



INNOVA INGENIERÍA, PUBLICACIONES TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

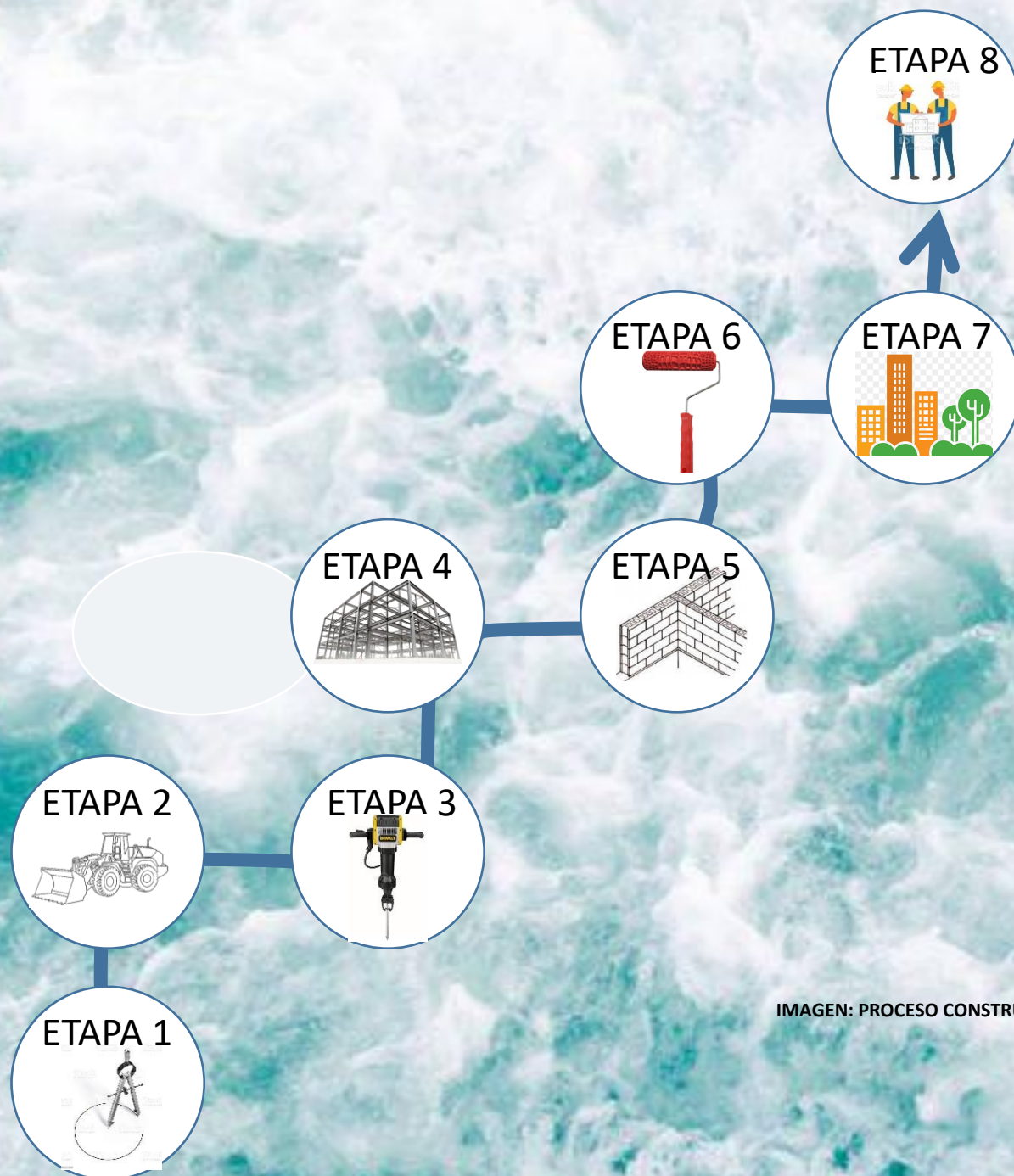


IMAGEN: PROCESO CONSTRUCTIVO

www.innovaingenieria.uagro.mx

DIRECCIÓN GENERAL

DR. EDGARDO SOLÍS CARMONA.

CONSEJO EDITORIAL.

PRESIDENTE DEL CONSEJO

DR. VALENTÍN ALVAREZ HILARIO.

CONSEJEROS.

DR. ROBERTO ARROYO MATUS
DRA. ALMA VILLASEÑOR FRANCO
DR. WILFRIDO CAMPOS FRANCISCO
DR. RENÉ VAZQUEZ JIMÉNEZ
M.C. JOSERRITH E. GUTIÉRREZ ALANIS

COMITÉ ARBITRAL.

DR. SEVERINO FELICIANO MORALES
DR. VALENTÍN ALVAREZ HILARIO.
M.C. ERIC RODRÍGUEZ PERALTA.
M.C. LEÓN JULIO CORTEZ ORGANISTA.
DR. MARIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ
DR. JOSE LUIS HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ
M.C. ALFREDO CUEVAS SANDOVAL.
M.I. JESUS AGÜERO LÓPEZ
M.C. MARICARMEN ALARCÓN ALARCÓN
M.I. ROXANA ANDREA ADAME PORRAS
M.A. VERÓNICA O. SEVILLA MUÑOZ
M.C. RAMIRO RUIZ SILVA
M.I. WENDY ROMERO ROJAS
DRA. ROCÍO NAYELLY RAMOS BERNAL

INNOVA INGENIERÍA, PUBLICACIONES TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN, AÑO 6, NÚMERO 6, JULIO 2020 – JUNIO 2021, ES UNA PUBLICACIÓN ANUAL, ARBITRADA, EDITADA POR LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO A TRAVEZ DE LA UNIDAD ACADEMICA DE INGENIERÍA. DOMICILIO: AV. LÁZARO CÁRDENAS S/N. CIUDAD UNIVERSITARIA SUR, C.P. 39070 TEL: 07-747-471-93-10, EXT.: 3635, URL: <http://innovaingenieria.uagro.mx>; E-MAIL: ingenieria@uagro.mx; EDITOR RESPONSABLE: VALENTIN ALVAREZ HILARIO; RESERVA DE DERECHOS AL USO EXCLUSIVO DEL TÍTULO NO. 04-2017-061613262800-203. ISSN: EN TRÁMITE. AMBOS OTORGADOS POR EL INSTITUTO NACIONAL DEL DERECHO DE AUTOR.

ESTA ES UNA REVISTA DE ACCESO ABIERTO, LO QUE SIGNIFICA QUE TODO EL CONTENIDO ESTÁ DISPONIBLE GRATUITAMENTE, SIN CARGO ALGUNO PARA EL USUARIO, BIEN SE TRATE DE UNA PERSONA O DE UNA INSTITUCIÓN. LOS VISITANTES PUEDEN LEER, DESCARGAR, COPIAR, DISTRIBUIR, IMPRIMIR, BUSCAR O ENLAZAR LOS TEXTOS COMPLETOS DE LOS ARTÍCULOS DE ESTA REVISTA SIN PEDIR PERMISO PREVIO DEL EDITOR O DEL AUTOR, PERO CITANDO LA FUENTE ORIGINAL EN “INNOVA INGENIERÍA, PUBLICACIONES TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN”, RECONOCIENDO AL TITULAR DE LOS DERECHOS MORALES DE AUTOR, DE LOS CUALES LA REVISTA ES DEPOSITARIA POR UN PLAZO PERENTORIO DE 12 MESES A PARTIR DE LA FECHA DE SU PUBLICACIÓN. SE PROHÍBE ALTERAR LOS CONTENIDOS DE LOS TRABAJOS APARECIDOS EN LA REVISTA. SE PROHÍBE SU REPRODUCCIÓN CON FINES DE COMERCIALIZACIÓN. ESTO ESTÁ DE ACUERDO CON LA DEFINICIÓN DE LA INICIATIVA DE LIBRE ACCESO DE BUDAPEST (BOAI, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS).

RESPONSABLES DE LA ULTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA REVISTA EN ESTE SITIO: DIONICIO SANTIAGO GARCÍA. FECHA DE ÚLTIMA MODIFICACIÓN 13 DE JUNIO DE 2021.

SU OPINION ES IMPORTANTE.

ESCRIBANOS A: ingenieria@uagro.mx

EDITORIAL

Innova Ingeniería es presentada para los lectores e investigadores interesados en el tema de la ingeniería civil, constructora, topográfica y en sistemas computacionales. Así mismo, es una guía importante para el desarrollo de la docencia e investigación al interior y exterior de la Unidad Académica de Ingeniería, de los cuatro programas educativos que se incluyen dentro de la misma.

Con el desarrollo de las actividades por parte de los alumnos para poder obtener el grado académico y licenciatura del programa educativo al cual pertenece; debe llevar a cabo trabajos de investigación en el campo laboral con temas específicos en los cuales llevara a cabo los trabajos de investigación y participación correspondientes; el producto de estos trabajos es presentado al consejo académico para su validación y autorización correspondiente para poder obtener el título y cédula profesional.

En esta edición se presentan ocho publicaciones técnicas de investigación de algunos de los alumnos egresados de los diferentes programas educativos de la Unidad Académica de Ingeniería de los cuales fueron seleccionados por el consejo editor tomando en cuenta la innovación que existe en nuestro país en el ámbito de la Ingeniería.

Por consiguiente es una alternativa más para la investigación e innovación de las tecnologías nacionales e internacionales que hoy en día, están evolucionando constantemente y a un ritmo acelerado.

Dr. Edgardo Solís Carmona.



CONTENIDO

- Evaluación de factibilidad económica de un baño ecológico contra un sistema de fosa séptica en la colonia “Terrazas I” en chilpancingo de los bravo, guerrero. ----- 1
- Propiedades físicas y mecánicas para un concreto permeable, elaborado con agregados reciclados. ----- 9
- Estudio de la contracción autógena y un análisis de su presencia en elementos de concreto. --- 19
- Sistema de “mesa de ayuda” para resolución de eventos. -----28
- Guía para el intercambio de información en servicios de salud a través del aplicativo sinba. --- -35
- Vulnerabilidades de las redes IOT.-----48
- Sensor max30102 con arduino para la detección de la oxigenación en la sangre. -----54
- Modelado y simulacion de un robot autobalanceado mediante coppelia sim.-----62
- Variabilidad de la cantidad de cemento en concretos estructurales fabricados con planta dosificadora para obtener una resistencia especifica.-----71
- Integración de un sistema de información geográfica a partir de datos adquiridos en plataformas de acceso libre. -----77
- Analisis de la amenaza por inundaciones en la localidad el durazno, municipio de tixtla de guerrero, guerrero; a través de sistemas de informacion geografica.---- -86
- Análisis de las principales causas de inseguridad en las zonas más vulnerables de zumpango del río, guerrero. -----93

“EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA DE UN BAÑO ECOLÓGICO CONTRA UN SISTEMA DE FOSA SÉPTICA EN LA COLONIA “TERRAZAS I” EN CHILPANCINGO DE LOS BRAVO, GUERRERO.”

JOEL DANIEL HUERTA
NAVARRETE

Universidad Autónoma de
Guerrero

Lázaro Cárdenas S/N, CU
C.P. 39070

Chilpancingo de los Bravo,
Gro. México

(747) 4599346

joeldaniel.jh@gmail.com

M.C. VINIZA
CRISTINA
MARTINEZ
FLORES

Universidad Autónoma
de Guerrero

Lázaro Cárdenas S/N,
CU C.P. 39070

Chilpancingo de los
Bravo, Gro. México

(744) 1705380

15329@uagro.mx

M. EN I. ROXANA
ANDREA ADAME
PORRAS

Universidad Autónoma
de Guerrero

Lázaro Cárdenas S/N,
CU C.P. 39070

Chilpancingo de los
Bravo, Gro. México

(747) 3991772

17684@uagro.mx

M. EN I. JESUS
AGÜERO LOPEZ

Universidad Autónoma
de Guerrero

Lázaro Cárdenas S/N,
CU C.P. 39070

Chilpancingo de los
Bravo, Gro. México

(734) 1388671

17978@uagro.mx

RESUMEN

En este proyecto de investigación se presenta el diseño de una fosa séptica y el diseño de un baño ecológico seco como solución a la falta de servicios de drenaje que presentan la colonia Terrazas sección I, ubicada en Chilpancingo de los Bravo, Guerrero.

Se presentan los aspectos más importantes con los que estos sistemas deben contar para su uso correcto y buen funcionamiento.

Estos dos sistemas se evaluarán económicamente respecto a su catálogo de conceptos, estos contarán con los materiales necesarios para su construcción, se toman en cuenta las ventajas, alcances y limitaciones que cada uno de estos sistemas poseen.

Palabras reservadas

Fosa séptica, Baño ecológico seco

INTRODUCCIÓN

El aumento acelerado de la población humana hace necesario el evolucionar y por consiguiente buscar espacios donde poder formar y desarrollar una mejor calidad de vida. Con la población en aumento se vuelve un problema para los sistemas de gobierno federal, estatal y municipal la proporción de servicios básicos con los cuales las personas por derecho deben contar.

Las poblaciones de escasos recursos y/o vulnerables presentan el problema de la falta de saneamiento, ya sea por la inexistencia o deficiencia del sistema de drenaje, esto origina graves problemas de salud pública debido al incremento de enfermedades, además de perjudicar el medio ambiente. Hay soluciones simples y de fácil aplicación para las familias y comunidades que ayudan a mejorar la calidad de vida de personas y así mismo el medio ambiente.

La implementación de fosas sépticas y baños ecológicos secos son la solución del problema social, sanitario y ambiental de comunidades marginales que no cuentan con el servicio de drenaje, desarrollando estos sistemas de una manera eficaz, de

fácil manejo y acceso, esto aporta las soluciones y ayuda a mejorar la calidad de vida de la población en todos sus aspectos.

Estas dos alternativas de saneamiento serán explicadas a lo largo de este proyecto de investigación por lo cual se recolectó una cantidad importante de información referente a estos dos sistemas.

El trabajo está dividido en cuatro capítulos; en el primero se identifica el problema y la necesidad a resolver. El segundo capítulo precisa aspectos importantes que deben tenerse en cuenta en estos dos sistemas, así como el proceso constructivo de estos modelos sanitarios.

En el capítulo tres se presenta la evaluación económica con respecto al catálogo de conceptos de cada sistema, estos contarán con los materiales necesarios para su construcción, se tomaron en cuenta los beneficios que cada uno puede aportar. Por último, se presentan las conclusiones que se desprenden de esta investigación.

1.-CASO DE ESTUDIO

El objetivo de estudio de este proyecto de investigación es la propuesta de dos sistemas como alternativas a la falta del servicio de drenaje en cuatro viviendas de la colonia Terrazas sección I, ubicada sobre la carretera Chilpancingo – Amojileca; ya que estas se encuentran asentadas sobre laderas y está considerada como zona de alto riesgo. Tomando como base la investigación “PROPUESTA DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO PARA VIVIENDAS LOCALIZADAS EN ZONAS VULNERABLES EN LA COLONIA TERRAZAS I” una tesis de licenciatura de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Guerrero, se propone un proyecto el cual ayude a mejorar la calidad de vida de las personas de esta zona.

La localización de la colonia (zona marginal) como el lugar en donde están construidas las viviendas impide el suministro de servicios, tales como agua potable y drenaje. Es por esto que se propuso realizar el diseño de un Baño Ecológico seco y una Fosa

Séptica y analizar el costo de su construcción como solución a la falta de servicios de agua potable y drenaje.

1.1. ZONAS MARGINALES

La desigualdad social que caracteriza a la sociedad mexicana se percibe mejor conforme se desagrega geográficamente la marginación, al pasar de entidades federativas a municipios y luego a localidades. Es precisamente a nivel localidad en donde se observa que, a pesar de los avances significativos en los indicadores sociales, económicos y demográficos, sigue siendo indispensable la intervención del gobierno mexicano para continuar reduciendo los rezagos que persisten en ciertos grupos poblacionales y ciertas regiones del país.

En Guerrero, 13.73 por ciento de la población de 15 o más años era analfabeta y 27.25 por ciento no había terminado la primaria; 13.03 por ciento de sus habitantes ocupaba viviendas sin drenaje ni sanitario; 2.40 por ciento residía en viviendas sin energía eléctrica; 15.64 por ciento no tenía agua entubada; 42.11 por ciento residía en viviendas con hacinamiento; 14.86 por ciento habitaba en viviendas con piso de tierra; 49.68 por ciento vivía en localidades con menos de 5 mil habitantes; y 53.29 por ciento de la población ocupada ganaba hasta 2 salarios mínimos. (CONAPO, 2016.P.17)

El índice de marginación a nivel municipal permite diferenciar y ordenar estas áreas geoestadísticas según el nivel o la intensidad de nueve tipos de carencias englobadas en cuatro dimensiones socioeconómicas: educación, vivienda, distribución de la población e ingresos monetarios, medidos como porcentaje de la población que carece de éstos. (CONAPO, 2016.P.23)

1.2. ZONAS DE RIESGO

Al aumentar los elementos que pueden ser afectados en una zona de amenaza el riesgo crece. Cuando existe una población mayor o un número de bienes que sean susceptibles a un daño en una área de amenaza determinada, la vulnerabilidad es mayor y por ende el riesgo aumenta. Y cuanto más endebles o incapacidades estén las personas y los bienes que ahí se localizan para encarar estos eventos, son en realidad más vulnerables y representan no solo por su cantidad si no por las características en las que se encuentran, un riesgo. Podemos decir entonces que las zonas de riesgo se precisan al determinar dentro del área de amenaza establecida, la existencia diferenciada de infraestructura, viviendas, población o bienes considerando que el mayor riesgo se tiene donde existe mayor grado de amenaza y la alta presencia de bienes o personas susceptibles de afectación. (DOCUMENTO DE APOYO PARA LA ELABORACION DE PLANES DE DESARROLLO MUNICIPAL, 1989)

1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

1.3.1. FALTA DE SERVICIOS

En la actualidad el área de estudio se puede observar con un déficit en la dotación de los servicios básicos ya que solo cuenta con el servicio de electricidad. Y debido a la falta del servicio de drenaje, las aguas negras provenientes de las viviendas son desechadas en las barrancas provocando una contaminación que afecta a los habitantes de la misma zona. En el caso de la dotación del agua potable, los habitantes de estas viviendas adquieren el agua por medios externos a los servicios públicos de la ciudad y

por ello se ven en la necesidad de reciclar el agua para sus diferentes actividades cotidianas.

1.3.2. NECESIDAD DE LAS PERSONAS POR UN ESPACIO DIGNO

El concepto de digno, puede entenderse como aquello que por su condición es: “de calidad aceptable, o bien se refiere a un hábitat que puede aceptarse o usarse sin afectar la honra del beneficiario y por ende no afecte su reputación” (RAE)

El derecho a la vivienda digna y decorosa implica tener las siguientes condiciones y características; : 1) que no ponga en riesgo la satisfacción de otras necesidades básicas; 2) con seguridad en su tenencia; 3) con materiales y diseño de calidad; 4) bien ubicada y con acceso a servicios básicos y complementarios funcionales y suficientes; 5) emplazada en un barrio seguro, con espacios comunes, áreas verdes y calidad comunitaria; 6) con un diseño que como unidad y como asentamiento atienda a estándares técnicos de calidad y sea aceptable para sus habitantes; y 7) en un hábitat digno, integrado al entorno natural de manera responsable e incorporando tecnologías.

2.-DISEÑO CONSTRUCTIVO

2.1. BAÑO ECOLÓGICO SECO

Los baños ecológicos secos son aquellos que funcionan sin gastar agua. La función principal de este baño, es separar los desechos sólidos de los líquidos. Para ello se utiliza una taza con división.

“El Baño Ecológico Seco es un sistema respetuoso del medio ambiente, de nuestros vecinos y de nosotros mismos; recupera y recicla nutrientes y materia orgánica para las plantas y evita la propagación de enfermedades, manteniendo limpio nuestro hogar”. (UNIDAD DE ECOTECNOLOGIA UNAM, P.7)

2.1.1. ¿COMO FUNCIONA UN BAÑO ECOLÓGICO SECO?

Estos baños tienen como objetivo la deshidratación en el sitio de las heces, mediante el uso alternativo de dos cámaras receptoras de heces una al lado de la otra. Esto se hace usando una taza partida para la orina y las heces. La orina se recoge en el separador en la parte delantera del recipiente, que está conectado por una manguera al depósito o pozo de absorción. Para los residuos sólidos, hay un depósito, y con cada uso se deben cubrir las heces con una mezcla de tierra, ceniza y un poco de cal para mantener alta la alcalinidad.

La interfaz del usuario (inodoro) se traslada a la segunda cámara, que se usa hasta que esté llena; cuando ésta se completa, se vacía la primera con una pala, a través de un acceso trasero a la bóveda. En ese momento, se sella la segunda y se vuelve a trasladar el inodoro a la primera.

(INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL, 2016, PP.21, 22.)

2.2. CONSTRUCCIÓN DE BAÑO ECOLÓGICO SECO

2.2.1. LIMPIA TRAZO Y NIVELACIÓN

Se limpia el área de trabajo de toda maleza que se pudiera encontrar, piedras u otros objetos extraños, como también el camino por donde se llevarán los materiales al lugar de trabajo.

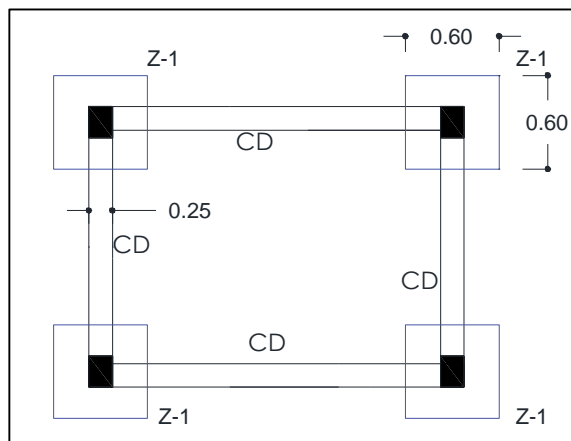
Si el terreno donde nos encontramos cuenta con pendientes tendremos que escarbar para tener un área plana donde podamos construir el baño.

Una vez limpia y emparejada el área de los trabajos se procede a trazar, esto quiere decir que se dibujara en el terreno las medidas de la cimentación que se muestren en el plano.

2.2.2. EXCAVACIÓN

Se hará la excavación manual de 4 cepas de sección 60 x 60 cms para las zapatas (Z-1) de nuestro baño seco teniendo una profundidad de 53 cms. También se excavaron las sepas donde irán las cadenas de desplante (C-D) que tendrán una profundidad de 20 cm y un ancho de 20 cms. Como se muestra en la figura siguiente.

Imagen 1.- Área de excavación de zapatas y cadena de cerramiento.

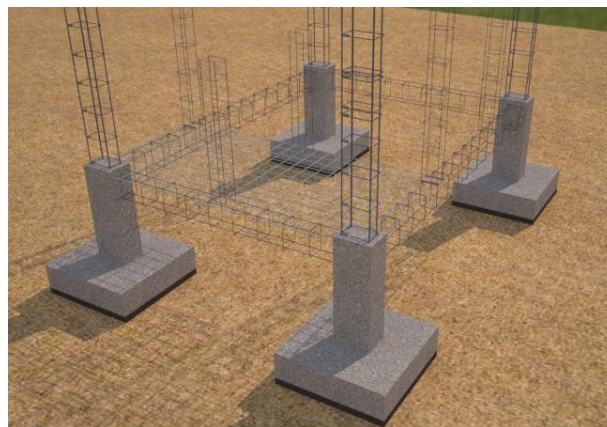


Fuente: Elaboración propia.

2.2.3. CIMENTACIÓN

Los cimientos estarán formados por 4 zapatas de sección 60 x 60 x 15 cms. Armadas con varillas de 3/8 a cada 15 cms. En ambos sentidos. De las zapatas se desplantarán catillos Electrosoldados de sección 15 x 20 cm anclados a la parrilla de la zapata con varillas de 3/8 como se muestra en la figura siguiente. Los cuales llegaran hasta la cadena de cerramiento (C-C). Las cadenas de desplante (C-D) serán de armex sección 15x20 se anclarán a los castillos con varillas de 3/8. El relleno será del material producto de la excavación compactado manualmente en capas de 20 cms.

Imagen 2.- Detalle de cimentación de modelo de baño ecológico seco



Fuente: Elaboración propia.

2.2.4. CÁMARAS DE SECADO

Las cámaras se construirán con una base reforzada con malla electrosoldada y tendrán 8 cm de espesor. Construida la base se procede a levantar los muros de las cámaras estas serán construidas con block pesado de sección 5 cms de alto x 12 cms de ancho x 24 de largo con justas de 1.5 cms.

Se dejarán las aberturas necesarias para nuestro sistema de ventilación, la tubería donde se ira la orina y los espacios para el eco-inodoro.

Se protegerán las paredes interiores de ambas cámaras con un aplanado que tendrá una proporción 1:3 acabado fino.

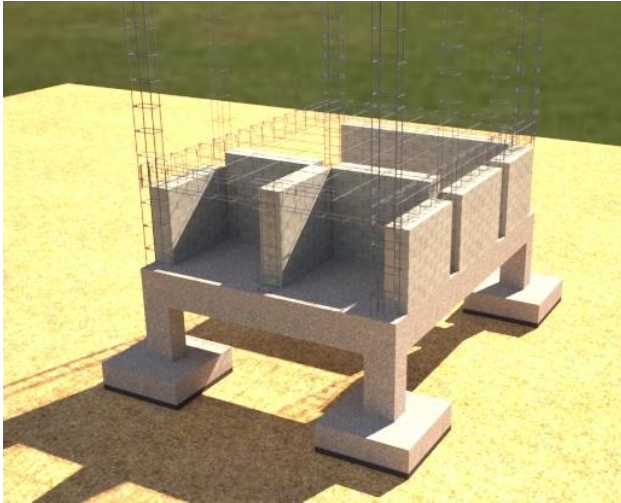
Se dejarán las aberturas de las compuertas de las cámaras donde se levantará un rodapié de 7 cms esto para impedir la entrada de agua de la lluvia. Las compuertas serán construidas de concreto armado, con el anclaje de dos asas para su fácil manipulación.

Una vez levantados los muros de procederá al colado de los castillos.

Sobre los muros se colocará una cadena de armex sección 20 x 15 la cual se anclará a los catillos con varillas de 3/8 esto brindará una resistencia mayor. Esta se cimbrará y colará dejando descubierto 5cms aproximadamente para poder hacer en anclaje de la losa de las cámaras.

Se pondrá la cimbra fronteriza alrededor de las cámaras y por debajo con placas de triplay apuntaladas con polines y barrotes, posteriormente se hará el armado de la losa, usando varillas de acero corrugado de 3/8"; se armarán a cada 20 centímetros en ambos sentidos. Para reforzar el armado, doblamos 6 centímetros de cada punta de las varillas anclándolas a la cadena que se dejó en descubierto. Una vez armada la parrilla, se calza el armado con algunas piedras pequeñas para que pueda pasar la mezcla por debajo y las varillas queden completamente cubiertas.

