REVISTA LATINOAMERICANA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, CIENCIA Y SOCIEDAD.

RELITEC'S

Revista

4TA.

EDICIÓN

Revista Latinoamericana de Innovación Tecnológica, Ciencia y Sociedad (RELITEC´S), Año 4, No 4, septiembre 2017 - septiembre 2018, es una publicación anual editada por el Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, a través de las divisiones de Ingeniería en Administración, Ingeniería Industrial, Ingeniería en Gestión Empresarial y Arquitectura, Domicilio Conocido S/N, El Saucillo, Huichapan, Hidalgo, CP 42411, tel. 7617248080, www.iteshu.edu.mx, iteshu@iteshu.edu.mx, editor responsable: Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, reserva de derechos al uso exclusivo No 04- 2015-070113081900203, ISSN 2395-972X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Responsable de la última actualización de este número, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, Domicilio Conocido S/N El Saucillo Huichapan, Hidalgo, CP 42411, Municipio de Huichapan, Estado de Hidalgo, fecha ultima de modificación, 28 de septiembre de 2018.

Las opiniones expresadas por las autoras y los autores no necesariamente reflejan la postura de quien edita la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Tecnológico Superior de Huichapan.

Consejo Editorial

Nombre	Cargo
MGPA. María Angélica Bravo Cadena	Presidenta del Consejo Editorial
MGPA. Justo Juan Manuel Martínez Licona	Secretario Académico
Ing. Jackelin Bautista Chávez	Secretaria Técnica
MTI. María del Rocío López Bravo	Secretaria Operativa
CP. Roberto González Vargas	Vocal
M. en C. Miguel Ángel Espíndola Lugo	Vocal

Comité Editorial

Nombre	Cargo
Dr. Juan Serrano Arellano	Jefe Editorial
M. en C. Elsa Nelly Flores Hernández	Coordinadora de asistente editorial
Arq. Zaira Betzabeth Trejo Torres	Diseñador y diagramador de textos
Dr. Daniel Napoleón Gómez Balbuena	Asistente editorial
M. en A. Angélica Guzmán Espinosa	Asistente editorial
M. en C. Juan Carlos Rodríguez Uribe	Asistente editorial
M. en C. Miriam Edith Pérez Romero	Asistente editorial
Lic. Saulo Gregorio Cristales Bonilla	Soporte Técnico
Ing. Érick Hernández Nájera	Soporte Técnico

ÍNDICE DE CONTENIDO.

	Título.	Página.
1	Diseño de Hidrapulper para la obtención de aluminio a partir del reciclado de envases multilaminados.	1
2	Diseño y desarrollo de prensa hidráulica para pruebas de resistencia de concretos, con interfaz HMI	8
3	Método de Conservación de Biomasa de Agave pulquero para su Aprovechamiento	18
4	Sistema de aseguramiento de calidad para aceptación del "CAOLIN" como materia prima para el cemento	21
5	Diseño y construcción de prototipo de Biodigestor casero	29
6	Optimización del Sistema de Reparto en Empresa Panificadora por Medio del Modelo de Transporte y Programación Lineal	34
7	Sistema de Integración de Recursos Humanos: Estrategia Directiva en la Administración de Personal	40
8	Mejora de Infraestructura urbana caso de estudio: Puente del barrio de San Isidro ubicado en San Juan del Río Querétaro.	49

Diseño de Hidrapulper para la obtención de aluminio a partir del reciclado de envases multilaminados.

T.M. Meneses [1], Ing. Yuridia González Hernández[2], L. Márquez[3], A. Bautista[4]
[1] *Ingeniería Industrial ITESHU,*
tmmeneses@iteshu.edu.mx, El Saucillo, Huichapan Hidalgo México

Resumen— El presente estudio está dirigido a la obtención de aluminio a partir del reciclado de residuos de envases multilaminados Tetra Pack® que su principal uso es conservar bebidas y algunos alimentos, estos envases por lo general, se encuentran en tiraderos de basura y en rellenos sanitarios que generan problemas ambientales en todo el mundo. La implementación de este estudio ayudara a la reutilización de aluminio, así mismo disminuir los residuos de este tipo de empaques. También se pretende diseñar un Hidrapulper que será el equipo para realizar los análisis de la obtención del aluminio.
La evaluación del diseño y rendimiento del Hidrapulper se realizará con el análisis de los resultados de la consistencia de las mezclas de agua con los empaques multilaminados que se derivara en obtención del aluminio y de otros elementos como son plástico y celulosa.
La implementación del presente estudio ayudará a controlar los residuos de este tipo de empaques multilaminados ya que la zona de Huichapan, Hidalgo comienza con un crecimiento económico muy importante debido a que colinda con el estado de Querétaro; este estado de igual forma mantiene un crecimiento industrial destacado

Palabras clave: **Multicapa, Hidrapulper, residuos, aluminio, reciclado, celulosa**

Abstract- This study is aimed at obtaining aluminum from the recycling of Tetra Pack® multilaminated packaging waste. Its main use is to conserve beverages and some food. These containers are usually found in garbage dumps and landfills toilets that generate environmental problems around the world. The implementation of this study, will help the reuse of aluminum, likewise reduce the waste of this type of packaging. It is also intended to design a Hidrapulper that will be the equipment to perform the analysis of obtaining aluminum.
The evaluation of the design and performance of the Hidrapulper will be carried out with the analysis of the results of the consistency of the water mixtures with the multilaminated packaging that will be derived in obtaining the aluminum and other elements such as plastic and cellulose.
The implementation of this study will help control the waste of this type of multilaminated packaging since the area of Huichapan, Hidalgo begins with a very important economic growth because it borders the state of Queretaro; this state also maintains an outstanding industrial growth
Keywords: Multilayer, Hidrapulper, waste, aluminum, recycling, cellulose

INTRODUCCIÓN

La creciente ola de generación de residuos de envases multicapa y los problemas socio-económicos que acarrea su disposición final constituyen un propósito claro para implementar acciones que permitan una transformación industrial del residuo, considerado como especial y de alto impacto ambiental para generar materiales sustentables como aluminio, plástico y papel que posteriormente se trasformaran en productos económicos durables resistentes y estéticamente bien diseñados para satisfacer al consumidor [1].

ANTECEDENTES

Debido a la contaminación ocasionada por los residuos de envases multilaminados, en el 2005 Núñez Álvarez estudio la problemática ambiental que existe en México, explicando algunas soluciones para la recuperación de los componentes de estos envases [14].Además, de realizar algunas actividades experimentales complementarias con mezclas de solventes para la separación de diferentes capas del envase, pero no obtuvo ningún resultado satisfactorio en cuanto a la separación de las capas del envase multilaminados[13]. También en 2005 Von Zuben desarrolló la tecnología de plasma para la recuperación de aluminio y plástico, desechando la celulosa de los envases multilaminados, dando pie a la inauguración en Brasil de la primera planta mundial de reciclaje de empaques multilaminados con tecnología plasma, pero esta es una tecnología que requiere que el proceso sea con atmosfera controlada lo cual incrementa el costo [15-16].En 1999 Cases Rocati patentó un procedimiento y el horno para la recuperación de aluminio a partir de un proceso de pirolisis al que los envases multilaminados fueron sometidos. El problema de éste proceso es que se obtenían compuestos contaminantes, los cuales tenían que ser recuperados y tratados, elevando el costo en el proceso [17].En 1997, Corma Cano desarrollaron un procedimiento para la separación de las capas de aluminio y plástico en hojas de aluminio recubiertas de plástico, empleando disolventes orgánicos tales como hidrocarburos clorados, alcanos, alofónicos aromáticos o mezclas de ellos e hidrocarburos halogenados; en este procedimiento, además de no lograr la separación efectiva en las capas de envase multicapa, se obtenían compuestos contaminantes[18]. En 1979 Froast diseñó un equipo en el que las películas de plástico contaminadas con fibra de celulosa se someten a un tratamiento que convierte las fibras de celulosa en pulpa. El equipo de molienda con bolas de geometría y diámetro uniformes que son separadas por gravedad al ser arrastradas por una corriente de aire. En este proceso se requiere mayor

cantidad de energía para llevar a cabo dicha separación, lo que da como resultado un proceso de alto costo [19].
Por lo tanto, en el presente estudio se propone la separación de, aluminio, celulosa y plástico por medio de un Hidrapulper utilizando una separación mecánica con agua sin dañar la estructura de las tres capas para que permitan su reutilización.

MARCO TEÓRICO

Los materiales compuestos son los envases en que se mezclan dos o más materiales como el aluminio, plástico y papel como ocurre en la fabricación de envases flexibles que se utilizan como envolturas de botanas y chocolates [21]. El presente estudio se centra en los envases multilaminados, como son los envases Tetra Pak ®
Tetra Pak ® es una empresa de procesamiento y envasado de alimentos, bebidas, lácteos, licores, frijoles y vegetales, éstos empaques tiene capas de celulosa y están hechos de árboles de madera blanda tales como pinos, abetos y abedul que son conocidos por su excepcionales fibras largas y fuertes que dan la rigidez requerida para mantener la forma del envase [1]. La combinación de materiales con el aluminio y el plástico varían para adaptarse a cada categoría de productos, pero en cada caso el único material que toca el contenido es el plástico que es de calidad alimentaria. El aluminio funciona como una barrera para la luz y el oxígeno a fin de mantener en buen estado los productos envasados [1]. El contenido de celulosa representa 75% del peso total del envase, también constan de cuatro o cinco capas de polietileno de baja densidad de alrededor de 20% en peso y un 5% en capa fina restante de papel de aluminio como se muestra en la Fig. 1[1].

El proceso de reciclaje de los envases multicapa consiste básicamente en que el envase se debe de limpiar, desintegrar y separar en un Hidrapulper que es muy similar a un pulper utilizado en el reciclado de papel con una ligera modificación en la parte baja del rotor donde caen los residuos de celulosa los cuales se extraen abriendo una compuerta; asimismo se tendrá otra compuerta para retirar los residuos de plástico y aluminio [10-11].
Los Hidrapulper empleados para el reciclaje de envases multicapa se pueden clasificar de acuerdo a los sistemas de producción, por lotes o continúo, los rotores se catalogan como: rotor de consistencia baja, media o alta, mientras que el proceso continuo se recomienda para el reciclado de envases multicapa, también se recomienda el uso de rotores de baja consistencia [12].
El rotor de baja consistencia es adecuado específicamente para el triturado de acción rápida, por lo general con las fibras cortadas durante el proceso (rotor-a-fibra de desintegración) que conduce hasta el producto final a un bajo costo, mientras que el rotor de alta consistencia fibras para stock en mayor acción de cizalla (interacción de fibra con fibra) es un suave procedimiento de fabricación, aunque en un tiempo más largo que el de los rotores de baja consistencia [10-12]. Los rotores de consistencia media son rotores híbridos utilizados para comprometer las altas y bajas de los dos tipos de rotor.
Además, las proporciones de aluminio en agua también se clasifican como de baja consistencia (3-8% de aluminio), consistencia media (8-15% de aluminio) y una alta consistencia (16-18% de aluminio). La adición de la temperatura o de productos químicos al procedimiento de fabricación no tiene ningún efecto significativo sobre el rendimiento general de la acción de reciclaje [12].
La práctica de utilizar fibras recicladas de Tetra Pak ® para la fabricación de papel a finales de los años 90 era una práctica común en los países de Brasil y EEUU y se fue extendiendo en otros países desarrollados del mundo [8]. Se informó que aproximadamente solo el 18% de Tetra Pack ® se reciclaba en aquellos años y fue aumentando rápidamente hasta llegar al 30% a nivel mundial en los últimos siete años; es decir un aumento del 3% debido a la unificación de Tetra Pak® hacia el reciclaje de sus productos [7]. En países desarrollados sin embargo las comunidades siguen luchando por desviar el consumismo para no utilizar los productos envasado en Tetra Pack® lo que provoca que la contaminación del ambiente [9].

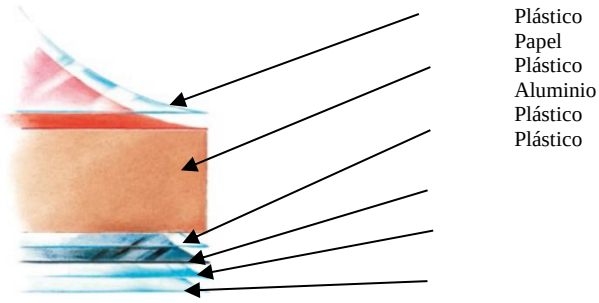


Figura 1. Las capas del envase Tetra Pack® desde la capa exterior hacia el interior [1].

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del Hidrapulper

El diseño pretende ser basado en materiales de reciclado de lugares locales donde podemos encontrar ente tipo de elementos y así ser de bajo costo sin descuidar la funcionalidad del equipo.
Los materiales que vamos a necesitar incluyen ángulos de hierro de 4 mm de espesor y 50 mm de ancho, platos de acero dulce de 2 mm de espesor, tubos rectangulares de acero de 2 mm de espesor, tubos de acero circulares de 2 mm y 3 mm, una válvula de compuerta, un reductor de velocidad 1,5: 1 y un motor eléctrico de 2HP.

Consideraciones de diseño y parámetros

1) El recipiente cilíndrico del Hidrapulper fue diseñado para ser lo suficientemente rígido como para soportar la tensión interior que podrían desarrollarse dentro del recipiente una vez cargado con la mezcla de agua y empaques multicapa.
2) El acero dulce y el ángulo de hierro se pretenden utilizar como los principales materiales de construcción, ya que son fácilmente disponibles, poseen una resistencia adecuada y puede ser fácilmente formado y unido a través de atornillado y soldadura.
3) La base del recipiente está diseñada a ligeramente cónica uniformemente hacia su centro para facilitar la descarga de la pasta mediante la prevención de la sedimentación de fibras recicladas en los bordes de la base del contenedor.
4) Cuatro deflectores verticales triangulares hechos de hierro en ángulo se soldarán a la pared del recipiente a la misma distancia una de la otra para mejorar el proceso de desintegración.
5) Un motor eléctrico acciona una caja de engranes a través de un eje de rotación. El rotor de alta consistencia deberá estar unido al eje, así mismo el rotor promueve la acción de alto cizallamiento y el triturado suave con el fin de producir fibras de alta calidad.
6) La altura total del Hidrapulper fue elegido ergonómicamente para mejorar su estabilidad durante la trituración de los empaques multicapa, proporcionar al operador con el máximo confort durante el uso y facilitar el mantenimiento general, así como la limpieza del interior
7) Los seis patos de apoyo, que llevan el peso del recipiente y su contenido, se fabricaran de tubos huecos circulares para mantener la rigidez de Hidrapulper en el suelo durante el funcionamiento.
Algunos de los parámetros básicos considerados durante el diseño de la Hidrapulper se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Parámetros básicos considerados durante el diseño de la Hidrapulper

Parámetro Conocido	Valor
Capacidad del Hidrapulper	80 litros (0.08m3)
Altura del contenedor	500mm
Tipo de pala de rotor	Rotor de alta consistencia
Máxima salida de torsión	15Nm
Máxima velocidad de rotación del eje	500rpm
Límite de elasticidad del acero dulce	250MPa [2]
Módulo de rigidez de acero dulce	80GPa [2]
Esfuerzo cortante máximo para el acero dulce	55MN/m2 [3]
Presión atmosférica	101325N/m2
Densidad del agua	1000kg/m3
Aceleración debida a la gravedad	9.81m/s2

Diámetro del contenedor

El contenedor alberga al rotor que va unido a un eje giratorio que está accionado por una caja de engranes que está conectada al motor eléctrico. El movimiento del rotor provoca la desintegración de la carga de agua con los empaques multicapa [5]. El volumen Hidrapulper, tiene una capacidad máxima que se limita a 0.08m3 (80litros) con una altura total de 500 mm para facilitar la cómoda operación, limpieza y mantenimiento. El diámetro del recipiente se calcula a partir del volumen de un cilindro a través de la relación dada en la ecuación 1

Volumen de un cilindro, $V = \frac{\pi D\ h}{4}$ (1)

Donde Di = diámetro interno del contenedor

h= altura del contenedor

$$Di = \sqrt{\frac{4V}{\pi h}} = \sqrt{\frac{4 * .08}{\pi * 0.5}} = 0.4514\ m$$

$$Di \cong 0.45\ m = 450\ mm$$

El espesor de la pared del contenedor

El recipiente se considerará de pared delgada ya que la presión acumulada dentro del contenedor se produce por la agitación de la mezcla de agua y empaques multicapa durante la desintegración, se determina el espesor con la ecuación 2 [4]:

Para una pared-delgada tenemos

$$\frac{2t}{Ri} < 0.1 \qquad (2)$$

Donde t = grosor del cilindro

$$t < \frac{0.1 * Di}{2}$$

$$t < \frac{0.1 * 450}{2} < 22.5\ mm$$

Suponiendo que el recipiente está a la atmósfera y se llena hasta su capacidad con agua, la máxima presión que se forma dentro del cilindro es da por la ecuación 3.

Maxima presión, Pmax = Patm + p g(h1- h2) (3)

Donde Patm = presión atmosférica = 101325N/m²

p = densidad del agua = 1000kg/m³

g = aceleración por la gravedad = 9.81m/s²

h1- h2 = altura del contenedor = 500mm = 0.5m

Pmax = 101325 + 1000 x 9.81 x 0.5

Pmax = 106230N/m² = 1.06 x 10^5N/m²

Para dar cabida a las fuerzas resultantes de la acción de desintegración del rotor y la presión creada a través del movimiento de la mezcla de agua empaques multicapa con la pared del recipiente, un factor de seguridad de n = 5 fue elegido para el diseño. Por lo tanto, la tensión de trabajo del recipiente de acero dulce se da con la ecuación 4:

$$\text{Esfuerzo del trabajo, } \tau ws = \frac{\sigma_{yp}}{n} \qquad (4)$$

Dónde: τyp = esfuerzo de la tensión del acero dulce = 250 MPa

$$\tau ws = \frac{250 \times 10^6}{5} = 5 \times 10^7 N/m^2$$

Para un recipiente cilíndrico de pared delgada, la tensión tangencial (tensión de trabajo) se da con la ecuación 5:

$$\tau_{allowable} = \frac{16}{\pi\, d_{0(1-c^4)}} \sqrt{\left(k_m M + \frac{\alpha F_a d_0 (1+c^2)}{8}\right)^2 + (k_t T_{out})^2} \qquad (10)$$

Los cuatro deflectores verticales están fabricados un perfil de ángulo de acero de 50 mm por 4 mm de espesor y 400 mm de largo están instalados internamente a la misma distancia alrededor de la pared interna del cuerpo del Hidrapulper. La distancia entre los deflectores se calcula a través de la relación de la circunferencia de un círculo como se da en la ecuación 6:

$$C = \pi D_i \qquad (6)$$

Donde C es la circunferencia por lo tanto tenemos:

$$C = \pi\, 450mm = 1413.72mm$$

$$\text{Numero de deflectores } N_b = 4$$

$$\text{Posicion de los deflectores} = \frac{C}{N_b}$$

Finalmente tenemos:

$$\text{Posicion de los deflectores} = \frac{1413.72}{4} = 353.43mm$$

Cálculos de la trasmisión

Con un par de salida máximo deseado de 15 Nm, un motor eléctrico trifásico de velocidad media de 1750 rpm que se requiere para alimentar al sistema del reductor de velocidad con una relación de 1.5: 1 que a su vez hace girar el eje en el que se encuentra el rotor.

El par de salida (torsión momento) del reductor de velocidad está dada por la ecuación 7

$$T_{out} = \frac{30P}{\pi n_m} U_g K_s \qquad (7)$$

Donde:

P=Potencia del motor

Torque de salida=15Nm

nm = Velocidad del motor =1750 rpm

Ug= Relación de reductor de velocidad =1.5:1

Ks =Factor de Servicio que está dado por:

$$Ks = Ka \text{ X } Kt \qquad (8)$$

Ka = Factor de aplicación,

Kt = Factor de trabajo.

Suponga que el reductor de velocidad trabaja en condiciones uniformes de operación, el factor de aplicación Ka = 1.25. Además, se considera que el reductor de velocidad está en funcionamiento 10hrs /día, el factor de trabajo Kt = 1,0.

Sustituyendo la ecuación 8 en 7 y despejando tenemos:

$$T_{out} = \frac{30P}{\pi \times n_m} U_g K_a K_t \qquad (9)$$

$$P = \frac{T_{out} \times \pi \times h_m}{30 \times U_g \times K_a \times K_t} \qquad (10)$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$P = \frac{15 \times 3.142 \times 1750}{30 \times 1.5 \times 1.25 \times 1.0} = 1466.26\, W = 1.46kW$$

$$\text{Esfuerzo tangencial, } \tau ws = \frac{P_{max} * Di}{2t} \qquad (5)$$

$$t = \frac{Pmax * Di}{2 * \tau ws} = \frac{1.06 * 10^5 * 0.45}{2 * 5 * 10^7} = 4.77 \times 10^{-4} \text{m}$$

$$t = 0.477\, mm$$

Para conocer la potencia del motor la convertimos en HP por lo tanto 1kW= 1.32HP

P= 1.92 Hp

Comprobando que el motor seleccionado es en adecuado para el equipo

Diámetro del eje

Para diseñar el eje basado en la fuerza, se emplea la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME) código de diseño de material dúctil (acero dulce). La relación general se da en la ecuación 10.

Donde km y kt son los factores de torsión para considerar la fatiga y choques del material.

Puesto que el eje se somete principalmente a único efecto de torsión, sin carga de flexión y la carga axial insignificante

Debido al peso del rotor, el diseño del eje se basa en un factor de limitación de la tensión de cizallamiento generada por la torsión. El término flexión y la tensión axial se reduce a cero (como momento de flexión, M = 0 y la carga axial, Fa = 0). Por lo tanto, la ecuación 10 se simplifica a:

$$\tau_{allowable} = \frac{16}{\pi\, d_0^3 (1-c^4)} k_t\, T_{out} \qquad (11)$$

Donde:

τ allowable =esfuerzo de torsión de la flecha

d_o= Diámetro exterior de la flecha

$c=d_i/d_o$ = relación del diámetro exterior e interior de la flecha

Por lo tanto, como la flecha es sólida di =0.

La ecuación 11 se simplifica quedando de la siguiente forma:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16}{\pi \times \tau_{allowable}} k_t T_{out}} \qquad (13)$$

Despejando de la ecuación 12 el diámetro de la flecha tenemos:
Dónde: d= diámetro de la flecha en m
τ_allowable =esfuerzo aplicado a la flecha en N/m2
kt =factor combinado de fatiga y choque aplicado a la flecha
T_out =momento torsional de salida de la flecha en Nm
Para el acero comercial tenemos los siguientes valores de esfuerzo máximo permisible τ_max = 55MN/m2 o 55 N/mm2
Usando un factor de seguridad de n=4 tenemos:

$$\tau_{allowable} = \frac{\tau_{max}}{n} \qquad (14)$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$\tau_{allowable} = \frac{55}{4} = 13.75\ n/mm^2$$

El momento torsional es Tout=15Nm=1.5x104 Nmm.
Sustituyendo valores en la ecuación 13 determinamos el diámetro de la flecha
d = 21.14 mm
Por lo tanto, utilizaremos una medida comercial y estándar de 25mm de diámetro para la flecha

Esquema del Hidrapulper
A continuación, se muestran las partes principales de Hidrapulper.

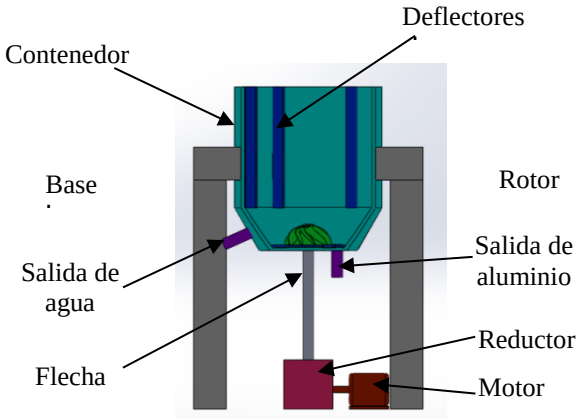


Figura 2. Partes principales del Hidrapulper

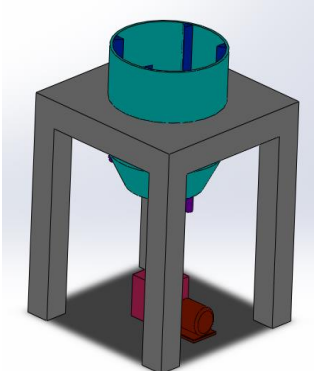


Figura 3 Vista Isométrica

$$\tau_{allowable} = \frac{16}{\pi\, d_0^3}\, k_t\, T_{out} \qquad (12)$$

DESCRIPCION DE EXPERIMENTO

A continuación, se mencionan las consideraciones y las etapas que se realizaron para el desarrollo del experimento.
Las cajas de cartón de Tetra Pack® en desuso utilizados para este estudio fueron recolectados en gran parte de los residuos en el Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, en los hogares de estudiantes, y en el relleno sanitario municipal.
Se utilizaron envases multilaminados de tres capacidades: 1 Litro, 500 ml y 250 ml. Incluyen envases de diferentes bebidas con logos de Tetra Pak® en sus solapas inferiores. Los envases recolectados se abrieron a lo largo de sus costuras con la ayuda de un cuchillo de mesa, posteriormente se lavaron suavemente con agua limpia, se secaron al sol durante un tiempo de 2 a 3 horas posteriormente se cortaron pequeñas piezas de: 60x80mm, 50x60mm de largo y de ancho con el fin de facilitar el proceso de desintegración. Estas piezas de cartones fueron empacadas en bolsas de polietileno y se almacenan en un lugar fresco y seco durante dos días
Los procesos de desintegración se realizaron en tres diferentes consistencias que se calculan con la ecuación 15

$$C = Wc / (Wc+Ww) \qquad (15)$$

En donde C = consistencia (%), Wc = peso del envase (kg) y Ww = peso del agua (kg)

Así, para una consistencia deseada y un peso conocido de agua, el peso del envase que se requiere para la mezcla se calcula con la ecuación 16:

$$Wc = Ww\ (\ C / (1-C)\ ) \qquad (16)$$

El rendimiento del aluminio producido, por el Hidrapulper se calcula con la ecuación 17:

$$\text{Rendimiento de Aluminio} = \frac{\text{Peso del aluminio producido después de la desintegración}}{\text{Peso de los envases antes de la desintegración}} \times 100 \qquad (17)$$

Consideraciones
El equipo que se utilizó para la desintegración de los empaques fue un recipiente metálico con capacidad de 80 litros, un rotor de media consistencia y un motor eléctrico el cual se acondicionó para que girara continuamente el

rotor a una velocidad de 500 rpm, el ciclo completo de desintegración fue de una hora, las pruebas se realizaron en un laboratorio.
La temperatura del agua que se utilizo fue a temperatura ambiente de alrededor de 24 °C, el llenado de la lavadora se realizó con su propia bomba de agua.

