

TEMA 5. ANÁLISIS DE RIESGOS

PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS Y ANÁLISIS DE RIESGOS

Grado en Ingeniería Informática. Mención Tecnologías de la Información

Dpto. Lenguajes y Ciencias de la Computación

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

TEMA 5. ANÁLISIS DE RIESGOS

- Gestión del riesgo.
 - Análisis del Riesgo
 - Modelos de análisis del Riesgo
 - Simulación de Montecarlo
-
- BIAFORE. Gestión de proyectos con MS Project Cap. 18
 - TAHA. Investigación de Operaciones
 - Manuel Ballester Análisis de riesgos. Conferencias FIST .
MADRID 2008

<http://www.slideshare.net/vaceitunofist/gestin-riesgos>

Gestión del riesgo

Los proyectos están sumidos en la incertidumbre.

La gestión de riesgos es una táctica para evitar problemas que puedan tener efectos perjudiciales sobre nuestro proyecto ayudando a comprender más en profundidad el proyecto

- Una valoración realista de los riesgos ayuda a definir las expectativas sobre el proyecto.
- Da mayor claridad a los objetivos del proyecto
- Permite obtener mejores estimaciones de tiempo y costes
- Ayuda a actuar con confianza al poder reconocer y compartir los riesgos
- Documenta la necesidad de un fondo de contingencia en el presupuesto y en el calendario

Gestión del riesgo

La gestión de riesgos requiere cierto trabajo de investigación.

Es imposible identificar o anticipar todos los riesgos a los que puede enfrentarse un proyecto. Los riesgos que no se pueden prever se denominan riesgos desconocidos.

Hay que identificar los riesgos que sabemos que pueden ocurrir y calcular sus efectos en el presupuesto, el calendario, el alcance y los recursos del proyecto.

Hay que desarrollar un plan que explique cómo hacer frente a los riesgos y quien se encargará de hacerlo.

Gestión del riesgo

CONCEPTOS BÁSICOS

- **ACTIVO** Todos aquellos componentes o recursos de la organización, tanto físicos (tangibles) como lógicos (intangibles) que constituyen la infraestructura, el patrimonio, el conocimiento, la reputación en el mercado...
- **VULNERABILIDAD** Toda aquella circunstancia o característica de un activo que permite la consecución de ataques que comprometan la confidencialidad, integridad o disponibilidad de ese mismo activo o de otros activos de la organización
- **Ejemplos:**
 - Falta de conocimientos del usuario
 - Falta de funcionalidad de la seguridad
 - Configuración inadecuada del cortafuegos
 - Elección deficiente de contraseñas
 - Tecnología no probada
 - Transmisión por comunicaciones no protegidas

Gestión del riesgo

CONCEPTOS BÁSICOS

AMENAZA

Es un evento o incidente provocado por una entidad hostil a la organización (humana, natural o artificial) que aprovecha una o varias vulnerabilidades de un activo con el fin de agredir la confidencialidad, integridad o disponibilidad de ese mismo activo o de otros activos de la organización (se dice que la amenaza “explota” la vulnerabilidad del activo)

TIPOS DE AMENAZA

- Pueden ser:
 - externas o internas a la organización
 - deliberadas o accidentales (por ejemplo en el caso de desastres naturales o negligencia sin intención de daño por parte de personal de la organización)

Gestión del riesgo

CONCEPTOS BÁSICOS

IMPACTO

Magnitud de las consecuencias que tiene para el negocio el hecho de que uno o varios activos hayan visto comprometida su confidencialidad, integridad o disponibilidad debido a que una o varias amenazas hayan explotado las vulnerabilidades de estos u otros activos. Al estimar un determinado nivel de impacto es necesario considerar la criticidad de los activos afectados

EJEMPLOS DE IMPACTO EN UNA ORGANIZACIÓN:

- pérdida (directa o indirecta)
- Pérdida económica directa
- Sanción por incumplimiento de legislación
- Pérdida de imagen / reputación
- Poner en peligro al personal o a los clientes
- Violación de confianza
- Pérdida de oportunidad de negocio
- Reducción de la eficiencia /desempeño operativo
- Interrupción de la actividad de negocio

