

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/333175289>

revista de investigación aplicada a la ingeniería febrero 2018

Article · May 2019

CITATIONS

0

READS

13,393

5 authors, including:



Juan Luis Caro Becerra

Universidad Politécnica de la Zona Metropolitana de Guadalajara Carretera Tlajomulco

8 PUBLICATIONS 40 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Luz Adriana Vizcaino Rodriguez

Universidad Politécnica de la Zona Metropolitana de Guadalajara Carretera Tlajomulco

12 PUBLICATIONS 5 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Jose Luis Reyes Barragan

Universidad Politécnica de la Zona Metropolitana de Guadalajara Carretera Tlajomulco

11 PUBLICATIONS 6 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Pedro Mayoral

Centro Universitario de Tlajomulco UdeG

17 PUBLICATIONS 6 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Zonificación sísmica de la ZMG [View project](#)



nanociencias y nanotecnología [View project](#)



ISSN 2448-5896

Revista de Investigación Aplicada en Ingeniería UPB/UPTap

Volumen II (número 3), septiembre – diciembre 2017

latindex

PERIÓDICA
Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias

REDIB | Red Iberoamericana
de Innovación y Conocimiento Científico

Actualidad Iberoamericana
Índice Internacional de Revistas

**Universidad Politécnica del Bicentenario/ Universidad Politécnica de
Tapachula**

M.A.D. Alma Verónica López López
Rectora (UPB)

Dr. Gonzalo Vázquez Nataren
Rector (UPTap)

Mtro. Juan Leví Vera Espitia
Secretario Académico (UPB)

Mtra. Sara Jocelyne Bello Mendoza
Secretario Académico (UPTap)

...

Comité Editorial

Dr. Rubén Jaramillo Vacio
Energía (LAPEM)

Mtro. Rubén Hernán Leal López
Transferencia de Tecnología (UPTap)

Mtro. Yazmani García Ortiz
Ingeniería Diseño Industrial (UPB)

Dagoberto Arce Córdova
Ingeniería Agroindustrial (UPTap)

Dr. Víctor Hugo Flores Muñoz
Ingeniería Robótica (UPB)

Dr. David Delepine
Física de Partículas (UG)

Mtra. Sharmein Viridiana Miranda Pimentel
Ingeniería Logística y Transporte (UPB)

Dr. Modesto Antonio Sosa Aquino
Física Médica (UG)

Mtro. Christian Arturo Quiroga Juárez
Ingeniería Financiera (UPB)

Dra. María Blanca Becerra Rodríguez
Ingeniería Industrial (ITSJR)

Mtro. Miguel Ángel Alvarado Díaz
Ingeniería Logística y Transporte (ITESI)

M.C. Jaime Navarrete Damián
Diseño y Desarrollo de Equipos (CRODE Celaya)

Mtra. Marcela Chiu Magaña
Ingeniería Agrotecnología (UPTap)

M.I. Luis Fernando Villanueva Jiménez
Ingeniería Industrial (TecPurisima)

Ing. Ana Celene Cuevas Zuñiga
Ingeniería Física (UPB)

M.I. Juan Francisco Hernández Cuéllar
Ingeniería Mecánica (Universidad del SABES)

M.C.T. María de los Ángeles Jiménez Duhart
Ingeniería Industrial (Universidad del SABES)

...

Revista de Ingeniería e Investigación Aplicada UPB/UPTap

Dr. Javier Cruz Salgado
Editor

Información Legal

Revista de Investigación Aplicada en Ingeniería UPB/UPT TAP, Año 2, No. 2, Mayo - Agosto, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Politécnica del Bicentenario, Carretera Estatal Silao-Romita Km. 2, San Juan de los Durán, C.P. 36283, Tel. 472 723 87 25. <http://jcruzs7.wix.com/riaiupb>, jcruzs@upbicentenario.edu.mx. Editor responsable: Alma Verónica López López. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2015-09241725500-102, ISSN: 2448-5896, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Licitud de Título y contenido "en trámite", otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Permiso SEPOMEX "en trámite". Impresa por Impresiones del Centro, S.A. de C.V. Madero #125, Col. Centro, León Gto. Este número se terminó de imprimir el 26 de agosto del 2016 con un tiraje de 100 ejemplares. Responsable de la última actualización de este Número, Departamento de Investigación y Desarrollo Tecnológico UPB, Dr. Javier Cruz Salgado, Carretera Estatal Silao-Romita Km. 2, San Juan de los Durán, C.P. 36283, Tel. 472 723 87 25, fecha de última modificación, 05/11/2015.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Politécnica del Bicentenario.

Contenido

Manual de Procedimiento para Cuadre de Inventarios en Almacén de Producto Terminado (APT) Zona Norte (ZN) y Zona Sur (ZS), en la Empresa Embotelladora las Margaritas S. A. P. I. de C. V. / *Procedural Manual for Inventory Board in Finished Product Warehouse (APT) Zona Norte (ZN) and Zona Sur (ZS), in the company Embotelladora las Margaritas.*

Ing. María del Rosario Vivanco Reyes, Dra. Larissa Olivia Ruiz Cabrera, Dra. María del Carmen Gómez López y Mtro. Raymundo Sergio Noriega Loredo, Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense (UTSH).....4

Sistema de Inspección de Calidad Mediante Visión Artificial para el Maquinado de Elementos Mecánicos / *Quality Inspection System by Using Artificial Vision on the Machining of Mechanical Elements.*

Ing. Sergio Neftalí Cerritos Juárez, M.I. José de Jesús Alvizo García y M.I.E. Méndez Guzmán Hugo Antonio, Universidad Politécnica del Bicentenario (UPB).16

Aplicaciones de un SIG para un Ordenamiento Territorial y Ecológico en la Cuenca de la Laguna de Cajititlán, Visto desde el Concepto de Riesgo y del Manejo de Cuencas / *A GIS Applications for Land Planning and Ecological in the Basin of the Cajititlan Lake, Seen from the Concept of Risk and Watershed Management.*

M.C. Juan Luis Caro Becerra, Dra. Luz Adriana Vizcaíno Rodríguez, M. en C. Pedro Alonso Mayoral Ruiz, M. en C. José Luis Reyes Barragán, Universidad Politécnica de la Zona Metropolitana de Guadalajara (UPZMG).33

Propuesta de Rediseño del Lay Out de Distribución en Almacén de Producto Terminado Dentro de una Empresa Embotelladora de Agua en el Estado de Guanajuato / *Proposal of Redesign of Lay Out of Distribution in Warehouse of Finished Product Within a Water Bottling Company in the State of Guanajuato.*

MDO. Miguel Ángel Alvarado Díaz. MII. Víctor Hugo De La Cruz Madrigal. LRC. María del Carmen Chacón Olivares. MA. Martha Gabriela Gutiérrez Cortes, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato (ITESI).....50

La Nube Innovación Tecnológica para el Desarrollo de Sistemas de Aprendizaje / *The Cloud Technological Innovation for the Development of Learning Systems.*

MCE. Juan Carlos Rodríguez Campos, M.E. Mariana Rico Chagollán, MCE. Eduardo García Herrera, y LRC. María del Carmen Chacón Olivares, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato (ITESI).61

Manual de Procedimiento para Cuadre de Inventarios en Almacén de Producto terminado (APT) Zona Norte (ZN) y Zona Sur (ZS), en la empresa Embotelladora las Margaritas S. A. P. I. de C. V. / Procedural Manual for Inventory Board in Finished Product Warehouse (APT) Zona Norte (ZN) and Zona Sur (ZS), in the Company Embotelladora las Margaritas S. A. P. I. de C. V.

Ing. María del Rosario Vivanco Reyes¹, Dra. Larissa Olivia Ruiz Cabrera²,
Dra. María del Carmen Gómez López³ y Mtro. Raymundo Sergio Noriega Loredó⁴

^{1, 2, 3}Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense
Carretera México-Tampico, km 100 Tramo Pachuca-Huejutla
Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo, México, C.P. 43200.

²karmelinautsh@gmail.com, ³larissa_utsh@hotmail.com,

⁴snoriegal@gmail.com

Resumen:

El área de inventarios cuenta con un procedimiento para cuadre de inventarios y los procesos se presentan en manuales, sin embargo es necesario complementar, enriquecer y fortalecer dicho procedimiento de esta manera obtener documentos actuales que beneficien al personal de APT. El objetivo principal de este trabajo es actualizar el manual de procedimientos de cuadre de inventario, el cual se complementa con instructivos para desarrollarlo, esto se lleva a cabo mediante la recolección y análisis de información actual del área. El manual de procedimiento para cuadre contiene: propósito, alcance, definiciones, responsabilidades, procedimiento, lineamientos generales, referencias y documentación; además seis instructivos: congelar stock, conteo físico, generar archivo para cuadre de inventario, descargar stock, cuadrar inventario y generar la tendencia, estos procesos requieren del sistema SAP. Con este manual se beneficia a las 92 personas que laboran en almacén de producto terminado, ya que ayuda en el desarrollo de las competencias dentro de la empresa. Se establece como referencia documental para precisar las oportunidades, aclaraciones y desempeños del personal involucrado. El sistema SAP es muy importante en el área, ya que de este se obtiene el stock teórico para ser comparado con el stock físico y así realizar el cuadre de inventario.

Palabras claves: Inventario, auditor, APT, procedimiento, instructivo.

Abstract:

The inventory area has a procedure for inventory matching and the processes are presented in manuals, however it is necessary to complement, enrich and strengthen this procedure in order to obtain current documents that benefit APT personnel. The main objective of this work is to update the inventory procedures manual, which is complemented with instructions to develop it, this is carried out through the collection and analysis of current information of the area. The procedure manual for the block contains: purpose, scope, definitions, responsibilities, procedure, general guidelines, references and documentation; also six instructions: free stock, physical count, generate file to inventory, download stock, balance inventory and generate the trend, these processes require the SAP system. With this manual, it benefits the 92 people who work in the finished product warehouse, since it helps in the development of competences within the company. It is established as a documentary reference to specify the opportunities, clarifications and performances of the personnel involved. The SAP system is very important in the area, since from this the theoretical stock is obtained to be compared with the physical stock and thus make the stock inventory.

Keywords: Inventory, auditor, APT, procedure, instructive.

1. Introducción

1.1 Problemática

El almacén de producto terminado zona norte (APT, ZN) cuenta con un manual de esta índole, pero los procesos redactados son procesos manuales, sin embargo, es necesario complementar dicho procedimiento debido a que la empresa trabaja con procesos nuevos.

Los auditores de inventarios hoy en día, realizan el cuadro por medio de la tablet en el portal Corporación Rica “intranet”, una de las funciones de esta página es el “Sistema de levantamiento de inventarios APT Mobile” que está dividido en varios apartados: congelar inventario, levantamiento de inventario, reporte de inventario, detalle de inventario y mapa de ubicaciones, cabe destacar que este portal está ligado al sistema SAP.

En la opción “levantamiento de inventario” su principal función es registrar el conteo físico, con esto ya no es necesario registrar el conteo en el formato, debido a que se registra directo en el sistema. Por esto es necesario documentar los procesos nuevos, existentes en almacén para un cuadro de inventario.

Los procesos nuevos que se incorporarán al manual son los siguientes: congelar stock, conteo físico, generar archivo para cuadro de inventario, descargar stock, cuadrar inventario y generar la tendencia estos requieren del sistema SAP.

1.2 Objetivo

Desarrollar un cuadro de inventario, mediante la recolección y análisis de información actual del área de almacén para actualizar el manual de procedimientos.

1.3 Fundamentos teóricos

El APT ZN (almacén de producto terminado zona norte) está constituido por cuatro almacenes: almacén 1500, 2500, 1700 y 1503. El almacén 1500 se refiere a la distribución secundaria T2, el almacén 2500 se refiere a la distribución primaria T1 y compras, almacén 1700 es para administrar la recepción de producción y control de calidad y por último el almacén 1503 es para administrar el producto segregado.

En APT cuenta con el área de inventarios en el cual se desarrollará el proyecto, esta área se compone por el jefe de inventarios, coordinador de inventarios y tres auditores de inventarios; un inventario es un conjunto tangible y de disponibilidad inmediata para su posterior venta.

2. Desarrollo

En APT ZN se trabaja en tres turnos, en el turno matutino es en el que cada auditor debe contar el producto para su posterior cuadre. Las actividades que realizan los auditores son las siguientes:

2.1 Coordinar con un montacarguista los pendientes

Congelar Stock (proceso de tomar como referencia el stock registrado en el sistema SAP en un determinado tiempo) de los almacenes: 1500, 2500, 1700 y 1503.

Realizar el conteo físico de acuerdo al Lay Out de APT ZN, en este el auditor A, B y C tienen asignados diferentes productos del almacén para su posterior cuadre.

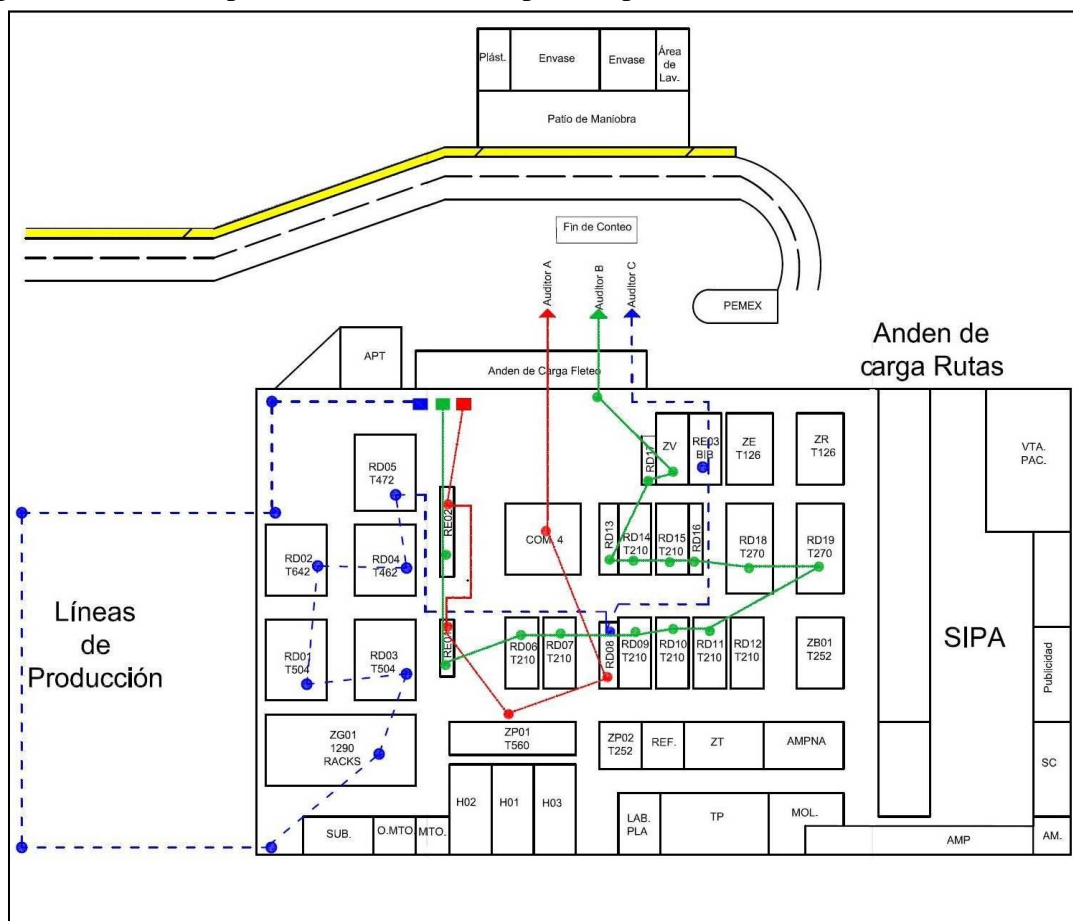


Figura 1. Lay Out del APT ZN.
 Fuente: Guevara E. A. (2016).

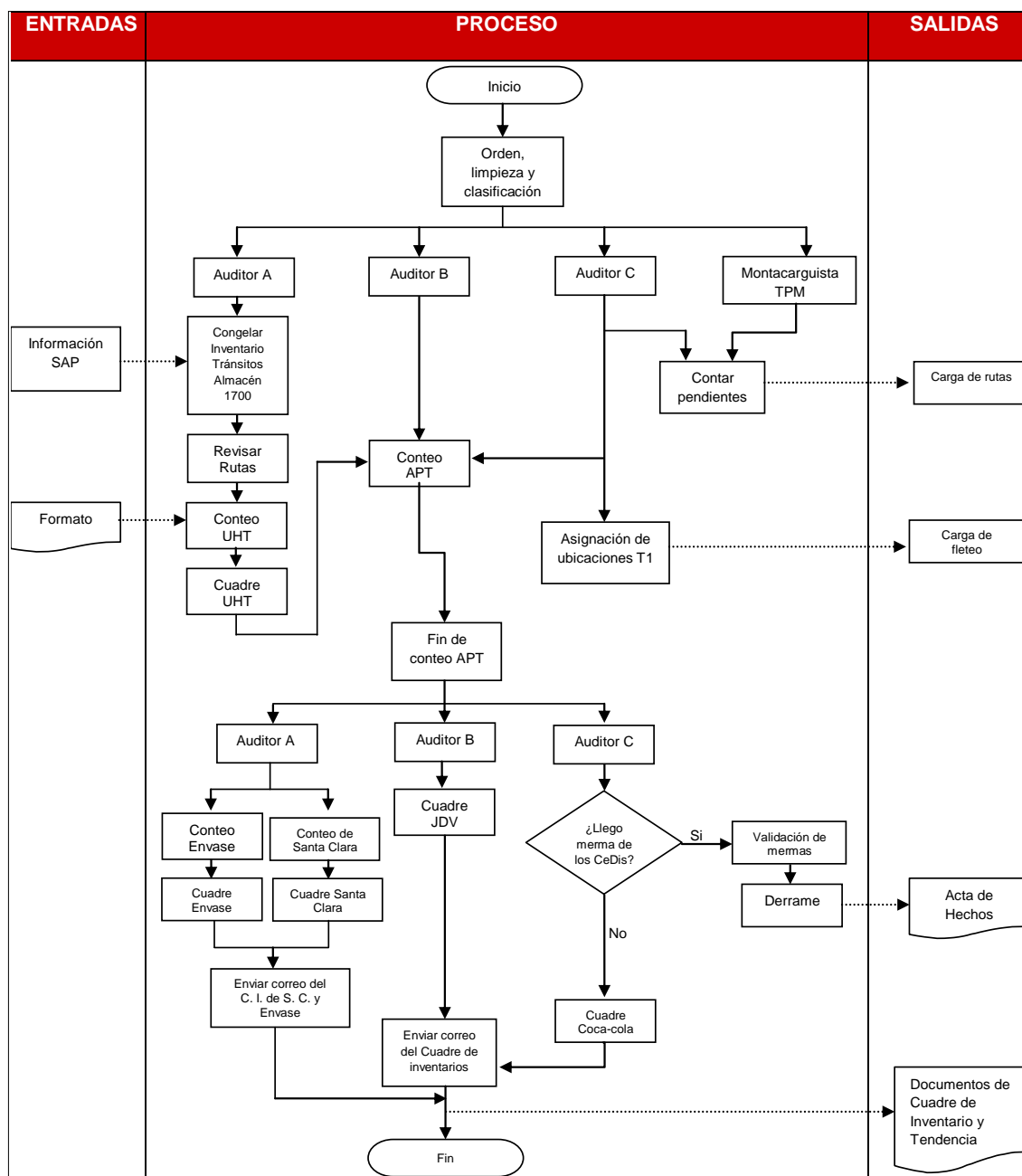


Figura 2. Diagrama de flujo conteo físico.

Fuente: Guevara E. A.

Subir el conteo realizado al sistema SAP por medio de la tablet, en caso de no contar con red ingresar los datos al formato ubicaciones de conteo físico.

2.2 Generar archivo para el cuadre de inventario.

Descargar stocks 1500, 2500 y conteo físico desde el sistema SAP. Estas descargas son archivos que se encuentran en el sistema SAP y son utilizados para cuadrar el inventario.

Cuadrar inventarios, es la operación más importante ya que debe cuadrar el inventario físico VS inventario teórico. Generar archivo de tendencia, este archivo maneja las diferencias del producto de cada día del mes, el cual ayuda a ver el comportamiento de cada producto.

Verificar si los datos están dentro de la tendencia y si no se encuentran dentro, el auditor debe de revisar detalladamente los procesos y dar un seguimiento para que el resultado sea el indicado. Ya sea preguntando a los montacarguista si movieron el producto, si se ingresó mal el levantamiento de inventarios en SAP, revisar los pendientes en sistema, aclaraciones o volver a realizar el conteo todo esto se hace con la finalidad de cuadrar el inventario.

Una vez que el auditor haya aclarado las diferencias sobre el cuadre de inventarios enviara un correo electrónico que contenga el archivo de cuadre de inventario y el archivo de tendencia, este correo se envía al personal administrativo de APT, checadores y jefes inmediatos para su seguimiento. El siguiente diagrama de flujo (Figura 3) muestra cómo interactúan entre si los diferentes procesos para realizar un cuadre de inventarios:

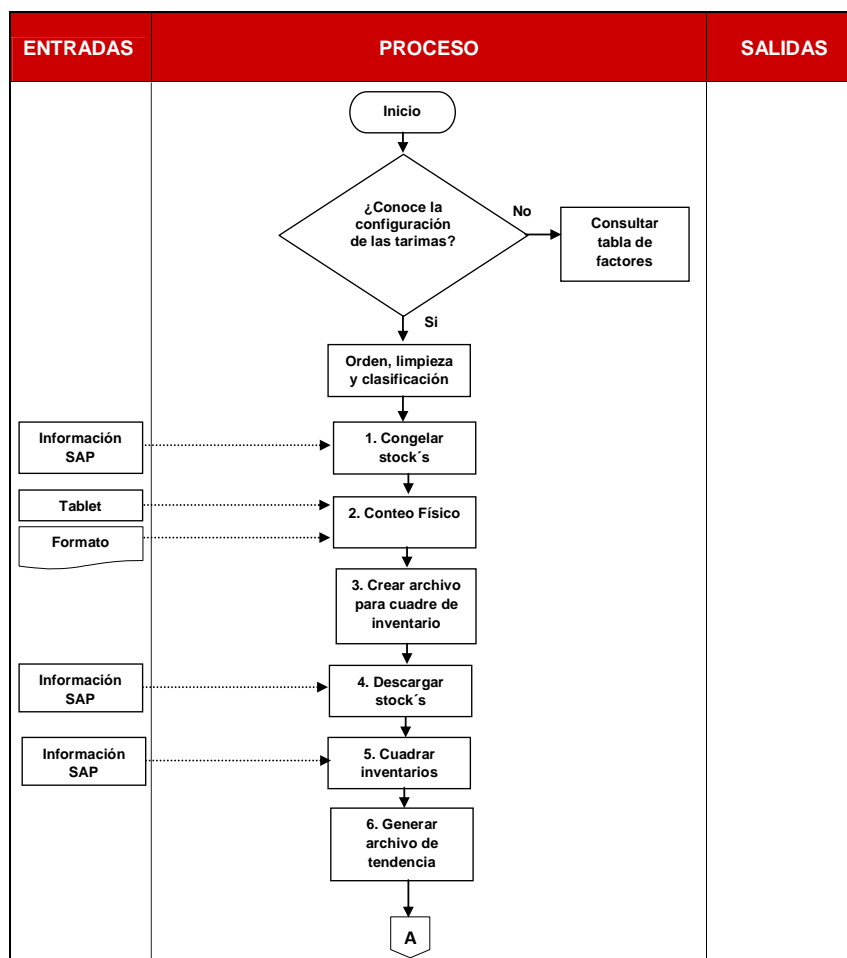


Figura 3. Diagrama de flujo de Cuadre de Inventario.
Fuente: Guevara E. A. (2016).

En la Figura 4 se muestra la continuación del diagrama de flujo para Cuadre de Inventario.

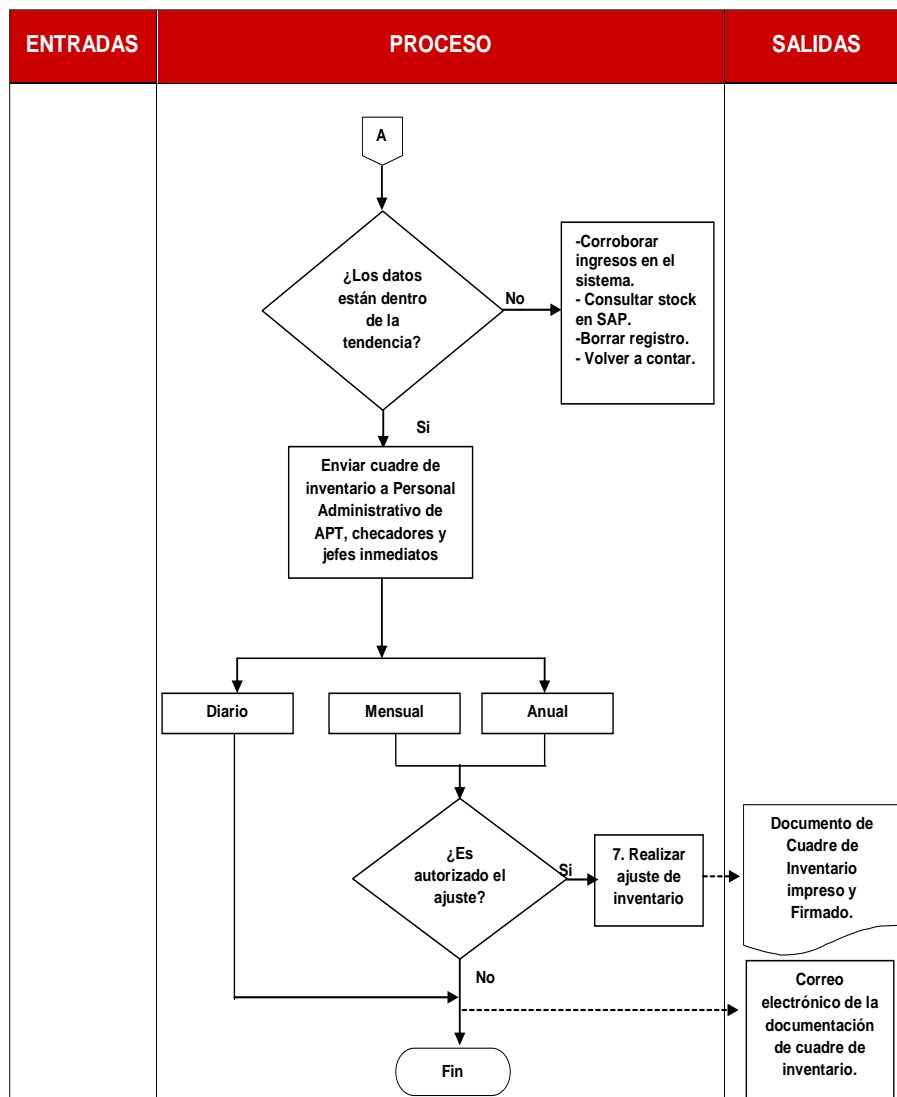


Figura 4. Continuación de diagrama de flujo para Cuadre de Inventario.

