incr>0 Then
"incrementa"->VAL
Else
"decrementa"->VAL
EndIf
Disp "El Sistema N° 2 "&VAL&" la producti-"
Disp "vidad en un "&string(abs(incr))&" %"
EndIf
Pause :ClrIO
EndPrgm

```

REGRESI.

```

Regresi()
Prgm
@Goto go
NewProb
setMode("Exact/Approx","AUTO")
@Análisis de Regresión lineal para previsiones
ClrIO
Dialog
DropDown "N° de decimales ?",{"0","1","2","3"},deci
EndDlog
deci-1→deci
"f"&string(deci)→deci
setMode("Exact/Approx","APPROXIMATE")
ClrIO
Disp "          Elija tipo de período"
Output 70,0,"      Regresión lineal con correlación"
PopUp {"Meses 1 solo año","Meses varios años","Días","Años"},tiempo
{"Mes","Mes","Día","Año"}→var
seq(string(i),i,1,31)→día
seq(string(i),i,1980,2005)→año
{"Enero","Febrero","Marzo","Abril","Mayo","Junio","Julio","Agosto","Se
ptiemb","Octubre","Noviemb","Diciemb"}→mes
ClrIO
Disp "          Períodos de Tiempo "
If tiempo=2 Then
Dialog
DropDown "Mes inicio ?",mes,mesini
Request "Año inicio ?",añoini
DropDown "Mes final ?",mes,mesfin
Request "Año final ?",añoфин
EndDlog
expr(añoini)→añoini
expr(añoфин)→añoфин
(añoфин-añoini-1)*12+12-mesini+1+mesfin→periodo
Else
Dialog
DropDown var[tiempo]&" inicio ?",expr(var[tiempo]),ini
DropDown var[tiempo]&" final ?",expr(var[tiempo]),fin
EndDlog
fin-ini+1→periodo
EndIf
If tiempo=2 Then
mesini→jjj
añoini→kkk
EndIf
newMat(7,periodo)→mat
1→iii
For iii,1,periodo
ClrIO
If jjj=13 and tiempo=2 Then
1→jjj
1+kkk→kkk
EndIf
Disp "Período N° "&string(iii)&" de "&string(periodo)
iii→mat[2,iii]
If tiempo=2 Then
Disp "Mes "&mes[jjj]& ", Año "&string(kkk)
mes[jjj]&" "&string(kkk)→mat[1,iii]

```

```

Else
Disp expr(var[tiempo])[ini-1+iii]
expr(expr(var[tiempo])[ini-1+iii])→mat[1,iii]
EndIf
Input "Valor y ?",val
val→mat[3,iii]
Input "Valor x ?",val
val→mat[4,iii]
mat[3,iii]^2→mat[5,iii]
mat[4,iii]^2→mat[6,iii]
mat[3,iii]*mat[4,iii]→mat[7,iii]
1+jjj→jjj
EndFor
ClrIO
Pause augment([[var[tiempo],"Período","Valor y","Valor
x","y^2","x^2","xy"]],mat)
periodo→n
mat▶list(mat[4])→xlista
sum(xlista)→sumax
mat▶list(mat[3])→ylista
sum(ylista)→sumay
sum(mat▶list(mat[5]))→sumay2
sum(mat▶list(mat[6]))→sumax2
sum(mat▶list(mat[7]))→sumaxy
mean(xlista)→xmedia
mean(ylista)→ymedia
(sumaxy-n*xmedia*ymedia)/(sumax2-n*xmedia^2)→b
ymedia-b*xmedia→a
a+b*x→y
√((sumay2-a*sumay-b*sumaxy)/(n-2))→syx
(n*sumaxy-sumax*sumay)/(√((n*sumax2-sumax^2)*(n*sumay2-sumay^2)))→r
Lb1 go
ClrIO
Disp "Regresión lineal para recta de tendencia"
Disp "Datos calculados ("&mid(decí,2,2)&" decimales)"
Disp "Σx = "&string(sumax)
Disp "Σy = "&string(sumay)
Disp "Σx² = "&string(sumax2)
Disp "Σy² = "&string(sumay2)
Disp "Σxy = "&string(sumaxy)
expr(format(xmedia,decí))→xmediaz
Disp "x̄ = Σx/n = "&string(xmediaz)
expr(format(ymedia,decí))→ymediaz
Disp "ȳ = Σy/n = "&string(ymediaz)
Pause :ClrIO
Disp "Resultado:"
Disp ""
expr(format(a,decí))→az
expr(format(b,decí))→bz
az+bz*x→yz
Disp "y = a + bx = "&string(yz)
Disp ""
Disp "donde:"
Disp ""
Disp "b = [(Σxy-nxȳ)/(Σx²-nx̄²)] = "&string(bz)
Disp "a = ȳ - bx̄ = "&string(az)
Pause
ClrIO
Disp "Error estándar de la estimación Syx"
Disp "Syx = √[(Σy²-aΣy-bΣxy)/(n-2)]"

```