Procedimiento

a) Los envases multicapa una vez que pasaron por el proceso de secado al sol como se mencionó anteriormente se procede al pesado de acuerdo a la consistencia que deseamos obtener.
Los cálculos para obtener el peso de los empaques por experimento, así como la consistencia de la celulosa se obtienen de las ecuaciones (1), (2), (3). Los valores que se tomaron para las consistencias son: baja consistencia (3-5% de aluminio), consistencia media (6-9% de aluminio) y una alta consistencia (12-15% de aluminio). Por lo tanto, para 30 litros de agua usados para cada experimento los pesos son los siguientes: 10 kg, 25kg y 45 kg de piezas de empaques.
b) Pesados los empaques para cada experimento se precedió a llenar el recipiente con el volumen de 50 litros de agua y depositar los empaques para realizar la desintegración.
c) El proceso de desintegración se desarrolló durante un lapso de una hora a 500 rpm a temperatura ambiente.
d) Terminado la desintegración se dreno el agua, para que la celulosa caiga por la salida inferior del recipiente y los residuos de aluminio y plástico se queden en el fondo.
e) Finalmente se retiró la celulosa el plástico y el aluminio para continuar con el análisis de datos.
Cada experimento se llevó a cabo la coherencia en 3 réplicas y los rendimientos de celulosa resultantes se analizaron por Análisis de varianza (ANOVA) en el nivel significativo del 5% utilizando el software Minitab para determinar si hay una diferencia significativa en los rendimientos obtenidos en las tres consistencias [12-20].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de la celulosa de cada experimento en las tres consistencias se muestra en la tabla 2:

Tabla 2

Consistencia			
Replica	Baja	Media	Alta
1	4.01%	4.06%	4.52%
2	4.19%	4.09%	4.33%
3	4.11%	4.12%	4.21%
4	4.05%	4.10%	4.30%
5	4.20%	4.13%	4.28%
Media	**4.11%**	**4.10%**	**4.32%**

de la tabla anterior, se puede observar que los rendimientos del aluminio en todo el experimento varían de 4.01% de baja consistencia a 4,52% en condiciones de alta consistencia que indica que aproximadamente el 80% del componente de aluminio se puede recuperar al utilizar este tipo de rotor. Los rendimientos del aluminio de la media que son: 4.11%, 4.10% y 4.32% para baja, media y alta consistencia, respectivamente, indican que la tasa de rendimiento del aluminio aumenta ligeramente a medida aumenta la cantidad de empaques mezclados Este ligero aumento en el rendimiento de alta consistencia se puede atribuirse a la baja viscosidad de los residuos que se quedan diluidos en agua durante la desintegración. El resultado de la calidad del aluminio de la es de acuerdo con el 5% reportado en Tetra Pak® [6] como el rendimiento mínimo del aluminio de la mayor parte de un Hidrapulper comercial escala. El rendimiento del aluminio sin embargo se puede aumentar mediante el uso de tambor giratorio para separar las trazas restantes de fibras de los residuos de material de varias hojas.

CONCLUSIONES

El presente trabajo solo está enfocado a las consistencias que se pueden obtener con cargas bajas en peso de cajas de Tetra Pak® y se recomienda seguir experimentando con las diferentes variables como son: la temperatura del agua, la instalación de varios deflectores en el contenedor para que las cajas de Tetra Pak® tengan más áreas donde desintegrarse, las revoluciones del rotor se propone modificar por medio de un variador de frecuencia, es importante considerar la posición del rotor si será en la parte superior de la tina o en la parte inferior, recabando más datos con las variables antes mencionadas se recomienda continuar realizando investigaciones para optimizar la obtención del aluminio.

REFERENCIAS

[1]Aperebo, E.M. Design, Fabrication and Performance Test of Waste Paper Recycling Equipment. An Unpublished M.Sc. Thesis submitted to the Department of Agricultural and Environmental Engineering, Faculty of Technology, University of Ibadan.2007.
[2]Collins, J.A., Busby, H. and Staab, G. Mechanical Design of Machine Elements and Machines. A Failure Prevention Perspective. John Wiley and Sons Inc. 2010.
[3]Graig, R.R. Jr. Mechanics of Materials. John Wiley and Sons Inc. Publishers.1996.
[4]Hall, A.S., Holowenko A.R. and Laughlin, H.G. Theory and Problems of Machine Design. SI (Metric) Edition.Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.1980.
[5]Kolajo, T.E. Design and Fabrication of a Pulp Moulding Machine. An Unpublished B.Sc. Thesis Submitted to the Department of Agricultural and Environmental Engineering, Faculty of Technology, University of Ibadan.2009.
[6]Olorunnisola, A.O. Harnessing the Forester's Harvest for Sustainable Development. An Inaugural Lecture Delivered at the University of Ibadan on 16th May, 2013. Pp. 29.
[7]Pablo, Paster Treehugger: In Defense of Tetra Pak. http://www.treehugger.com/greenarchitecture/in-defense-of-tetrapak.html?dtc=th_rss. Obtenido el 01/09/2014.
[8]Stearns, A. (2013). Tetra Pak Increases Carton Recycling Rate. http://1800recycling.com/2013/10/tetra-pakincreases-carton-recycling-rate. Obtenido el 09/06/2014
[9]Tetra Pak Corporate Environment Affairs. Recycling of Tetra Pak BeverageCartons. www.ekopaket.si/upload/file/Recikliranje%20Tetra%20Pak Obtenido el 26/10/2014

[10]Zdziennicki, Z. and Maciejczyk, A. Design Basic of Industrial Gearboxes. Calculations and Design Case Examples. Department of Vehicles and Fundaments of Machine Design.2014
[11]Zhengzhou Guangmao ZDSD 23 Hydrapulper. A High Consistency Hydrapulper Manufactured in Zhengzhou Guangmao Machinery Manufacturing Co., Ltd. Zhengzhou, China. http://papermachinery.en.made-in-china.com/product/JeoxbCDPbykQ/China-Hydrapulper.htm.Obtenido el 21/09/2014.
[12]L. Saderra I Jorba, El Diseño de experimentos clásicos, Taguchi y Shainin, Barcelona España Marcombo 1995.
[13]Kevin A. Lange,Steven C. Leggett, Análisis de modos y efectos de fallas Potenciales AMEF 4° Edición, EUA ,Daimler Chrysler, Ford Motor Company, General Motors Corporation,2008.
[14]L.M. Núñez Álvarez, El envase de cartón laminado tipo Tetra Brik un problema ambiental y sus posibilidades de aprovechamiento, Centro Interdisciplinario de Investigación y Estudios sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, México 2005
[15]L. Carvevale, Piracicaba vai reciclar embalagem longa-vida, Gazeta de Piracicaba, Piracicaba 2005
[16]L. Frias Romero, Pirolisis de Recuperación energética de los residuos urbanos con tecnología de plasma, Universidad Pontificia Comillas, Madrid España, 2008
[17]J. Cases Rocati,Procedimiento para la recuperación de aluminio y energía a partir de envases usados tipo Tetra Birk y horno para realizarlo, Oficina Española de Patentes y Marcas, Madrid España,1999
[18]A. Corma Canos y J. Primo Millo ,Procedimiento para la recuperar polietileno y aluminio de hojas de aluminio recubiertas de polietileno de residuos de envases tipo Pack, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia España 1997.
[19]B.Froats, Apparatus for separating paper fibres from portions of polyethylene film material, Unitled State Patent, Ontario, 1979
[20]L. Eriksson, E. Johansson, N Kettaneh-Wold, Wikström and S. Wold, Desing of Experiments Principles and Applications, Umetrics AB Umea, Suecia 2008.
[21]SEMARNAT, Principales materiales usados para envases, de Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos, México, SEMARNAT, 2002, p. 191

Diseño y desarrollo de prensa hidráulica para pruebas de resistencia de concretos, con interfaz HMI

Daniel Napoleón Gómez Balbuena[1], Rebeca Guadalupe Ortíz Mena[2], Verónica Pamela Tepox González[3], Alexis González Chávez[4], Agustín González Vega[5]

1, 3, 4, 5 Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan.

2, Ciencias Básicas, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan.

dngomez@iteshu.edu.mx El Saucillo, Huichapan, Hgo. Mex.

Resumen—Una de las pruebas realizadas por norma al concreto, es la resistencia a la compresión, que hace uso de equipo especializado de alto costo y de difícil acceso. Este tipo de pruebas no es exclusivo para el concreto, puede aplicarse a cualquier material que se desee conocer su resistencia a la compresión de manera axial. Este artículo presenta la iniciativa de un grupo de alumnos de sexto semestre de la carrera de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, asesorados por los maestros Rebeca Guadalupe Ortiz Mena y Daniel Napoleón G., del diseño de un equipo de prueba de resistencia a la compresión para especímenes de concreto que cumple con normas mexicanas relacionadas con el tema, y con el mismo desempeño que equipos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro y del centro de investigación CIATEQ, parte de la red de los centros de investigación del CONACYT.

Palabras clave — CAD, Resistencia concreto, Prensa hidráulica, HMI

INTRODUCCIÓN.

El concreto es un material de construcción utilizado en todo el mundo debido a sus excelentes características en cuanto a resistencia, economía y durabilidad.

La resistencia a la compresión del concreto es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras (IMCYC, 2006), se mide tronando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión, la resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en mega pascales (MPa) en unidades SI.

Los requerimientos para la resistencia a la compresión pueden variar desde 17 MPa para concreto residencial hasta 28 MPa y más para estructuras comerciales. Para determinadas aplicaciones se especifican resistencias superiores hasta de 170 MPa y más.

Los equipos especializados para medir tal característica al concreto son de un muy alto costo cercano a los 800,000 pesos, por ello se realizó el diseño de una prensa Hidráulica económica de 20 toneladas para realizar pruebas de compresión de concreto que cumpla con la norma NMX-C-083-ONNCCE-2014 (Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes la cual establece el método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto), a su vez el desarrollo de una interfaz HMI (Human Machine Interface, por sus siglas en inglés) para el monitoreo mediante gráficos esfuerzo-deformación el cual nos permite conocer la curva resultante graficada con los valores del esfuerzo y la correspondiente deformación unitaria en el espécimen calculado a partir de los datos de un ensayo de tensión o de compresión (PEREIRA, 2015), con el respaldo de datos en archivo con formato XLS.

El diseño considera la integración de los sistemas Hidráulico constituidos por un cilindro hidráulico, bomba de paletas, válvula de descargue, válvula de seguridad, tanque de fluido, válvula de anti retorno, válvula direccional y sistema de tuberías; sistema mecánico que es la estructura en general lo cual nos permite tener un prototipo de nuestro diseño para cualquier modificación; sistema eléctrico y de control, el cual está integrado por un botón de paro de emergencia, botón de arranque y botón de paro de motor, sensor de presión, PLC (Controlador Lógico Programable) y un medidor electrónico de desplazamiento con salida de 0 a 10 volts.

FluidSim® permitió realizar el sistema hidráulico de la máquina (Festo Fluid SIM es una herramienta de simulación para la obtención de los conocimientos básicos, posibilita la ejecución sobre la base de descripciones de componentes físicos de una simulación plenamente explicativa con esto se establece una división entre la elaboración de un esquema y la simulación de un dispositivo práctico), (Curatolo, Hoffmann, & Stein, 1995-1999), SolidWork® con el cual se desarrolló el sistema mecánico (SolidWork® es un programa de diseño mecánico en 3D con el que puedes crear geometría 3D usando solidos paramétricos, la aplicación está

enfocada a diseño de producto, diseño mecánico, ensambles, y dibujos para taller) (Gómez González, 2013) y TIA Portal® para la programación del PLC (Permite configurar de forma intuitiva y eficiente todos los procesos de planificación y producción. Convence por su funcionalidad probada y por ofrecer un entorno de ingeniería unificado para todas las tareas de control, visualización y accionamiento. TIA Portal incorpora las últimas versiones de Software de Ingeniería SIMATIC STEP 7, WinCC y Startdrive para la planificación, programación y diagnóstico de todos los controladores SIMATIC, pantallas de visualización y accionamientos SINAMICS de última generación. WinCC (TIA Portal) es el software para todas las aplicaciones HMI que van desde las soluciones de operación más sencillas con Paneles Básicos hasta aplicaciones SCADA en sistemas multiusuarios basados en PC (SIEMENS, s.f.).

Tal diseño tiene como objetivo principal, el patentar un equipo que cumpla con la norma mencionada, el cual sea de bajo costo en comparación a los equipos del mercado ya que los mismos son de un alto costo cercano a $800,000.00, con el fin de ofrecer estas pruebas a un menor costo a empresas constructoras de la región las cuales conforman el 1.7 % del PIB del estado de Hidalgo (Instituto Nacional de Estadística y geografía , 2009), y a su vez se vean beneficiados el Instituto Tecnológico Superior de Huichapan y los alumnos de la carrera de Ingeniería Industrial, que podrán llevar a cabo prácticas relacionadas con materias como Propiedad de los Materiales, Procesos de Fabricación; alumnos de la carrera de Mecatronica, en materias tales como Ciencia e Ingeniería de Materiales y Mecánica de Materiales y finalmente los alumnos de la carrera de Arquitectura en las materias Estructuras de Concreto, Propiedades y Comportamiento de los Materiales.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Se muestra a continuación, un listado de Materiales correspondientes a cada sistema de la Prensa Hidráulica.

1. Sistema Mecánico:
1.1 Prensa TRUPPER de 20 Ton.
1.2 Rodamiento de rodillos esféricos

2. Sistema Hidráulico:
2.1 Cilindro hidráulico:
2.2 Bomba de paletas.
2.3 Motor eléctrico.
2.4 Válvula de descargue.
2.5 Válvula de seguridad.
2.6 Tanque de fluido.
2.7 Válvula de anti-retorno.
2.8 Válvula direccional.
2.9 Sistema de tuberías

3. Sistema eléctrico:
3.1 Botón de paro de emergencia.
3.2 Botón de encendido y apagado.
3.3 Sensor de presión.
3.4 PLC (Controlador Lógico Programable).
3.5 Medidor eléctrico de desplazamiento con salida de 0 a 10 volts.

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.

El planteamiento del problema se centra en las siguientes dos preguntas de investigación:

¿Qué características deben considerarse para que la máquina desarrollada cumpla con las especificaciones para realizar las pruebas de compresión de acuerdo con los requerimientos marcados en la Norma, NMX-C-083-ONNCCE-2014?

¿Cómo validar que la máquina propuesta proyecta los mismos resultados en las pruebas de compresión que un equipo certificado?

Como soporte Teórico, la metodología a seguir para la construcción de nuestro modelo es la metodología PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar); esta fue diseñada por el Dr. Walter Shewhart en 1920, pero su gran difusión y uso se le atribuye el Dr. William E. Deming. Tiene una amplia aplicación en las áreas de calidad, procesos y mejora continua, de igual forma PHVA es una herramienta de simple aplicación y, cuando se utiliza adecuadamente, puede ayudar mucho en la realización de las actividades de una manera más organizada y eficaz. Por tanto, adoptar la filosofía del ciclo PHVA proporciona una guía básica para la gestión de las actividades y los procesos, la estructura básica de un sistema, y es aplicable a cualquier organización (Baca U., y otros, 2013). Consiste en 4 principios básicos a seguir para tener mejores resultados (ver Figura 1).

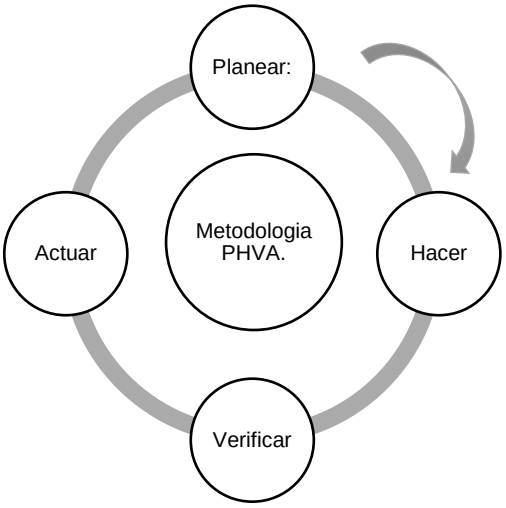


Fig. 1 Metodología de PHVA.

Planificar: Establecer los objetivos y procesos necesarios para obtener los resultados, de conformidad con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.

Hacer: Implementar procesos para alcanzar los objetivos.

Verificar: Realizar seguimiento y medir los procesos y los productos en relación con los objetivos y requerimientos, reportando los resultados alcanzados.

Actuar: Realizar acciones para promover la mejora del desempeño de los procesos (Baca U., y otros, 2013).

1. Planear.

En esta etapa se definieron los objetivos generales y específicos para el estudio del trabajo a realizar, la investigación de las diferentes normas aplicables que marcan como debe ser la máquina para hacer pruebas de compresión al concreto, la planeación de actividades para llevar acabo el diseño y por ultimo conocer cuál será el beneficio que tendrá nuestra prensa hidráulica en la región o en el estado.

1) Como primer paso de esta etapa se definieron los objetivos del proyecto.

Objetivo General: Desarrollar prensa hidráulica, con monitoreo y archivado de datos para pruebas de concreto conforme a la norma NMX-C-083-ONNCCE-2014.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Desarrollar interfaz HMI para el monitoreo mediante gráfico de esfuerzo-deformación y respaldo de datos en archivo con formato XLS.
- Realizar el diseño mecánico mediante el software SolidWorks®.
- Realizar el diseño hidráulico mediante el software Festo FluidSim®.
- Realizar el diseño eléctrico mediante el software TIA Portal®.

2) Después de definir los objetivos, se identificaron las normativas aplicables a pruebas de compresión al concreto. La cual es NMX-C-083-ONNCCE-2002 (Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes).

Esta norma mexicana establece el método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto. Es aplicable a especímenes cilíndricos moldeado corazones de concreto y cubos, con masa unitaria mayor a 900 kg/m3 (S.C., 2003).

De igual manera nos dice cómo debe de ser la máquina de ensayo para realizar las pruebas de compresión al concreto, las cuales son las siguientes:

Se enlistan a continuación los puntos de la norma NMX-C-083-ONNCCE 2014(Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes la cual establece el método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto), aplicables al diseño del equipo a desarrollar.

Máquina de ensayo.

4.1 La máquina de prueba puede ser de tipo a compresión o universal, con capacidad suficiente y que pueda funcionar a la velocidad de aplicación de la carga (especificada en 6.2), sin producir impactos ni perdida de carga.

4.1.1 Si la máquina de prueba tiene solamente una velocidad de carga que cumpla con lo indicado en 6.2, debe estar provista de algún dispositivo complementario que pueda ser operado mecánica o manualmente para ajustar la carga a una velocidad adecuada para su calibración.

4.1.2 La máquina de prueba debe estar equipada con dos bloques sólidos de acero o similar, para la aplicación de la carga. Uno de los bloques debe tener asiento esférico y apoyarse en la parte superior del espécimen, y el otro bloque rígido sobre el cual descansara el mismo.

4.1.3 El apoyo inferior puede ser una platina, si ésta es fácilmente desmontable y susceptible de maquinarse o en su defecto, un bloque adicional o no estar fijo a la platina.

6.2 velocidad de aplicación de la carga.

Se debe aplicar la carga con una velocidad uniforme y continua sin producir impacto, ni perdida de carga. La velocidad de carga debe estar dentro del intervalo de 137 kPA/s a 6,0 KPA/s (84 kgf/cm2 /min a 210 84 kgf/cm2 /min) equivalente para un diámetro estándar de 15 cm a un rango de 2,4 kN/s a 6,0 kN/s (14.88 tonf/min a 37,1 tonf/min).

También nos da a conocer la preparación y acondicionamiento de las muestras para realizar las

pruebas de compresión al concreto las cuales son de dimensiones y cabeceo.

Dimensiones del espécimen de prueba.

El diámetro y la altura del espécimen de prueba debe determinarse promediando las medias de 2 diámetros perpendiculares entre sí a una altura media del espécimen y 2 alturas opuestas con un aproximado de 1 mm.

Cabeceo

Antes del ensayo, las bases o caras de aplicación de carga de los especímenes no se deben apartar de la perpendicular al eje en más de 0,5º (aproximadamente 3 mm en 300 mm) y no deben tener irregularidades que excedan de 0,05 mm, en caso contrario la cara que no cumpla debe ser cabeceada de acuerdo a lo indicado en la norma mexicana NMX-C-109ONNCCE o utilizarse casquetes de neopreno como preparación de acuerdo a lo indicado en la norma mexicana NMX-C-469-ONNCCE (S.C., 2003).

De igual forma la norma internacional Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens, nos habla de los bloques de apoyo, en el siguiente apartado.

La máquina de ensayo estará equipada con dos bloques de soporte de acero con caras templadas, uno de los cuales es un bloque de asiento esférico que se apoyará en la superficie superior del espécimen y el otro un bloque sólido sobre el que reposará el espécimen. Las caras de cojinete de los bloques deberán tener una dimensión mínima al menos 3% mayor que el diámetro de la muestra a ensayar. Excepto para los círculos concéntricos descritos a continuación, las caras de los cojinetes no deberán apartarse de un plano en más de 0.02 mm [0.001 pulgadas] en cualquier 150 mm [6 pulg.] De bloques de 150 mm de diámetro o más, cero en más de 0,02 mm [0,001 pulgadas] en el diámetro de cualquier bloque más pequeño; Y los nuevos bloques se fabricarán dentro de la mitad de esta tolerancia. Cuando el diámetro de la cara de apoyo del bloque asentado esféricamente excede el diámetro de la muestra en más de 13 mm, círculos concéntricos no más de 0,8 mm [0,03 pulgadas] de profundidad y no más de 1 mm [0,04 En.] Se debe inscribir para facilitar el centrado apropiado.

Los bloques de rodamientos inferiores deberán cumplir los siguientes requisitos:

El bloque de apoyo inferior se especifica con el fin de proporcionar una superficie fácilmente mecanizable para el mantenimiento de las condiciones de superficie especificadas. Las superficies superior e inferior deberán ser paralelas entre sí. Si la máquina de ensayo está diseñada de tal manera que la propia platina se mantenga fácilmente en la condición de superficie especificada, no se requiere un bloque inferior. Su dimensión menos horizontal será al menos del 3%

Mayor que el diámetro de la muestra a ensayar. Los círculos concéntricos descritos en 5.2 son opcionales en el bloque inferior (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens, 2016).

3) Desarrollo de actividades.

La planeación y la definición de actividades se realizaron, apoyándose en el software MS Project., para tener un buen control de estas y realizarlas adecuadamente en tiempo y forma. Los recursos asignados a cada actividad fueron personal docente y alumnos de la carrera de ingeniería industrial del ITESHU, también se definió para cada actividad las fechas programadas de inicio y fin y también las relaciones de comienzo y fin entre actividades.

4) Por último, en esta etapa se analizó la razón de ser del diseño propuesto para conocer cuál será el beneficio que tendrá nuestra prensa hidráulica en la región o estado.

El desarrollo de la prensa hidráulica permitirá reducir el costo de las pruebas de compresión en comparación de utilizar máquinas más sofisticadas en mayor costo en el mercado para la realización de dichas pruebas.

2. Hacer.

Se llevó a cabo el desarrollo de los diferentes sistemas que integran la prensa hidráulica para hacer pruebas de compresión al concreto, los cuales son los siguientes mecánicos, hidráulico y eléctrico.

Sistema mecánico.

El sistema mecánico realizado en SolidWorks® nos permitirá tener un prototipo virtual de la prensa hidráulica, para cualquier modificación o cambio que deseemos realizar, de igual forma se diseñaran los componentes que sean necesarios para que nuestra prensa hidráulica cumpla con lo establecido en la norma NMX-C-083-ONNCCE-2014, mencionados anteriormente en la etapa de planear.

Primer punto, la norma NMX-C-083-ONNCCE-2014 en el apartado 4.1 marca que “La máquina de prueba puede ser de tipo a compresión o universal”, siguiendo el punto anteriormente mencionado nuestra prensa hidráulica cumple con lo establecido en la norma, ya que es una maquina a compresión (Ver figura 2).

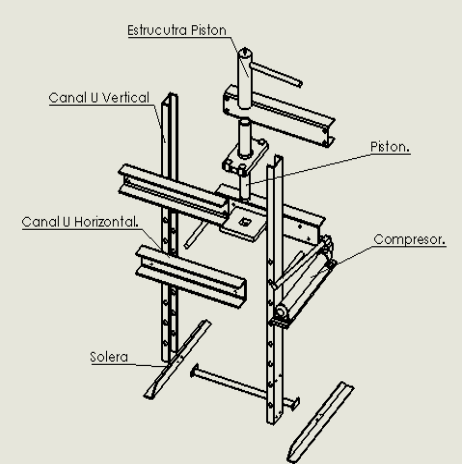


Fig. 2 Vista explosionada de los componentes de la prensa hidráulica.

Como segundo punto la prensa hidráulica que se tiene al alcance no cuenta con el apartado 4.1.2 y 4.1.3 que nos marca la norma NMX-C-083-ONNCCE 2014, los cuales son los siguientes:

4.1.2 La máquina de prueba debe estar equipada con dos bloques sólidos de acero o similar, para la aplicación de la carga. Uno de los bloques debe tener asiento esférico y apoyarse en la parte superior del espécimen, y el otro bloque rígido sobre el cual descansara el mismo.

4.1.3 El apoyo inferior puede ser una platina, si ésta es fácilmente desmontable.

Por ellos se implementarán rodamientos rígidos de bolas de una hilera de ranura profunda. (Los rodamientos de bolas de ranura profunda y una sola hilera son el tipo de rodamientos más utilizado. Además de las cargas radiales, también pueden soportar cargas axiales en cualquier dirección. Debido a su bajo par, son altamente adecuados en aplicaciones en que se necesitan altas velocidades y bajas pérdidas de potencia. Además de los rodamientos de tipo abierto, este tipo de rodamientos suelen contar con blindaje de acero o con sellados de goma instalados en una o ambas caras y están pre lubricados con grasa. Además, a veces suelen contar con anillos elásticos en su diámetro exterior. Para las jaulas, suelen usarse las de acero estampado (NSK)). El cual se diseñó en SolidWorks® (ver fig. 3).

Fig. 3 Rodamiento esférico.

De igual forma se implementará un plato de compresión (Los platos de compresión se acoplan a cualquier máquina de ensayo. El montaje puede ser directo sobre el actuador/marco o bien a unos cabezales de tracción (INSTRUMENTALES). (Ver fig. 4).

Figura 4. Plato de compresión.

Así la prensa hidráulica cumplira con lo que marca la norma, la cual debe de tener dos bloques solidos de acero, uno de los bloques debe tener un asiento esférico (rodamientos rígidos de bolas de una hilera de ranura profunda), y el otro bloque, el apoyo inferior puede ser una platina (plato de compresión).

Sistema Hidráulico.

La Prensa Hidráulica que se tiene para el desarrollo del proyecto no cuenta con el apartado “4.1.1 la maquina debe estar provista de algún dispositivo complementario que pueda ser operado mecánica o manualmente para ajustar la carga a una velocidad adecuada para su calibración” y apartado “6.1 velocidad de aplicación de la carga” de la norma NMX-C-083-ONNCCE 2014 (Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes la cual establece el método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto), por ello se realizó el siguiente diagrama hidráulico (ver Fig. 5), mediante el software FluidSim®, así incorporaremos este sistema hidráulico a la prensa, para que la velocidad de flujo de presión que ejerza el

pistón sea constante a la probeta, así como lo marca en la norma mencionada anteriormente.

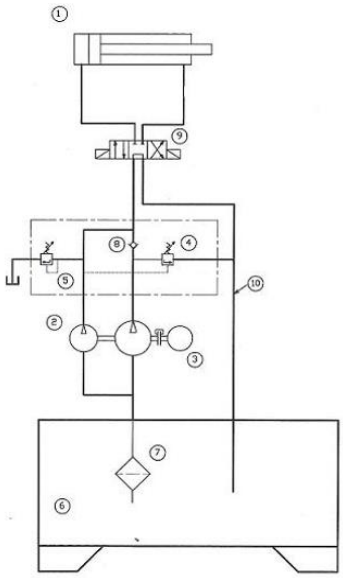


Fig. 5 Esquema del sistema hidráulico

Descripción de componentes del sistema Hidráulico.