Imagen 3.- Detalle de construcción de cámaras de secado.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.5. CONSTRUCCIÓN DE MUROS DEL BAÑO ECOLÓGICO SECO (CASETA)

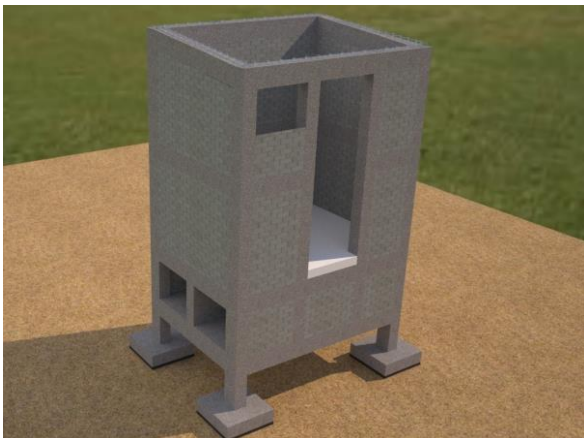
Para los muros de la caseta del baño ecológico seco se propone la utilización de block ligero con dimensiones; 5 cms. de alto x 12 cms. de ancho y 24 cms. de altura.

Se levantará los muros utilizando reventones los cuales nos servirán de guía, estos se amarrarán a los catillos que se desplantaron de las zapatas, se utilizara plomada y nivel de mano para su correcta colocación. Se levantarán 93 cm de muro, posteriormente se colocará una cadena intermedia (C-I) con sección de 15 x 15 la cual se anclará a los castillos con escuadras de varilla de 3/8. Las cuales se cimbrarán y colarán.

Se continuará la colocación de los muros y se procederá a encofrar los catillos para su colado y así confinar los muros.

Por último, se colocará la cadena de cerramiento (C-C) de sección 25 x 15 cms. que será armada con 6 varillas de 3/8. Y estribos de alambón a cada 20 cms. y estas serán encaladas a los castillos. Se cimbrará y colará dejando 5 cms. libres para el anclaje de la losa.

Imagen 4.- Construcción de muros baño ecológico seco.



Fuente: Elaboración propia

2.2.6. CONSTRUCCIÓN DE LOSA DE LA CASETA

Para su construcción se colocará cimbra en el interior como en el exterior de la caseta, esta será a base de triplay para un acabado aparente el cual se apuntalará con polines y barrotes, se colocarán las fronteras y se comenzará el armado de la losa.

La losa tendrá un armado con varilla de 3/8 a cada 20 cms. en ambos sentidos y anclada a la cadena de cerramiento con dobleces en las puntas de 6 cms. se dejarán anclajes de varilla para la base de tinaco. Se colocará la manguera y la caja para la iluminación.

Se procederá al vaciado de concreto el cual tendrá una resistencia de 250 kg/cm² que tendrá un acabado rustico para la colocación de impermeabilizante integral.

Imagen 5.- Construcción de losa de baño ecológico seco.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.7. ACABADOS

Muros: Tendrán una aplanada proporción 1:3 acabado fino y pintura según lo indica el proyecto.

Losa: Contara con la aplicación de impermeabilizante.

Cancelería: Contara con una puerta de lámina con perfil tubular y ventana de aluminio.

Muebles de baño: Contara con su eco- taza con separación, mingitorio seco, lavamanos y un tinaco.

Imagen 6.- Diseño terminado baño ecológico seco.



Fuente: Elaboración propia

2.3. FOSA SÉPTICA

Es un depósito de uno o más compartimentos, impermeable, de escurrimiento continuo y forma rectangular o cilíndrica que recibe, además de la excreta y agua residual provenientes de los inodoros, aguas grises de origen doméstico. Su construcción es generalmente subterránea y puede hacerse de piedra, ladrillo, concreto u otro material resistente a la corrosión. En algunos diseños, el depósito está equipado con pantallas o deflectores colgantes tanto en la entrada, para conseguir una distribución eficaz del agua y evitar altas velocidades, como en la salida, para evitar que escape la capa de espuma y nata que se forma durante su funcionamiento. (Comisión Nacional del Agua, PP.28,29).

2.3.1. ¿CÓMO FUNCIONA UNA FOSA SÉPTICA?

Un tanque séptico tiene como elemento fundamental un depósito de concreto en el que las burbujas de gas producidas arrastran partículas de materia orgánica en descomposición, inoculando de esta manera el líquido residual entrante con organismos necesarios para la putrefacción.

Un segundo compartimento, en el que las materias más ligeras en suspensión que han pasado por el primero, encuentren condiciones más favorables para la sedimentación.

Esto es particularmente útil cuando la descomposición anaerobia es rápida, y la cantidad de sólidos ya sedimentados en el primer compartimento es muy grande. La masa de lodos del depósito suplementario suele ser más homogénea, y tener un mayor grado de floculación que la del primero; se observa también una menor producción de espuma.

Como se mencionó antes, en el primer compartimento se mezclan el lodo y espuma con el líquido, debido a la turbulencia inducida por la entrada del agua residual y el proceso digestivo.

El segundo compartimento recibe el efluente clarificado a tasas bajas de carga hidráulica, propiciando menos turbulencia y mejorando las condiciones existentes para la sedimentación de sólidos de baja densidad. (Comisión Nacional del Agua, PP.31,32)

2.4. CONSTRUCCIÓN DE FOSA SÉPTICA

2.4.1. LIMPIA, TRAZO Y NIVELACIÓN

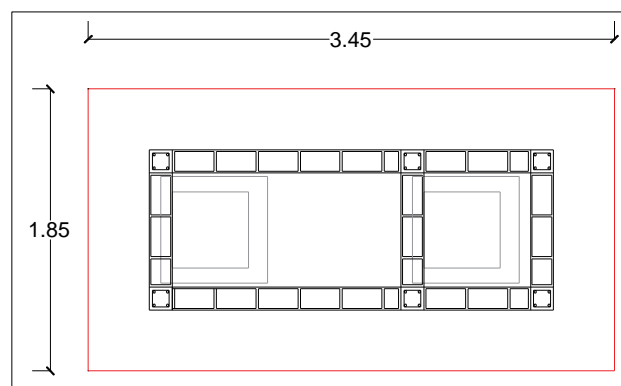
Antes de comenzar con los trabajos de construcción como primer punto tenemos que dejar limpia el área de toda maleza que se pudiera encontrar, piedras u otros objetos extraños, como también la ruta por donde se llevarán los materiales al lugar de trabajo.

Unas ves limpias y emparejadas el área de los trabajos se procede a trazar, esto quiere decir que se dibujara en el terreno las medidas de la cimentación de la construcción con ayuda de cal.

2.4.2. EXCAVACIÓN

La excavación se realizará a mano, tendrá una profundidad de 1.50 mts con respecto al nivel de terreno natural, se dejarán 40 cms. de margen para una mejor maniobrabilidad para la construcción de la fosa.

Imagen 7.- Área de excavación fosa séptica

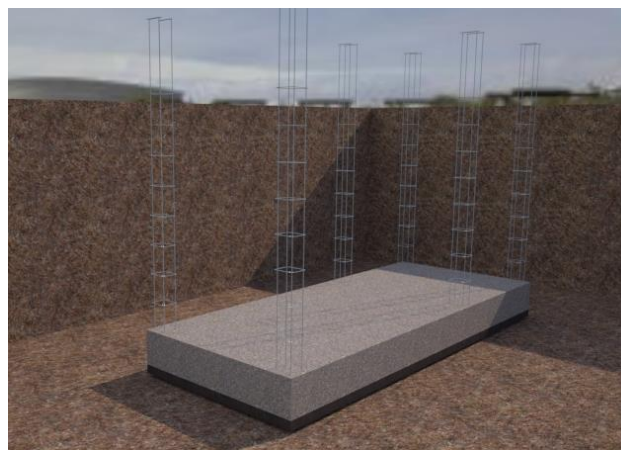


Fuente: Elaboración propia

2.4.3. CIMENTACIÓN

La cimentación estará formada por una plantilla de concreto simple con un $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$, una losa de concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, con un armado doble con varilla de 3/8 a cada 20 cms. en ambos sentidos, con un espesor de 20 cms.

Imagen 8.- Losa de cimentación de fosa séptica.



Fuente: Elaboración propia

2.4.4. CONSTRUCCIÓN DE CASTILLOS Y MUROS

Del armado inferior de la losa se anclarán 6 castillos, uno por cada esquina y dos más que confinarán el muro que dividirá ambas cámaras, serán de concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y estarán armados con 4 varillas de 3/8 y estribos de alambón a cada 20 cms. de separación.

Los muros se construirán con tabique rojo recosido con medidas: 6 cms de alto x 12 cms de ancho x 24 cms de largo, tendrán un alto de 1.60 hasta el nivel de la cadena de cerramiento, en este proceso se colocará la tubería de entrada de efluente, la tubería que conectará las dos cámaras y la salida del efluente. Así como el aplanado interior de ambas cámaras.

Teniendo los muros hasta el nivel de la cadena de cerramiento se procede a cimbrar y colar los castillos, esto para confinar los muros y tener una mayor resistencia.

Imagen 9.- construcción de muros y castillos de fosa séptica.



Fuente: Elaboración propia

2.4.5. CONSTRUCCIÓN DE CADENA DE CERRAMIENTO (C-C), LOSA Y REGISTROS

La cadena de cerramiento (C-C) tendrá una sección de 15 x 20 cms armada con 4 varillas del número 3 a cada 15 cms. Con un concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$.

La losa se cimbrará dejando los huecos de los registros que tendrán un área de 50 x50 cms, estará formada por una parrilla de varillas del número 3 a cada 20 cm en ambos sentidos y tendrá un concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.

Los registros tendrán tapas de concreto armado de sección 70 x 70 cms con un concreto $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, armadas con 4 varillas del #3 a cada 20 cms y se dejarán ancladas dos azas de varilla del número 3 para su agarre.

Imagen 10.- Construcción de cadena de cerramiento, losa y tapas de registro de fosa séptica



Fuente: Elaboración propia

2.4.6. ACABADOS

La fosa contará con un repellido con una proporción 1:5 acabado extra fino por el exterior e interior, se agregará también un acabado pulido en el interior para su mejor impermeabilización y contará con chaflanes en las juntas inferiores.

Se construirá un registro sanitario el cual servirá como trampa de grasas para un mejor funcionamiento.

Imagen 11.- Diseño terminado de fosa séptica.



Fuente: Elaboración propia

3.-EVALUACIÓN ECONÓMICA

Se entiende como evaluación económica al proceso final de toda una secuencia de análisis de factibilidad de un proyecto de inversión, en la cual, una vez concentrada toda la información generada en los capítulos anteriores, se aplican métodos de evaluación económica que contemplan el valor del dinero a través del tiempo, con la finalidad de medir la eficiencia de la inversión total involucrada y su probable rendimiento durante su vida útil.

Se evaluaron los dos sistemas como alternativa a la falta del servicio de drenaje que se presenta anteriormente. Realizando la comparación económica con respecto al catálogo de concepto de cada sistema, se analizaron los precios unitarios, así como la mano de obra.

3.1. COMPARATIVA DE COSTO ENTRE EL BAÑO ECOLÓGICO SECO Y LA FOSA SÉPTICA

Tabla 1.- Comparativa de precios de baño ecológico seco y fosa séptica.

PARTIDAS PRESUPUESTOS	BAÑO ECOLÓGICO SECO		FOSA SÉPTICA	
	COSTO	%	COSTO	%
PRELIMINARES Y CIMENTACIÓN	\$ 8,433.56	18%	\$ 4,600.00	24%
ESTRUCTURA	\$ 7,626.06	16%	\$ 4,537.88	24%
ALBAÑILERIA Y ACABADOS	\$ 21,099.29	45%	\$ 9,777.22	51%
CANCELERIA Y HERRERIA	\$ 1,596.76	3%	-	-
INSTALACIONES ELECTRICAS	\$ 345.13	1%	-	-
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	\$ 8,018.80	17%	\$ 379.92	2%
TOTAL	\$ 47,119.60	100%	\$ 19,295.02	100%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se muestra la relación de partidas según el catálogo de conceptos de cada sistema constructivo, en ella se puede observar el monto total que cada sistema genera para realizar su construcción, la diferencia de costo y el porcentaje que genera cada partida que se consideró para su elaboración.

Cada uno de estos elementos maneja un proceso constructivo similar a base de mampostería confinada, pero se observa la diferencia en el diseño de una alternativa de un baño ecológico seco que cuenta con todos los elementos de un baño completo convencional y una fosa séptica con una capacidad de 2800 lts.

En la tabla (1) observamos la diferencia del costo que genera cada uno de estos sistemas, sin embargo, podemos notar que el baño ecológico seco económicamente es más costoso ya que cuanta con más elementos tales como acabados, cancelería, herrería, instalación eléctrica e instalación hidrosanitaria, que incrementan su costo hasta en un **(40.94%)** con respecto al costo de la fosa séptica.

La fosa séptica al ser diseñada para un consumo de aproximadamente 10 personas y tener un volumen de 2800 lts, presenta un menor costo ya que el modelo no genera tantos gastos para su construcción, cabe mencionar que entre más capacidad pueda tener la fosa séptica los gastos para su construcción incrementarán.

CONCLUSIONES

La fosa séptica, al diseñarse para el consumo mínimo de agua en las viviendas de la colonia terrazas, es por esto que tiene baja capacidad, lo cual logra de cierta manera parecer una propuesta más económica en relación a la construcción del baño ecológico seco.

El baño ecológico seco, por otra parte, se considera una propuesta definitiva, y más ajustada a las necesidades de los usuarios de la colonia, aunque en este trabajo de investigación se consideraron materiales industrializados para todo el proceso constructivo, con materiales resistentes y de larga duración; todo esto generó un costo más elevado al de la fosa séptica; sin embargo, se considera, que es un modelo que puede ser adaptado a cualquier otro sistema constructivo como puede ser madera (en las partes superiores del baño), con excepción de las cámaras de secado, estas se considera que forzosamente se deben de considerar conforme a esta propuesta para garantizar el buen funcionamiento de estas y se lograría economizar en la construcción.

Si se hace la comparativa de los dos sistemas tenemos que la fosa séptica cumpliría con el objetivo de solucionar la falta de drenaje que hay en el sitio, pero la falta de agua que hay en el lugar impediría el buen funcionamiento de este sistema causando problemas a largo plazo si este elemento no está presente continuamente en este sistema; es por esto que el baño ecológico seco es una propuesta ideal para estos lugares que se encuentran alejados o que carecen de servicios tales como el drenaje, como ya se mencionó esta propuesta se eleva en costo por los materiales que se propusieron en este diseño, pero se puede modificar el proyecto utilizando materiales de bajo costo que puedan ser accesibles para las familias de estas viviendas. Esto dejaría al baño ecológico seco como el sistema que dé solución a una de varias problemáticas que presenta la colonia Terrazas sección I.

RECONOCIMIENTOS

A mi directora por haberme planteado este tema de investigación y así poder ayudar a resolver una problemática por la falta de servicios de drenaje en la colonia Terrazas sección I.

A mis compañeras de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo UAGro por permitirme aportar esta propuesta al desarrollo de su investigación.

A las familias de las cuatro viviendas que me permitieron entrar en sus hogares y con esto poder desarrollar este proyecto.

REFERENCIAS

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. (S.F.). MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO (SANEAMIENTO BÁSICO). COYOACÁN, MÉXICO, D.F.: SUBDIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y SANEAMIENTO.

CONAPO. (2016). INDICE DE MARGINACION POR ENTIDAD FEDERATIVA Y MUNICIPIO 2015. MÉXICO, D. F: CONAPO.

CONSEJO NACIONAL DE EVALUACIÓN DE LA POLÍTICA DE DESARROLLO SOCIAL . (2018). ESTUDIO DIAGNOSTICO DEL DERECHO A LA VIVIENDA DIGNA Y DECOROSA 2018. CIUDAD DE MÉXICO : CONEVAL.

CONSEJO NACIONAL DE LA POBLACIÓN. (2012). ÍNDICE DE MARGINACIÓN POR LOCALIDAD 2010. MEXICO,D.F.: CONAPOA.

DOCUMENTO DE APOYO PARA LA ELABORACION DE PLANES DE DESARROLLO MUNICIPAL. (1989). PAUTAS Y CRITERIOS PARA LA DEFINICION DE ZONAS DE RIEZGO.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL. (2016). SISTEMA DE SANEAMIENTO SECO CON SEPARACION DE ORINA. San Martín, República Argentina: Sebastián Pérez.

ROSAS ARROLIO, A., ROJAS MOTA, C., & VARGAS NAJERA , S. (2020). PROPUESTA DE DISEÑO ARQUITECTONICO PARA VIVIENDAS LOCALIZADAS EN ZONAS VULNERABLES EN LA COLONIA TERRAZAS I. CHILPANCINGO DE LOS BRAVO, GRO.: FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO .

SERRANO, J. D. (2010). EL ACCESO AL AGUA Y SANEAMIENTO: UN PROBLEMA DE CAPACIDAD INSTITUCIONAL LOCAL. CIUDAD DE MÉXICO: EL COLEGIO DE MÉXICO.

UNAM, I. D. (2019). GESTION INTEGRAL DE RIESGO DE DESASTRES EN MÉXICO: REFLEXIONES,

RETOS Y PROPUESTAS DE TRANSFORMACIÓN
DE LA POLÍTICA PÚBLICA DESDE LA
ACADEMIA. CIUDAD DE MÉXICO: UNAM.

UNIDAD DE ECOTECNOLOGIA UNAM. (s.f.). MANUAL
DE CONSTRUCCION DE BAÑO ECOLOGICO
SECO.

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS PARA UN CONCRETO PERMEABLE, ELABORADO CON AGREGADOS RECICLADOS

Juan Carlos
Moreno Reyes

Facultad de Ingeniería
CU-Sur, Chilpancingo,
Gro, México
+52 (732) 114 33 75
C.P. 39070

Carlos.jcmr@outlook.es

Víctor Hugo
Muñoz García

Facultad de Ingeniería
CU-Sur, Chilpancingo,
Gro, México
52 (747), 472943
C.P. 39070

13518@uagro.mx

Daniel Delgado
de la Torre

Facultad de Ingeniería
CU-Sur, Chilpancingo,
Gro, México
52 (747), 472943
C.P. 39070

13702@uagro.mx

Alberto Jorge
Salvador

Facultad de Ingeniería
CU-Sur, Chilpancingo,
Gro, México
52 (747), 472943
C.P. 39070

09073@uagro.mx

RESUMEN

A nivel mundial, el concreto es uno de los materiales más producidos y utilizados en la construcción dentro de las obras civiles, pero también es uno de los grandes generadores de cantidades de residuos de demolición, por lo que ha representado así un problema debido a que son vertidos al medio ambiente de forma irresponsable. No solo afectando el suelo y el agua, sino que también al medio ambiente en general. Por lo que, en algunos países del continente europeo, los residuos de construcción y demolición se han reutilizado para darles nuevos usos. Es por ello, que el propósito de la siguiente investigación es demostrar la viabilidad de reutilizar los desechos de construcción y demolición como agregado de concreto permeable para aplicarse en obras civiles, y reducir el impacto ambiental causado por la sobre explotación de bancos de material.

Para la elaboración del concreto permeable, se utilizó material producto de demolición de un edificio ubicado en la Facultad de Ingeniería de la Uagro. En esta investigación se elaboraron y ensayaron a compresión simple cilindros de concreto de 15x30 cm. Donde los resultados demostraron que los agregados (producto de desecho) pueden ser utilizados en proyectos de construcción como: áreas de estacionamiento, parques, andadores, canchas deportivas entre otros usos relacionados con proyectos de concreto permeable.

Palabras reservadas

Concreto permeable con agregado reciclado

INTRODUCCIÓN

En la construcción de obras civiles, es común estar utilizando materiales como el acero y el concreto, ya que esto permite crear pequeñas y grandes obras en el campo de la ingeniería, haciendo del concreto, uno de los principales materiales más importante para hoy en día. Nacido de acuerdo con algunas investigaciones cerca del año 500 A. C. en el Mediterráneo occidental por medio de algunas construcciones importantes para ese tiempo, figura 1.



Figura 1. Presa Hoover ubicada en EEUU construida a base de concreto

El concreto es un material integrado por componentes como el cemento, agua y agregados (grava y arena). Siendo el agregado el componente que predomina, ya que constituye más de $\frac{3}{4}$ partes de su peso. Cabe considerar; por otra parte, que el concreto cuenta con la particularidad de cambiar de estado inicial de una mezcla plástica, a una cuya forma final, que es la de un compuesto sólido resistente, figura 2.



Figura 2. Mezcla de concreto predominante $\frac{3}{4}$ partes de agregado

La resistencia del concreto se mide en kg/cm^2 y se representa por medio de $f'c$, llegando a obtener resistencias de 350 a 400 kg/cm^2 , por lo que se considera que el concreto es el material más importante y utilizado dentro de la construcción de obras civiles.

Alrededor del mundo se han creado distintas variedades de concretos para diferentes tipos de proyectos, con el objetivo principal de desarrollar materiales de acuerdo a las necesidades deseadas para los diferentes usos y aplicaciones. Siendo así, uno de los concretos más importantes:

- Concreto Simple.
- Concreto Ciclópico.
- Concreto Estructural o Armado.
- Concreto Hidráulico.
- Concreto Premezclado.
- Concreto Prefabricado.
- Concreto Polimérico.
- Concreto de Vacío.
- Concreto Arquitectónico o Coloreado.
- Concreto Permeable

1.- ANTECEDENTES

El concreto permeable se ha utilizado en la construcción desde mediados del siglo XIX. Nacido así por primera vez en el Reino Unido debido a la falta de material y mano de obra adaptando solo el uso de agregado grueso y cemento como material para la construcción de residencias a finales de la década de 1930 durante la Segunda Guerra Mundial, figura 3.



Figura 3. Escasez de materiales y mano de obra.

El concreto permeable es también conocido como concreto poroso y también como un concreto de revenimiento cero por su alto grado de porosidad, está constituido principalmente por agregado grueso (grava), agua, cemento y aditivo. Formado uniones de agregado grueso rodeado de una delgada capa de pasta de cemento endurecida en sus puntos de contacto.

Este concreto tiene una porosidad entre 2 a 8 mm de tamaño, permitiendo así, que el agua pase fácilmente a través de ellos, situación que es diferente en un concreto convencional, figura 4.



Figura 4. Estructura porosa de un concreto permeable

1.1 APLICACIONES

Durante el desarrollo y evolución del concreto poroso o concreto permeable, se demostró que tiene grandes utilidades para aplicarlo en los diferentes campos, principalmente para pavimentar superficies de uso vehicular y peatonal, requiriendo áreas que permitan que el agua de lluvia se infiltre libremente al suelo. Tales como, por ejemplo:

- Vialidades con tráfico ligero.
- Área de estacionamiento.
- Parqueaderos.
- Pavimentos de plazoletas y parques.
- Andadores y banquetas.
- Filtros y/o sistemas de drenaje.
- Pavimentos, muros y pisos en donde se desean mejores características de absorción acústica.
- Lechos de sedimentos de plantas para el tratamiento de aguas negras.
- Protección de taludes y gaviones.
- Base en zanjas de ductos para tuberías.

Generalmente, debido a la estructura porosa de este material, el concreto permeable se utiliza en todas estas aplicaciones, por su alto grado de filtración como se muestra en la figura 5.

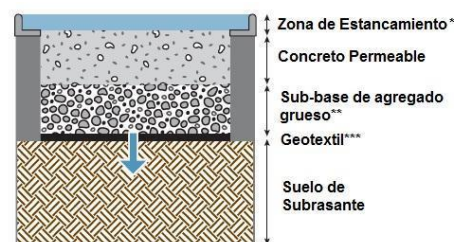


Figura 5. Proceso de filtración a través de una estructura porosa

1.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Durante el estudio de las propiedades y aplicaciones del concreto permeable se encontró que existen ventajas y desventajas del concreto frente al concreto tradicional, dentro de estas podemos mencionar:

1.2.1. VENTAJAS.

- Disminuye la necesidad de hacer obras para retener agua.
- Es compatible con alcantarillados de pequeña capacidad.
- Puede usarse como alternativa para áreas de aparcamientos.
- Permite la alimentación subterránea de mantos acuíferos de manera natural.
- Enfrenta el problema de inundaciones debido a su filtración por su estructura porosa.
- Permite que al filtrarse el agua tenga menos organismos contaminantes facilitando que llegue a los ríos y arroyos.
- Disminución en la contaminación acústica.
- Reduce la sobre explotación de bancos de materiales (agregado fino y gruesos).
- Bajo costo en el mantenimiento.
- Alta capacidad de adaptación al entorno.
- Permite la circulación de aire y por lo tanto menor retención de calor.



Figura 6. Acumulación de recarga de agua subterránea

1.2.2 DESVENTAJAS.

- Esguerramiento de agua en capa inferior cuando la pendiente es mayor de 5%.
- No resiste a maquinaria pesada en su aplicación
- No resiste a altos grados de compactación.
- No es apto para otras construcciones que no sea pavimentación.
- Tiene una menor resistencia al desgaste que el concreto convencional.



Figura 7. Compactación del concreto permeable con equipo menor

2. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS

Para la elaboración del concreto permeable, se utilizó material producto de demolición del Edificio 1 de la Facultad de Ingeniería de la Uagro, figura 8.



Figura 8. Demolición del edificio 1 de la Facultad de Ingeniería de la Uagro.

Se realizó un muestreo de material producto de la demolición del edificio 1 de la Facultad de Ingeniería, este muestreo consistió en tomar muestras de este material para aproximadamente de 150 kg de agregado, figura 9.



Figura 9. Muestra del agregado de la demolición, Edificio 1.

2.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES

Para poder determinar y obtener las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, se realizaron las siguientes pruebas:

- a) Humedad.
- b) % Absorción.
- c) Densidad.
- d) Peso Volumétrico Seco Suelto (P.V.S.S.)
- e) Peso Volumétrico Varillado Seco (P.V.V.S.)
- f) Granulometría.
- g) Desgaste.

Después del muestreo de concreto producto de demolición, con la finalidad de obtener las propiedades físicas de los agregados, se muestran a continuación las pruebas realizadas para su determinación, figura 10.



Figura 10. Obtención del agregado reciclado.

2.1.1. HUMEDAD.

Se realizó un cuarteo tomando el peso de una porción de muestra en estado natural, y por medio de un secado a la intemperie se tomó un peso de porción de la muestra, para determinar la pérdida de humedad del agregado reciclado, figura 11.



Figura 11. Secado natural de muestra de agregado reciclado

2.1.2. % ABSORCIÓN.

Se tomó una muestra por medio de un cuarteo colocando el agregado en un recipiente sumergido en agua a temperatura ambiente, durante un lapso de 24 horas. Posteriormente se realizó el peso del material en estado superficialmente seco y posteriormente se tomó el peso del mismo material en estado ambiente después de secado en una parrilla eléctrica por unos minutos, se procede con los cálculos para conocer el porcentaje de absorción del agregado reciclado, figura 12.



Figura 12. Secado de material por medio de una parrilla eléctrica.