```

expr(format(syx,deci))→valor
Disp "Syx = "&string(valor)
Disp "Coeficiente de Correlación r"
Disp "r=(nΣxy-ΣxΣy)/√[(nΣx²-(Σx)²)(nΣy²-(Σy)²)]"
expr(format(r,deci))→valor
Disp "r = "&string(valor)
Disp "Coeficiente de Determinación r²"
expr(format(r^2,deci))→valor
Disp "r² = "&string(valor)&" →
"&string(expr(mid(string(valor),1,3))*100)&"% explicado por regresión"
Pause :ClrIO
LinReg xlista,ylista
regeq(x)→y1(x)
NewPlot 1,1,xlista,ylista
ZoomData
Pause :ClrIO
Lbl proye
Disp "Proyección de la demanda período futuro"
Input "Introduzca valor demanda x futura ?",va
Disp "Según la ec.: y = a + bx con:"
Disp "x = "&string(va)
Disp "resulta:"
y|x=va→yz
expr(format(yz,deci))→yz
Disp "y = "&string(yz)
Pause :ClrIO
PopUp {"Otra previsión futura","Salir"},iii
If iii=1
Goto proye
EndPrgm

```

TENDENCI.

```

Tendenci()
Prgm
@Goto go
setMode("Exact/Approx","AUTO")
NewProb
@Proyecciones de la tendencia con mínimos cuadrados
ClrIO
Dialog
DropDown "N° de decimales ?",{ "0","1","2","3"},deci
EndDlog
deci-1→deci
"f"&string(deci)→deci
setMode("Exact/Approx","APPROXIMATE")
ClrIO
Disp " Elija tipo de períodos temporales"
Output 70,0," Proyección de la tendencia"
Output 80,0," con mínimos cuadrados"
PopUp {"Meses 1 solo año","Meses varios años","Días","Años"},tiempo
{"Mes","Mes","Día","Año"}→var
seq(string(i),i,1,31)→día
seq(string(i),i,1980,2005)→año
{"Enero","Febrero","Marzo","Abril","Mayo","Junio","Julio","Agosto","Se
ptiemb","Octubre","Noviemb","Diciemb"}→mes
ClrIO
Disp " Períodos de Tiempo "
If tiempo=2 Then

```

```

Dialog
DropDown "Mes inicio ?",mes,mesini
Request "Año inicio ?",añoini
DropDown "Mes final ?",mes,mesfin
Request "Año final ?",añofin
EndDlog
expr(añoini)->añoini
expr(añofin)->añofin
(añofin-añoini-1)*12+12-mesini+1+mesfin->periodo
Else
Dialog
DropDown var[tiempo]&" inicio ?",expr(var[tiempo]),ini
DropDown var[tiempo]&" final ?",expr(var[tiempo]),fin
EndDlog
fin-ini+1->periodo
EndIf
If tiempo=2 Then
mesini->jjj
añoini->kkk
EndIf
newMat(5,periodo)->mat
1->iii
For iii,1,periodo
ClrIO
If jjj=13 and tiempo=2 Then
1->jjj
1+kkk->kkk
EndIf
Disp "Período N° "&string(iii)&" de "&string(periodo)
iii->mat[2,iii]
If tiempo=2 Then
Disp "Mes "&mes[jjj]&", Año "&string(kkk)
mes[jjj]&" "&string(kkk)->mat[1,iii]
Else
Disp expr(var[tiempo])[ini-1+iii]
expr(expr(var[tiempo])[ini-1+iii])->mat[1,iii]
EndIf
Input "Valor y ?",val
val->mat[3,iii]
mat[2,iii]^2->mat[4,iii]
mat[2,iii]*mat[3,iii]->mat[5,iii]
1+jjj->jjj
EndFor
Lbl go
ClrIO
Pause augment([[var[tiempo],"Período x","Valor y","x^2","xy"]],mat)
periodo->n
mat>list(mat[2])->xlista
sum(xlista)->sumax
mat>list(mat[3])->ylista
sum(ylista)->sumay
sum(mat>list(mat[4]))->sumax2
sum(mat>list(mat[5]))->sumaxy
mean(xlista)->xmedia
mean(ylista)->ymedia
(sumaxy-n*xmedia*ymedia)/(sumax2-n*xmedia^2)->b
ymedia-b*xmedia->a
a+b*x->y
Lbl go
ClrIO

```

