

# Utilización de la simulación de procesos con herramientas de software para la predicción de la producción

Cesar Eduardo Silva<sup>1</sup>, Xavier Andrés Flores<sup>2</sup>, María Gabriela García<sup>3</sup>, y Juan Pablo Pérez<sup>4</sup>

<sup>1,3</sup>Universidad del Valle, Guatemala, [cesilva@uvg.edu.gt](mailto:cesilva@uvg.edu.gt), [gar12234@uvg.edu.gt](mailto:gar12234@uvg.edu.gt)

<sup>2,4</sup>Universidad del Valle, Guatemala, [lo12036@uvg.edu.gt](mailto:lo12036@uvg.edu.gt), [per08459@uvg.edu.gt](mailto:per08459@uvg.edu.gt)

## RESUMEN

*En esta investigación, se tiene el objetivo de demostrar que la simulación de procesos de producción por medio de herramientas de software, pronostica adecuadamente los tiempos reales de cualquier proceso manual y repetitivo. Se presenta una metodología que integra los componentes de una competencia académica, usando las herramientas de software y la simulación. Se ejecutó una serie de operaciones para recopilar un conjunto de tiempos, con los cuales se obtuvo distribuciones estadísticas. Por medio de ellas, se realizó una simulación con el software Arena® para estimar el tiempo total de producción. Se llevaron a cabo corridas del proceso para recopilar información de las variaciones respecto a la muestra inicial dando como resultado una predicción de los tiempos. La comparación entre los tiempos reales y simulados de los cuales se obtuvo un porcentaje de variación, representa un complemento a la experiencia laboral. Ese complemento se desarrolla a partir de los tres componentes de una competencia, que son los saberes cognitivos, procedimentales y actitudinales. Esto permite a un ingeniero ahorrar recursos y tiempo para la mejora de procesos ante métodos tradicionales de estudio de Ingeniería de Métodos. La Universidad del Valle de Guatemala busca con este tipo de metodologías proporcionar herramientas al profesional que faciliten su desempeño en el mercado laboral.*

**Palabras clave:** Simulación, Producción, Herramientas de Software, Pronóstico, Metodología, Aprendizaje

## ABSTRACT

*The purpose of this research is to forecast times of a manual and repetitive process using simulation software tools. Statistical distributions were obtained from a group of operations that yielded a series of time data. Arena® software was used to build a model that predicted the total production time. The variation percentage between the real process and the simulated times behaved alike. To be able to compare real and simulated times develops an academic competence. Job experience is enriched with the academic competence obtained by process simulation. This learning method allows an industrial engineer to save resources, costs and time in continuous improvement compared to traditional methods engineering. Universidad del Valle de Guatemala seeks with this methods to empower engineers with professional tools to improve their development in industries.*

## I. INTRODUCCIÓN

Según el estudio de análisis de entorno realizado en la Universidad del Valle de Guatemala, un 78,31% de los anuncios de oferta de empleo publicados en distintos medios solicitan que los ingenieros tengan algún tipo de experiencia en el área donde estarán laborando. Del total de 1395 anuncios revisados que solicitaron ingenieros durante el año 2014, alrededor del 17% requerían ingenieros industriales o en procesos, siendo la rama de ingeniería más demandada. Esta tendencia se ha mantenido en Guatemala durante los últimos 5 años. También se observa la importancia que el mercado laboral guatemalteco presta al solicitar que los ingenieros industriales tengan algún tipo de experiencia en su área de ejercicio profesional. [1]

El presente trabajo demuestra una metodología de enseñanza-aprendizaje basada en la utilización de modelos de simulación para predecir la producción de un proceso. En el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad del Valle de Guatemala se persigue el objetivo que los futuros profesionales analicen críticamente procesos para encontrar medios de mejora continua con modelos diseñados por ellos mismos. Esta metodología, utilizada para el proceso enseñanza-aprendizaje, permite a los futuros ingenieros industriales del país adquirir experiencia en procesos por medio de la tecnología al alcance.

## II. SOFTWARE UTILIZADO

ProTime Estimation™, es un software utilizado para realizar estudios de tiempo y movimientos por medio de grabaciones digitales en video. Arena™, es un software que utiliza una amplia colección de métodos y aplicaciones para simular el comportamiento de sistemas existentes [2]. Python, es un lenguaje de programación utilizado en esta ocasión para generar bases de datos de distintas distribuciones estadísticas con base en un conjunto de muestras [3].

## III. METODOLOGÍA

Se diseñó un proceso de producción manual y mecanizado de 5 etapas. El proceso consistió en la producción de vasos de papel en forma cónica, agrupados en 10 unidades y empacados en una bolsa plástica transparente.

Las 5 etapas son:

1. Medición y dibujo
2. Corte de la figura marcada
3. Doble y ensamble del vaso en forma cónica
4. Colocación de adhesivo al vaso de papel
5. Agrupamiento en lotes de 10 vasos, empaque en bolsa plástica, colocar adhesivo y cerrar bolsa con un nudo simple utilizando lana.

Se obtuvo datos de tiempos de un grupo control ejecutando las operaciones descritas, a los cuales se les encontró su distribución estadística. Además, con el software ProTime Estimation se determinó la duración de las operaciones.