2.1.3. DENSIDAD.

En una probeta con una graduación de 1000 cm^3 , se aforo con agua a nivel de 400 c.c., y usando una porción del material sobrante de la prueba de absorción en punto SSS (Saturado Superficialmente Seco), obteniendo el peso de la grava superficialmente seca, después se introducen las gravas en la probeta, generando movimientos oscilatorios y pasado unos minutos se obtiene la lectura final a nivel del agua. Se procede con los cálculos respectivos de la densidad del agregado reciclado, figura 13.



Figura 13. Probeta aforada con agua y agregado reciclado.

2.1.4. PESO VOLUMETRICO.

Permite conocer el peso del material en estado seco mediante una unidad de volumen, teniendo en cuenta las propiedades en PVSS (Peso Volumétrico Seco Suelto) y PVVS (Peso Volumétrico Varillado Suelto).

2.1.4.1. PVSS (PESO VOLUMETRICO SECO SUELTO).

En un recipiente con peso de 5.20 kg y un volumen de 0.00982 m^3 , se realizó el llenado con caída libre no mayor a 5 cm, con una cantidad de material aproximadamente de 20 kg. Para realizar una diferencia de peso total de recipiente de material lleno menos peso del recipiente de material vacío, obteniendo así el valor del peso volumétrico suelto seco (PVSS), figura 14.



Figura 14. Llenado a caída libre de recipiente vacío.

2.1.4.2. PVVS (PESO VOLUMETRICO VARILLADO SECO).

En un recipiente con peso de 5.20 kg, y un volumen de 0.00982 m^3 , se realizó un llenado con el material muestreado de aproximadamente 150 kg de la cual por cuarteo se utilizó aproximadamente 20 kg de material. El llenado se hizo en tres capas, donde cada una de ella fue compactada con una varilla punta de bala con 25 golpes en cada capa, distribuidos uniformemente sobre la superficie hasta su llenado, posteriormente así se pesó el recipiente con su contenido y haciendo su diferencia de peso compactado y peso del recipiente vacío (PVSS), figura 15.



Figura 15. Compactación a cada un tercio de agregado con una varilla punta de bala.

2.1.5. GRANULOMETRIA.

Se utilizó un juego de mallas ó tamices, número 3/4, 1/2, 3/8, No. 4 y fondo, las cuales son colocadas en orden descendente de mayor a menor abertura, se utilizó una muestra aproximadamente de 10 kg de material y agitando con las dos manos se logró determinar la masa retenida total en cada una de las mallas, figura 16.



Figura 16. Distribución de agregado por medio de la agitación dos manos.

2.1.6. %DESGASTE.

Se utilizó material ya lavado y secado con un peso inicial de 2500 g y comparando la granulometría junto con una tabla de proporciones se utilizó 11 esferas en la máquina de los ángeles de 30 a 33 rpm (revoluciones por minutos). Hasta completar 1000 por la tabla de proporciones mencionada, posteriormente se tomó todo el material y se colocó una malla No. 12 en el cual el material paso por medio de un lavado y secado en horno, realizando así los respectivos cálculos del porcentaje de perdida de material (desgaste), figura 17.



Figura 17. extracción de material junto a 11 esferas después de terminar 1000 rpm.

2.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE MEZCLA

Para el concreto permeable se puede considerar ciertas relaciones de diseño, una de ellas son los datos obtenidos en la caracterización del agregado grueso, de otro modo también son los parámetros que sirven para poder realizar una buena mezcla ya que de no realizarse de este modo afectará las propiedades mecánicas en estado endurecido, realizándose los siguientes parámetros:

- Relación agua-cemento (a/c).
- Relación agregado-cemento.
- Coeficiente de pasta.

El adecuado diseño de mezcla dependerá de las propiedades de los materiales usados y los resultados obtenidos en laboratorio.

2.3 PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO

Realizado el diseño de mezclas del concreto permeable con agregado reciclado se continuo con la elaboración del concreto, teniendo en cuenta la serie de moldes para efectuar el llenado y realizar las pruebas siguientes:

- a) Revenimiento.
- b) Peso unitario del concreto.
- c) Temperatura.

A continuación, se numeran las prácticas que se realizaron al concreto permeable en estado fresco, figura 18.



Figura 18. Concreto permeable elaborado con agregado reciclado en estado fresco.

2.3.1 REVENIMIENTO

Después de obtener la mezcla elaborada en olla (revolvedora) de capacidad de un saco, se obtuvo el revenimiento tomando el cono de Abrams y llenando en una tercia $1/3$ parte del cono a cada capa compactando a cada una de ella con una varilla punta de bala en 25 golpes de manera distribuida para después ser levantado el cono en un tiempo de 5 ± 2 segundos, determinando así el asentamiento del concreto y midiendo el mismo con un flexómetro, figura 19.



Figura 19. Prueba de llenado de cono Abram

2.3.2 PESO UNITARIO DEL CONCRETO

Utilizando el mismo recipiente de la prueba de peso volumétrico de los agregados pétreos, llenándose el recipiente con el concreto fresco a cada una tercia ($1/3$) parte y compactando a cada 25 golpes de manera distribuida, asimismo con ayuda de un mazo de goma se realizó a dar por cada capa 12 golpes al molde metálico para disminuir la pérdida de contenido de aire, posteriormente se pesó el recipiente con su contenido y haciendo uso de su diferencia de peso se calculó su peso unitario, figura 20.

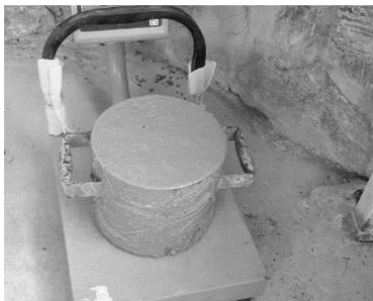


Figura 20. Registro del peso unitario de concreto

2.3.3 TEMPERATURA

Con la mezcla de concreto ya elaborada, se colocó un termómetro durante 2 minutos registrando así la temperatura del concreto en estado fresco, figura 21.



Figura 21. Registro de temperatura de concreto en estado fresco.

2.3.2 ELABORACIÓN DE PROBETAS

Para la elaboración de probetas de concreto se utilizaron moldes metálicos con dimensiones de 15 x 30 cm. El llenado de los moldes se realizó en 3 capas, cada capa se varillo con 25 golpes de manera distribuida, cumpliendo con lo establecido en la norma ASTM C31 / C31M, 2012, figura 22.



Figura 22. Llenado de molde metálico con concreto permeable

2.4 PROPIEDADES EN ESTADO ENDURECIDO

Pasadas las 24 horas del llenado de los moldes metálicos con concreto, se realizó el descimbrado de los mismos, los especímenes de concreto se sometieron a un curado por inmersión en agua en un cuarto de curado, para posteriormente ser ensayos a la edad de 3, 7, 14 y 28 días.

2.4.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

La resistencia a la compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto, de acuerdo a sus respectivas edades para su ensaye dentro de la normal ASTM C39.

Previo en ensaye a la edad de 3 días, se registraron las lecturas de 3 de sus diámetros superior, central e inferior del espécimen de concreto posteriormente se aplicó una capa de azufre en la parte superior e inferior del espécimen de concreto con la finalidad de lograr el paralelismo entre las caras para su prueba. Al cilindro de concreto se le aplicó carga por medio una prensa hidráulica para conocer el porcentaje y resultado de la resistencia a la compresión simple, este procedimiento fue realizado en cada uno de los ensayos con sus respectivas edades, figura 23.



Figura 23. Ensayo a compresión simple de concreto permeable (edad de 3,7,14 y 28 días).

3. RESULTADOS

3.1 EVALUACIÓN DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

El agregado grueso reciclado fue utilizado al 100%. Para el diseño de mezcla del concreto permeable con una resistencia $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$.

3.1.1 HUMEDAD EN OBRA.

Los resultados de la prueba de humedad en obra del agregado grueso para el concreto permeable, se presentan en la tabla 1. Y de acuerdo a las especificaciones de las muestras tomadas, el valor promedio del contenido de humedad es de 1.31%.

Tabla 1. Resultados de la prueba de humedad.

Determinación	Peso Húmedo (g)	Peso Seco (g)	Contenido de Humedad (%)
1	556.92	549.68	1.30
2	644.71	636.75	1.23
3	551.79	543.60	1.48
4	605.77	598.37	1.22

3.1.2 % ABSORCIÓN.

Los resultados de la prueba de % de absorción se obtuvieron conforme a las evoluciones de tres criterios, tabla 2. Donde el AGR le corresponde un valor de 5.08% siendo un valor mayor que el de un agregado grueso en estado normal.

Tabla 2. Contenido de absorción del AGR.

Determinación	P.M.S.S.S. (g)	P.M.S. (g)	ABSORCIÓN (%)
1	540.44	513.54	4.98
2	565.27	535.03	5.35
3	621.42	590.80	4.93
P.M.S.S.S.	Peso Muestra Saturada Superficialmente Seca		
P.M.S.	Peso Muestra Seca		

3.1.3 DENSIDAD.

La densidad del agregado grueso reciclado, se determinó conforme a tres parámetros realizados en dicha prueba, tabla 3.

Tabla 3. Valores obtenidos por medio de la prueba de densidad.

DETERMINACIÓN	P.P.S.S.S. (g)	LEC 1 (cm³)	LEC 2 (cm³)	DENSIDAD (g/cm³)
1	597.79	400.00	650.00	2.39
2	523.84	400.00	620.00	2.38
3	681.51	400.00	680.00	2.43
P.M.S.S.S	Peso Muestra Saturada Superficialmente Seca			

3.1.4 PESO VOLUMETRICO SECO SUELTO (P.V.S.S.).

El resultado del peso volumétrico se determinó de acuerdo a la norma ASTM C29. Donde la masa volumétrica aproximada del agregado comúnmente usado para un concreto de peso normal varía de $1200 \text{ a } 1750 \text{ kg/m}^3$ (Kosmatka et al., 2004), tabla 4 y 5, el molde del recipiente es de 0.00982 m^3

Tabla 4. P.V.S.S. correspondientes a la prueba de AGR.

Det.	P + R. Lleno (kg)	Peso Recipiente (kg)	PNT Material (kg)	P.V.S.S. (kg/m³)
1	17.66	5.20	12.46	1269.09
2	17.66	5.20	12.46	1269.09
3	17.77	5.20	12.57	1280.29
4	17.77	5.20	12.57	1280.29
P.V.S.S.	Peso Volumétrico Seco Suelto.			
PNT MATERIAL	Peso Neto del Material.			
VOL. RECIP.	Volumen del Recipiente.			
P + R. Lleno.	Peso más Recipiente Lleno			

Tabla 5. Cálculos de dimensionamiento de recipiente.

Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Volumen: (cm³)
25.047	20.195	492.72	9950.51
24.712	20.210	479.63	9693.31
24.928	20.162	488.05	9840.07
24.886	20.124	486.41	9788.46

3.1.5 PESO VOLUMETRICO VARILLADO SECO (P.V.V.S).

Los resultados obtenidos mediante el peso volumétrico varillado seco, demostró que el agregado es semejante a proporciones de un agregado natural, tenido como promedio realizado para dicha prueba un valor de 1356.93 kg/m^3 . De acuerdo a la tabla 6 y 7, el resultado obtenido se encontró dentro del rango de la norma ASTM C29, siendo un resultado bajo, debido al tipo de material utilizado, el molde del recipiente es de 0.00982 m^3

Tabla 6. P.V.V.S. correspondiente al Agregado Reciclado.

Det.	P + R. Lleno (kg)	Peso Recipiente (kg)	PNT Material (kg)	P.V.V.S (kg/m ³)
1	18.35	5.20	13.15	1339.36
2	18.49	5.20	13.29	1353.62
3	18.63	5.20	13.43	1367.88
4	18.62	5.20	13.42	1366.87
P.V.S.S.		Peso Volumétrico Seco Suelto.		
PNT MATERIAL		Peso Neto del Material.		
VOL. RECIPI.		Volumen del Recipiente.		
P + R. Lleno.		Peso más Recipiente Lleno		

Tabla 7. Cálculos de dimensionamiento de recipiente

Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Volumen: (cm ³)
25.047	20.195	492.72	9950.51
24.712	20.210	479.63	9693.31
24.928	20.162	488.05	9840.07
24.886	20.124	486.41	9788.46

3.1.6 GRANULOMETRIA.

La granulometría del agregado grueso, se realizó de acuerdo con la norma ASTM C136. En la tabla 8, se muestran los tamaños de agregados que se utilizaron en la granulometría y de acuerdo a la norma ASTM C33, el reciclado grueso cumple para ser utilizado en la elaboración del concreto, figura 24.

Tabla 8. Granulometría de agregado grueso.

No. de Malla	Material Retenido (g)	Material Retenido (%)	Material Retenido acumulado (%)	Material que pasa (%)
2	0	0.00	0	100.00
1 1/2	0	0.00	0.00	100.00
1	0	0.00	0.00	100.00
3/4	0.02	0.22	0.22	99.78
1/2	4.27	46.21	46.43	53.57
3/8	2.18	23.59	70.02	29.98
1/5	2.36	25.54	95.56	4.44
Fondo	0.41	4.44	100.00	0.00
Total	9.24	100		
Peso de la muestra		9.24		Kg.

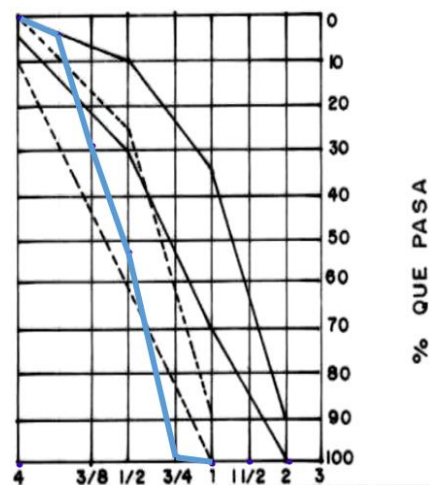


Figura 24. Distribución de la curva granulométrica del agregado grueso

3.1.7 DESGASTE.

Los resultados de la prueba de desgaste presento que la relación de perdida de material es el doble que la perdida de material de un agregado natural, debido a su principal característica de poseer un 50% de material contenido de grava y un 50% en combinación de mezcla de cemento y arena. Teniendo como resultado un valor de 36.85% de desgaste, tabla 9.

Tabla 9. Resultado de prueba de % Desgaste de AGR.

Determinación	Peso inicial (g)	Peso final. (g)	% Desgaste (g)
1	2500.00	1578.76	36.85
2	2500.00	1578.76	36.85
3	2500.00	1578.76	36.85

3.2 PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.

3.2.1 REVENIMIENTO.

La mezcla del concreto permeable con agregado reciclado presento con revenimiento menor que el de un concreto convencional, es decir un asentamiento de 4.5 cm, tabla 10.

3.2.2 PESO VOLUMÉTRICO

El peso volumétrico del concreto permeable en estado fresco determino como resultado un valor menor del 0.02% que el peso volumétrico de concreto agregado natura, tabla 10.

Tabla 10. Resultados obtenidos de la mezcla de concreto en estado fresco.

REVENIMIENTO (cm)	4.5	
PESO VOLUMETRICO REAL (kg/m ³)	2261	
AJUSTE DE AGUA (ml)	-300	ml respecto al diseño original.

Debido a su característica de ser un agregado reciclado producto de demolición, se reincorporo una cantidad de 300 ml de agua a la mezcla, debido por tener una característica mayor de absorción en agregado.

3.3 PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.

Dentro de esta investigación se realizó una comparación respectiva con un concreto elaborado con agregado natural y el concreto elaborado con agregado reciclado en estado endurecido, respectivamente a ensaye a compresión simple.

3.3.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

Los resultados de la resistencia a la compresión de la mezcla de concreto permeable elaborado con agregado reciclado se ensayaron a la edad de 3, 7, 14 y 28 días. Tabla 11, de acuerdo con el procedimiento establecido en la norma ASTM-C-39M.01. el comportamiento se presenta en la figura 25.

Tabla 11. Resistencia a la compresión de los concretos en $f'c$ en kg/cm^2

Días	AGN (kg/cm^2)	AGR (kg/cm^2)
3	106.14	83.08
7	145.40	101.00
14	183.59	127.03
28	192.37	152.20
AGN = Agregado Grueso Natural		
AGR = Agregado Grueso Reciclado.		

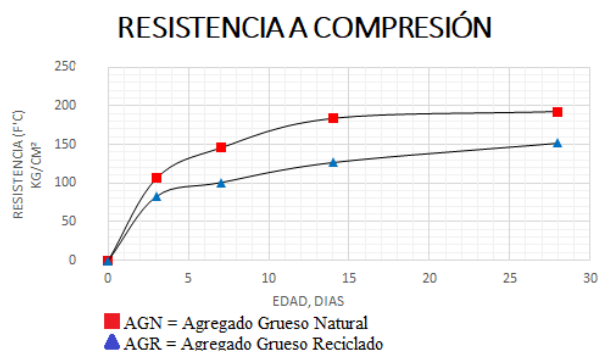


Figura 25. Comparativa de la resistencia a la compresión simple, con diferente agregado.

CONCLUSIONES

El crecimiento de las ciudades, conlleva una demanda continua de obra de construcción, así como también grandes sobre explotaciones de bancos de material generando también pérdidas de ecosistemas, además que también de innumerables residuos de material ocasionados por fenómenos naturales como los terremotos. Por lo que los residuos de construcción y demolición al ser desechados pueden volver hacer utilizados como agregados para elaboración de concreto nuevo ayudando a reducir en gran medida los recursos naturales no renovables.

Los resultados obtenidos de esta investigación indica que el concreto permeable elaborado con agregado reciclado cuya resistencia depende de la influencia de ciertas variables, es decir, que el agregado presento características menores en su durabilidad debido que el desgaste de dicho material cuenta con un porcentaje del 36.85% de perdida que un agregado en estado natural, en termino de absorción cuenta con un porcentaje alto de 5.08% debido por ser un material con características absorbentes de concreto. Teniendo así un peso menor que un agregado natural, el peso volumétrico en estado suelto seco (P.V.S.S.) cuenta con un valor menor de 1274.69 kg/m^3 entrando en el rango aceptable, pero con un valor bajo, de la misma forma el peso volumétrico varillado suelto (P.V.V.S.) presento el valor de 1356.93 kg/m^3 entrando también así en el rango aceptable, pero con un valor bajo para la norma ASTM C29.

El concreto permeable con agregado reciclado presentó una resistencia de 152.20 kg/cm^2 a una edad de 28 días y el concreto permeable elaborado con agregado natural una resistencia de 192.37 kg/cm^2 a una edad de 28 días, con referente al que fue diseñado (250 kg/cm^2), respectivamente dentro del estudio planteado el concreto permeable con agregado reciclado solo está sujeto aplicarse así en lugares con poco recibimiento de peso ya que su principal función es la filtración de agua por medio de su estructura porosa.

RECONOCIMIENTO

Al Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la Uagro por haberme permitido realizar esta investigación.

REFERENCIAS

- [1] Bedoya, c., & dzul, l. (2015). El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana. *Revista Ingeniería de Construcción* ric , 99-108.
- [2] Cabello Sequera , s., Campuzano Vera , l., Espinoza Correa , J., & Sánchez Mendieta, c. (2015). Concreto poroso: constitución, variables influyentes y protocolos para su caracterización . *Revista científica*, 64-69.
- [3] Fernández Arrieta, R. J., & Navas Carro, A. (2011). Diseño de mezclas para evaluar su resistencia a la compresión uniaxial y su permeabilidad. *Infraestructura Vial*, 40-49.
- [4] Manual de: tecnología del concreto: agregados pétreos. Elaborado por M. en C. Alfredo Cuevas Sandoval.
- [5] Manuel R. Pinto, c. I. (27-29 de junio de 2018). Estudio y análisis en la dosificación del concreto poroso. *Ciencia y tecnología del concreto (citec)*, 74-76.
- [6] Martínez Molina, w., Torres Acosta, A. A., Alonso guzmán, e. M., Chávez García, h. L., Hernández Barrios, H., Lara Gómez, C., . . . González Valdez, F. M. (2015). Concreto reciclado: una revisión. *Revista Alconpa*, 235-248.
- [7] Mendoza, I., & Chávez, s. (2017). Residuos de construcción y demolición como agregado de concreto hidráulico nuevo. *Revista de ingeniería civil*, 9-14.
- [8] Ramos, I. D. (agosto de 2009). Estudios experimental de concretos permeables con agregados andesíticos. Mexico, D.F.

ESTUDIO DE LA CONTRACCIÓN AUTÓGENA Y UN ANÁLISIS DE SU PRESENCIA EN ELEMENTOS DE CONCRETO.

C. LUIS ANGEL
AHUELICAN
PRESTEGUIN

FACULTAD DE
INGENIERÍA
AV. LAZARO
CARDENAS S/N
CIUDAD
UNIVERSITARIA C.P
39070
(747) 472 79 43

facultadeingenieria
@UAGRO.MX

ING. JOSE LUIS
DIONICIO APREZA

FACULTAD DE
INGENIERÍA
AV. LAZARO
CARDENAS S/N
CIUDAD
UNIVERSITARIA C.P
39070
(747) 472 79 43

facultadeingenieria
@UAGRO.MX

ING. FRANCISCO
JAVIER VÁZQUEZ
JIMÉNEZ

FACULTAD DE
INGENIERÍA
AV. LAZARO
CARDENAS S/N
CIUDAD
UNIVERSITARIA C.P
39070
(747) 472 79 43

facultadeingenieria
@UAGRO.MX

M. EN I. EDUARDO
CORONA
CERECERO

FACULTAD DE
INGENIERÍA
AV. LAZARO
CARDENAS S/N
CIUDAD
UNIVERSITARIA C.P
39070
(747) 472 79 43

facultadeingenieria
@UAGRO.MX

RESUMEN

En este trabajo de investigación se recabó, estudió y analizó información sobre el tema de la contracción autógena sin descuidar conceptos fundamentales para el entendimiento de los términos y afirmaciones manejadas durante el desarrollo del mismo.

La “Contracción Autógena” es aquella que se da en el interior del concreto debido al cambio volumétrico que ocurre por reacciones químicas y pérdida de agua, debe tomarse en cuenta que esto último genera espacios vacíos, que trae como consecuencia el aumento de las condiciones para la formación de micro agrietamientos debido a los movimientos internos.

El conocimiento de las características de la contracción del concreto es un punto necesario en el diseño de estructuras para tomar las medidas al alcance con la finalidad de controlar o reducir agrietamientos.

El concreto es un material heterogéneo, que, por estar compuesto por materias primas de diferente procedencia, es de esperar que presente comportamientos de contracción que pueden terminar por causar agrietamientos, por medio de este trabajo de investigación se tiene como objetivo brindar información para su lectura y análisis de modo que sirva como una guía para futuras investigaciones y/o aclaraciones de este tema, relacionado al concreto y posibles causas de agrietamiento.

PALABRAS RESERVADAS

Concreto, Contracción Autógena, Curado, Agrietamiento.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el concreto es uno de los elementos más utilizados en la industria de la construcción, y su elaboración requiere de un buen control de calidad.

Los concreto hidráulicos están constituidos en un alto porcentaje por agregados (entre el 50 – 80% en volumen), por lo tanto, éstos no son menos importantes que la pasta del cemento endurecida, el agua, aire incorporado, el aire naturalmente atrapado, o los aditivos; por el contrario, gran parte de las características de las mezclas de mortero o de concreto, tanto en estado plástico como en estado endurecido, dependen de las características y propiedades de los agregados, las cuales deben ser estudiadas para obtener morteros o concreto de buena calidad y económicos

El concreto al comenzar a endurecerse tiende a desarrollar un fenómeno conocido como “Contracción” traducida como agrietamientos superficiales, estos agrietamientos son aún más visibles en áreas extensas.

El fenómeno de agrietamiento en el concreto siempre ha generado una sensación de problemas de calidad relacionado con la integridad y de comportamiento a futuro frente a un evento externo que lo pueda afectar; ya sea por durabilidad o estética.

El curado del concreto es parte importante en la construcción ya que sin él no se puede obtener estructuras de edificios, carreteras, puentes, etc., de buena calidad.

De acuerdo a la PCA (Asociación del Cemento Portland por sus siglas en inglés) el curado del concreto es la manutención de la temperatura y del contenido de humedad satisfactorios, por un periodo de tiempo que empieza inmediatamente después de la colocación (colado) y del acabado, para que se puedan desarrollar las propiedades deseadas en el concreto.

El curado tiene como objetivo mantener la humedad relativa del ambiente constante o evitar que disminuya para evitar pérdidas de agua durante el fraguado del concreto.

El curado interno del concreto consiste en almacenar agua al interior del elemento que no está disponible durante el mezclado o en las primeras etapas de hidratación, pero es liberada más tarde para el curado

1.- ESTUDIO Y DEFINICIÓN GENERAL.

La contracción autógena es una propiedad importante de valorar ya que se desarrolla rápidamente a una edad temprana y puede inducir una serie de problemas en aspectos de estética, deflexión y agrietamiento del concreto. Las grietas, ya sea a escala macro o micro, pueden provocar más problemas secundarios, por ejemplo, interfiriendo en la capacidad de servicio y durabilidad del concreto. Aunque se han realizado muchos estudios sobre las magnitudes, mecanismos y estrategias de mitigación de la contracción autógena, la investigación sobre la predicción de la contracción autógena es todavía rara según un estudio más actual realizada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Delft en Países Bajos (Zhenming & Tianshi, Predicción de la contracción autógena y microfisuración de hormigón de escoria y cenizas volantes activadas por álcalis., 2020).

MARCO TEÓRICO

El Concreto.

Es un producto artificial compuesto que consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado denominadas agregado (López, 2000).

La pasta es el resultado de la combinación química del material cementante con el agua, es la fase continua del concreto dado que siempre está unida con algo de ella misma a través de todo el conjunto de este.

El agregado es la fase discontinua del concreto dado que sus diversas partículas no se encuentran unidas o en contacto unas con otras, sino que se encuentran separadas por espesores diferentes de pasta endurecida.

Las propiedades del concreto están determinadas fundamentalmente por las características físicas y químicas de sus materiales componentes, pudiendo ser mejor comprendidas si se analiza la naturaleza del concreto.

Componentes Del Concreto:

Cemento: debe corresponder en marca y tipo con el usado para calcular la dosificación.

Los **agregados pétreos:** deben estar limpios, sin materia orgánica, polvo o arcilla, ser durables, de granulometría adecuada.

El **agua:** debe ser limpia, exenta de ácidos, bases, aceites y materia orgánica.

Los **aditivos:** se recomienda que las pruebas de dosificación de los aditivos sean hechas con los mismos cementos, agregados, puzolanas e inclusores de aire y con las mismas proporciones y secuencia de producción especificados para el trabajo.

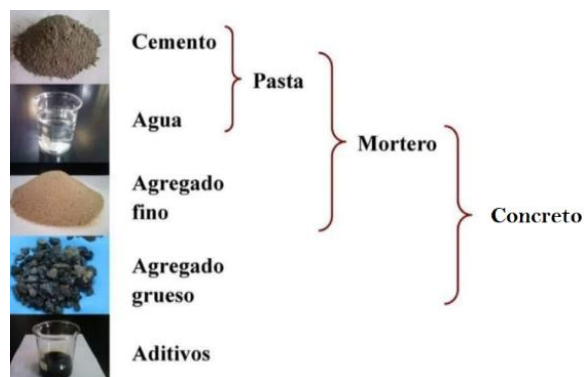


Fig.1 Componentes del concreto.