1. Cilindro hidráulico: Los cilindros hidráulicos de movimiento lineal se utilizan comúnmente en aplicaciones donde la fuerza de empuje al pistón y su desplazamiento son elevados.
2. Bomba de paletas: A medida que las paletas impulsadoras giran, el fluido entra en la bomba en las cámaras de bombeo formadas por las paletas que son presionadas por un muelle y accionadas por la fuerza centrífuga impulsan el fluido.
3. Motor eléctrico: Se dispone de energía eléctrica para accionar un equipo de bombeo, es el motor que se emplea con mayor frecuencia.
4. Válvula de descarga: Actúa habitualmente como divisor de caudal cuando la bomba es de caudal constante.
5. Válvula de seguridad: Válvula normalmente cerrada que actúa como un control de seguridad o por un aparato de emergencia para impedir el escape peligroso de un fluido.
6. Tanque de fluido: Es la impulsión del sistema de bombeo, sirve de almacén y reserva de aceite.
7. Válvula de anti-retorno: Permiten el flujo en un sentido mientras lo bloquean en el contrario. Este bloqueo ha de ser totalmente hermético y sin fugas por lo que siempre son de asiento.
8. Válvula direccional: Cuerpo con pasajes internos que son conectadas y desconectadas por un carrete (Creus Solé, 2014).

Sistema Eléctrico.

El sistema eléctrico permitirá incorporar a nuestra prensa hidráulica, la programación de los siguientes componentes: Como lo son botón de paro de emergencia, botón de encendido y apagado, sensor de presión, PLC (Controlador Lógico Programable) y un medidor eléctrico de desplazamiento con salida de 0 a 10 volts; que permitirán obtener la gráfica esfuerzo deformación apoyándonos del software TIA Portal®.

Listado de componentes.

1. Botón de paro de emergencia: Según la norma EN ISO 13850, la función de parada de emergencia sirve para prevenir situaciones que puedan poner en peligro a las personas, para evitar daños en la máquina o en trabajos en curso o para minimizar los riesgos ya existentes, y ha de activarse con una sola maniobra de una persona (Deutschland, s.f.).
2. Botón de encendido y apagado.
3. Sensor de presión: Con un transmisor de presión o sea un sensor de presión, el usuario se beneficia de la máxima precisión de medición y robustez, así como de un manejo cómodo e innovador. Ya sean homologaciones internacionales o estándares industriales: estos transmisores cumplen con total fiabilidad las tareas cada vez más complejas de la industria de procesos. Algunos de estos equipos ofrecen, además, numerosas funciones de diagnóstico que le ayudarán a tener sus instalaciones bajo control en todo momento (SIEMENS, s.f.).
4. PLC (Controlador Lógico Programable): Es un sistema de control de estado sólido que tiene una memoria programable de usuario que almacena instrucciones para la implementación de tareas específicas, como lógica de control entrada/salida, tiempo, conteo, aritmética y manipulación de datos (Ordaz García, Ríos Miranda, & Ordaz Montiel, 2009).
5. Medidor eléctrico de desplazamiento con salida de 0 a 10 volts: El transmisor de presión modelo A-10 para aplicaciones industriales generales destaca no solo por su diseño compacto, sino también por su excelente calidad a un precio muy económico. El usuario puede optar por una alinealidad de 0,25 % o 0,5 % (Instrumentos WIKA, 2014).

De acuerdo a los materiales mencionados anteriormente, se realizó la programación con ayuda del software TIA Portal®, el cual se pueda adaptar a la prensa para un funcionamiento sofisticado mediante un monitoreo exacto mostrando los resultados ante tres pantallas que se programaron en el software TIA Portal®.

En seguida se muestra la pantalla de inicio (ver Fig. 6), la cual nos ayudó a tener un inicio y estética a lo que es la prensa hidráulica.

Fig. 6 Pantalla de inicio

A continuación, se muestra Gráfica Esfuerzo-Deformación (ver Fig. 7) que se programó mediante el software TIA Portal®, esta es la parte fundamental de toda la prensa hidráulica, ya que esta es una gráfica que se monitorea de acuerdo a la presión que se somete un espécimen de concreto hasta su punto de rotura.

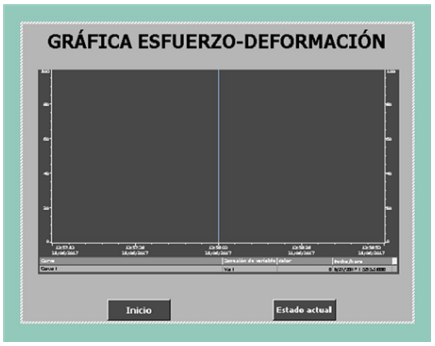


Fig. 7 Gráfica Esfuerzo-Deformación

La gráfica esfuerzo deformación es la curva resultante graficada con los valores del esfuerzo y la correspondiente deformación unitaria en el espécimen calculado a partir de los datos de un ensayo de tensión o de compresión.

Los materiales, bajo esfuerzos de tracción o compresión, se deforman primero elásticamente (deformación recuperable) y luego plásticamente (deformación permanente) (F. Smith).

Posteriormente se muestra lo que es un estado actual (ver fig. 8), en base a la puesta en marcha de la Prensa Hidráulica, esta pantalla nos ayudó a poder observar cuando algún paro o un por descuido presionamos alguno de los botones de la Prensa Hidráulica se ilustra algún color de el botón en el motor.

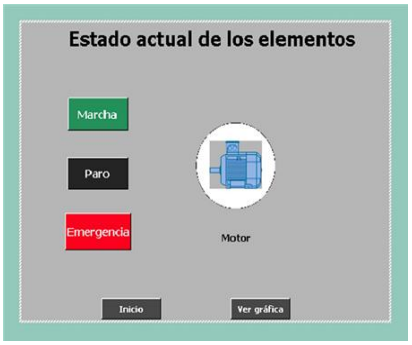


Fig. 8 Estado actual

Por último, en la fase de hacer se integraron todos los sistemas que con formaran la prensa hidráulica (Sistema Mecánico, Sistema Hidráulico y Sistema Eléctrico), en un modelo CAD (Diseño Asistido por Computadora) como se muestra a continuación (ver fig. 9) de esta forma podemos tener un prototipo virtual de lo que es nuestra prensa.

Fig. 9 Estructura general prensa hidráulica.

3. Verificar.

En la etapa verificar nos permitirá el análisis de los datos obtenidos del diseño, al realizar las pruebas de compresión al concreto.

En el contexto industrial existen pruebas destructivas en las que el operador sólo pueden medir una vez la muestra porque de alguna manera ésta se destruye. Por ejemplo, pruebas de resistencia, dureza, tensión etc. Los estudios de repetibilidad y reproducibilidad del sistema de medición determinan cuánto de la variación observada de su proceso se debe a la variación del sistema de medición. Utilice el estudio R&R del sistema de medición (anidado) cuando cada parte sea medida por un solo operador, como en pruebas destructivas En las pruebas destructivas, la característica medida es diferente después del proceso de medición en comparación con el principio. Las pruebas de colisión son un ejemplo de pruebas destructivas (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2013).

Para validar el equipo se realizarán las pruebas tipo t de dos muestras y Prueba de dos varianzas; comparando los datos obtenidos de nuestro equipo a desarrollar contra un equipo calibrado y en operación del Centro de Investigación CIATEQ en su área de materiales; con esto conoceremos y ajustaremos el margen de error de la maquina diseñada a la hora de realizar las pruebas de compresión.

Prueba t de dos muestras. Calcula un intervalo de confianza y realiza una prueba de hipótesis de la diferencia entre las medias de dos poblaciones cuando no se conocen las desviaciones estándar y las muestras se extraen de manera independiente entre sí. A medida que el tamaño de la muestra aumenta, usted puede tener mayor confianza en los resultados.

El análisis se utiliza cuando se desea comprobar si las μ de dos poblaciones independientes difieren (Minitab®., ¿Por qué debo usar una prueba t de 2 muestras?, 2016).

Prueba de 2 varianzas. Útil para verificar supuestos de igualdad de varianza, base de algunos procedimientos estadísticos. Se utiliza para determinar si difieren las varianzas o desviaciones estándar de dos grupos (Minitab®., ¿Por qué debo usar una prueba t de 2 varianzas?, 2016).

4. Actuar

Por último, en la etapa Actuar del ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), nos permite promover acciones en caso de que los objetivos y preguntas de investigación no se hayan cumplido satisfactoriamente. Por ende, podemos volver a realizar el ciclo y encontrar cuales son las fallas que nos impidieron alcanzar los objetivos de investigación.

RESULTADOS

Se obtiene como resultado principal del presente proyecto los diseños CAD (ver fig. 10, fig. 11 y fig. 12), de una prensa Hidráulica de 20 toneladas para realizar pruebas de compresión de concreto conforme a la norma mexicana NMX-C-083-ONNCCE-2014, integrado con una interfaz HMI (Human Machine Interface, por sus siglas en inglés) para el monitoreo mediante gráficos de una curva esfuerzo-deformación y respaldo de datos en archivo con formato XLS.

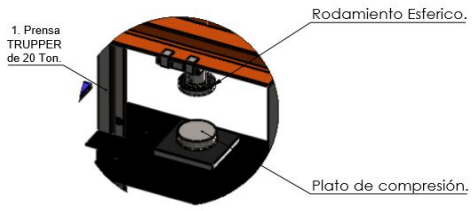


Fig. 10 Vista de detalle sistema mecánico.

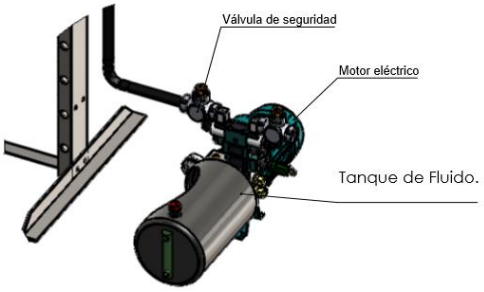


Fig. 11 Vista de detalle sistema Hidráulico.

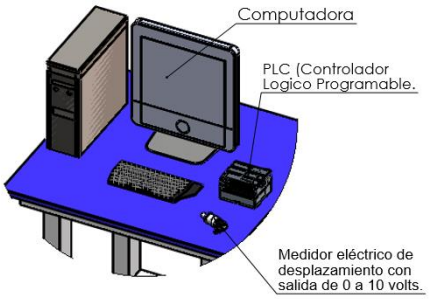


Fig. 12 Vista de detalle sistema eléctrico

Por otra parte la prensa hidráulica desarrollada tendrá las características adecuadas para realizar las pruebas de compresión al concreto y estas serán de un menor costo, beneficiando al Instituto Tecnológico Superior de Huichapan y los alumnos de la carrera de Ingeniería Industrial, que podrán llevar a cabo prácticas relacionadas con materias como Propiedad de los Materiales, Procesos de Fabricación; alumnos de la carrera de Mecatrónica, en materias tales como Ciencia e Ingeniería de Materiales y Mecánica de Materiales y finalmente los alumnos de la carrera de Arquitectura en las materias Estructuras de Concreto, Propiedades y Comportamiento de los Materiales y a su vez industrias cantareras de la región o del estado ofreciendo estas pruebas a un menor costo.

CONCLUSIONES.

Los equipos para verificar la resistencia a la compresión de las mezclas de concreto acorde con la norma NMX-C-083-ONNCCE-2014 (Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes la cual establece el método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto), pueden diseñarse en un entorno académico

siguiendo una metodología sencilla como el ciclo PHVA.

Esta metodología nos guío hacia el diseño de una prensa Hidráulica de 20 toneladas para realizar pruebas de compresión de concreto con una interfaz HMI (Human Machine Interface, por sus siglas en inglés) para el monitoreo mediante gráficos esfuerzo-deformación el cual nos permite conocer la curva resultante graficada con los valores del esfuerzo y la correspondiente deformación unitaria en el espécimen calculado a partir de los datos del ensayo de compresión, con el respaldo de datos en archivo con formato XLS para su posterior análisis o creación de un historial de comportamiento de las muestras a ensayar.

Respecto al uso de varios tipos de software para el diseño de cada uno de los sistemas que conforman al equipo, se enfatiza la necesidad de certificar a los alumnos en el uso eficiente de los mismos y de incorporarlos a proyectos de esta naturaleza en los que puedan aplicar sus conocimientos adquiridos.

REFERENCIAS

Baca U., G., Cruz V., M., Cristobal V., M., Baca C., G., Gutiérrez M. , J. C., Pacheco E, A., . . . Obregón S., M. (2013). Introducción a la Ingenieria industrial (Segunda edicion 2013 ed.). Mexico, Mexico: GRUPO EDITORIAL PATRIA. Recuperado el 15 de Junio de 2017

Creus Solé, A. (2014). Neumática e Hidráulica. MÉXICO: Alfaomega.

Curatolo, D., Hoffmann, M., & Stein, B. (1995-1999). Fluid SIM sistema Hidráulico. Obtenido de file:///C:/Users/Pamela/Downloads/FLUIDSIM.pdf

Deutschland, E. (s.f.). EUCHNER GmbH + Co. KG. Obtenido de http://www.euchner.de/es-es/Productos/Dispositivos-de-parada-de-emergencia/Dispositivo-de-parada-de-emergencia-ES

F. Smith, W. (s.f.). Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales. Ed. Mc-Graw Hill.

Gómez González, S. (2013). SolidWorks Práctico I. México: Alfaomega Grupo Editor.

Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2013). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma (Tercera edición ed.). Mexico, D.F.: Mc Graw Hill Education. Recuperado el 10 de Junio de 2017

IMCYC. (Junio de 2006). Construcción y tecnología.

Instituto Nacional de Estadística y geografía . (2009). Obtenido de www.inegi.org

INSTRUMENTALES, U. D. (s.f.). LISTADO DE ACCESORIOS TEXTUROMETROS. Recuperado el 28 de Agosto de 2017, de http://www.ictan.csic.es/wp-content/uploads/2011/10/acesorios-textur%C3%B3metros.pdf

Instrumentos WIKA, S. (Junio de 2014). Transmisor de presión Para aplicaciones industriales generales Modelo A-10. Recuperado el Junio de 2017

Minitab®. (2016). ¿Por qué debo usar una prueba t de 2 muestras? Recuperado el 31 de Mayo de 2017, de http://support.minitab.com/es-mx/minitab/17/topic-library/basic-statistics-and-graphs/hypothesis-tests/tests-of-means/why-use-2-sample-t/

Minitab®. (2016). ¿Por qué debo usar una prueba t de 2 varianzas? Recuperado el 5 de Junio de 2017, de http://support.minitab.com/es-mx/minitab/17/topic-library/basic-statistics-and-graphs/hypothesis-tests/tests-of-variances-and-rates/why-use-2-variances/

NSK. (s.f.). TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RODAMIENTOS. Recuperado el 25 de Agosto de 2017, de https://sicoris-sa.com/pdf/catalogos/nsk-rodamientos-catalogo-general-catalogo.pdf

NTN. (20 de Mayo de 2015). Rodamiento de rodillos esféricos. Recuperado el 15 de Junio de 2017

Ordaz García, U., Ríos Miranda, E., & Ordaz Montiel, D. (2009). CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES. MÉXICO: Editorial Trillas, S.A. de C.V.

PEREIRA, U. T. (11 de Diciembre de 2015). METALOGRAFÍA – UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. Recuperado el 15 de Junio de 2017, de file:///F:/2.%20Propiedades%20mec%C3%A1nicas%20de%20los%20materiales.%20_%20METALOGRAF%C3%8DA%20%E2%80%93%20UNIVERSIDAD%20TECNOL%C3%93GICA%20DE%20PEREIRA.html

S.C., O. N. (13 de FEBRERO de 2003). NMX-C-083ONNCCE-2002. Recuperado el 15 de

JUNIO de 2017, de http://www.onncce.org.mx

SIEMENS. (s.f.). Obtenido de http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/tia-portal/tia_portal/pages/tia-portal.aspx

SIEMENS. (s.f.). Medición de presión - Instrumentación de procesos - Siemens. Obtenido de http://w3.siemens.com/mcms/sensor-systems/es/instrumentacion-de-procesos/medicion-de-presion/pages/medici%C3%B3n-de-presi%C3%B3n.aspx

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. (1 de Agosto de 2016). Recuperado el 15 de Junio de 2017

Método de Conservación de Biomasa de Agave pulquero para su Aprovechamiento

Márquez-Pallares L. [1], Sánchez-Esgua M. [2], Aguila-Muñoz J. [3], González Hernández Y.[1], Meneses-Márquez T. M. [1], Aguilar-Sánchez P. [4]

[1] Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, El Saucillo s/n, Huichapan, Hidalgo, México, lmarquez@iteshu.edu.mx. [2] Biotecnología, Ciba-Ipn, Tepetitla (Ex hacienda San Juan del Molino), Tlaxcala, México, msanchez.es@ipn.mx [3]CONACYT, Centro de Nanociencias y nanotecnología, UNAM, Ensenada B.C., México, jnaguila@cnyn.unam.mx [4]Departamento de productos forestales Inifap, San Martinito Tlahuapan, Puebla, México, aguilar.patricia@inifap.gob.mx.

Resumen—Debido a que el género *Agave* al que pertenecen los magueyes pulqueros cambian su composición según su edad y el entorno, es necesario conservar su biomasa. Al ser una planta con hojas fibrosas es difícil de triturar y por tanto obtener el material molido de forma homogénea. Por lo que se propone un método de conservación del material lignocelulósico de las pencas de agave utilizando un extractor para separar el jugo de las fibras, una estufa para el secado y un molino de cuchillas para el corte del material; obteniendo así muestras con una granulometría de 1 mm hasta menores de 0.25 mm siendo un buen fraccionamiento para materiales con un porcentaje de lignina entre 13 y 21%, tomando en cuenta los tamaños de malla de tamiz que considera la AOAC (20-80) para sus determinaciones y lo reportado para la obtención de saponinas, celulosa e hidrolizados para conversión a biocombustibles.

Abstract— The maguey-pulquero, *Agave spp.*, is of great importance for Mexico, so the alternative use of leaves and heads has been sought for the integral use of the plant. Because the agaves change their composition according to age and environment, it is necessary to conserve the biomass in a homogeneous way due to it is a fibrous material that is difficult to crush. Therefore, it is proposed a method of conservation of the lignocellulosic material of the agave leaves aged between 8-10 years using an extractor to separate the juice from the fibers, a drying oven at 60 ° C and a blade mill, obtaining samples with a granulometry of 1mm to less than 0.25 mm being a good fractionation for materials with a percentage of lignin between 13 and 17% taking into account the sieve mesh sizes considered by the AOAC (20-80), particles size that are reported for obtaining saponins, cellulose and hydrolysates for conversion to biofuels

***Palabras clave* — Biomasa, lignocelulósico, molienda, pulquero, tamizado.**

INTRODUCCIÓN

El género Agave al que pertenecen los magueyes pulqueros son de la familia agavaceae y son de gran importancia para México, donde se encuentran 261 especies (75% del total) con 177 endémicas (70%) [1], el género más grande y diverso es *Agave spp*., con 159 especies, de las cuales 119 son endémicas de México, representando el 74% [2], este género está distribuido de manera importante en la región Oriente del país en los estados de Hidalgo, México, Puebla, Tlaxcala y Veracruz. Los usos más importantes de los agaves o magueyes que se han reportado son para el aprovechamiento de fibra, alimentación y elaboración de bebidas alcohólicas fermentadas y destiladas [3]; recientemente se ha investigado la planta como fuente de celulosa, sapogeninas, fructanos y polisacáridos para su uso en biocombustibles, [4], [5], [6], [7], entre otros [8].

Debido a que los agaves son plantas perennes, su composición según la etapa de madurez y el entorno en el que se desarrollan va cambiando, por lo que al realizar muestreos es necesario conservar la biomasa tanto para reducir variables en las investigaciones como para el cuidado de los cultivos; debido a que las hojas y piñas de los agaves son materiales con elevado contenido de lignina, las fibras soportan la acción mecánica a las que se someten durante procesos de tensión por lo que la etapa de molienda del material para su homogenización es de gran importancia, aunado a esto Cadoche y López [9] mencionan que la trituración de los materiales lignocelulósicos mediante una combinación de reducción de tamaño del material y molienda, disminuye la cristalinidad de la celulosa, aumenta la superficie específica y la densidad aparente, facilitando la hidrólisis para la utilización de los materiales como biocombustibles. Existen diferentes tipos de moliendas (molino de bolas, martillos, cuchillas, rodillos). Los molinos de bolas vibratorias se han mostrado más efectivos en la reducción de la cristalinidad y aumento de digestibilidad de astillas de abeto y chopo [10], considerando que el porcentaje de lignina para maderas es superior al porcentaje reportado para agaves [11].

La trituración mecánica en agaves se ha reportado para la extracción de fructanos por medio de procesadores y nitrógeno líquido [12]; para procesos de conversión de azúcares en bioetanol a partir de hojas de Agave tequilana en el que se utilizaron exprimidores y molinillos de laboratorio (Mikro Feinmuhle) obteniendo fracciones de 0.15 hasta 1.1 mm. ; [13] Jiménez et al. reporta tamaños de partículas de menos de 1mm en un porcentaje del 98,5% ; la fracción menor a 0,5 mm entre 8-10% [14]; otros autores reportan fracciones de 3mm y 0.25mm [15],[16] para la misma especie; existen reportes para Agave Lechuguilla obteniendo fracciones de 2 mm con un molino Retsch (modelo SM100, Haan, Alemania)[17].

Por lo que se propone una metodología de conservación y homogenización del material lignocelulósico de las pencas de Agave utilizando un extractor de jugos industrial, el cual separa el jugo de las fibras, una estufa y un molino de cuchillas de acero inoxidable perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Los agaves spp. son materiales lignocelulósicos similares en porcentajes de lignina, hemicelulosa y celulosa, lo que hace extensivo el método propuesto para diferentes variedades y para materiales con un porcentaje de lignina de entre 13 y 21% como lo es el bagazo de caña que contiene en promedio un 19% de lignina [11].

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de agaves spp. fueron colectadas en la región del Mezquital en el estado de Hidalgo, en Zacatlán Puebla y Nanacamilpa Tlaxcala, México. Se muestrearon agaves de edad madura (8-10 años), se cortaron las pencas y se trocearon con machete en fracciones aproximadas de 5cm., se realizó la extracción de la savia por medio de un extractor de jugos de uso industrial marca International, modelo EX-S, la fibra separada del jugo se secó en una estufa marca Baxter a 65 C por 72 h. y posteriormente se realizó una muestra compuesta que se trituró en un molino de cuchillas marca Thomas-Wiley perteneciente al INIFAP. Se realizó el tamizado con mallas de tamaño T40 y T60 para su posterior almacenamiento en bolsas plásticas con etiqueta del material y rango de tamaño de partícula.

También se realizó el procedimiento para bagazo de caña como material de comparación, el cual fué obtenido de CIBA-IPN

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

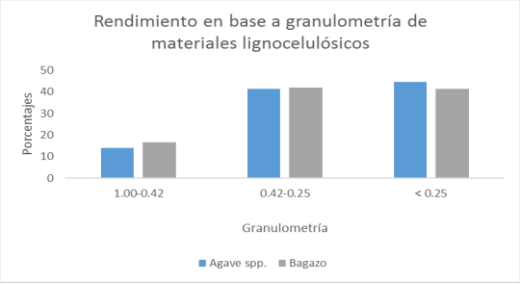
En la tabla 1, se muestran los porcentajes obtenidos según el tamaño de malla después de la molienda; el tamiz T40 abarca un tamaño de partícula de 1.00 a 0.42 mm, el tamiz T60 de 0.42 a 0.25 mm, y después de este tamaño se denomina menor a 0.25mm. Estos tamaños de partícula se obtienen para la muestra compuesta de Agaves spp. con un porcentaje de lignina de 13-21% y el bagazo de caña el cuál se utiliza como material de comparación el cual tiene entre 17-19 % de lignina; este rango también abarca porcentajes de lignina de maderas como álamo y eucalipto.

TABLA I
RENDIMIENTOS DEL MATERIAL LIGNOCELULÓSICO EN BASE AL FRACCIONAMIENTO

Rendimiento (%)			
Material lignocelulósico	**Tamaño de partícula (mm)**		
	1.00-0.42	**0.42-0.25**	**< 0.25**
Agave spp.	14.1	41.36	44.54
Bagazo	16.73	42	41.28

Fig. 1 Comparación de la granulometría entre Agave y Bagazo de caña.

La granulometría obtenida está en conformidad con los tamaños de malla de tamiz que considera la AOAC (40-80) [18] para sus determinaciones y lo reportado para la obtención de celulosa, sapogeninas, fructanos y conversión



de azúcares entre otros. [4], [5], [6], [7], [8].

Se obtienen tamaños de partícula en alto porcentaje de 0.42 a menor de 0.25 mm, lo cual es acertado según lo reportado por Cadoche y López [9].

Los tamaños reportados para molienda de material de agave son similares a los de Jiménez et al., sin embargo, el 84.3% corresponde a tamaños de partícula entre 0.5-1.0 mm [14].

CONCLUSIONES

Este método es de importancia para la realización de investigaciones acerca del género *Agave spp*. o de especies vegetales que tengan un contenido de lignina entre 13 y 21% y que requieran tamaños de partícula de 1mm hasta menores de 0.25mm.

La reducción de tamaño de los materiales lignocelulósicos en partículas menores de 1mm, es importante para las investigaciones actuales, ya que se busca la utilización de la biomasa de *Agave* para la obtención de las moléculas que forman parte de su estructura como lo es la lignina, celulosa y hemicelulosa así como de sus metabolitos secundarios como las sapogeninas, esteroles, terpenos, vitaminas, entre otros para su utilización en el área de energía y farmaceútica respectivamente, lo que resultaría en el aprovechamiento de la planta de forma integral.

REFERENCIAS

[1] L. E. Eguiarte, V. Souza, y A. Silva-Montellano, "Evolución de la familia Agavaceae: filogenia, biología reproductiva y genética de poblaciones" *Boletín de la Sociedad Botánica de México*., vol. 66. pp. 131-150. 2000

[2] A. J. García-Mendoza, 1995. "Riqueza y endemismos de la familia Agavaceae en México." In: Linares E., P. Dávila, F. Chiang, R. Bye y T. Elías (eds). Conservación de plantas en peligro de extinción: Diferentes enfoques. UNAM, México, D. F. pp: 59-83.

[3] R. Reynoso, A.J García, W. López, A. López-Luna, P. Cadena, M. A. Pérez, M. H. Domínguez, **"**Identificación taxonómica de agaves (Agave spp.) utilizados para la elaboración del licor comiteco en Chiapas, México", *Agroproductividad.*, Vol 5, pp. 9-17, Jul. 2012.

[4] C. De Dios, L. Alamilla, G. F. Gutiérrez, E. Terres, J. Solorza, S.Romero, H. T. Yee, A.Flores, y R. Mora, "Aislamiento y caracterización de celulosas obtenidas de fibras de Agave salmiana aplicando dos métodos de extracción ácido-alcali", *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.*, Vol.7, pp. 31-43, Oct. 2016.

[5] G. Indrayanto, W. Utami, and A. Syharani, "*Agave amaniensis Trel & Nowell: In Vitro Culture and the Production of Phytosteroids*," *Biotechnology in agricultura and forestry*, 1996, springer, pp. 1,15.

[6] M G. Lopez, N. A. Mancilla, G. Mendoza, "Molecular Structures of Fructans from Agave tequilana Weber," *journal of agricultural and food chemistry.*, Vol. 51. pp. 7835-7840, Dec. 2003

[7] O.H. Ortíz, T.K. Morales, L.J. Rios, J.A. Rodríguez, J. Quintero, G. Aroca, "Producción de bioetanol a partir de biomasa de Agave lechuguilla pretratada por autohidrólisis", *Revista Mexicana de Ingeniería Química*., Vol 16. pp. 467-476. Abril. 2017

[8] C. E. Ponce, J.J. Chanona, V. Garibay, E. Palacios, J. Karamath, E. Terrés, G. Calderón, "Preparation of cellulose nanoparticles from agave waste and its morphological and structural characterization", *Revista Mexicana de Ingeniería Química*., Vol. 13, pp. 897-906, Jun. 2014

[9] Cadoche L. & López G. D. "Assessment of size reduction as a preliminary step in the production of ethanol from lignocellulosic wastes"., *Biological Wastes*. Vol. 30, pp. 153-157.1989

[10] Millet M. A., Baker A. J., & Scatter L. D. "Physical and chemical pretreatment for enhancing cellulose saccharification." *Biotech. Bioeng. Symp*., Vol. 6, pp. 125-153, Jan.1976.