Gestión del riesgo

CONCEPTOS BÁSICOS

RIESGO Se define como la probabilidad de que la organización se vea sometida a un determinado nivel de impacto (determinado a su vez por las consecuencias de la agresión)

ESTIMACIÓN DE RIESGO Se basa en la combinación de dos factores:

- La frecuencia con la que las amenazas consideradas podrían materializarse (estimando la probabilidad de que las amenazas consideradas puedan explotar las vulnerabilidades de los activos)
- Nivel de impacto causado en el negocio en caso de que las amenazas consideradas se hagan efectivas

Gestión del riesgo

CONCEPTOS BÁSICOS

Los conceptos explicados anteriormente se relacionan de la siguiente manera:

- Los activos tienen o pueden tener vulnerabilidades
- Las amenazas aprovechan vulnerabilidades de los activos para materializar su daño
- La materialización de una amenaza sobre un activo tiene un impacto
- La probabilidad de que la organización se vea sometida a un cierto nivel de impacto es el riesgo

Gestión del riesgo

CONSIDERACIONES GENERALES

El riesgo del proyecto tiene su origen en la incertidumbre que está presente en todos los proyectos. Amenaza al éxito de todo proyecto.

Gestión de riesgos = serie de pasos que ayudan a comprender y manejar la incertidumbre que implica el desarrollo de todo proyecto.

Identificación del riesgo.

- Analizar cada riesgo y establecer probabilidad de ocurrencia y el daño que causará si ocurre.
- Realizar una clasificación de los riesgos según su probabilidad de ocurrencia y el impacto que pudiesen causar.
- Desarrollar un plan para determinar que acciones tomar frente a aquellos riesgos con gran probabilidad de que ocurran.

La organización debe estar comprometida a tratar la gestión de riesgos de forma proactiva y consistente durante todo el proyecto

Gestión del riesgo

ESTRATEGIAS REACTIVAS

Método: Evaluar las consecuencias del riesgo cuando éste ya se ha producido (ya no es un riesgo) y actuar en consecuencia

Consecuencias: Se pone el proyecto en peligro

ESTRATEGIAS PROACTIVAS

Método: Evaluación previa y sistemática de riesgos y de sus consecuencias creando un plan de evitación y minimización de consecuencias y un plan de contingencia

Consecuencias: Evasión del riesgo. Menor tiempo de reacción

Gestión del riesgo

METODOLOGÍAS ESTÁNDARES DE MERCADO

ISO27001 Contiene los requisitos para establecer, implantar, documentar y evaluar un sistema de gestión de seguridad de la información (SGSI)

ISO 27002 Desde el 1 de Julio de 2007, es el nuevo nombre de ISO 17799:2005 Es una guía de buenas prácticas que describe los objetivos de control y controles recomendables en cuanto a seguridad de la información

COBIT (ISACA) En TODAS las áreas de gestión y control se contempla los aspectos básicos para la protección, integridad y confidencialidad de la información

MAGERIT Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de TI. Desarrollada por el Consejo Superior de Administración Electrónica, y publicada por el Ministerio de Administraciones Públicas de España

Análisis del riesgo

MÉTODOS DE ANÁLISIS DE RIESGOS

Existen tres tipologías de métodos utilizados para determinar el nivel de riesgos:

- Métodos cualitativos
- Métodos cuantitativos
- Métodos semicuantitativos.

Análisis del riesgo

MÉTODOS CUALITATIVOS:

- Es el método de análisis de riesgos más utilizado en la toma de decisiones en proyectos empresariales, los emprendedores se apoyan en su juicio, experiencia e intuición para la toma de decisiones.
- Se pueden utilizar cuando el nivel de riesgo sea bajo y no justifica el tiempo y los recursos necesarios para hacer un análisis completo.
- Incluyen: Brainstorming, Cuestionario y entrevistas estructuradas
Evaluación para grupos multidisciplinarios Juicio de especialistas y expertos (Técnica Delphi)