```

Disp "Regresión lineal para recta de tendencia"
Disp "Datos calculados ("&mid(decí,2,2)&" decimales)"
Disp "Σx = "&string(sumax)
Disp "Σy = "&string(sumay)
Disp "Σx² = "&string(sumax2)
Disp "Σxy = "&string(sumaxy)
expr(format(xmedia,decí))→xmediaz
Disp "x̄ = Σx/n = "&string(xmediaz)
expr(format(ymedia,decí))→ymediaz
Disp "ȳ = Σy/n = "&string(ymediaz)
Pause :ClrIO
Disp "Resultado:"
Disp ""
expr(format(a,decí))→az
expr(format(b,decí))→bz
az+bz*x→yz
Disp "y = a + bx = "&string(yz)
Disp ""
Disp "donde:"
Disp ""
Disp "b = [(Σxy-nxȳ)/(Σx²-nx̄²)] = "&string(bz)
Disp "a = ȳ - bx̄ = "&string(az)
Pause
ClrIO
LinReg xlista,ylista
regeq(x)→y1(x)
NewPlot 1,1,xlista,ylista
ZoomData
Pause :ClrIO
Lbl proye
Disp "Proyección de la demanda período futuro"
If tiempo=1 or tiempo=2 Then
Disp "El último "&var[tiempo]&" fue: "&string(mat[1,colDim(mat)])&" →
"&string(mat[2,colDim(mat)])
Input var[tiempo]&" a proyectar (en cifra) ?",xx
Disp "Según la ec.: y = a + bx con:"
Disp "x = "&string(xx)&" donde el valor es relativo"
Disp "respecto al último mes"
ElseIf tiempo≠1 and tiempo≠2 Then
Disp "El último "&var[tiempo]&" fue: "&string(mat[1,colDim(mat)])&" →
"&string(mat[2,colDim(mat)])
Input var[tiempo]&" a proyectar (en cifra) ?",va
va-mat[1,colDim(mat)]+mat[2,colDim(mat)]→xx
Disp "Según la ec.: y = a + bx con:"
Disp "x = ["&string(va)&"-
"&string(mat[1,colDim(mat)])&"]+"&string(mat[2,colDim(mat)])&" =
"&string(xx)
EndIf
Disp "resulta:"
y|x=xx→yz
expr(format(yz,decí))→yz
Disp "y = "&string(yz)
Pause :ClrIO
PopUp {"Otra previsión futura","Salir"},iii
If iii=1
Goto proye
EndPrgm

```

VARIACI.

```

Variaci()
Prgm
setMode("Exact/Approx","AUTO")
@Goto go
NewProb
@Variaciones estacionales en los datos
ClrIO
Dialog
DropDown "N° de decimales ?",{ "0","1","2","3"},deci
EndDlog
deci-1→deci
"f"&string(deci)→deci
setMode("Exact/Approx","APPROXIMATE")
ClrIO
Disp "          Período para estacionalidad"
PopUp {"Horas","Días","Semanas","Meses","Otro período"},tiempo
{"Hora","Día","Semana","Mes","Período"}→var
If tiempo=5
Input "N° períodos ?",iii
seq(string(i),i,0,23)→hora
seq(string(i),i,1,31)→día
seq(string(i),i,1,52)→semana
seq(string(i),i,1,iii)→período
{"Enero","Febrero","Marzo","Abril","Mayo","Junio","Julio","Agosto","Se
ptiemb","Octubre","Noviemb","Diciemb"}→mes
ClrIO
If tiempo=1 Then
"DÍAS"→tiempo2
ElseIf tiempo=2 Then
"MESES"→tiempo2
ElseIf tiempo=3 or tiempo=4 Then
"AÑOS"→tiempo2
ElseIf tiempo=5 Then
"PERÍODOS"→tiempo2
EndIf
ClrIO
Disp "          Períodos de Tiempo "
Dialog
Text "PERÍODOS ESTACIONALES"
DropDown var[tiempo]&" inicio ?",expr(var[tiempo]),ini
DropDown var[tiempo]&" final ?",expr(var[tiempo]),fin
Text ""
Text tiempo2&" DE DEMANDA"
Request "N° de "&tiempo2&" ?",n
EndDlog
expr(n)→n
ClrIO
Disp "Demanda esperada para "&mid(tiempo2,1,dim(tiempo2)-1)&
"&string(n+1)
Input "Valor demanda ?",demanda
fin-ini+1→periodo
newMat(6+n,periodo)→mat
1→iii
1→jjj
For jjj,1,n
For iii,1,periodo
ClrIO
Disp "Período Estacional N° "&string(iii)&" de "&string(periodo)

```