El concreto es susceptible a agrietarse, debido a la baja resistencia a la tensión y casi nula resistencia al agrietamiento, siendo una de las principales causas la contracción.

La Contracción

Es una deformación que se presenta por un cambio de volumen causado de la pérdida de agua que sufre el concreto una vez que es colado y puesto a temperatura ambiente, así como a la humedad y al consumo de agua debido a las reacciones de hidratación (Cervantes, 2014).

Estrictamente hablando la contracción es una deformación tridimensional, pero se expresa comúnmente como una deformación lineal porque en la mayoría de los elementos de concreto expuestos, una o dos dimensiones son mucho más pequeñas que la tercera dimensión y el efecto de la contracción es mayor en la dimensión más grande.

La contracción es un término amplio que se le da a la reducción de volumen de concreto, sin embargo, existen otros tipos de deformaciones por contracción, las cuales, dependiendo de las circunstancias, pueden o no ocurrir simultáneamente o independientemente unas de otras, y de las cuales conocemos 5 tipos de contracción asociados al concreto:

- La **contracción plástica** ocurre si se permite que el agua se escape de la superficie del concreto durante el estado plástico.
- La **contracción química** es el resultado de la reducción en términos absolutos del volumen de productos de hidratación en comparación con el volumen original de cemento no hidratado.
- Cuando se sella el concreto, la hidratación del cemento conduce a una **contracción autógena** al reducir la humedad interna.
- Cuando el concreto está expuesto a condiciones ambientales normales de secado, la difusión de la humedad del concreto endurecido da como resultado la **contracción por secado**.
- De igual manera debido a la exposición ambiental puede presentarse la **contracción por carbonatación** debido a la reacción con el dióxido de carbono y humedad presente. (Guohao, Hossein, & Mingzhong ,

Según una investigación desarrollada en la Facultad de Ingeniería de la UANL en Monterrey, México, la contracción del concreto se debe al movimiento o pérdida de agua. Esta pérdida de agua por evaporación (contracción por secado) o reacciones internas (contracción química y autógena) genera esfuerzos de tensión que ocasionan un bloqueo de la red de poros capilares, que se traduce en un cambio de volumen. Estos cambios son expansiones y contracciones, cuando los elementos del concreto están restringidos, la expansión origina esfuerzos de compresión y la contracción origina esfuerzos de tensión. El concreto es débil ante estos últimos y produce agrietamientos cuando el esfuerzo sobrepasa su resistencia a la tensión. A edades tempranas, la contracción es incluso más crítica, puesto que el concreto aún no ha ganado mucha resistencia, incluso el esfuerzo más pequeño durante la edad temprana puede inducir contracciones significativas. Los cambios tempranos de volumen (durante las primeras 24 horas), pueden influir en la formación de fisuras en el concreto en su etapa de endurecido, especialmente en concretos con baja relación agua-cemento (Rodríguez, 2011).

Las deformaciones por contracción son críticas para el concreto porque cuando se les restringe se manifiestan en forma de esfuerzos de tensión, ya que el concreto es débil en tensión para este tipo de esfuerzo, se agrieta.

La contracción autógena es un problema, ya que se produce a edades muy tempranas, antes de que el concreto haya desarrollado una resistencia estructural suficiente, incapaz de resistir las tensiones, producen agrietamientos internos que son susceptibles a la penetración del agua y el ataque químico, lo que conduce a problemas de durabilidad (Cervantes, 2014).

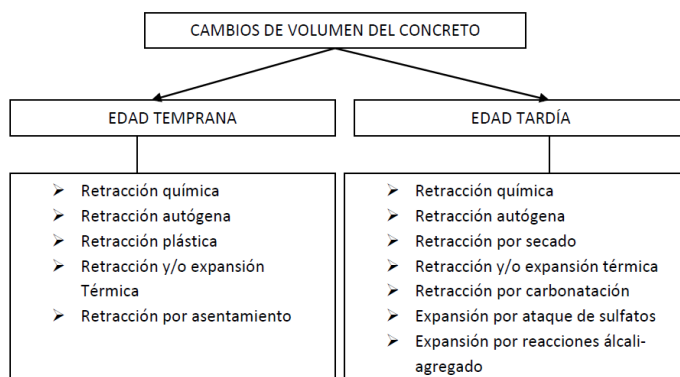


Fig.1.2 Cambios de volumen del concreto (Rodríguez, 2011).

2.- ANALISIS Y TENDENCIA DE LA CONTRACCIÓN.

Aunque el fenómeno de contracción autógena (AS del inglés “Autogenous Shrinkage”) del concreto fue descrito por primera vez por Davis (1940) y Lyman (1934) hace más de 60 años, atrajo poca atención hasta la década de 1990 cuando el concreto de alta resistencia comenzó a ser ampliamente utilizado en proyectos hidráulicos. Los estudios han demostrado que el concreto de alta

resistencia con una relación agua-cemento inferior a 0.30 puede tener una tasa de deformación de AS alta... (Yan & Yue-ming, 2009)

LA CONTRACCIÓN DEL CONCRETO:

Dentro del concreto la pasta tiene una mayor contracción potencial, pero en respuesta, el agregado presente tiene un efecto importante al reducir la contracción debido a su capacidad de restricción.

La contracción del concreto es una fracción de la de la pasta debido a esta capacidad de restricción del agregado. La magnitud de la contracción del concreto bajo condiciones de secado dadas depende de:

- La contracción potencial de la pasta y del agregado.
- El volumen total de pasta en la unidad cubica del concreto.
- La cantidad de agregado presente en la unidad cubica del concreto.
- Las propiedades del agregado, especialmente su módulo de elasticidad (López, 2000).

De lo anterior, en la mezcla el agregado está rodeado de pasta por lo que al contraerse lo coloca bajo compresión, produciéndose fuerzas de tensión que si son mayores que la resistencia de la pasta puede producir agrietamiento. Esto puede dar lugar a que si se emplea agregados con alto módulo de elasticidad se obtengan concretos con menor contracción que aquellos que tienen un módulo de elasticidad menor (López, 2000).

Los factores asociados con el agregado los cuales pueden afectar a la contracción del concreto son los siguientes:

- La rigidez, compresibilidad o módulo de elasticidad del agregado. Cuanto mayor es el módulo de elasticidad del agregado mayor será la restricción ofrecida a la contracción de la pasta y menor la contracción del concreto.
- La granulometría, perfil, tamaño y limpieza de las partículas del agregado.
- Propiedades del agregado, tales como textura y porosidad, las cuales afectan la adherencia entre la pasta y el agregado.
- Arcilla en la superficie o interior del agregado, por su contribución a la contracción del agregado por secado y al incremento en la demanda de agua de la mezcla.
- Altos valores de absorción del agregado los cuales pueden favorecer la contracción por secado del concreto.

Las deformaciones hidráulicas y térmicas del concreto, también denominadas como deformaciones impuestas, forman parte de las propiedades de todos los materiales porosos, sin embargo, cuando su libre desarrollo se encuentra impedido, parcial o totalmente, puede dar origen a tensiones internas capaces de generar fisuras o grietas.

La contracción autógena se diferencia de los otros tipos de contracción, debido a que es causada por pérdida de agua, sumado a la reducción de volumen de concreto que está experimentando a causa de las reacciones químicas del cemento.

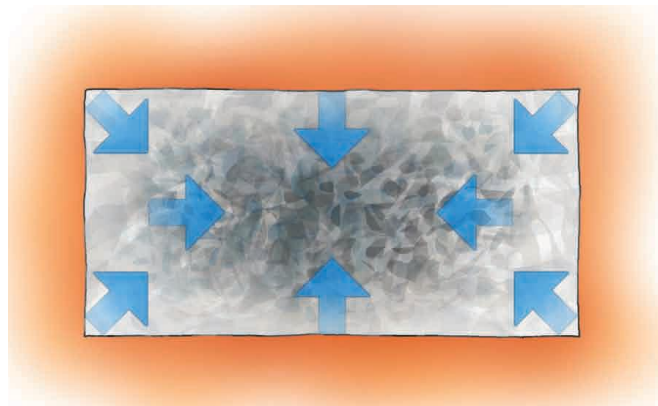


Fig.2 Contracción del concreto.

Se ha observado que la relación agua-cemento tiene una influencia muy significativa en la contracción autógena.

Estudios han demostrado que a medida que la relación agua cemento disminuye, la contracción autógena aumenta, debido a que existe una menor disponibilidad de agua que rellene los espacios que se generan durante la hidratación del cemento, apareciendo fuerzas capilares que provocan la contracción del concreto.

Independientemente de la relación existente entre los valores de contracción autógena y relación a/c, parece que la contracción autógena se desarrolla en buena medida durante las primeras 48 horas de confeccionado el concreto, período que generalmente corresponde al de mayor actividad de las reacciones de hidratación.

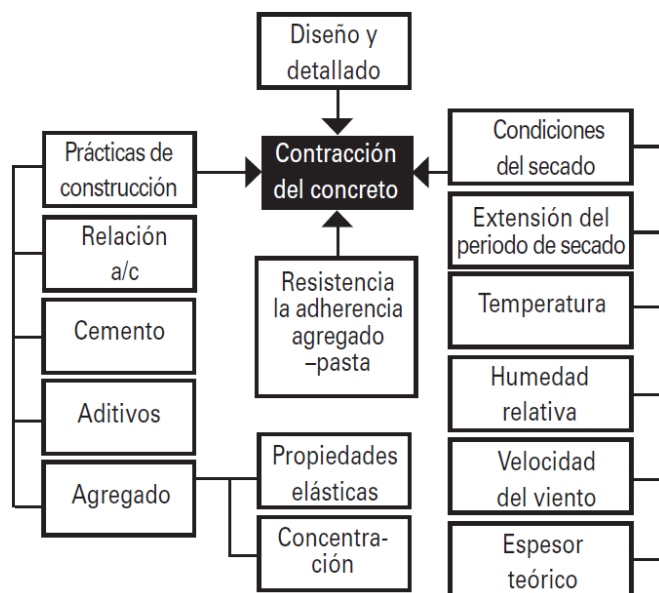


Fig.2.1 Factores que influyen en la contracción (imcyc, Problemas, causas y soluciones., 2006).

Para apreciar totalmente los diversos mecanismos de la contracción es necesario comprender la hidratación del cemento.

La propiedad de la liga de las pastas de cemento se debe a la reacción química entre el cemento y el agua llamada hidratación la cual provoca una reacción exotérmica que produce calor.

El volumen de agua que se combina químicamente es aproximadamente un 23% del peso del cemento y su pérdida de volumen, al pasar a formar parte de los productos de hidratación, del orden del 25% respecto de su volumen inicial. Esta reducción de volumen, de no existir aportes de agua externos que permitan compensarla, da origen a poros de vacío en la masa del concreto y en consecuencia a fuerzas capilares capaces de generar contracción (BUSTOS, NAVARRETE, & GIANI, 2008).

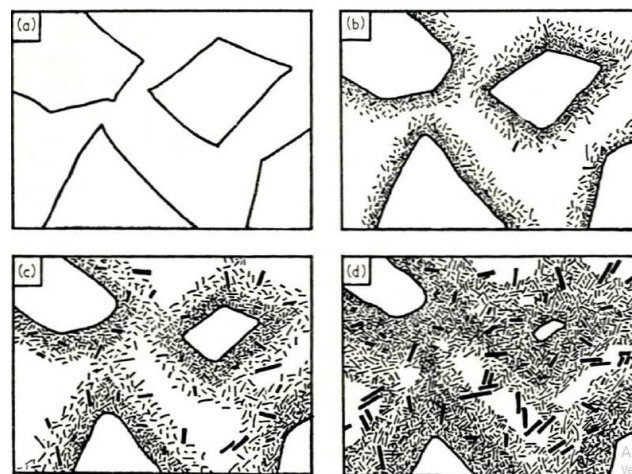


Fig.2.2 Fases de fraguado.

Las cuatro fases en el fraguado y endurecimiento del cemento Portland:

- Dispersión de los granos de clínker sin reaccionar en el agua.
- Después de unos minutos, los productos de hidratación crecen hacia dentro y hacia fuera de la superficie de cada grano.
- Después de unas horas, interaccionan las capas que recubren los diferentes granos de clínker, volviéndose así el conjunto un gel continuo (fraguado).
- Después de unos días ha surgido una masificación del gel (endurecimiento) (Gabalec, 2008).

Con la adición del agua, los componentes del cemento comienzan a hidratarse. Los productos formados son, en su mayoría, silicatos de calcio hidratados (C-S-H), a medida que la microestructura gana en C-S-H, la mezcla gana en resistencia.

Inmediatamente después de la introducción de agua en la mezcla de cemento, se produce un intenso aumento de la actividad química durante un pequeño periodo de tiempo (Gabalec, 2008).

ETAPAS DE LA HIDRATACIÓN.

La hidratación del cemento Pórtland puede ser analizada como la suma de todas las reacciones de los compuestos individuales del cemento, interactuando simultáneamente entre sí.

La reacción de hidratación es exotérmica, es decir, libera calor y cada componente del cemento libera una cantidad diferente. Por otra parte, el calor total liberado viene condicionado por diversos factores, como la finura del cemento o la mayor o menor presencia de los productos químicos que forman el clinker (Gabalec, 2008).

Las reacciones de hidratación vinculan la generación de calor y la reducción de volúmenes en la pasta de cemento, así estas dos reacciones, generación de calor y reducción de volumen se desarrollan al mismo tiempo que el concreto adquiere su resistencia.

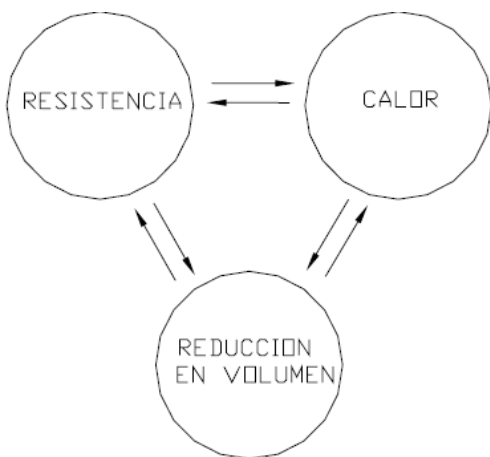


Fig.2.3 Triángulo eterno.

MODELADO DE LA CONTRACCIÓN AUTÓGENA:

El agrietamiento es una de las principales razones para la reducción de la durabilidad del concreto, ya que permite la penetración de agua y productos químicos agresivos que provocan la corrosión de las varillas, el deterioro y la falla estructural.

Para simular la parte de fluencia de la contracción autógena, se han desarrollado diferentes fórmulas y modelos de simulación en los últimos años. Pero la mayoría de estos modelos son empíricos y se basan en datos experimentales. Solo se pueden usar para simular la parte de fluencia de la contracción autógena de un número limitado de mezclas y durante un período de tiempo limitado.

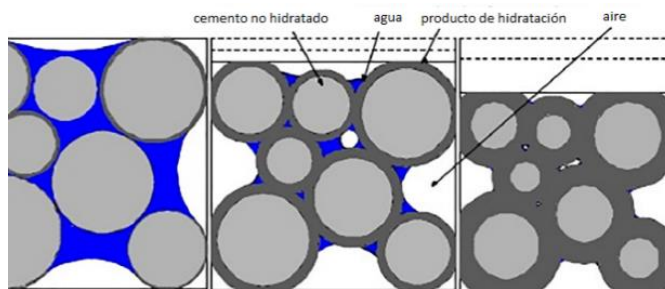


Fig.2.4 Representación esquemática de la contracción en el concreto y su deformación elástica.

Para la contracción autógena a temprana edad de la pasta de cemento, solo la presión interna ejercida por el agua de los poros, actúa sobre la fase sólida (Fig. 2.5). Debido a la presión interna ejercida, el esqueleto sólido de la pasta de cemento está bajo compresión y el volumen de la pasta de cemento disminuye (Tianshi , Zhenming , & Van Breugel, 2020).

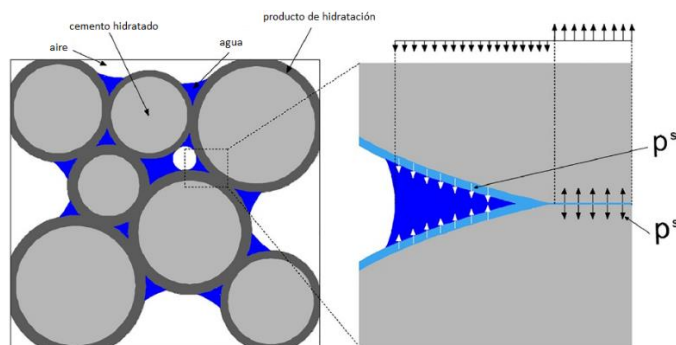


Fig.2.5 Hidratación interna del concreto y su tendencia de presión interna que produce cambios volumétricos (Tianshi , Zhenming , & Van Breugel, 2020).

Finalmente, bajo el seguimiento de una investigación realizada por el departamento de Ingeniería Civil de la University College London de Reino Unido:

“Para los sistemas que ocupan Cemento Portland, se sabe que la contracción autógena es una consecuencia de la contracción química en la etapa líquida. Después del endurecimiento, la contracción autógena se vuelve menor que la contracción química, ya que la reducción de volumen está restringida por un esqueleto rígido de pasta de cemento hidratante”.

“Algunas otras reacciones, incluida la reorganización y reordenación continuas de la estructura del gel de aluminosilicatos, también pueden contribuir al desarrollo de la contracción autógena. Además, la contracción autógena a principios de las 24 h se produce principalmente debido a la contracción del volumen por contracción química en estado fresco, que ocupa aproximadamente el 70% de la contracción autógena total” (Guohao, Hossein, & Mingzhong , Mecanismos de contracción autógena de pastas de escoria de cenizas volantes activadas con álcalis curadas a temperatura ambiente en 24 h, 2018)

ALGUNOS ELEMENTOS DE CONCRETO.

Columnas: Son elementos estructurales verticales en concreto reforzado, cuya solicitud principal es la carga axial de compresión, acompañada o no de momentos flectores, torsión o esfuerzos cortantes y con una relación de longitud a su menor dimensión de la sección de 3 o más.

Diafragmas estructurales: Son conjuntos de elementos estructurales que amarra la estructura en su totalidad, tales como las losas de entrepiso o de cubierta, que transmiten las fuerzas inerciales a los elementos del sistema de resistencia sísmica.

Losa: Elemento estructural horizontal, o aproximadamente horizontal, macizo o con nervaduras, que trabaja en una o dos direcciones, de espesor pequeño en relación con sus otras dos dimensiones.



Fig.2.6 Agrietamiento severo en losa.

Al tratarse de un elemento con un área mayor, debe considerarse plenamente que hay muchos factores que influyen en la presencia de grietas, desde cuestiones técnicas y constructiva hasta de la calidad de los materiales.

Muro estructural: Son muros que se dimensionan y diseñan para que resistan la combinación de fuerzas cortantes.

Pisos: Un piso de concreto desplantado en una base de tierra es un elemento constructivo común. Puede ser una simple losa de rodamiento, o tener un mayor grado de complejidad.

Pisos Industriales: Se prepara el terreno de soporte y posteriormente el concreto es colocado. Desde luego, existen muchas consideraciones tales como el drenaje y el diseño en el espesor.



Fig.2.7. Piso industrial.

Los pisos industriales, son aquellos pisos interiores que estén sometidos a cualquiera de las siguientes aplicaciones de carga:

- Cargas móviles (entre los que podemos citar vehículos pesados, montacargas y cualquier vehículo con ruedas en contacto con la superficie de la losa).
- Cargas puntuales a través de los soportes de maquinarias o estructuras de almacenamiento, como racks o anaqueles.
- Cargas uniformemente distribuidas, aplicadas directamente sobre la superficie de la losa de concreto.

De los anteriores elementos, todos y cada uno de ellos presentar una cierta probabilidad de presentar contracciones en su estructura, debido a que todos los mencionados están hechos principalmente para tener áreas notables donde se podrá hacer presente la presencia de grietas, aun siendo elementos más esbeltos tales como columnas, que por su forma prismática, reduce la visibilidad de micro agrietamientos y por lo tanto será menor que la de los elementos de mayor área que tienden a tener sus superficies más alargadas y extendidas como las losas de azotea, losas de entrepiso, pisos convencionales, pisos industriales y muros estructurales de concreto.

3.- PROPUESTAS Y COMENTARIOS.

El concreto se ha caracterizado por tener una baja resistencia a la tensión y a la fisuración, la propagación de micro fisuras es rápida cuando está bajo la acción de una fuerza, debido a estos problemas la investigación se ha orientado hacia el desarrollo de materiales que aumenten la ductilidad del concreto al igual que su durabilidad. (Navarrete, 2017)

Los rápidos avances en la nueva generación de concreto revelan la necesidad de una mejor evaluación de la contracción y su efecto en el rendimiento estructural, así como de prevención y control de la contracción. (Kaszynska & Zielinski, 2015)

La contracción autógena en una edad temprana se puede determinar mediante mediciones volumétricas o lineales. Las mediciones volumétricas monitorean los cambios de volumen de las muestras de pasta o mortero a una temperatura constante, mientras que las mediciones lineales se pueden usar para evaluar el cambio de dimensión lineal de las muestras de pasta, mortero o concreto fundidas en un molde de losa rígida y registradas por sensores en un extremo o ambos extremos de los especímenes. Las mediciones lineales pueden reflejar el comportamiento real del material. (Guohao, Hossein, & Mingzhong, Mecanismos de contracción autógena de pastas de escoria de cenizas volantes activadas con álcalis curadas a temperatura ambiente en 24 h, 2018)



Fig.3 Procedimiento de ensaye de contracción autógena. A) Colado B) Medición de la longitud C) Registro de medición.

Los resultados del estudio mostraron que la contracción lineal sin restricciones de los morteros medidos con el método de contracción automática fue mayor para el mortero con la relación a / c más baja. (Kaszynska & Zielinski, 2015)

El curado consiste en mantener un contenido satisfactorio de humedad y temperatura en el concreto recién colado, para que puedan, así, desarrollarse las propiedades deseadas (Institute, 1992), y es la mejor alternativa de combate ante la contracción autógena.

Innovación Del Curado Interno:

Un aporte significativo para el avance tecnológico es hablar del curado interno (IC Internal Curing por sus siglas en inglés) debido al poco estudio que se le ha dado, tiene como origen el satisfacer el mejoramiento de la reducción de la contracción.

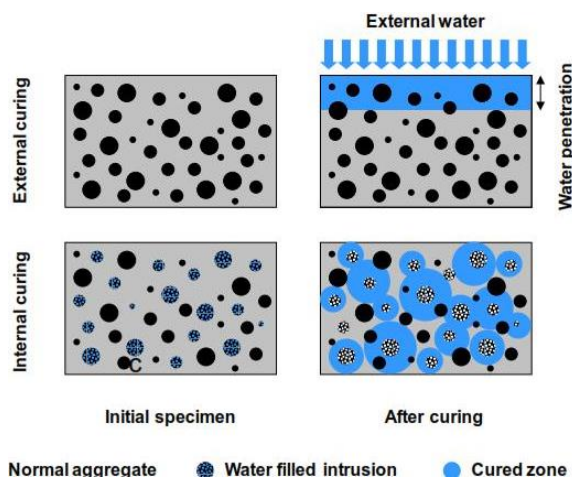


Fig.3.1 Curado interno.

En la figura 3.1 podemos apreciar la comparación entre el curado externo y el curado interno, dando este último mejor aporte de agua a la matriz cementante, debido a que dependiendo del método del curado interno se trata de usar un material que libera gradualmente agua desde el interior de manera prolongada y uniforme.

En el mismo campo del curado interno podemos apreciar el estudio de las fibras de coco para su utilización en el curado interno (IC), y según algunos estudios elaborados en la Facultad de Ingeniería UAGRO, “El procedimiento de obtención a través de la molienda es fácil, pero se requiere que la fibra tenga un secado a la intemperie de cuando menos 7 días, ya que tiene un

alto contenido de agua y el procesamiento en este estado puede dañar el molino” (CRUZ, 2016) dando como resultado:

Tabla II.4 Pruebas realizadas a la fibra de coco

Prueba	Cantidad	No. de pruebas	Coeficiente de variación
Densidad	1.049 g/cm ³	33	19.9%
Peso específico	0.820 g/cm ³	33	10.3%
Absorción	349%	23	39.6%

Fig.3.2 Caracterización de la fibra de coco.

A su vez se puede realizar el curado interno utilizando agregado ligero pre humedecido para reducir el agrietamiento en edades tempranas debido a desecación e incremento de la hidratación del cemento” (Doha M., Aymen J.K., & Sassam A. , 2019)

Las microfibras son una excelente y muy económica forma de prevenir la fisuración antes de las 24 horas (Registro de antecedentes de la contracción por Sika, Colombia, (SIKA, 2016)). Es por ello que su uso resulta muy extendido sobre todo en pisos, pavimentos, prefabricados y en general a todos los materiales cementicios.

Según un estudio de la Universidad Autónoma de Nuevo León, “Las fibras proporcionan ductilidad al concreto y permite mejorar propiedades tales como la tensión, la flexión, el impacto y la tenacidad, mientras que la resistencia a la compresión en algunas ocasiones es afectada adversamente con respecto al concreto simple. El micro agrietamiento se reduce distribuyendo los esfuerzos internos. El comportamiento plástico posterior al agrietamiento es considerablemente afectado por la adherencia, el volumen y la longitud de las fibras, además de las propiedades mecánicas de éstas. La adherencia puede verse afectada debido a la expansión de la fibra dentro de la mezcla húmeda y la posterior contracción por secado, debido al calor específico y coeficiente de expansión térmica.” (Cervantes, 2014)

Tipo de Fibra	Coco	Sisal	Caña de Azúcar	Bambú	Yute	Lino	Pasto de elefante
Longitud, mm	51 -102	NA	NA	NA	178 – 305	508	NA
Diámetro, mm	0.102-0.407	NA	0.203-0.407	0.051-0.407	0.102-0.203	NA	NA
Densidad	1.12-1.15	NA	1.2-1.3	1.5	1.02-1.04	NA	NA
Módulo de elasticidad, MPa	18960.5-25993.1	12962.1-25993.1	14996-18960.5	32956.8-39989.5	25993.1-31991.6	99973.6	4895.2
Resistencia a la tensión MPa	119.9-200	275.8-568.1	183.8-289.6	349.9-499.8	250-349.9	990	177.9
Absorción de agua, %	130-180	60-70	70-75	40-45	NA	NA	NA

Fig.3.3 Estudio de fibras para refuerzo en concreto,
(Cervantes, 2014)

El curado interno con polímeros superabsorbentes (SAP) es eficaz para mitigar la contracción autógena inducida por la auto desecación. Sin embargo, la auto desecación puede no ser el único mecanismo de contracción autógena de los AAM. (Zhenming, Xuhui , Yun , & Guang , 2021)

Aditivos:

Los aditivos son químicos que se agregan al concreto en la etapa de mezclado para modificar algunas de las propiedades de la mezcla, nunca deben ser considerados un sustituto de un buen diseño de mezcla, de buena mano de obra o del uso de buenos materiales.