Fuente: Guevara E. A. (2016).

El procedimiento consta de un formato, las partes que lo conforman son los siguientes:

1. Propósito.
2. Alcance.
3. Definiciones.
4. Responsabilidades.
5. Procedimiento.
 - 5.1. Información, materiales y equipo.
 - 5.2. Frecuencia.
 - 5.3. Actividades detalladas.
6. Lineamientos generales.
7. Referencias.

8. Documentación.

Desarrollar cada uno de los puntos que forman el cuerpo del procedimiento, e instructivos se enumeran consecutivamente tal como se indica a continuación:

1. Propósito: Debe explicar porque es necesario el procedimiento o instructivo de trabajo.
2. Alcance: Proporciona una breve descripción de los empleados y las áreas de operación que se vean afectadas por el procedimiento.
3. Definiciones: Incluye la definición de cualquier término técnico o palabras especiales que aparezcan en el procedimiento o instructivo de trabajo y que no sean de uso común en las actividades diarias. Si se tiene duda sobre un término, es conveniente que se incluya dentro de las definiciones.
4. Responsabilidades: Se define la responsabilidad en el cargo, identificando los puestos de las personas responsables de cualquier actividad.
5. Procedimiento:
 - 5.1 Información, materiales y equipo. Describe cualquier situación que se deba de conocer de manera general para el desarrollo del procedimiento o instructivo de trabajo. En este punto también se deberán proporcionar de ser necesario los materiales y equipos requeridos.
 - 5.2 Frecuencia. Describe la frecuencia de ejecución de las actividades
 - 5.3 Actividades detalladas. Proporciona instrucciones claras sobre los pasos a seguir para llevar a cabo el procedimiento e instructivo de trabajo.
6. Lineamientos generales: Proporciona las reglas generales que se deben seguir para realizar los procesos.
7. Referencias: Menciona los documentos externos requeridos para llevar a cabo el procedimiento o instructivo de trabajo, los requisitos de los manuales de calidad del sistema, así como las circulares que apliquen al procedimiento.
8. Documentación: En esta sección se incluye cualquier fuente interna de apoyo que se considere necesaria para el mejor entendimiento o desarrollo de las actividades descritas en el procedimiento, así como los formatos mencionados en el mismo y los procedimientos o instructivos de trabajo con los que se relaciona. Este punto no se incluirá en los instructivos. El instructivo y procedimiento debe contar con un encabezado el cual debe incluir el nombre de la empresa, nombre del documento y el logo de la empresa.

En pie de página debe incluir: el enunciado “Si este documento está impreso es una copia no controlada”, código, versión, nombre de la persona que elaboró, revisó y autorizó el documento y por último debe tener el número de páginas. Para estos aspectos el tipo de letra es arial 8. Los nombres de quien revisa, autoriza y revisa solo aplican para la primera página.

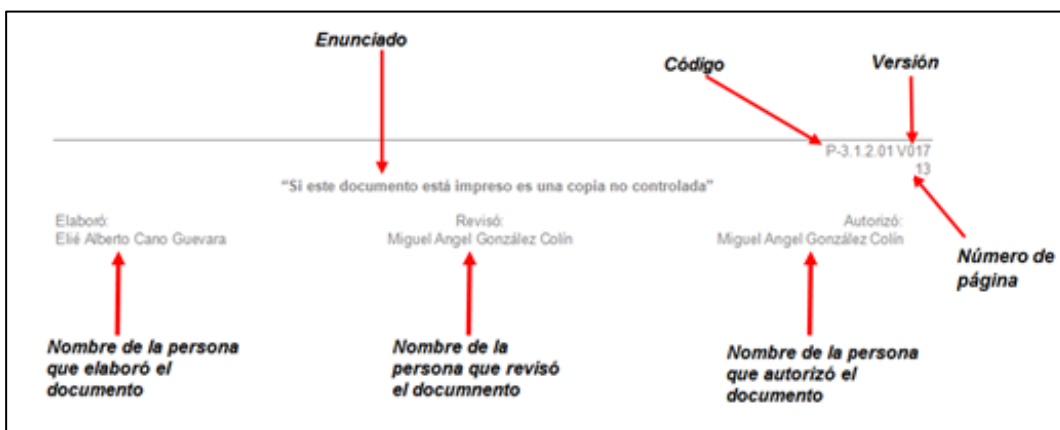


Figura 5. Pie de página.
Fuente: Guevara E. A. (2016).

La Figura 6, muestra el significado que corresponde a cada número del código.

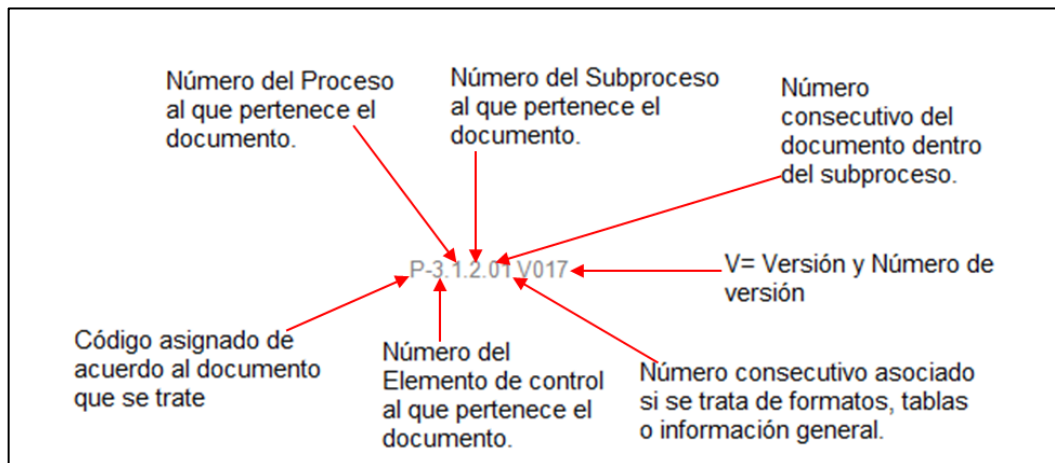


Figura 6. Significado del código.
Fuente: Guevara E. A. (2016).

La primera letra del código corresponde a lo siguiente:

- P = Procedimiento.
- I = Instructivo de Trabajo.
- M = Manual.
- DF = Diagrama de Flujo.
- IND = Indicador.
- T = Tabla.
- G = Información.
- R = Registro.
- Re = Reporte.

9. Discusión y análisis de resultados

El inventario tiene como propósito proveer a la empresa de materiales necesarios, para su continuo y regular desenvolvimiento, es decir, el inventario tiene un papel vital para funcionamiento acorde y coherente dentro de los procesos y de esta forma afrontar la demanda.

El área de inventarios de APT ZN maneja diferentes procesos que son de gran ayuda para la empresa, debido a que se controlan los productos y estos aseguran que la empresa cuente con inventario suficiente en tiempo y forma para hacer frente a la demanda. La Tabla 1, muestra los procesos implicados en el área de inventarios.

Área de Inventarios
Control de FMF
Rotación del producto
TPM
Cuadre de Inventarios
Merma y Rotura
Cobro de envase
Días piso
Control y organización del almacén
Ajuste de inventario
Validación de mermas
Derrame

Tabla 1. Procesos implicados en el área de inventarios.
Fuente: Guevara E. A. (2016).

Con este manual se mantendrán controles internos que permitirán una mejor gestión y desempeño de las 92 personas del almacén de producto terminado, y al ser publicado dentro de la empresa permitirá a la gerencia aplicar indicadores de control.

Al realizar un manual de procedimiento ayuda a la empresa a obtener una visión más clara sobre cuadre de inventario y sus procesos implicados. Uno de los grandes resultados es que al documentar estos procesos, sirve de base para capacitar al personal de nuevo ingreso.

La gran mayoría de las empresas para lograr la competitividad en el mercado nacional como internacional, deben contar con un Sistema de Calidad bien definido, de igual forma debe tener todos sus procedimientos documentados y registros, con la finalidad de que todo el personal de la empresa se sienta comprometido con la calidad y de esta forma se logra prestar un servicio de calidad a los clientes, por eso es necesario documentar los procesos del área. La actualización de los archivos que utiliza cada auditor de inventarios debe realizar el cuadre y generar la tendencia, esto para estandarizar cada documento dentro del área.

- Tendencia.
- Cuadre de Inventario Mensual.
- Cuadre de Inventario Santa Clara.

Se realizaron Diagramas de Flujo referentes al cuadre de inventario de esta manera se obtuvo una esquematización fácil de comprender, con este diagrama se pueden identificar las entradas y salidas que forman parte del cuadre de inventario.

10. Conclusiones

La comunicación es esencial en el área de inventarios ya que se convierte en un factor imprescindible para que los procesos que conforma un cuadre de inventarios funcionen adecuadamente. Además aumenta la competitividad de la organización y hace que los problemas se resuelvan rápidamente y de esta manera el trabajo en equipo es más eficiente, ayuda a tener un armonioso ambiente laboral donde los malentendidos disminuyen y se logran mejores resultados dentro del área. En consecuencia, se tiene una alta productividad, lo que se resume en una organización fuerte, sólida y en crecimiento.

Otro factor que influye en esta área es el trabajo en equipo (Coordinador de inventarios, jefe de inventario y auditores de inventarios), ellos trabajan conjuntamente para resolver aclaraciones o identificar oportunidades dentro del área y así disminuyen los problemas y logran los mejores resultados, en consecuencia se tiene una alta productividad en el área de inventarios. SAP es la herramienta más esencial e importante en toda la organización debido a que se caracteriza por un ambiente de trabajo intuitivo y con múltiples herramientas de configuración lo que posibilita trabajar de forma rápida y eficiente; además ayuda a tomar las mejores decisiones, también es una tecnología abierta y flexible, que posibilita el cambio y adaptación en función de la evolución de las necesidades de la empresa.

Al documentar los procesos para cuadre de inventarios se está generando información coherente, interna y confiable que ayuda al área de inventarios atacando las oportunidades o aclaraciones que se puedan presentar.

Para una correcta evaluación del almacén el inventario debe estar cuadrado. Para esto, los auditores de inventarios utilizan el archivo inventario “dd/mm/aa”, en el cual obtienen la diferencia de cada producto. Una vez obtenida las diferencias se efectúa la tendencia, generando el comportamiento del producto en una tabla, de esta manera se genera un histórico para una adecuada toma de decisiones.

			SEMANA 2						
	Desc. Material	No. Material	Costo	3	4	5	6	7	8
1	CC 1.5 LT PR 12 B	800071	47.93	-7	-4	-4	-49	0	4
2	CC 2 LT PR 8 B	800056	43.47	27	21	29	33	27	31
3	CC 2.5 LT PR 8 B	800055	53.69	-43	-16	-25	-32	-26	-26
				✖ -23	✓ 1	! 0	✖ -48	✓ 1	✓ 9
	Desc. Material	No. Material	Costo						
4	JOYA TTF 2L RP 8BOT	803108	47.25	1	2	2	1	2	2
5	JOYA DUR 2L RP 8BOT	803408	35.05	-2	-5	-5	-4	-5	-5
6	LIFT 2L RP 8BOT	801232	37.70	0	0	0	0	0	0
7	SIDRAL MUNDET 2L RP 8BOT	807117	35.90	0	0	0	0	0	-2
8	MIX FCA/SPT 2LT PR 8B	805631	42.32	7	8	3	4	5	-8
9	FTA NJA 2 LT PR 8 B	800328	34.58	-1	1	0	-1	0	0
10	FTA FRE 2 LT PR 8 B	800510	39.05	0	0	0	0	0	0
11	FRESCA 2LT PR 8 B	800827	35.69	0	-1	0	32	32	32
12	SPRITE 2LT PR 8 B	801029	37.57	2	2	8	7	6	6
				✓ 7	✓ 7	✓ 8	✓ 39	✓ 40	✓ 25
	Desc. Material	No. Material	Costo						
13	CC 355 ML VR 24 B	800001	25.68	-40	-32	-30	-28	-22	-17
14	CC 500 ML VR 24 B	800002	34.86	-26	-9	-9	-8	-17	-13
15	FTA NJA 355 ML VR 24 B	800317	26.93	0	0	0	0	0	0
16	FTA NJA 500 ML VR 24 B	800301	26.93	0	0	0	0	0	0
17	LFT 500 ML VR 24 B	801201	29.34	0	0	0	0	0	0
18	MIX CC/FTA NJA/LFT 500 ML VR 4 B (SDH)	801994	5.25	0	0	0	0	0	0
19	MIX FTA LFT 500 ML VR 24 B	806101	28.14	0	0	0	0	0	0
20	MIX JYA 355 ML VR 24 B	801945	23.29	0	0	0	0	0	0

Figura 7. Archivo de tendencia.
Fuente: Guevara E. A. (2016).

Por otra parte se cumple satisfactoriamente con la recolección de información proporcionada por el personal correspondiente, se redactaron los documentos (Procedimiento e Instructivos) de acuerdo al formato proporcionado por APT.

Con la recolección de los datos aportados por las diferentes personas del almacén ayuda a reflejar un panorama más concreto y fácil para realizar este procedimiento, una vez obtenida la información necesaria se realiza un análisis profundo de dicha información dando el enfoque deseado para su posterior estructura.

Redactar el manual es la parte más importante debido a que se documenta la información recabada anteriormente, la empresa cuenta con un formato ya estandarizado para los diferentes documentos, en esta etapa se ingresa al Sistema SAP como al Portal Corporación Rica, ya que algunos instructivos requieren de estas paginas (congelar stock, levantamiento de inventario, borrar registro, ubicaciones de conteo físico).

La revisión se lleva a cabo por las siguientes personas: Jefe de Inventarios, Coordinador de Inventario, Auditor de Inventarios y personal de planta Cuautla, cada persona tuvo diferentes puntos de vista los cuales ayudaron a retroalimentar el manual de una forma que quedara más concreto y preciso, una vez realizada la revisión se procedió a realizar las correcciones correspondientes.

Referencias.

Domínguez, E. A. (2016). Manual de Calidad.

Guevara, E. A. (2016). Procedimiento para elaborar procedimientos e instructivos de trabajo.

Guevara, E. A. (2016). Instructivo de llenado del formato para elaborar procedimientos e instructivos de trabajo.

GestioPolis. (2017). Que es inventario tipos utilidad contabilización y valuación. Recuperado de: <http://www.gestiopolis.com/que-es-inventario-tipos-utilidad-contabilizacion-y-valuacion/>.

Coca-Cola. (2016) Centro de Estrategia y Desarrollo del Sistema Coca-Cola. Recuperado de: <http://www.cedesko.com.mx/embotelladoras/emb-rica-q-somos.html>.

Karsz, E. (2016) ¿Qué es SAP? Recuperado de: http://cvosoft.com/sistemas_sap_abap/recursos_tecnicos_abap/que_es_sap_introduccion_sap.php#que-es-sap-modulos-aplicaciones-sap.

Semblanzas de los autores

María del Rosario Vivanco Reyes. Ingeniera en Sistemas Productivos de la Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense.

Larissa Olivia Ruíz Cabrera. Doctora en Investigación Educativa, Maestra en Administración Educativa. Licenciatura en Ingeniería Química. Profesor de Tiempo completo Titular B, con una experiencia educativa de 17 años en la Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense. Perfil Deseable PRODEP periodo 2015-2018. Miembro del cuerpo académico Ingeniería y Tecnología.

María del Carmen Gómez López. Doctora en Investigación Educativa, Maestra en Administración Financiera. Licenciatura en Contaduría Pública. Profesor de Tiempo completo Titular B, con una experiencia educativa de 20 años en la Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense. Perfil Deseable PRODEP periodo 2014-2017. Miembro del cuerpo académico Desarrollo Empresarial.

Raymundo Sergio Noriega Loredó. Maestro en Tecnologías de Información y Comunicación. Especialidad en Sistemas de Información. Ingeniero en Sistemas Computacionales. Profesor de Tiempo completo Titular B, con una experiencia educativa de 19 años en la Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense. Perfil deseable PRODEP período 2015-2018. Miembro del cuerpo académico Tecnologías de Información y Telecomunicaciones.

Sistema de Inspección de Calidad mediante Visión Artificial para el Maquinado de Elementos Mecánicos / *Quality Inspection System by Using Artificial Vision on the Machining of Mechanical Elements*

Ing. Sergio Neftalí Cerritos Juárez¹, M.I. José de Jesús Alvizo García² y
M.I.E. Méndez Guzmán Hugo Antonio³.

^{1, 2, 3}Ingeniería en Robótica, Universidad Politécnica del Bicentenario (UPB), Carretera Estatal
Silao – Romita Km. 2, San Juan de los Durán, Silao, Gto. México, C.P. 36283, (472)723-87-11.

¹scerritosj@upbicentenario.edu.mx, ²jalvizog@upbicentenario.edu.mx,

³hmendezg@upbicentenario.edu.mx

Resumen:

En este trabajo se presentan los fundamentos de los procesos de manufactura con remoción de material para la fabricación de elementos mecánicos, así como las bases para la inspección dimensional y acabado superficial mediante un sistema de visión basado en la apariencia, el cual compara dos grupos de piezas manufacturadas en torno y fresadora CNC, tomando en cuenta un grupo de dichas piezas como patrón y otro grupo con defectos en su acabado superficial y dimensiones, con el fin de estimar las diferencias entre ellas para un control de calidad, inspeccionados con herramientas de visión aplicado en plataformas de software de características industriales. De igual manera se presentan sugerencias para optimizar los mecanizados y extender la vida útil de las herramientas.

Palabras Claves: Procesos de remoción de material, desbaste, rugosidad, sistemas de visión, inspección de calidad.

Abstract:

In this article we present fundamentals of material removal processes for mechanical elements manufacturing. Likewise, bases of dimensional inspection and superficial finishing based on appearance by using a vision system are defined, which compares two groups of manufactured parts in CNC milling and turning, taking one group as a pattern and another one with defects in their surface finish and dimensions, in order to estimate the differences between them for quality control. They are inspected with vision tools from platforms of software with industrial characteristics. Suggestions are also made to optimize machining and extend tool life.

Keywords: Material removal process, roughing, roughness, vision systems, quality inspection.

1. Introducción

Existen empresas donde se realiza la manufactura de piezas mecánicas para aplicaciones establecidas en la industria automotriz o aeronáutica principalmente en la región.

La demanda de los productos que elaboran estas empresas es muy basta, ya que se requieren productos y servicios en estampados, fundición, fabricación de estructuras, trabajos en acero inoxidable, troquelado, procesos de corte por plasma o por láser, rolado, entre otros procesos que la industria metalmeccánica puede proveer, esto sin mencionar los servicios anexos de

mantenimiento y soporte que se pueden también desprender y que consiguen ser provistos por las empresas del sector.

El avance en la tecnología ha mejorado en gran manera la calidad del maquinado, con el implemento del control numérico se pueden obtener piezas con gran precisión y a gran velocidad sin embargo existen factores que pueden afectar el acabado de los productos obtenidos.

Este proyecto consiste en la implementación de un sistema de visión, el cuál a través de la instalación de una cámara y con la ayuda de un software se pretende obtener la información necesaria de las dimensiones de las piezas con respecto a las medidas finales, orientación y acabado superficial, que permita clasificar las piezas de acuerdo a las tolerancias establecidas por el diseñador.

El sistema de visión tendrá capturados los datos adecuados de la pieza y se tomarán como referencia para las piezas subsecuentes, por lo tanto, si no se cumple con las tolerancias serán rechazadas.

2. Ingeniería de Manufactura

La ingeniería de manufactura estudia los procesos de conformado y fabricación de componentes mecánicos con la adecuada precisión dimensional, así como de la maquinaria, herramientas y demás equipos necesarios para llevar a cabo la realización física de tales procesos, su automatización, planificación y verificación.

La ingeniería de manufactura es una función que lleva a cabo el personal técnico, y está relacionado con la planeación de los procesos industriales para la producción económica de productos de alta calidad. Su función principal es preparar la transición del producto desde las especificaciones de diseño hasta la manufactura de un producto físico. Su propósito general es optimizar el proceso productivo dentro de la empresa determinada. El ámbito de la ingeniería de manufactura incluye muchas actividades y responsabilidades que dependen del tipo de operaciones de producción que realiza la organización particular.

La planeación de procesos implica determinar y seleccionar las operaciones de maquinado más adecuadas y el orden en el cual deben realizarse para producir una parte o producto determinado, que se especifican en la ingeniería de diseño. El plan de procesos debe desarrollarse dentro de las limitaciones impuestas por el equipo de procesamiento disponible y la capacidad productiva de la fábrica (Kalpakjian and Schmid, 2002).

3. Células de Manufactura flexible

La célula de manufactura flexible es un grupo de estaciones de procesamiento (generalmente máquinas herramientas por control numérico computarizado CNC) interconectadas mediante un sistema automatizado de manejo y almacenamiento de material, y controladas por medio de un sistema integrado de computadoras.

Las celdas de manufactura se pueden flexibilizar utilizando centros de maquinado, maquinas CNC y robots industriales, u otros sistemas mecanizados para el manejo de materiales y trabajo en proceso. En la figura 1 se muestra un ejemplo de una célula de manufactura flexible (FMC), atendida para operaciones de maquinado, consta de máquinas herramientas como centros de maquinado, manipulador y una estación de inspección y medición. Las celdas de manufactura flexible también se pueden diseñar y accionar con un robot central. El diseño y la operación de la celda son más exactos, ya que las máquinas, robots, efectores finales y sistemas de control deben funcionar apropiadamente.

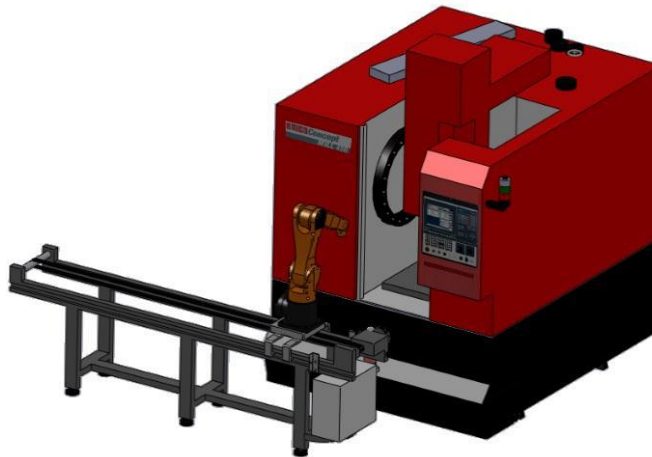


Figura 1. Célula de manufactura flexible, laboratorio de robótica.
Fuente: Del Autor.

4. Operaciones de maquinado y consideraciones.

Hay muchas clases de operaciones de maquinado, cada una de las cuales es capaz de generar una cierta configuración geométrica y textura superficial, entre los más comunes se encuentran las operaciones de fresado, taladrado y torneado (Groover, 2007).

4.1 Fresado.

El fresado es una operación de maquinado en la cual se hace pasar una pieza de trabajo sobre una herramienta rotatoria con múltiples bordes o filos cortantes. La herramienta de corte se llama fresa o cortador para fresadora y los bordes cortantes se llaman dientes. Debido a la variedad de formas posibles y a sus altas velocidades de producción, el fresado es una de las operaciones de maquinado más versátiles y ampliamente usadas (Groover, 2007). En la Figura 2 se muestran los diferentes tipos de fresado.

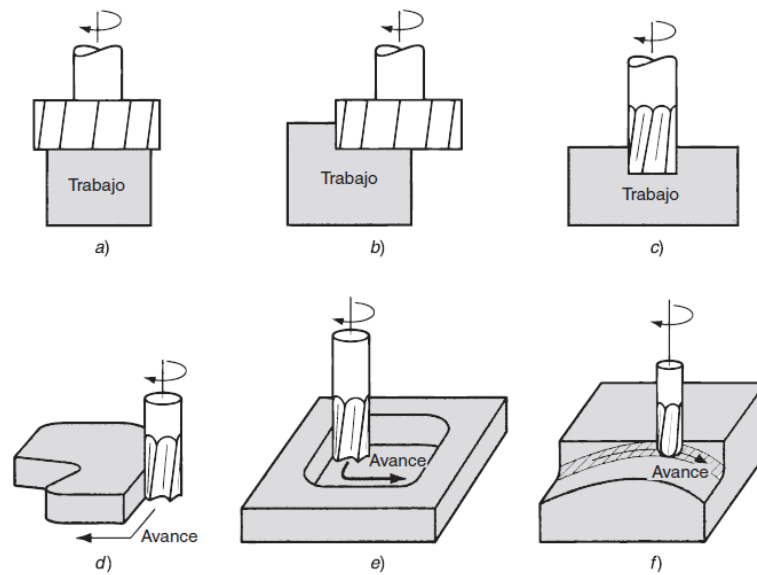


Figura 2. Procesos de fresado, (a) Fresado frontal convencional, (b) Fresado frontal convencional, (c) Fresado terminal, (d) Fresado de perfiles, (e) Fresado de Cavidades, (f) Fresado de contorno superficial.
Fuente: (Groover, 2007).