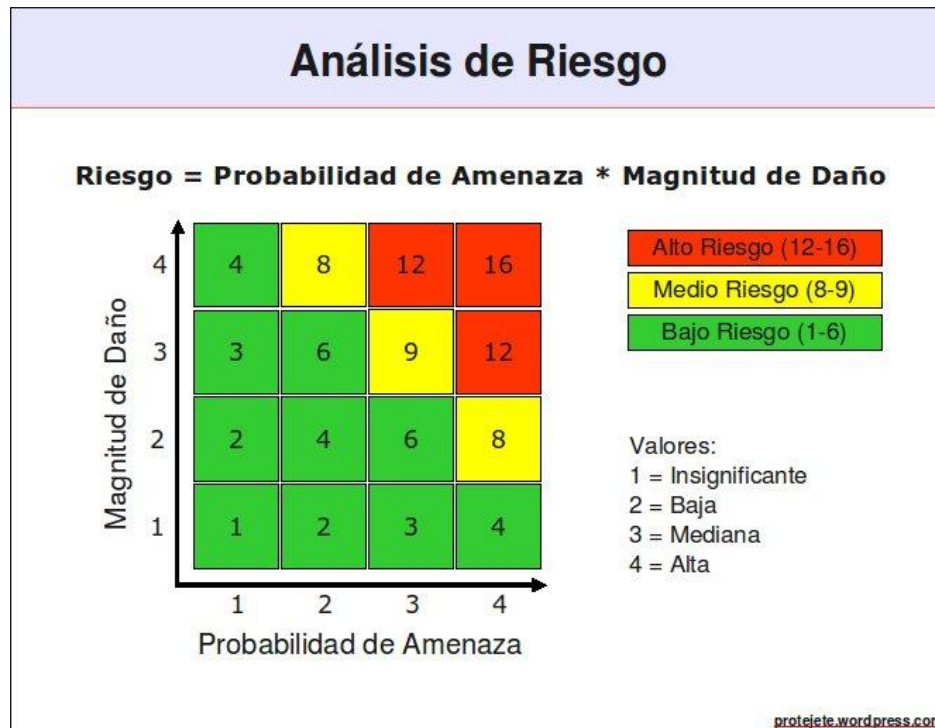
Análisis del riesgo

MÉTODOS SEMI-CUANTITATIVOS:

- Se utilizan clasificaciones de palabra como alto, medio o bajo, o descripciones más detalladas de la probabilidad y la consecuencia.
- Estas clasificaciones se demuestran en relación con una escala apropiada para calcular el nivel de riesgo. Se debe poner atención en la escala utilizada a fin de evitar malos entendidos o malas interpretaciones de los resultados del cálculo

Análisis del riesgo

MÉTODOS SEMI-CUANTITATIVOS:



Análisis del riesgo

MÉTODOS CUANTITATIVOS

- Se consideran métodos cuantitativos a aquellos que permiten asignar valores de ocurrencia a los diferentes riesgos identificados, es decir, calcular el nivel de riesgo del proyecto.
- Los métodos cuantitativos incluyen:
 - Análisis de probabilidad
 - Análisis de consecuencias
 - Simulación computacional
- El desarrollo de dichas medidas puede ser realizado mediante diferentes mecanismos, entre los cuales destaca el Método Montecarlo

Análisis del riesgo

MÉTODO DE MONTECARLO

Las variables inciertas de un modelo se representan usando rangos de posibles valores denominados distribuciones de probabilidad.

Mediante el uso de distribuciones de probabilidad, las variables pueden tener diferentes probabilidades de producir diferentes resultados.

Análisis del riesgo

Las distribuciones de probabilidad más comunes son:

- *Normal* – O “curva de campana”. El usuario simplemente define la media o valor esperado y una desviación estándar para describir la variación con respecto a la media. Los valores intermedios cercanos a la media tienen mayor probabilidad de producirse. Es una distribución simétrica y describe muchos fenómenos naturales
- Uniforme – Todos los valores tienen las mismas probabilidades de producirse; el usuario sólo tiene que definir el mínimo y el máximo.
- Triangular – El usuario define los valores mínimo, más probable y máximo. Los valores situados alrededor del valor más probable tienen más probabilidades de producirse.
- Discreta – El usuario define los valores específicos que pueden ocurrir y la probabilidad de cada uno.