Usos De Los Aditivos.

Las razones más comunes para usar aditivos en el concreto son:

- Incrementar la trabajabilidad, sin cambiar el contenido de agua.
- Reducir el contenido de agua, sin cambiar la trabajabilidad.
- Ajustar el tiempo de fraguado.
- Reducir la segregación.
- Mejorar el bombeo.
- Acelerar la tasa de desarrollo de resistencia a edades tempranas.
- Incrementar la resistencia.
- Mejorar la durabilidad potencial y reducir la permeabilidad.

Tipos De Aditivos.

De acuerdo a sus funciones, se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Aditivos incorporadores de aire (inclusores de aire)
- Aditivos reductores de agua
- Plastificantes (fluidificantes)
- Aditivos aceleradores (acelerantes)
- Aditivos retardadores (retardantes)
- Aditivos de control de la hidratación
- Inhibidores de corrosión
- Reductores de contracción
- Inhibidores de la reacción álcali-agregado
- Aditivos colorantes
- Aditivos diversos:
 - Para mejorar la trabajabilidad y la adherencia.
 - Impermeabilizantes
 - Para lechadas
 - Formadores de gas
 - Espumantes
 - Auxiliares de bombeo

Aditivos Reductores De Contracción (SRA).

En el año de 1996, Balogh publicó un artículo sobre los efectos de un nuevo aditivo enfocado a la disminución de la contracción por secado y sobre los beneficios que el uso del aditivo brinda al concreto, este era una de las primeras publicaciones respecto a las cualidades de este aditivo.

Los SRA son para contrarrestar los efectos de ciertos agregados de alta contracción.

La eliminación del agrietamiento por contracción significaría un empuje tremendo al uso del concreto. Al ofrecer una reducción de la contracción por secado, los SRA parecen tener el potencial de constituirse en pasos significativos en la ruta a lograr la reducción del agrietamiento del concreto. Sin embargo, antes de usar uno de estos productos, pregunte al fabricante de qué manera afectará su proyecto específico y los materiales. Si seguimos el proceso de los SRA en los años venideros, podremos aprender más acerca de sus efectos y sus beneficios potenciales. (imcyc, <http://www.imcyc.com/>, 2000)

CONCLUSIONES

El concreto es un material del cual aun en tiempos modernos, requiere de mucho estudio para comprender su comportamiento.

Se cumplió el objetivo de recabar información para un mayor entendimiento acerca de la contracción en términos generales.

Por medio de este estudio queda comprobado que el estudio de la contracción autógena es basto, complejo y de suma importancia para dar soluciones ante la presencia de agrietamientos.

El curado interno demuestra ser una buena alternativa de solución ante la contracción autógena, ya sea por medio de fibras naturales o elementos artificiales como polímeros superabsorbentes, aunque se requiere de mayor estudio para comprender su uso.

Como punto final queda plasmado la necesidad de seguir la investigación en este tema que puede presentarse en cualquier momento debido al simple hecho de usar concreto.

RECONOCIMIENTOS

A mi director de trabajo de titulación el Ing. José Luis Dionicio Apreza y a mis Revisores el Ing. Francisco Javier Vázquez Jiménez y al M. en I. Eduardo Corona Cerecero por ayudarme a llevar a cabo la elaboración de este proyecto, por su confianza y paciencia, por brindarme parte de su tiempo para corregir y finalizar el presente artículo, por todo gracias.

REFERENCIAS

- [1] BUSTOS, J., NAVARRETE, B., & GIANI, R. (2008). La Retracción Autógena y su Relación con la Tendencia a la Fisuración a Temprana Edad. *Revista de la Construcción*, 64,65.
- [2] Cervantes, M. d. (2014). *Durabilidad de compuestos a base de matrices minerales reforzados*. Monterrey: UANL.
- [3] CRUZ, G. A. (2016). *FABRICACIÓN DE PIEZAS DE MAMPOSTERÍA ECOLÓGICAS CON FIBRA DE COCO*. Chilpancingo.
- [4] Doha M., A., Aymen J.K., A., & Sassam A. , T. (15 de Febrero de 2019). Effect on Internal Curing on

- Behavior of High Performance Concrete: An Overview. Baghdad, Iraq, Iraq: Civil Engineering Department, University of Karbala, Iraq.
- [5] Gabalec, M. A. (2008). *TIEMPO DE FRAGUADO DEL HORMIGON*. Buenos Aires, Argentina: LEMaC.
- [6] Guohao, F., Hossein, B., & Mingzhong, Z. (2018). Mecanismos de contracción autógena de pastas de escoria de cenizas volantes activadas con álcalis. *ELSEVIER*, 2,3.
- [7] Guohao, F., Hossein, B., & Mingzhong, Z. (2018). Mecanismos de contracción autógena de pastas de escoria de cenizas volantes activadas con álcalis curadas a temperatura ambiente en 24 h. *ELSEVIER*, 2,3.
- [8] imcyc. (Junio de 2000). <http://www.imcyc.com/>. Obtenido de <http://www.imcyc.com/revista/2000/junio2000/aditivos2.htm>
- [9] imcyc. (2006). *Problemas, causas y soluciones*. México: imcyc.
- [10] Institute, A. C. (1992). *Curado del concreto ACI 308-92*. México.
- [11] Kaszynska, M., & Zielinski, A. (2015). Efecto del agregado ligero en la minimización de contracción en hormigón autoconsolidable. *ELSEVIER*, 600-603.
- [12] López, E. R. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*. Lima: ACI, Peru.
- [13] Navarrete, G. M. (2017). Optimización económica en dosificaciones de concreto. *Tlamati Sabiduría*, 2-5.
- [14] Rodriguez, R. T. (2011). *USO DE AGREGADO LIGERO COMO MEDIO DE CURADO INTERNO EN CONCRETOS DE ALTO COMPORTAMIENTO FABRICADO CON PUZOLANAS*. Monterrey: UANL.
- [15] SIKa. (8 de enero de 2016). Concreto. *Concreto reforzado con fibras*. Medellin, Medellin, Colombia: SIKa.
- [16] Tianshi, L., Zhenming, L., & Van Breugel, K. (2020). Modelado de la contracción autógena de la pasta de cemento endurecible. *ELSEVIER*, 1-6.
- [17] Yan, H., & Yue-ming, Z. (2009). Estudio mesocósmico de retracción autógena del hormigón con consideración de efectos de temperatura y humedad. *Water Science Engineering*, 85-89.
- [18] Zhenming, L., & Tianshi, L. (2020). Predicción de la contracción autógena y microfisuración de hormigón de escoria y cenizas volantes activadas por álcalis. *ELSEVIER*, 2,3.
- [19] Zhenming, L., Xuhui, L., Yun, C., & Guang, Y. (2021). Efecto del metacaolín sobre la contracción autógena de la pasta de cenizas volantes de escoria activada por álcalis. *ELSEVIER*, 2-10.

SISTEMA DE “MESA DE AYUDA” PARA RESOLUCIÓN DE EVENTOS

Dr. Valentín Álvarez Hilario
Universidad Autónoma de
Guerrero
Cel. 747 162 2688
Av. Lázaro Cárdenas s/n
Chilpancingo Guerrero, 39127

valentin_ah@yahoo.com

C. Reyes Giovany Zaragoza
Flores
Universidad Autónoma de
Guerrero
Netza 94 A Col Obrera 39030
Chilpancingo Gro
C.P 39030

z_reyes_geovany@hotmail.com

Dr. Edgardo Solís Carmona
Universidad Autónoma de
Guerrero
Cel. 747 162 2971
Av. Lázaro Cárdenas s/n
Chilpancingo Guerrero,
39127

esoliscr@hotmail.com

M.C. Joserit Elizabeth
Gutiérrez Alanís
Universidad Autónoma de
Guerrero
Cel. 747 102 8283
Av. Lázaro Cárdenas s/n
Chilpancingo Guerrero,
39127

jossalanis@gmail.com

RESUMEN.

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), es la secretaría de estado responsable de promover el desarrollo integral del campo y los mares del país, tal que permita el aprovechamiento sustentable de sus recursos, el crecimiento sostenido y equilibrado de las regiones, la generación de empleos atractivos que propicien el arraigo en el medio rural y el fortalecimiento de la productividad y competitividad de los productos para consolidar el posicionamiento y la conquista de nuevos mercados, atendiendo a los requerimientos y exigencias de los consumidores.

PALABRAS CLAVE.

Mesa de ayuda, Resolución, Eventos

INTRODUCCIÓN.

El 2 de diciembre del año de 1842, el presidente Nicolás Bravo decretó la creación de la que fue la Dirección General de Industria, una entidad inscrita en lo que era el Ministerio de Relaciones Exteriores e Interiores, fue en aquella área administrativa en la que se instituyó un departamento encargado de las funciones relacionadas con el fomento agropecuario y, dos años después, se le adicionarían las funciones sobre colonización.

11 años después; el 28 de abril de 1853, durante el gobierno de Don Manuel María Lombardini, se creó el Ministerio de Fomento, Colonización, Industria y Comercio, instancia en la que se ventilaban los asuntos relacionados con el fomento agropecuario, la colonización y la irrigación. Sería hasta 1891 cuando se promulgó la Ley de Secretarías de Estado y con ello surgiría la Secretaría de Fomento, dependencia a la que se le adjudicaron las funciones administrativas inherentes con las actividades agropecuarias, de ubicación de las colonias y de obras de riego.

Fue en 1976 cuando José López Portillo, al fusionar las Secretarías de Recursos Hidráulicos y la de Agricultura y Ganadería, surgiría la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Posteriormente, en 1995 la Secretaría cambiaría su denominación por la de Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, ya que los asuntos relacionados con los recursos

hidráulicos pasaron a ser competencia de la recién creada Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

Sin embargo, fue hasta el inicio del sexenio de Felipe Calderón Hinojosa, cuando adopta su actual nombre (SAGARPA), pero sin dejar de lado la primera de sus atribuciones legales que conforme a la Ley de Secretarías y Departamentos de Estado emitida en diciembre de 1958, bajo la administración de Adolfo López Mateos, es la de: "planear, fomentar y asesorar técnicamente la producción agrícola, ganadera, avícola, apícola y forestal en todos sus aspectos"; lo cual queda de manifiesto a través de su misión, su visión y sus objetivos:

Razón social y giro de la organización.

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, es una Dependencia del Poder Ejecutivo Federal, responsable de propiciar el ejercicio de una política de apoyo que permita producir mejor, aprovechar mejor las ventajas comparativas de nuestro sector agropecuario, estimulado con programas y apoyos económicos para el desarrollo del sector

ANTECEDENTES DEL SISTEMA ÚNICO DE REGISTRO DE INFORMACIÓN (SURI).

El Sistema Único de Registro de Información (SURI) de beneficiarios de los diferentes programas de apoyo de la SADER, es operado por las instancias Ejecutoras, con base en lo establecido en las Reglas de Operación Publicadas en el Diario Oficial de la Federación.

El Portal SURI es una herramienta de apoyo con la cual permite interactuar con usuarios y productores que soliciten incentivos económicos, asesorías, consulta de información, entre otras acciones, todo con el objetivo de ayudar a la Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México.

El sistema SURI nos permite lo siguiente:

Consulta el estatus del registro. (Registro al Padrón de Solicitantes), registro el cual se expide en la Dependencia para

tener un registro de todo los productores que en su momento recibieron y recibirán algún beneficio por parte de la dependencia.

Para ingresar al Sistema Único de Registro de Información (SURI) enlace <https://www.suri.agricultura.gob.mx/>



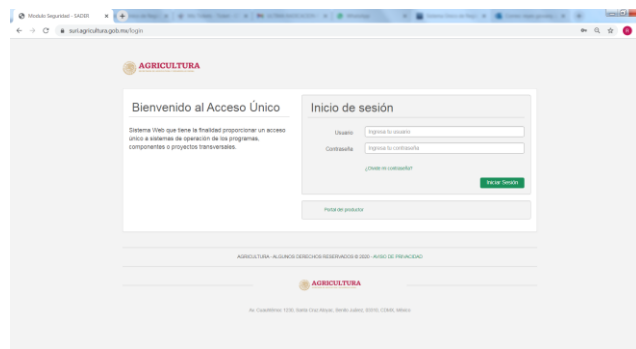
La SADER Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural Capacita Anualmente los cambios del SURI (Sistema Único de Registro de Información).

INGRESO AL SISTEMA

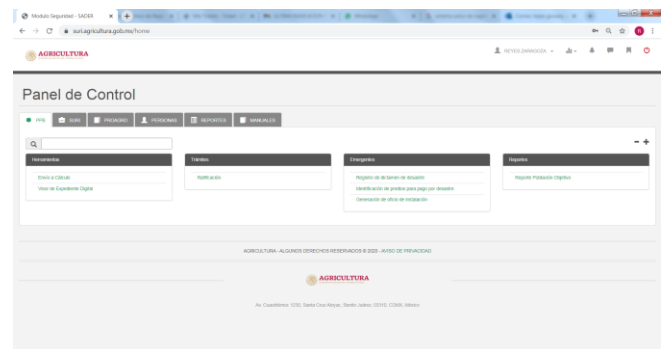
Solamente podrán ingresar al sistema usuarios que previamente hayan sido dados de alta, habiéndoles asignado un nombre de usuario y contraseña, dicha cuenta de acceso debe tener asignados el o los componentes a los cuales tendrá privilegios.

SOLICITUD DE CUENTA DE ACCESO

Para contar con el usuario y clave de acceso deberá solicitarlo al Administrador Federal del SURI en el Estado



La cuenta de acceso es personal y no puede ser utilizar al mismo tiempo en dos equipos de cómputo, lo cual es responsabilidad del usuario y uso de la misma.



Cada usuario dependiendo el programa a su cargo y actividades a trabajar en el SURI se les autoriza los permisos necesarios para poder operarlo.

Requerimientos del hardware

- Equipo de cómputo con procesador Pentium IV.
- Memoria RAM: 1 GB como mínimo, Recomendable 2 GB
- Conexión a internet

Requerimientos del Software

- Windows 7 p superior
- Navegador de Internet Google Chrome
- Usuario y Contraseña

PROBLEMÁTICAS GENERADAS POR EL SURI

El Sistema Único de Registro de Información (SURI) se viene operando desde hace muchos años ha venido realizando varias actualizaciones de manera anual derivado a los cambios de los Programas Autorizados en las reglas de operación y estas mismas son publicadas en el Diario Oficial de la Federación.

Cada programa tiene sus propios componentes, es decir un programa puede tener uno o varios componentes o vertientes que a su vez este tiene su presupuesto de manera independiente como también su propios gastos de operación, de esta manera la SADER tiene que operar el programa y así mismo realizar la comprobación del recurso en el sistema y poder finalizar el proceso así como lo establece la mecánica operativa.

Con esto mismo ha venido ocasionando diferentes problemas como son:

1.- Productores o beneficiarios:

- Duplicidad de productores: mismas que son identificadas derivado que el beneficiario cuenta con dos curp, lo cual en el sistema lo identifica como dos personas diferentes, y esto afecta al final cuando en la cuenta pública pueden identificarse como duplicidad de apoyo

2.- Usuarios

- El usuario no tiene conocimientos básicos en computación lo cual limita a realizar los procesos y poder operar el Sistema

- El no tener capacitación de manera constante y tenían que trasladarse a capacitarse de al inicio de cada programa

IMPLEMENTACIÓN DE MESA DE AYUDA

Mesa de ayuda es un sistema de gestión de tickets y procesos, moderno y flexible, que permite a los profesionales de la gestión de servicios, para resolver la problemática en el Sistema SURI y comunicación para mantenerse al día con el entorno laboral y así tener a resultados eficientes.



Así mismo el sistema permite lo siguiente:

Comunicación con los usuarios brindando respuesta más rápido y eficiente cargando documentos y expresando la problemática.

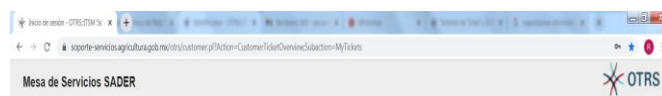


Tiempo registrado desde cuándo se levanta el reporte o solicitud y el monitoreo de respuesta, esto permite tener un registro para poder tener un control sobre las solicitudes.



Como funciona MESA DE AYUDA:

Ingresamos a la liga <https://soporte-servicios.agricultura.gob.mx/otrs/customer.pl?Action=Logout> con el navegador de Internet Google Chrome.



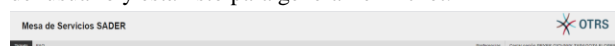
Para ingresar tecleamos el Usuario y Contraseña y damos clic en Iniciar Sesión, cabe señal que se deberán comunicar con el administrador para autorizarle su cuenta y los permisos que se requieren para su operatividad

Mesa de Servicios SADER

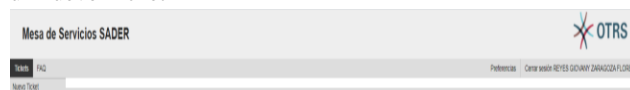
Inicio de sesión

Nombre de usuario Contraseña Iniciar sesión

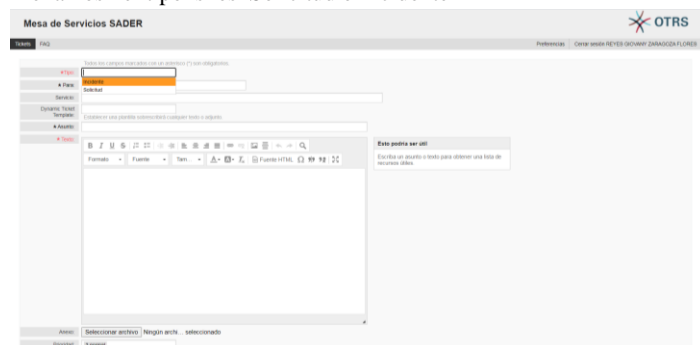
Venta principal MESADE AYUDA, la cual muestra el nombre del usuario y está listo para generar el Ticket.



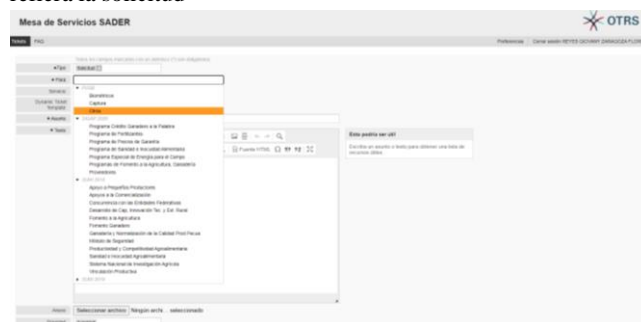
Para generar un Ticket acudimos al menú principal y generamos un nuevo Ticket



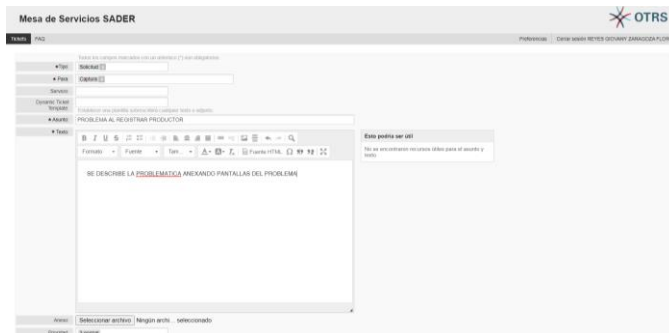
Llenamos el tipo si es Solicitud o Incidente



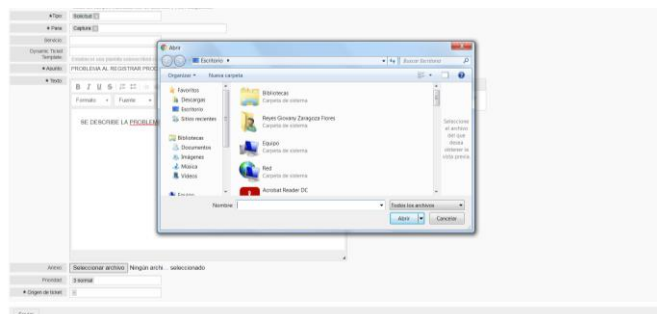
En la opción “Para” se define a que programa o componente se refiera la solicitud



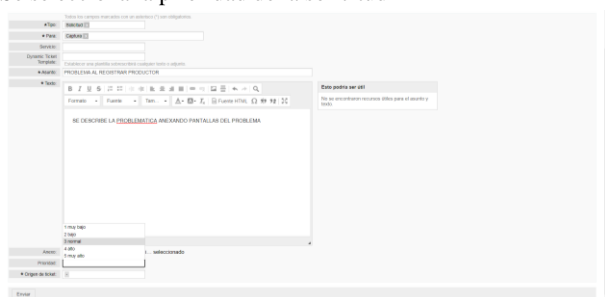
Escribimos el asunto y hay un apartado para describir la problemática anexando pantallas del problema o solicitud.



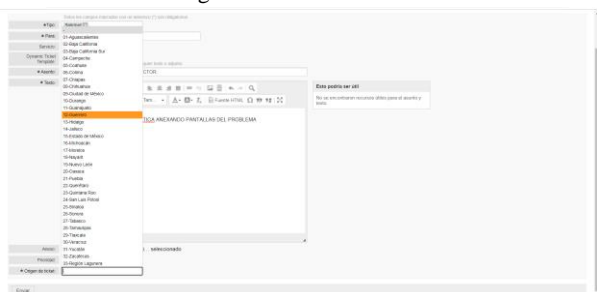
Seleccionamos adjuntar archivos si es que se requieren para resolver la solicitud.



Se selecciona la prioridad de la solicitud



Se selecciona el origen



Una vez rellena la información requerida se envía la solicitud



Como resultado tenemos un número de Ticket, Asunto, Estado, Propietario y Antigüedad (Esto nos marca el tiempo que tiene la solicitud para poder dar respuesta al usuario).

REQUERIMIENTOS DE INSTALACIÓN FÍSICA Y LÓGICA

Los requerimientos básicos para poder operar el Sistema de Mesa de Ayuda son los siguientes:

Requerimientos del hardware

- Equipo de cómputo con procesador Pentium IV.
- Memoria RAM: 1 GB como mínimo, Recomendable 2 GB
- Conexión a internet

Requerimientos del Software

- Windows 7 o superior
- Navegador de Internet Google Chrome
- Usuario y Contraseña

Para ingresar al Sistema de Mesa de ayuda nos dirigimos al Navegador y con la siguiente liga <https://soporte-servicios.agricultura.gob.mx/otrs/customer.pl?Action=Logout> con el navegador de Internet Google Chrome.

CAPACITACIÓN A USUARIOS

La capacitación es importante para identificar lo siguiente:

A) CONOCEDORES DE LA INFORMATICA

B) DESCONOCEDORES DE LA INFORMATICA

Derivado a este análisis que se puede identificar con su perfil, se realiza una capacitación recordando algunos puntos importantes como:

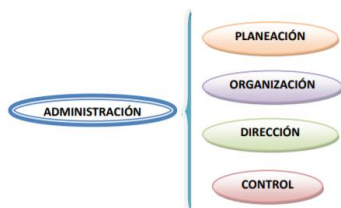
ADMINISTRACIÓN.

Administración según F. Tannenbaum, se define a la administración como: “El empleo de la autoridad para organizar, dirigir, y controlar subordinados responsables, con el fin de que todos los servicios que se presentan sean debidamente coordinados en el logro del fin de la empresa” es decir, es el proceso que pretende diseñar los objetivos que deben lograr un grupo de personas, controlando los medios que utilizan

La administración se contempla como una disciplina orientada al cumplimiento de objetivos organizacionales mediante la coordinación del esfuerzo humano y de recursos materiales, financieros y tecnológicos.

La administración es la actividad humana que tiene como objetivo coordinar los recursos con los que cuentan una organización, lograr en forma eficiente y satisfactoria los objetivos individuales e institucionales

Derivado a esto se tiene los siguientes Principales Funciones de la Administración.



1. **PLANIFICACIÓN**
2. **ORGANIZACIÓN**
3. **DIRECCIÓN**
4. **CONTROL**

SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN

Según María Jaquelina López y Cintia Quezada en su libro *Fundamentos de Seguridad Informática*: “El término seguridad de la información se refiere a la prevención y a la protección, a través de ciertos mecanismos, para evitar que ocurra de manera accidental o intencional la transferencia, modificación, fusión o destrucción no autorizada de la información”.

La seguridad de la información engloba todas aquellas medidas preventivas y reactivas del hombre, de las organizaciones y de los sistemas tecnológicos que permitan resguardar y proteger la información buscando mantener la confidencialidad, la disponibilidad e integridad (conocida como la tríada CIA, del inglés: “Confidentiality, Integrity, Availability”)

A continuación se explican brevemente los principios básicos de la seguridad de la información

- ✓ **Confidencialidad.**- Condición que garantiza que la información es accedida solo por las personas autorizadas según la naturaleza de su cargo o función dentro de la organización. La confidencialidad está relacionada con la *Privacidad de la Información*.
- ✓ **Integridad.**- Condición que garantiza que la información es consistente o coherente. Está relacionada con la *Veracidad de la Información*
- ✓ **Disponibilidad.**- Condición que garantiza que la información puede ser accedida en el momento en que es requerida.

La seguridad de la información debe proteger cada una de estas dimensiones de la información, según su grado de criticidad.

Además, involucra la implementación de estrategias que cubran los procesos en donde la información es el activo primordial.

Estas estrategias deben tener como punto principal el establecimiento de políticas, controles de seguridad, tecnologías y procedimientos para detectar amenazas que puedan explotar vulnerabilidades y que pongan en riesgo dicho activo, es decir, que ayuden a proteger y salvaguardar tanto información como los sistemas que la almacenan y administran.

En este sentido, es importante conocer no sólo el valor de la información sino el flujo de la información en su transmisión y manejo.

Se considera flujo normal de un emisor a un receptor cuando se envía información desde el emisor y ésta llega a su destino en tiempo, forma y sin alteración.

El flujo de información es importante para determinar los procedimientos y los parámetros de las actividades que se emplean en un proceso.

AMENAZAS Y VULNERABILIDADES

TIPOS DE AMENAZAS

Según Enrique Daltabuit Godás. “Una amenaza será cualquier circunstancia con el potencial suficiente para causar pérdida o daño al sistema”.

Las amenazas son eventos que pueden causar alteraciones a la información, ocasionándole pérdidas materiales, económicas, de información y de prestigio.

Aunque todas las amenazas tienen la característica de ser las posibles causantes de destrucción a los sistemas, pueden provenir de diferentes orígenes: desastres naturales, errores de hardware, de software, de red y amenazas humanas.

- **Desastres naturales**
- **Errores de Hardware**
- **Software**
- **Errores de red**
- **Humana**

TIPOS DE VULNERABILIDADES

Una vulnerabilidad consistirá en cualquier debilidad que puede explotarse para causar pérdida o daño al sistema. De esta manera, el punto más débil de seguridad de un sistema consiste en el punto de mayor vulnerabilidad de ese sistema.