[11] L.L. Escamilla, "Potential of plants from the Genus Agave as Bioenergy Crops", *Bioenergy Research*., Vol. 5, pp. 1-9, March., 2012.

[12] N. A. Mancilla, "Caracterización molecular de fructanos en Agave y Dasylirion spp., identificación de fructosiltransferasas y su expresión en Pichia pastoris," D. en Ciencias. tesis, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México, 2006.

[13] D. Rijal, T. Vancov, S. Mclntosh, N. Ashwath, G.A. Stanley, "Process options for conversion of Agave tequilana leaves into bioetanol"., *Industrial Crops and Products.*, Vol. 84, pp. 263-272, Jun. 2016.

[14] E. Jiménez, F. Prieto, J. Prieto, O. A. Acevedo y R. Rodríguez, "Caracterización fisicoquímica de cuatro especies de agaves con potencialidad en la obtención de pulpa de celulosa para elaboración de papel", *DYNA*., Vol. 83, pp. 233-243. Apr. 2016.

[15] C. Montiel, O. Hernández, E. Vivaldo, M. Hernández, Eduardo Bárzana, "Enhanced bioethanol production from blue agave bagasse in a combined extrusion–saccharification process", *BioEnergy Research*., vol 8. pp. 1005,1014, Dec. 2016

[16] D. Rijal, T. Vancov, S. Mclntosh, N. Ashwath, G.A. Stanley, "Process options for conversion of Agave tequilana leaves into bioetanol*"., Industrial Crops and Products*., vol 84. pp. 263-272, Feb. 2016

[17] O.H. Ortíz, T.K. Morales, L.J. Rios, J.A. Rodríguez, J. Quintero, G. Aroca, "Producción de bioetanol a partir de biomasa de Agave lechuguilla pretratada por autohidrólisis, *Revista Mexicana de Ingeniería Química*., Vol 13. pp 897-906, Jun. 2014

[18] AOAC: Oficial Methods of Analysis, 1990.

Sistema de aseguramiento de calidad para aceptación del "CAOLIN" como materia prima para el cemento

Ing. Francisco Javier Ochoa Mendoza[1], M. en M. Daniel Napoleón Gómez Balbuena[2], Ing. Emanuel De La Luz José [3]

[1]*División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, Hidalgo, México.*
fjochoa@iteshu.edu.mx

[2]*División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, Hidalgo, México.*
fjochoa@iteshu.edu.mx

[3]*Residente, Minerales Comerciales Mexicanos, Querétaro, México.*
Emmanuel.1801sham@gmail.com

Resumen— La calidad desde el diseño ofrece ventajas sobre modelos previos de aseguramiento de la calidad. En el presente artículo se analiza el proceso de extracción del caolín en la empresa MICOMEX, la evidencia reportada sugiere que esta nueva visión de la calidad es una estrategia que genera confianza en sus clientes de la industria cementera.

Los planes de muestreo por aceptación son una de las herramientas de aseguramiento de la calidad utilizadas por la industria para aceptar o rechazar lotes.

El objetivo de esta investigación fue asegurar la calidad del caolín el cual permitirá la disminución de los índices de rechazo de sus principales clientes de la empresa MICOMEX pero sobre todo optimizar el banco de extracción del caolín. La metodología utilizada combina dos áreas importantes de la ingeniería industrial como lo es la ingeniería de métodos y la estadística aplicada a través del muestreo de aceptación utilizando las *MIL STD 41*, en donde se recolectaron datos de variable cuantitativas y cualitativas que se analizaron con histogramas mediante la lectura de medias y varianzas necesarias para el diseño del muestreo por aceptación que permitió el análisis del proceso a través de gráficos de control que dan lectura a la variaciones de los elementos que contiene el caolín además que este condujo al diseño de un nuevo método de trabajo en el mezclado del material para que este sea más homogéneo.

Lo anterior logró reducir los rechazos de material, así como la identificación de los porcentajes adecuados de componentes de caolín, lo cual asegura el cumplimiento de los requisitos solicitados por el cliente, comprobando con esto que el uso del concepto de aseguramiento de calidad y aplicación de herramientas estadísticas permiten la toma de decisiones correctas para la gestión de la mejora continua.

Palabras clave — *Aseguramiento de calidad, muestreo por aceptación, MIL STD 41.*

Abstract— The quality from the design offers advantages over previous models of quality assurance. In the present article the kaolin extraction process is analyzed in the company MICOMEX, the reported evidence suggests that this new vision of quality is a strategy that generates confidence in its customers of the cement industry.

Acceptance sampling plans are one of the quality assurance tools used by the industry to accept or reject lots.

The objective of this research was to assure the quality of the kaolin which will allow the reduction of the rejection rates of its main clients of the MICOMEX company but above all to optimize the extraction bank of the kaolin. The methodology used combines two important areas of industrial engineering such as method engineering and applied statistics through acceptance sampling using MIL STD 41, where quantitative and qualitative variable data were collected and analyzed with histograms using the reading of means and variances necessary for the design of sampling by acceptance that allowed the analysis of the process through control charts that read the variations of the elements contained in the kaolin, which led to the design of a new method of I work in the mixing of the material so that it is more homogeneous.

With the above, it was possible to reduce rejects of material as well as the identification of the appropriate percentages of kaolin components, which ensures compliance with the requirements requested by the client, verifying with this that the use of the concept of quality assurance and application of Statistical tools allow the making of correct decisions for the management of continuous improvement.

Keywords - *Quality assurance, sampling by acceptance and MIL STD 41.*

INTRODUCCIÓN

El ingeniero japonés Kauro Isikawua fue el encargado de asimilar y difundir los conocimientos y experiencias sobre la calidad total, primeramente en Japón y después a todo el mundo, Isikawua ve a la organización como un todo es decir no se trata solo del control de un proceso de fabricación o la inspección final de un producto, si no de la consolidación de una cultura que busca el mejoramiento continuo de todos los

individuos en la empresa, con base en grupos de trabajo que laboran en identidad con el logro de los objetivos en la compañía, por lo tanto concibe a la calidad total como una filosofía empresarial coherente que busca ante todo satisfacer al cliente, sus necesidades y expectativas, mejorar la competencia, mediante un servicio o un producto lo más perfecto posible con la participación de todos los miembros de la empresa [1].

La calidad puede ser un paradigma común para abordar la necesidad de las organizaciones. De acuerdo a la Norma internacional ISO-9000-2005 el concepto de calidad el grado en que un conjunto de características inherentes cumplen con los requisitos [2] . La mejora de la calidad es el enfoque de proceso para los desafíos operacionales de la organización. La iniciativa para abordar la calidad en la entrega de un producto o un servicio se ha convertido en un fenómeno global [3].

La situación actual de las organizaciones, con el efecto del mercado globalizado, la gestión y la planificación de la calidad es crucial para alcanzar el éxito y satisfacer las necesidades de nuestros clientes de manera competitiva por lo tanto, las organizaciones deben disponer, calcular y analizar indicadores de gestión, para permitir tomar las decisiones adecuadas y acertadas en todo momento con indicadores de gestión, que especialmente deben estar orientados al cliente y pueden proporcionar información de cumplimiento con los requisitos.

La empresa Minerales Comerciales Mexicanos SA de CV (MICOMEX) se encarga de la extracción caolín que es utilizado como aditamento en la fabricación de cemento, siendo su cliente potencial Cemex en sus diferentes plantas del país. Actualmente la empresa realiza las actividades de control de calidad a criterio personal, es decir, en ningún momento siguen un procedimiento para asegurar la calidad de su producto; cuando los resultados de las pruebas de laboratorio muestran que no cumple con los criterios de aceptación, se prosigue a realizar una serie de actividades que permita ajustar a lo solicitado. Una parte crucial para que la empresa sea considerada como proveedor es tener documentado de manera formal los resultados de las características de calidad del caolín y simultáneamente el procedimiento que se sigue para ajustar al punto deseado.

Un enfoque para controlar la falta de uniformidad es el control estadístico de procesos (CEP) que permite determinar y eliminar las variaciones no aleatorias (esporádicas) a mediadas que estas surgen, mientras se está llevando a cabo el proceso. El proceso tiene un seguimiento periódico al examinar muestras de unidades del producto. Las gráficas de control constituyen la herramienta principal para el CEP, y la selección de las gráficas de control depende del tipo de mediciones que deben de realizarse [4].

Pero para que se lleve a cabo un CEP se debe diseñar un plan de muestreo que es una declaración de los criterios de aceptación aplicados a un lote, basado en el examen apropiado de un número requerido de unidades de muestra por métodos específicos [5].

Bajo la premisa de un sistema de aseguramiento de la calidad aplicando el control estadístico y muestreo por aceptación debe permitir a la empresa MICOMEX asegurar el cumplimiento de las características del caolín solicitadas por su cliente.

Por lo que esta investigación se presenta el diseño de un plan de muestreo por aceptación con el objetivo se determinaron las variables del caolín bajo el concepto de calidad para el diseño de las herramientas de control preventivas y correctivas durante el proceso de validación del producto en donde se establecieron criterios de aceptación de mediante la aplicación de control estadístico de la calidad y principios de seis sigma para el ajuste de parámetros de requisitos de calidad del producto “caolín” especificados por el cliente, mediante la implementación de mecanismos de control y planes de acción con herramientas estadísticas de aseguramiento de la calidad y Lean Manufacturing que permiten la mejora continua del proceso.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación fue desarrollada en la empresa Minerales Comerciales Mexicanos SA de CV (MICOMEX) ubicada en la carretera San Juan del Río Xilitla Tequisquiapan Querétaro, principalmente en el área de producción.

El material utilizado fue principalmente resultados de pruebas de laboratorio del caolín de diferentes plantas de CEMEX y algunas muestras físicas recolectadas en planta.

Para desarrollar el proyecto se tomó como base la metodología del estudio del trabajo propuesta por Niebel en el 2009.

Figura 1. Metodología para llevar a cabo un estudio del trabajo [6].

El desarrollo de la metodología utilizada se llevó a cabo de la siguiente manera:

1. Recopilación de la información.

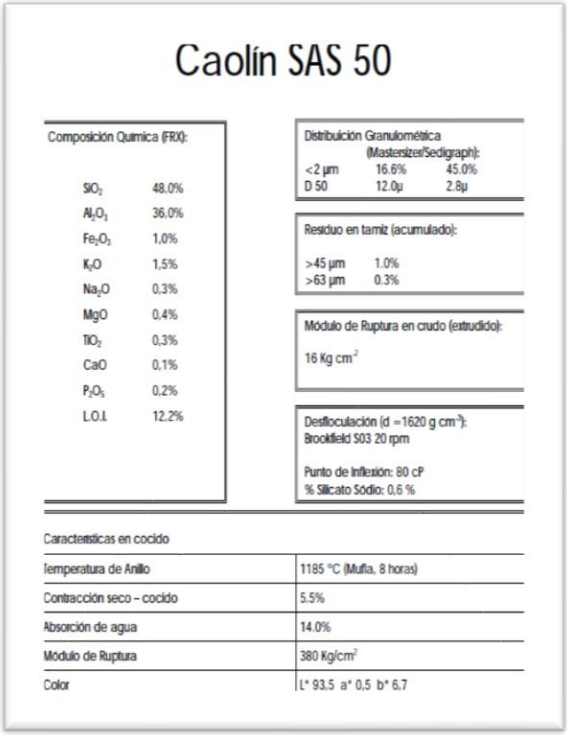
Tomando en cuenta el punto Establecimiento de un marco de referencia de la investigación [7] de la metodología planteada por Bernal en el 2010, se procedió a recopilar información relacionada con el caolín para conocer sus características e identificar los requisitos de calidad solicitados por el cliente, la cual se presenta a continuación:

El caolín es un silicato de aluminio hidratado ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$), producto de la descomposición de rocas feldespáticas principalmente. El término caolín se refiere a arcillas en las que predomina el mineral "caolinita". Sus principales características son: peso específico, 2.6, dureza, 2, color blanco (aunque puede tener diversos colores debido a las impurezas), brillo generalmente terroso mate; higroscópico (absorbe agua) y plasticidad de baja a moderada. Otras propiedades importantes son blancura, inercia ante agentes químicos, inodoro, aislante eléctrico, moldeable y de fácil extrusión; resistencia a altas temperaturas, no es tóxico ni abrasivo y tiene elevada refractariedad, compacto, suave al tacto, difícilmente fusible y facilidad de dispersión. Tiene gran poder cubriente y absorbente y baja viscosidad en altos porcentajes de sólidos. Los caolines de alta calidad son caracterizados por bajos niveles de impurezas como hierro, titanio y minerales de tierras alcalinas. Su blandura es importante en muchas aplicaciones al reducir la abrasión de los equipos de procesos [8].

En los siguientes cuadros se resume la información técnica del caolín (ver cuadro 1 y 2).

Caolín	
Sinónimos:	Kaolín. Caolinita. Arcilla de China. Arcilla de porcelana. Arcilla blanca lavada. Bolo blanco. E-559.
INCI:	Kaolin.
Fórmula molecular:	(Al2Si2O5(OH)4),
Peso molecular:	259,16
Descripción:	Silicato de aluminio hidratado.
Datos Físico-Químicos:	Polvo untuoso fino, blanco, beige, o blanco grisáceo. Prácticamente insoluble en agua y en disolventes orgánicos.
Propiedades y usos:	El caolín se obtiene directamente de fuentes minerales, con posterior purificación. Es un polvo químicamente inerte, capaz de adsorber toxinas bacterianas, productos irritantes, alcaloides, etc… Sobre la piel absorbe la humedad, es desodorizante, antiséptico, protector, e impide la fricción.

Cuadro 2. Información técnica del caolín [9]



Caolín SAS 50

Composición Química (FRX):

SiO_2	48.0%
Al_2O_3	36.0%
Fe_2O_3	1,0%
K_2O	1,5%
Na_2O	0,3%
MgO	0,4%
TiO_2	0,3%
CaO	0,1%
P_2O_5	0,2%
L.O.I.	12.2%

Distribución Granulométrica (Mastersizer/Sedigraph):

<2 µm	16.6%	45.0%
D 50	12.0µ	2.8µ

Residuo en tamiz (acumulado):

>45 µm	1.0%
>63 µm	0.3%

Módulo de Ruptura en crudo (extrudido):

16 Kg cm^2

Desfloculación (d =1620 g cm^{-3}):
Brookfield S03 20 rpm

Punto de Inflexión: 80 cP
% Silicato Sódio: 0,6 %

Características en cocido

Temperatura de Anillo	1185 °C (Mufla, 8 horas)
Contracción seco - cocido	5.5%
Absorción de agua	14.0%
Módulo de Ruptura	380 Kg/cm^2
Color	L* 93.5 a* 0,5 b* 6,7

Cuadro 1. Ficha técnica del caolín [19].

Con respecto a las características técnicas del material a muestrear, se dio paso al conocimiento del proceso productivo en planta, en donde se observó de qué forma son apilados los lotes de caolín (ver figura 2), en este proceso se rescata el dato de que los lotes no superan las 3,500 toneladas.

Figura 2. Apilamiento de Caolín en lotes de 3,500 toneladas.

Otro punto a analizar fue la utilización del caolín, como materia prima en la elaboración del cemento, en donde es necesario mezclar diferentes materias primas, como la caliza, arcilla, marga, caolín, arenisca/arena silíca, y piritas, en función del tipo de cemento a obtener. Lo que constituyen el crudo a calcinar en los hornos, a elevada temperatura, obteniendo de los hornos el denominado Clinker.

Es importante, hacer mención que también se revisaron algunos resultados de pruebas de laboratorio emitidos por las diversas plantas de CEMEX, ubicadas en Ciudad Valles, Atotonilco y Monterrey (ver tabla 1).

2. Análisis y evaluación de la información.

RESULTADOS DE MONTERREY									
LOTE	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Na_2O	K_2O	MS
B-738	72.20	16.46	0.44	0.26	0.35	1.40	0.07	0.60	4.27
B-739	75.14	13.72	0.33	0.17	0.08	0.66	0.04	0.51	5.35
B-740	74.59	13.98	0.49	0.32	0.34	1.76	0.10	0.65	5.31
B-741	76.65	10.26	0.33	0.36	0.11	6.72	0.07	1.64	7.24
B-742	74.65	14.92	0.74	0.38	0.56	0.00	0.16	0.26	4.77
B-743	74.30	14.52	0.61	0.43	0.58	0.00	0.16	0.26	4.91
B-744	72.80	15.74	0.50	0.39	0.02	0.09	0.03	0.32	4.48
B-745	74.12	16.17	0.26	0.21	0.08	2.21	0.06	0.18	4.81
B-746	76.40	14.46	0.60	0.17	0.02	0.11	0.04	0.19	5.01

Tabla 1. Resultados de las pruebas de laboratorio de Monterrey

Una vez revisados los datos de las características del caolín, emitidos por los laboratorios antes mencionados, se analizaron estadísticamente todos los elementos que contiene el caolín mediante un histograma (ver figura 3) que evalúa los valores respecto de la media. Un histograma refleja generalmente resultados de un proceso para todas las causas, por lo tanto, es muy útil para estudiar los factores que intervienen en la calidad [10]. La media (μ) de un conjunto de datos es, un valor promedio y no necesariamente un resultado posible de un experimento [11] y la desviación estándar (δ) es la medida de dispersión más común, la cual indica que tan separados de la media están los datos. La desviación estándar estima aproximadamente la distancia "promedio" de las observaciones individuales con respecto a la media. Mientras mayor sea la desviación estándar, mayor será la dispersión de los datos [12].

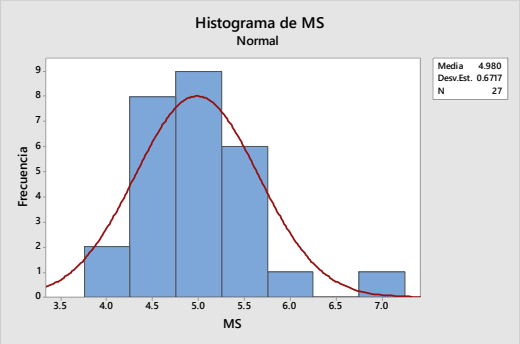


Figura 3. Análisis del contenido de sílice en el caolín mediante un histograma.

Los resultados del análisis estadístico de cada elemento representados por el histograma indican que el módulo de sílice presente en el caolín, es la variable que asemeja más una distribución normal como se visualiza en la figura 3, ya que los datos se encuentran dispersos en forma de campana y estadísticamente presenta una desviación estándar muy baja.

El análisis estadístico, permitió observar que los datos del proceso actual tienen variación en los lotes de caolín, por lo que en un proceso de aseguramiento de la calidad se recomienda establecer un plan de muestreo que permita la identificación de los requisitos de calidad en cada uno de los lotes de caolín antes de llegar a las pruebas de laboratorio, además de generar un plan de acción que permita corregir la variación de un lote rechazado por el muestreo de aceptación.

3. Diseño del plan de muestreo.

Ante la comprobación de la dispersión de los datos, a través del histograma de cada uno de los elementos del caolín, se diseñó la estrategia de implementación de un plan de muestreo de aceptación por variables.

La principal ventaja del muestreo por variable es que el tamaño de la muestra es notablemente menor que en el caso del muestreo

por atributos. Además, el muestreo por variable ofrece una mejor base para mejorar la calidad e información para la toma de decisiones.

Existen dos tipos de planes de variable; el de porcentaje de no conformidad y el de parámetro del proceso. Los planes de variables para el porcentaje de no conformidad están diseñados para calcular la proporción de producto que esta fuera de las especificaciones [13].

Por lo anterior, fue conveniente utilizar el muestreo de aceptación por variables (MIL STD 414), que consiste en un proceso de aceptación por variables lote por lote. El punto principal de este estándar es el nivel de calidad aceptable (NCA o AQL) y comprende porcentajes que van de 0.04 a 15%. El estándar tiene cinco niveles generales de inspección; al nivel IV se le considera el "usual".

Además, el estándar para variables por atributos (MIL STD 105E), apoya en encontrar el tamaño de muestra, en donde se utilizan letras código para el tamaño de ésta. Los tamaños muéstrales están en función del tamaño de lote y del nivel de inspección. De acuerdo con la calidad del producto se prevé una inspección normal, severa y reducida. Todos los planes de muestreo y procedimientos en el estándar suponen que las características de calidad se distribuyen de manera normal [14].

El diseño del plan MIL STD 414 se realizó utilizando la siguiente metodología:

1.- Determinar el tamaño del lote = 3,500 toneladas que corresponde al promedio de los tamaños actuales de cada lote de caolín producido, debido a que normalmente los lotes oscilan entre las 3,000 y 4,000 toneladas en planta.

2.- Especificar el NCA (o AQL). = 1.00, el NCA se define como el porcentaje máximo de unidades que no cumplen con la calidad especificada, que para propósitos de inspección por muestreo se considera como satisfactorio o aceptable como un promedio para el proceso al NCA también se le conoce como nivel de calidad del productor [15].

3.- Escoger el nivel IV de inspección, que puede ser cambiado si la situación lo justifica. En tanto mayor sea el nivel de inspección más estricto es el plan (más rápido cae su curva CO). Nivel de inspección=IV (ver tabla 2).

Tamaño del lote	Niveles de inspección I	II	III	IV	V
3 a 8	B	B	B	B	C
9 a 15	B	B	B	B	D
16 a 25	B	B	B	C	E
26 a 40	B	B	B	D	F
41 a 65	B	B	C	E	G
66 a 110	B	B	D	F	H
111 a 180	B	C	E	G	I
181 a 300	B	D	F	H	J
301 a 500	C	E	G	I	K
501 a 800	D	F	H	J	L
801 a 1300	E	G	I	K	L
1301 a 3200	F	H	J	L	M
3201 a 8000	G	I	L	M	N
8001 a 22000	H	J	M	N	O
22001 a 110000	I	K	N	O	P
110001 a 550000	I	K	O	P	Q
550001 y más	I	K	P	Q	Q

Tabla 2. Letras códigos para el tamaño de muestra para MIL STD 414 (muestreo para variables).

4.- De acuerdo con la letra código y el NCA, se busca el plan simple para inspección normal, que consiste en un tamaño de muestra n, y del valor M, que es el porcentaje máximo de defectuosos tolerado en el lote, partiendo de los NCA que están en la parte inferior, se encuentra el plan que se emplearía bajo inspección severa, con sus correspondientes valores para n y M (ver tabla 3).

Letra código del tamaño de la muestra	Tamaño de la muestra	Nivel de calidad aceptable: NCA o AQL (inspección normal) 0.04	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.0	15.0
		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
B	3												7.59	18.86	26.94	33.69	40.47
C	4									1.53	5.50	10.92	16.45	22.86	29.45	36.90
D	5								1.33	3.32	5.83	9.80	14.39	20.19	26.56	33.99
E	7						0.422	1.06	2.14	3.55	5.35	8.40	12.20	17.35	23.29	30.50
F	10					0.349	0.716	1.30	2.17	3.26	4.77	7.29	10.54	15.17	20.74	27.57
G	15	0.099	0.099	0.312	0.503	0.818	1.31	2.11	3.05	4.31	6.56	9.46	13.71	18.94	25.61
H	20	0.135	0.135	0.365	0.544	0.846	1.29	2.05	2.95	4.09	6.17	8.92	12.99	18.03	24.53
I	25	0.155	0.156	0.380	0.551	0.877	1.29	2.00	2.86	3.97	5.97	8.63	12.57	17.51	23.97
J	30	0.179	0.179	0.413	0.581	0.879	1.29	1.98	2.83	3.91	5.86	8.47	12.36	17.24	23.58
K	35	0.170	0.170	0.388	0.535	0.847	1.23	1.87	2.68	3.70	5.57	8.10	11.87	16.65	22.91
L	40	0.179	0.179	0.401	0.566	0.873	1.26	1.88	2.71	3.72	5.58	8.09	11.85	16.61	22.86
M	50	0.163	0.163	0.363	0.503	0.789	1.17	1.71	2.49	3.45	5.20	7.61	11.23	15.87	22.00
N	75	1.147	0.147	0.330	0.467	0.720	1.07	1.60	2.35	3.20	4.87	7.15	10.63	15.13	21.11
O	100	0.145	0.145	0.317	0.447	0.689	1.02	1.53	2.20	3.07	4.69	6.91	10.32	14.75	20.66
P	150	0.134	0.134	0.293	0.413	0.638	0.949	1.43	2.05	2.89	4.43	6.57	9.88	14.20	20.02
Q	200	0.135	0.135	0.294	0.414	0.637	0.945	1.42	2.04	2.87	4.40	6.53	9.81	14.12	19.92
		.065	0.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	
		Niveles de calidad aceptable: NCA o AQL (inspección severa)													

Tabla 3. Tabla para inspección normal y severa (variabilidad desconocida, método de la desviación estándar), método M.

5.- Seleccionar de manera aleatoria una muestra de tamaño n, y a cada pieza de ésta se le mide la característica de calidad. Con los datos obtenidos calcular la media X y la desviación estándar muestral, S.

6.- De los siguientes dos índices, de acuerdo con el tipo de especificaciones que tenga la característica de calidad, calcular uno o ambos.

Para los dos pasos anteriores se diseñó un formato en Excel, este formato permitió almacenar los resultados de las muestras tomadas, del mismo modo analizó y arrojó datos como lo es la media (μ), desviación estándar (σ) y los índices de especificación superior (Z_{ES}) e inferior (Z_{EI}) del registro de resultados de laboratorio (ver tabla 4).