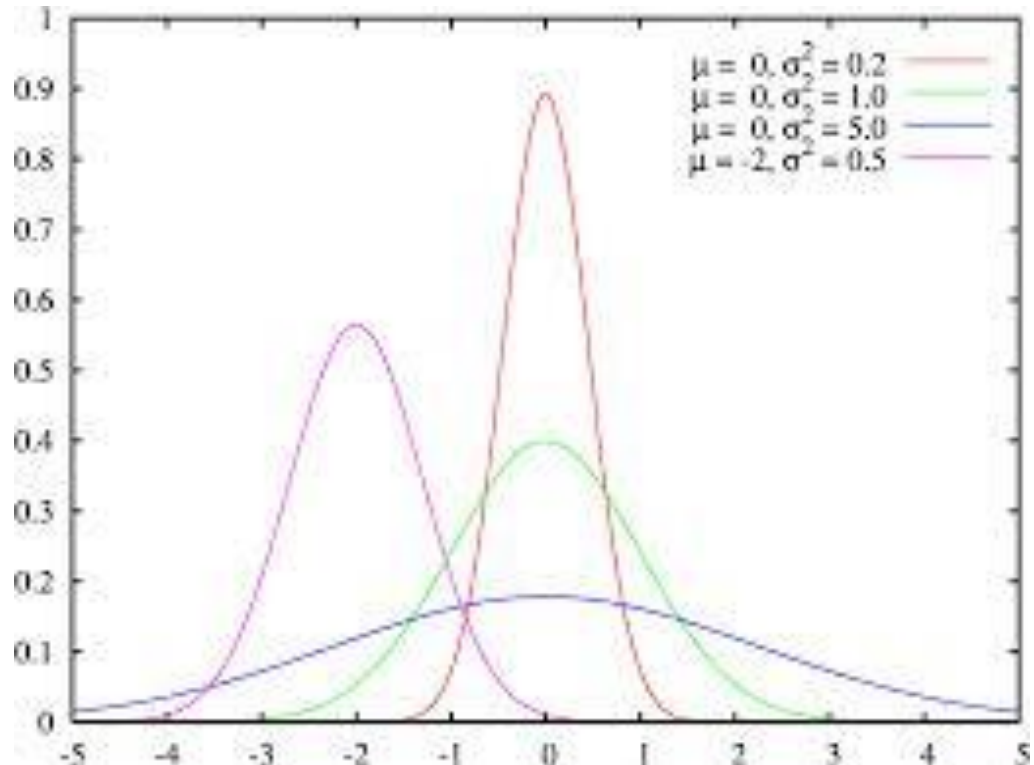
Análisis del riesgo

DISTRIBUCIÓN NORMAL $N(\mu, \sigma)$

- Función de densidad:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x-\mu}{\sigma^2}}$$

- Media μ
- Desviación típica σ



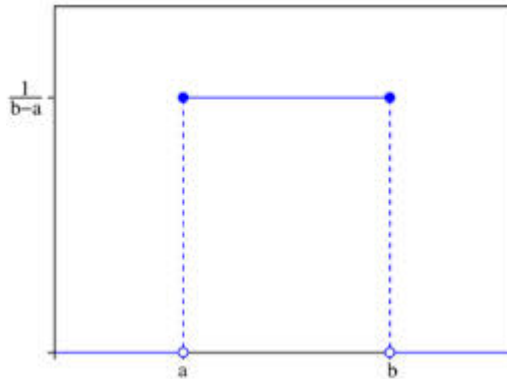
Análisis del riesgo

- Uniforme $U(a,b)$
- Todos los valores tienen las mismas probabilidades de producirse; el usuario sólo tiene que definir el mínimo y el máximo.
- Función de densidad:

$$f(x) = \frac{1}{b-a} \quad a \leq x \leq b$$

- Media $\frac{a+b}{2}$

- Varianza $\frac{(b-a)^2}{12}$



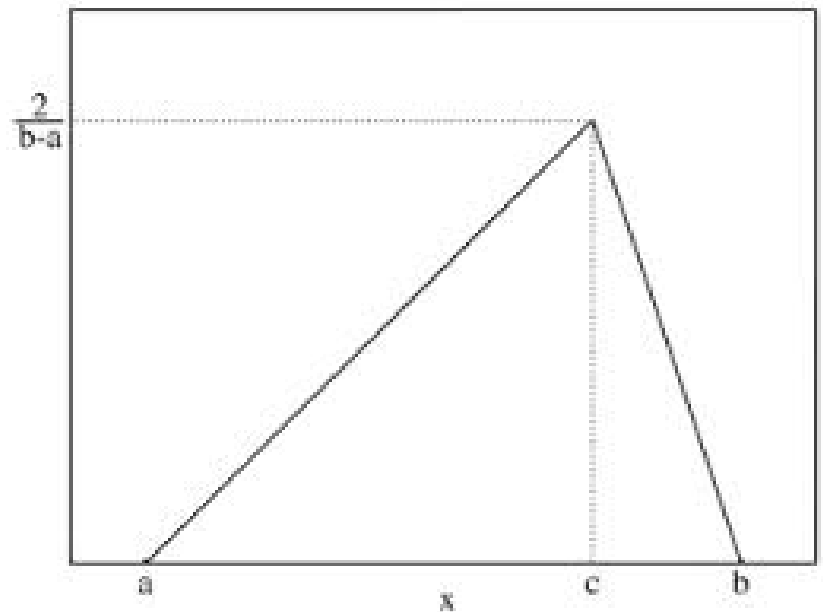
Análisis del riesgo

TRIANGULAR $Tr(a,b,c)$

- El usuario define los valores mínimo a , más probable c y máximo b . Los valores situados alrededor del valor más probable tienen más probabilidades de producirse.
- Función de densidad:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{2(x-a)}{(b-a)(c-a)} & a \leq x \leq c \\ \frac{2(b-x)}{(a-b)(c-b)} & c \leq x \leq b \\ 0 & \text{resto} \end{cases}$$

- Media $\frac{a+b+c}{3}$
- Varianza $\frac{a^2+b^2+c^2-ab-ac-bc}{18}$



Análisis del riesgo

DISTRIBUCIÓN DISCRETA

- El usuario define los valores específicos que pueden ocurrir y la probabilidad de cada uno.
- $X = \{X_1, X_2, \dots, X_K\}$
- $P[X = X_n] = p_n$
- $P_1 + p_2 + \dots + p_K = 1$
- Media $E = X_1p_1 + X_2p_2 + \dots + X_Kp_K$
- Varianza $(X_1 - E)^2p_1 + (X_2 - E)^2p_2 + \dots + (X_K - E)^2p_K$

Análisis del riesgo

Método de Montecarlo

- Es un método cuantitativo para el desarrollo de análisis de riesgos
- Busca representar la realidad a través de un modelo de riesgo matemático, de forma que asignando valores de manera aleatoria a las variables de dicho modelo, se obtengan diferentes escenarios y resultados.
- El método Montecarlo se basa en realizar un número lo suficientemente elevado de iteraciones (asignaciones de valores de forma aleatoria), de manera que la muestra disponible de resultados, sea lo suficientemente amplia como para que se considere representativa de la realidad. Dichas iteraciones se podrán realizar haciendo uso de un motor informático.
- Con los resultados obtenidos de las diferentes iteraciones realizadas se efectúa un estudio estadístico del que se sacan conclusiones relevantes respecto al riesgo del proyecto, tales como valores medios, máximos y mínimos, desviaciones típicas, varianzas y probabilidades de ocurrencia de las diferentes variables determinadas sobre las que medir el riesgo

Análisis del riesgo

VENTAJAS

- *Resultados probabilísticos.* Los resultados muestran no sólo lo que puede suceder, sino lo probable que es un resultado.
- *Resultados gráficos.* Gracias a los datos que genera una simulación Montecarlo, es fácil crear gráficos de diferentes resultados y las posibilidades de que sucedan. Esto es importante para comunicar los resultados a otras personas interesadas.
- *Análisis de sensibilidad.* En la simulación Monte Carlo es posible analizar qué variables introducidas tienen mayor influencia sobre los resultados finales.

Modelo de riesgos

- Es un mecanismo que nos permite poner en práctica el método cuantitativo de Montecarlo para el análisis de riesgos.
- Es la representación de la realidad a analizar a través de una estructura de cálculos matemáticos, en la cual se detectan las variables significativas de riesgo y se ponen en relación con el resto de variables que afectan a nuestro proyecto, y con las variables económicas sobre las que vamos a medir el nivel de riesgo del mismo, Beneficio y Valor actual neto.