- **Física (entorno e instalaciones)**
- **Natural**
- **Hardware**
- **Software**
- **Red**
- **Humana**

ATAQUES

Los ataques cibernéticos se están incrementando con mayor frecuencia y cada vez con mayor sofisticación. Las razones principales para atacar una red son:

- ❖ Ventajas económicas, corporativas, sabotaje.
- ❖ Empleados descontentos, fraudes, extorsiones.
- ❖ Espacio de almacenamiento, ancho de banda, servidores de correo (SPAM).

Un ataque se define como cualquier acción que explota una vulnerabilidad. En una comunicación se está expuesto a cuatro categorías de ataque: interrupción, interceptación, suplantación y modificación.

- **Interrupción**
- **Intercepción**
- **Suplantación**
- **Modificación**

Para la participación a la capacitación de usuarios para la operatividad del Sistema MESA DE AYUDA deberán contar con los siguientes requisitos:

- ✓ Ser personal de la Dependencia y estar contratados por la misma, contrato que avala sus funciones, perfil de puesto, así como las actividades que tendrán que realizar.
- ✓ Constar con conocimientos en Computación
- ✓ Tener rellenado y firmado por el solicitante y por su jefe inmediato que autorizan su alta de cuenta su formato CODIGO DE ETICA anexo código.
- ✓ Contar con su usuario y contraseña una vez autorizada y entregada por el Administrador.
- ✓ Contar con equipo de cómputo actualizado Windows 7 o superior
- ✓ Llegar 15 minutos antes a la anticipación para conectar equipos, registro de asistencia y llenar un cuestionario de diagnóstico.
- ✓ Contar con USB para compartir Manuales e información presentada en la capacitación.
- ✓ Libreta para anotaciones.

CONOCEDORES DE LA INFORMÁTICA

Unos de los factores importantes para tener el Perfil

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS PARA EL PUESTO COMO ENLACE O RESPONSABLE:

1. Elaborar Inventarios de los recursos informáticos con los que cuenta la delegación;
2. Verificar que los programas instalados en los equipos informáticos cuenten con las licencias correspondientes;
3. Elaborar programa de detención de requerimientos de capacitación por área de trabajo.
4. Construir y actualizar los módulos que conforman los diferentes sistemas de la delegación;
5. Automatizar la generación de reportes, consultas, informes y estadísticas sustentados en la integridad, actualización y confiabilidad de los datos incorporados en las bases de datos que permitan su análisis y la disposición de información para la toma de decisiones;
6. Elaborar la documentación técnica que describa diseño, aplicación y pruebas de los sistemas desarrollados;
7. Elaborar programa y calendario de capacitación por área de trabajo.
8. Implementar los procesos de entrenamiento sobre productos generados por área, para asegurar el aprovechamiento de los mismos por parte de los usuarios de la delegación.
9. Brindar a los usuarios la capacitación en la aplicación y explotación de los sistemas liberados, así como de las modificaciones y actualizaciones que se incorporen.
10. Calendarizar el mantenimiento preventivo de los equipos y mantener actualizado los programas antivirus.
11. Realizar monitoreo de la red informática para mantener en operación el sistema de comunicación.
12. Reportar al proveedor cualquier falla que se presente en los equipos.
13. Realizar encuestas de satisfacción de la atención de los usuarios.
14. Recopilar los datos obtenidos de las fallas reportadas y elaborar diagnóstico que permita corregirlas con la oportunidad requerida.
15. Mejorar puntos críticos y poder realizar un mejor servicio.

ESCOLARIDAD: Nivel Académico Mínimo.

Escolaridad: Técnico Superior Universitario

Grado de Avance: Terminado o Pasante

Carreras: Computación e Informática, Administración.

DESCONOCEDORES DE LA INFORMÁTICA

En la actualidad es necesario el conocimiento básico en computación ya que para el trabajo administrativo es necesario (Almacenar, Procesar y Transmitir información), lo cual esto podría afectar o tener un retraso en la operatividad de los trámites administrativos que se llevan a cabo en la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER).

Es necesario identificar y comprender las medidas de seguridad de la información, tomando en cuenta los posibles riesgos que se pueden tener, así mismo se tiene que identificar la importancia de identificar y comprender los conceptos como: seguridad, vulnerabilidades y amenazas, de igual manera la forma la organización de los dispositivos del equipo de cómputo, como también sus requerimientos necesarios y básicos.

Respecto a la información se refiere a identificar la prevención y protección de a los datos para evitar que ocurra de manera accidental o intencional la transferencia, modificación, fusión o destrucción no autorizada de la información, como también la confidencialidad.

Así mismo, es necesario reconocer que los conocimientos de informática son una herramienta importante para el desempeño laboral para dicho puesto administrativo, ya que tendrá que manipular los sistemas que se operan en la de Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), como también apoyar a los productores con lo siguiente:

1. Expedir el Registro al Padrón de Solicitantes y Beneficiarios de la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), registro que el productor (Persona FISICA o MORAL), se puede registrar para recibir apoyos de algún Programa o Componente, que se autorice para poder participar según lo establecido cuando este esté publicado en las Reglas de Operación y Publicado en Diario Oficial de la Federación.
2. Apoyar a los productores al registrarse a algún programa autorizado, en las ventanillas los días establecidos según la convocatoria publicada y autorizada por la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER).
3. Resolver problemáticas presentadas en los productores con la corrección de Errores en su nombre, apellidos o CURP, para que puedan registrarse y participar a los programas Autorizados por la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER).

Dicho lo anterior es necesario los conocimientos en informática y se solicita personal con:

ESCOLARIDAD: Nivel Académico Mínimo.

Escolaridad: Técnico Superior Universitario

Grado de Avance: Terminado o Pasante

Carreras: Computación e Informática, Administración.

CONCLUSIONES

Este artículo fue desarrollado por la información proporcionada por el Administrador Federal en Guerrero ubicado en la Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural de la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), y derivado por el análisis de una problemática real con los usuarios en la operatividad en el Sistema Único de Registro de Información (SURI) en la Dependencia.

Una vez implementado el Sistema Mesa de Ayuda, permite a los usuarios resolver la problemática en el Sistema SURI brindando respuesta más rápido cargando documentos y expresando la problemática, además de mantener al día con el entorno laboral y tener resultados eficientes brindando una mejor comunicación entre los usuarios.

RECONOCIMIENTOS

El desarrollo del proyecto fue posible gracias a la información proporcionada por la Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural de la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) de Chilpancingo Guerrero, Ubicada en Av. Ruffo Figueroa No. 2 Col Burócratas, C.P 39090.
www.gob.mx/agricultura

REFERENCIAS

Página Oficial de la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER)

www.gob.mx/agricultura

<https://www.suri.agricultura.gob.mx/>

<https://soporte->

servicios.agricultura.gob.mx/otrs/customer.pl?Action=Logout

https://registro-padron.agricultura.gob.mx/ap_biometricos/

[Manual.Sistema.SURI.](#)

[Manual.MesaDeAyuda.OTRS](#)

GUÍA PARA EL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN EN SERVICIOS DE SALUD A TRAVÉS DEL APLICATIVO SINBA

Jonathan Rodriguez
Solares

Universidad Autónoma de
Guerrero
Av. Lázaro Cárdenas S/N
Chilpancingo, Guerrero,
39127.

john.roso90@gmail.com

Dr. Edgardo Solís
Carmona

Universidad Autónoma de
Guerrero
Av. Lázaro Cárdenas S/N
Chilpancingo, Guerrero,
39127.

esoliscr@hotmail.com

M. en C. Eric
Rodriguez Peralta

Universidad Autónoma de
Guerrero
Av. Lázaro Cárdenas S/N
Chilpancingo, Guerrero,
39127.

erodriguez@uagro.mx

Dr. Valentín Álvarez
Hilario

Universidad Autónoma de
Guerrero
Av. Lázaro Cárdenas S/N
Chilpancingo, Guerrero,
39127.

Valentin_ah@yahoo.com

RESUMEN

En los últimos años, el avance en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y, sobre todo, la globalización en el uso de Internet ha supuesto, tanto en lo profesional como lo personal, un cambio en nuestra manera de comunicarnos, de acceder a la información y de difundirla. Las TIC han creado nuevas formas de comunicación, permitiendo mejorar el nivel de estas al hacerlas más rápidas y de mayor calidad.

Estamos de acuerdo de que el impacto de las TIC en los sistemas de salud ha venido a generar una revolución digital al derrumbar barreras de espacio y tiempo que existían hace unos años. Como gran ejemplo de esto está el aplicativo SINBA, más específicamente su sistema de información de registro electrónico, que a través de los años ha sido mejorado en gran manera, siendo la secretaría de salud responsable de esto, aunque sus beneficios no siempre son bien conocidos por el público en general.

Al igual que muchas empresas, el sector salud se esfuerza por mejorar su sistema con tal de reducir costes y aumentar su productividad. Esto a su vez pone los profesionales de este sector bajo presión al tener que encontrar la manera de adaptarse con eficacia a las nuevas tecnologías y de esta manera lograr esa mejora.

Palabras claves: TIC, SINBA, sistemas de salud.

INTRODUCCIÓN

En el campo de los Sistemas de Información de Registros Electrónicos en Salud, un aspecto a considerar siempre ha sido el contar con guías o manuales que establezcan los mecanismos para que los prestadores de servicios de salud registren e intercambien información de manera correcta.

Este proyecto funciona como una guía que especifica los procedimientos a desarrollar en la fase del procesamiento de la información de servicios en salud. Estos incluyen desde la explicación de los formatos de recolección para cada servicio, la identificación de sus elementos conceptuales, y el adiestramiento sobre la plataforma y su documento electrónico, asegurando que sean procedimientos sencillos y prácticos. Está dirigido al personal de las Unidades de salud que generan información

estadística para el Sistema Nacional de Información Básica en Materia de Salud.

Inicia con la descripción de algunas generalidades sobre el tema, lo que incluye historia sobre el sistema SINBA y los alcances de este, continúa con la demostración del aplicativo en general mediante un FROM END de los módulos más importantes del sistema; esta sección resulta útil tanto para los prestadores de servicio como a la población en general de tal manera que pueden conocer el funcionamiento del sistema. En seguida se describen los servicios de salud y los elementos conceptuales generales de cada uno de estos. En esta última parte se muestra un ejemplo completo que enseña la forma correcta de procesar la información que es recolectada en cada servicio de salud a cada módulo del documento electrónico, resaltando los aspectos más importantes de este con el uso de diagramas para mostrar el proceso de acceso al aplicativo y llenado de información. Por último, se muestran las abreviaturas más importantes utilizadas a lo largo del documento, así como las referencias consultadas, mismas que sirven para ampliar la información vertida en los distintos apartados.

A diferencia de otras guías, esta no es un guía de certificación. Mas bien, es como un manual práctico para aquel personal que es nuevo en áreas que producen información estadística, constituyéndose como una guía de aprendizaje durante el periodo de adaptación al sistema pues resuelve dudas que puedan surgir durante la jornada laboral. Sus elementos facilitan el uso del aplicativo y la generación de información en salud, sin dejar de lado que obedece a las necesidades de los programas de salud cumpliendo de esta manera con los requerimientos para la calidad.

Descripción del problema

Nos encontramos en la era en que las tecnologías de información y comunicación avanzan a pasos agigantados. Realidad que el sistema nacional de salud ha aprovechado para avanzar junto con ello al proporcionar el sistema de información básica en materia de salud, con el fin de mejorar la operabilidad, procesamiento y seguridad de la información contenida, estableciendo los mecanismos para que los prestadores de servicios de salud del SNS registren e intercambien información de manera correcta.

Ahora bien, tener a nuestro alcance una herramienta tecnológica con gran potencial, obliga al personal prestador de servicios del

SNS que utiliza el SIREs a conocer lo que hay de fondo en dicha plataforma y sus implicaciones. Muchos de ellos, sobre todo el personal nuevo, debe estar capacitado para conocer las medidas de seguridad (acciones, actividades, controles o mecanismos administrativos) necesarias que garanticen la protección y confidencialidad de los datos personales a fin de evitar el uso ilícito que pueda afectar al titular de la información, garantizando lo establecido en la ley general de protección de datos personales. En muchos casos se trabaja en un sistema donde se piensa que la única responsabilidad es capturar la información obtenida en cierta unidad de salud, sin tomar en cuenta muchas veces que los datos estadísticos serán utilizados dentro y fuera de las unidades médicas por usuarios directos e indirectos, por lo que se convierte en el responsable de los datos registrados.

Estamos seguros de que nos encontramos frente a un sistema de Información de registro electrónico de información en salud que supera las expectativas de dicho sector, por lo que el personal involucrado en el uso de este debería tener las oportunidades para actualizar sus habilidades y expandir sus conocimientos en lo que concierne a dicho aplicativo.

Justificación

El presente trabajo constituye una guía de aprendizaje para el personal de nuevo ingreso durante el periodo de familiarización con el sistema de información en salud, ya que resuelve las dudas que surjan durante la jornada laboral. Se realiza con la intención de atender la necesidad de contar con un conjunto de elementos que faciliten la generación de información en salud, oportuna, íntegra, y veraz, que beneficie a los usuarios del sistema, obedeciendo a las diferentes necesidades y requerimientos de los Programas de Salud y de esta manera cumplir con la calidad requerida.

Marco referencial

El Instituto nacional de Salud Pública (INSP) en su análisis sobre las problemáticas de portabilidad y convergencia de servicios entre las diversas instituciones del SNS en 2011, para avanzar en la construcción de un servicio nacional de salud que integrara los diferentes subsistemas en redes de atención de calidad homogénea se necesitaba reforzar la convergencia y portabilidad de los servicios de atención a la salud. Propuso la elaboración de un padrón único de beneficiarios, que contó con un respaldo generalizado, esto permitiría la constitución de un expediente clínico electrónico y la implementación de guías de práctica clínica para intercambio de datos en todas las instituciones proveedoras de servicios, y ayudaría a la integración funcional.

El 8 de septiembre de 2010, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2010, que establece los objetivos funcionales y funcionalidades que deberán observar los productos de Sistemas de Expediente Clínico Electrónico para garantizar la interoperabilidad, procesamiento, interpretación, confidencialidad, seguridad y uso de estándares y catálogos de la información de los registros electrónicos en salud.

El 15 de agosto de 2012 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el proyecto de modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2010, para quedar como Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-024-SSA3-2012, Sistemas de

Información de Registro Electrónico para la Salud. Intercambio de Información en Salud.

En su numeral 6.1 Guías y Formatos para Intercambio de Información en Salud, la Secretaría, a través de la DGIS proponía la elaboración de Guías y Formatos que orientan a los Prestadores de Servicios de Salud en lograr la Interoperabilidad Semántica e Interoperabilidad Técnica en escenarios concretos de intercambio de información entre SIREs. Las guías y formatos deben cumplir las características descritas en la norma indicada y ser sometidas a la secretaría de salud por conducto de la DGIS para su aprobación y publicación en su página electrónica

El 5 de septiembre de 2012, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el acuerdo por el que se establecía el Sistema Nacional de Información Básica en Materia de Salud, el cual tenía por objeto establecer el sistema como una herramienta que garantizara el intercambio de información y su análisis en materia de salud a nivel nacional, considerando la necesidad de contar con un sistema que permitiera una integración más eficiente y eficaz de la información en materia de salud de las dependencias y entidades de la administración pública federal que prestaban servicios de salud. Este fue administrado por la Secretaría de Salud, en su carácter de coordinadora del SNS, por conducto de la Dirección General de Información en Salud, y que, en términos de lo dispuesto por el acuerdo, la Dirección General de Información en Salud expidió y publicó en el Diario Oficial de la Federación el manual de operación del SNIBMS, dentro de los cuarenta y cinco días hábiles siguientes a la fecha en que entre en vigor dicho acuerdo.

El acuerdo y el manual contribuyeron con el SNS a propiciar una adecuada participación de las dependencias y entidades que prestaran servicios de salud, a efecto de que la universalidad en la prestación de los servicios de salud fuera sustentable. En este sentido, se requería el intercambio de servicios entre las distintas instituciones que integraban el SNS y para conseguir esto último fue requisito indispensable contar con el intercambio de información. Por lo tanto, el acuerdo y su manual fueron instrumentos para observancia y aplicación a las instituciones que prestaban servicios de salud en la administración pública, esto facilitaría la ejecución, supervisión y evaluación de políticas públicas en beneficio de la población.

1-DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN BÁSICA EN MATERIA SALUD

Cuando hablamos de sistema nacional de información básica en materia de salud (SINBA), nos referimos a un conjunto de componentes o módulos que integran las actividades derivadas del proceso de atención a la salud y prestación de servicios; con el propósito de producir y difundir información estadística, la cual sustenta el proceso para la toma de decisiones.

El SINBA es un sistema de registro nominal que garantiza la calidad, confidencialidad, integridad y confiabilidad de la información, aplicable a todo el territorio nacional. Las decisiones sobre el actuar de la salud pública dependen de la calidad de la información, por lo que contar con sistemas de registro nominal permite identificar y mejorar la calidad de los servicios de salud.

Sin embargo, los servicios de salud se han enfrentado a un gran reto debido a la importante transición demográfica y

epidemiológica por la que ha atravesado nuestro país en los últimos años, por lo que ha sido necesario enfocar esfuerzos en la mejora de la atención de los problemas de salud presentes en la población; para ello resulta indispensable lograr atención médica personalizada y contar con mecanismos que permitan el uso eficiente de los recursos financieros y la capacidad de los servicios públicos de salud en el país.

Como parte fundamental de estos mecanismos, resalta el Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS), mediante el cual la Secretaría de salud (SS), a través de la Dirección General de Información en Salud (DGIS), integra periódicamente información estadística del Sector Salud referente a los servicios otorgados.

Aunque en los últimos años se ha avanzado en la mejora de la calidad de esta información, ha sido evidente la necesidad de continuar con los esfuerzos que permitan incrementar la cobertura, confiabilidad y sobre todo su aprovechamiento real en la operación y la gestión de los servicios. Sin embargo, el camino no es sencillo, pues el Sistema Nacional de Salud (SNS) en México es un sistema fragmentado, en el cual la atención médica se encuentra a cargo de varias instituciones según la inserción laboral y la capacidad de pago de las personas.

Es importante considerar que tanto las Entidades Federativas, como las instituciones del SNS, son proveedores primarios de información del SINAIS con autonomía para la definición de sus plataformas tecnológicas y con una marcada diferencia interna y externa, debida tanto a las diferencias de su infraestructura tecnológica, como a la cobertura de los servicios. Así mismo, diversas unidades administrativas de la SS, con el objetivo de dar cumplimiento a sus metas, han establecido sistemas de información con fines particulares que en muchos casos resultan redundantes entre ellos.

Por si ello fuera poco, las aplicaciones tecnológicas que componen el SINAIS son sistemas aislados entre sí, fueron diseñados en plataformas tecnológicas diferentes, de acuerdo con los recursos y la tecnología disponibles en su momento de creación, y a pesar de su innegable utilidad, muchas de ellas operan con tecnología obsoleta.

Siendo así evidente, la ingobernabilidad en los sistemas de información en salud, lo que deriva en la multiplicidad de procesos para la producción de la información e imposibilita el intercambio de la misma, dificultando su integración, con un alto consumo de tiempo en tareas de acopio y llenado de formatos, afectando procesos de revisión y validación que impactan directamente en la calidad de la información e incluso en la calidad de la atención del paciente.

Desarrollo del SINBA

Debido a este panorama, mediante un fideicomiso otorgado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en 2015 la DGIS inició la conceptualización y coordinación del desarrollo del Sistema Nacional de Información Básica en Materia de Salud (SINBA), el cual se encontraba en fase de adopción y cuyo objetivo general era constituir el marco funcional y tecnológico que apoyara la unión de los sistemas de información, así como el acceso de calidad a los servicios de salud, mediante la integración y el intercambio de información asociada a las personas como centro de los sistemas de información; asegurando con ello como

fin último, la disponibilidad de información de mayor calidad, a un menor costo de producción, y sirviera como evidencia para la evaluación de los programas de salud, la planeación de políticas públicas y la asignación de recursos basada en evidencia.

Es por ello que el objetivo principal del SINBA es ser una herramienta que garantice el intercambio de información, proveer un marco confiable y oportuno para fines legales y estadísticos en materia de salud a nivel nacional que integrará de forma estructurada y sistematizada la Información Básica en materia de Salud, a través de los procedimientos, protocolos y plataformas tecnológicas que permitan la operación del sistema, procesos que son administrados por la Secretaría de Salud, obteniendo una reducción de tiempo y costos.

Componentes del SINBA

Para la realización de los ambiciosos objetivos del SINBA, se han señalado principalmente tres macro componentes.

Plataforma tecnológica E-sinais

La evolución tecnológica del SINAIS involucra principalmente lo siguiente:

- La conformación del Marco de Acopio e Integración de Información en Salud (MAIIS), el cual aloja los módulos y funcionalidades comunes y la optimización de la operación de todos los sistemas que conformarán el e-SINAIS.
- Adquisición del Índice Maestro de Pacientes (IMP), a través del cual se relacionan todos los registros que se reciben en el SINBA acerca de una persona a lo largo de su vida y su contacto con el sector salud. El IMP constituye la columna vertebral del SINBA.
- Desarrollo de las Plantillas Electrónicas de Integración de Información en Salud (PEIIS), mediante las cuales la información es incorporada al SINBA.
- Desarrollo de servicios transversales, que constituyen complejas aplicaciones con funcionalidad utilizada por más de una PEIIS:
 - ✓ Ratificación y Rectificación. Servicio para realizar cambios en la información registrada mediante una PEIIS.
 - ✓ Confrontas. Servicio para parear de manera nominal los registros de dos PEIIS.
 - ✓ Administración de folios. Servicio para gestionar los folios de los Certificados de Nacimiento, Defunción y Muerte Fetal.
- Diseño y construcción de los mecanismos para la explotación de la información.

Sistema integral de calidad de la información en salud

El SICIS tienen como propósito primordial garantizar la mejora continua de la información generada desde el SINBA, para lo que primordialmente se prevé el diseño de indicadores que permitan medir la calidad de la información de acuerdo con lo establecido en la NOM-035-SSA3- 2012, en materia de información en salud; así como el diseño de tableros y reportes detallados para el monitoreo periódico de la calidad de la información, con lo que se espera la identificación e implementación de acciones que lleven a su mejora continua.

Modelo de gobierno de información y protección de datos personales en salud

El MGlyPDPS pretende ser el marco rector que permita homologar los criterios y procedimientos para producir, integrar y procesar la información en salud con la mayor calidad posible a un menor costo de producción. Para ello, se han desarrollado mecanismos que buscan la atención eficaz y eficiente de las necesidades de información en salud de los usuarios, así como evitar la proliferación y coexistencia de sistemas paralelos. Es un órgano colegiado que permite que algo tan complicado como esto sea llevado a cabo.

Datos relevantes

- El diseño del SINBA partió del análisis de más 80 documentos para captación de información del SINAIS, resultando en la reducción de casi el 50% de formatos.
- Participación de más de 100 personas en el diseño.
- Su completa adopción implica más de 20,000 usuarios, en más de 5,000 establecimientos de salud.
- El SINBA es la fuente de información nominal para 64 programas federales de salud y dada la incorporación del Padrón General de Salud (PGS) como pilar del IMP, será un habilitador para la atención médica personalizada y el intercambio de servicios.

Avances

El proceso de implementación del SINBA sigue yendo más allá de un anhelo de actualización tecnológica. Se trataba de una necesidad imperiosa por disponer de información de mayor calidad bajo un esquema ordenado de gobierno. El cambio ha marcado una ruta compleja, sin duda llena de dificultades y desafíos, algunos previstos y otros surgidos en el proceso, pero representan la evolución necesaria de los sistemas de información en salud de nuestro país.

2. ANALISIS DEL FRONT END Y LOS MODULOS MAS IMPORTANTES PARA EL USO DEL INTERCAMBIO DE INFORMACION DE LOS USUARIOS DE LAS UNIDADES DE SALUD.

En México todavía hace unos años atrás no se contaba con un verdadero Sistema Nacional de Información en Salud. Existía una serie de subsistemas desconectados en su estructura y procesos, que generaban poca información sobre salud. La desvinculación entre las necesidades de información de los usuarios y los productos que generaba dicho sistema terminaba en insatisfacción y poca confiabilidad, esto aunado a la falta de canales de difusión y mecanismos flexibles de acceso a sus productos, que generaba dificultades importantes para una gestión adecuada de los recursos de información por toda la sociedad.

Lo anterior constituyó un problema hasta antes de que existiera un buen sistema de información en salud, el cual atravesaría por muchas transformaciones y mejoras para convertirse en una de las mejores herramientas cuyo propósito fuera producir y difundir información estadística con mejor calidad y sobre todo de fácil acceso.

La Secretaría de Salud en su acción para promover el establecimiento del SINBA, presentó mejoras al aplicativo que lo

refuerzan como una herramienta más ágil y ligera, con nuevos mecanismos para que los Prestadores de Servicios del Sistema Nacional de Salud registren, intercambien y consoliden información.

En la actualidad el SINBA cuenta con un portal único de ingreso al CISalud (Centro de Inteligencia en Salud), a través del cual se da acceso a la información y se proporciona servicios a la población abierta y a las diferentes instituciones que conforman el Sistema Nacional de Salud.

Al acceder al portal SINBA-SINAIS HOME o mediante la liga <http://sinba.salud.gob.mx/> nos encontramos con el aplicativo Sinba v2.0. como se muestra en la imagen 1 y 2.



Imagen 1. Pantalla de bienvenida al aplicativo SINBA 2

En su pantalla de bienvenida nos encontramos con una breve y muy específica explicación sobre lo que es este sistema de información. Además, especifica el personal hacia el que está dirigido dicho aplicativo y las mejoras que presenta.

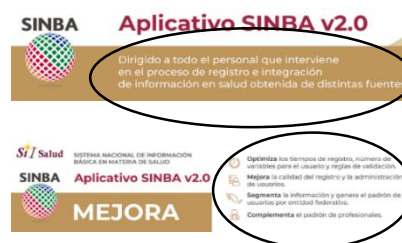


Imagen 2. Pantalla de bienvenida al aplicativo SINBA 2.0

Dicho sistema está constituido por un conjunto de procesos específicos que permiten integrar, explotar y difundir información en materia de salud y por otra, proporciona conocimiento para la toma de decisiones en políticas públicas. Algunos procesos son de accesos a la población en general, mientras que otros solo para personas autorizadas por instituciones de la propia secretaría de salud, puedes ver el contenido de estos en la imagen número 3.



Imagen 3. Contenido principal del DGIS en SINBA

1. Conoce más acerca de la dirección general de información en salud.



Imagen 4. Sección ¿Qué hacemos?

2. Conocimiento en salud mediante datos abiertos al público.

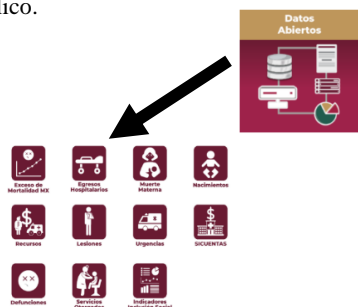


Imagen 5. Conocimiento en salud.