```

Disp  expr(var[tiempo])[ini-1+iii]
Disp  ""
Disp  mid(tiempo2,1,dim(tiempo2)-1)&" de demanda n° "&string(jjj)
iii→mat[1,iii]
expr(expr(var[tiempo])[ini-1+iii])→mat[2,iii]
Input  "Valor real de demanda ?",val
val→mat[2+jjj,iii]
EndFor
EndFor
Lbl  go
1→iii
For  iii,1,periodo
mean(mat→list(subMat(matT[iii],1,3,1,3+n-1)))→mat[3+n,iii]
EndFor
sum(mat→list(mat[3+n]))→mediatot
mediatot/periodo→media
1→iii
For  iii,1,periodo
media→mat[4+n,iii]
mat[3+n,iii]/(mat[4+n,iii])→valor
expr(format(valor,"f3"))→mat[5+n,iii]
demanda/periodo*valor→valor
expr(format(valor,deci))→mat[6+n,iii]
EndFor
{}→jjj
1→iii
For  iii,1,n
augment(jjj,{"Demanda "&mid(tiempo2,1,dim(tiempo2)-1)&" N°
"&string(iii)})→jjj
EndFor
augment({"Período","Período Estacional"},jjj)→jjj
augment(jjj,{"Demanda media "&tiempo2,"Demanda media
"&var[tiempo],"Índice Estacional","Demanda Esperada"})→jjj
augment((list→mat(jjj))T,mat)→mat2
ClrIO
Pause  mat2
ClrIO
periodo→n
mat→list(mat[1])→xlista
mat→list(mat[6])→ylista
sum(xlista)→sumax
sum(ylista)→sumay
sum(xlista^2)→sumax2
sum(xlista*ylista)→sumaxy
mean(xlista)→xmedia
mean(ylista)→ymedia
(sumaxy-n*xmedia*ymedia)/(sumax2-n*xmedia^2)→b
ymedia-b*xmedia→a
a+b*x→y
Disp  "Considerando los períodos de tiempo que"
Disp  "se han incrementado desde 1 hasta "&string(periodo)
Disp  "siendo la variable x, y que la demanda"
Disp  "media es la variable y, se calcula la"
Disp  "recta de regresión: y = a + b*x"
Disp  ""
Pause  "y = "&string(y)
Lbl  futuro
ClrIO
Disp  "Ahora consideremos un período futuro"
Input  var[tiempo]&" N° ?",iii

```

```

ClrIO
fPart(iii/periodo)*periodo→jjj
int(jjj)→jjj
If jjj=0
1→jjj
Disp "Valor y de la tendencia:  $y = a + b*x$ "
Disp "y = "&string(y|x=iii)
Disp "índice Estacional i = "&string(mat[8,jjj])
Disp "para "&var[tiempo]& " "&string(mat[2,jjj])
Disp "Valor ye estacional ye:  $ye = i*y$ "
mat[8,jjj]*y|x=iii→ye1
Disp "ye = "&string(ye1)
If iii≤2*periodo and iii>periodo Then
Disp "Valor demanda prevista calculada antes:"
If mat[9,jjj]>ye1 Then
" (en exceso "→kkk
Else
" (en defecto "→kkk
EndIf
Disp "ye = "&string(mat[9,jjj])&kkk&string((mat[9,jjj]/ye1-1)*100)&
%"
Else
Disp "No hay datos calculados para este "
Disp "período:  $i \leq$ "&string(periodo)& " and  $i >$ "&string(2*periodo)
EndIf
Pause :ClrIO
PopUp {"Otro período", "Salir"},iii
If iii=1
Goto futuro
EndPrgm

```

Todos los subprogramas son llamados mediante el programa principal OrgPro a través de menús, como ya se ha explicado.