4.2 Taladrado.

Se usa para crear agujeros redondos en una pieza de trabajo. El taladrado se realiza por lo general con una herramienta cilíndrica rotatoria, llamada broca que tiene dos bordes cortantes en su extremo. La broca avanza dentro de la pieza para formar un agujero cuyo diámetro está determinado por el diámetro de la broca. Los agujeros taladrados pueden ser agujeros completos o agujeros ciegos. En los agujeros pasados, la broca sale en el lado opuesto del trabajo; en los agujeros ciegos no es así.

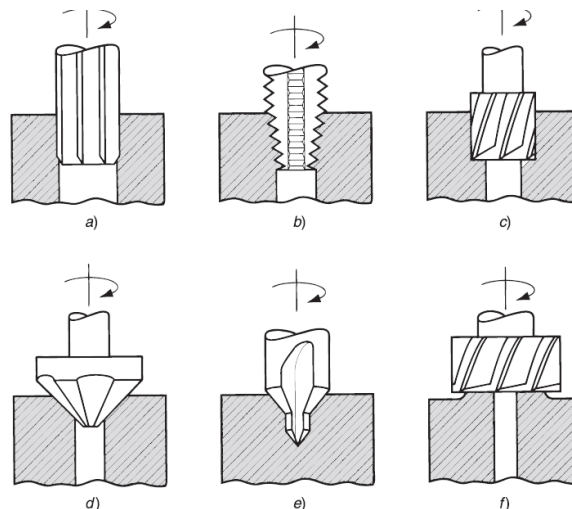


Figura 3. Procesos de taladrado, (a) Escariado, (b) Roscado interior, (c) Abocardado, (d) Avellanado, (e) Centrado, (f) Refrentado.
Fuente: (Groover, 2007).

4.3 Torneado.

El torneado es un proceso de maquinado en el cual una herramienta de una sola punta remueve material de la superficie de una pieza de trabajo cilíndrica en rotación, la herramienta avanza linealmente y en una dirección paralela al eje de rotación. La herramienta implementada generalmente es monofilos y recibe el nombre de buril, pero se puede maquinar con herramientas secundarias para diferentes procesos. En la figura 4 se muestran los diferentes procesos de torneado.

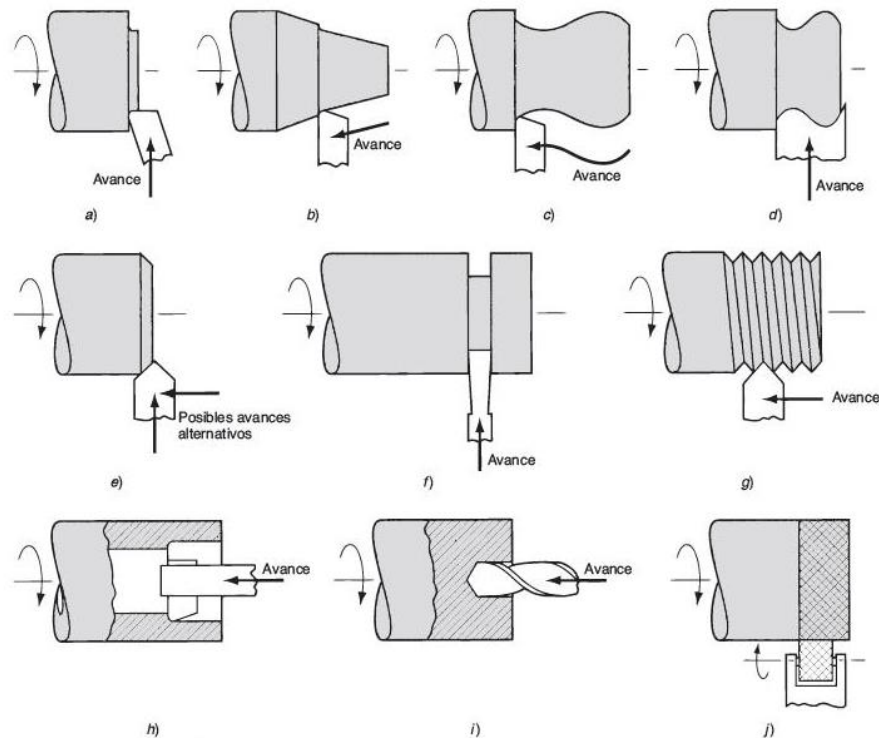


Figura 4. Procesos de manufactura con torno, (a) Careado, (b) Torneado cónico, (c) Torneado de contornos, (d) Torneado de formas, (e) Achaflanado, (f) Tronzado, (g) Roscado, (h) Perforado, (i) Taladrado, (j) Moletado.

Fuente: (Groover, 2007).

4.4 Consideraciones para el maquinado.

De acuerdo al tipo de proceso y material a maquinar se debe tener en consideración las características de cada una de las herramientas para elegir la más adecuada conforme a la operación requerida, ya que cada herramienta ofrece ciertas ventajas en base a su diseño. Por otro lado, es importante no solo elegir una herramienta con ciertas propiedades sino que también es fundamental conocer la cantidad de filos del cortador apropiado para cierto tipo de material, ya que la viruta que se desprende varía de acuerdo a las propiedades del material a trabajar. Los fabricantes recomiendan elegir una fresa de 2 dientes para materiales blandos y una fresa de 4 dientes para materiales difíciles de mecanizar.

Así mismo, los parámetros de maquinado son fundamentales en el desempeño de la herramienta, una adecuada velocidad de corte mejora el mecanizado y logra una mayor vida de la herramienta. En la Figura 5 se muestran una relación de velocidades de corte recomendadas para herramientas de alta velocidad.

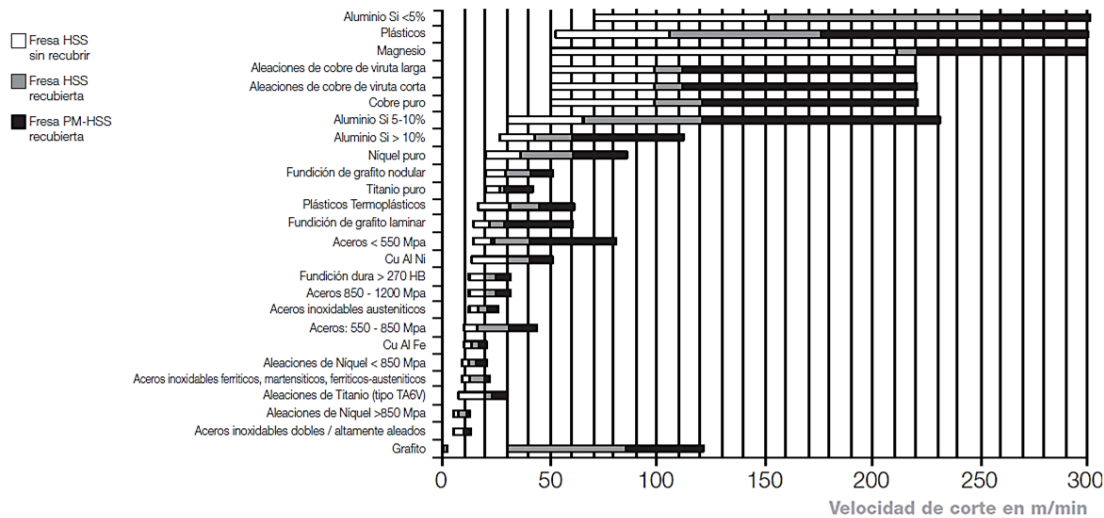


Figura 5. Velocidades de corte típicas.
Fuente: (HSS Forum, 2012).

5. Sistemas de visión en entornos industriales

El proceso de inspección de calidad en medios industriales se realiza a través del transporte de las piezas manufacturadas por un conveyor hacia la zona de inspección, la cual está dotada por una o más cámaras (frontal y/o lateral) y un sistema de iluminación adecuado a la tarea de inspección. Una vez que el objeto se acerca a la zona de inspección se realiza la adquisición de la imagen, procesamiento, análisis e interpretación (Figura 6).

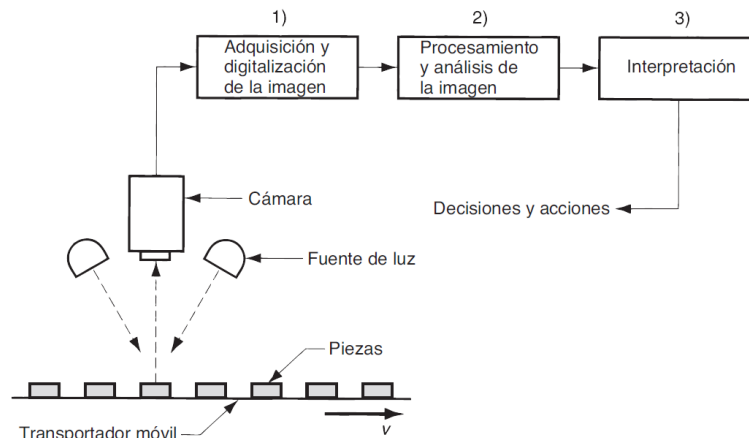


Figura 6. Operación de un sistema de visión de máquina.
 Fuente: (Groover, 2007).

6. Herramientas de Inspección en Sistemas de Visión Industriales.

Los sistemas de visión industriales están conformados por un conjunto de algoritmos para la distinción y medición de características de una región de interés (ROI) en una imagen, arrojando una aceptación o un rechazo en la comparación de una imagen capturada con una imagen de referencia (patrón). Entre las principales herramientas se encuentran las denominadas herramientas presencia-ausencia y herramientas de medición (Méndez y González, 2016).

Las herramientas presencia-ausencia miden la presencia y cuantificación de propiedades por regiones como luminosidad, contraste, patrones, márgenes y círculos. Las herramientas de medición se utilizan para medir distancia, diámetros, ángulos y áreas de las características de la imagen. Estas trabajan de forma muy similar a las de presencia-ausencia pero con la diferencia de usar herramientas previas para calcular la distancia entre ellas, tal como la distancia entre el centro de una circunferencia a otra, distancia entre circunferencia y un margen, distancia entre márgenes, etc.

6.1 Luminosidad.

Esta herramienta determina si una característica está presente o ausente basándose en la intensidad promedio de escala de grises (es decir, brillo). Comunica una aceptación si la puntuación del área de la región se encuentra dentro de los límites o un rechazo si está fuera de ellos. Matemáticamente el brillo de una imagen se define como:

$$\bar{g} = \sum_{g=0}^{L-1} \frac{gN(g)}{M} \quad (1)$$

Donde L , $N(g)$ y g son el número de niveles de gris contenido en una imagen, número de píxeles en el nivel de intensidad g y el número de píxeles en la imagen, respectivamente (Pajares y De la Cruz, 2008).

6.2 Recuento de Píxeles.

Determina si una característica está presente o ausente basándose en el número de píxeles claros u oscuros de una región; comunica una aceptación si el número de píxeles de la región está dentro de los límites o un rechazo si esta fuera de ellos. El recuento de píxeles claros y oscuros se pueden expresar matemáticamente como:

$$n_B = \sum_{i=0}^{M-1} P(i) \quad (2)$$

$$n_D = M - n_B \quad (3)$$

con

$$P(i) = \begin{cases} 1, & \text{sí } f(i) \geq T \\ 0, & \text{de otro modo} \end{cases} \quad (4)$$

Como se puede apreciar en la ecuación 4, $P(i)$ denota la operación de umbralización sobre cada uno de los M píxeles de la imagen.

6.3 Márgenes.

La función de esta herramienta ayuda a determinar si hay márgenes lineales sobre nuestra pieza de inspección presentes o ausentes y comunica una aceptación si la característica de margen está dentro de los límites o mostrar un rechazo si está fuera de ellos o la característica no se encuentra sobre la pieza.

Un margen o línea se forma cuando hay un cambio brusco de brillo en una imagen, es decir un borde. Para hacer la detección de estos es necesario usar la transformada de Hough en su representación polar de una línea:

$$x \cos \theta + y \sin \theta = \rho \quad (5)$$

Tal que dos puntos que pertenecen a una línea corresponden a una intersección en el plano $\rho\theta$ (Méndez y González, 2016), como se muestra en la Figura 7.

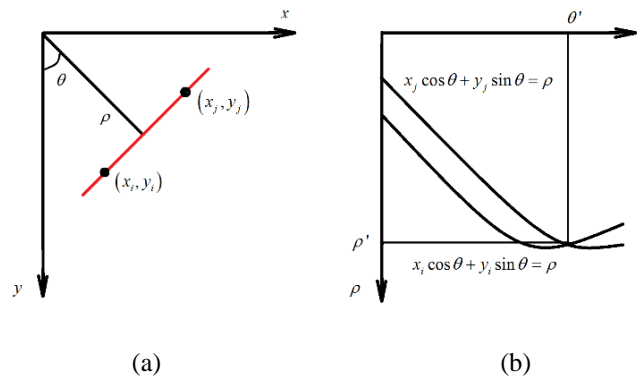


Figura 7. Correspondencia entre la intersección en el punto (p', θ') y la línea formada por (x_i, y_i) y (x_j, y_j) ,
a) Parametrización de líneas en el plano xy , b) Curvas senoidales en el plano $\rho\theta$.

Fuente: (Méndez y González, 2016).

Siendo así, cada pixel de un borde tiene una representación en el plano $\rho\theta$, y por lo cual una línea formada por un cambio de brillo tiene múltiples intersecciones en dicho plano, y por lo tanto una línea recta en el plano $\rho\theta$ está localizada donde hay mayor incidencia de intersecciones por cada pixel y su representación polar. Se puede apreciar en la figura 8 como un borde está ubicado en donde los pixeles del plano $\rho\theta$ son más brillantes.

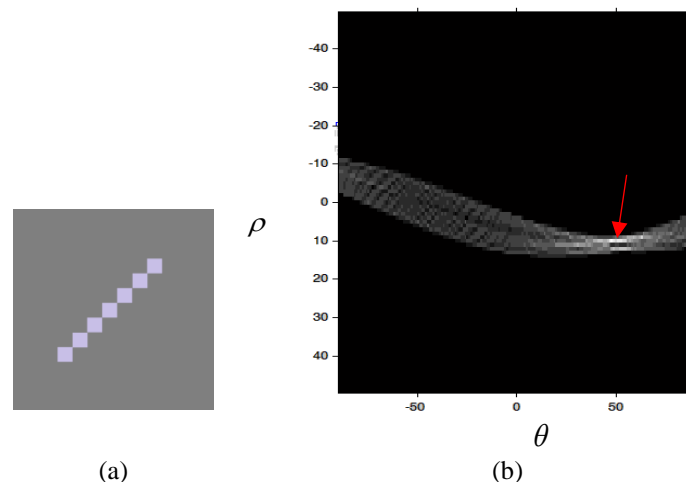


Figura 8. Transforma de Hough del borde de una imagen, (a) Borde de una imagen producida por un cambio de iluminación, (b) Transformada polar de Hough del borde de una imagen.

Fuente: (Méndez y González, 2016).

6.4 Círculo

Determina si una característica circular está presente o ausente sobre la pieza de inspección y comunica la aceptación si la característica circular está dentro de los límites o un rechazo si está fuera de ellos o la característica no se encuentra sobre la pieza. De forma similar que un margen, un círculo es formado por un cambio brusco de brillo pero con un patrón circular.

Por lo que para su detección se puede usar una modificación al algoritmo de Hough. Partiendo de la ecuación de un círculo con centro en (\bar{x}, \bar{y}) .

$$(x - \bar{x})^2 + (y - \bar{y})^2 = \rho^2 \quad (6)$$

y representando en coordenadas polares un punto en la circunferencia (u, v) con referencia al plano (\bar{x}, \bar{y}) tal y como se muestra en la figura 9a.

$$\begin{aligned} u &= \bar{x} + \rho \cos \theta \\ v &= \bar{y} + \rho \sin \theta \end{aligned} \quad (7)$$

De tal forma que es posible trazar un círculo de radio ρ por cada punto (u, v) en la circunferencia formada por los bordes de la imagen, y por lo tanto la localización del centro de un círculo de la imagen será en aquel lugar donde haya mayor incidencia de intersecciones por cada pixel y su representación polar (Burger, 2009). Se puede apreciar en la Figura 9b como un borde está ubicado en donde los pixeles del plano $\rho\theta$ son más brillantes, al igual que la localización del centro de un círculo, a través de la traza y acumulación de intersecciones en la traza de círculos por cada punto (u, v) sobre la circunferencia original.

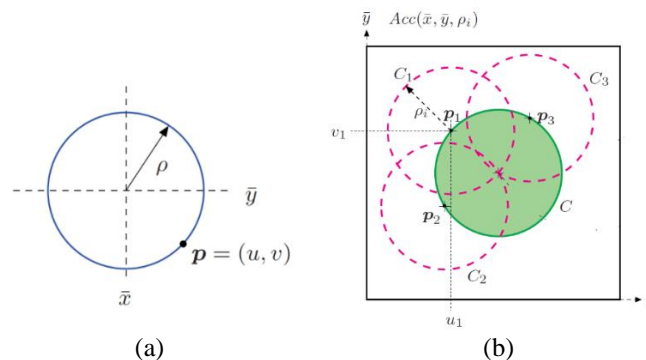


Figura 9. Transformada de Hough para círculos, (a) Representación de un círculo 2D, (b) Acumulación de círculos sobre la circunferencia original.
Fuente: (Méndez y González, 2016).

7. Inspección Dimensional y Acabado Superficial a través de Herramientas de Visión

Dado que la inspección de calidad de productos manufacturados se realiza a través de la toma de imágenes y de acuerdo a los algoritmos descritos anteriormente; para establecer si el producto se encuentra dentro de las especificaciones, es necesario la comparativa de cada pieza con elemento patrón previamente analizado, de tal manera que se puedan establecer las tolerancias permisibles a través de las imágenes capturadas y el uso de las herramientas de visión.

Para los análisis dimensionales y acabado superficial se manufacturaron dos piezas patrón y dos con defectos en dimensiones y acabado, para las cuáles se tomaron imágenes desde la vista frontal y superior a través de una webcam convencional analizando sus diferencias a través de las herramientas de inspección por visión.

La primera pieza fue manufacturada en un torno convencional, la cual lleva los procesos de refrentado, cilindrado y roscado (Figura 10). Se consideraron estos tres procesos porque son los que involucran una inspección longitudinal y diametral de la pieza.

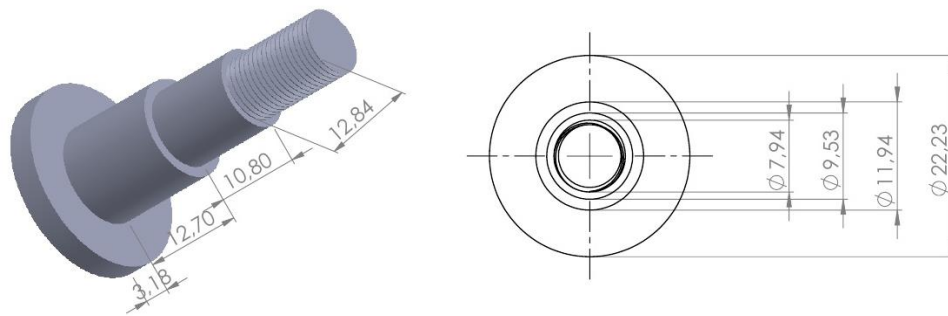


Figura 10. Plano de construcción de pieza de prueba 1.
Fuente: Del Autor.

Como segundo elemento, se considera una pieza maquinada por un proceso de contorneado, ranurado, taladrado y un pocket o caja, los cuales se encuentran dentro de los procesos más comunes en un centro de maquinado CNC y estos procesos son suficientes para efectuar el análisis considerando inspección dimensional de las ranuras, la separación entre ellas, la longitud del pocket y el acabado superficial. La Figura 11 muestra el plano de construcción dimensional.

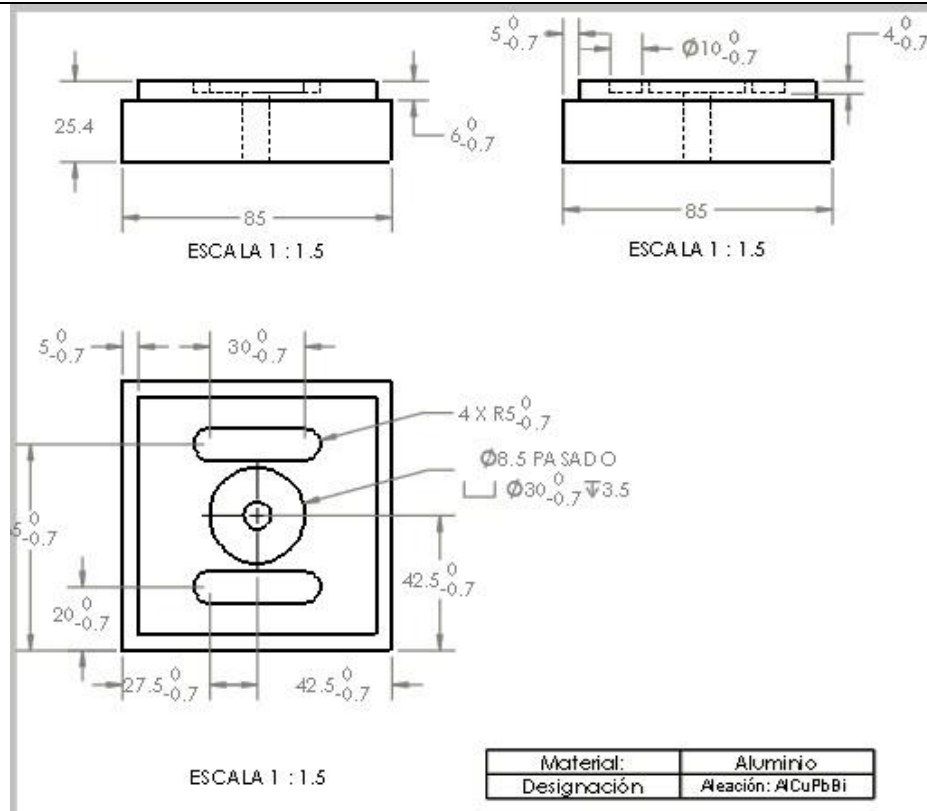


Figura 11. Plano de construcción de pieza en CNC.
Fuente: Del Autor.

7.1 Inspección Dimensional.

La inspección dimensional se puede realizar a través de la revisión de márgenes y la distancia entre ellos, tal que el sistema de visión produce rechazos si los márgenes no son encontrados en la posición que se configura en el software o la distancia entre ellos no corresponde con las tolerancias configuradas en pixeles.

En la Figura 12a se muestra el análisis dimensional de la pieza 1 sobre su cara frontal y manufacturada acorde al plano de la Figura 10, mostrando en recuadros verdes la detección de los márgenes; en la Figura 12b se puede apreciar que en el análisis de la imagen no se encontraron 4 márgenes y por lo cual el software no puede calcular la distancia entre ellas enviando un rechazo en forma de indicador digital.

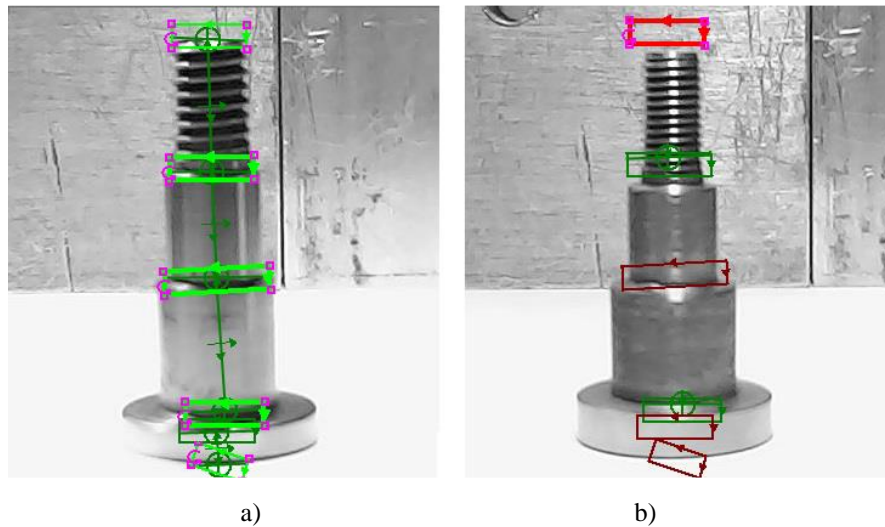


Figura 12. Inspección dimensional sobre la cara frontal de la pieza 1, (a) Medición longitudinal correcta, (b) Medición longitudinal incorrecta.
Fuente: Del Autor.

Por otra parte en la Figura 13 se muestra el análisis dimensional de la pieza 1 sobre su cara superior, mostrando en la Figura 13a la detección correcta de círculos sobre regiones específicas (círculos en verde), mientras en la Figura 13b se muestra una pieza de diferente diámetro y los rechazos lanzados por la inspección (círculos rojos).

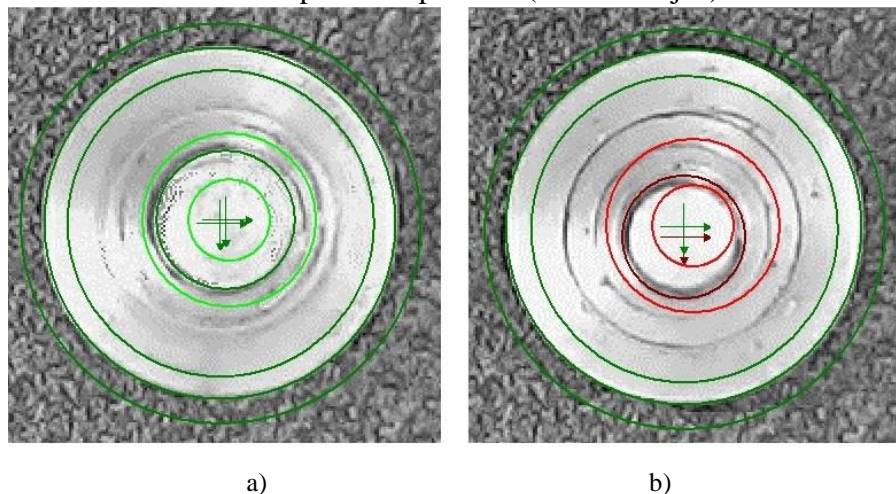


Figura 13. Inspección dimensional sobre la cara superior de la pieza 1, (a) Medición transversal correcta, (b) Medición transversal incorrecta.
Fuente: Del Autor.