Simulación de Montecarlo

La idea principal del método de Monte Carlo es aproximar la media o valor esperado de una variable aleatoria X por la media aritmética de un gran número de simulaciones de la variable X

El método original es muy lento porque necesita realizar muchas simulaciones para obtener una buena aproximación al valor real.

Como el estimador de Montecarlo es una variable aleatoria en cada ejecución se obtienen valores nuevos. Al no estar sesgado, la varianza del estimador es una medida de su exactitud, por lo que se suelen utilizar métodos de reducción de varianza para acelerar el método.

Simulación de Montecarlo

Ley fuerte de los grandes números (Kolmogorov)

Sea $(X_n)_{n \in \mathbb{N}}$ una sucesión de variables aleatorias con valores reales independientes e igualmente distribuidas con media $\mu < \infty$, entonces

$$P \left[\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n X_k = \mu \right] = 1$$

A la hora de estimar el error cometido por el método de Montecarlo hay que tener en cuenta que como es un método estocástico cada vez que se ejecute obtendrá un resultado distinto

Simulación de Montecarlo

Teorema Central del Límite

Sea $(X_n)_{n \in \mathbb{N}}$ una sucesión de variables aleatorias con valores reales independientes e igualmente distribuidas con media μ y desviación típica σ . Entonces

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{\sum_{i=1}^N X_i - N\mu}{\sqrt{N}\sigma}$$

Es una distribución $N(0,1)$.

Consecuencia: el estimador de Montecarlo es aproximadamente $N(\mu, \sigma^2/N)$ distribuido y podemos utilizar intervalos de confianza asociados a esta distribución

Simulación de Montecarlo

- Métodos para generar una muestra aleatoria a partir de una distribución de probabilidad $f(t)$ a partir de números aleatorios uniformemente distribuidos en $(0,1)$
 - **Método de la inversa:** si f es la función de densidad de la distribución se determina $F(x)=P[y\leq x]$ que es una función creciente con valores en $[0,1]$. Si R es un valor aleatorio obtenido de la distribución uniforme en $(0,1)$, $x=F^{-1}(R)$ es el valor deseado.
 - **Método de convolución:** la idea fundamental es expresar la muestra deseada como la suma estadística de otras variables aleatorias fáciles de muestrear
 - **Método de aceptación-rechazo:** se reemplaza la función de densidad f difícil de tratar analíticamente por una aproximación más simple h .

Simulación de Montecarlo

DISTRIBUCIÓN NORMAL $N(\mu, \sigma)$

- **Función de densidad**
$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad -\infty < x < \infty$$

- **Media μ**
- **Desviación típica σ**
- **Teorema central del límite**

Sean x_1, x_2, \dots, x_n variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas cada una con media μ y desviación típica σ y defina $s_n = x_1 + x_2 + \dots + x_n$.

Entonces s_n tiende a comportarse según una distribución normal de media $n\mu$ y varianza $n\sigma^2$ cuando n tiende a infinito sin tener en cuenta la distribución original de x_1, x_2, \dots, x_n

Simulación de Montecarlo

Método de aceptación-rechazo: se reemplaza la función de densidad f difícil de tratar analíticamente por una aproximación más simple h .

- Función mayorante: g tal que $f(x) \leq g(x)$ para todo x
- Función aproximada: h tal que
$$h(x) = \frac{g(x)}{\int_{-\infty}^{\infty} g(y)dy}$$
- El método consiste:
 - Obtener una muestra $x=x_1$ a partir de h con el método de la inversa o de la convolución
 - Obtener un número aleatorio R en $(0,1)$
 - Si $R \leq \frac{f(x_1)}{g(x_1)}$ se acepta x_1 como muestra de f , si no, se rechaza x_1 y se vuelve al paso 1.
- La eficiencia del método depende de lo bien que se ajuste g a f mientras se consiguen h analíticamente manejables.