Z_{EI} o Z_{ES}	Tamaño de la muestra														
	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	40	50	75	100	150	200
0	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
0.1	47.24	46.67	46.44	46.26	46.16	46.10	46.08	46.06	46.06	46.05	46.04	46.04	46.03	46.03	46.02	46.02
0.3	41.63	40.00	39.37	38.87	38.60	38.44	38.37	38.33	38.31	38.29	38.28	38.27	38.25	38.24	38.22	38.22
0.35	40.20	38.33	37.62	37.06	36.75	36.57	36.49	36.45	36.43	36.41	36.40	36.38	36.36	36.35	36.33	36.33
0.45	37.26	35.00	34.16	33.49	33.23	32.92	32.84	32.79	32.76	32.74	32.73	32.72	32.68	32.67	32.66	32.65
0.50	35.75	33.33	32.44	31.74	31.37	31.15	31.06	31.01	30.98	30.96	30.95	30.93	30.90	30.89	30.87	30.87
0.55	34.20	31.67	30.74	30.01	29.64	29.41	29.32	29.27	29.24	29.22	29.21	29.19	29.16	29.15	29.41	29.13
0.60	35.61	30.00	29.05	28.32	27.94	27.72	27.63	27.58	27.55	27.53	27.52	27.50	27.47	27.46	27.45	27.44
0.70	29.27	26.67	25.74	25.03	24.67	24.46	24.38	24.33	24.31	24.29	24.28	24.26	24.24	24.33	24.21	24.21
0.75	27.50	25.00	24.11	23.44	23.10	22.90	22.83	22.79	22.76	22.75	22.73	22.72	22.70	22.69	22.68	22.67
0.80	25.64	23.33	22.51	21.88	21.57	21.40	21.33	21.29	21.27	21.26	21.25	21.23	21.22	21.21	21.20	21.20
0.85	23.67	21.67	20.93	20.37	20.10	19.94	19.89	19.86	19.84	19.82	19.82	19.80	19.79	19.78	19.78	19.77
0.90	21.55	20.00	19.38	18.90	18.67	18.54	18.50	18.47	18.46	18.45	18.44	18.43	18.42	18.42	18.41	18.41
0.95	19.25	18.33	17.86	17.48	17.29	17.20	17.17	17.15	17.14	17.13	17.13	17.12	17.12	17.11	17.11	17.11
1.00	16.67	16.62	16.36	16.10	15.97	15.91	15.89	15.88	15.88	15.87	15.87	15.87	15.87	15.87	15.87	15.87
1.05	13.66	15.00	14.91	14.77	14.71	14.68	14.67	14.67	14.67	14.67	14.68	14.68	14.68	14.68	14.68	14.68
1.10	9.84	13.33	13.48	13.49	13.50	13.51	13.52	13.52	13.53	13.54	13.54	13.54	13.55	13.55	13.56	13.56
1.15	0.29	11.67	12.10	12.27	12.34	12.39	12.42	12.44	12.45	12.46	12.46	12.47	12.48	12.49	12.49	12.30
1.20	0.00	10.00	10.76	11.10	11.24	11.34	11.38	11.41	11.42	11.43	11.44	11.46	11.47	11.48	11.49	11.49
1.25	0.00	8.33	9.46	9.98	10.21	10.34	10.40	10.43	10.46	10.47	10.48	10.50	10.52	10.53	10.54	10.56
1.30	0.00	6.67	8.21	8.93	9.22	9.40	9.48	9.52	9.55	9.57	9.58	9.60	9.63	9.64	9.65	9.66
1.35	0.00	5.00	7.02	7.92	8.30	8.52	8.61	8.66	8.69	8.72	8.74	8.76	8.79	8.81	8.82	8.83
1.40	0.00	3.33	5.88	6.98	7.44	7.69	7.80	7.86	7.90	7.92	7.94	7.97	8.01	8.02	8.04	8.05
1.45	0.00	1.67	4.81	6.10	6.63	6.92	7.04	7.11	7.15	7.18	7.21	7.24	7.28	7.30	7.31	7.33
1.50	0.00	0.00	3.80	5.28	5.87	6.20	6.34	6.41	6.46	6.50	6.52	6.55	6.60	6.61	6.64	6.65
1.55	0.00	0.00	2.87	4.52	5.18	5.54	5.69	5.77	5.82	5.86	5.88	5.92	5.97	5.99	6.01	6.02
1.60	0.00	0.00	2.03	3.83	4.54	4.92	5.09	5.17	5.23	5.27	5.30	5.33	5.38	5.41	5.43	5.44
1.65	0.00	0.00	1.28	3.19	3.95	4.36	4.83	4.62	4.68	4.72	4.75	4.79	4.85	4.87	4.90	4.91
1.70	0.00	0.00	0.66	2.62	3.41	3.84	4.02	4.12	4.18	4.22	4.25	4.30	4.35	4.38	4.41	4.42
1.75	0.00	0.00	0.19	2.11	2.93	3.37	3.56	3.66	3.72	3.77	3.80	3.84	3.90	3.93	3.95	3.97
1.80	0.00	0.00	0.00	1.65	2.49	2.94	3.13	3.24	3.30	3.35	3.38	3.43	3.48	3.51	3.54	3.55
1.85	0.00	0.00	0.00	1.26	1.09	2.56	2.75	2.85	2.92	2.97	3.00	3.05	3.10	3.13	3.16	3.17
1.90	0.00	0.00	0.00	0.93	1.75	2.21	2.40	2.51	2.57	2.62	2.65	2.70	2.76	2.79	2.82	2.83
1.95	0.00	0.00	0.00	0.65	1.44	1.90	2.09	2.91	2.26	2.31	2.34	2.39	2.45	2.48	2.50	2.52
2.00	0.00	0.00	0.00	0.43	1.17	1.62	1.81	1.91	1.98	2.03	2.06	2.10	2.16	2.19	2.22	2.23
2.05	0.00	0.00	0.00	0.26	0.94	1.37	1.56	1.66	1.73	1.77	1.80	1.85	1.91	1.94	1.96	1.98
2.10	0.00	0.00	0.00	0.14	0.74	1.16	1.34	1.44	1.50	1.54	1.58	1.62	1.68	1.71	1.73	1.75
2.15	0.00	0.00	0.00	0.06	0.58	0.97	1.14	1.24	1.30	1.34	1.37	1.42	1.47	1.50	1.53	1.54
2.20	0.000	0.00	0.000	0.015	0.437	0.803	0.968	1.061	0.120	1.161	1.192	1.233	1.287	1.314	1.340	1.352
2.25	0.000	0.00	0.000	0.001	0.324	0.660	0.816	0.905	0.962	1.002	1.031	1.071	1.123	1.148	1.173	1.186
2.30	0.000	0.00	0.000	0.000	0.233	0.538	0.685	0.769	0.823	0.861	0.888	0.927	0.977	1.001	1.025	1.037

Tabla 4. Tabla para estimar el porcentaje de defectuosos en el lote (pi o ps) para Z_{EI} Y Z_{ES} usando el método de la desviación estándar.

7.- Para estimar la proporción de unidades defectuosas en el lote utilizando la tabla 6, para estimar el porcentaje de defectuosos en el lote usando el método de la desviación estándar. El valor que se localice en la intersección valor de Z y n, corresponde a la estimación del porcentaje de defectuosos del lote de lado inferior pi, o del lado superior ps, respectivamente.

En este paso se analiza la sumatoria de los valores correspondientes a los índices de especificación superior e inferior, que se encuentran en la tabla 6. Para aceptar el lote y para ello, deberá de suceder lo siguiente:

$$pi + ps \leq 2.49$$

Ya que es el máximo porcentaje permitido de defectos en el lote.

Para ampliar el panorama de análisis de resultados se desarrolló un formato en Excel para generar gráficas de control, que permiten visualizar el estado de los datos y controlar las características de calidad cuantitativas. Habitualmente las gráficas de control suelen ser muy eficientes y de fácil implementación con el software [16] (ver figura 4).

Para elaborar el gráfico de control de las variables del caolín se utiliza las siguientes formulas, para determinar los límites de control:

LSC= μ+3σ/√n
Línea central= μ
LIC= μ-3σ/√n

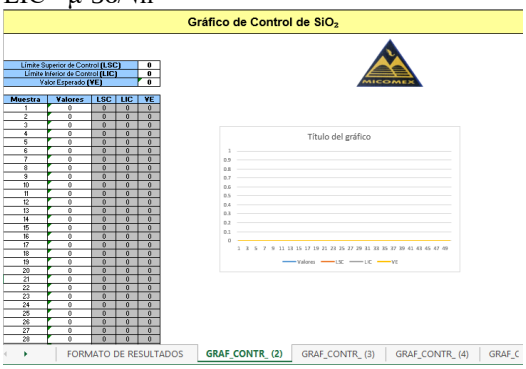


Figura 4. Formato para generar graficas de control.

RESULTADOS

En la tabla 5, se observa el resultado del plan de muestreo diseñado para la aceptación o rechazo de lotes de caolín en la planta MICOMEX; este plan fue estipulado con base en las MIL STD 414. Norma que se introdujo en 1957 y que está basada en el nivel de calidad aceptable que varía de 0.004% a 15% [17].

Plan de muestreo	
N° de muestras necesarias	50
Porcentaje de defectos aceptables	2.49%
Toma de muestras : aleatoriamente	

Tabla 5. Plan de muestreo para el caolín en la empresa MICOMEX

Con el diseño del plan de muestreo de la tabla 5, se generaron las gráficas de control que permitirán el monitoreo del proceso, es decir, de los resultados de laboratorio se analizarán visualmente si se encuentran dentro de los límites permitidos, además de proporcionar más argumentos para la toma de decisiones en la búsqueda de la causa de la alteración en el proceso (ver figura 5).

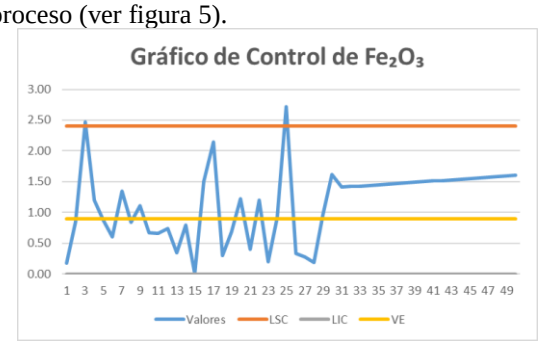


Figura 5. Ejemplo del gráfico de control para los datos F2 O3 como componente del caolín.

El mecanismo de control se ha desarrollado para cada uno de los elementos medibles en el caolín, es decir, cada elemento químico

analizado tiene su propio gráfico de control para su análisis de forma individual.

Para tener una trazabilidad de las muestras recolectadas para su análisis químico, se diseñó un formato en la que se recopila información de las condiciones en que se tomó la muestra del lote (ver figura 6).

ACTA DE TOMA DE MUESTRA DE CAOLÍN	MINERALES COMERCIALES MEXICANOS, S.A. DE C.V.	

DATOS DE LA MUESTRA

N° de muestras: _____ Cód. de lote: _____

Fecha: _____ Hora de toma: _____

Lugar de toma: _____

Sitio de toma: _____

TIPO DE MUESTRA

TIPO DE MUESTRA	Mezclado	Sin mezclar	En proceso	TIPO DE ENVASE		
				Bolsa	Suministrado	Otro
Caolín						

DATOS DE QUIEN TOMÓ LA MUESTRA

Nombre: _____

Cargo: _____

_____

Firma

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN EL LABORATORIO

___ ___ ___ ___ : ___ _____

AAAA MM DD Hora Nombre/Cargo

_____

Firma

Observaciones de la toma de muestras

Figura 6. Formato de registro de las condiciones en que se tomó la muestra de caolín.

La operación de mezclado se inicia removiendo material desde la parte superior de la pila de caolín, con la cuchilla frontal de la maquina Bull Dozer a un costado; esta actividad se realiza hasta llegar a la base del lote como se muestra en la figura 7 “Operación de mezclado de caolín”, posteriormente con la cuchilla se separa el material de los costados donde ha pasado la máquina y finalmente se recolecta ese material y se apila en la parte superior del lote en formación.

Figura 7. Operación de mezclado de caolín en planta.

El resultado del muestreo y el análisis de los gráficos de control permitieron el diseño de un nuevo método de trabajo para el mezclado de caolín en planta, que consiste en realizar las siguientes actividades (ver figura 8):

1. Identificar lote en campo.
2. Asignar maquinaria y operador.
3. Dar indicación de trabajo.
4. Notificar cuando se culmine la operación de mezclado.
5. Aplicar nuevo muestreo de aceptación.
6. Registrar el reproceso del lote.

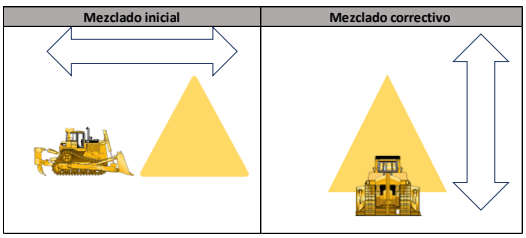


Figura 8. Instrucción del nuevo método de trabajo para proceso de mezclado del caolín.

CONCLUSIONES

La utilización de un plan de muestreo por aceptación para variables garantiza la calidad de un lote determinado.

El cumplimiento de los requisitos de calidad del caolín, como materia prima para la fabricación del cemento establecidos por CEMEX, se dio a través del diseño del muestreo por aceptación, mediante el método establecido por las MIL STD 414

Como se muestra en la tabla 5 se obtuvo que para aceptar un lote se debe realizar con n=50 muestras de un mismo lote de forma aleatoria. Este plan permite un máximo de 2.49% de defectos en el lote lo que aumenta la probabilidad de rechazo del caolín por parte del cliente final.

Para tener un mejor panorama del comportamiento de los datos se ha establecido gráficos de control, en los cuales se puede visualizar la cantidad de datos fuera de los límites de control, es decir, monitorea el comportamiento de un lote de caolín con base a las muestras recolectadas. Es necesario tener un registro de la recolección de muestras para evidenciar que se está aplicando el estudio conforme a lo propuesto y en cualquier momento poder analizar variables fuera de los límites permitidos.

Una nueva concepción del aseguramiento de calidad es la utilización masiva del método científico y, en concreto, de la estadística, en la planificación de recopilación y análisis de los datos necesarios para la toma de decisiones tendentes a mejorar todos los procesos. En este caso se establecieron las condiciones iniciales para asegurar la calidad del caolín en la empresa MICOMEX, a través de las herramientas que ofrece el del control estadístico de la calidad. De

tal manera que la extensión de los conceptos de calidad a todos los procesos de la empresa permitirá dar paso a la mejora continua a través de la gestión de la calidad, ya que la calidad es responsabilidad de todas las personas de la empresa y no sólo del departamento de control de calidad. Para que este concepto no se quede en una mera exhortación, es necesario suministrar herramientas a todo el personal para que pueda integrarse en las tareas del control integral de la calidad, para ello se requiere incrementar los esfuerzos en educación de todo el personal y, sobre todo, la educación y compromiso constante en el cumplimiento de los objetivos de la organización.

REFERENCIAS

[1] J. Yarce, El poder de los valores de las organizaciones, México D.F.: Ediciones Ruz, 2012.

[2] IMNC, Sistemas de gestión de calidad-fundamentos y vocabulario, México D.F.: ISO, 2005.

[3] A. Aggarwual, H. Aeran y M. Rathee, «Quality management in healtchcare: the pivotal desideratum,» *Journal of oral bioligy and cranofacial research,* vol. 6, nº 2, pp. 5-6, 2018.

[4] A. J. Everett y E. Ronald , Administración de las operaciones y la producción, México D. F.: Pearson, 1991.

[5] M. S. Fallah y H. Hosseini, «A new bayesian acceptance sampling plan considering inspection erros,» *Scientia Iranica,* vol. 19, nº 6, p. 1865, 2012.

[6] B. W. Niebel y A. Freivals, Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo, México D.F.: Mc Graw Hill, 2009.

[7] C. A. Bernal, Metodologia de la investigación, Bogota: Pearson, 2010.

[8] Coordinación General de Minería, «https://www.gob.mx,» [En línea]. Available: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/5565/pm_caolin_2014.pdf. . [Último acceso: 10 Octubre 2017].

[9] Acofarma, « www.acofarma.com,» [En línea]. Available: www.acofarma.com/admin/uploads/descarga/4332.../main/files/Caol__n.pdf.. [Último acceso: 10 Octubre 2017].

[10] C. Pérez, Control Estadístico de la Calidad: Teoria, Practica y aplicaciones informáticas, Madrid España: RA-MA Editorial , 1999 .

[11] R. Walpole y R. H. Meyers, Probabilidad y estadística, México D.F.: Mc Graw Hill, 1992.

[12] Microsoff Office, Minitab 17 Statistical Software., México D.F.: Statistical, 2017.

[13] D. H. Besterfield, Control de calidad, México D.F.: Prentice Hall, 1995.

[14] H. Gutiérrez y R. De la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y Seis sigma, México D.F.: Mc Graw Hill , 2013.

[15] H. Gutiérrez , Calidad y productividad, México D.F.: Mc Graw Hill, 2014.

[16] M. Pérez, Control de calidad. Técnicas y herramientas, México D.F.: Alfaomega, 2014.

[17] C. Pérez, Control Estadistico de la calidad: Teoría, Práctica y aplicaciones informáticas, Madrid España: RA-MA , 1999 .

[18] S. Weinberg, «Quality by design in cost contained regulatory compliance: for the pharmaceutical biologics and medical device industries,» *Wiley & Sons,* pp. 4-5, 2011.

[19] M. C. Solutions, «www.mota-sc.com,» [En línea]. Available: M. c. solutions, «Mota-sc. com,»www.mota-sc.com/pdf/fichas_tecnicas/es/ES_MTM_SAS50.pdf. [Último acceso: 10 Octubre 2017].

Diseño y construcción de prototipo de Biodigestor casero

Zaira Betzabeth Trejo Torres [1], Juan Carlos Rodríguez Uribe[1], Juan Serrano Arellano*[1]

[1]*División de Arquitectura, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan-ITESHU-TecNM. Dom. Conocido S/N, El Saucillo, Huichapan, Hgo, México. C.P. 42411. jserrano@iteshu.edu.mx*

Resumen— Este documento pretende divulgar una tecnología apropiada, como son los biodigestores, entre las personas interesadas, tanto en su diseño como en su instalación y manejo. Con el fin de aprovechar el recurso que representa el estiércol y desechos Orgánicos. La energía es necesaria para la vida, en cualquiera de sus formas, ya sea eléctrica, química, calorífica, cinética, o bien, como combustible, etc., sin energía no funcionaría nada. En la actualidad, el uso indiscriminado de energía ha marcado la pauta para buscar soluciones más acordes a las necesidades de la sociedad, esto es, generar energía alternativa que no cause deterioro al medio ambiente, como los biocombustibles. Debido a que las fuentes de energía fósiles, como el carbón, el gas natural y el petróleo, se están sobreexplotando, se agotarán en breve, sin embargo, el CO2 emitido, ya está perjudicando el medio ambiente y los primeros síntomas del cambio climático global son, cada vez, más evidentes.

Palabras clave — Arquitectura, Energía, Renovable, Residuos, Sustentabilidad.

Abstract— This document aims to disclose an appropriate technology, such as biodigesters, among interested persons, both in its design and in its installation and management. In order to take advantage of the resource represented by manure and organic waste. Energy is necessary for life, any of its forms, whether electric, chemical, calorific, kinetic, or, as fuel, etc., without energy, nothing would work. Currently, the indiscriminate use of energy, we have set the tone to find solutions more in line with the needs of society, that is, alternative energy that does not cause the environment, such as biofuels. Fossil energy sources, such as coal, natural gas and oil, are overexploiting, exhausting shortly, however, the CO2 emitted, is harming the environment and the first symptoms of global climate change are, increasingly, more obvious.

Keyword - Architecture, Energy, Renewable, Sustainability, Waste,

INTRODUCCIÓN

La ecología ha sido de gran interés práctico desde los comienzos de la historia de la humanidad. En las sociedades primitivas, todos los individuos tuvieron necesidad de conocer su entorno para sobrevivir. El inicio de la civilización coincidió con el uso del fuego y otras herramientas para modificar el ambiente. Gracias a los logros tecnológicos, los humanos se olvidan de la dependencia continua de la naturaleza para obtener aire, agua, de manera indirecta, alimentos, sin mencionar el control de desechos, la recreación y muchos otros servicios que la naturaleza suministra.

La contaminación por medio de los desechos sólidos en nuestro país es un problema que no se ha manejado correctamente. Cada día se va acumulando una mayor cantidad de basura, lo que va provocando con el paso del tiempo, menos áreas limpias y cada día más áreas donde se depositan los desechos que producimos los seres humanos, los cuales reciben el manejo adecuado, sin mencionar que aún no existe una conciencia real de la importancia de la separación de la basura, en orgánica e inorgánica.

La basura orgánica es una fuente importante de producción de diferentes gases como: CO (Monóxido de Carbono), SO2 (Dióxido de Azufre), NOx (Óxidos de Nitrógeno), CFC's (Clorofluorocarbonos) entre otros; que contaminan al ambiente y provocan el efecto invernadero que hoy en día es un problema mundial[1].

¿Qué es un Biodigestor? Un biodigestor es una cámara herméticamente sellada para realizar la degradación de materia orgánica.

¿Cómo funciona un biodigestor? La base principal del funcionamiento es la descomposición de la materia orgánica sin la presencia de oxigeno es decir anaeróbica.

¿Para qué crear un biodigestor? Demostrar y aplicar la utilidad de diferentes áreas disciplinarias, para lograr un mejor análisis y aterrizar conceptos implantados teóricamente.

¿Qué producto obtenemos de un biodigestor? Como resultado de la digestión anaeróbica obtenemos dos subproductos que son el biogás (metano) y biabono.[2]

Existen varios tipos de digestores familiares en el mundo, con diferencias a nivel de material empleados, ubicación (enterrados o elevados), orientación (horizontales o verticales), tipo de carga (continua o discontinua)[3].

La siguiente clasificación es según el periodo de alimentación:

Sistema discontinuo, conocidos también como de carga fija ya que se carga sólo una vez en forma total y luego se cierra herméticamente por unos 20 o 50 días, donde se descarga después que deje de producir gas. El modelo tipo Batch es el más conocido de este sistema.
Sistema semicontinuo, son pequeños o de mediana escala, de uso urbano o rural. Presenta buena eficiencia de producción de biogás diaria. Los modelos que destacan en este sistema son el tipo Hindú, el tipo Chino y otro de menor costo del tipo manga de polietileno.
Sistema continuo, tienen flujo constante de biomasa activa en su interior. Son grandes sistemas sofisticados, donde emplean equipos comerciales para alimentarlos, darles calefacción, agitación y control[3].

La importancia de este trabajo radica en la concientización de la población estudiantil respecto al cuidado del medio ambiente, el cual al menos, se sugiere que sea en las siguientes perspectivas: La técnico-científica, para buscar soluciones no contaminantes ni destructivas como lo son el uso de energías renovables; la económica, para aplicarlas a las industrias y uso cotidiano consiguiendo desarrollo sostenible; la legislativa, para prever una explotación razonable de los recursos que permitan el desarrollo sin dañar la naturaleza; la política, que incluya la solución a los problemas medioambientales. Y por último, pero no menos importante, la ética, que busque una fórmula correcta de la relación entre los seres humanos con la naturaleza.

MATERIALES Y MÉTODOS

El impacto ambiental que la sociedad provoca en la tierra es a tal grado, que se requiere buscar una opción más viable para la utilización de desechos que se producen en las viviendas, ya que, por la necesidad de cocinar diariamente, se acumulan desechos orgánicos que deben separarse y reciclarse para que la naturaleza actúe sobre ellos y los incorpore nuevamente a sus ciclos de nutrientes y evitar así, que se incremente la contaminación.

Un biodigestor es un contenedor cerrado, hermético e impermeable, llamado reactor, dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar, en este caso: desechos de origen vegetal, no se incluyen cítricos ya que acidifican la materia prima, ni de origen animal, excepto cáscaras de huevo; en determinada dilución de agua para que se fermente (se sugiere que sea 1/3 del contenido total) y que, al agregarse la materia orgánica, llegue hasta un poco más de la mitad del contenedor, el resultado es una mezcla de gases con alto contenido de metano (CH4) llamada biogás, sumamente eficiente si se emplea como combustible. Además, el fertilizante resultante es orgánico, rico en nitrógeno, fósforo y potasio, que puede ser aplicado fresco, pues el tratamiento anaerobio elimina los malos olores y la proliferación de moscas.

Se deben controlar ciertas condiciones de pH, presión y temperatura a fin de que se pueda obtener un óptimo rendimiento. El biodigestor es un sistema sencillo de implementar con materiales económicos y se está introduciendo en comunidades rurales aisladas y de países subdesarrollados para obtener el doble beneficio de conseguir solventar la problemática energética-ambiental, así como realizar un adecuado manejo de los residuos vegetales y animales.

Condiciones óptimas para la biodigestion.
Las condiciones para la obtención de metano en el biodigestor son las
Siguientes:
- Temperatura entre los 20°c y 60°c
- ph (nivel de acidez/ alcalinidad) alrededor de siete.
- Ausencia de oxígeno.
- Gran nivel de humedad.
- Materia orgánica de origen vegetal.
- que la materia prima se encuentre en los trozos más pequeños posible.

Temperatura.
Es un factor determinante en la producción de biogás, dado que se debe simular las condiciones óptimas para minimizar el tiempo de producción. La temperatura óptima es de 30° a 35°c aproximadamente.

Acidez.
Este factor indica cómo se desenvuelve la fermentación. Se mide con un valor numérico llamado ph (potencial de hidrógeno), con valores de 0 a 14, donde el 7 nos indica que es neutro. Por encima de este número significa alcalinidad; por debajo, acidez. Cuando los valores superan el ph 8, esto indica una acumulación excesiva de compuesto alcalino, y la carga corre riesgo de putrefacción. Los valores inferiores a 6 indican una descompensación entre las fases ácidas y metanogénica, pudiendo bloquearse esta última. Por tal motivo, se sugiere no incluir en los desechos orgánicos, los cítricos.
Presión.

Al iniciarse la formación de gas en el biodigestor, aumenta la presión en el contenedor, así que esto se registra por medio de un manómetro con una 20 escala de 30 psi (libra por pulgada cuadrada) por sus letras en inglés, que es la unidad de medida.

Materia prima.

Para que se lleve a cabo la fermentación en el menor tiempo posible, se sugiere que los trozos que se introducen en el biodigestor sean muy pequeños, así es posible acelerar las reacciones metabólicas de los microorganismos.

Humedad.

Para que se genere el biogás, es importante la presencia de agua ya que es uno de los principales factores que influyen en su producción, por su relevancia en la fermentación. Cuando el biogás sale del digestor, está saturado de vapor de agua, a medida que se enfría el vapor se condensa y si no evacua adecuadamente pueden bloquearse los conductos con agua.

Beneficios ambientales.

1) Recuperación energética inmediata y como consecuencia económica.
2) Depuración ambiental y ecológica.
3) Fertilizantes de gran calidad. El uso de la bioenergía proporcionará un grado de equilibrio ecológico y cambio climático, que logrará reducir la lluvia ácida, minimizar la erosión del 34 suelo, la contaminación del agua, ofrece un mejor cuidado a los hábitats para la vida silvestre y ayudan a mantener los bosques sanos.

Tabla 1. Materia sugerida para biodigestor

Tipos de materiales	Porcentaje (%)
Orgánicos de cocina	42
Orgánicos de jardín	12
Plásticos rígidos	5
Otros plásticos	4
Papel y cartón	10
Vidrio	4
Metales	1
Pañales desechables	6
Textiles	2
Residuo fino y escombro	2
Total	100

Desarrollo del Biodigestor.

MATERIALES.

1 recipiente de plástico de 15 galones con cerradura a presión
1 Conector de cobre tipo “T” de ¾ con salida de ½
2 Niples de cobre ¾
1 tuerca de cobre de ¾ con salida de 3/8
1 Manómetro de 30 psi
1 Manguera para gas de 1.5 mt.
1 Llave de paso de PVC de ½
1 Niple de PVC de ½
1 Tuerca de PVC de ½ con salida de ¼

Construcción del Biodigestor

Como primer paso establecimos el diseño del biodigestor, a partir de lo anterior se procedió a la compra de material para construir el prototipo, como se observa en la Figura 1.

Figura 1. Selección del material para construcción del prototipo.

En la Figura 2 identificamos el proceso de corte de material PVC como implementos dentro del prototipo de Biodigestor.

Figura 2. Corte de material PVC como implementos dentro del prototipo de Biodigestor.

En la Figura 3 observamos el avance en la construcción del prototipo de biodigestor casero.

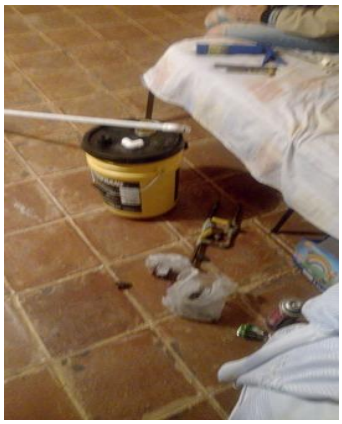


Figura 3. Selección del material para construcción del prototipo.

En la Figura 4 observamos la limpieza e instalación de coples y orificios donde estarán las tomas.

Figura 4. Limpieza e instalación de coples y orificios donde estarán las tomas.

Continuamos con el proceso de construcción del prototipo con la instalación de tomas y tubos como distinguimos en la Figura 5.

Figura 5. Limpieza e instalación de coples y orificios donde estarán las tomas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Nos encontramos en la etapa de identificar la Eficiencia del biodigestor con las mezclas estudiadas respecto al volumen total generado de biogás, así como la relación entre las variables que se estudian.

CONCLUSIONES

Actualmente el país comienza a tener serios problemas con los rellenos sanitarios por diferentes causas; como no tener el hábito de separar la "basura" generando toneladas diarias de esta, en la cual los desperdicios orgánicos son de los principales y generan gases que están siendo desperdiciados y al no ser utilizados propiciando una mayor contaminación.