Para la pieza manufacturada 2, se puede proceder con el análisis dimensional de la misma forma, la Figura 14 muestra la detección de márgenes y círculos así como las distancias entre ellos, estableciendo en la forma de medición el mismo criterio que para el plano de construcción de la Figura 11.

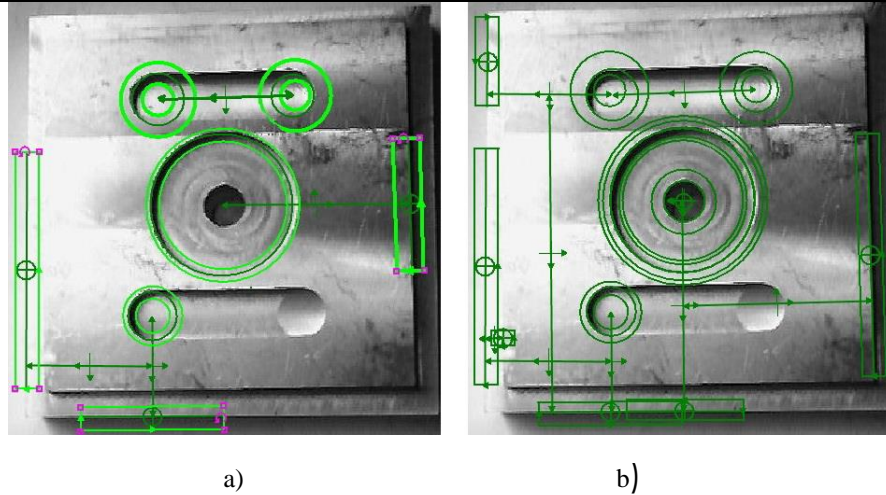


Figura 14. Inspección dimensional sobre la cara frontal de la pieza 2, (a) Inspección básica de márgenes y círculos, (b) Inspección acorde a los planos de construcción.

Fuente: Del Autor.

7.2 Inspección de Acabado Superficial

El análisis del acabado superficial se puede realizar por las herramientas de luminosidad y recuento de píxeles considerando colocar un sistema de iluminación frontal, tal que los acabados rugosos presentan un reflejo que se dispersará en todas direcciones, mientras que un acabado liso reflejará en la dirección opuesta a la fuente de iluminación, retornando los rayos de luz hacia la cámara y por lo cual un acabado liso presentará mayor luminosidad que un acabado rugoso.

Sin embargo conviene resaltar que el basarse en la herramienta de luminosidad no es suficiente, ya que el uso de esta herramienta se recomienda cuando la diferencia entre las imágenes del patrón y la imagen de la pieza en análisis difieren bastante entre sí.

Por otro lado, la herramienta de recuento de píxeles arroja una diferencia más notoria para imágenes similares, ya que su medición se basa en el conteo de píxeles blancos y negros agrupados en la imagen.

En la Figura 15b y 15e se muestra un acabado adecuado (pieza patrón) e inadecuado (pieza de prueba) respectivamente. Como se puede ver en las Figuras 15c y 15f, los histogramas de las regiones muestran una distribución similar, por lo que la luminosidad de esas regiones varía una cantidad mínima y por lo cual es inadecuado en la inspección visual ya que puede producir falsas identificaciones, sin embargo, utilizando la herramienta de recuento de píxeles se puede apreciar una diferencia de píxeles claros (Figuras 15a y 15d) dado por el reflejo del acabado superficial a partir de un sistema de iluminación y posición de la cámara.

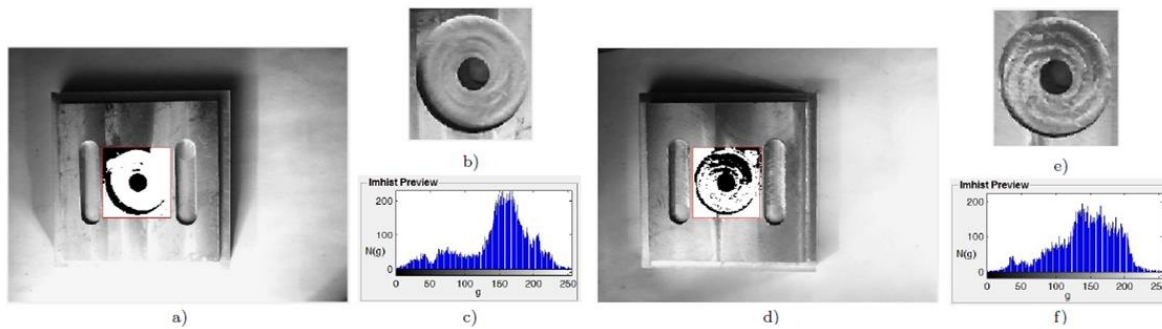


Figura 15. Inspección de acabado superficial de la pieza 2, a) Pieza patrón, b) Acabado superficial requerido, c) Histograma de acabado, d) Pieza en análisis, e) Acabado superficial rugoso, f) Histograma de pieza con mal acabado.

Fuente: Del Autor.

8. Discusión

Los errores de dimensionamiento en manufactura se producen por la mala interpretación de los planos de fabricación y por ende la errónea selección de las trayectorias de corte generando deformaciones geométricas en la pieza terminada.

De igual manera en los procesos de torneado una mala selección del punto de referencia (cero pieza), propicia orientaciones inadecuadas en la calibración de la herramienta, la profundidad de corte se ve desplazada con respecto a los cálculos programados, produciendo una variación en las dimensiones transversales y longitudinales tal y como se muestra en las Figuras 12b y 13b.

Las causas que pueden generar un acabado inadecuado son propiciadas por un avance rápido de la herramienta en relación al giro de la misma. Esto provoca que el corte de los filos sea más lento con respecto al recorrido, por esta razón quedan rebabas o incluso se aprecia una mayor rugosidad en la superficie (Figura 15d).

Dado que el experimento fue controlado, generando intencionalmente los defectos en el proceso de manufactura se pueden dar como observaciones generales las siguientes:

- Una mala selección del punto de referencia (cero pieza), propicia orientaciones inadecuadas en la calibración de la herramienta, la profundidad de corte se verá desplazada con respecto a lo programado.
- Elegir la herramienta de acuerdo al tipo de operación (ángulo de ataque del cortador, dirección de corte).
- Considerar la dimensión del material de trabajo tanto de forma longitudinal como transversal y que se encuentren dentro de los límites establecidos durante el maquinado.
- Considerar un porcentaje de material de agarre para reducir los esfuerzos al momento de entrar en contacto la herramienta con el material.

- Una mala interpretación del plano de fabricación para la selección de las trayectorias de corte produce un dimensionamiento erróneo en la pieza terminada.
- Asignar una profundidad de corte excesiva a la recomendada por los fabricantes de herramientas reduce el tiempo de vida de la herramienta y genera un desgaste que afecta el acabado superficial de la pieza.

Tomando en consideración estos principales factores se puede lograr obtener una herramienta de calidad.

9. Conclusiones y Trabajo Futuro

El sistema de visión es una herramienta muy práctica para lograr mantener un control de calidad en los maquinados. Sin embargo, es muy importante tomar en cuenta los aspectos como: la resolución de la cámara, luminosidad y la distancia entre la cámara y la pieza principalmente. Cumpliendo con estos criterios, este método de verificación es de lo más adecuado en lo que respecta a verificación por apariencia.

La plataforma de software In-Sight Explorer de Cognex presenta facilidad en la muestra de resultados e interpretación para inspección a través del reconocimiento y procesamiento de imágenes, permite realizar mediciones simultáneas sobre la misma pieza, sin embargo una de las limitantes es la comunicación en tiempo real entre la cámara y el software, ya que debe ser de la misma marca.

Como prospectiva existen actividades a realizar como la comparación del nivel de acabado entre un sistema de visión y la medición con rugosímetro. Otro aspecto a trabajar es lograr la comunicación entre In-Sight Explorer con una cámara convencional. Y finalmente como un proyecto de aplicación, la inspección de componentes de un fixture, mediante herramientas presencia-ausencia como medio de verificación dimensional y de tolerancias admisibles para lograr ensambles adecuados relacionados al diseño del fixture.

Referencias

- Burger, W., Burge, M., Principles of Digital Image Processing, Springer, UK, 2009.
- Groover, M., Fundamentos de manufactura moderna, McGraw Hill, México, 2007.
- Kalpakjian, S., Schmid, S., Manufactura, ingeniería y tecnología, Prentice Hall, México, 2002.
- Méndez H., González, A., Desarrollo de herramientas de Visión Artificial en Matlab para Inspección de Tarjetas PCB, Pistas Educativas, No. 119, Instituto Tecnológico de Celaya, México, 2016.
- Pajares, G., De la Cruz, J., Visión por Computador- Imágenes digitales y aplicaciones, Alfaomega Ra-Ma, México, 2008.
- Velocidades de corte típicas, HSS Forum, 2012.
<http://hssforum.com/Spanish/5-FRESADO.pdf>

Semblanzas de los autores

Sergio Neftalí Cerritos Juárez: Egresado de la Universidad Politécnica del Bicentenario como Ingeniero Robótico (2013); Técnico en Electromecánica CECYTEG (2010); se ha desempeñado como Jefe de producción CNC y evaluación de proyectos de Manufactura en la empresa Automatización y Control Eléctrico del Bajío. Actualmente laborando como profesor en el programa de Ingeniería Robótica en la Universidad Politécnica del Bicentenario y cursando la Maestría en Ingeniería de Manufactura en la Universidad De La Salle Bajío.

José de Jesús Alvizo García: Maestro en Ingeniería de Manufactura por la Universidad De La Salle Bajío campus León; Ingeniero electromecánico por el Instituto Tecnológico de León; se ha desempeñado como coordinador de mantenimiento en sistemas eléctricos y elementos estructurales en empresa de telecomunicaciones, dedicada a la integración de sitios celulares a nivel nacional. Actualmente profesor de tiempo completo en el programa educativo de Ingeniería Robótica, en el área de mecánica y manufactura avanzada, desarrollándose en el tema de tecnologías emergentes en robótica aplicada.

Hugo Antonio Méndez Guzmán: Maestro en Ingeniería Electrónica por el Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán; Ingeniero en Electrónica con especialidad en Instrumentación y Control por el Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán; se ha desempeñado como técnico de diagnóstico en empresa Solectron Manufactura De México, S.A. De C.V, dedicada al ensamble de tarjetas electrónicas. Actualmente profesor de tiempo completo en el programa educativo de Ingeniería Robótica, en las áreas de programación y automatización, desarrollándose en el tema de tecnologías emergentes en robótica aplicada.

Aplicaciones de un SIG para un Ordenamiento Territorial y Ecológico en la Cuenca de la Laguna de Cajititlán, Visto desde el Concepto de Riesgo y del Manejo de Cuencas / A GIS Applications for Land Planning and Ecological in the Basin of the Cajititlan Lake, Seen from the Concept of Risk and Watershed Management

M.C. Juan Luis Caro Becerra¹, Dra. Luz Adriana Vizcaíno Rodríguez², M. en C. Pedro Alonso Mayoral Ruiz³, M. en C. José Luis Reyes Barragán⁴

^{1, 2, 3, 4} Universidad Politécnica de la Zona Metropolitana de Guadalajara, Carretera Tlajomulco Santa Fe km. 3.5 # 595, Colonia: Lomas de Tejeda, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, C.P. 45640, (33)3040-99-10.

¹jcaro_becerra@hotmail.com, ²adyvizcaino7@gmail.com

Resumen:

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), han sido utilizados como herramientas para trabajar con datos georeferenciados con respecto a coordenadas espaciales o geográficas. La Laguna de Cajititlán, presenta condiciones críticas ocasionado por factores tales como: variabilidad en los niveles del embalse, nuevos desarrollos habitacionales, sobreexplotación de acuíferos, descarga de aguas residuales y otros. El objetivo fue construir un SIG que facilite el manejo de la Laguna de Cajititlán mediante una aplicación de internet, que cuente con datos fisiográficos y físico-químicos para ubicar fuentes de contaminación y diseñar un plan de Ordenamiento Territorial. La base de datos se efectuó con el programa QGIS 2.18 que fue de gran ayuda en el desarrollo de las aplicaciones donde se muestra la problemática de la cuenca con respecto a la escasez de agua debido al abatimiento de los niveles estáticos. El análisis permitirá identificar zonas vulnerables que pueden ser afectados actualmente y a futuro.

Palabras clave: Sistemas de Información Geográfica, acuíferos, internet, contaminación, vulnerables.

Abstract:

Geographic Information System (GIS), have been used as tools for working with georeferenced data related to spatial or geographic coordinates. Cajititlan lake, presents critical condition caused by factors such as: reservoir level changes, variability in aquifers levels, new urban developments, wastewater discharges and others. The objective was to build a GIS to facilitate the management of Cajititlan lake through a web application, in addition to complementary physiographic and physico-chemical data to located sources of pollution and design a Land and Ecological Planning. Is used the software QGIS 2.18 that was of great help in the development of applications where is shows the problematic of the basin with respect to the shortage of water due to the abatement of them levels static. The analysis will identify vulnerable areas can be affected at present and in the future.

Keywords: Geographic Information System, aquifers, internet, pollution, vulnerable.

1. Introducción

La Laguna de Cajititlán se encuentra en su totalidad dentro del municipio de Tlajomulco de Zúñiga, ubicado en el estado de Jalisco, México, municipio que forma parte de la Zona Conurbada de Guadalajara (ZCG), se ubica en la porción media de la región central de ese estado, entre las coordenadas 20°28' de latitud norte y 103°27' de longitud oeste, a una altura media de 1,575 metros sobre el nivel del mar (msnm). Desde el punto de vista hidrológico, la Laguna de Cajititlán constituye el segundo embalse natural más importante del estado de Jalisco, ya que registra una longitud de 7.5 km, un ancho promedio de 2 km y una profundidad media de 2.5 m; su capacidad de almacenamiento se estima en 54 millones de m³ (CONAGUA, 2007) en un área de embalse de 1,700 ha a una altitud media de 1,551 metros sobre el nivel del mar (Chávez-Hernández, 2009).

La Laguna representa para los habitantes del municipio de Tlajomulco y sus alrededores (Figura 1 y 2) un símbolo de identidad y una importante fuente de ingresos, en particular para las poblaciones ribereñas, ya que de ella dependen actividades tales como turismo, recreación y pesca. Tal símbolo de identidad y fuente de ingresos se encuentra en riesgo de un severo daño y degradación, ya que son varios los factores que inciden negativamente en la conservación de la Laguna y su ecosistema, entre ellos se identifican los siguientes: creación de nuevos desarrollos habitacionales, sobreexplotación de acuíferos locales, descarga de aguas residuales y retornos agrícolas (Lujan-Godínez y Brena- Becerril, 2013).



Figura 1. Ribera de la laguna de Cajititlán

Fuente: www.tlajomulco.gob.mx

Entre las probables fuentes de contaminación de este cuerpo de agua las principales causas son: descargas de aguas residuales no tratadas o parcialmente tratadas, captación de retornos agrícolas, carencias de programas periódicos de limpieza y mantenimiento de la Laguna, insuficiente capacidad de tratamiento o probables fallas en la operación de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) localizadas en los poblados

ribereños circunvecinos, así como de una carencia de cultura de protección al medio ambiente local (Ibid, 2013).

La cuenca de la Laguna de Cajititlán se encuentra asentada principalmente en un medio de origen volcánico tipo extrusivo, presenta variaciones climáticas que influyen en la presencia de numerosas comunidades vegetales dispuestas en tipos de suelos contrastantes. Como resultado, la biodiversidad de la cuenca es extensa, ofreciendo numerosos servicios ambientales a la población. Después de siglos de ocupación y manejo de los recursos naturales de la cuenca, son evidentes las alteraciones de sus condiciones originales, sin embargo aún quedan algunos cauces para su conservación y saneamiento cuyo estudio es indispensable en la búsqueda de su rehabilitación ambiental (López-Alcocer, 2002).

En lo que respecta a la perspectiva del manejo de cuencas, no solo se refiere al conocimiento, análisis y protección de los recursos hídricos, sino también involucra la capacidad de producción de los suelos, la vegetación, el relieve, el impacto de la población, así como la infraestructura civil para la producción sustentable de bienes y servicios. Desde esta perspectiva, las cuencas se convierten en unidades lógicas para la planeación y la gestión de los recursos naturales (Jiménez-Nava, 2002).

Desde el punto de vista técnico, un Sistema de Información Geográfica comprende varias etapas: captura de información, procesamiento, adaptación, corrección, generación de datos, consulta y producción de resultados (Espinoza-Sumaran, 2010). Un SIG en particular está diseñado para trabajar con datos georeferenciados con respecto a coordenadas espaciales o geográficas, es decir, un elemento ubicado en el espacio mediante un sistema de coordenadas, el cual es descrito por medio de atributos que permiten conocer su relación con respecto a otros elementos.

Actualmente los SIG son ampliamente utilizados como una herramienta de ayuda en la gestión y toma de decisiones en la mayoría de los sectores, siendo muy diversos sus campos de aplicación, por ejemplo una de las principales de aplicaciones de los SIG a nivel nacional es obtener información sobre la riqueza biológica con la que cuenta el territorio, así como su estado de conservación y distribución en un marco espacio-temporal.

Una de las funciones del SIG en el desarrollo del proyecto es integrar Información Geográfica Digital para el manejo de cuencas en la cuenca de la Laguna de Cajititlán, así como determinar zonas susceptibles a inundaciones, además de ampliar una plan de Ordenamiento Territorial y Ecológico para definir ubicación y densidades de población adecuadas, además de una infraestructura hidráulica necesaria para prevenir daños patrimoniales y de vidas humanas en la parte baja de la cuenca.

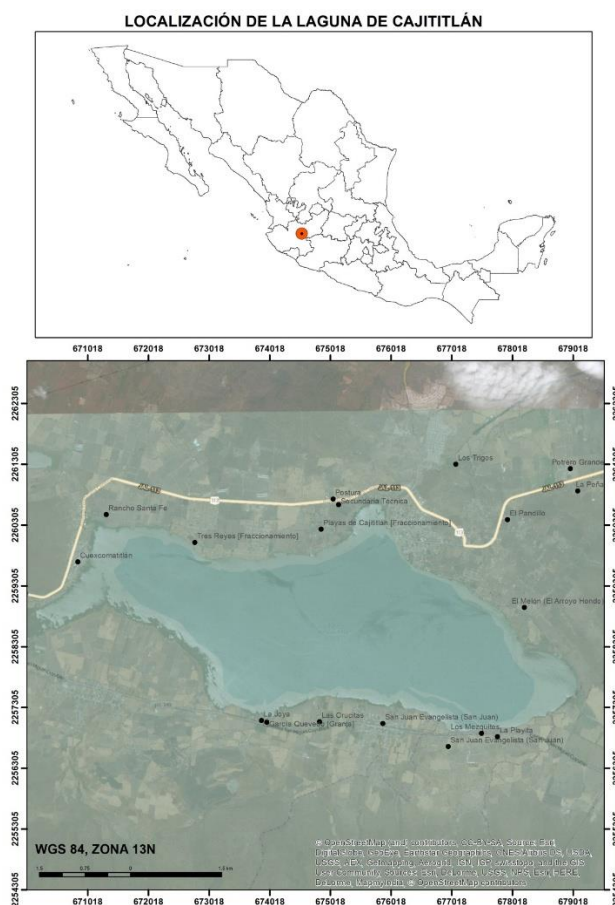


Figura 2. Localización de la Laguna de Cajititlán (Escala 1:50000), 20°25' W, 103°20' N.
 Fuente: Caro-Becerra *et al*, 2015.

Nuestro SIG contará con datos adicionales (fisiográficos, físico-químicos, etc.) así como con la información sobre la ubicación de probables fuentes de contaminación, por lo que es posible hacer cruces de información por medio de capas: topografía, hidrología, cambio de uso de suelo, población y viviendas, esto con el fin de permitir una total precisión de la capacidad de los cauces, arroyos, presas y vasos de almacenamiento, y así evitar problemas de conducción de las aguas pluviales.

Desde el punto de vista geográfico, lo que interesa en este trabajo es tanto la planificación territorial que se cuenta dentro del territorio de la Laguna de Cajititlán, estableciendo los usos más apropiados para cada porción del territorio; ya que es una cuenca de alta complejidad de donde se extraen grandes cantidades del recurso hídrico, confiriéndole este hecho el carácter de una cuenca eminentemente urbana, además de que el acelerado crecimiento industrial desató otro fenómeno alarmante con el problema de la escasez del agua: el de la contaminación (Mc-Culligh, 2006).

La disponibilidad del recurso hídrico es prácticamente de origen subterráneo, ya que la cuenca se encuentra localizada en una región de clima seco la mayor parte del año, y los

meses de lluvia son de junio a septiembre, presentándose áreas en que la precipitación no llega a los 700 mm, lo que indica que los escurrimientos superficiales reducidos impacten en la cobertura de las necesidades de abastecimiento de agua potable y de buena calidad, definidas al realizar el balance hidrológico de aguas superficiales en dicha cuenca (CEA, 2013).

Esto se ha agravado debido a que el área se ha convertido en una zona crítica que ha experimentado un importante proceso de asentamientos de manufacturas y servicios industriales, lo que a su vez ha generado corredores de comercio y servicios vinculados a tales asentamientos, aunado a esto, se tiene un aumento considerable de la población, ya que el crecimiento poblacional de la cuenca ha sido extraordinario en los últimos 30 años, por ejemplo en 1970 la población alcanzaba los 5,000 habitantes, mientras que el 2010 alcanzaba cerca de los 30,000 habitantes (Mendoza-Pérez y Venegas-Herrera, 2003).

Cabe señalar que en la década de los noventas la población tuvo un incremento poblacional del 100%, -de hecho se tienen- ya urbanizados en forma definitiva 10,000 ha., pero existe el riesgo de que en pocos años esa superficie crezca a más del doble, según las autoridades actualmente en funciones de los cinco poblados que conforman dicha laguna (Ibid, 2013).

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar un Sistema de Información Geográfica (SIG) estructurado que facilite el análisis y la evaluación de la problemática hidrológica y ambiental existente en la Laguna de Cajititlán y su cuenca, a partir de los datos almacenados mediante una aplicación de internet, determinando las zonas contaminadas y las zonas susceptibles a inundaciones con el objeto de detectar tanto problemas hidrológicos como ambientales, para llevar un plan de Ordenamiento Territorial y Ecológico para definir ubicación y densidades de población adecuadas, además de una infraestructura hidráulica necesaria para prevenir daños patrimoniales y de vidas humanas en la parte baja de la cuenca.

Para el desarrollo de este SIG se plantearon básicamente cuatro etapas, y consistieron en:

- Creación de la base de datos del SIG, con la finalidad de presentar un conjunto de herramientas para la adecuación de un SIG previamente existente en la laguna.
- Desarrollo del análisis geográfico y biológico, para contar tanto con datos fisiográficos como físico-químicos que nos permitieron identificar la ubicación de fuentes de contaminación, esto con el objeto de plantear propuestas de prevención y mitigación de desastres naturales.
- Análisis de muestreos físico-químicos para determinar niveles de varios parámetros de calidad del agua entre ellos: temperatura, sólidos suspendidos totales, conductividad eléctrica, pH, salinidad en la laguna, así como turbidez, esto con el objeto de detectar niveles contaminación en la laguna.

2. Desarrollo

Con el objeto de desplegar y realizar consultas espaciales y alfanuméricas mediante el uso de un SIG, se ha elegido a la cuenca de la Laguna de Cajititlán ubicada al sureste de la ZCG, la cual se distingue por sus características espaciales y ubicación, debido a que es objeto de una intensa actividad agrícola y esto ocasiona una fuerte presión sobre el recurso hídrico, ya que la cuenca se encuentra localizada en un clima seco la mayor parte del año.

En este trabajo se ha instrumentado un SIG que contiene elementos tradicionales como los dispositivos de medición y levantamiento, incluidos los receptores GPS, imágenes de fotogrametría e instrumentos geofísicos incorporando un elemento innovador que ayuda a utilizar todos los dispositivos de este sistema a través de internet, además de mostrar algunas características de los productos funcionales que se pueden desarrollar con estas herramientas para permitir la construcción del SIG en la Laguna de Cajititlán (SIGLC).

La información procesada como la elaboración de mapas temáticos elaborados, se relacionan con elementos de la infraestructura hidráulica de la cuenca, ubicación y registro de estaciones hidrométricas y climatológicas, subcuencas y red de drenaje, división estatal y municipal, vías de comunicación, presas, distritos de riego y actividades socioeconómicas. En la fase no geográfica del proceso de planificación se deben de establecer las metas de superficie que se deben de alcanzar en la región de estudio en cada uno de estos usos de suelos. Es decir determinar la cantidad de superficie que en la región se debe de destinar, para un nuevo uso residencial o un uso industrial. Para poder llevar a cabo de manera correcta dichos métodos, se calcula la capacidad acogida de cada “punto” del territorio para cada una de las actividades anteriores.

El concepto de “punto” del territorio varía en función del tipo de representación que se esté empleando en el proceso, y es equivalente al pixel de un SIG raster o a un polígono en un SIG vectorial.

La capacidad de acogida en cada punto depende, como se menciona, de dos cuestiones:

- a) La aptitud intrínseca del territorio (en ese punto).
- b) El impacto potencial que se puede producir en ese punto del territorio al situar allí dicha actividad.

La metodología a seguir consiste en la generación de imágenes de variables ambientales susceptibles para ser representadas espacialmente con el auxilio de procedimientos de interpolación espacial. Las variables estudiadas son:

- 1) Climáticas: precipitación evaporación y temperatura.
- 2) Hidrológicas: escurrimiento superficial.