Simulación de Montecarlo

GENERACIÓN DE NÚMEROS ALEATORIOS

- Para generar números aleatorios en un ordenador para su uso en simulación se utilizan operaciones aritméticas: números pseudoaleatorios.
- **Método de congruencia mixta:** dados los parámetros u_0 (semilla), a , c y M un número pseudoaleatorio R_n se genera:

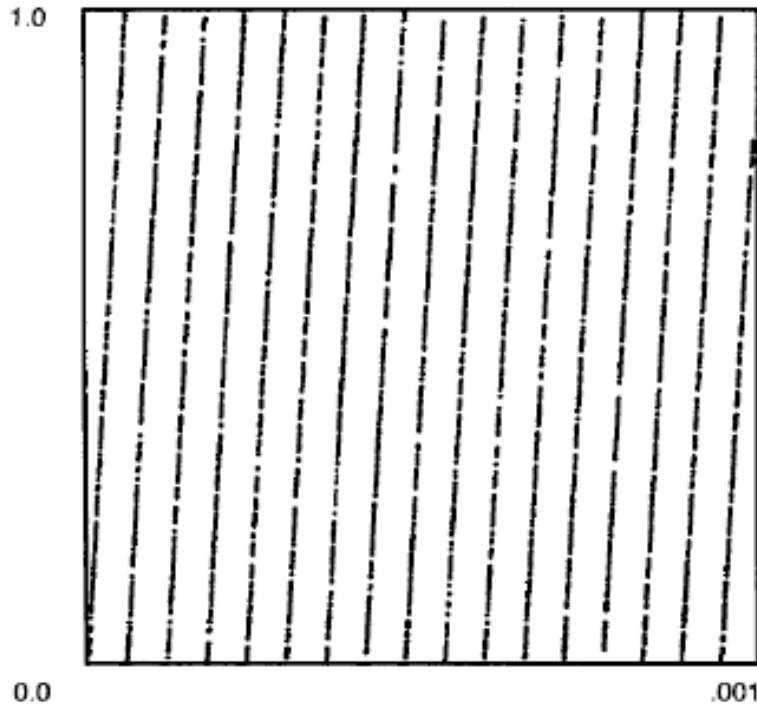
$$u_n = (a u_{n-1} + c) \bmod M, \quad n = 1, 2, \dots$$

$$R_n = \frac{u_n}{M}, \quad n = 1, 2, \dots$$

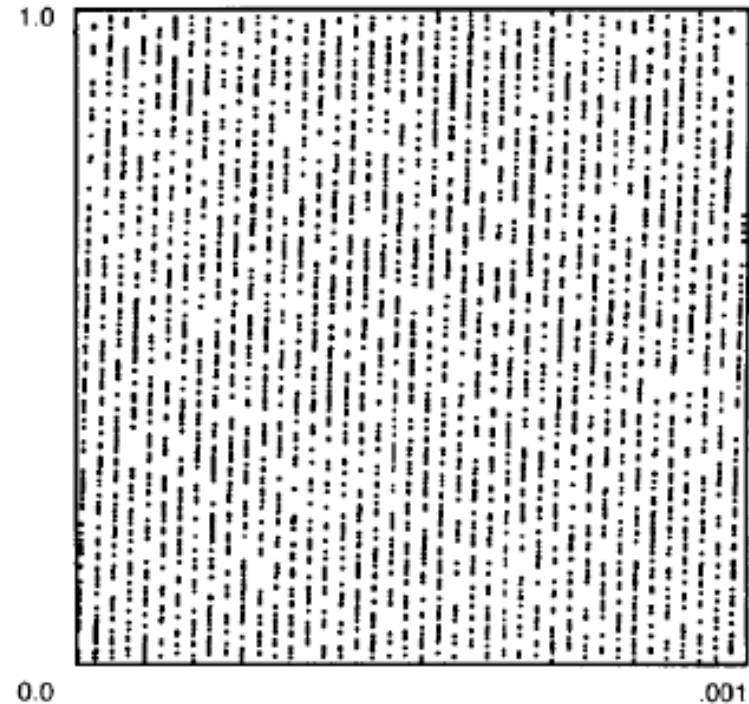
- Generador multiplicativo ($c=0$) o mixto ($c>0$)
- Una selección adecuada de u_0 , a , c y M puede hacer que los números pseudoaleatorios cumplan con las propiedades estadísticas de los números aleatorios

Simulación de Montecarlo

Cuidado con la elección de a, c, M



(a) The MLCG with $m = 2^{31} - 1$ and $a = 16807$.



(b) The MLCG with $m = 2147483399$ and $a = 40692$.

$$M=2^{31}-1 \quad a=16807$$

$$M=2147483399 \quad a=40692$$