3. Intercambio de información.
La dirección general de información en salud establece los criterios bajo los cuales se debe asegurar el intercambio de información entre Sistemas de Información de Registro Electrónico.
4. Certificados de hechos vitales.
Los certificados de hechos vitales están conformados por el certificado de nacimiento, de defunción y de muerte fetal.
5. Sistemas de información.
El objetivo es generar información de los servicios otorgados en las unidades médicas de la Secretaría de Salud, que proporcione los insumos para la administración y planeación de los servicios de salud. Solo tienen acceso personas autorizadas por la secretaría de salud, por lo que nos pedirá información como nombre de usuario y contraseña (ver imagen 6).

 Two login portals side-by-side. The left one is 'Acceso al Sistema SINERHIAS' and the right one is 'Subsistema de Prestación de Servicios (SIS)'. Both have fields for 'Usuario:' and 'Contraseña:', a 'Recordarme la siguiente vez' checkbox, and buttons for 'Aceptar' or 'Entrar'.

Imagen 6. Portales de acceso a usuarios autorizados.

6. Cuestionario de verificación.
Igual que en el punto anterior, se necesita autorización para tener acceso a esta información.

7. Clasificación de enfermedades.
8. Comité técnico especializado sectorial en salud.

Es el órgano colegiado constituido por instituciones públicas, privadas y sociales del sector salud. Es la instancia donde se identifican y desarrollan acciones conjuntas para la captación, integración, producción, procesamiento, sistematización y difusión de la información en salud, a fin de consolidar el SINBA (ver imagen 7).

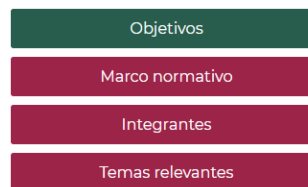


Imagen 7. Información sobre CTESS

El Sistema Nacional de Información Básica en Materia de Salud v2.0 es un sistema de registro nominal que garantiza la calidad, confidencialidad, integridad y confiabilidad de la información, aplicable a todo el territorio nacional.

Está dirigido a todo el personal que interviene en el proceso de registro e integración de información en salud; derivado de las atenciones otorgadas, egresos hospitalarios y urgencias realizadas en los establecimientos de salud, así como la generación de reportes estadísticos (ver imagen 8).

 A screenshot of the SINBA system interface. It shows a header with 'SECRETARÍA DE SALUD' and 'DGIS'. A search bar contains 'COTA98042HMCLRR01 (CLUES)'. Below are tabs for 'Módulo' and 'CLUES'. The main area shows a patient profile for 'ARTURO COLIN TORRES' with fields for 'Fecha de consulta', 'Servicio', 'Peso (kg)', 'Talla (cm)', and 'IMC'. There are also fields for 'Frecuencia cardíaca' and 'Frecuencia respiratoria'.

Imagen 8. funciones del sistema de registro nominal en SINBA

1. Captura de registros diferenciada por módulos.
2. Acceso y visualización de perfil por nivel de usuario.
3. Gestión de usuarios descentralizada. 5 perfiles de usuario, 4 niveles de acceso.
4. Información objetiva.
5. Herramienta predictiva, ágil y ligera.

Esta es la versión más actualizada del aplicativo, que tiene como objetivo:

- Optimizar los tiempos de registro y reglas de validación.
- Mejorar la calidad del registro.
- Mejorar la administración de usuarios.
- Segmentar la información y generar el padrón de usuarios por entidad federativa.
- Complementar el padrón de profesionales.

3. GUIA PARA EL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN

Años atrás se estableció el Sistema Nacional de Información Básica en Materia de Salud, el cual tenía por objeto establecerse como una herramienta que garantizaría el intercambio de información y su análisis en materia de salud a nivel nacional, que integrará de forma estructurada y sistematizada la información en materia de salud.

Ahora bien, se presenta la necesidad de conocer más a fondo sobre dicho sistema que ahora es para los prestadores de servicio una herramienta que exige un correcto registro de la información, la cual es obtenida en las diferentes unidades de salud, y que ahora tiene al alcance las condiciones que permitirán que pueda ser intercambiada entre prestadores de servicios de salud.

Si has llegado hasta aquí es porque eres parte del personal prestador de servicios del SNS o estas próximo a serlo, tendrás la responsabilidad de intervenir en alguna o varias etapas del proceso de registro y utilización de datos estadísticos. Incluso puedes estar ya laborando en alguna unidad de salud, pero puede ser el caso que no conozcas mucho sobre el sistema que ahora mismo estas utilizando. Cual sea el grupo de personas en el que te encuentres es importante que te asegures sobre el correcto manejo del aplicativo y, por consiguiente, de estar haciendo un correcto trabajo.

Resulta importante que antes de procesar información al documento electrónico conozcas sobre servicios para la salud que existen, los formatos de recolección de datos, integración del padrón general de salud PGS, generación y bajas de usuarios, la conformación del documento electrónico; que incluye, el correcto uso sobre la interfaz donde se registra información de salud, uso de módulos y perfil por nivel de usuario, conocimientos de catálogos maestros, y por supuesto los términos más comunes sobre dicho sistema.

La información que encontraras continuación en este documento te ayudará a resolver ciertas dudas sobre el uso del aplicativo SINBA v2.0, sobre todo si te encargas de procesar información en dicha plataforma sobre uno o más servicios de salud. Puedes estar seguro de que no se trata de una guía compleja, más bien resultan ser consejos prácticos que te ayudaran con posibles dificultades que puedan surgir durante la jornada laboral.

Servicios para la salud

El Sistema Nacional de Información en Salud cuenta con varios componentes, entre ellos se encuentra el de Servicios para la Salud. Los servicios personales incluyen:

- Consulta externa.
- Urgencias.
- Hospitalización.
- Nacimientos.
- Defunciones.
- Servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento.

Como parte del personal que utiliza el sistema de información de registro electrónico para la salud, es necesario conocer lo más posible sobre estos servicios para la salud. Como hemos mencionado anteriormente, todas y cada una de las unidades de salud cuentan con estos servicios, por lo que resulta importante estar familiarizados con ellos.

Sistema de Prestación de Servicios (SIS)

Genera la información de los servicios otorgados en las unidades médicas de la Secretaría de Salud, de manera que proporcione los insumos para la administración y planeación de los servicios de salud (ver imagen 9).

Imagen 9. Formato de recolección de datos para el Servicio de consultas

Términos comunes

- Consulta externa.
- Consulta de primera vez.
- Consulta subsecuente.
- Referencia y Contrarreferencia.
- Referido.
- Contrarreferido.
- Derechohabencia.
- Discapacidad.
- Índice de Masa Corporal (IMC).
- Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's).
- Intersexual.
- Migrante.
- Pueblos Afromexicanos.

Servicio de Urgencias Médicas

Genera información de la atención brindada durante la estancia del paciente en el área de Urgencias, lo que permite evaluar la situación de la salud y la demanda de atención en admisión continua, para la administración y planeación de los servicios de salud (ver imagen 10).

Imagen 10. Formato de recolección de datos para el Servicio de urgencias médicas

Términos comunes

- Urgencia Calificada.
- Urgencia No calificada.

- Folio.
- Afección principal.
- Afección reseleccionada.
- Afecciones tratadas.
- Cama de Choque.
- Cama de Observación.
- Derechohabiencia.
- Clave de la edad.
- Comorbilidad.
- Deshidratación.
- Médicos tratantes.
- Motivo de la atención (accidente, envenenamiento y violencia).
- Motivo de la atención (gineco- obstétrica).
- Motivo de la atención (medica).
- Motivo de la atención (pediátrica).
- Procedimientos médicos.

- Procedimientos médicos practicados.
- Médico Cirujano.
- Terapia intensiva.
- Terapia intermedia.
- Gestación (Embarazo).
- Parto.
- Eutócico.
- Distócico vaginal.
- Cesárea.
- LUI.
- Aborto.
- Cirugía.
- Planificación familiar.
- Lactancia exclusiva.
- Defunción fetal.
- Defunción materna.

Servicio de Egresos Hospitalarios

Genera la información de la atención brindada durante la estancia del paciente en el área de Hospitalización, de manera que permita evaluar la situación de la salud y la demanda de atención hospitalaria, para la administración y planeación de los servicios de salud. (ver imagen 11).

Imagen 11. Formato de recolección de datos para el Servicio de egresos hospitalarios

Términos comunes

- Servicio de hospitalización.
- Unidad Médica Hospitalaria.
- Atención hospitalaria.
- Folio.
- Expediente.
- Residencia habitual.
- Derechohabiencia.
- Etnicidad.
- Indígena.
- Lengua indígena.
- Alta de corta estancia.
- Alta del paciente.
- Ingreso hospitalario.
- Egreso hospitalario.
- Días estancia.
- Servicio de corta estancia.
- Cama censable.
- Cama no censable.
- Afección principal.
- Afecciones tratadas.

Catálogos maestros SINBA

Los catálogos maestros son una parte esencial del sistema en el que vamos a intercambiar información, por lo que es importante tener conocimiento de ellos para realizar un trabajo de calidad.

Los subsistemas y fuentes de información utilizan catálogos comunes, sin embargo, estos catálogos a pesar de referirse a la misma información pueden contener descripciones, claves y elementos diferentes. Por este motivo y junto con la mejora del aplicativo SINBA, se dio la necesidad de homologar los valores de los catálogos comunes, para unificar la información y poder utilizar un sólo catálogo por concepto para más de un subsistema y fuente de información. De esta manera surgen los catálogos maestros donde cada uno proporciona información específica para lo cual fue creado.

- Afiliación
- Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y de la Salud (CIF-IA)
- Código Postal
- Diagnósticos (CIE-10)
- Establecimientos de salud (CLUES)
- Entidad Federativa
- Escolaridad
- Estado Conyugal
- Formación académica
- Género
- Institución
- Jurisdicción
- Lengua indígena
- Localidad
- Lugar lesión
- Municipio
- Ocupación habitual
- País
- Procedencia
- Procedimientos (CIE-9-MC)
- Servicios especialidades
- Sexo
- Sitio de Ocurrencia
- Tipo Vialidad
- Tipo Asentamiento
- Tipo de Beneficiario
- Tipo Edad

- Medicamentos

Padrón general de salud (PGS)

La integración del PGS, está basada en el modelo contenedor de información en capas, que garantiza la calidad, integridad y gobernabilidad de la información. Será responsabilidad de cada una de las partes la validación de la CURP de cada beneficiario, previo a su envío al PGS. En esta etapa del PGS no se integrarán derechohabientes sin una CURP previamente validada.

Descripción de las diferentes capas:

Interfaces de Comunicación: Servicios para la recepción de información para su carga al PGS y entrega de información de control y consulta para los usuarios autorizados, es decir, que cumplan con las reglas y políticas de seguridad.

Integración de Información: En esta capa residen los procesos de integración y de extracción de información. Los procesos de integración son los encargados de validar las reglas de negocio, para permitir la carga de información al padrón y la generación de cifras de control de la información procesada. Los procesos de extracción son los encargados de generar reportes o archivos con la información de los reportes y/o entregas de información.

Calidad de Información: Procesos para validar la limpieza, integridad y homologación de la información.

Gestión de Identidad: Procesos para la administración de identidades, basados en una primera etapa en la CURP.

Procesamiento de información al aplicativo SINBA

Ahora que ya tienes o has reforzado conocimientos sobre los servicios de salud, te has familiarizado con los formatos de recolección de información de cada uno y has comprendido los términos y definiciones más importantes de cada uno, conoces la existencia de catálogos maestros que te facilitarán la interacción con la aplicación web y el funcionamiento del PGS, es momento de pasar al documento electrónico en donde procesaras toda la información que nos brindan los servicios de salud, tarea para la que se requiere tener un usuario activo en dicho sistema. Todos los usuarios, organizaciones y dispositivos deberán ser autenticados como mínimo por un nombre de usuario y contraseña, para ello es necesario pasar los procedimientos de autorización que estarán a cargo de la secretaría de salud, quien, por conducto de la DGIS, es la encargada de utilizar las herramientas informáticas de procesamiento de datos para generar la información estadística, respetando siempre las disposiciones jurídicas en materia de protección de datos personales.

Generación de usuarios

Para obtener un usuario con privilegios para acceder a las pantallas del aplicativo SINBA, se debe llevar a cabo el siguiente procedimiento:

1. La entidad o dependencia deberá solicitar la generación del nuevo usuario a la DGIS mediante un oficio con los siguientes datos:
 - Fecha de solicitud.
 - Clave y nombre de la entidad o dependencia solicitante.

- CURP, nombre completo, puesto y datos de contacto de la persona a la que se asignará el usuario.
- Consultas a las que se solicita el acceso.
- Nombre y firma del titular de la unidad administrativa de adscripción del usuario.

2. La DGIS considerará la solicitud, observando en todo momento las disposiciones jurídicas aplicables.
3. En caso de ser autorizado el usuario solicitado, la DGIS a través de la DGTI llevará a cabo las actividades necesarias para crear el usuario autorizado.
4. La DGIS hará saber mediante oficio a la entidad solicitante la resolución del requerimiento y en su caso se le harán llegar el usuario y contraseña para ingresar a la aplicación Web. Sólo se podrá otorgar un usuario por participante.

Este paso es solo para nuevos usuarios. Si es este tu caso, no está de más recordarte que los datos estadísticos que a partir de ahora procesaras al documento electrónico serán utilizados dentro y fuera de las unidades médicas por diversos usuarios, por lo que te conviertes en el responsable de los datos registrados.

Ingreso al Aplicativo

A continuación, presentamos el diagrama 1 para explicar la manera correcta de acceder al aplicativo SINBA.

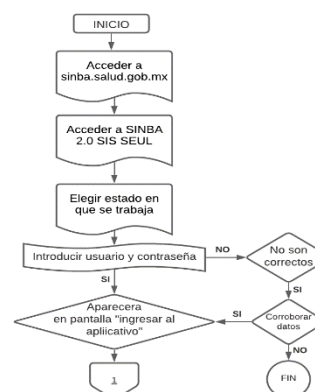


Diagrama 1. Acceso al aplicativo SINBA

Una vez que hayas ingresado con éxito al aplicativo nos encontramos con la versión más actualizada del sistema de registro nominal que garantiza la calidad, confidencialidad, integridad y confiabilidad de la información. La calidad de este dependerá de que los prestadores de servicios procesemos la información correctamente.

Reporte de información

Hemos llegado a la parte donde procesaremos la información recolectada de cada servicio de salud. A la hora de haberte sido otorgado un usuario para ingresar a la aplicación web, se te informo de las consultas a las que te daría acceso. Estas pueden ser desde una o varias, depende las que se te permitan son los módulos que te aparecerán en la barra de inicio (imagen 12)

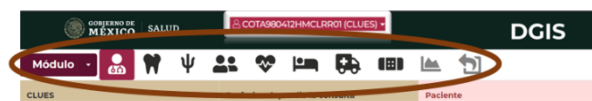


Imagen 12. Acceso a módulos por Servicio

Primera parte: Información para el PGS

En esta ocasión y para los fines de este documento, elegiremos el módulo para el servicio de egresos hospitalarios. Sin embargo, la estructura principal es la misma para todos los servicios, a pesar de que existan marcadas diferencias en cada uno de ellos. Los siguientes campos son básicos en cada servicio de salud, por lo que se deberán llenar correctamente (imagen 13).


Diagram illustrating the three data sources for the model:

- 1 CLUES**: BSSA0001813 - HOSPITAL GE...
- 2 Profesional que dio la consulta**: Selecciona un Profesional
- 3 Paciente**: Selecciona un Paciente

Egresos Hospitalarios

Imagen 13. Módulo de servicio para egresos hospitalarios

1. CLUES: Clave del establecimiento de salud sobre el cual vas a reportar información en salud. Con ella se identifica todo lo reportado por el establecimiento a cada uno de los subsistemas de información del SINBA. Esta información está contenida en el catálogo maestro “Establecimientos de Salud”.
2. Profesional que dio la consulta: registraremos los datos del profesional de salud encargado de atender al paciente. Recuerda que uno de los objetivos principales de la versión mejorada del aplicativo SINBA es complementar el padrón de profesionales, una vez registrado un profesional de la salud al PGS mediante CURP no podrá hacerse un nuevo registro de este, por esta razón es importante registrar el nombre y cédula de manera correcta.
Antes de realizar un registro de debe llevar a cabo una búsqueda del profesional mediante la CURP, es muy posible que ya exista en la base de datos del PGS, de ser así seleccionaremos el profesional ya existente.
3. Paciente: Se registra la información de la persona que ha sido beneficiada con algún servicio de salud. En este caso el paciente que estuvo hospitalizado en dicho establecimiento para el cual estamos reportando información. Es responsabilidad de cada prestador de servicio la validación de la CURP de cada beneficiario, previo a su envío al PGS. Esta acción forma parte de los procesos para la gestión de la identidad. Se debe seguir la estructura de la imagen 14.



Datos del paciente

Datos demográficos

Imagen 14. Registro de información del paciente

CURP: Clave única del Registro de Población, asignada por el registro nacional de población. La longitud debe ser de 18 dígitos. Debe ir en mayúsculas y debe estar validada por RENAPO. El sistema deberá hacer la validación de la estructura AAAA999999AAAAAX9, donde el dígito 17 puede ser un valor entre 0 – 9 o entre A – J. Deben tener coincidencia con las variables del paciente. En caso de no haber presentado este dato

se presiona F9 y el apartado quedara lleno con XXXX999999XXXXXX99, realizando el registro del paciente con los datos restantes.

Nombre(s) y Apellidos: del paciente presentado ante la institución.

Fecha de nacimiento del paciente: Debe contener el día, mes y año bajo el siguiente formato: DD/MM/AAAA. La fecha de nacimiento del paciente no puede ser mayor al valor de la variable fecha Egreso. Se debe validar que la fecha de nacimiento coincida con la variable “clave Edad” y “edad” de esta sección. Si no se cuenta con la información se debe registrar “09/09/9999”.

País: Nacionalidad del paciente presentado ante la institución. El valor debe existir en el Catálogo de Nacionalidades. En caso de no ser mexicano se seleccionará la casilla “Nació en el extranjero”

Entidad de nacimiento: Clave de la entidad federativa en la que nació el beneficiario presentado ante la institución. El estado de nacimiento conforme al catálogo de entidades federativas del INEGI.

A dicho catálogo se le agregan las siguientes opciones:

- En caso de que haya nacido en el extranjero se agrega la clave “NE” (nacido en el extranjero).
- En caso de que sea mexicano y se desconoce el estado de nacimiento del beneficiario, se agrega la clave “00” (no disponible).

Edad: Valor calculado a partir de la fecha de nacimiento del paciente”, por lo que se debe validar la consistencia con el campo “fecha Nacimiento” y con el campo “clave Edad” de esta misma sección. En caso de que no esté descrito en el documento, se debe registrar “999” y el valor de la variable “clave Edad” debe ser “0”.

Clave edad: Se debe registrar el valor que corresponda de acuerdo con el catálogo Tipo edad.

Sexo: Sexo del beneficiario asentado en el documento probatorio presentado ante la institución.

Nota: Para fines de intercambio de información, los datos mínimos de identificación obligatorios serán: CURP, nombre, primer apellido y segundo apellido. En caso de haberse validado la identidad del paciente mediante la CURP, no será necesario llenar las casillas de fecha de nacimiento, país, entidad, edad, clave edad y sexo, pues habrán sido llenadas automáticamente.

Afiliación: O tipo de beneficiario y clave que identifica. El valor debe existir en el Catálogo de Afiliación.

Datos domiciliarios

País: Se encontrará activada por default.

Estado: Clave de la entidad federativa de residencia. El valor debe existir en el Catálogo de Entidades Federativas de INEGI. En el caso que no se tenga este dato se deberá capturar “00” como valor.

Municipio: Clave del municipio de residencia. El valor debe existir en el Catálogo de Municipios de INEGI. En el caso que no se tenga este dato se deberá capturar “000” como valor.

Localidad: Clave de la localidad de residencia. El valor debe existir en el Catálogo de Localidades de INEGI. En el caso que no se tenga este dato se deberá capturar “0000” como valor.

Código Postal: Código Postal del lugar de residencia del paciente. Se debe registrar el valor del campo que corresponda de acuerdo con el catálogo código postal. Si se desconoce el código postal de residencia se debe seleccionar la casilla SE IGNORA.

Tipo de vialidad: Elegir de las opciones del catálogo tipo vialidad.

Nombre de la vialidad: Identificación del inmueble donde habita el paciente.

Numero Exterior y numero Interior: Identificación del inmueble donde habita el paciente.

Tipo de asentamiento: Elegir de las opciones del catálogo tipo asentamiento.

Nombre de asentamiento: Nombre del asentamiento perteneciente a la dirección del domicilio del paciente

Teléfono: Número telefónico del paciente.

Estos son los datos principales que se deben llenar en el proceso para la identificación de personas. Este proceso es el mismo para todos los servicios de salud. Solamente en el caso del servicio de Consulta externa existen apartados como:

1. ¿Se considera indígena?
Las opciones para responder son:
 - 0- No
 - 1- Si
 - 2- No responde
 - 3- No sabe
2. ¿Se considera afromexicano?
Las opciones para responder son:
 - Sin elección
 - 0- No
 - 1- Si
 - 2- No responde
 - 3- No sabe
3. Genero. Las opciones para responder son:
 - Sin elección
 - 1- Masculino
 - 2- Femenino
 - 3- Transgénero
 - 4- Transexual
 - 5- Travesti
 - 6- Intersexual
 - 88- Otro
4. Número de expediente: Numero de registro asignado al paciente por la institución de salud a la que ha recurrido.

La información anterior será la que integrará el padrón general de salud, el cual contendrá información de profesionales, así como de los pacientes mediante la validación de la CURP, permitiendo de esta manera la unicidad de cada persona en el PGS.

Segunda parte: Información sobre el SS

En esta parte vamos a enfocarnos en el proceso de captura de la información sobre el servicio que el paciente ha recibido. Cual sea el módulo en el que vaya a ser el intercambio, la información debe ser reportada conforme a la estructura descrita en el documento electrónico. Cabe destacar que debemos mantener la estructura y la totalidad de los campos, considerando que los apartados que son obligatorios (marcados con un * en color rojo) hacen referencia al llenado del registro bajo ciertas condiciones, y que no pueden omitirse, mas no significa que los demás apartados no sean importantes a la hora de ser llenados.

La estructura para el llenado de datos de este módulo es la siguiente:

1. Folio. Clave asignada por la Unidad Hospitalaria, para dar seguimiento al registro.
2. ¿nació en el hospital? Aplica para menores de 3 meses.
3. Peso.
4. Talla.
5. Estado conyugal. Se puede utilizar el catálogo de Estado conyugal.
6. ¿Se considera indígena? Si o no.
7. ¿Habla alguna lengua indígena? En caso de responder si, se debe especificar cual, pudiendo en este apartado utilizar el catálogo de Lengua indígena.
8. ¿Se considera afromexicano? Si o no.
9. Expediente. Número que la institución asigno al paciente.
10. Fecha de ingreso. Fecha en que empezó a utilizar dicho servicio
11. Fecha de egreso. Fecha en que deja el servicio y sale de la institución.
12. Días estancia. Este será generado a partir de las fechas de ingreso y egreso.
13. Mes estadístico. Este será generado a partir de las fechas de ingreso y egreso.
14. Tipo de servicio de ingreso. Elegir “Normal o Corta estancia”.
15. Clave y nombre de servicio de ingreso. Los servicios más comunes son:
 - 112- Medicina Interna
 - 201- Cirugía general
 - 301- Pediatría
 - 402- Ginecología
 - 517- Traumatología

Puedes hacer uso del catálogo Servicios especialidades para ver todas las existentes.

16. Clave y nombre de servicio de egreso. Lo mismo que el punto 15.
17. Procedencia. Área de procedencia del paciente. Elegir del catálogo Procedencia.
18. Motivo de egreso. Razón por la que el paciente deja el servicio. Elegir entre las siguientes:
 - Curación
 - Mejoría
 - Voluntad propia
 - Traslado a otra unidad
 - Defunción
 - Fuga
 - Otro

19. Descripción de la afección principal. Afección que se atendió. Texto libre con base en lo identificado por el profesional de la salud.
20. Código de la afección principal. Código CIE que corresponde a la Afección principal de acuerdo con el catálogo Diagnósticos (CIE-10)
21. Primera vez o subsecuente. Elegir dependiendo lo especificado dependiendo lo especificado por el profesional en el formato.
22. Descripción de la comorbilidad. En caso de que haya más de una afección. Texto libre con base en lo identificado por el profesional de la salud.
23. Código CIE y descripción de la comorbilidad. Código CIE que corresponde a la comorbilidad de acuerdo con el catálogo Diagnósticos (CIE-10)
24. Código de la afección principal reseleccionada. Repetir código CIE de la afección principal.
25. Infección intrahospitalaria. Elegir entre Si y No dependiendo lo especificado por el profesional en el formato.
26. Descripción del procedimiento. Ya sea diagnóstico, terapéutico o quirúrgico realizado al paciente por el profesional de la salud. Texto libre con base en lo identificado por el profesional de la salud.
27. Código CIE-9MC y descripción de procedimiento médico. Código CIE-9MC que corresponde de acuerdo con el catálogo Procedimientos.

Puede que existan otros apartados a llenar, pero estos serán activados dependiendo el servicio para el que se esté realizando el proceso de captura y dependiendo la atención que el paciente haya obtenido. Deberás procesar esa información si siguiendo adecuadamente lo expuesto en los formatos de servicios.

Al terminar cada registro se generará un archivo aplicando las validaciones establecidas en el dicho sistema. El SIREs será el encargado de registrar y resguardar la información en forma de documentos electrónicos. El proceso completo del reporte de información es resumido en el diagrama número 2.

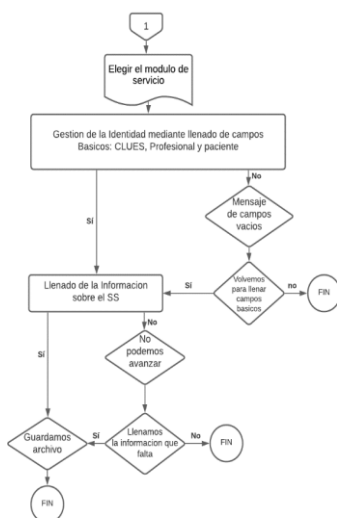


Diagrama 2. Primera y segunda parte del proceso de reporte de información.

Servicio de Nacimientos

Se encarga de promover el registro oportuno, veraz e íntegro de los nacidos vivos ocurridos en el país, con el propósito de contar con un marco confiable para fines legales y estadísticos que apoye la protección de los derechos de los niños, y la planeación, asignación de recursos y evaluación de los servicios de salud.

El Certificado de Nacimiento es un documento oficial de carácter individual e intransferible que certifica el nacimiento de un producto vivo en el momento mismo de su ocurrencia, proporcionando a la madre un comprobante de este hecho. Es un formato único de registro de nacimientos de uso obligatorio en el territorio nacional.