2.1 Análisis hidrológico para 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años de periodo de retorno (Tr)

El conocimiento de los efectos de una avenida a lo largo de un río, permite tener una base para tomar las medidas preventivas más convenientes, en caso de que se tenga la ocurrencia de algún evento hidrológico extraordinario que pueda ocasionar problemas por inundación debido al desbordamiento del cauce, de esta manera se tendrán los elementos necesarios para determinar las soluciones más adecuadas que mejoren el comportamiento hidráulico del río. Los resultados son el cálculo y diseño del Hidrograma que se presentan en el arroyo “Los Sabinos”, esto es para distintos períodos de retorno, así como para diferentes subcuencas en virtud de la ubicación de las zonas con evidencias de inundación.

El método consiste en determinar una altura de precipitación base, la cual está asociada a una duración de 1 h y período de retorno de 10 años. A partir de ésta se determina la altura de precipitación específica de la cuenca de estudio, para lo cual la precipitación base es afectada por 3 factores que están relacionados con la duración de la tormenta, el área de la cuenca y el período de retorno que se haya elegido para extrapolar los datos. Tales factores se estimaron después de varios análisis, cuya finalidad era establecer una relación congruente entre la cantidad de agua precipitada y los volúmenes de agua escurridos, su aplicación es parte de la bondad del método por lo que sus valores se han ordenado en un rango práctico, como se indica en la Tabla 1 y en la representación gráfica del Hidrograma Unitario Triangular (Gráfico 1).

2.2 Delimitación del parteaguas

Tanto el límite de la cuenca de estudio como las áreas urbanizadas *Au* y no urbanizadas *Anu* fueron extraídos con base en observaciones hechas durante visitas de campo y de las cartas topográficas (F13D75 y F13D76), escala 1:50000, (INEGI, 2000) esto con el objeto de contar con una mejor aproximación, así como para contrarrestar los resultados conseguidos de la imágenes Landsat. En la Figura 3 del anexo se muestra el resultado con base en la superficie altitudinal.

Para el área de la cuenca		Para el área de la cuenca		Para el periodo de retorno	
Duración de la tormenta	Factor recomendado	Área (km ²)	Factor recomendado	Periodo de retorno (años)	Factor recomendado
		1.00	1.00	2	0.67
0.50	0.79	10.00	0.98	5	0.88
1.00	1.00	20.00	0.96	10	1.00
2.00	1.20	50.00	0.92	25	1.15
8.00	1.48	100.00	0.88	50	1.25
24.00	1.50	200.00	0.82	100	1.38
		500.00	0.70		

Tabla 1. Factores para ajustar la precipitación de diseño.
Fuente: Gerencia Regional de Aguas del Valle de México (GRAVAMEX)

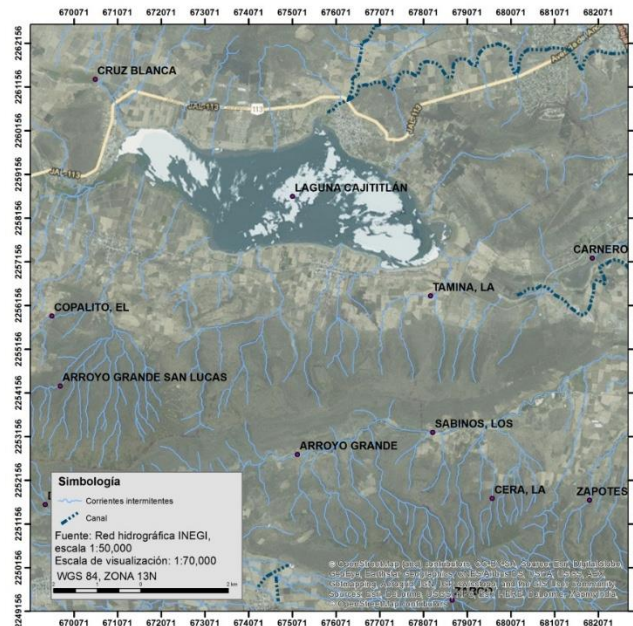


Figura 3. Altimetría de la cuenca de la laguna de Cajititlán (Escala 1:100000)
Fuente: Caro-Becerra *et al.*, 2015.

La aplicación del método es muy simple, pero se requiere calcular previamente algunos parámetros hidrológicos de la cuenca, básicamente el área de aportación (A_c), la longitud del cauce principal (L_c) y la pendiente equivalente del cauce principal (S). Por otro lado, también es necesario calcular previamente algunos parámetros de la avenida, tales como el tiempo de concentración (t_c), duración en exceso (d_e), el tiempo de retraso (t_r), el tiempo pico (t_p), el tiempo base (t_b) y el gasto pico (q_p). Estos parámetros se calculan con las ecuaciones que se indican a continuación:

$$t_c = 0.0003245 \left(\frac{L_c}{S^{0.5}} \right)^{0.77} \quad (1)$$

$$t_c = 0.0003245 \left(\frac{28017.85}{0.006383^{0.5}} \right)^{0.77} = 6.036 \text{ h}$$

Dónde:

t_c = Tiempo de concentración según Kirpich (h)

L_c = Longitud del cauce principal (m)

S = Pendiente del cauce principal (adimensional)

El siguiente paso tiene que ver con el cálculo de la precipitación de diseño, asociada a los períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años. Una vez asignados los períodos de retorno a la precipitación de diseño, es necesario hacer extrapolaciones a partir de las precipitaciones máximas anuales registradas, pues rara vez el período de retorno designado para los análisis es menor al de los datos. Una vez calculada la precipitación de diseño para los períodos propuestos, la actividad siguiente consiste en convertir la lámina

de lluvia en escurrimiento (Ce) y el gasto pico unitario (qp), con base en los modelos que se indica a continuación:

$$qp = \frac{0.555 * Ac}{tb} \quad (2)$$

$$qp = \frac{0.555 * 303.198}{17.50} = 9.61 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{mm}$$

$$Ce = \left(\frac{Cnu * Anu}{At} \right) + \left(\frac{0.45 * Iu * Au}{At} \right) \quad (3)$$

$$Ce = \left(\frac{0.15 * 33.53}{303.198} \right) + \left(\frac{0.45 * 0.80 * 269.846}{303.198} \right) = 0.3369$$

Dónde:

Coefficiente de escurrimiento en área de zona no urbanizada $Cnu = 0.15$

Índice de urbanización $Iu = 0.80$

Área de zona no urbanizada $Anu = 33.53 \text{ km}^2$

Área urbanizada $Au = 269.846 \text{ km}^2$

Área total de la cuenca de aportación $At = 303.198 \text{ km}^2$

Los coeficientes Cnu e Iu se determinaron con base en la experiencia de los estudios realizados en la cuenca de la Laguna de Cajititlán, (POETT, 2009) determinando para la zona de estudio valores conservadores de 0.15 y 0.80 respectivamente.

Sobre la base de esta Metodología se obtuvieron los siguientes resultados: morfología, hidrología densidades de población, hipsometría, etc.; donde se muestra la problemática de la cuenca respecto a la escases de agua debido al abatimiento del acuífero con respecto a los niveles estáticos del agua, además de compilar información tanto geográfica como cartográfica, para analizar las características fisiográficas de la cuenca con el objeto de calcular las avenidas máximas registradas que se generan en la cuenca de la Laguna de Cajititlán, ya que precisamente la construcción de nuestro SIG permitirá: la visualización, despliegue y consulta del humedal de la Laguna de Cajititlán.

Superficie

La superficie es considerada el parámetro fisiográfico más importante y se extrae por medio de planímetros, o a partir de la delimitación de mapas topográficos, y se calcula a través del uso de sistemas CAD (por sus siglas en ingles), el valor resultante fue de 303.198 km^2 .

Parteaguas

La longitud del parteaguas de la cuenca también fue obtenida por el uso del software AutoCad y el resultado fue de 81.30 km , donde se ilustra en la Figura 4 una perspectiva sombreada del relieve de las faldas del cerro Viejo.

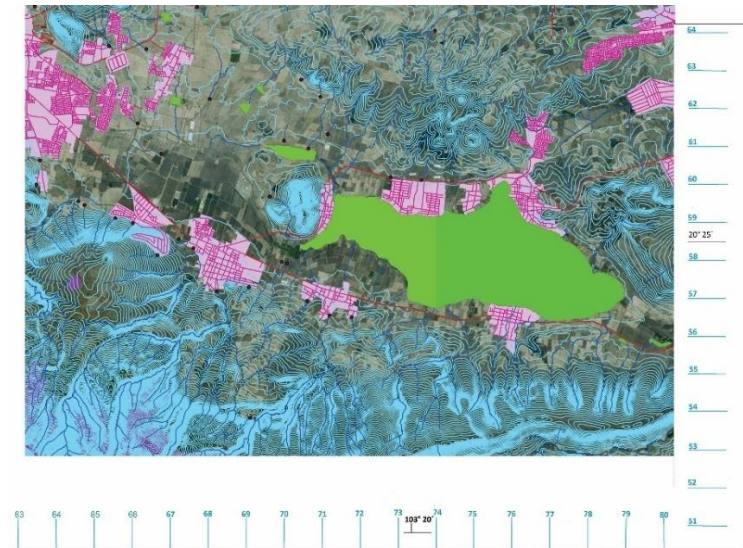


Figura 4. Visualización, despliegue y consulta del humedal de la laguna del humedal de la Laguna de Cajititlán, 20° 25'W, 103° 20'N
Fuente: Caro Becerra *et al.*, 2015.

Pendiente de la corriente principal

Es uno de los indicadores más importantes del grado de respuesta de una cuenca a una tormenta (Aparicio-Mijares, 2007). Para obtener la pendiente media del cauce principal se aplica la fórmula de Taylor-Schwarz, con la cual se calcula una pendiente promedio del río, similar a la de un canal uniforme que tenga igual longitud y tiempo de viaje (Campos-Aranda, 1998) y se define con la siguiente ecuación:

$$S = \left(\frac{\sum_{i=1}^n l_i}{\sum_{i=1}^n \frac{l_i}{\sqrt{S_i}}} \right)^2 = \left(\frac{28017.85}{350681.019} \right)^2 = 0.006383 \quad (4)$$

La pendiente media de la subcuenca de la Laguna de Cajititlán es de 0.006383, lo que equivale a 0.06383 % respectivamente. Por otra parte, la ventaja de obtener los parámetros fisiográficos mediante un SIG es la cuantificación de tipo de cobertura vegetal, así como de la hipsometría de la cuenca como se muestra en la Tabla 3.

Cotas intervalo de clase (msnm)	Diferencia de cotas (m)	Distancia horizontal entre cotas li	Distancia horizontal acumulada (m)	Pendiente por segmento Si	Si ^{0.5}	Li/ Si ^{0.5}
2500-2000	50	174.97	174.97	0.2857	0.5345	327.3526
2000-1950	50	207.66	382.63	0.2407	0.4906	423.2776
1950-1900	50	187.22	569.85	0.2670	0.5167	362.3379
1900-1850	50	91.22	661.07	0.5481	0.7403	123.2203
1850-1800	50	552.75	1213.82	0.0904	0.3006	1838.822
1800-1750	50	5618.29	6832.11	0.00889	0.0942	59642.144
1750-1700	50	3743.36	10575.47	0.01335	0.1155	32410.043
1700-1650	50	4089.04	14664.51	0.01222	0.1105	37004.886
1650-1600	50	13353.34	28017.85	0.00374	0.0611	218548.936
		28017.85				350681.019

Tabla 3. Cuantificación de la pendiente equivalente por el método de Taylor-Schwarz
Fuente: Caro Becerra y col., 2014

3. Análisis de resultados

El desarrollo de la integración de la base de datos se realizó con el software ArcGis 10.0 (SIG, 2013), a partir de los cuales se logró un diseño completo que fueron la parte medular en el proyecto denominado. “*Ordenamiento urbano y territorial visto desde el manejo de cuencas a través de un Ordenamiento Territorial y Ecológico visto desde el manejo de cuencas a través de un SIG, en la cuenca de la Laguna de Cajititlán*” (Caro-Becerra y col. 2013). Logrando con ello un diseño completo, donde se planearon los modelos lógico, físico y conceptual que fueron de gran ayuda en el desarrollo de las aplicaciones.

La base del modelo lluvia-escorrentía y la metodología de generación de imágenes se obtuvieron los siguientes resultados: hidrología, cobertura vegetal, densidades de población e hipsometría; donde se muestra la problemática de la cuenca respecto a su escasas de agua debido al abatimiento del acuífero con respecto a los niveles estáticos de agua, obteniendo con ello mapas claros que reflejan el grado de sobreexplotación a la cual ha sido sometido el humedal de la Laguna de Cajititlán, además de compilar información tanto geográfica como cartográfica, para analizar las características fisiográficas de la cuenca con el objeto de calcular las avenidas máximas registradas que se generan en la cuenca de la Laguna de Cajititlán, ya que precisamente la construcción de nuestro SIG permitirá: la visualización, despliegue y consulta del humedal de la Laguna de Cajititlán.

Sobre la estructura de nuestro SIG hemos integrado datos base-cartografía-planimetría y orthofotos, con el objeto de actualizar subcuencas, microcuencas, así como el establecimiento de sitios de vertido, los resultados son los siguientes:

- Integración y estandarización e información base (vectorial y raster), esto con el objeto de facilitar la integración entre varios formatos, para proporcionar el manejo de información en varios niveles desde la visualización hasta el análisis más complejo.
- Actualización de subcuencas, microcuencas y establecimientos de sitios de vertido.

- Desarrollo de superficies generales de cuenca y subcuenca.
- Análisis de datos cuantitativos sobre los indicadores de población y vivienda en subcuencas.
- Análisis de usos de suelo de los diferentes planes vigentes a enero de 2016.

Los resultados de este trabajo indican que la laguna está en una situación crítica y en riesgo de sobrevivencia. Se identificaron 4 de los 7 criterios que cumple con las normas de la Convención Ramsar para clasificar la laguna como susceptible y declararlo como humedal de importancia. Se concluyó que reúne características físicas, hídricas, de biodiversidad, históricas, sociales y culturales tales que justifican acciones para su rehabilitación, conservación y manejo. Lograr declararlo como sitio Ramsar permitiría mejorar las condiciones ambientales, sociales, económicas y políticas del humedal y su cuenca.

De los trabajos previos anteriores nos indican en qué condiciones ambientales se encuentra la cuenca de la Laguna de Cajititlán, el objeto del análisis fisiográfico y físico-químico nos permite identificar en qué condiciones se encuentra la laguna debido a actividades como: la agricultura, conservación de suelos y drenaje. Tal como se señaló anteriormente la precipitación de la cuenca de la Laguna de Cajititlán se encuentra ampliamente diferenciada entre la época de estiaje y la época de lluvias.

Dado los extremos climáticos de la cuenca, la caracterización fisiográfica se modeló tanto para el período de estiaje como para el de lluvias donde fue necesario el apoyo de las estaciones climatológicas localizadas dentro o alrededor de la cuenca obteniendo como mínimo un registro histórico de 20 años consecutivos. La caracterización fisiográfica constituye un elemento fundamental para la conservación y uso sustentable de los recursos naturales así como la planeación regional del medio ambiente.

3.1 Discusión

La cuenca de la Laguna de Cajititlán representa un ecosistema de gran valor estratégico para el equilibrio ecológico dado sus características y funciones propias, además de su elevada productividad primaria es un sitio favorable para especies de flora y fauna en la región. No obstante su importancia, cada día es afectada por múltiples factores, principalmente antropogénicos que alteran los procesos y condiciones que en ellos tienen lugar, por lo que es de vital importancia su conservación y uso sostenible.

Actualmente la laguna sufre un severo proceso de deterioro agravado por factores antropogénicos tales como: crecimiento constante de la población, así como actividades económicas asociadas a nuevos desarrollos habitacionales, descargas continuas de aguas residuales, retornos agrícolas, cambios hidrológicos artificiales, por lo que se requieren acciones para mantener su existencia y vitalidad.

Tales condiciones motivaron a los pobladores de las localidades ribereñas a desarrollar acciones para rehabilitar y proteger el embalse mediante el apoyo de instituciones académicas y de investigación local y regional, además de la participación de organismos públicos municipales, estatales, federales e internacionales.

La Comisión Ambiental del Sistema Tecnológico del Estado de Jalisco (CASETEJ) formada por las Instituciones (Universidad Politécnica de la Zona Metropolitana de Guadalajara, Universidad de Guadalajara, Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Instituto Superior Tecnológico de Zapopan) han realizado estudios para identificar acciones de rehabilitación y conservación de la laguna, entre ellas la declaración de la cuenca como área natural protegida y en un futuro la designación como sitio Ramsar y humedal de importancia.

Se realizaron estudios sobre características físicas del sitio y su región biogeográfica, geológica e hidrológica del área, calidad del agua, flora y fauna de la laguna y su cuenca, aspectos históricos, arqueológicos, sociales, culturales y turísticos. La descripción de las características del sitio incluyó la morfología, climatología de la región, hidrología, hidrometría y calidad del agua.

Las investigaciones sobre la flora regional comprendieron las características ecológicas del área, tipos de vegetación terrestre, acuáticas y semi-acuáticas, de acuerdo al estudio realizado por (Muraira-López, 2014) se han registrado 330 géneros y 530 especies distribuidas en 100 familias botánicas.

Asimismo la Dirección de Ecología Municipal y Medio Ambiente de Tlajomulco ha realizado estudios de Ordenamiento Ecológico, así como una auditoría ambiental de la región Cerro Viejo y Cajititlán, con el objeto de establecer en Cerro Viejo un área de conservación ecológica, el cual se engloba en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Tlajomulco (POETT), elaborado por (Chávez-Hernández, 2009).

El Centro de Estudios Técnicos de las Aguas Continentales (CETAC) de acuerdo a los estudios de calidad del agua que se realizaron en las zonas del malecón de Cajititlán, Cuexcomatitlán, San Miguel Cuyutlán y San Juan Evangelista, los resultados revelaron la presencia de 24 000 partículas de coliformes fecales por cada 100 ml de agua; asimismo se contaba con un nivel cero de oxígeno disuelto en cada litro del embalse, 0.56 mg/l de nitrógeno amoniacal, 6 mg/l de nitrógeno de nitratos y 0.35 mg/l de fósforos totales, siendo este rubro el que muestra niveles más significativos de todo el cuerpo de agua.

Con lo diagnosticado en este primer muestreo de calidad del agua, el CETAC recomienda un mayor nivel de cloración del agua que ingresa al embalse para generar menor cantidad de coliformes en el cuerpo de agua y mayor oxigenación, la presencia de mayor cantidad de nitratos –que se mantienen entre 6 y 7 mg/l- mantiene un nivel bajo de nitrógeno amoniacal, esto se llevaría a cabo operando con regularidad las plantas de tratamiento de Tlajomulco.

Introducir métodos e instrumentos de análisis susceptibles nos ayudará a la toma de decisiones, que agilizarán la comprensión y la especialización de la misma. Para ello se implementarán sistemas de análisis que permitirán una correcta previsión y prospectiva para la toma de decisiones en la planificación urbana y territorial, con el objeto de cruzarlas y superponerlas para obtener presentaciones que se aproximen a las distribuciones espaciales y temporales (Pueyo-Campos 1991).

Los desastres naturales son difíciles de predecir y controlar, esto ocasiona daños a la infraestructura y economía de las localidades, por ejemplo inflación de precios en vivienda y alimentos por citar solo algunos. “El riesgo se configura con la relación entre amenaza y vulnerabilidad, términos interdependientes y directamente proporcionales” (Arenas y col., 2010). Por lo que se requiere integrar el enfoque de riesgo como una de las dimensiones contenidas en la estrategia de evitar desastres naturales relacionados con las sequías e inundaciones, ya que es necesario tratar transversalmente los siguientes ámbitos: asentamientos irregulares, medio ambiente y desarrollo sustentable.

4. Conclusiones

La necesidad de contar con un inventario de los recursos naturales en la cuenca de la Laguna de Cajititlán, y poder elaborar mapas territoriales correspondientes a suelo, cobertura vegetal, hidrografía, densidad de población, etc. plantea la conveniencia de desarrollar un Sistema de Información Geográfica específico para el área, integrado por tres subsistemas relativos a condiciones físicas, recursos naturales y asentamientos urbanos. La Laguna de Cajititlán reúne características propias de tal valor que es urgente y prioritario desarrollar acciones para su conservación para evitar su proceso de deterioro, ya que cumple con 4 de los criterios de la Convención Ramsar que lo considera como humedal de importancia internacional, puesto que la declaratoria de la Laguna como sitio Ramsar permitiría mejorar las condiciones ambientales, sociales y económicas. Las características fisiográficas de la cuenca, tales como: superficie, forma, relación de circularidad, elongación y pendientes, permiten concluir que es una cuenca de respuesta rápida a los eventos meteorológicos. Lo anterior indica la necesidad de desarrollar protocolos de protección a la población en donde se presenten eventos extremos de lluvia, y realizar estudios adicionales sobre riesgo por inundación.

Agradecimientos

Este artículo está dedicado al Ing. Enrique Solórzano Carrillo Rector de la UPZMG, Ing. Víctor Manuel Zamora Ramos Secretario académico también de la citada UPZMG, Dr. J. Guadalupe Michel Parra Presidente del Concejo de Cuenca Laguna de Zapotlán, Dr. Ramiro Lujan Godínez Secretario General del Concejo de Cuenca Laguna de Cajititlán y Arrollo Los Sabinos y en especial a Agroecólogo Felipe Iñiguez Pérez Coordinador de la Red de Cajititlán, por un lago vivo A.C. por sus enseñanzas y experiencias compartidas en defensa de las comunidades de la rivera de Cajititlán.

Referencias

Aparicio-Mijares F. J., (2007). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*, (pp. 20). México, D.F.: LIMUSA, Noriega Editores.

Arenas F., Lagos M. e Hidalgo R. (2007). *Los riesgos naturales en la planificación territorial*. Santiago de Chile, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uc.cl/xmlui/bitstream/handle/123456789/1765/587388.pdf?sequence=1>.
Fecha de consulta: 8 de marzo de 2013.

Breña-Puyol, A. F., Jacobo-Villa M. A. (2006), *Principios y fundamentos de la Hidrología Superficial*, (Pp. 38). México, D.F.: Editorial, Universidad Autónoma Metropolitana UAM.

Campos-Aranda, D. F., (19989, *Procesos del ciclo hidrológico*, (pp. 2-19). San Luis Potosí, México: Editorial, Universitaria Potosina.

Caro-Becerra, J. L., Lujan-Godínez, R. y Brena-Becerril. A., (2013). *Ordenamiento urbano y territorial visto desde el manejo de cuencas a través de un SIG, en la Laguna de Cajititlán, estado de Jalisco* (proyecto). [En línea]. Disponible en: <http://promep.sep.gob.mx/archivospdf/proyectos/Proyecto288162.PDF>.
Fecha de consulta: 22 de noviembre de 2013.

Chávez-Hernández A. (2009). *Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga POETT*. Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. [En línea]. Disponible en http://www.tlajomulco.gob.mx/sites/default/files/transparencia/planes/poel_completo.pdf.
Fecha de consulta: 3 de noviembre del 2013.

CONAGUA, Comisión Nacional del Agua (2007). *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Cajititlán, Estado de Jalisco*. México, D. F.

Espinoza-Sumaran, G. H. (2010), Ponencia: *Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la Ing. Civil*. Universidad Nacional “Hermilio Valdizán”, Región del Huánuco, Perú. [En línea]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/GERARDOHENRY/ponencia-sigok>
Fecha de consulta: 15 de julio del 2014.

H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga (2010): Programa Municipal de Desarrollo Urbano, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, Gaceta Municipal. . [En línea]. Disponible en: http://www.tlajomulco.gob.mx/sites/default/files/transparencia/planes/PMDU_TLAJOMULCO_2010_documento.pdf. Fecha de consulta: 10 de agosto de 2015.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (2000) Carta Topográfica F13D75, *Chapala*, escala 1:50000 y Carta Topográfica F13D76, *Jocotepec*, escala 1:50000. [En línea]. Disponible en:

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825270605>.

Fecha de consulta: 11 de enero de 2013.

[En línea]. Disponible en:

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825270612>.

Fecha de consulta: 26 de marzo de 2013.

Jiménez-Nava, F.J., (2002), Ponencia: *Integración digital para el manejo integral de cuencas. El caso de la cuenca: Lerma-Chapala-Santiago*, Congreso de Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica, Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional General de Sarmiento. [En línea].

Disponible en: <http://www.ugm.org.mx/publicaciones/geos/pdf/geos02-2/SRSIG02-2.pdf>

Fecha de consulta: 03 de julio del 2013.

López-Alcocer, E. (2002), Artículo: *Gran Potencial, la cuenca de Cajititlán*. Guadalajara Jalisco.: Gaceta Universitaria de la Universidad de Guadalajara. [En línea]. Disponible en:

<http://www.gaceta.udg.mx/Hemeroteca/paginas/122/9-122.pdf>. Fecha de consulta: 6 de marzo de 2013.

Lujan-Godínez R., Brena-Becerril A., Rodríguez-Vizcaíno L. A., (2013), Proyecto: *Diagnostico de la calidad del agua de la Laguna de Cajititlán, en Tlajomulco de Zúñiga, Guadalajara, México.*: Universidad Politécnica de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Mc-Culligh C. (2006), *Respirar veneno en Juanacatlan y El Salto Jalisco*, Guadalajara, Jalisco.: Periódico: La Jornada, Suplemento: La Jornada Ecológica. [En línea]. Disponible en: [\[http://www.jornada.unam.mx/2006/09/25/eco-c.html\]](http://www.jornada.unam.mx/2006/09/25/eco-c.html).

Fecha de consulta: 13/julio/2013.

Mendoza-Pérez, C., Venegas-Herrera, A. C. (2003). *Desbordado crecimiento de la cuenca El Ahogado, Guadalajara, Jalisco*, Gaceta Universitaria de Guadalajara. [En línea]. Disponible en: [\[http://www.gaceta.udg.mx/Hemeroteca/paginas/304/304-20.pdf\]](http://www.gaceta.udg.mx/Hemeroteca/paginas/304/304-20.pdf)

Fecha de consulta: 14 de mayo del 2013.