Con base a esta problemática se ha diseñado un biodigetor casero que ayude a minimizar el impacto de los residuos orgánicos.

El análisis experimental llevado a cabo a través de la ejecución de este proyecto demuestra la capacidad para desarrollar tecnologías renovables,
Los costos de construcción de este prototipo ascendieron a $3,000 pesos mismo que puede ser implementado en zonas rurales e inclusive en zonas urbanas.

REFERENCIAS

[1] Jaramillo Calderón, E. Propuesta de diseño de un biodigestor casero.J. Breckling, Ed.,

[2] Arreola, O. D. L. Á. J., & Alumna, P. I. F. I. SSTSS Ururiljad Refly3d3.

[3] Beltran, Z., Alexander, J., Bernal Nieves, J. E., & Carvajal Sanabria, D. F. (2016). Biodigestores de escala a 50 litros, una solución para la producción de gas, abono y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios).

[4] Cuaila, J. L. S., Coaquira, C. A., Perez, J. J. L., & Cabanillas, C. R. PRODUCCIÓN DE BIOGÁS Y BIOL A PARTIR DE EXCRETAS DE GANADO: EXPERIENCIAS EN LA CIUDAD DE TACNA.ireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification, IEEE Std. 802.11, 1.

Optimización del Sistema de Reparto en Empresa Panificadora por Medio del Modelo de Transporte y Programación Lineal

Rebeca Guadalupe Ortiz Mena[1], Daniel Napoleón Gómez Balbuena[2], María Guadalupe González García[3], Francisco Javier Michel Castro[4], Miguel Ángel Espíndola Lugo[5]
[1,2,3,4,5] *Instituto Tecnológico Superior de Huichapan*
El Saucillo s/n Huichapan Hidalgo México. rgortiz@iteshu.edu.mx

***Rumen*:** El presente artículo, muestra el estudio de caso de una empresa panificadora, en donde tras explorar su cadena de suministro, se evaluó la posibilidad de transformar su sistema de reparto mediante la aplicación de un modelo matemático, para determinar el programa de transporte que minimice el costo total de traslado de su producto a sus diferentes centros de distribución, y que al mismo tiempo satisfaga los límites de su oferta y demanda.

En la actualidad la empresa no cuenta con un sistema o planeación de rutas para el suministro y reparto del pan diario, por lo tanto se desea implementar un método de optimización del sistema de reparto y así contribuir a la reducción de sus costos.

Este modelo de transporte se resolvió con programación lineal, su estructura especial permitió desarrollar un algoritmo de cómputo basado en el método SÍMPLEX, el cual arrojo la información pertinente para proponerle a la empresa una estrategia factible.

La modelación del problema mostró un ahorro del 34% en consumo de combustible.

Abstract: This article, shows the case study of a bakery company, where after exploring its supply chain, the possibility of transforming its distribution system by applying a mathematical model to determine the transportation program that minimizes assessed the total cost of transfer of the product to its various distribution centers, and at the same time meets the limits of supply and demand.

Currently the company does not have a system or route planning for the supply and distribution of daily bread, so you want to implement a method of optimization of the distribution system and thus contribute to reducing costs.

This transport model was solved with linear programming, its special structure allowed to develop a computer algorithm based on the simplex method, which threw relevant to the company to propose a feasible strategy.

The modeling of the problem showed a 34% savings in consumption of fuel

Palabras clave: Calidad, Ingeniería, Optimización, Procesos, Reducción de costos

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las empresas, permanecen en constante desarrollo de estrategias para mantener la calidad de sus productos y servicios manejando los costos más bajos posibles.

De acuerdo con una investigación del Laboratorio de Transportes y Sistemas Territoriales (LTST) de la UNAM, nuevas tendencias en logística de distribución física se están aplicando en el área metropolitana de la Ciudad de México por empresas de los sectores de productos de consumo, confección y textil, farmacéutica, belleza, construcción. Los análisis son resultado de estudios de caso focalizados en los procesos logísticos clave: servicio al cliente, procesamiento de órdenes, gestión de inventarios y transporte de entrega a los puntos de venta [1].

Probablemente el segmento más cambiante en logística es el de la logística urbana, lo cual se revela en las recientes reuniones científicas, técnicas y profesionales especializadas en el tema. La logística urbana es aún un concepto en construcción, que abarca un conjunto de problemáticas, entre las que destaca la distribución física urbana-metropolitana de mercancías, que incluye todos los procesos en las cadenas de suministro, en particular transporte, gestión de inventarios, procesamiento de pedidos y servicio al cliente, así como el resurtido en puntos de venta físicos y los procesos de entrega [1].

Dentro de las nuevas tendencias que se están aplicando en logística de distribución física urbana-metropolitana de mercancías se encuentra *la Introducción de innovaciones de tecnologías de la información en logística (como por ejemplo uso de software que permitan la simulación de un problema real, en el que se determinen y evalúen las alternativas de solución, antes de llevarlas a la realidad, y con un porcentaje de confianza aceptable)* [1].

Derivado de estas tecnologías, las empresas han podido tomar decisiones en beneficio de sus procesos; se mencionan algunos casos en específico en la tabla I

TABLA I
Decisiones de Grandes Empresas, Respaldadas con el uso de Tecnologías de Información en Logística [1].

No.		Acción
1	FEMSA Coca Cola	Reducción del número de centros de distribución para bajar el costo logístico y realizar distribución centralizada.
2	Unilever	Consolidó la operación logística de diferentes unidades de negocio, adquiridas en los últimos años por asociación y fusión, cerrando centros de distribución en la operación de distribución metropolitana.
3	Wal-Mart	La alianza de Aires del Campo, una prestigiosa comercializadora de productos certificados orgánicos, con Wal-Mart considera la segmentación del mix según localización de las tiendas
4	NISSAN	La gestión de inventarios en almacenes de refacciones de distribuidoras de Nissan está protegida con un inventario central en Toluca (y con un segundo respaldo en Los Ángeles, Estados Unidos para los vehículos importados) y envíos de paquetería industrial por Estafeta.
5	Procter & Gamble	Recepción de órdenes y producción sincrónica

La organización en estudio es una empresa dedicada a la elaboración de pan, tanto dulce como blanco, situada en el municipio de Pedro Escobedo en el estado de Querétaro.

Cuenta con una flotilla de 30 vehículos, los cuales cubren diariamente a 30 destinos diferentes.

Derivada de la exploración realizada en la empresa, se identificaron los siguientes aspectos:

TABLA II
Condiciones Iniciales de la Empresa en Estudio

No.	Observación
1	No cuenta con un sistema o planeación de rutas para el suministro y reparto del pan diario.
2	Sus vehículos cargados salen de la panificadora sin ninguna planeación
3	Se dirigen directamente a su destino, sin seguir una ruta estudiada
4	Altos costos en consumo de gasolina

Por lo tanto, la empresa desea implementar un método que le ayude a optimizar su sistema de reparto y así contribuir a la reducción de costos.

Para este efecto, se inició con la recolección de datos correspondientes a recorridos, vehículos, consumos y costos, para analizarlos mediante un modelo de transporte.

A. Importancia de la reducción de costos

Cuando se manejan un margen de utilidades con unos ingresos constantes (ventas de difícil incremento o precios fijados por la competencia) la única alternativa viable es disminuir los costos, para mejorar la rentabilidad económica, hacia la búsqueda de un apalancamiento financiero positivo y un incremento en la rentabilidad financiera.

La reducción de costos también es una salida para las empresas industriales, que siempre tienen altos niveles de activos, es decir, deben controlar sus costos para contrarrestar la baja rotación de activos y obtener una rentabilidad económica más elevada [2].

Muchas empresas al desarrollar nuevos procesos y productos o la mejora continua de éstos involucran diversas características de interés, y éstas a la vez, están en función de un conjunto de factores de control. Para obtener el valor de respuesta de esas características se recurre a una estrategia experimental.

El tipo de diseño que se utiliza, involucra los factores de interés con el fin de encontrar la combinación que corresponda de la mejor manera a todas las características [3].

B. Modelo de Transporte:

El modelo de transporte es una clase especial de programación lineal que tiene que ver con transportar un artículo desde sus fuentes (es decir, fábricas) hasta sus destinos (es decir, bodegas o almacenes). Como sólo hay una mercancía, un destino puede recibir su demanda de una o más fuentes [4].

El objetivo de este modelo matemático es determinar el programa de transporte que minimice el costo total de transporte y que al mismo tiempo satisfaga los límites de la oferta y la demanda, es decir tener en cuenta la máxima producción que se puede obtener de en una fuente y contrastarla con la máxima demanda de mercadería (o servicios) que puede haber en un destino [5].

El modelo de transporte supone que el costo de transporte es proporcional a la cantidad de unidades transportadas en determinada ruta [6].

En general, se puede ampliar el modelo de transporte a otras áreas de operación, como el control de inventarios, programación de empleos y asignación de personal a diferentes actividades [7].
El modelo general presenta una red en la que hay *"m"* fuentes y *"n"* destinos diferentes, cada fuente y cada destino representados por un nodo [8].
Otro elemento de este modelo son los arcos, los cuales representan las rutas que enlazan las fuentes y los destinos. Cada arco que une una determinada fuente con un determinado destino conduce dos clases de información: el costo de transporte por unidad y la cantidad transportada. La cantidad de oferta en una fuente específica y la cantidad de demanda en un destino específico también deben ser datos conocidos del problema [9].
El objetivo del problema es determinar las incógnitas "x_{ij}" que minimicen el costo total de transporte, y que al mismo tiempo satisfagan las restricciones de oferta y demanda en las fábricas y en los depósitos respectivamente [10]

El método de transporte es una simplificación del método Simplex, pero para poder aplicarlo es necesario que la oferta y la demanda se igualen; si ambas cantidades no son iguales, es necesario agregar un origen o un destino ficticio que absorba esta diferencia. [11]

Los modelos de transporte se pueden resolver con la ayuda del software LINGO: (Linear Generalize Optimizer) que es una herramienta simple para formular problemas lineales y no lineales, resolverlos y analizar su solución. El resultado que LINGO nos proporciona es la optimización que nos ayuda a encontrar el mejor resultado: la ganancia más alta, o el costo más bajo. A menudo estos problemas involucran el uso más eficiente de los recursos. Los problemas de optimización son clasificados a menudo como lineales o no lineales, dependiendo si las relaciones en el problema son lineales con respecto a las variables [12].

Uno de los rasgos más poderosos de LINGO es su aplicación en el lenguaje de modelo matemático. El cual permite expresar un problema de una manera muy similar a la anotación matemática normal pudiendo también, expresar una serie entera de restricciones en una declaración compacta. Esto lleva a modelos que son mucho más fáciles de mantener.
Otro aspecto es la sección de los datos, que le permite aislar los datos de la formulación del modelo. De hecho LINGO puede leer datos incluso de una hoja de cálculo separada, base de datos, o archivo de texto. Con datos independientes del modelo, es mucho más fácil de hacer cambios, y hay menos oportunidad de error cuando se realiza el modelo [13]

C. Hipótesis

La aplicación del método de transporte optimiza los sistemas de distribución, generando la disminución de costos involucrados en el proceso.

D. Objetivo general

Optimizar el sistema de reparto en la empresa panificadora SAEVA, por medio del modelo de transporte y programación lineal, para la reducción de sus costos de entrega.
.

E. Objetivos específicos

Recolección de datos para la construcción y balance de la red de transporte.

Construcción y balance de la red de transporte por método gráfico, para la formulación de la función objetivo e identificación de restricciones.

Programación en LINGO conjuntos, para la solución de óptima de la función objetivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de este trabajo de investigación comenzó con la recolección de datos mediante entrevista a los responsables de la organización.
Los datos recabados de esta entrevista y que se cotearon con bitácoras de la empresa fueron: características y número de vehículos empleados en el transporte de la mercancía, consumos, costos y recorridos, éstos, necesarios para la construcción y balance de la matriz de transporte mostrada en la Figura 1, que una vez construida permitió el diseñó de la función objetivo, con sus respectivas restricciones, las cuales por medio de programación lineal en el software Lingo conjuntos fueron compiladas para encontrar la solución que minimizará los costos involucrados en el sistema de reparto de la empresa.
Finalmente se establecieron las conclusiones y recomendaciones para la empresa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

F. Recopilación de Datos

La tabla III muestra las características de las 30

unidades que la empresa emplea en el reparto de su producto. Los datos fueron tomados por las bitácoras de los operarios.

TABLA III
Características y Número de Vehículos de la Empresa

Vehículo	**Modelo**	**No. De unidades**	**Consumo pavimento (km/l)**	**Consumo Terracería/ Ciudad**	**Consumo Mixto (km/l)**
Ford Tritón	2007	8	10.3	6.9	8.43
Ford Tritón	2008	12	10.45	7.3	8.7175
Nissan	2007	2	13.2	9.3	11.055
Nissan	2010	8	13.7	9.6	11.445

La Tabla IV registra los recorridos de las unidades a los diferentes destinos.

TABLA IV
Recorridos y destinos de los vehículos

ORIGEN	**CLAVE**	**DESTINO**			
			POR PAVIMENTO (km)	**POR TERRACERÍA (km)**	**TOTAL (km)**
Empresa	D01	Llano Largo	103.4	2	105.4
Empresa	D02	San Lorenzo	112	1.8	113.8
Empresa	D03	Borbollón	137.4	17.8	155.2
Empresa	D04	La tortuga	60.4	1.4	61.8
Empresa	D05	Dañú	137.4	20.8	158.2
Empresa	D06	El Fresno	98.8	2.6	101.4
Empresa	D07	El Carmen	90.8	1.5	92.3
Empresa	D08	Cazadero	81.8	3.2	85
Empresa	D09	Charco Largo	82.6	0.5	83.1
Empresa	D10	San Sebastián	75.4	0.8	76.2
Empresa	D11	Palmillas	60.4	0.6	61
Empresa	D12	San Francisco	68.8	1.3	.70.1
Empresa	D13	Huimilpan	62.2	4	66.2
Empresa	D14	Los Cues	65.6	2.5	68.1
Empresa	D15	Bernal	95.6	7	102.6
Empresa	D16	Caderey ta	146	5	151
Empresa	D17	Acuchitlancito	12.2	1.5	13.7
Empresa	D18	Ezequiel Montes	121	3.7	124.7
Empresa	D19	El Sauz	10.4	1.5	11.9
Empresa	D20	Tequisquiapan	90.2	7	97.2
Empresa	D21	La Llave	46.2	2	48.2
Empresa	D22	Bernardo Quintana	55.4	3.5	58.9
Empresa	D23	Amealco de Bonfil	96.4	4.2	100.6
Empresa	D24	Paso de Mata	65.8	2	67.8
Empresa	D25	El Organal	33.2	2.3	35.5
Empresa	D26	Laguna de - vaquerías	65	1.4	66.4
Empresa	D27	El Sitio	67.4	1.8	69.2
Empresa	D28	El Pueblito	76.6	2.2	78.8
Empresa	D29	San Nicolas	84.6	1.5	86.1
Empresa	D30	Nopala	137.4	2.5	139.9

El costo invertido en combustible por entrega del producto asciende a $ 4,455. Dos veces por semana.

G. Preparación de los Datos

Se muestra en la Fig. 1, la matriz de transporte balanceada:
A la izquierda, con sus 30 orígenes (Vehículos) y, a la derecha, sus 30 destinos (Centros de distribución).
Las líneas que unen los orígenes con los destinos representan los arcos, es decir las posibles 900 rutas a seguir, las cuales muestran los costos (Cij (ver Tabla IV)) del recorrido correspondiente.

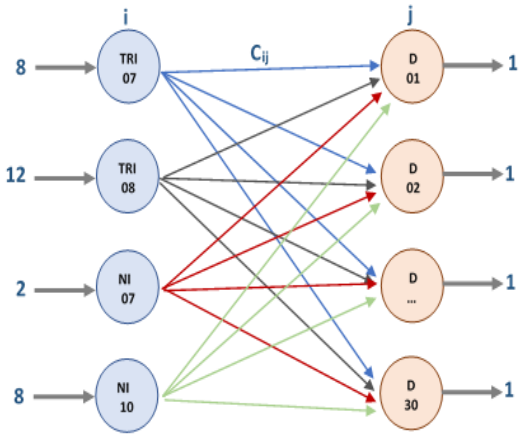


Fig. 1 Matriz del modelo de transporte

Los costos fueron calculados con base en la ecuación 1.

$$C_{ij} = \left[\frac{\sum Distancia\ Pavimento}{Rendimiento\ Pavimento} + \frac{Distancia\ Terracería}{Rendimiento\ Terracería}\right] * Costo\ gasolia$$

Ec (1)

De las 900 rutas, el trabajo consiste en elegir las 30 que originen el costo más bajo. Trabajo que se agilizará con el apoyo de una tecnología informática en logística, la seleccionada para este tipo de problemas (problemas de transporte) fue LINGO.

H. Sintaxis para la Modelación en LINGO Conjuntos

Las Tabla V y VI describe la sintaxis del software LINGO empleado para la solución del problema.

TABLA V
Sintaxis LINGO conjuntos [14].

No.	*Aspecto*
1	El nombre de las variables deben tener 32 caracteres como máximo, comenzando con una letra seguido de letras, dígitos o _ .
2	El compilador de LINGO no distingue entre mayúsculas y minúsculas.
3	Todas las sentencias deben terminar en un punto y coma.
4	Para dar nombre a la función objetivo o a las restricciones, estos se deben colocar entre corchetes.
5	Para declarar la función objetivo se deben colocar las palabras reservadas MAX (maximizar) o MIN (minimizar), en automático son resaltadas en azul, seguidas del signo de igualdad (=).
6	Los comentarios deben comenzar con un signo de admiración (!), éstos en automático son resaltados en verde.
7	LINGO tiene la habilidad de nombrar las restricciones en su modelo. Ésta es una práctica buena por dos razones. Primero, los nombres de restricciones se usan en el reporte de las soluciones que los hacen más fácil interpretar. Segundo, muchos de los mensajes del error de LINGO se refieren a una restricción dada por nombre.
8. LINGO Conjuntos [15].	Las ecuaciones son independientes de los datos, de modo que se puede cambiar ´estos sin modificar aquellas, o incluso se puede escribir un modelo que contenga únicamente las ecuaciones y que lea los datos de otro documento.
	Si el modelo tiene varias ecuaciones que siguen un mismo esquema, se pueden introducir todas ellas como una única ´ fórmula general.
	La estructura del modelo se simplifica, ya que, por una parte, las ecuaciones pueden escribirse conceptualmente, sin mezclarlas con los datos y, por otra, los datos pueden introducirse en un orden más claro, independiente del lugar en el que deben aparecer en el modelo.
9	Las palabras SETS: ENDSETS determinan una sección en un modelo de LINGO. En general, una sección empieza con su nombre (en este caso SETS) seguido de : (no ;) y termina con END y el mismo nombre (sin ningún´ signo de puntuación). La sección SETS sirve para definir conjuntos
10	Para definir un conjunto escribimos su nombre, luego sus elementos entre barras / / y luego, separadas por :, las variables asociadas al conjunto.
11	La línea de la función objetivo empieza como siempre, con una etiqueta seguida de Max o Min =
12	@For(Conjunto(i):) Repite una tarea para todo i @Sum(Conjunto(i):) Suma una expresión para todo i @Prod(Conjunto(i):) Multiplica una expresión para todo i @Max(Conjunto(i):) Calcula el máximo para todo i @Min(Conjunto(i):) Calcula el mínimo para todo i @Writefor(Conjunto(i):) Escribe una expresión para todo i

TABLA VI
Sintaxis en LINGO del Caso de Estudio

Descripción	*Sintaxis*
Inicio del modelo comentario	MODEL: ! Un problema de transporte con 4 tipos de vehículos surtidores y 30 destinos;
Inicio del conjunto	SETS:

Conjunto llamado Camioneta con los elementos TRI07 etc., el conjunto camioneta tiene asociada una variable llamada capacidad	CAMIONETAS/TRI07 TRI08 NIS07 NIS10/: CAPACIDAD; DESTINOS/ D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 D10 D11 D12 D13 D14 D15 D16 D17 D18 D19 D20 D21 D22 D23 D24 D25 D26 D27 D28 D29 D30/: DEMANDA; ARCOS_ENVIO (CAMIONETAS, DESTINOS):COSTE, CANTIDAD;
Final del conjunto	ENDSETS
Función objetivo para minimizar los costos	!El objetivo; [Objetivo] MIN = @SUM(ARCOS_ENVIO(I, J): COSTE(I, J) * CANTIDAD(I, J));
Suma para todos los arcos, el costo de i a j. en cada arco. Considerando la capacidad y demanda definida en los datos	!Restriccion de demanda; @FOR(DESTINOS(J): [R_demanda] @SUM(CAMIONETAS(I): CANTIDAD(I, J)) = DEMANDA(J)); !Restriccion de capacidad; @FOR(CAMIONETAS(I): [R_capacidad] @SUM(DESTINOS (J): CANTIDAD(I, J)) = CAPACIDAD(I));
Estableciendo capacidad y demanda	!Los datos; DATA: CAPACIDAD = 8 12 2 8; DEMANDA = 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 ;
Valores de los costos calculados con la ecuación (1)	COSTE =
Valores de los costos calculados con la ecuación (1);	
Fin del modelo.	ENDDATA END

I. *Solución en LINGO (Conjuntos)*

La Fig. 2 muestra la salida de resultados tras la corrida del programa en LINGO

Global optimal solution found.
Objective value: 2931.9635
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 63

Row	Slack or Surplus	Dual Price
CANTIDAD(TRI07, D4)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(TRI07, D11)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(TRI07, D17)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(TRI07, D19)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(TRI07, D21)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(TRI07, D22)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(TRI07, D25)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(TRI07, D26)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(TRI08, D7)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(TRI08, D8)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(TRI08, D9)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(TRI08, D10)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(TRI08, D12)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(TRI08, D13)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(TRI08, D14)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(TRI08, D20)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(TRI08, D24)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(TRI08, D27)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(TRI08, D28)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(TRI08, D29)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(NIS07, D3)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(NIS07, D5)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(NIS10, D1)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(NIS10, D2)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(NIS10, D6)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(NIS10, D15)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(NIS10, D16)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(NIS10, D18)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(NIS10, D23)	1.000000	0.000000
CANTIDAD(NIS10, D30)	1.000000	0.000000

Fig. 2 Resultados de la programación en LINGO

J. *Análisis e interpretación de Resultados*

La solución LINGO, indica que al efectuarse los 30 recorridos de la manera indicada; ejemplo: el vehículo Tritón 2007, se dirigirá a la Localidad de la Llave, Bernardo Quitana, etc., mientras que el vehículo Nissan 2010, se dirigirá a la Localidad de Nopala Hgo; de esta manera el costo de combustible de los 30 recorridos será equivalente a $ 2, 931.96

La columna de holgura o sobrante (slack o surplus): *Esta parte del informe de solución nos dice cuan cerca estamos de satisfacer una restricción como una igualdad. Si la restricción es de menor-igual nos referimos a variables de slack y si es de mayo-igual nos referimos a variables surplus.*

Si la restricción está correctamente formulada se satisface como una igualdad, el valor de holgura o sobrante será positivo. De lo contrario la solución será no factible, la holgura o valor

sobrante será negativo.
En este caso la solución es factible ya que representa valores positivos.
Dual price: *El informe de solución también nos da el precio dual para cada restricción. Se puede interpretar el precio dual, como la cantidad en la que el objetivo mejoraría por el término constante de la restricción aumentado en una unidad. Retomando el ejemplo, en la solución del problema, el precio dual de cada recorrido es cero lo que se interpreta como la única opción que dará el mínimo costo. A veces se llaman a los precios duales precios sombra.*

CONCLUSIONES

Sin la implementación de la metodología de PL, se tiene un costo de combustible por $4,455, los resultados del modelo de transporte arrojan un costo de $2, 932, lo que significa un ahorro del 34% en cada entrega del producto.
Por lo tanto a ($ 2,932 por entrega)* (2 veces a la semana) * (52 semanas del año)= $ 158,392 de ahorro al año.
Las 30 rutas a seguir por los diferentes vehículos, se muestran en la solución de LINGO, al efectuarlas el costo en combustible será de $ 2, 931.96
La aplicación del método de transporte optimizó el sistema de reparto, de la empresa, generando un ahorro del 34% en los costos involucrados en el proceso.
El uso de tecnologías informáticas en logística permite a las organizaciones tomar decisiones con un porcentaje de confianza aceptable.
Los resultados obtenidos por tecnologías informáticas permiten realizar simulaciones de los procesos sin afectar la realidad, ya que no se interviene detienen los procesos para realizar los estudios. Esto permite también jugar con los valores de las variables, para supuestos futuros.

REFERENCIAS

[1] Hernández, Juan Carlos, Antún, Juan Pablo y lozano, Angélica . *Soluciones de Almacenaje*. [En línea] 09 de 10 de 2007. [Citado el: 14 de Septiembre de 2016.] http://www.logisticamx.enfasis.com

[2] *Rentabilidad Financiera y Reducción de Costos.* Morillo, Marisela. 4, Merida, Venezuela : Universidad de los Andes, 2002, Vol. 4. 1316-8533

[3] *Optimización simultánea para la mejora continua y reducción de costos en procesos.* Domínguez Domínguez, Jorge. 4, Medellín, Colombia : Universidad EAFIT, 2006, Vol. 2. 1794-9165

[4] Taha, Hamdy A. *Investigación de Operaciones.* México : Pearson, 2004. /a edición.

[5] Bronson, Richard. *Operation Research.* s.l. : Mc Graw Hill, 1994. 2ª. Edicion

[6] Kumar, P y Goel, P. *Product Quality Optimization Using Fuzzy Set Concepts.* s.l. : A Case Study. Qual, 2002

[7] Davis y Mckeown. *Métodos cuantitativos para administración.* México : Mc Graw Hill., 1994.

[8] Hillier, Frederick y Lieberman, Gerald. *Introducción a la Investigación de Operaciones.* México D.F. : Mc Graw Hill, 2008. 8ª Edición.

[9] Godino, Pablo E. www.Scrib.com. *Investigación Operativa Profesor: Ing.* [En línea] [Citado el: 08 de 07 de 2016.] https://es.scribd.com.

[10] Wayne, Winston. *Investigación de Operaciones.* México : Iberoamericana. , 1994. 970-695-362-1.

[11] *Reducción del costo de transportación en las Series Nacionales de Béisbol.* Suárez, Rosete y Paredes Miranda, David. 3, Ciudad de La Habana, Cuba : Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, 2013, Vol. 16. 1815-5944

[12] Canizo, Erica . *Investigación Operativa. Software Para Programación Lineal. LINGO/LINDO.* 2002.

[13] Salazar López, Bryan. *The Modeling Language and optimizer.* Colombia : Commons Atribución, 2012

[14] Ivorra, Carlos. *Optimización con LINGO.* [En línea] [Citado el: 14 de 09 de 2016.] http://www.uv.es

Sistema de Integración de Recursos Humanos: Estrategia Directiva en la Administración de Personal

Mtra. Elsa Nelly Flores Hernández[1], Ing. Dolores Noemí Ramírez Martínez[2], Mtra. Ana Isabel Ramírez Sabino[3]

[1]*División de Ingeniería en Gestión Empresarial, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, Hidalgo, México.*
enflores@iteshu.edu.mx

[2]*Residente, Poliuteranos y Plásticos Reforzados S.A. de C.V.., Querétaro, México.*
noemirm68@hotmail.com

[3]*División de Ingeniería en Gestión Empresarial, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, Hidalgo, México.*
airamirez@iteshu.edu.mx

Resumen— La mejora del desempeño organizacional se alcanza cuando las empresas diseñan estrategias organizacionales que estén encaminadas a fortalecer el capital humano, permitiendo con ello la competitividad en la consecución de los objetivos. La etapa de productividad de las personas indica por lo general, que una gran parte de su vida viven en las organizaciones; de ahí que el trabajo idóneo para el capital humano deba ser aquel que corresponda a un óptimo desarrollo laboral, sin olvidar el crecimiento personal en los aspectos físico, intelectual y social. El objetivo de esta investigación fue diseñar un sistema de integración de personal, para la empresa Poliuretanos y Plásticos Reforzados S.A. de C.V; que permita reclutar, seleccionar, inducir y desarrollar al personal de acuerdo a los requerimientos de la organización. Los resultados indican que la implementación del sistema permitió que los elementos de integración de recursos humanos interactuaran de manera óptima en la disminución del tiempo de respuesta para cubrir puestos de trabajo y disminuir la rotación de personal.