La herramienta que permitió obtener las distribuciones estadísticas fue el “Input Analyzer” de Rockwell Automation. Las distribuciones se ingresaron al software de simulación de Arena, con el cual se estimó el tiempo de cada etapa y el total de producción. Se seleccionó al azar 4 grupos conformados por 5 estudiantes para que realizaran una operación cada uno. Cada grupo completó el proceso 2 veces. Se realizó el mismo procedimiento de evaluación de datos para los grupos con las herramientas de software mencionadas. Con las distribuciones de cada grupo, se generó una base de datos más extensa mediante el uso del programa Python.

Se seleccionó un grupo denominado “Pronóstico”, para posteriormente comparar los tiempos del proceso contra los tiempos provenientes de la simulación. Se utilizó una nueva distribución estadística de tiempos como una variación en el tiempo estándar del grupo control, basados en las diferencias de tiempos respecto a cada uno de los grupos. Se ingresaron estos datos dentro del software de simulación de Arena para predecir acertadamente el comportamiento de la ejecución de producción del grupo “Pronóstico”.

### III. DISCUSIÓN

Tabla I: Comparación entre tiempos de las operaciones

Número	Etapas	Simulación (segundos)	Real (segundos)	Porcentaje de variación (Real – Simulación)
1	Medición	69.54	72.1	4%
2	Cortado	33.02	26.71	-19%
3	Doble y ensamble	39.62	34.2	-14%
4	Adhesivo	8.84	4.81	-46%
5	Agrupación y empaque	57.91	73.59	27%

Debido a las fluctuaciones estadísticas de los tiempos y las distribuciones que estos presentaban, se obtenían datos que, al operarlos matemáticamente, tendían a cero. Por lo tanto, se procedió a utilizar un método de ajuste para que los tiempos reflejaran valores reales. Este método consistía en tomar los promedios del porcentaje de mejoramiento en las curvas de aprendizaje para sus respectivos grupos y establecer un tiempo mínimo que realmente se diera.

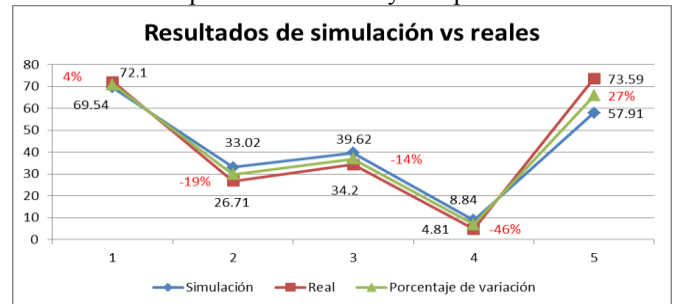
Con el promedio del porcentaje de mejoramiento, se programó un condicionante dentro de un ciclo iterativo para generar una base de datos con la distribución estadística de las variaciones entre los tiempos estándar.

Una vez obtenidos los valores de la base de datos de las variaciones de tiempos estándar, entre el grupo control y los

demás grupos, se determinó la distribución global de cada etapa.

La nueva distribución global se ingresó en el software de simulación de procesos, Arena. Mediante dicho proceso, se pretendió predecir el comportamiento y tiempos del Grupo Pronóstico.

Gráfico I: Tiempos de simulación y tiempos reales



Para evaluar resultados de una forma más consistente, se simuló un tiempo mayor al que realmente se utilizó para la predicción del grupo pronóstico. Los tiempos estándar no presentaron ninguna diferencia significativa contra los tiempos reales y se presentan en la “Tabla I: comparación entre tiempos de las operaciones”.

Se graficó el porcentaje de variación de tiempos entre el grupo pronóstico y el resultado de la simulación. Los comportamientos observados en el “Gráfico I: Los tiempos de simulación y tiempos reales”, muestran los tiempos estándar y los porcentajes de variación de los mismos. Por lo observado en los resultados hay una relación directa que permite predecir los resultados del proceso real con el software de simulación de Arena. La etapa 4 del proceso fue la que presentó mayor variación con 46% del tiempo simulado mayor al tiempo real ejecutado por el grupo “Pronóstico”.

### IV. CONCLUSIONES

Obtener datos de un grupo control, generar datos de tiempos a partir de distribuciones estadísticas, ingresar los datos en un software de simulación para finalmente comparar con un grupo diferente de personas es la metodología de enseñanza-aprendizaje que se plantea en cursos de análisis de procesos. Utilizar herramientas de software de simulación complementa a la experiencia que se puede adquirir en el análisis de procesos, permitiendo predecir con equivalencia de datos el comportamiento de los tiempos de un proceso. Esta equivalencia incentiva a estudiantes y catedráticos a utilizar herramientas tecnológicas como medios didácticos. Predecir el comportamiento de un proceso de producción por medio de la simulación agrega a la experiencia laboral una interesante herramienta. La experiencia laboral es una necesidad del mercado profesional guatemalteco que solicita en ingenieros industriales para el análisis de procesos.

### REFERENCIAS

- [1] De León Ingrid, et al. 2014. Estudio del entorno facultad de ingeniería 2014. Universidad del Valle de Guatemala. Pp.
- [2] W. Kelton, R. Sadowski, and N. Zupick. “Simulation with Arena” Sixth Edition pp.1-14
- [3] F. López, V. Romero, “MASTERING PYTHON REGULAR EXPRESSIONS”, Packt publishing, February 2014.