Mosiño, P. A. (1974). *Los climas de la República Mexicana*. En Zoltan de Cserna: El escenario geográfico (Pp. 57-172). México D.F.: Secretaría de Educación Pública, Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Muraira-López, I. (2014). *Herbario Virtual del Instituto Tecnológico de Tlajomulco*, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, Instituto Tecnológico de Tlajomulco ITTA. [En línea]. Disponible en: <http://www.ittlajomulco.edu.mx/herbariovirtual/> Fecha de consulta: 18 de noviembre de 2014.

Pueyo-Campos, A. (1991). *El Sistema de Información Geográfica: Un Instrumento para la planificación y gestión urbana*, Zaragoza, España Universidad de Zaragoza. [En línea]. Disponible en:

[file:///C:/Users/Jose%20Luis/Downloads/Dialnet-ElSistemaDeInformacionGeografica-59785%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Jose%20Luis/Downloads/Dialnet-ElSistemaDeInformacionGeografica-59785%20(1).pdf)

Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2014.

SIG, Sistemas de Información Geográfica S.A. de C.V. (SIG) (2013), Empresa mexicana líder en aplicaciones geográficas. [En línea]. Disponible en: <http://www.sigsa.info/ESRI>.

Fecha de consulta: 18 de julio de 2013.

Semblanzas de los autores

Juan Luis Caro Becerra: Maestro en ciencias con especialidad en Hidráulica por el IPN, Profesor de tiempo completo nivel A por la UPZMG desde octubre del 2010 hasta la fecha, obteniendo el perfil deseable por parte del Programa al Mejoramiento del Profesorado PRODEP en agosto del 2013, actualmente es Coordinador del Cuerpo Académico en Consolidación CAEC: *Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable*.

Luz Adriana Vizcaíno Rodríguez: Ing. Química Fármaco Bióloga y con grado de Doctora en Ciencias por el Instituto Tecnológico de Tlajomulco ITTJ con especialidad en Biología Celular o Citología, 8 años de experiencia en la docencia, su línea general aplicada al conocimiento es la Conservación de Biodiversidad y Metabolismo Secundario de plantas y microorganismos de interés biotecnológico, así como la Caracterización e Identificación de Biomoléculas con Aplicación Biotecnológica.

Pedro Alonso Mayoral Ruiz: Maestro en Ciencias con especialidad en Geotecnia por la Universidad de Guadalajara, Profesor de tiempo completo nivel A por la UPZMG desde mayo del 2016 hasta la fecha, obteniendo el perfil deseable en 2017 del Programa al Mejoramiento del Profesorado PRODEP, forma parte del Cuerpo Académico en Formación CAEF denominado: *Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable*. Su línea general aplicada al conocimiento es: Vulnerabilidad en Obras Civiles.

José Luis Reyes Barragán: Ingeniero Químico por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Maestro en Ciencias Químicas con especialidad en Metalúrgica/Área de Corrosión por la Universidad Nacional Autónoma de México UNAM, su línea de investigación es la Ingeniería de Materiales Metálicos; Cerámicos y Recubrimientos para la mejora de piezas avanzadas con el objeto de cambiar las propiedades del material. Ha participado en diferentes publicaciones a nivel nacional e internacional, además de desarrollar capítulos de libros, así como la dirección de tesis en la Escuela de Conservación y Restauración de Occidente ECRO.

Propuesta de Rediseño del Layout de Distribución en Almacén de Producto Terminado dentro de una Empresa Embotelladora de Agua en el Estado de Guanajuato / Proposal of Redesign of Lay Out of Distribution in Warehouse of Finished Product within a Water Bottling Company in the State of Guanajuato

¹MDO. Miguel Ángel Alvarado Díaz. ²MII. Víctor Hugo De La Cruz Madrigal. ³LRC. María del Carmen Chacón Olivares. ⁴MA. Martha Gabriela Gutiérrez Cortes.

^{1, 3, 4}Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal, Irapuato, Gto. Tel. (462) 606 79 00.

²Universidad Politécnica del Bicentenario, Carretera Silao - Romita Km. 2 Col. San Juan de los Durán C.P. 36283 Tel. (472) 723 87 00.

¹miguel.alvarado@itesi.edu.mx, ²ydelacruz@upbicentenario.edu.mx,
³carmen.chacon@itesi.edu.mx, ⁴martha.gutierrez@itesi.edu.mx

Resumen:

En este artículo presenta una investigación aplicada en la distribución de un almacén, en el cual se distribuye agua embotellada de consumo diario, se pretende incrementar la capacidad instalada, que permita mejorar los tiempos de respuesta hacia los requerimientos del cliente, mediante las herramientas de ingeniería de distribución de planta, un análisis de producto cantidad y categorización ABC, se logró obtener una reducción de espacios del 15%.

Palabras Clave: Almacén, rediseño, distribución de planta, demanda, categorización ABC.

Abstract:

This article presents an applied research in the distribution of a warehouse, in which bottled water is distributed daily, it is intended to increase the installed capacity, which allows to improve the response times towards the client's requirements, by means of engineering tools of distribution of plant, an analysis of product quantity and ABC categorization, it was possible to obtain a space reduction of 15%.

Keywords: Warehouse, redesign, plant distribution, demand, ABC categorization.

1. Introducción

Menciona Pacheco (2015) que México ocupa el primer lugar en consumo de agua embotellada, con un aproximado de 233.98 millones de litros anuales, dejando a EUA en un noveno lugar con 104.32 millones de litros consumidos, y a otros países primermundistas como Alemania y Francia que ocupan el sexto y quinto lugar respectivamente. Por lo tanto, el consumo per cápita por persona es 234 litros de agua embotellada.

En este contexto se realizó una investigación aplicada en una empresa de bebidas purificadas en su almacén de productos terminados que tiene una distribución con contaminación cruzada que genera desorden en los productos terminados y confusión con los embarques. En consecuencia se incurren en tiempos muertos de operación, retraso en las entregas, inventarios en exceso y se mezcla el producto terminado, con las devoluciones de los clientes.

Con el presente proyecto se pretende calcular la capacidad de almacenamiento actual, mediante el análisis dimensional, así como los flujos de mercancía, diseñar una propuesta de redistribución del almacén para optimizar los espacios, que impacta en la reducción de tiempos muertos de operación e inventarios en exceso para incrementar la capacidad de respuesta a los clientes. En este sentido Meyers et, al (2000) recomienda determinar los requerimientos de espacio en el almacén. No obstante Meyers et, al (2000) recomienda que la distribución del almacén requiere que los suministros se guarden cerca del punto donde se utilizan.

Menciona Arrieta (2002) que las empresas deciden almacenar mercancías cuando se presentan situaciones comerciales coyunturales. Por ejemplo, puede ser para el aprovechamiento de precios, si se sabe que va a haber un alza en los precios de los productos en un futuro próximo. En tales casos, las empresas se aprovisionan del producto o la mercancía necesaria para así reeditar con el alza en el precio del producto comprándolo antes del incremento. Otra razón para almacenar productos es para hacerle frente a las variaciones en la demanda, de tal manera que cuando la demanda se incrementa, entonces se puede surtir desde el inventario.

2. Desarrollo.

La empresa cuenta con una variedad de productos terminados en su almacén que se muestran, en la Tabla 1.

Bienes Almacenados		
• Pack agua alcalina 500 ml C/12.	• Pack agua 3.78 L C/4 PET ISSEG.	• Caja Manzana 3.78 C/4.
• Pack agua alcalina 5 L C/4.	• Pack agua 5 L C/4 SFA.	• Pack Mango 0.5 L C/12.
• Pack agua mineral 355 ML C/24.	• Envasado 1.5 LT.	• Pack Mango 0.5 L C/12 T-Sport.
• Pack agua mineral 600 ML C/24.	• Envasado 180 ML.	• Pack Mango 0.5 L C/12 ISSEG.
• Pack agua mineral 2 L C/6.	• Envasado agua 260 ML CAJA C/24.	• Caja Mango 3.78 C/4.
• Agua purificada garrafón 20 LT.	• Envasado agua 510 ML CAJA C/12.	• Pack Naranja 0.5 L C/12.
• Envase garrafón (plástico).	• Caja citrus punch 480 ML C/24.	• Pack Naranja 0.5 L C/12 T-Sport.
• Envase garrafón (préstamo).	• Caja citrus punch 1 L C/12.	• Pack Naranja 0.5 L C/12 ISSEG.
• Pack agua 1.5 L C/12.	• Crispura sport combinado 575 ML C/12.	• Pack Naranja 0.5 L C/24.
• Pack agua 1.5 L C/12 E-E.	• Crispura sport limón 575 ML C/12.	• Caja Naranja 3.78 C/4.
• Pack agua 1.5 L C/12 ISSEG.	• Crispura sport mora azul 575 ML C/12.	• Pack Agua 1.5 L C/12 Soriana.
• Pack agua 1.5 L C/12 SFA.	• Crispura sport naranja 575 ML C/12.	• Pack Agua 1 L C/12 T-Normal Soriana.
• Pack agua 1 L C/12 T-NORMAL.	• Maquila sabor colima naranja 0.5 L C/12.	• Pack Agua 0.5 L C/24 Soriana.
• Pack agua 1 L C/12 T-NORMAL E-E.	• Maquila sabor colima mandarina 0.5 L C/12.	• Caja Spring Fresh 480 ML C/24.
• Pack agua 1 L C/12 T-SPORT.	• Maquila sabor colima Jamaica 0.5 L C/12.	• Caja Spring Fresh 1 L C/12.
• Pack agua 1 L C/12 T-SPORT E-E.	• Maquila sabor colima limón 0.5 L C/12.	• Caja Spring Fresh 1.89 L C/6.
• Pack agua 1 L C/12 T-SPORT ISSEG.	• Pack mango 0.5 L C/12 ISSEG.	• Caja Spring Fresh 3.78 L C/4.
• Pack agua 1 L C/12 T-NORMAL SFA.	• Pack Naranja 0.5 L C/24.	• Caja Spring Fresh 480 ML C/24.
• Pack agua 1 L C/12 T-SPORT SFA.	• Caja Citrus Punch 480 ML C/24.	• Caja Spring Fresh 1 L C/12.
• Pack agua 0.5 L C/24.	• Caja Citrus Punch 1 L C/12.	• Caja Spring Fresh 1.89 L C/6.
• Caja agua 0.5 L C/24 S-E.	• Pack Combinado 0.5 L C/16 Surtido.	• Caja Spring Fresh 3.78 L C/4.
• Pack agua 0.5 L C/24 E-E.	• Pack Mandarina 0.5 L C/12.	• Pack Uva 0.5 L C/12.
• Pack agua 0.5 L C/24 ISSEG.	• Pack Mandarina 0.5 L C/12 T-Sport.	• Pack Uva 0.5 L C/12 T-Sport.
• Pack agua 0.5 L C/24 SFA.	• Pack Mandarina 0.5 L C/12 ISSEG.	• Pack Uva 0.5 C/12 ISSEG.
• Pack agua 250 ML C/24.	• Pack Mandarina 0.5 L C/24.	• Pack Uva 0.5 C/24.
• Pack agua 350 ML C/24 T-Normal E-E.	• Caja Mandarina 3.78 L C/4.	• Caja Uva 3.78 L C/24.
• Crispura Kid agua 350 ML C/24 T-Sport	• Pack Manzana 0.5 L C/12.	• Pack Té Negro 575 ML C/12.
• Pack agua 350 ML C/24 T-SPORT ISSEG.	• Pack Manzana 0.5 L C/12 T-Sport.	• Pack Té Verde 575 ML C/12.
• Caja agua 3.78 L C/4.	• Pack Manzana 0.5 L C/12 ISSEG.	• Pack TropicFresh 480 ML C/24.
• Pack agua 3.78 L C/4 PET.	• Pack Manzana 0.5 L C/24.	

Tabla 1. Productos Almacenados.

Fuente: Elaboración propia.

2.1 Análisis dimensional.

Actualmente la empresa cuenta con una distribución basada en el método de PEPS, no obstante en la práctica no se lleva a cabo, debido a que los productos son almacenados en desorden, acumulando polvo y siendo de difícil acceso para su embarque, en consecuencia se incurra en tiempos prolongados de espera, caducidad en algunos productos, así como un ambiente rígido entre los colaboradores que conllevan al retraso en los embarques.

A continuación, se presenta la Tabla 2 el análisis dimensional de los 10 productos con mayor demanda de acuerdo a la distribución actual de la empresa. Acorde a la capacidad del almacén en metros cúbicos, simultáneamente se debe considerar el pallet con medidas de 120 cm x 100 cm x 14.5 cm dando un total de 174,000 centímetros cúbicos (cm³) ó 0.174 metros cúbicos (m³).

Producto	Entradas	Paquetes armados	Paquetes por cama	Estiba Máxima
Agua Purificada 0.5 L	17,629	24	25	6
Agua Purificada 1.5 L	7,165	12	14	5
Agua Purificada 0.5 L E-E (Etiqueta Especial)	6,691	24	25	6
Agua Purificada 5 L SFA	4,939	4	12	4
Agua Purificada 1.5 L SFA	3,788	12	14	5
Agua Purificada 1 L T-Sport	3,425	12	14	5
Jugo Manzana 0.5 L T-Sport	3,088	12	25	6
Jugo Uva 0.5 L T-Sport	2,746	12	25	6
Agua Purificada 1.5 L ISSEG	2,473	12	14	5
Agua Purificada 0.5 L S-E (Sin Etiqueta)	2,173	24	25	6

Tabla 2. Análisis dimensional de Productos Almacenados.

Fuente: Elaboración propia.

2.2 Cálculo para la determinación del volumen de cada producto.

Los productos de 0.5 L, pueden ser armados en paquetes de 24 piezas, cada pallet puede llevar hasta 25 paquetes por cama y una estiba máxima de 6 niveles. A continuación se muestra en la Tabla 3 el contenido y medidas por paquete. Cabe mencionar que para la tapa sport (T-Sport) en la altura se agregan 2 centímetros.





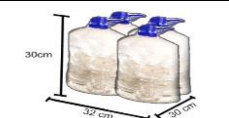
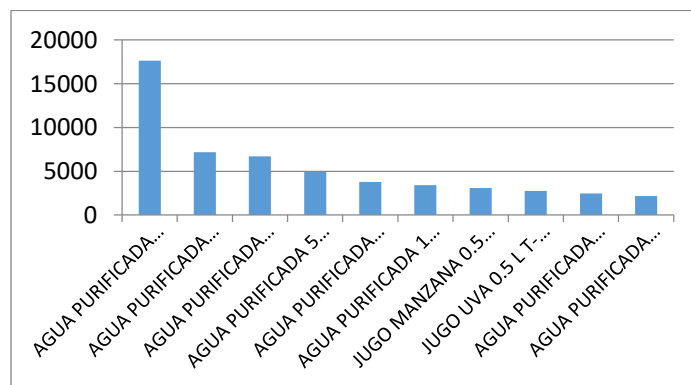
Producto	Descripción	Cálculo	Volumen / Pallet
	Producto de 0.5 L en paquete de 24 piezas. (Sin importar si es agua o jugo)	1 paquete = (25 cm X 36 cm X 26 cm) = 23,400 cm ³ = 0.0234 m ³ /paquete 25 paquetes/cama = (25 X 0.0234) = 0.585 m ³ /cama 6 niveles/estiba = (0.585 m ³ X 6) = 3.51 m ³ /estiba volumen del pallet = (3.51 m ³ + 0.174 m ³) = 3.684m ³	3.684 m ³
	Producto de 0.5 L en paquete de 12 piezas. (Sin importar si es agua o jugo)	1 paquete = (25 cm X 22 cm X 26 cm) = 14,300 cm ³ = 0.0143m ³ /paquete. 25 paquetes/cama = (25 X 0.0143m ³) = 0.357m ³ /cama 6 niveles/estiba = (0.357m ³ X 6) = 2.142m ³ /estiba volumen del pallet = (2.142m ³ + 0.174m ³) = 2.316m ³	2.316 m ³
	Producto de 1,5 L en paquete de 12 piezas. (Sin importar si es agua o jugo)	1 paquete = (34 cm X 32 cm X 24 cm) = 26,112 cm ³ = 0.0261 m ³ /paquete 14 paquetes/cama = (14 X 0.0261) = 0.365 m ³ /cama 5 niveles/estiba = (0.365 m ³ X 5) = 1.825 m ³ /estiba volumen del pallet = (1.825 m ³ + 0.174 m ³) = 1.999m ³	1.999 m ³
	Producto de 1 L en paquete de 12 piezas. (Sin importar si es agua o jugo)	1 paquete = (25 cm X 32 cm X 24 cm) = 19,200 cm ³ = 0.0192 m ³ /paquete 14 paquetes/cama = (14 X 0.0192) = 0.268 m ³ /cama 5 niveles/estiba = (0.268 m ³ X 5) = 1.344 m ³ /estiba volumen del pallet = (1.344 m ³ + 0.174 m ³) = 1.518m ³	1.518 m ³
	Producto de 5 L en paquete de 4 piezas. (Sin importar si es agua o jugo)	1 paquete = (30 cm X 32 cm X 30 cm) = 28,800 cm ³ = 0.0288 m ³ /paquete 12 paquetes/cama = (12 X 0.0288) = 0.345 m ³ /cama 4 niveles/estiba = (0.345 m ³ X 4) = 1.380 m ³ /estiba volumen del pallet = (1.380 m ³ + 0.174 m ³) = 1.554m ³	1.554 m ³

Tabla 3. Cálculos para obtener los volúmenes totales de pallet por producto.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se identificaron los volúmenes de almacenamiento actuales, se procede a mostrar los flujos de mercancía (total de entradas y total de salidas), en este caso se realizó un muestreo en donde están representados 10 de los productos más vendidos, esto es debido a que la empresa produce una gran cantidad de productos. A continuación se muestra en la Gráfica 1 la cantidad que se produce mensualmente de los productos estudiados. Dichos productos son considerados para diseñar una propuesta del rediseño del almacén.



Gráfica 1 Productos con mayor demanda.

Fuente: Elaboración propia.

2.3 Capacidad volumétrica del almacén.

Una vez identificados los volúmenes de cada producto, se calcula la capacidad volumétrica del almacén, considerando las áreas de almacenamiento real, omitiendo pasillos, salidas,

oficinas, áreas de almacenamiento, materia prima, estacionamiento de montacargas, almacenamiento de pallets y salidas de emergencia. A solicitud de la empresa se propuso una distribución de planta para la realización del proyecto, el cual fue diseñado en AutoCAD 2014 para visualizar las áreas y hacer los cálculos requeridos. En tanto Meyers et al (2000) sugiere que la distribución de planta está orientada al flujo de productos utilizando el análisis producto cantidad.

Frazelle (2007) recomienda evaluar si los productos están almacenados en la posición correcta dentro del espacio para obtener las mayores ventajas de las ubicaciones en que se localicen. Las ubicaciones de los productos son relevantes para optimizar el fácil acceso al inventario y lograr una mayor utilización de los equipos de manejo de materiales. Estas condiciones ayudan a que los productos y las herramientas se utilicen en su máxima capacidad. Adicionalmente, el estudio, análisis y mejoramiento de las condiciones de almacenamiento de los productos que faciliten su ubicación y selección permite a las empresas manejar mejores niveles de servicio al cliente. A continuación se muestra la Figura 1 que indica las dimensiones que tiene la distribución de planta del almacén de producto terminado, el almacén tiene un área de 1793.3319 m^3 y con un perímetro de 207.5717 m^3 .

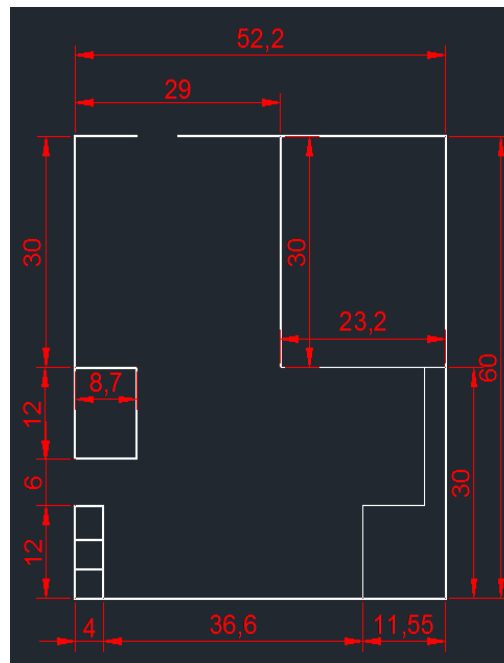


Figura 1. Lay Out de almacén con acotaciones.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestra la Figura 2 que indica la sección de la nave utilizada para almacenar los productos, misma que será nuestra área de trabajo.

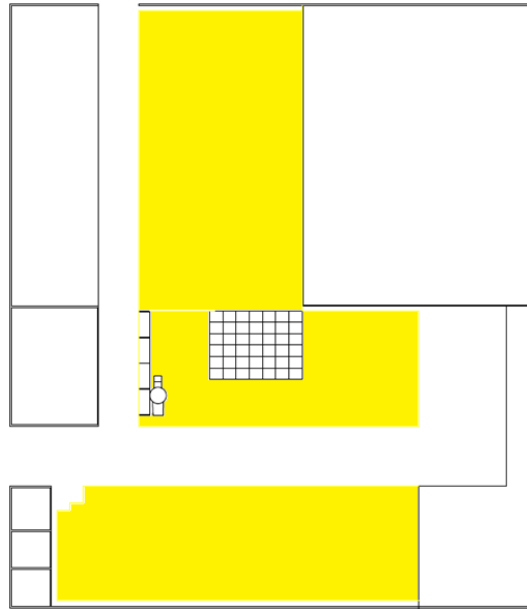


Figura 2. Área de almacenamiento de producto terminado.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3 se visualiza la capacidad volumétrica de cada una de las secciones, utilizando el análisis ABC.

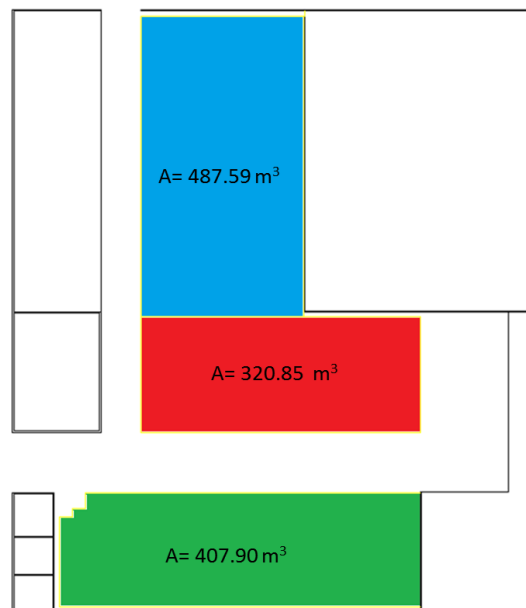


Figura 3. Volumen de almacén.
Fuente: Elaboración propia.

Para calcular el área total de cada parte del almacén, se hizo un análisis cuadriculando la superficie del almacén. Cada cuadro marcado en el piso permite tener una aproximación de las mediciones y como a continuación se muestra en la Figura 4 se determinó que cada segmento de:

- 3m (ancho) X 2.9m (largo) x 2.10m (altura máxima de estiba) = 18.27m³
- Actualmente hay 16 productos del lado de la oficina pegado a la pared.
- Hasta 4 cuadros para almacenar (12 metros) 18.27m³ X 4 cuadros = 73.08 m³.
- Pasillo A1 hasta 10 pallets de madera 10.7 metros = 3.5 cuadros (se usan 4 cuadros)
- Pasillo de 3 metros (1 cuadro).
- Pasillo A2 hasta 11 pallets de madera (5 cuadros).
- A1 + A2 + Pasillo = 12+15+3 =30 metros en parte A.
- Lado B 12 cuadros de ancho, 10 cuadros de largo, 120 metros.

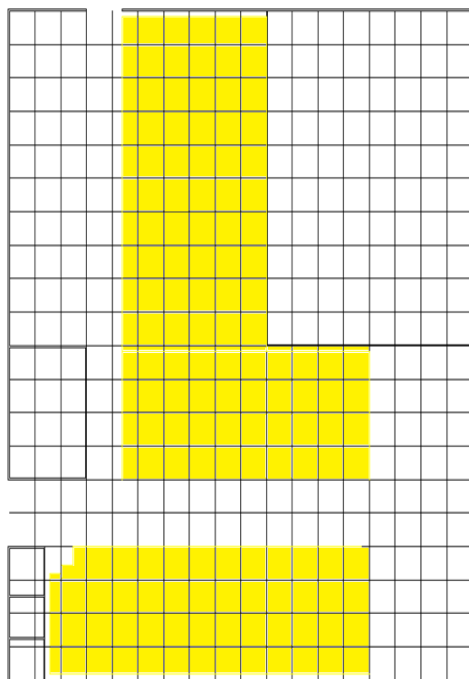


Figura 4. Área de almacenamiento por piso.
Fuente: Elaboración propia.

2.4 Diseño de propuesta de redistribución del almacén.

La propuesta que se diseñó en el almacén, el Sistema ABC, fue seleccionado puesto que no se tiene un número establecido de producción y por lo tanto es el más adecuado, pues se sabe en qué temporadas y cuál es el producto más solicitado por los clientes. En tanto Chopra (2013) y Ballou (2004) utilizan el análisis ABC por frecuencia de uso para mejorar el flujo de mercancías.

Por lo tanto se rediseña el Layout anterior quedando de este modo. Como se muestra en la Figura 4 la zona A caben aproximadamente 216 tarimas, en la zona B 204 y por último en la zona C abarca 198 tarimas. Donde en la zona A, se tiene el acomodo de las tarimas de botellas de agua que son el producto de mayor rotación, en la zona B el acomodo de las tarimas de jugo que son de mediana importancia y por último los productos que casi no se consumen como por ejemplo el té, ya sea verde o negro y los jugos de galón.