Palabras clave *—Recursos humanos, administración de recursos humanos, integración de personal, desempeño.*

Abstract—*the improvement of organizational performance is achieved when companies design organizational strategies that are aimed at strengthening human capital, thereby enabling competitiveness in achieving the objectives.*

The stage of productivity of people usually indicates that a large part of their lives live in organizations; Hence, the ideal job for human capital should be that which corresponds to an optimal work development, without forgetting personal growth in the physical, intellectual and social aspects.The objective of this research was to design a personnel integration system for the company Polyurethanes and Reinforced Plastics S.A. of C.V; that allows recruiting, selecting, inducing and developing staff according to the requirements of the organization. The results indicate that the implementation of the system allowed the integration elements of human resources to interact in an integrated manner in the reduction of the response time in filling a vacancy and in the rotation of personnel.

Keywords -*Human Resources, staff integration, performance.*

INTRODUCCIÓN

Una organización es un ente social-sistema conformado para lograr objetivos específicos, donde sus elementos se relacionan e interactúan constantemente, las diferentes interacciones son a través de los recursos técnicos, tecnológicos, financieros y humanos; sin embargo, en relación a la administración y gestión de estos últimos, existe una variable que diferencia a una organización de otra, la cual es para enfrentar el reto de integrar y mantener personal que cuente con las competencias de ir más allá del cumplimiento de sus funciones. Por lo anterior, se debe contar con un área dedicada a la gestión y administración de recursos humanos, que asegure que el personal seleccionado sea el idóneo para desempeñar las actividades de un puesto.

Si bien es cierto, existe un área para desarrollar la gestión y administración de recursos humanos, sin embargo, la eficiencia de esta área depende de que la organización esté orientada a trabajar con un enfoque de procesos-sistema. Un sistema se define como el conjunto integrado de partes relacionadas estrecha y dinámicamente, que desarrolla una actividad o función y está destinado a alcanzar un objetivo específico [1], para adaptarse al entorno, donde conserve el equilibrio, sin perder de vista la cohesión interna.

Una de las partes fundamentales para lograr la cohesión-unión, es el área de la administración

de recursos humanos, vista como un conjunto de principios, procedimientos que procuran la mejor selección, educación y organización de los servidores de una organización, su satisfacción en el trabajo y el mejor rendimiento a favor de unos y otros [2].

Es por ello, que un sistema de integración de personal debe tomar en cuenta la adecuación, conjugación y coherencia de cada una de las actividades, desde la búsqueda del personal, plan de carrera, hasta su salida, de tal manera que cada fase forme parte de un proceso integrado, añadiendo ventaja competitiva en la consecución de los objetivos.

Anteriormente se consideraba a la integración de personal como una etapa más de la organización. Sin embargo, a través del tiempo se ha demostrado que es una función administrativa interdependiente que consiste en seleccionar, desarrollar y retener a los empleados; siempre y cuando se cuente con un sistema de selección adecuado en la empresa, entonces será probable que se encuentre el mejor candidato calificado para que trabaje bien en la vacante que se desea cubrir [3].

Un departamento de recursos humanos planea, organiza, dirige y controla los procesos de dotación de personal, de remuneración, de capacitación y desarrollo, mantiene las políticas de personal, actúa como enlace entre la organización y los colaboradores [4].

Hoy en día vivimos en una era de cambios constantes, donde nos circunda la incertidumbre, en donde las organizaciones se enfocan en el logro de su permanencia, a través de diversas estrategias que van orientadas en la obtención de ganancias, con un descuido hacia el sentido humano, a la trascendencia personal; eso a su vez minimiza la eficiencia laboral provocando una merma en la productividad.

La organización no es sólo un aparato económico y técnico, sino un organismo social donde las obtenciones de ganancias ya no dependen tanto de la tecnología, de las fábricas o del capital, sino más bien de las ideas, las habilidades y los conocimientos de los trabajadores [5].

No obstante, las organizaciones para enfrentar los retos que se presentan en el mundo actual, dependen de las competencias que posean sus recursos humanos.

Respecto al término de competencia se entiende por conjunto de actividades ligadas a comportamientos objetivos, cuyo entrenamiento es guiado y supone la evolución de una persona en el perfil del rol que ocupa dentro de una organización, y, por lo tanto, el progreso de su desempeño [6].

Siendo el talento humano la herramienta vital que permite a las organizaciones sobresalir o decaer, es imprescindible mostrarle al personal el camino que seguirá para que la aportación que realice a través de su trabajo permita alcanzar metas comunes.

En este sentido, los retos y desafíos de las organizaciones son lograr con éxito su misión, objetivos y metas; el elemento crucial para dichos logros es su personal. Otro desafío, es el efecto del mercado globalizado, la gestión y la planificación de la calidad, crucial para alcanzar el éxito y satisfacer las necesidades de los clientes.

Lo anterior, justifica la implementación de un sistema de integración de recursos humanos, en la empresa Poliuretanos y Plásticos Reforzados S.A. de C.V., dedicada al diseño y fabricación de productos de fibra de vidrio y poliuretano para el sector automotriz, conocida en el mercado como POLIPLAST.

En el mes de noviembre del año 2017, la empresa obtuvo la certificación en la norma ISO 9001:2015; sin embargo, los resultados que arrojó una auditoria externa, fue que, en el proceso de recursos humanos en el área de reclutamiento y selección del personal, no se mostraron evidencias de procedimientos que indicarán tiempos de respuesta en cubrir vacantes, perfiles y funciones, en la contratación de personal. Dando por resultado una no conformidad en el requisito 7.1.2 de la norma ISO 9001:2015 donde se indica que “La organización debe determinar y proporcionar las personas necesarias para la implementación eficaz de su sistema de gestión de la calidad y para la operación y control de sus procesos” [7].

Por lo anterior, la organización requirió establecer una acción correctiva para solventar la no conformidad, dando por resultado la contratación de un residente del Instituto Tecnológico Superior de Huichapan de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial que diseñará e implementará un sistema de organización que permitiera guiar y orientar la toma de decisiones enfocada al reclutamiento, selección, contratación, inducción y capacitación de personal, tanto de nuevo ingreso como del personal actual.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación fue desarrollada en la empresa Poliuteranos y Plásticos Reforzados S.A. de C.V., ubicada en Felipe Ángeles No.26 Col. Peña Colorada. El Marqués, Querétaro, en el área de recursos humanos.

Para el diseño e implementación del proyecto se tomó como base la metodología propuesta por Bretones, F. D. en 2008.

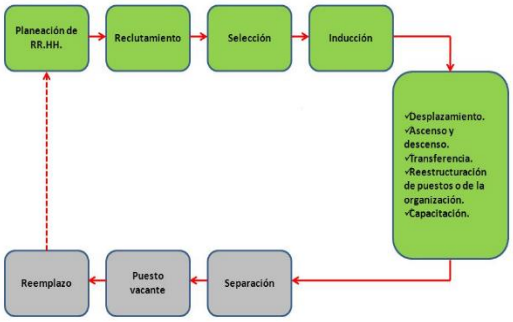


Figura 9. Metodología Sistema de Integración de Personal [9].

El desarrollo de la metodología utilizada se llevó de la siguiente manera:

I. Conocer la estructura organizacional para analizar el proceso de reclutamiento y selección.

Las empresas forman su estructura organizacional de acuerdo a sus necesidades y a través de ello se organizan los procesos que permitan alcanzar las metas y objetivos organizacionales, sin embargo, deben de reconocer si sus procesos están alineados a las necesidades del entorno.

Se entiende por estructura organizacional al sistema utilizado para definir una jerarquía dentro de una organización. Identifica cada puesto, su función y dónde se reporta dentro de la organización. Esta estructura se desarrolla para establecer cómo opera una organización y ayudar a lograr las metas para permitir un crecimiento futuro [8].

Por lo anterior, en esta primera fase se trabajó para conocer como está conformada la estructura que tiene la empresa (ver figura 2 y 3). También se analizaron las funciones que realiza el personal administrativo y operativo; así como reconocer la misión, visión, política y responsabilidades de la dirección, entre otras funciones.

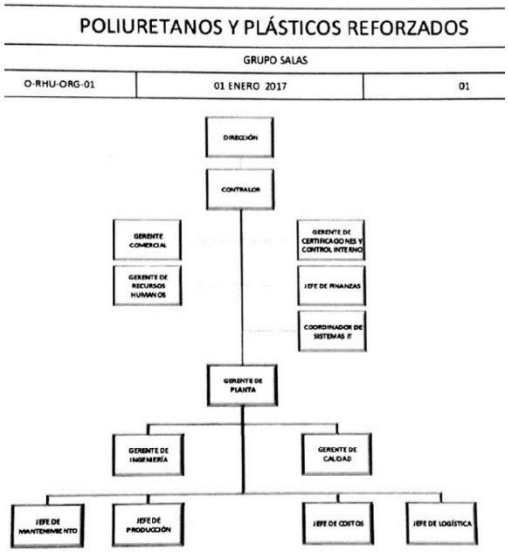


Figura 2. Organigrama, Poliuretanos y Plásticos Reforzados, S.A. de C.V.

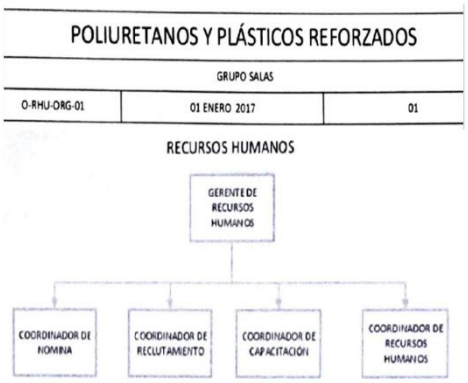


Figura 3. Organigrama departamental del área de Recursos Humanos. Poliuretanos y Plásticos Reforzados, S.A. de C.V.

A continuación, se detalla lo mencionado:

Misión: Satisfacer las necesidades de nuestros clientes con productos de la más alta calidad, tiempos de entrega reducidos, costos competitivos y asistencia.

Visión: Alcanzar la excelencia, al ser la empresa número uno en desarrollo y fabricación de productos de fibra de vidrio en México e incursionar en el mercado internacional.

Política de Calidad: Cumplir los requerimientos del cliente a través de un sistema de gestión de calidad global basados en la mejora continua. Nuestro objetivo: Cero defectos.

Responsabilidad de la Dirección: La Alta Dirección debe definir por escrito la Política de la Calidad, y debe proveer los medios y recursos necesarios para que ésta se lleve a cabo. Es responsabilidad de la Alta Dirección que esta política sea entendida y aplicada por todo el personal de la empresa.

En esta primera fase, estudiar la estructura organizacional permitió tener el detalle de los elementos que la conforman.

II. Analizar los conceptos fundamentales para diseñar, implementar y administrar un sistema de recursos humanos.

Se revisaron diferentes fuentes bibliográficas, lo cual permitió conocer la metodología a seguir en este proyecto, con la finalidad de diseñar e implementar un sistema de reclutamiento acorde a las necesidades de la empresa, para la gestión y administración del sistema de integración de personal.

III. Realizar un diagnóstico del proceso actual de administración de recursos humanos.

Para realizar el diagnóstico del proceso actual de administración de recursos humanos, las áreas involucradas en el proceso se reunieron para analizar el entorno, las tecnologías de información y en particular el impacto que tiene en la estructura organizacional carecer de un sistema de integración. La herramienta que se utilizo fue la matriz FODA (ver tabla 1).

La herramienta a utilizar para el diagnóstico fue la matriz FODA, la cual permite conocer la situación de la empresa mediante el análisis de determinadas variables; esta herramienta es una alternativa analítica, propositiva, fácil de aplicar; cuyo único requisito consiste en desarrollarla a través de la integración de un equipo de trabajo o miembros de un grupo directivo involucrados con el manejo y/o dirección de la institución y con el tiempo necesario para realizar el análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas a las cuales se enfrenta la organización, llegando de esta manera a contar con información que permita determinar alternativas estratégicas viables para afrontar los diferentes cambios que el medio presenta y hacerlo con éxito, esto es, de una manera racional y mejor planificada [10].

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
*La productividad de la organización es aceptable. * Personal con experiencia profesional en el ámbito de manejo e integración de personal. *Capacitación continua en el área operativa. * Infraestructura adecuada para la capacitación e inducción. * Planes de recompensas y prestaciones adecuadas. * Índices de rotación y ausentismo por debajo de la media nacional. * Convenios y alianzas con clientes como: Irizar, Dina Masa, Oper Bus, New Bus, Omnibus, Grupo Senda, Estrella Roja, Grupo Estrella Blanca, Transpais, Pullman de Morelos, Enlaces Terrestres Nacionales, Autobuses del Noreste, etc.	* Se pronostica un crecimiento en el sector automotriz. *Tendencias en el aprovechamiento de nuevos materiales y procesos de manufactura en fibra de vidrio. * Convenios con empresas extranjeras para realizar alianzas y fortalecer la industria proveedora.
DEBILIDADES	**AMENAZAS**
* No existe un sistema de integración de personal * Falta de integración del personal a los planes y programas. * No se implementa la mejora continua a los procesos * Los procesos clave no estan integrados. * Competencias laborales no aptas para puestos técnicos. * Políticas de recursos humanos no actualizadas.	* Tendencia desfavorable en el mercado. *La competencia ofrece mejor nivel salarial en puestos técnicos. * La competencia ofrece mejores condiciones laborales. *Los nuevos desarrollos tecnológicos impulsan el uso de nuevos materiales procesos para la industria proveedora del sector automotriz.

Tabla 1. Matriz FODA de la empresa Poliuretanos y Plásticos Reforzados, S.A. de C.V.

Posterior al análisis FODA, se actuó sobre los aspectos encontrados en el diagnostico utilizando la metodología CAME “Corregir, Afrontar, Mantener y Explotar” (en inglés Correct, Adapt, Maintain, Explore), esta metodología permite definir las acciones a tomar a partir de los resultados del FODA [11].

De forma detallada, se definieron acciones para: corregir las debilidades, afrontar las amenazas, mantener las fortalezas, explorar/explotar las oportunidades y que dichas acciones fueran coherentes a la estrategia de la organización.

Se revisaron los indicadores de ausentismo laboral y de rotación de personal, para analizar si el clima laboral es propicio.

Para conocer el nivel de ausentismo fue necesario elaborar una tabla que mostrara la eficiencia en los tiempos de respuesta de reclutamiento de acuerdo a los niveles operativos que existen dentro de la organización (ver tabla 2), donde se observa que, para tener una eficiencia buena en un nivel jerárquico de supervisores, coordinadores y jefes, el tiempo de respuesta está entre 9 y 12 días como límite para resolver esa necesidad.

No.	NIVEL DE PUESTOS	Eficiencia en los Tiempos de Respuesta del Reclutamiento					
1	Operativos y Ayudantes Generales	Excelente	Bueno	Regular	Malo	Pésimo	Ineficiente
		100%	90%	80%	70%	60%	50%
		1 a 3 días	4 a 6 días	7 a 9 días	10 a 12 días	13 a 15 días	Más de 15 días
2	Técnicos, Analistas y Aux. Administrativos	Excelente	Bueno	Regular	Malo	Pésimo	Ineficiente
		100%	90%	80%	70%	60%	50%
		1 a 5 días	6 a 8 días	9 a 15 días	16 a 20 días	20 a 24 días	Más de 25 días
3	Supervisores, Coordinadores, Jefes	Excelente	Bueno	Regular	Malo	Pésimo	Ineficiente
		100%	90%	80%	70%	60%	50%
		1 a 8 días	9 a 12 días	12 a 18 días	19 a 25 días	26 a 30 días	Más de 30 días
4	Gerencias y Directores	Excelente	Bueno	Regular	Malo	Pésimo	Ineficiente
		100%	90%	80%	70%	60%	50%
		1 a 10 días	11 a 20 días	21 a 30 días	31 a 35 días	36 a 40 días	Más de 40 días

Tabla 2. Eficiencia de respuesta en el reclutamiento de la empresa Poliuretanos y Plásticos Reforzados, S.A. de C.V.

El objetivo de la empresa es tener un 3% de ausentismo mensual.

- La media nacional de ausentismo es del 7.4% mensual.
- La media en Querétaro es del 4.5% mensual.

En enero del presente año, la empresa, cerró con un índice del 2.14% valor que se calculó con la fórmula mostrada en la figura 4 de ausentismo, es decir, el índice en que cerró POLIPLAST se encuentra por debajo de la media de Querétaro, lo que enmarca un indicador favorable en el desempeño del área de recursos humanos de la empresa.

$$AL = \frac{HP * 100}{NHPL}$$

Figura 4. Fórmula para el cálculo de ausentismo laboral [12].

Donde:

AL = Ausentismo laboral
HP = Horas perdidas
NHPL = Número de horas laborales de la plantilla

Posterior al análisis del indicador de ausentismo, se procedió a analizar el indicador de rotación de personal, a través de la fórmula de índice de rotación de personal (ver figura 5) donde la media nacional de rotación es del 6.5% mensual y la media de rotación en Querétaro es del 5.0% mensual (ECONOMISTA, 2018). El objetivo mensual de POLIPLAST es tener un 4.5% de rotación mensual. Al realizar el análisis; en el mes de enero del presente se obtuvo un 5.8% y en el mes de febrero 6.06% de rotación de personal.

Los datos anteriores indican que no se está cumpliendo la meta de la empresa del 4.5% mensual e incluso se está por encima de la media del estado de Querétaro, estos datos señalan que la empresa está incurriendo en enfrentar elevados costos de selección y adiestramiento de nuevos empleados, sumados a su baja eficiencia; poca generación de sentido de pertenencia y baja coordinación de los empleados en constante cambio; resquebrajamiento de la imagen de la empresa, que será percibida como un lugar en el que los empleados no se encuentran a gusto y posibles fugas de valiosa información corporativa [13].

$$IRP = \frac{\frac{A + D}{2} \times 100}{\frac{F1 + F2}{2}}$$

Figura 5. Fórmula para el cálculo de índice de rotación de personal [14].

Donde:

A = Número de personas contratadas durante el período considerado.
D = Personas desvinculadas durante el mismo período.
F1 = Número de trabajadores al comienzo del período considerado.
F2 = Número de trabajadores al final del período.

De lo anterior, Chapman y White señalan que más allá de los costos visibles (costos del cese laboral, de reclutamiento, de selección, contratación y adiestramiento, entre otros), un alto índice de rotación produce costos ocultos como: el puesto vacante hasta que llegue el nuevo empleado, la pérdida temporal de producción, el desgaste de la moral y la estabilidad de los que se quedan, la pérdida de eficiencia y el efecto sobre las relaciones con los clientes hasta que el nuevo empleado se aclimata a su puesto [15].

También se realizó la medición referente a los tiempos de eficiencia en cubrir un puesto de trabajo (ver tabla 3), la tabla muestra la realización de un diagnóstico del mes de enero del presente año, donde hubo 17 nuevos ingresos con su tiempo de respuesta promedio, de acuerdo al nivel de puesto.

NIVEL DE PUESTOS	No. De ingresos	tiempo de respuesta promedio
Operativos y Ayudantes Generales	10 Ingresos	de 12 a 15 días
Técnicos, Analistas y Aux. Administrativos	4 Ingresos	20 días
Supervisores, Coordinadores, Jefes	2 Ingresos	30 días
Gerencias y Directores	1 ingreso	30 días

Tabla 3. Tiempos en cubrir un puesto de trabajo en la empresa Poliuretanos y Plásticos Reforzados, S.A. de C.V.

Diferentes investigaciones muestran que las empresas medianas al tener lapsos mayores de tiempos prolongados en cubrir puestos de trabajo ocasionan problemas y descontento entre los empleados, ya que en la mayoría de las empresas se suelen repartir las tareas de la vacante sin cubrir; además que ocasiona la inconformidad e insatisfacción de las áreas que tienen la vacante.

En referencia a los resultados de la tabla 3, se hace evidente que el tiempo para cubrir vacantes de personal de mandos altos requiere de un tiempo mayor, por el nivel de especialidad que demanda el perfil del puesto y en consecuencia el proceso de selección es más minucioso. A diferencia del personal operativo, cuyo tiempo promedio para cubrir una vacante es de 12 a 15 días por las razones de mayor demanda de personal operativo, como consecuencia de ser mano de obra semi-calificada.

IV. Diseñar, implementar y evaluar el sistema de integración de personal de acuerdo a los requerimientos de la norma ISO 9001:2015.

Posterior al diagnóstico que se realizó, del proceso actual de administración de recursos humanos, se dio inicio al diseño del sistema, con el desarrollo del manual de recursos humanos para reclutar, seleccionar, capacitar y contratar en tiempo y forma eficiente, el personal idóneo para todos los puestos de las diferentes áreas de la Empresa y sus Unidades de Negocio, para satisfacer las necesidades de Grupo Salas, con personal competente en todas sus líneas y procesos, bajo los lineamientos acordes a los requerimientos que establece la norma ISO: 9001:2015, Sistema de Gestión de Calidad.

Se diseña el uso de un formato denominado Requisición de personal, código: F-RHU-REP01, el formato establece los criterios requeridos para comenzar con la búsqueda interna y externa, solicita información del departamento que tiene la vacante, la fecha de solicitud, etc. Se consideró añadir un elemento importante al formato, que consiste en recabar los datos personales del candidato, una vez que fue seleccionado, se cierra el proceso, ya que se tiene la información de la persona que cubrió la vacante, con datos como; nombre del empleado, salario, fuente de reclutamiento, fecha de ingreso, entre otros; este último dato, permite llevar el control de manera objetiva del tiempo que se llevó en cubrir la vacante (ver figura 4).

Poliplast
Requisición de Personal
F-RHU-REP-01

Figura 4. Requisición de Personal

Posterior a la requisición se realiza la entrevista inicial, etapa en la que se presentó una mejora al realizar la entrevista por competencias, además de implementar el uso de baterías para conocer aspectos como rasgos de personalidad, tolerancia a la frustración, trabajo en equipo, trabajo bajo presión, empuje, influencia, constancia, apego a normas o procesos, etc. las pruebas que se seleccionaron son; Test Cleaver y Machover, además de un conjunto de pruebas relacionadas con el nivel de conocimiento del candidato.

Para lo anterior, se desarrolló el formato Matriz de Habilidades y Competencias, (ver figura 5) denominado Evaluación para nuevos ingresos, código: F-RHU-MAH-06.

Poliplast
Formato
EVALUACION PARA NUEVOS INGRESOS

Figura 5. Evaluación para nuevos ingresos. Extracción de la matriz por competencias

Una vez que se realizó la selección de cada uno de los candidatos, si es para puestos de nivel medio a superior se deben presentar a gerencia de recursos humanos una terna, para elegir al candidato idóneo. Para cada entrevista se llena el

formato F-RHU-EVE-02, Evaluación de la Entrevista (ver figura 6), en el cual se ponderan diferentes aspectos que cada uno de los entrevistadores evalúa.

Figura 6. Evaluación de entrevista

Por último, se trabajó con la inducción del personal, para ello, se diseñó un plan de capacitación, esta inducción se da 2 veces por mes y no al ingreso de cada persona, debido a la logística y producción de la empresa.

Es importante resaltar, que se estableció como política que no debe de exceder de 7 días, para que el personal reciba su inducción (ver figura 7).

Figura 7. Plan de Capacitación 2018

Una mejora que se realizó en el diseño de la capacitación para la inducción de personal fue realizar un recorrido por la empresa donde el nuevo empleado conoce todas las áreas que integran a POLIPLAST, así como identificar los puntos de reunión, rutas de evacuación, el área de comedor, sanitarios, entre otros; con la finalidad de que el nuevo trabajador tenga información completa tanto de su área como de la empresa en general.

Para contribuir a este proceso de cambio, también se propuso rediseñar los perfiles de puestos basados en competencias, técnicas, humanas y de negocios, con el fin de tener un catálogo de competencias.

De la misma manera se implementó la evaluación del desempeño que se aplica a los tres meses de haber ingresado el trabajador, el propósito es realizar la medición del desempeño de sus funciones para hacer los ajustes necesarios en caso de desviaciones (ver figura 8).

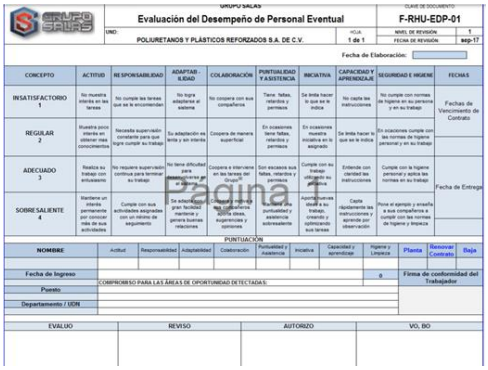


Figura 8. Evaluación del desempeño

RESULTADOS

Hoy en día, cada proceso organizacional juega un papel importante y estratégico en las empresas y es trascendental no perder de vista, que el sistema-organización que se diseñe, se debe de fortalecer con cada proceso, de esta manera será un aliado, socio estratégico, que influya en cada recurso de la organización, buscando el mejoramiento continuo.

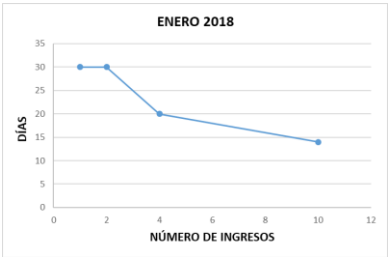
A partir del diseño del sistema de integración de personal se demostró la importancia de la gestión y administración del área de recursos humanos en la reducción en los tiempos para cubrir puestos de trabajo, ausentismo y rotación de personal.

A continuación, se presenta la información que permite sustentar los resultados obtenidos a partir de la implementación del sistema de integración de personal, con el propósito de evidenciar los logros.

En tabla 5, se muestra una comparativa entre el tiempo promedio en cubrir un puesto de trabajo y el nuevo tiempo de respuesta.

MES ENERO 2018 SISTEMA ANTERIOR		MES ABRIL 2018 SISTEMA ACTUALIZADO	
NO. INGRESOS	DÍAS EN CUBRIR VACANTE	NO. INGRESOS	DÍAS EN CUBRIR VACANTE
10	14	4	5
4	20	3	7
2	30	2	10
1	30	1	NA

Tabla 5. "Tiempos promedios en cubrir puestos de trabajo" del sistema anterior vs. sistema actualizado

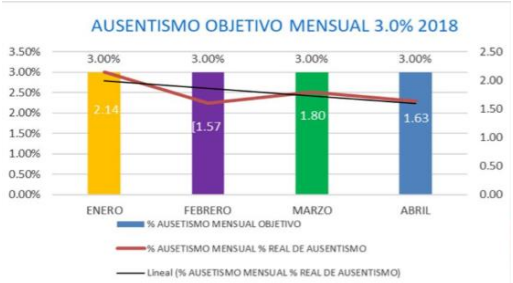


Gráfica 1. Situación previa antes del sistema

Gráfica 2. Situación actual con la implementación del sistema

Como se puede apreciar en la información anterior, el número de días para cubrir una vacante a partir de la implementación del sistema de integración de personal, disminuyo sustancialmente, actualmente el tiempo promedio es 65% menor al tiempo que se requería anteriormente.

En lo que corresponde al índice de ausentismo laboral, se resumen los resultados obtenidos en la gráfica 3.

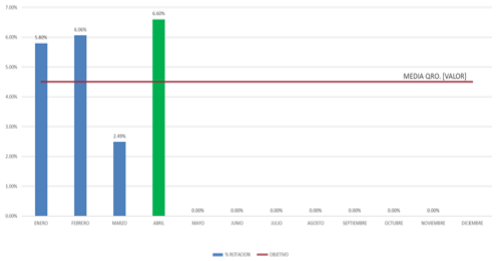


Gráfica 3. Indicador de ausentismo

La alta administración estableció como objetivo mensual de ausentismo un índice del 3%, el gráfico anterior muestra la tendencia a la baja en el porcentaje del indicador. Si bien es cierto que este indicador no depende al cien por ciento del modelo de integración de personal, su contribución incide en las buenas prácticas, el compromiso y la toma de conciencia por parte de los operadores, al sentirse parte de la organización, lo que genera compromiso y por ende se reducen las faltas o permisos.

La rotación del personal es el indicador que causa mayor conflicto en el área de recursos humanos en todas las organizaciones, en POLIPLAST este indicador se logró reducir en el mes de marzo de una forma considerable, y esto es importante para el proyecto, ya que el periodo que mide es precisamente la etapa eventual del personal.

Como se puede observar en la gráfica 4, en el mes de enero y febrero se rebaso la media del estado de Querétaro y por lo tanto, también el objetivo que la dirección estableció como aceptable, en el mes que mide el resultado del proyecto fue marzo, donde se observa una disminución significativa en la rotación



Gráfica 4. Índice de rotación de personal

Por la información anterior, se determina que la implementación del sistema de integración de personal es una herramienta invaluable para la organización, toda vez que permite la sistematización de procedimientos y la medición de los resultados obtenidos, con la finalidad de contribuir al proceso de mejora continua.

CONCLUSIONES

Las organizaciones están formadas por personas, de ahí que la integración es una función vital de toda empresa. La integración de los equipos de trabajo se lleva a cabo, mediante elementos generados en la fase de organización, tales como organigramas, descripciones de puestos, manuales de organización, procedimientos, entre otros. Mediante la integración de los Recursos Humanos, la empresa obtiene el personal idóneo para el mejor desempeño de las actividades de la

misma.

En el caso de POLIPLAST la implementación del sistema de integración de personal, arrojo resultados satisfactorios, ya que se obtuvieron mejoras sustanciales en indicadores como el índice de ausentismo, de rotación de personal y el tiempo promedio para cubrir puestos de trabajo.
Es innegable que, si bien el sistema ha permitido cumplir con las metas de la organización, se debe tener presente que todo sistema requiere de mantenimiento constante; es decir, que su actualización estará acorde a las necesidades de la organización y del propio contexto, para cumplir sus metas establecidas.

REFERENCIAS

[1] I. Chiavenato; *Administración en los nuevos tiempos*, Ed: Mc Graw Hill. Colombia; 2002.

[2] J. Rodríguez Valencia; *Administración moderna de personal*; Ed. Thomson; 7ª. Edición. México, 2007.

[3] W. Werther and K. Davis.; *Administración de recursos humanos*. Ed. Mc Graw Hill, México, 2001.

[4] M. Castellanos Alfaro; *Administración de personal*; Ed. Red Tercer Milenio. México, 2012.

[5] J. C. Aguilar Joyas; *Retos y rol estratégico en la gestión del talento humano caso en empresas de cali, Colombia*. Ed. Merados y Negocios. Colombia, 2014.

[6] M. Escobar Valencia; *Las competencias laborales: ¿la estrategia laboral para la competitividad de las organizaciones.* Estudios gerenciales, Retrieved august 21, 2018.

[7] ISO. Obtenido de https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es. 2018.

[8] I. Friend, *La voz de houston.* Obtenido de https://pyme.lavoztx.com/cul-es-el-significado-de-estructura-organizacional-4749.html. 2018.

[9] F. Bretones; *Reclutamiento y selección de personal y acogida.* Madrid: Pirámide, 2008.

[10] F. Martínez Villegas; *Planeación estratégica creativa*, Ed.Pac, México, 2010.
[11] J. Santos; *Empresa actual.* Obtenido de https://www.empresaactual.com/herramientas-estrategia-empresarial-pymes/2016

[12] J. Molinera Mateos; *Absentismo labora*l. Ed. Madrid, España. 2006.

[13] A. Reyes Ponce; *Administración de personal*. Relaciones humanas. Primera parte. Ed. Limusa, 1991.

[14] J. Castillo Aponte; *Administración de personal: un enfoque hacia la calidad.* Ecoe ediciones, 2016.

[15] G. Chapman and P. White; *Los 5 lenguajes del aprecio en el trabajo: como motivar al personal para mejorar su empresa.* Editorial portavoz, 2011.

[16]http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0123-59232005000300002&lng=en&tlng=es.

[17] El economista. Obtenido de https://vanguardia.com.mx/articulo/revisaran-ausentismo-y-rotacion.2018

Mejora de Infraestructura urbana caso de estudio: Puente del barrio de San Isidro ubicado en San Juan del Río Querétaro.

Juan Carlos Rodríguez Uribe[1], Zaira Betzabeth Trejo Torres [1], Juan Serrano Arellano*[1]

[1]*División de Arquitectura, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan-ITESHU-TecNM. Dom. Conocido S/N, El Saucillo, Huichapan, Hgo, México. C.P. 42411. jserrano@iteshu.edu.mx*

Resumen— La deficiencia del espacio público y la falta de movilidad surgen a partir de la incorrecta planeación del diseño y los factores naturales que afectan el entorno como el viento, asoleamientos, y principalmente lluvias. Este problema no se percibe solamente en zonas rurales sino también en zonas urbanas donde existe una mayor población. Para evitar este tipo de situaciones es importante enfocar cada uno de los elementos que conforman un espacio urbano y que posteriormente explicaremos cada uno de ellos para su adecuada aplicación. Asimismo, cuando en un río se incrementa en poco tiempo la cantidad de agua que fluye en su cauce, ya sea por el ingreso de agua de la lluvia o por las descargas de agua presente en avenidas o calles; ésta podría originar la inundación cuando el nivel de agua del río se excede en las elevaciones de las márgenes de su cauce. Esto depende de la rapidez con que se presenta el cambio en la cantidad de agua se puede hablar de avenidas súbitas, las cuales tienen un fuerte efecto destructivo debido a que concentran en un lapso corto una gran cantidad de agua con una fuerte velocidad, que las hace muy destructivas. En consecuencia, es importante considerar no sólo el tirante del agua, sino también la velocidad que ésta lleva. Derivado de lo anterior, al tratarse de un espacio para uso público al identificar la falta de movilidad y desarrollo social en un espacio se deben analizar las características económicas y sociales del contexto y del entorno, así como la ubicación del lugar los cuales determinarán un diseño adecuado en este caso de un puente para uso peatonal como vehicular con el cual se pretenden obtener beneficios de recreación, seguridad y sustentabilidad.
Palabras clave — Diseño, Movilidad, Sociedad, Sustentabilidad, Urbanismo

Abstract— The deficiency of the public space and the lack of mobility arise from the incorrect planning of the design and the natural factors that affect the environment such as wind, sun, and mainly rain. This problem is not only perceived in rural areas but also in urban areas where there is a larger population. To avoid this type of situation it is important to focus on each one of the elements that make up an urban space and that each of them will be explained below for its proper application. Likewise, in a river it increases in a short time in the amount of water that flows in its path, in the entry of water in the rain or in the discharges of water present in avenues or streets; This could cause flooding when the water level of the river exceeds the elevations of the banks of its channel. This depends on the rapidity with which the change in the amount of water occurs. One can speak of sudden floods, which have a strong destructive effect due to the concentration in a short time of a large amount of water at a high speed, which It has very destructive. Consequently, it is important to consider not only the water depth, but also the speed that it carries. Derived from the above, it is a space for public use to identify the lack of mobility and social development. Appropriate use of this pedestrian bridge as a vehicle with which it is intended to obtain benefits of recreation, safety and sustainability.
Palabras clave — Design, Mobility, Society, Sustainability, Urbanism.

INTRODUCCIÓN

En el municipio de San Juan del Rio, localizado en el estado de Querétaro, México, se encuentra un Problema Urbano de Vialidad en la Zona de Manantiales, San Isidro y fraccionamientos cercanos como Bosques de San Juan y Los Nogales, ya que estas zonas se comunican solamente por un puente vehicular de aproximadamente 40 m de longitud y 5 de Ancho, que en épocas de lluvias intensas entre los meses de Junio y Septiembre con una precipitación pluvial de 572 milímetros anuales [1] se inunda a causa que por debajo de esta pasa el cauce del Rio San Juan y como consecuencia se encharca e impide el paso Vehicular eh incluso peatonal.

El objetivo general es diseñar con criterios de sustentabilidad un puente que permita la movilidad de vehículos, acceso peatonal y la accesibilidad universal, incluyendo una ciclovía para reducir el uso de automóvil e implementar seguridad en el entorno público.

Los objetivos específicos: Diseñar un puente que permita la movilidad adecuada a vehículos que lo transiten. Evitar la concentración de agua en tiempos de lluvias intensas mediante el uso de estructuras de acero. Aplicar los principales criterios de arquitectura sustentable tomando en cuenta aspectos sociales, ecológicos y económicos. Optimizar el uso del puente para espacio público integrando una ciclovía.

Justificación del Problema. En la época de lluvia en esta ciudad el cauce del río tiende a crecer, a manera de tapar por completo el puente que conecta varios fraccionamientos con lo que es la zona centro, afectando la circulación tanto vehicular como la peatonal lo que genera que los usuarios tiendan a tomar distintas rutas las cuales ocasionan el traslado más prolongado de tiempo y también esto ocasiona un gasto más para las personas.

Al construir un puente más alto nos ahorraremos todas estas problemáticas mencionadas anteriormente. Al igual se implementará un grado de innovación en cuanto a su construcción y aportará un gran beneficio para los usuarios. Debido a sus condiciones geográficas, México experimenta el embate de una gran variedad de fenómenos naturales, entre ellas fenómenos hidrometeorológicos, tales como ciclones tropicales, frentes fríos, entrada de aire húmedo, los cuales pueden ocasionar lluvias intensas que pueden provocar inundaciones, deslaves u otros efectos de esta naturaleza. [2]

Entre los factores a considerar en las inundaciones están: la distribución espacial de la lluvia, la topografía, las características físicas de los arroyos y ríos, la pendiente del terreno, la pérdida de cobertura vegetal, el uso de suelo, la basura dejada en las calles, la invasión de la gente en las zonas inundables, la expansión de la mancha urbana sin planificación. [2]

Esto ocasiona que las inundaciones se conviertan en un problema extraordinario, debido a que su frecuencia de ocurrencia es mayor a la permanencia de las autoridades municipales y/o estatales, y éstas no lo visualizan con la importancia debida dentro del plazo de su encargo, por lo que toman decisiones sin evaluar los efectos en el mediano y largo plazos (como permitir construcciones en zonas inundables).

En la época de lluvia en esta ciudad el cauce del río tiende a crecer, a manera de tapar por completo el puente que conecta varios fraccionamientos con lo que es la zona centro, afectando la circulación tanto vehicular como la peatonal lo que genera que los usuarios tiendan a tomar distintas rutas las cuales ocasionan el traslado más prolongado de tiempo y también esto ocasiona un gasto más para las personas. Al construir un puente más alto nos ahorraremos todas estas problemáticas mencionadas anteriormente.

Al igual se implementará un grado de innovación en cuanto a su construcción y aportará un gran beneficio para los usuarios.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los pasos preliminares para el desarrollo del proyecto serán esenciales para la construcción, funcionamiento, longevidad y funcionalidad ya que si alguno de los datos recopilados puede llevar a un error pequeño en el papel, más sin embargo mayúsculo en la obra, que podría comprometer la seguridad de la misma y sus usuarios por lo que se harán con suma precaución y detalle para obtener resultados válidos y concisos con variables y/o errores de captura dados por los sistemas de medición usados omitiendo en lo más posible el error del factor humano.

Se analizarán los elementos principales que propiciarán una mejora en la calidad de vida como: seguridad, el medio ambiente, la movilidad, crecimiento y desarrollo y el entorno social.

Actualmente el puente se encuentra en pésimas condiciones, se observa una gran contaminación por los residuos sólidos urbanos, así como el escaso mantenimiento del mismo ya que en la infraestructura se observa el deterioro en los últimos años. (Puente en estado actual véase Figura 1).

Las personas no utilizan la guarnición del mismo puente ya que esta es insegura por no tener una protección y por el desprendimiento del concreto exponiendo el armado de varilla. (Deterioro en banquetas y guarniciones, véase Figura 2).

Figura 1.- Puente en estado Actual

Observamos que circulan alrededor de 100 vehículos por hora, aproximadamente 50 personas y 30 ciclistas por hora. Determinamos en este punto que este acceso es mayormente transitado.

Figura 2.- Deterioro en banquetas y guarniciones.

Integrar los espacios adecuados para la accesibilidad universal será una de las prioridades a optimizar dentro del proyecto diseñando adecuadamente las rampas con las pendientes establecidas por el reglamento y su respectiva señalización.

Por otro lado, se observó la vegetación del lugar y se encontró el nogal, pirul, eucalipto y el carrizo, esto, para integrar adecuadamente a los espacios y que proporcione un ambiente fresco dando un espacio mayormente cubierto de sombra. (Vegetación del sitio, Véase Figura 3)

Figura 3.- Vegetación del sitio

Parámetros para el diseño del espacio público.

El objetivo principal es desarrollar un ambiente seguro para todos los usuarios, especialmente para los peatones, durante todo el día contemplando la interacción de un extenso rango de edades (niños, jóvenes, adultos y tercera edad):

• Reducir la cantidad de accidentes viales creando e implementado una señalética adecuada; cruces de calles accesibles y adecuados.

• Priorizar la seguridad para grupos y medios de transporte vulnerables.

• Disminuir la cantidad de obstáculos dentro de las redes ciclistas y peatonales.

La iluminación es un factor muy importante a la hora de diseñar un espacio público puesto que este puede llegar a ser un detonador para generar seguridad.

El alumbrado será de acero inoxidable o de materiales resistentes que soporten la exposición al sol y lluvia. [3]

El medio ambiente implica una solución al mobiliario urbano que se instalará. En este caso llamamos mobiliario a todos los elementos urbanos que se ubican en las vías y espacios públicos de manera eventual o permanente. Estos elementos son principalmente bancas, basureros, teléfonos públicos, luminarias, ciclo puertos etc.

El correcto uso de los espacios destinados propiciara un ambiente agradable y una mejora sustentable a la hora de instalar iluminación y vegetación. La implementación y desarrollo de celdas fotovoltaicas para el aprovechamiento de la luz solar es un punto esencial en el proyecto además de la correcta separación de residuos sólidos. (Correcta colocación de la vegetación, Véase Figura 4)

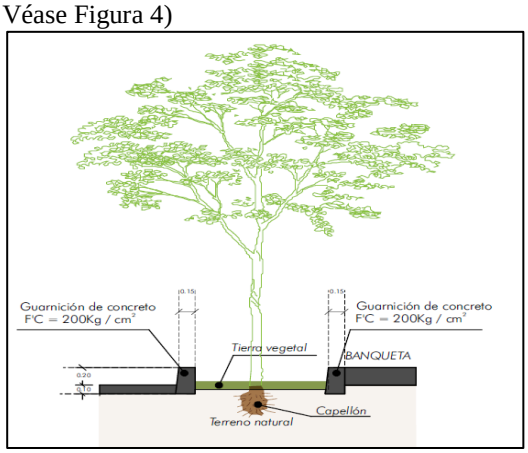


Figura 4.- Correcta colocación de la vegetación.

La movilidad en este proyecto es la más relevante ya que mediante el diseño adecuado lograremos aumentar considerablemente este aspecto. Para obtener buenos resultados es importante analizar la definición de vialidad, la cual, es parte del espacio público destinada al movimiento de las personas, ya sea en automóvil, en bicicleta o caminando. En este punto se conforma el sistema vial formado por diversas vialidades, permitiendo la circulación de las personas y bienes en los centros de población.

La señalética y distribución de la ciclovía como de las banquetas determina el uso y la seguridad dentro del espacio. (Distribución para las áreas de circulación vehicular y peatonal, Véase Figura 5) y (Medidas reglamentarias para ciclovía, Véase Figura 6).

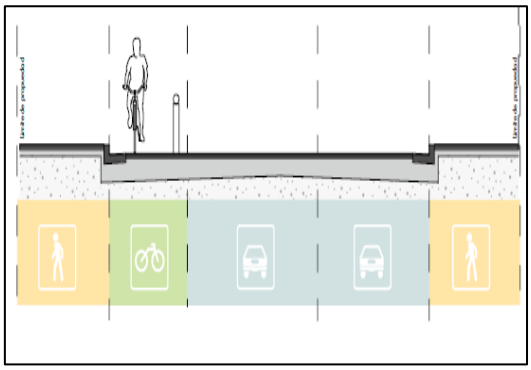


Figura 5.- Distribución para las áreas de circulación vehicular y peatonal.

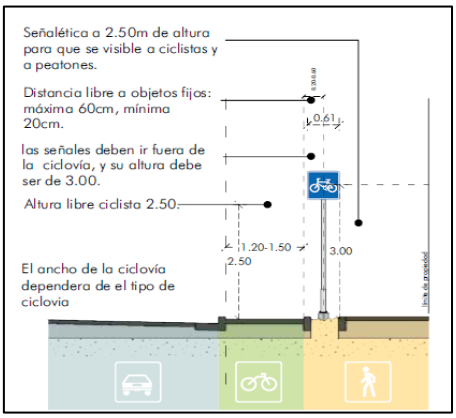


Figura 6.- Medidas reglamentarias para ciclovía.

El entorno social lo compone un territorio en conjunto, las costumbres y cultura de la sociedad determinarán el correcto uso del espacio público. La propuesta de mejora tiene como propósito un espacio en el que más allá de movilidad propicie un lugar de recreación y desarrollo para los habitantes de los alrededores.

El crecimiento y desarrollo de la zona se ha visto afectado por el deficiente diseño del puente. Existe un fraccionamiento colindante en el cual se presentan problemas de acceso e inundación en temporada lluviosa y por el cual las personas prefieren habitar en otro lugar. Analizando el contexto llegamos a la conclusión de que un mal diseño en espacio público trae consecuencias de expansión territorial dentro de una zona específica el cual reduciremos con todos los elementos mencionados.

Análisis del entorno y contexto.

Se comenzará con un muestreo fidedigno de la afluencia y el tránsito por este sitio, a la par con una encuesta de muestreo a los habitantes de las zonas aledañas para poder realizar un diseño óptimo de la influencia que tiene este puente, también como apoyo para el diseño de las vialidades que contará, contendrá y los tipos de vehículos que transitan por este.
Durante este muestreo se observará la zona y cuales la flora y fauna de este sector en específico deduciendo cual podría ser el daño o el impacto que podría recibir la zona en estos dos aspectos tratando de tener un impacto mínimo y de ser factible un impacto nulo dentro de ese aspecto. De ser un impacto considerable a dañino se cesará el desarrollo del proyecto pretendiendo conservar los recursos del lugar, en caso contrario se seguirá con el proyecto.
Posterior a esto se comenzará con un levantamiento topográfico del sitio, un muestreo de las características del agua, así como sus componentes químicos, bacterias y pH de la misma.
El levantamiento topográfico deberá realizarse durante la temporada seca en la cual la corriente del rio es muy baja y el segundo levantamiento se realizará durante la etapa máxima de lluvias para obtener el patrón de crecimiento del rio y poder optimizar el funcionamiento del puente y tomar en consideración cual sería la altura segura que permita librar el arroyo manteniendo aspectos ambientales vistos anteriormente.
El impacto ambiental que la sociedad provoca en la tierra es a tal grado, que se requiere buscar una opción más viable para la utilización de desechos que se producen en las viviendas, ya que, por la necesidad de cocinar diariamente, se acumulan desechos orgánicos que deben separarse y reciclarse para que la naturaleza actúe sobre ellos y los incorpore nuevamente a sus ciclos de nutrientes y evitar así, que se incremente la contaminación.

Propuestas de diseño.

A continuación, procederemos con el diseño arquitectónico- estructural del proyecto. El cual tomara en cuenta todos los aspectos normativos vigentes para este tipo de construcción rigiéndonos de ser posible por una normativa internacional validada por las autoridades pertinentes, también apoyándonos en reglas de accesibilidad universal cubriendo cualquier aspecto dentro de dicho diseño, se analizarán los pro y los contra de las propuestas realizadas en este paso descartando aquellas que no cumplan satisfactoriamente con las normativas, terminando así con un proyecto convincente no

solo para los diseñadores sino para un público en general el cual será usuario del mismo.

Para el diseño del puente realizamos bocetos a mano alzada con técnicas de expresión plástica en el primer boceto se muestra como posible propuesta un puente de arco superior atirantado. (Boceto para puente de arco superior, Véase Figura 7). En el segundo boceto apreciamos la integración de la vialidad peatonal y la vegetación para la proyección de sombra. (Boceto de puente, vista en planta, Véase Figura 8).

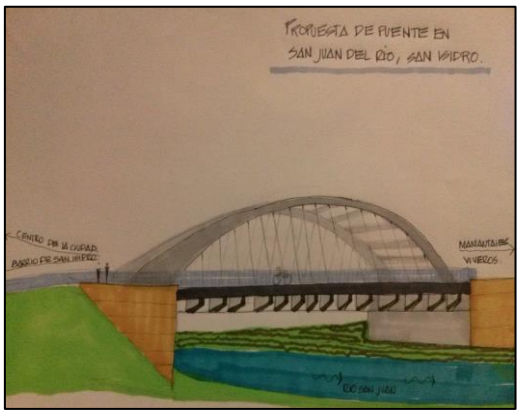


Figura 7.- Boceto para puente de arco superior.

Los puentes arco con tablero inferior presentan dos particularidades que los han mantenido entre las soluciones habituales a lo largo de los años oscuros para los arcos que produjo la irrupción del pretensado en los años 50. La primera de ellas es su comportamiento resistente, ya que es una estructura arco que no transmite cargas horizontales a la cimentación al estar atirantado en el tablero. Esta propiedad permite su aplicabilidad hasta en las peores circunstancias de cimentación. En segundo lugar, su condición de puente arco la mantiene quizás con más intensidad que en los arcos con tablero superior, la relación entre la rigidez del arco y la rigidez del tablero, relación fundamental en la respuesta ante sobrecargas no simétricas. [4]

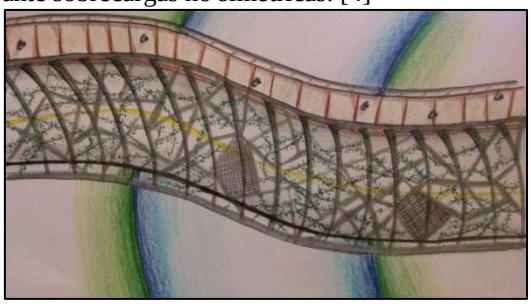


Figura 8.- Boceto de puente, vista en planta.

Trabajos preliminares de la obra.

En este punto entramos en el proceso de la ejecución de un proyecto ejecutivo el cual se presentará a las autoridades correspondientes que dictaran el veredicto para la ejecución de la obra. Para las cuales se desarrollará un plan de trabajo, así como un calendario que muestre los avances y aspectos que se realizaran en la obra. Siendo aprobado el proyecto se realizarán los trabajos preliminares correspondientes dentro del lugar. Como lo serian la limpieza del área a trabajar, en un caso especial o dado se realizaría un desvió del caudal del rio para poder trabajar de una manera más eficiente y sin contratiempos, de ser necesario se hará la remoción del puente existente, los trabajos de remoción de tierras, excavaciones se realizarán en sus momentos pertinentes debido al estado del suelo a trabajar.

Criterios para la cimentación del puente.

La cimentación bajo agua es una de las partes más delicadas en la construcción de un puente; por la dificultad en encontrar un terreno que resista las presiones, siendo normal el empleo de pilotes de cimentación. Las pilas deben soportar carga permanente y sobrecargas sin asentamientos; ser insensibles a la acción de agentes naturales; viento, grandes avenidas, etc. (Armado y colocación de pilas, Véase Fig. 9). Los estribos deben resistir todo tipo de esfuerzos; se construyen generalmente en hormigón armado y formas diversas. [5]

Se realizaran los encofrados y/o realizaran las cimentaciones o anclajes que soportaran la estructura del puente, como el armado del esqueleto del mismo para con esto dar pie a el comienzo de la ejecución de la obra en la que se tratara de cumplir con los plazos establecidos para una puntual entrega del proyecto y que el proyecto se lo más pronto útil para resolver el problema solicitado.

La obra no concluye con la entrega de esta ya que se le realizaran trabajos de mantenimientos lo cuales estarán dados por los materiales usados y las instrucciones de los fabricantes para que la obra no caiga en un estado deplorable y tenga un uso de vida mayor y no se quede en un proyecto de solución nada más, sino que este posteriormente sea una vía de comunicación ejemplar y de replicar dentro de la sociedad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de este proyecto son los siguientes:

Propuesta de diseño de puente.
Propuesta de equipamiento urbano.
Propuesta de arquitectura de paisaje.

CONCLUSIONES

Como resultado de este proyecto se resolverá la problemática de inundación en las Zonas de Nogales, San Isidro y alrededores en San Juan del Rio, Querétaro., ya que con la propuesta de Infraestructura Urbana se evitarán inundaciones e inmovilidad de vehículos como de peatones por medio de un puente de estructura metálica integrando Tecnologías Sustentables diseñado tomando en cuenta el flujo vehicular y el nivel de agua en épocas de lluvia.

Como solución factible se propone la construcción de un nuevo puente el cual tenga una mayor altura para el correcto desagüe del caudal que fluye continuamente. El desarrollo de ciclovía, banquetas, cunetas, alumbrado, accesibilidad universal y peatonal tanto como separación de desechos e implementación de celdas fotovoltaicas para el ahorro energético y aprovechamiento de la radiación solar son los puntos estratégicos para la elaboración del proyecto ejecutivo.

Con esta infraestructura se mejorará tanto el nivel visual Urbano de dicha zona tanto el aspecto Económico ya que se fomentará el paso seguro de los habitantes dándoles una zona de confort y seguridad. Se incrementará la cultura de separación de los residuos, así como la de optar por el uso de la bicicleta para disminuir la contaminación.

Otro objetivo es disminuir los niveles de vandalismo dentro de la zona incrementando la iluminación adecuada por la noche, fomentar la cultura de separación de residuos sólidos, así como el cuidado de la nueva infraestructura y de las áreas verdes y mobiliario urbano. Por último, como punto principal la movilidad y flujo de circulaciones tanto peatonales como vehiculares con ciclovía y rampas de accesibilidad universal.

REFERENCIAS

[5] Datos de estudio del clima en particular precipitación pluvial y épocas de lluvia: http://www.elclima.com.mx/san_juan_del_rio.htm

[6] Felipe I. A. Cortés, Michel R. Moshinsky, Antonio A. Godínez, Rubén C. Guillen, Mario L. Pérez, Ulrich H. Engelmann, Antonio D. Capiterucho. "Manual para el Control de Inundaciones", Edición 2011. Editor Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México 2011. pp. 1

[7] Dirección General de Obras Públicas de Zapopan. "Manual de Diseño de Espacio Público". México 2009, pp. 99-100.

[8] Fernández, C. (2003). Ciencia y Técnica de la Ingenieria Civil. Puentes Arco con Tablero Inferior. p.p, Recuperado de: http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/2003/2003_septiembre_3436_01.pdf

[9] Hernández, H. (2004). Manual de Administración y control en cimentación de puentes. Introducción a los puentes. p.p 8. Recuperado de: http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/2231/2/1145