El espacio que se encuentra entre cada zona es de 4.47 m. para la ejecución de las maniobras con el montacargas y con los patines. Además se puede observar que la máquina de empaque se posicionó en un nuevo lugar para que en cuanto se transporte se haga el empaquetado y directamente se embarque sin ningún problema.

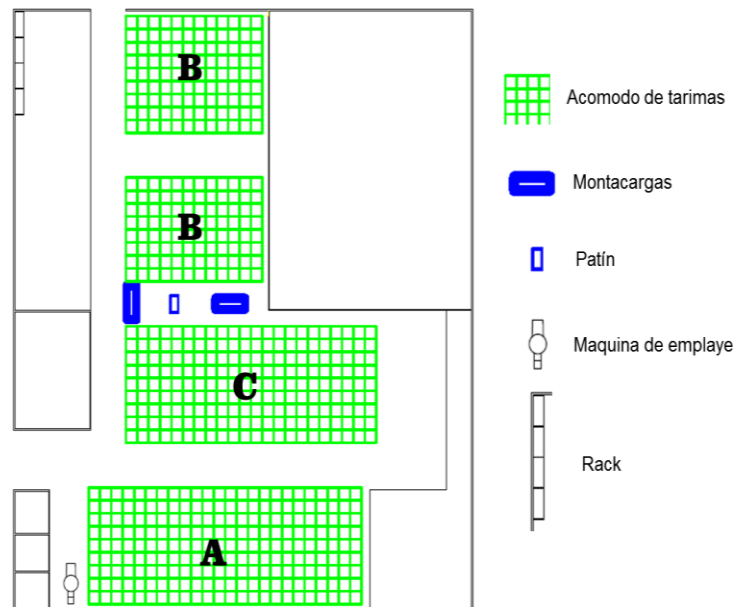


Figura 4. Método de almacenamiento ABC.
 Fuente: Elaboración propia.

3. Discusión y análisis de resultados

Durante la investigación se tenía en cuenta el objetivo de incrementar en un 15% la capacidad de almacenamiento de materia prima, por lo cual se hace la comparación del antiguo diseño con el que se propone. En la distribución actual una capacidad de 521 tarimas lo cual fue tomado como la capacidad máxima. En la Figura 5 se muestra la distribución del almacén:

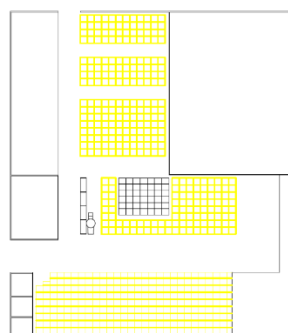


Figura 5. Almacenamiento actual.
 Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 6 se muestra la nueva propuesta de distribución de planta obteniendo un incremento en la capacidad de 15.69% con respecto a la distribución anterior por lo cual se

El diagrama muestra la distribución de la planta de producción, organizada en tres zonas principales de almacenamiento de tarimas (A, B y C), representadas por cuadrículas verdes. Las zonas están separadas por pasillos y áreas de circulación.

Las zonas de almacenamiento son:

- Zona A:** Ubicada en la parte inferior izquierda, con una etiqueta 'A' en el centro.
- Zona B:** Ubicada en la parte superior izquierda, con una etiqueta 'B' en el centro.
- Zona C:** Ubicada en la parte central, con una etiqueta 'C' en el centro.

Entre las zonas de almacenamiento y en los pasillos se encuentran los siguientes elementos:

- Montacargas:** Representados por rectángulos azules.
- Patín:** Representado por un rectángulo azul con una línea blanca horizontal.
- Maquina de empaque:** Representada por un icono de una máquina de empaque.
- Rack:** Representado por un icono de un estante o rack.

El diagrama también muestra la entrada principal (puerta) en la parte superior izquierda y una salida (puerta) en la parte inferior izquierda.

El rack más pequeño y el contenedor de etiquetas se reubicaron cerca de la entrada al área de producción, mientras que el otro rack fue removido completamente pues además de ocupar espacio no es una herramienta útil dentro del almacén. También es notorio el cambio que se obtuvo de la máquina para empleado, esta fue reubicada cerca de las oficinas pero dejando espacio para que no obstaculizara el tráfico y se puedan realizar las maniobras requeridas.

Se incrementó la capacidad del almacén en 15.69% lográndose el objetivo de la investigación. Con este resultado la empresa de bebidas optimizó la utilización de los espacios.

Como recomendación es esencial un área de recepción para acumular el material recibido que se ha rechazado durante una recepción o una inspección de control de calidad. No debe permitirse que el material rechazado o caducado se acumule en el área del almacén pues esto provocaría que en el almacén se ocupara espacio innecesario y que se pudiera utilizar para productos de mayor importancia o que ya haya sido liberado y este a punto de ser embarcado.

Agradecimientos.

Al valioso apoyo otorgado por la empresa y sus colaboradores por las facilidades en la recolección de información y disponibilidad para el desarrollo e implementación del proyecto.

A la valiosa participación del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, por brindar las facilidades en la realización del proyecto, así como a la Universidad Politécnica del Bicentenario por permitir el trabajo colaborativo.

Referencias

© 2016 NSF International. (1992). Acerca de NSF. Abril 6, 2016, de © 2016 NSF International Sitio web: <http://www.nsf.org/es/acerca-de-nsf/>

Arrieta, J. (2002). La Administración de Operaciones y su papel central dentro de toda organización. Revista Universidad EAFIT, 127 (julio, agosto, septiembre), 19-29.

Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. (5ta Ed.). México: Pearson Educación.

Burdige, Jhon L. (1979) Planificación de la Producción Tomo 4. Ediciones Deusto S.A.

Chpra, S, Meindl, P (2013) Administración de la cadena de suministro; Estrategia, planeación y operación, 5 ed, Prentice Hall.

Departamento de Agricultura. (1997). Sistema de análisis de peligro y de puntos críticos de control (HACCP) y directrices para su aplicación. Abril 6, 2016, de Depósito de Documentos de la FAO Sitio web: <http://www.fao.org/docrep/v9723t/v9723t0g.htm>

Frazelle., E. H., & Sojo, R. (2007) Logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase mundial. Bogotá, Colombia: Grupo Editorial Norma.

García María. (2008). Manual de Marketing. Madrid, España: ESIC Editorial.

Saavedra C. (2013) ¿Qué es un Layout? Marzo 15, 2016, de Slideshare Sitio web: <http://es.slideshare.net/CatalinaSaavedra3/que-es-un-layout>

Scott Roscoe, Edwin. (1989) Organización para la Producción. Compañía Editorial Continental, S.A.

Secretaría de Salud. (Agosto 1, 2002). Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2002, Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel.

Especificaciones sanitarias. Abril 6, 2016, de Diario Oficial de la Federación Sitio web: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/201ssa12.html>

Secretaría Del Trabajo Y Previsión Social. (Diciembre 9, 2008). Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Abril

6, 2016, de Diario Oficial de la Federación Sitio web:
<http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-017.pdf>

Secretaría Del Trabajo Y Previsión Social. (Noviembre 25, 2008). Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Abril 6, 2016, de Diario Oficial de la Federación Sitio web:
<http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-026.pdf>

Secretaría Del Trabajo Y Previsión Social. (Septiembre 11,2014). Norma Oficial Mexicana NOM-006-STPS-2014, Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciónes de seguridad y salud en el trabajo. Abril 6, 2016, de Diario Oficial de la Federación Sitio web:
<http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/nom-006.pdf>

Semblanzas de los autores

Miguel Ángel Alvarado Díaz. Ingeniero Industrial con acentuación en Administración, Maestro en Desarrollo Organizacional por la Universidad de León, así como una especialidad en Finanzas; en el ámbito Productivo se ha desempeñado funciones de consultoría, planeación y coordinación de proyectos, así como de gestión y mejora de procesos en los sectores industrial, automotriz y financiero. Emprendedor y empresario incursionando en el ámbito de servicios y de manufactura. En la parte académica, cuenta con una especialidad en Educación Basada en Competencias y otra en Educación a Distancia y uso de TIC. Investigador dentro del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato en el área de Logística aplicada, ponente y asesor en múltiples proyectos de divulgación científica.

Víctor Hugo De La Cruz Madrigal. Ingeniero Industrial por el Instituto Tecnológico de Morelia, Maestro en Ingeniería Industrial con especialidad en manufactura por el Instituto Tecnológico de Celaya. En el sector industrial se ha desempeñado como Ingeniero de Métodos en una empresa de autopartes en el giro de inyección de plásticos. En la parte académica como profesor de Ingeniería de tecnologías de la producción en la UTNG y actualmente en UPB como profesor de logística y transporte. Especializado en líneas de investigación de mejora continua, logística integral y cadena de suministro.

María del Carmen Chacón Olivares. Licenciada en relaciones Comerciales por el Instituto Politécnico Nacional de México, se ha desempeñado en el sector industrial automotriz en la gerencia de operaciones y servicios, encargada de comercialización, distribución y operación de almacenes, manejo de procesos de exportación, involucrada en diseño de manuales de procedimientos, en el ámbito académico tiene una trayectoria docente de 14 años en las áreas económico administrativas y de ingeniería en logística. Actualmente cursando la Maestría en Logística y Cadena de Suministros, participante como investigadora en artículos de divulgación científica.

Martha Gabriela Gutiérrez Cortes. Licenciada en Comercio Internacional por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, y Maestría en Administración con especialidad en calidad por el Instituto Irapuato. Se ha desempeñado en el área de Comercio Internacional, importaciones y exportaciones de empresas de diversos sectores. Implementando y realizando actividades en el ámbito de administración tanto privada

como pública. En el área académica como profesor en el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, orientado a la investigación de proyectos de emprendimiento.

La Nube Innovación Tecnológica para el Desarrollo de Sistemas de Aprendizaje / The Cloud Technological Innovation for the Development of Learning Systems

MCE. Juan Carlos Rodríguez Campos¹, M.E. Mariana Rico Chagollán², MCE. Eduardo García Herrera³, y LRC. María del Carmen Chacón Olivares⁴.

^{1, 2, 3, 4} *Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carretera Irapuato – Silao Km. 12.5, Colonia El Copal, Irapuato, Gto. México. C.P. 36821, (462) 606-79-00.*

¹jurodriguez@itesi.edu.mx, ²marianarico@itesi.edu.mx, ³edgarcia@itesi.edu.mx,

⁴carmen.chacon@itesi.edu.mx

Resumen:

La nueva corriente educativa del M-Learning (Mobile Learning), que proliferan en la forma de enseñar, generando una nueva mentalidad en los estudiantes y por consecuente nuevas necesidades, como, por ejemplo: trabajo colaborativo, herramientas de prueba, libertad de aprendizaje (tiempo, espacio), reconocimiento de logros. El presente artículo está basado en “Desarrollar un sistema LMS, gestor de aprendizaje nativo que permita realizar consultas en tiempo real de contenido en línea y/o ejercicios de lenguajes de programación y áreas de aplicación de la programación, para apoyar al estudiante en el aprendizaje significativo”, realizándolo en el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, para los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Para este fin debe cumplir con 3 características fundamentales para estas plataformas, las cuales son: 1) Ser de acceso libre, 2) Permitir su uso de manera online y offline, 3) Generar una carga mínima de recursos para los usuarios y el administrador. Concluyendo que con la implementación de esta plataforma se logró englobar un conjunto de conocimientos y competencias que le permitan a los estudiantes desarrollar sus habilidades meta-cognitivas (comprensión, organización, autoevaluación, pensamiento crítico, autoaprendizaje, etc.), a dicha plataforma se le asignarán funciones que permita facilitar a los usuarios involucrados la generación de grupos de debates, comunicación libre y acceso multiplataforma (dispositivos móviles y sistemas Unix/IOS); de manera sencilla, libre y gratuita.

Palabras Clave: M-Learning, Sistema LMS, habilidades meta-cognitivas, autoevaluación, autoaprendizaje.

Abstract:

The new educational current of M-Learning (Mobile Learning), which proliferate in the way of teaching, generating a new mentality in students and consequently new needs, such as: collaborative work, test tools, the freedom of learning, recognition of achievements. This article is based on "Develop an LMS system, a native learning manager that allows real-time queries of online content and / or exercises in programming languages and programming application areas to support the student in learning significant "at the Irapuato Higher Technological Institute for students of the Computer Systems Engineering program. To this end, it must fulfill 3 fundamental characteristics for these platforms, which are: 1) To be freely accessible, 2) To allow its use in an online and offline way, 3) To generate a minimum load of resources for the users and the administrator. Concluding that with the implementation of this platform, it was possible to include a set of knowledge and competencies that allow students to develop their meta-cognitive skills (understanding, organization, self-evaluation, critical thinking, self-learning, etc.). Will assign functions that allow the users involved to generate discussion groups, free communication and multiplatform access (mobile devices and Unix / IOS systems); in a simple, free and freeway.

Keywords: M-Learning, LMS system, metacognitive skills, self-assessment, self-learning.

1. Introducción

La computación en la nube (cloud computing) es la plataforma tecnológica de la década actual y, posiblemente, del futuro de la computación. Cloud Computing se ha convertido en el término de moda de todos los medios de comunicación a nivel mundial. Los desarrolladores, organizaciones y empresas analizan el nuevo modelo, sus tecnologías, sus herramientas y los proveedores, junto a toda la infinidad de aplicaciones en los numerosos campos donde ahora tienen un gran impacto: tecnológicos, económicos y sociales.

Los servicios de almacenamiento en nube, se puede acceder por diferentes medios, como un servicio web (web service), interfaz de programación de aplicaciones (API), interfaz de usuario (interfaz web) o alguna otra seleccionada por el cliente. Es un espacio educativo alojado en la web, conformada por un conjunto de herramientas informáticas o sistema de software que posibilitan la interacción didáctica. (Salinas, María Isabel. 2011).

Servicio (IaaS)

Familia de cloud computing consistente en poner a disposición del cliente el uso de la infraestructura informática (capacidad de computación, espacio de disco y bases de datos entre otros) como un servicio.

Los clientes que optan por este tipo de familia cloud en vez de adquirir o dotarse directamente de recursos como pueden ser los servidores, el espacio del centro de datos o los equipos de red optan por la externalización en busca de un ahorro en la inversión en sistemas TI. Con esta externalización, las facturas asociadas a este tipo de servicios se calculan en base a la cantidad de recursos consumidos por el cliente, basándose así en el modelo de pago por uso.

Modelos de despliegue

El tipo de instalación de recursos en red se ha clasificado de acuerdo a su restricción en acceso (Commission of the European Communities, 2010) de la siguiente forma:

- Cloud privada.- Hace referencia a una oferta de servicios propietaria, es decir restringida al uso específico de una organización y eventualmente residente en infraestructura de su propiedad. Aunque no necesariamente.
- Cloud pública.- En este caso se hacen disponibles servicios fuera de la empresa, haciendo uso de infraestructura ofertada por proveedores cloud.
- Cloud comunitaria.- Es tipo de despliegue tipifica a un conjunto de usuarios que reúnen recursos de infraestructura para operar en una red compartida. En tal caso podría denominarse como una red comunitaria privada.
- Cloud híbrida.- Es una combinación de servicios instalados en infraestructura al interior de la empresa para el uso por los miembros de la misma y servicios ofertados al público. (Método de migración al modelo Cloud Computing Software as a Service de un LMS Open Source, Hernández Rodríguez, María de Lourdes, <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/42493>).

Software (SaaS)

Los proveedores de los servicios SaaS pueden tener instalada la aplicación en sus propios servidores web (permitiendo a los clientes acceder, por ejemplo, mediante un navegador web), o descargar el software en los sistemas del contratante del servicio. En este último caso, se produciría la desactivación de la aplicación una vez finalice el servicio o expire el contrato de licencia de uso.

Plataforma (PaaS)

Las principales características asociadas al Platform as a Service como solución cloud se exponen a continuación:

- Facilita el despliegue de las aplicaciones del cliente, sin el coste y la complejidad derivados de la compra y gestión del hardware y de las capas de software asociadas.
- Ofrece a través de redes de servicio IP todos los requisitos necesarios para crear y entregar servicios y aplicaciones web ONTSI (2012).

Plataforma Virtual

Es un entorno informático en el que nos encontramos con muchas herramientas agrupadas y optimizadas para fines docentes. (Sebastián Díaz, 2009).

Son escenarios educativos diseñados de acuerdo a una metodología de acompañamiento a distancia. (Sofía Victoria, 2008).

Son una propuesta flexible, individualizada e interactiva, con el uso y combinación de diversos materiales, formatos y soportes de fácil e inmediata actualización. Weller, M. (2005).

Software

Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora (Diccionario de la RAE).

Lenguajes de Programación

Un lenguaje de programación es un lenguaje formal diseñado para realizar procesos que pueden ser llevados a cabo por máquinas como las computadoras. Gómez, Omar. (2007).

LMS

Es un software instalado en un servidor web que se emplea para administrar, distribuir y controlar las actividades de formación no presencial (o aprendizaje electrónico) de una institución u organización. Wilson, Leslie B. (1993).

Funcionalidad de un LMS

- Entrega del contenido del curso.
- Registro y administración de estudiantes.
- Gestión de prácticas (es decir, la programación, el seguimiento).

- Plan de Estudios y Certificación de Gestión.
- Habilidades y Competencias de Gestión.
- Análisis de la diferencia de habilidades.
- Plan de Desarrollo Individual (PDI).
- Informes.
- Gestión de Registro de Prácticas.
- Gestión de Recursos.
- Organizaciones Virtuales.
- Repositorio de documentos.

Software Educativo

Un software educativo es un programa para ordenador creado con el fin de ser utilizado como medio didáctico, que pretende imitar la labor tutorial que realizan los profesores y presentan modelos de representación del conocimiento en consonancia con los procesos cognitivos que desarrollan los alumnos (Marqués, 2009).

Cloud Storage

Es un modelo de almacenamiento de datos basado en redes de computadoras, ideado en los años 60's, donde todos los datos están alojados en espacios de almacenamiento virtualizado, por lo general aportados por terceros. Montaner, Joan; Orriols, Meritxell. (2010).

Visual Studio (“Community 2013”)

Esta es la nueva versión de la IDE de desarrollo más completa de Microsoft Inc., es una nueva versión que permite la liberación de todas las funciones de una versión de paga sostenida por la comunidad de desarrolladores, pero gratuitamente, existen algunos lineamientos que se deben seguir al momento de publicar software con fines lucrativos, pero, en resumidas cuentas, esta es una versión Profesional de Visual Studio por un costo nulo de adquisición. Strauss, Dirk. (2016).

2. Desarrollo

El presente trabajo de investigación se enfoca en realizar una aplicación LMS porque actualmente los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, no tienen una plataforma de aprendizaje dedicada que les permita consultar, aplicar analizar o evaluar, sus habilidades ni capacidades de comprensión lógica y aplicativa de diferentes lenguajes de programación, siendo los lenguajes C, C++, C# y Java los lenguajes más comunes con lo que se programan en la institución, quedando fuera de la práctica algunos otros como: Ruby, Perl, Python, etc.

Otro punto a considerar es la falta de un sistema o programa de motivación para los usuarios involucrados en el proceso de aprendizaje, por ejemplo, el uso de “Badges” (medallas digitales); además, normalmente en este tipo de aplicativos no se cuenta con la complementación de los conocimientos sobre lenguajes de programación con contenidos

fundamentales de áreas básicas de aplicación de los mismos conocimientos adquiridos, como pueden ser: Redes de Computadoras, Algoritmia, Bases de Datos, Etc.

Adicionalmente, en los aplicativos similares, la consulta en tiempo real de contenidos bibliográficos es escasa o nula, lo cual contraste enormemente con el ritmo exponencial de crecimiento que poseen los lenguajes de programación, los entornos de desarrollo, las tecnologías de la información, los frameworks.

El objetivo es desarrollar un sistema gestor que permita realizar consultas y realizar ejercicios de lenguajes de programación en áreas de aplicación, para apoyar al estudiante en el aprendizaje significativo.

Tomando en cuenta una plataforma gráfica de contenidos de aprendizaje, cuyos límites le permitan al usuario conocer la sintaxis de al menos 16 lenguajes de programación. Empleando los servicios de la nube, para almacenar y acceder de manera libre a todos los contenidos ofrecidos en la plataforma en tiempo real, generando un sistema más completo y amplio en contenidos y anular a la página web responsiva en línea que posee la plataforma, para así emplearla de manera directa en todos los sistemas operativos con entorno gráfico y dispositivos móviles con el uso de un navegador web.

Para determinar la mejor manera de abordar el problema y generar la solución planteada del LMS y seguimiento de controles se realizaron varias etapas de análisis como se muestra en la Tabla 1, de actividades realizadas.

Software

Mostrar una interfaz legible y clara (Tener esquemas de colores constantes).
Trabajar con interfaces independientes y mutuamente excluyentes.
Evitar la ambigüedad de ejecución (que se abran 2 o más ventanas de la misma instancia).
Reducir el consumo de recursos en contraste con la memoria que consumen los navegadores modernos.
Concebir un modelo de consulta de recursos didácticos en tiempo real que a su vez permita su edición independiente de la ejecución de la aplicación (edición en tiempo real).

Tabla 1. Descripción de actividades y etapas de desarrollo.

Fuente: Elaboración propia.

Sin olvidar que se toma como referencia el modelo incremental que concuerda con las etapas de desarrollo iterativo del Modelo RAD como se muestra en la figura 1, donde se requiere o generaliza el desarrollo de “prototipos falsos” y el desarrollo visual; de manera tal que se pueda enfocar cada nueva versión a una mejora tanto funcional como visual siempre con el uso de componentes reusables. Las etapas de desarrollo que describe el modelo RAD.

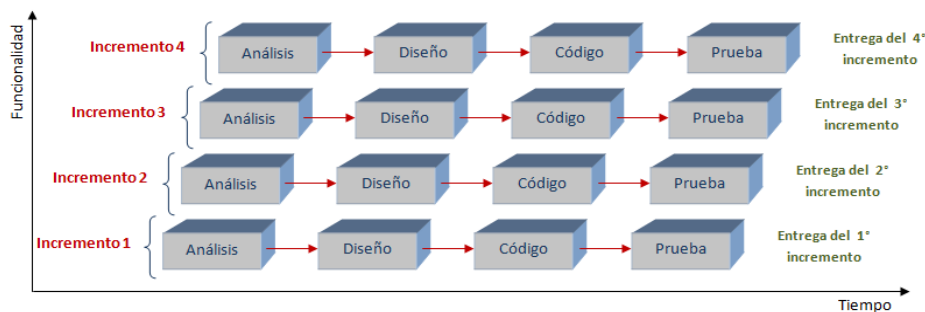


Figura 1. Desarrollo de modelo incremental.
Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que para el desarrollo del aplicativo no se diseñó un cronograma concreto donde las diferentes etapas del proceso se realizaban consecutivamente, como se puede apreciar en el modelo anterior porque se realizaron de 1 a 2 nuevos prototipos funcionales cada mes, mismos que incrementaban sus funciones, líneas de código y aspectos visuales, con el fin de cumplir con las condiciones óptimas de desempeño gráfico y funcional.

Durante la etapa de análisis de cada iteración se evaluaron 3 aspectos:

1. Desempeño
 - a. Se evalúa la cantidad de memoria que ocupa la ejecución del aplicativo, los picos de memoria y la cantidad de espacio en disco que utiliza, además de la cantidad de cache que genera al abrir diferentes archivos constantemente.
2. Atractivo Visual
 - a. Se presenta el aplicativo a diferentes jueces (hombre y mujeres) con el fin de buscar la mezcla de colores más atractiva y menos extravagante posible, donde se consiga una media grafica invitante para los diversos usuarios.
3. Funcionalidades
 - a. Se numeran la cantidad de funciones que posee el aplicativo, se agenda la inclusión de nuevas y se revisa la facilidad con que cada una puede ser ejecutada en el menos número de clics y el menor tiempo.

Diseño

Para la etapa de diseño se implementan las observaciones hechas durante la etapa de análisis. Estas modificaciones se realizan en papel en el siguiente orden:

1. Modificación Visual Preliminar
2. Agregado de Función
3. Detallado de Código
 - a. Descripción del bloque (Comentarios)
4. Aprobación de Función
5. Descripción de Eventos Visuales (Mouse Over, Mouse Leave, Clic)
6. Revisión y Aprobación

Código

En esta etapa se traduce a líneas de código los bosquejos e ideas redactados en la etapa anterior, como ya se mencionó anteriormente, la cantidad de líneas de código se incrementa exponencialmente con cada nueva función, a esto cabe añadir el hecho de que el proceso de refactorización no puede ser realizado con la misma frecuencia que las iteraciones, ya que esto aumenta el tiempo de diseño y revisión de cada versión y a largo plazo provoca que el código sea inestable.

Prueba

Al final de cada proceso de desarrollo iterativo, el cual tiene un periodo de producción de entre 7 y 15 días, las pruebas de funcionalidad son efectuadas dentro del concepto de “Pruebas Alfa”, donde el equipo de desarrollo prueba los diferentes escenarios de uso que el usuario podría generar para así descubrir errores de ejecución, fallas en el sistema, puntos de quiebre, etc.

3. Discusión y análisis de resultados

La primera interfaz principal del aplicativo en su parte izquierda cuenta con iconos de concepto flat y sombreado interno rasterizados para las interfaces de acceso a las clases de los dieciséis lenguajes de programación proyectados, como se muestra en la figura 2, y en la parte derecha contiene los temas del lenguaje seleccionado y la parte inferior se encuentra la función de OpenOffice, editor de código (Sublime Text) y abrir la interfaz de biblioteca.

Además, contiene los botones básicos de Cerrar, Minimizar y Ayuda; con el fin de cumplir con los parámetros fundamentales de una interfaz de usuario.

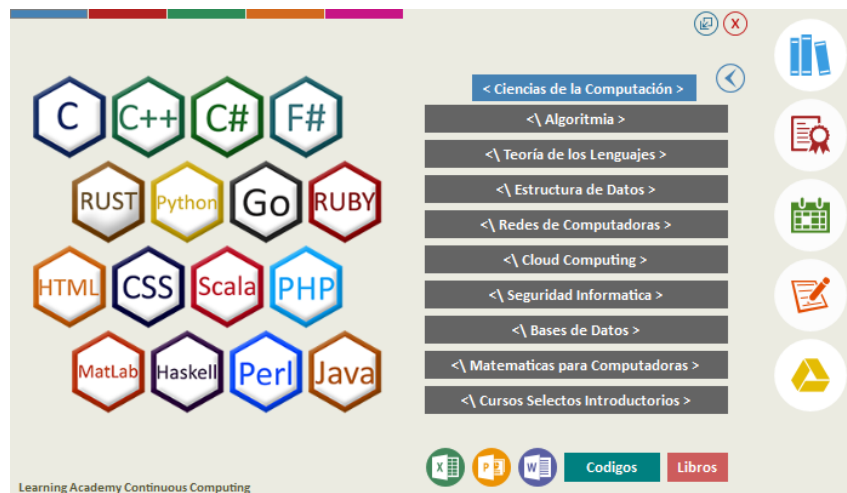


Figura 2. Interfaz principal.
Fuente: Elaboración propia.

La interfaz de lenguajes se modificó a fin de cumplir con la composición de colores antes mencionada, además, en lugar de emplear componentes de Visual Studio, se integraron iconos circulares para la referencia directa al número de clase que se abordaría con cada

botón, y a su vez se agregó un “Combo Box” en la parte derecha para describir el título de dicha clase. Figura 3.



Figura 3. Contenido de temas
 Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4, se presenta la pantalla de “Autoevaluaciones”, la que consisten en archivos tipo “Formulario” de Google, las cuales pueden recabar información progresos de los usuarios que empleen el software, además este método de trabajo permitiría generar funciones nuevas y agregar nuevas motivaciones de trabajo a los usuarios.

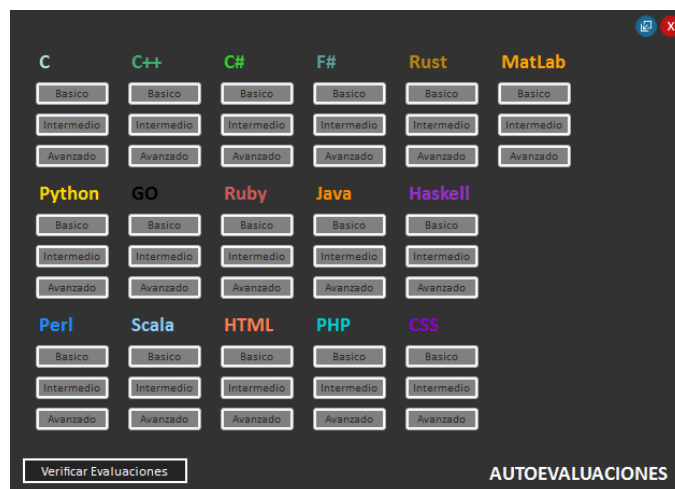


Figura 4. Interfaz de evaluaciones.
 Fuente: Elaboración propia.

Para utilizar un video es necesario que este se encuentre en los servidores de Google, de manera que no se almacene en la carpeta de Drive, generando carga al espacio libre. Realizando un clic en “Descargar Editor” despliega la siguiente Figura 5, la cual nos permite descargar libros y videos seleccionados.

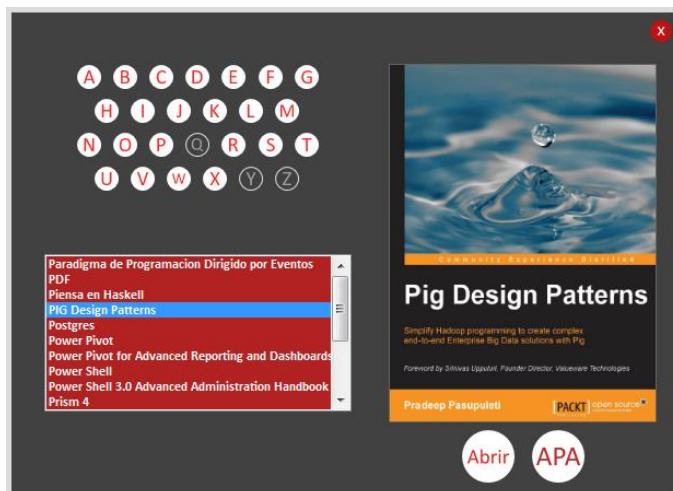


Figura 5. Interfaz de biblioteca.
 Fuente: Elaboración propia.

Para lograr concretar un stock de libros respetable, se buscaron las mejores alternativas de proveedores de bibliografías, sin embargo, de entre las muchas posibilidades, pocas estaban realmente enfocadas a los temas de desarrollo, programación y áreas a fines al rubro; finalmente se optó por 4 alternativas que se muestran en la Figura 6, con su respectivo porcentaje de aportación.

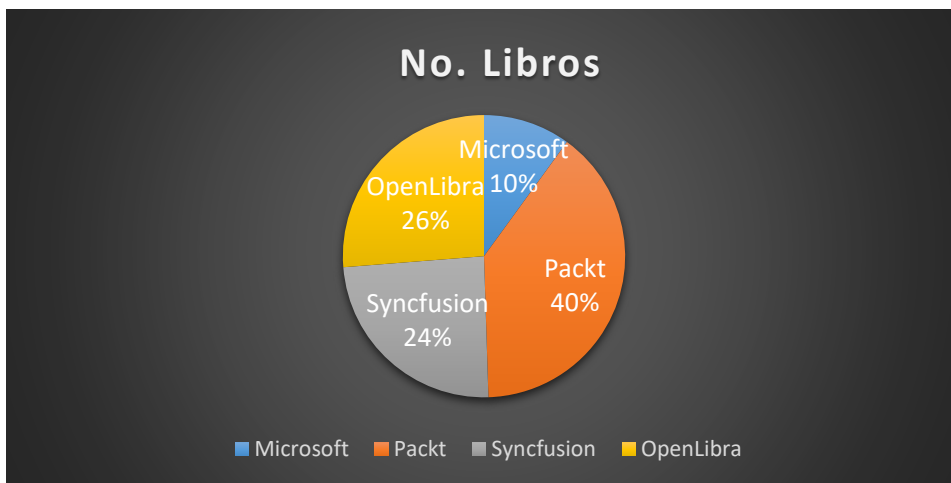


Figura 6. Proveedores de libros.
 Fuente: Elaboración propia.

Para las pruebas de rendimiento en busca de mejorar los tiempos de carga, la generación de cache en sistema y reducir el uso de memoria del sistema en comparación a navegadores convencionales, se realizaron pruebas en diversos perfiles de equipos de cómputo.

Las pruebas consistieron en análisis del comportamiento del sistema, revisión de los tiempos de carga con diversas conexiones, monitoreo del uso de memoria, analizar la cantidad de líneas de código post-refactorización y analizar el FeedBack de los usuarios, esto último con el fin de concluir el grado de aceptación de una aplicación nativa con funciones online y la mejora de su uso en comparación con consultas de navegadores convencionales.

Prueba de Monitoreo de Memoria: en el gráfico de memoria de la Figura 7. La Memoria empleada contra navegadores se puede percibir fácilmente la cantidad de megas que emplea la aplicación en una consulta única inicial. Cabe mencionar que mucha de esta memoria es cargada debido a los plugins que los navegadores utilizan para ejecutar componentes dinámicos, integrar parámetros de seguridad y otras funciones. Sin embargo, la carga inicial permite demostrar que el aplicativo nativo reduce los requisitos de carga y disminuye por consecuente los tiempos de ejecución de otros procesos.

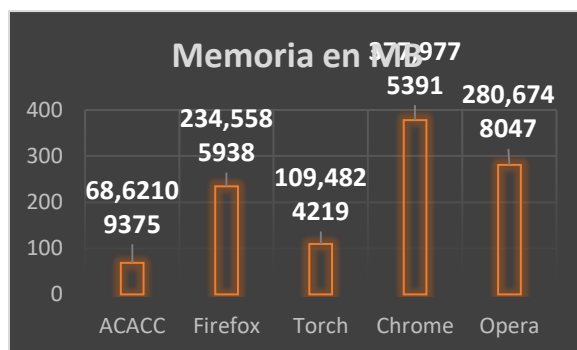


Figura 7. Comparativa de uso de memoria promedio en MB, para la apertura single-thread de una presentación (clase individual) en un equipo.

Fuente: Elaboración propia.

Prueba de Tiempos de Carga: Para las pruebas de conexión y tiempo de carga se emplearon diversos entornos de conexión, mediante los cuales se obtuvieron los siguientes resultados. La gráfica (Figura 8. Tiempo de Carga con Diferentes Conexiones)

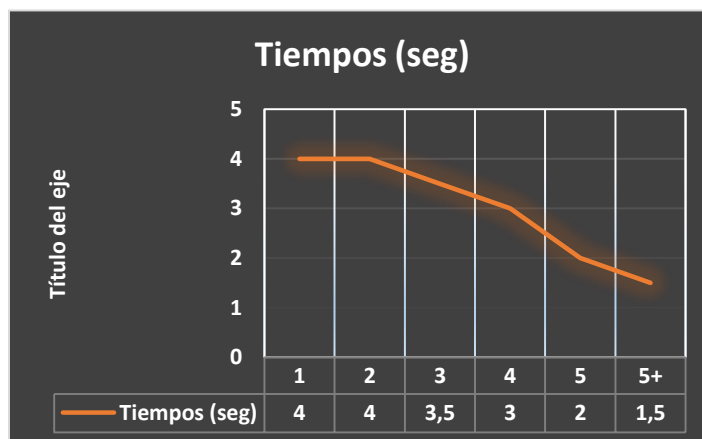


Figura 8. Tiempo de carga con diferentes conexiones.

Fuente: Elaboración propia.

Los tiempos de carga permiten mostrar el tiempo que un archivo tarda en procesarse completamente en el aplicativo, aunque esto pudiese considerarse una variable independiente de los parámetros a investigar, sirve bien como punto de referencia para futuros desarrollos en el proceso de ampliar los alcances del aplicativo.

Pruebas de Memoria en Perfiles de Equipo: según las características del equipo y el perfil, los parámetros de uso de memoria desde mínimo hasta máximo se muestran a continuación. Esto con el fin de mostrar la consistencia de requisitos de ejecución de la aplicación en diferentes entornos de hardware.

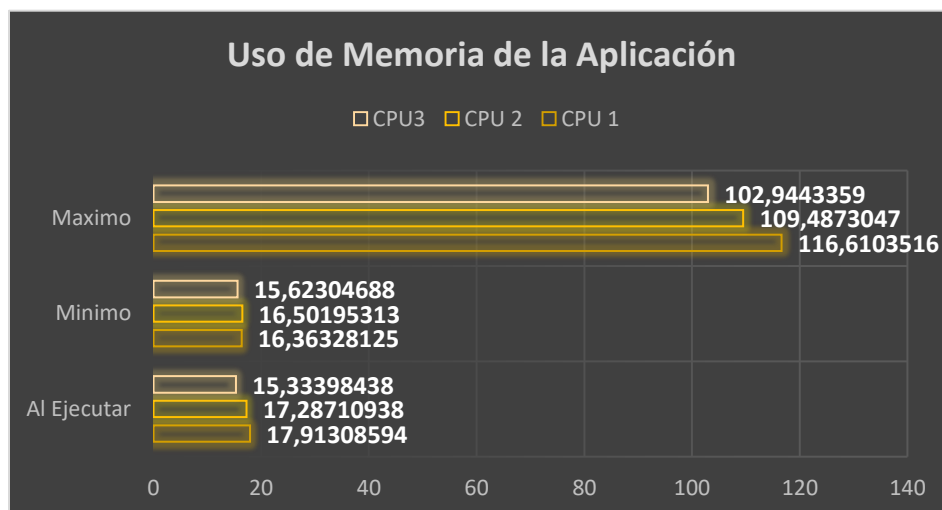


Figura 9. Memoria de aplicación.
Fuente: Elaboración propia.

Proceso de Refactorización: Una vez terminado el desarrollo preliminar, se inicia con el periodo de Refactorización, este es un proceso de 7 etapas que permite mejorar y comprimir el código por medio de: reducción de sentencias de código, simplificación de funciones, optimización de llamadas y compactado de bloques completos en secuencias de clase.

En el gráfico siguiente Figura 10 se presentan las 7 etapas del proceso y como el número de líneas fue disminuyendo. Además, puede apreciarse una comparativa, considerando un cierto porcentaje de líneas como comentarios, presentando al final un número tentativo de líneas que conforman el código útil final.

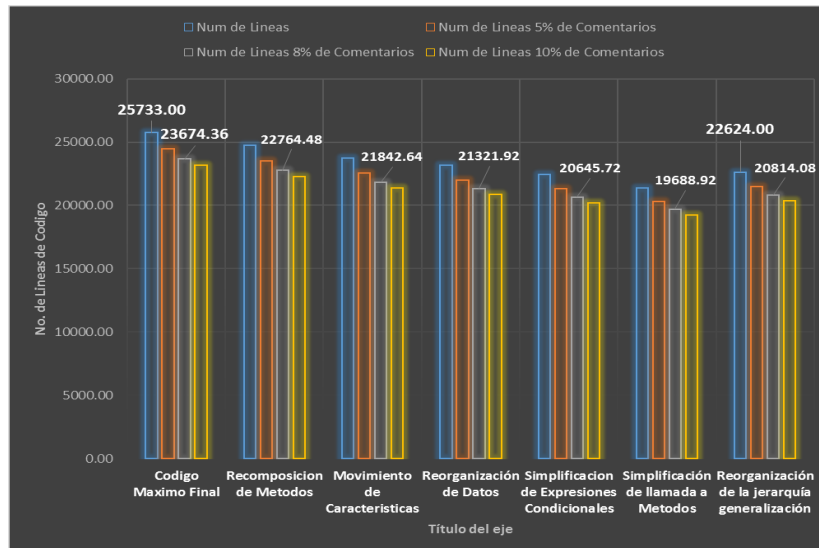


Figura 10. Cantidad de líneas de código durante las etapas de refactorización, con comparativas de posibles 5, 8 y 10% de líneas de comentarios.

Fuente: Elaboración propia.

4. Conclusiones

El tener una plataforma enfocada a la gestión y distribución de contenidos educativos para las carreras antes mencionadas en el ITESI se mejoró el desarrollo de las capacidades y las habilidades de los usuarios involucrados, generando una menor pérdida de interés en el desarrollo profesional y una mejor interacción con el conocimiento, además de facilitar la administración y seguimiento llevado a cabo por los profesores y educadores.

El objetivo principal de este proyecto consistía en el desarrollo de un aplicativo usable y que generará un cambio integral en los estudiantes y sus métodos de estudio, demostrando a su vez que la integración de tecnologías de la información en el ámbito educativo es indispensable.

Basados en el desarrollo de trabajos multidisciplinarios como este, donde se integraron trabajos del área pedagógica, del área de desarrollo de software y de diseño gráfico, además de trabajar con conceptos de investigación en Interacción Humano-Máquina

Así mismo dentro de la creación e implementación de un aplicativo, podemos afirmar que el LMS disminuye el consumo de, Memoria empleada contra Navegadores y Refactorización.

Además, los niveles de aceptación e integración de la aplicación rebasan el 90% por parte de las pruebas de campo realizadas por los usuarios.

Agradecimientos

Agradezco al ITESI, por brindarme la oportunidad de publicar las investigaciones y estudios realizados dentro de la institución. Al Gobierno del Estado de Guanajuato por permitirme los recursos necesarios y realizar la divulgación, comunicación pública este artículo.

Referencias

Booth, Joe. (2013). Visual Studio Add-Ins. Syncfusion, Inc.

Commission of the European Communities. The future of cloud computing.

Del Sole, Alessandro. (2014). Visual Studio 2013. Syncfusion, Inc.

Del Sole, Alessandro. (2015). Visual Studio 2015. Syncfusion, Inc.

Del Sole, Alessandro. (2016). Visual Studio Code. Syncfusion, Inc.

Gómez, Omar. (2007). Paradigma de Programación Dirigido por Eventos, Version 2.0.

Mayo, Joe. (2015). C# Succinctly. Syncfusion, Inc.

Método de migración al modelo Cloud Computing Software as a Service de un LMS Open Source, Hernández Rodríguez, María de Lourdes, <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/42493>).

Montaner, Joan; Orriols, Meritxell. (2010). Escrituras Hipertextuales. UOC.

ONTSI (Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la SI) 2012. p. 16-20.

Ruiperez, Germán. (2003). Educación virtual y elearning (1ª ed.). Madrid: Fundación Auna.

Strauss, Dirk. (2016). C# Conde Contracts. Syncfusion, Inc.

Weller, M. (2005). Virtual Learning Environments: Using, choosing and developing your VLE. Londres: Routledge.

Wilson, Leslie B. (1993). Comparative Programming Languages, Second Edition. Addison-Wesley. p. 75. ISBN 0-201-56885-3.

Moodle. ¿Qué es Moodle? (2011). Recuperado de: <http://moodle.org/about/>

Modelo Pedagógico de Cursos Online: https://drive.google.com/file/d/0B2GrzcO8_Q-YNjAyMjE5ZWUtYmU1ZS00MWUwLTg3OTYtOGJlMGMyYTJlZGQ0/view

Blackboard. Building a better education experience. (2011). Recuperado de: <http://www.blackboard.com/>

El entorno virtual de aprendizaje. (2010). Universia España. Recuperado de: <http://profesores.universia.es/seccionEspecial.jsp?idEspecial=12&idSeccion=4227&title=ENTORN OVIRTUAL-ENSE%DIANZA-APRENDIZAJE>

Mentor, ¿Qué factores debo tomar en cuenta al momento de elegir un LMS? (2011). Recuperado de: <http://www.mentor.mx/articulos/9-lms.html>

Conceptos de desarrollo en HTML:

- <http://www.w3schools.com/>
- http://www.w3schools.com/html/html_editors.asp
- http://www.w3schools.com/tags/ref_urlencode.asp
- http://www.w3schools.com/html/html_basic.asp

Teorías de Desarrollo en C#: http://www.w3ii.com/es/csharp/csharp_interfaces.html

Componentes en C#: http://www.w3ii.com/es/csharp/csharp_preprocessor_directives.html

Repositorios de Desarrollo en C#: <https://msdn.microsoft.com/es-es/default.aspx>

Temas de “Eventos”: [https://msdn.microsoft.com/es-mx/library/aa288460\(v=vs.71\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-mx/library/aa288460(v=vs.71).aspx)
[https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.windows.forms.webbrowser\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.windows.forms.webbrowser(v=vs.110).aspx)

Temas de “Componentes”:

[https://msdn.microsoft.com/es-es/library/fc77hxyh\(v=vs.120\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/fc77hxyh(v=vs.120).aspx).

Semblanzas de los autores

MCE. Juan Carlos Rodríguez Campos. Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato y Maestría en Ciencias de la Educación en Línea por la Cajeme Universidad de Sonora, me desempeño actualmente como profesor en el área de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato desde hace once años y realizo las certificaciones de Microsoft, Adobe, Hp, sin olvidar la implementación y análisis de software para empresas tales como: Instituto Materno Infantil de Irapuato, Universidad de Guanajuato, Tecnológico Nacional de México y Getrat, Schaeffler empresas Internacionales para el área automotriz y participante en congresos Internacionales y Nacionales para la publicación de artículos de divulgación científica.

ME. Mariana Rico Chagollán. Ingeniera en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato y Maestra en Educación con enfoque en educación en Línea por la Universidad Virtual del estado de Guanajuato, actualmente es profesor en el área de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato desde hace siete años y en el área de Educación a Distancia desde hace dos años.

MCE. Eduardo García Herrera. Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato y Maestría en Ciencias de la Educación en Línea por la Cajeme Universidad de Sonora, me desempeño actualmente como profesor en el área de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato desde hace diez años

LRC. María del Carmen Chacón Olivares. Licenciada en relaciones Comerciales por el Instituto Politécnico Nacional de México, se ha desempeñado en el sector industrial automotriz en la gerencia de operaciones y servicios, encargada de comercialización, distribución y operación de almacenes, manejo de procesos de exportación, involucrada en diseño de manuales de procedimientos, en el ámbito académico tiene una trayectoria

docente de 14 años en las áreas económico administrativas y de ingeniería en logística. Actualmente cursando la Maestría en Logística y Cadena de Suministros, participante como investigadora en artículos de divulgación científica.

LINEAMIENTOS PARA PUBLICAR EN

(Revista de Investigación Aplicada en Ingeniería UPB/UTap)

La dirección de la **Revista de Investigación Aplicada en Ingeniería UPB/UTap** convoca a los investigadores mexicanos y extranjeros interesados, a enviar manuscritos para la conformación del volumen 3, número 1 enero/abril del 2018.

La **Revista de Investigación Aplicada en Ingeniería UPB/UTap** es una revista de divulgación científica, en formato digital, de reciente creación, editada en colaboración por la Universidad Politécnica del Bicentenario y la Universidad Politécnica de Tapachula, la cual cuenta con registro **ISSN 2448-5896** (<http://jcruzs7.wix.com/riaiupb>); como una publicación científica del área de las ciencias tecnológicas, que busca ser reconocida como el medio de expresión de trabajos originales en el área de ingeniería, ciencias y tecnología; contribuyendo a la divulgación y el desarrollo del conocimiento. Así mismo, la revista se encuentra indizada por **Actualidad Iberoamericana**, índice internacional de revistas.

Con una circulación cuatrimestral, La Revista de Ingeniería e Investigación Aplicada UPB/UTap publica principalmente artículos originales de investigación científica y desarrollo tecnológico. Todos los artículos publicados se someten a revisión de pares o árbitros, de reconocida idoneidad en el tema.

Los trabajos enviados para su posible publicación en la **Revista de Investigación Aplicada en Ingeniería UPB/UTap** deberán cumplir con los siguientes criterios:

1. Tipo de artículos

Serán considerados para evaluación y posible publicación todos los trabajos relacionados a cualquier ingeniería o ciencia básica, dando especial atención a las siguientes áreas:

- Biomédica
- Robótica
- Financiera
- Diseño Industrial
- Logística y Transporte
- Agrotecnología
- Software
- Sistemas Automotrices

No serán considerados los siguientes tipos de trabajos:

- Artículos que no sean inéditos, es decir, que hubieran sido publicados por escrito con anterioridad.
- Artículos de divulgación.
- Reseñas históricas aun cuando la reseña trate sobre algún problema de la ingeniería.

- ## 2. Envío de los trabajos

3. Contenido del manuscrito

- Título del artículo en español e inglés, colocando en primer lugar el título que corresponda al idioma del artículo. Debe ser breve, pero descriptivo del tema.
- Nombre completo del autor o autores indicando, para cada uno:

-	máximo	grado	académico;
---	--------	-------	------------

- institución de pertenencia de cada autor sin abreviaturas ni siglas y ordenando por institución, dependencia y departamento;
- correo electrónico, teléfono y dirección postal de cada autor. (Si los correos son de un servidor en común, NO deben agruparse. Escriba cada correo en forma separada).

- Resumen escrito en español e inglés, con extensión máxima de 220 palabras.
- Lista de 5 a 10 palabras clave (*keywords*) en los dos idiomas, las cuales serán utilizadas para facilitar la localización del artículo en índices y bases de datos nacionales e internacionales.

2. Introducción

- Describe los objetivos y fundamentos del trabajo. Esta sección no contiene datos experimentales o de las pruebas ni las conclusiones de la investigación.

3. Desarrollo

- Métodos y las pruebas realizadas
- Cálculos y/o modelos matemáticos
- Todas las siglas deben aclararse, todas las variables deben estar definidas.
- Evitar el uso de nombres comerciales o del lugar, institución o dependencia donde fue realizada la investigación, salvo cuando sea estrictamente necesario.

4. Discusión y análisis de resultados

- Deben tener una secuencia lógica y describir los resultados de las pruebas o de los modelos aplicados.

5. Conclusiones

- Deben incluir la contribución o innovación de la investigación realizada.

6. Agradecimientos (opcional)

- Se recomienda incluir la fuente de financiamiento de la investigación.

7. Apéndices (opcional)

8. Referencias

9. Semblanza corta

- Trayectoria profesional de cada autor (máximo 100 palabras para cada uno).
- Las semblanzas deberán enviarse en el mismo idioma que se escribió el artículo.

Las referencias deben ir al final con el siguiente formato:

Artículos de revistas:

Volumen II (número 3), septiembre - diciembre 2017

Alien, J. S., Samuelson, R. and Newberger, A. Chaos in a model of forced quasi-geostrophic flow over topography: An application of Melnikov's method, *J. Fluid Mech.*, No. 226, pp. 511-547, 1991.

Libros:

Baker, G. L. and Golub, J., *Chaotic Dynamics: An introduction*, Cambridge University Press, Cambridge, 1990.

Capítulo de libro:

Lewis, P., Ray, B. and Stevens, J.G. Modeling time series by using Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS), En: *Time Series Prediction: Forecasting the Future and Understanding the Past* (Eds. A.S. Weigend y N. A. Gershenfeld), *SFI Studies in the Science of Complexity*, Proc. Vol. XV, Addison-Wesley, pp. 297-318, 1994.

Memorias de congresos:

Álzate, N., Botero, T. y Correa, D. Título de la Ponencia. *Memorias XIX Congreso Latinoamericano de Ponencias Científicas*. Córdoba, Argentina, Tomo II, pp. 219-228, Octubre 2000.

Reporte de un organismo o Gobierno:

U.S. EPA. Status of Pesticides in Registration and Special Review. EPA 738-R-94-008. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, 1994

Tesis:

Jacobs J. Regulación of Life History Strategies within Individuals in Predictable and Unpredictable Environments [PhD Thesis]. Seattle, WA: University of Washington, 1996.

Referencias de Internet:

NOAA-CIRES. Climate Diagnostics Center. Advancing Understanding and Predictions of Climate Variability. Available: <http://www.cdc.noaa.gov> [citado 8 de Agosto de 1998].

Más información:

Ana Celene Cuevas Zuñiga

acuevasz@upbicentenario.edu.mx

01(472)72 38 700. Ext. 125.

<http://jcruzs7.wix.com/riaiupb>