El Certificado de Nacimiento es requisito indispensable para el trámite del Acta de Nacimiento y no debe ser confundido con ésta, por lo tanto, no puede ser utilizado en sustitución o como complemento de esta para fines legales o administrativos.

Servicios de defunción y muertes Fetales

Los Certificados de Defunción y Muerte Fetal son los documentos oficiales para certificar las muertes en nuestro país. Son expedidos por profesionales de la medicina o personas autorizadas por la autoridad sanitaria, una vez comprobado el fallecimiento y determinadas sus causas.

Certificado de Defunción: Formato único nacional establecido por la Secretaría de Salud, de expedición gratuita y obligatoria, con carácter individual e intransferible, que hace constar la ocurrencia de una defunción y las circunstancias que acompañaron el hecho (ver imagen 16).

Certificado de Muerte Fetal: Formato único nacional establecido por la Secretaría de Salud, de expedición gratuita y obligatoria, con carácter individual e intransferible, que hace constar la ocurrencia de una defunción fetal y las circunstancias que acompañaron el hecho.

Los prestadores de servicios de salud que utilicen SIREs con respecto a los servicios de salud como son Certificados de Nacimiento, Defunción y Muertes Fetales, deberán implementar de igual manera el Sistema de Gestión de Seguridad de la protección de datos personales y estándares en materia de seguridad de la información, que aseguren la confidencialidad, integridad, y disponibilidad de la información en salud. Al igual que los demás servicios deberán registrar y resguardar la información derivada de la prestación de servicios de salud en forma de documentos electrónicos estructurados e inalterables de acuerdo con las disposiciones jurídicas aplicables.

Puesto que se tratan de documentos oficiales que certifican ya sea un nacimiento o muerte, todos los usuarios deberán ser autenticados como mínimo por un nombre de usuario y contraseña muy independiente del usuario autorizado en otro servicio para la salud. La definición de este deberá aprobarse por el grupo estratégico de seguridad de la información de la organización.

Te mostramos mediante el diagrama número 3 la forma de acceder a dicho servicio mediante el aplicativo SINBA, sin

embargo, en este documento no mostraremos el proceso de intercambio de información respecto a este servicio.

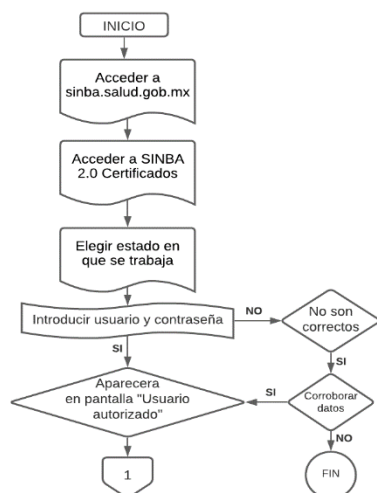


Diagrama 3. Acceso al servicio de Certificados de hechos vitales.

Baja de usuario

El proceso de intercambio de información puede ser un trabajo fácil de realizar para el personal que aprenda el manejo del sistema SINBA. El uso y tiempo en dicho sistema podrán asegurar buen manejo de la información sin presentar dificultades. Sin embargo, este hecho no le resta importancia a dicha tarea, ya que para realizar estas has tenido que cumplir con procesos de autorización de usuario, los cuales te permiten el intercambio de datos estadísticos, que son utilizados dentro y fuera de las unidades médicas por usuarios directos e indirectos, por lo que se convierte en el responsable de los datos registrados.

Si en algún momento dejas de realizar esta tarea, sea porque cambies de trabajo o solo de servicio, es recomendable dar de baja el usuario que te fue autorizado, de esta manera estas protegiéndote de cualquier uso ilícito de la información.

Para deshabilitar a un usuario existente en la aplicación web del PGS, se debe llevar a cabo el siguiente procedimiento:

1. La Entidad o Dependencia deberá solicitar a la DGIS, la baja de un usuario existente en la aplicación web del PGS. Esta solicitud deberá entregarse mediante un oficio con los siguientes datos:
 - Fecha de solicitud.
 - Clave y nombre de la entidad o dependencia solicitante.
 - Nombre completo, puesto y datos de contacto de la persona que tiene asignado el usuario existente.
 - Descripción del motivo por la que se solicita la baja del usuario.
 - Nombre y firma del Titular de la Entidad o Dependencia.
2. La DGIS considerará la solicitud, observando en todo momento las disposiciones jurídicas aplicables.
3. En caso de ser autorizada la baja del usuario, la DGIS a través de la DGTI llevará a cabo las actividades necesarias para dar de baja el usuario.

4. La DGIS notificará al solicitante mediante un oficio que el usuario ha sido deshabilitado.

Acceso a la Información

El aplicativo SINBA es una herramienta cuyo propósito es producir y difundir información estadística con mejor calidad, garantiza el intercambio de información a nivel nacional, e integra de forma estructurada y sistematizada la información básica en materia de salud, a través de plataformas tecnológicas que permiten la operación del sistema, obteniendo una reducción de tiempo y costos.

El anhelo de actualización tecnológica del sistema nacional de información básica en materia de salud se ha hecho posible mediante la unión de sistemas de información asegurando con ello como fin último, la disponibilidad de información de mayor calidad, a un menor costo de producción, que sirve como evidencia para la evaluación de los programas de salud, la planeación de políticas públicas y la asignación de recursos basada en evidencia.

La necesidad por disponer de información de mayor calidad ha sido cubierta por un sistema que permite el acceso a la información donde se da cuenta del trabajo realizado con mayor transparencia y con fácil accesibilidad tanto para especialistas como para el público en general. Mientras tanto queda en nosotros seguir reordenando los procesos y pensar en la forma de transitar por completo hacia este sistema de información para la inteligencia en salud.

Abreviaturas

CIE: Clasificación Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud de la Organización Mundial de la Salud.

CLUES: Clave única de Establecimiento en Salud. Clave Única de Establecimientos en Salud. Identificador único, consecutivo e intransferible que asigna la DGIS de manera obligatoria en términos de las disposiciones jurídicas aplicables a cada establecimiento de

CURP: Clave única de Registro de Población.

CEMECE: Centro Colaborador para la Familia de Clasificaciones Internacionales de la Organización Mundial de la Salud en México.

CIE-9-MC: Clasificación de Procedimientos en medicina: Para la codificación y generación de estadísticas de procedimientos médicos: quirúrgicos y no quirúrgicos

CIE-10: Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la salud. Para la codificación y generación de estadísticas de morbilidad y mortalidad.

DGIS: Dirección General de Información en Salud de la Secretaría de Salud.

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INSP: Instituto nacional de salud pública.

IMP: Índice maestro de pacientes.

LFPDPPP: Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares.

NOM: Norma Oficial Mexicana.

SSA: Secretaría de Salud.

SIRES: Sistema de Información de Registros Electrónicos en Salud.

SNS: Sistema Nacional de Salud.

SPSS-INSABI: Sistema de Protección Social en Salud, y/o Instituto de Salud para el Bienestar.

PEIIS: Plantilla Electrónica de Integración de Información en Salud.

PGS: Padrón general de salud.

SINAIS: Sistema Nacional de Información en Salud.

SINBA: Sistema Nacional de Información Básica en Materia de Salud.

SIRES: Sistemas de Información de Registro Electrónico para la Salud.

SIS: Subsistema de Prestación de Servicios del Sistema de Información en Salud.

TIC: Tecnologías de la información y comunicación.

CONCLUSION

Hemos llegado al final de este proyecto de investigación, habiendo analizado la información necesaria para partir a realizar tareas que van desde el entendimiento de herramientas hasta el proceso de intercambio de información en forma correcta.

A diario más de 35 mil unidades producen información en salud, la cual por principio es registrada manualmente en formatos de recolección de información para después procesarse a un documento electrónico. No todas estas unidades cuentan con comunicación instantánea o internet por lo que no toda se integra de inmediato a los servicios de registro de información en salud.

En este sentido contamos con la ventaja de tener a nuestra disposición este sistema de registro con la infraestructura necesaria para integrar información de calidad, y al hacerlo nos damos cuenta de que las ventajas que posee son importantes, tales como: reducción de tiempo y costos, optimización de tiempos de registro y reglas de validación, calidad del registro, mejor administración de usuarios, segmentación de la información y generación del padrón de usuarios por entidad federativa, y complementa el padrón de profesionales.

Esta guía no cuenta con las validaciones necesarias para certificar a alguien y autorizarlo con los permisos para intercambiar información. Puede ser de utilidad para quien ya cuenta con usuario autorizado para realizar dicho trabajo. El seguir los puntos plasmados ayuda a que se cumpla con los requerimientos necesarios para evitar los errores más comunes y así tener la calidad esperada.

Se espera que el desarrollo de este proyecto brinde las herramientas que puedan ayudar en la mejora de habilidades respecto al uso y manejo de este sistema de información de registro electrónico de información en salud, permitiendo las bases que ayuden a ser un profesional capaz de resolver cualquier problema que pueda surgir durante la jornada laboral.

RECONOCIMIENTOS

A mi centro de trabajo por proporcionarme las bases que me han ayudado a adquirir la experiencia que tan útil me fue en la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Murayama, Ciro. Ruesga, Santos M. 2016. Hacia un sistema nacional público de salud en México. México D.F Primera edición. 21-58, 339-350.
- [2] Aline P. Jimenez Romero, 2019. Sistema Nacional de Información Básica en Materia de Salud SINBA (Boletín CONAMED) Vol. 5.
- [3] Propuesta de un sistema nacional de servicios de salud, 2012. CONEVAL. México. 60-87.
- [4] Chertorivski Woldenberg. Fajardo Dolci, G. 2011. El sistema de salud mexicano: ¿requiere una transformación? Gaceta Médica de México, 202-208.
- [5] Martínez Trejo, L O. 2018. Sistema de salud en México. Encrucijada. Vol. 29. 16 págs.
- [6] Diario Oficial de la Federación (DOF) NORMA Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2010. Segob, DOF 2010-09-08. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5158349&fecha=08/09/2010
- [7] Diario Oficial de la Federación (DOF) Proyecto de modificación a la norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2010. Segob, DOF 2012-08-15. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5264342&fecha=15/08/2012
- [8] Diario Oficial de la Federación (DOF) Manual de operación del sistema nacional de información básica en materia de salud. Segob, DOF 2012-11-08. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5276976&fecha=08/11/2012
- [9] Frenk J, Gómez-Dantés O. Para entender el sistema de salud de México. México, D.F. Nostra Ediciones, 2008, 60 págs. Pdf.
- [10] Sistemas de Información en Salud. Disponible en: <http://sinba.salud.gob.mx/>
- [11] Catálogos Maestros. Disponible en: <http://gobi.salud.gob.mx/> > GOBI Salud > Opción catálogos.
- [12] Dirección General de Información en Salud. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/direccion-general-de-informacion-en-salud-dgis>
- [13] Formatos de Sistemas de Información en Salud. Disponible en: http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinais/subsis_tema1.html
- [14] Guía técnica para elaborar manuales operativos/Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2013. México. INEGI, 48 págs.

Vulnerabilidades de las Redes IoT

Edgar Antonio
Casarrubias Márquez

Facultad de Ingeniería
Av. Lázaro Cárdenas.
S/N, Chilpancingo,
Guerrero
7471264102.
39079

edancam@gmail.com

José Fernando
Castro Domínguez

Facultad de Ingeniería
Av. Lázaro Cárdenas.
S/N, Chilpancingo,
Guerrero
7331161138.
39079

17808@uagro.mx

Rogelio Fernando
Hernández Alarcón

Facultad de Ingeniería
Av. Lázaro Cárdenas.
S/N, Chilpancingo,
Guerrero
7471212159.
39079

15529@uagro.mx

Jorge Vázquez
Galarce.

Facultad de Ingeniería
Av. Lázaro Cárdenas.
S/N, Chilpancingo,
Guerrero
7471243942.
39079

13216@uagro.mx

RESUMEN

IoT es un concepto tan amplio, ya que afecta a la sociedad, a las empresas y a la economía, se describe como el suceso en el que los dispositivos que usualmente utilizamos se conectan a Internet, de esta manera se logra conectar entre sí, personas y cosas, además, recopilar datos y procesarlos los cuales están expuestos a una serie de vulnerabilidades que se pueden deber principalmente a errores de configuración de las redes donde se conectan o de los mismo dispositivos IoT, en el presente artículo se describen las buenas prácticas que se deben considerar durante su implementación para mitigar las amenazas y vulnerabilidades a las que pudieran estar expuestas.

Palabras reservadas

IoT, conectividad, vulnerabilidades, phishing, ransomware, ciberseguridad.

INTRODUCCIÓN

La vida cotidiana tuvo un cambio radical gracias a una revolución, llamada Internet of Things o Internet de las Cosas. El objetivo es que todo lo que este a su alrededor esté conectado, no solo su computadora o su Smartphone, sino también cualquier otro dispositivo como electrodomésticos o su automóvil, incluso su hogar u oficina, y en mayor escala, ciudades completas.

Este artículo se constituye de un total de tres capítulos, en el capítulo uno se describe el funcionamiento de la tecnología IoT, desde las redes más utilizadas hasta su estructura por niveles, además de los proveedores de plataformas y las áreas de aplicación más populares. En el segundo capítulo encontraremos las vulnerabilidades que llegan a presentarse en los dispositivos IoT, además de los tipos de ataques que realizan los ciberdelincuentes a estos, y mencionaremos algunos de los dispositivos que sufrieron ataques a gran escala. Para finalizar en el capítulo tres, describimos la estructura de ciberseguridad por capas, también mencionaremos las tres empresas especializadas en ciberseguridad, además de sugerir buenas prácticas para el usuario para aumentar la seguridad de dispositivos IoT.

1.- FUNCIONAMIENTO DE LAS REDES IOT

En los últimos años, las tecnologías IoT se han desarrollado en gran medida, la idea es que todo esté conectado, haciendo posible la comunicación de dispositivos, tales como vehículos, SmartTvs, SmartBands, lo que los hace capaces de tener una conexión a Internet. Gracias a esto, es por lo que actualmente es

posible la comunicación fluida entre personas, procesos y cosas. La conectividad está presente en los diferentes aparatos electrónicos de uso cotidiano, tanto en el hogar como en la empresa, y que se les ha incorporado al hardware interno una conexión a Internet, la cual permite la transmisión de datos, entre otras funciones, tales como poder trabajar de manera remota haciendo actividades desde el hogar o incluso desde cualquier lugar.

De esta forma las tecnologías IoT son muy significativas para el uso diario, además se ha desarrollado la comunicación entre las máquinas (m2m), lo que permite que puedan comunicarse entre ellas, en caso de que ocurra alguna avería. También nos han mostrado grandes avances de monitoreo en los dispositivos que se utilizan en el área de la salud, ya que la tecnología IoT nos permite recolectar datos, y mandarlos a la red, de esta manera, los datos estarán siempre disponibles para ser visibles en las plataformas, o en cualquier otro caso, los enviaría a otro dispositivo para ser procesados. En la tecnología IoT, los dispositivos [1] se conectan a través de puertas de enlace de funcionalidad integrada, las puertas de enlace conectan los dispositivos IoT a la nube.

Todos los datos que se recopilan por los dispositivos IoT se mueven por la puerta de enlace, la antes mencionada procesa los datos y los envía a la nube donde se preparan para ser enviados a su respectivo destino.

En los tipos de redes, la conectividad que se necesita para que los dispositivos funcionen, depende de la función que los usuarios le darán, es decir, que normalmente son influenciados por la distancia que deben viajar los datos, esto determina el tipo de conectividad que se usaran, por este motivo podemos separar las redes que se usan normalmente [1] en redes de corto alcance y redes de largo alcance.

Cuando hablamos de conectividad de las tecnologías IoT tenemos que tener en cuenta que se utilizan redes como el Wifi u otro tipo, que nos permitan conectar los dispositivos a una red que nos sea factible manejar para enviar datos de manera rápida y segura, encontraremos algunos ejemplos en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Redes más usadas en los proyectos IoT

Corto alcance	Largo alcance
Redes Wifi	Red LoRaWAN.
Red Zigbee	Red 4g Lite para IoT
Red Z-Wave.	Red 5g.
Bluetooth.	Red Sigfox

La tecnología IoT utiliza diferentes protocolos de comunicación [1], tanto en el área industrial como en el área doméstica. ¿Pero qué son los protocolos? Estos son el conjunto de reglas que determinan como se envían los datos a internet. En los proyectos IoT los protocolos garantizan que un dispositivo lea mediante sensores integrados y procese los datos recolectados. La empresa Microsoft clasifica por niveles los protocolos que se emplean en las redes IoT, como se ilustra en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2 Protocolos empleados en redes IoT.

Niveles	Características	Ejemplo
Aplicación	El nivel de aplicación actúa como interfaz entre el usuario y el dispositivo.	Advanced Message Queuing Protocol (AMQP), Servicio de distribución de datos (DDS)
Transporte	El nivel de transporte habilita y protege la comunicación de los datos a medida que viajan entre niveles.	Protocolo de control de transmisión (TCP, Protocolo de datagramas de usuario (UDP)
Red	El nivel de red permite la comunicación entre los dispositivos individuales y el enrutador.	6LoWPAN, IPv6
Vinculo de datos	El nivel de datos transfiere los datos dentro de la arquitectura del sistema e identifica y corrige los errores que encuentra en el nivel físico.	IEEE 802.15.4, LPWAN
Físico	El nivel físico establece un canal de comunicación que permite que los dispositivos se conecten dentro de un entorno especificado.	Wi-Fi/802.11, Identificación por radiofrecuencia (RFID)

Hasta este momento, el mercado de plataformas de IoT [6] tiene cambios constantes, surgen nuevos proveedores, los líderes tienen cada vez más competencia, y cada vez más adversarios, entre los años 2019 y 2020 había 620 plataformas IoT a nivel mundial y el número está en constante crecimiento, podemos observar algunos ejemplos de plataformas en la Figura 1.1.

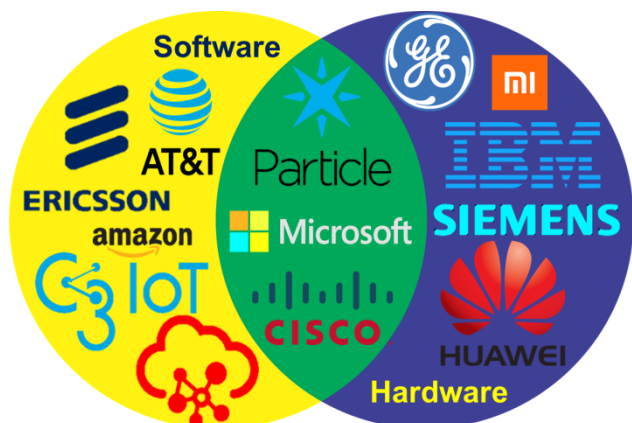


Figura 1.1 Proveedores de plataformas IoT por IoT Analytics.

Como se menciona existen muchas empresas que ofrecen plataformas IoT, pero dentro de esa gran variedad tenemos varias clasificaciones, cada plataforma desarrolla Software o Hardware, según sea lo que el proyecto requiera, nos encontraremos con opciones. Las plataformas son las piezas

centrales en IoT [4], ya que conectan los mundos real y digital, lo que permite la comunicación entre dispositivos, administrar el flujo de datos, desarrollo de aplicaciones y análisis de la información recopilada por los dispositivos IoT conectados. Existen muchas empresas que son proveedores de plataformas IoT a nivel mundial, mencionaremos algunas en la Figura 1.2.



Figura 1.2 Clasificación de plataformas IoT por SECMOTIC.

Ahora es momento de hablar sobre las 5 áreas donde se desarrollan la mayoría de proyectos IoT a nivel mundial [14] en el año 2020 según estudios de IoT Analytics, las cuales se ilustran en la Figura 1.3.

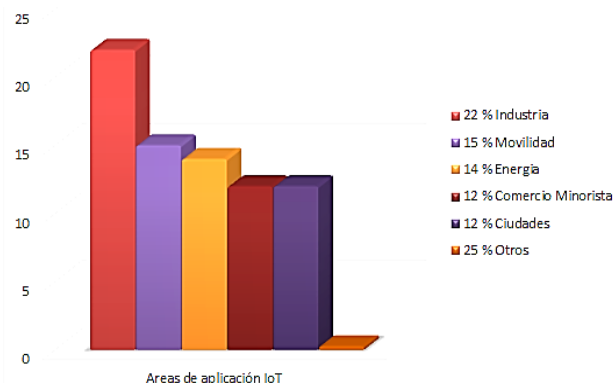


Figura 1.3 Las 5 áreas populares de desarrollo de proyectos IoT.

2.- VULNERABILIDADES

Actualmente la creciente demanda ha incrementado el número de dispositivos que se conectan a internet, la mayoría de las personas cuentan con un Smartphone y demás dispositivos en su hogar o en su empleo, estos cambiaron el estilo de vida de las personas, facilitando la comunicación, logrando conectar personas en diferentes extremos del planeta, además de optimizar procesos en las fábricas, llevando a cabo tareas cada vez más complejas, pero diferencia de una computadora [11], los dispositivos IoT no cuentan con un antivirus, además tienen integrados sensores, micrófonos, cámaras, todos estos capaces de monitorear nuestra rutina, recopilar los datos y enviarlos por internet.

El usuario se preguntará que tiene esto de malo, todo está bien siempre y cuando la información llegue a su destino definido. El problema surge cuando alguien no autorizado, quiere aprovecharse de alguna de las fallas antes mencionadas y alterar el funcionamiento de nuestro dispositivo. Podemos observar algunas vulnerabilidades en la figura 2.1.



Figura 2.1 Vulnerabilidades de IoT en base a la OSI.

A continuación, mencionaremos algunas de las vulnerabilidades a las que los dispositivos IoT están expuestos:

- Credenciales de acceso al dispositivo (usuario y contraseña) que vienen configuradas por defecto y que en algunos casos no pueden cambiarse por otras diferentes, o contraseñas muy fáciles de adivinar.
- Al acceder al software de control y configuración del dispositivo, éste usa protocolos de cifrado inseguro que provoca que se pueda ver toda la información o que se pueda acceder vía Internet (en remoto) sin establecer un filtro de seguridad.
- No hay un cifrado o éste es inseguro en las comunicaciones que realizan los dispositivos con la nube, el servidor o el usuario.
- Al facilitarse la configuración del dispositivo, hay parámetros y características de seguridad que no pueden modificarse.
- En algunos casos, no disponen de actualizaciones para corregir fallos de seguridad detectados tanto en el software, como en el firmware de los dispositivos, debido a que, por ejemplo, el soporte técnico tiene una duración determinada en el tiempo, como sucede con los sistemas operativos antiguos o con la vida útil del dispositivo.
- En determinados dispositivos IoT, se ha detectado la presencia de puertas traseras o backdoors que vienen instaladas de fábrica y que posibilitan el acceso de forma remota al dispositivo y modifican el funcionamiento del mismo.

Dependiendo del tipo de dispositivo, será la forma en la que intentaran tomar el control sobre él, podemos encontrar algunos ejemplos y una breve descripción de cada uno en la Figura 2.2. Los ciberdelincuentes pueden llegar a usar uno o más tipos de ataques, según sean sus intereses.

Secuestro de dispositivos o Ransomware
• Bloquea el dispositivo IoT impidiendo que el usuario pueda utilizarlo hasta que este realice un pago, por lo regular en criptomonedas.
Ataques de denegación de servicio (DOS/DDOS)
• El dispositivo IoT se conecta a una red, previamente preparada, conformada por miles de equipos infectados, usándolos para atacar a un objetivo, como una oleada de zombis.
Bots de Spam
• Obtiene el control del dispositivo IoT para posteriormente utilizarlo para dirigir el envío masivo de correo basura.
Robo de información
• Infecta el dispositivo IoT, pero ese solo es el inicio, este da acceso a los demás dispositivos conectados en esa misma red, aunque no utilicen tecnología IoT.
Manipulación de las mediciones
• Manipula la información, dando datos falsos o erróneos, ocasionando ejecuciones equivocadas, para provocar averías en estructuras o casas.
Privacidad
• Puede obtener información mediante el dispositivo IoT atacado, desde la localización del usuario por medio de GPS, sus gustos, búsquedas, o datos.

Figura 2.2 Tipos de ataques detectados por la OSI.

En ocasiones las empresas tienen problemas de seguridad debido a que dispositivos IoT no autorizados, conocidos como Shadow IoT [11], se conectan a las redes de trabajo sin contar con la protección adecuada. Les sorprendería la variedad de dispositivos atacados, algunos suenan de película de ciencia ficción, otros hasta absurdos, pero siempre que alguno cuente con una conexión a internet puede ser atacado y usado en contra del usuario u otro objetivo más grande. El hogar promedio [9] recibe cinco intentos de ataques por dispositivo diariamente a través de redes inteligentes. El malware de correo electrónico y el phishing son los tipos de ataque más comunes en Europa, mientras que el ransomware es más frecuente en los EE.UU. Además, una de cada tres personas ve un efecto directo y perjudicial en su privacidad como resultado de las débiles medidas de seguridad en sus redes domésticas.

De igual manera, se han registrado grandes ataques, un reporte informe que Microsoft [5] había detectado el hackeo de alrededor de 1400 dispositivos IoT. Las principales víctimas de este ataque han sido organizaciones políticas, gobiernos y ONGs.

El hackeo fue posible porque el grupo de ciberdelincuentes descubrió fallos en tres dispositivos IoT, en específico: una impresora conectada a través de wifi, un teléfono de voz por IP y un decodificador de video.

Este no es el único ataque que se ha registrado, otro de los grandes ataques a nivel mundial registrados [3] fue al gigante de los videojuegos Nintendo, ya que tuvo poco más 300,000 cuentas afectadas.

El objetivo fue el robo de información a sus usuarios, para después hacer compras masivas en la Shop de las consolas Nintendo 3DS, Switch y Wii U, la empresa bloqueo las cuentas afectadas, implemento algunos cambios en el inicio de sesión y realizo los reembolsos correspondientes a los usuarios afectados; pero no pudo hacer nada para recuperar la información robada, que aún está en las manos de los ciberdelincuentes.

La tecnología avanza cada día, y cada vez surgen nuevos dispositivos IoT en otros sectores, podemos encontrar una gran variedad, tales como juguetes para niños, marcapasos, cámaras de seguridad e incluso automóviles; pero desafortunadamente también han sufrido ataques.

Un caso que se hizo viral sucedió en Alemania [2] sobre una muñeca llamada Cayla, en cuanto sale de su caja hace preguntas a los niños, pregunta acerca de su nombre, el nombre de sus padres, a qué escuela asisten y el lugar en el que viven. Además, cuenta con una conexión a internet, lo que la hace capaz de contestar las diferentes preguntas que se le realizan, también cabe señalar que el micrófono utilizado en esta muñeca puede escuchar todo lo que este a 10 metros a la redonda. Al no contar con un buen sistema de ciberseguridad, algún ciberdelincuente puede tomar el control del juguete, espiar y hablar con los menores, preguntando por información más delicada. Por todo lo anterior, el gobierno de ese país lanzó un comunicado en el que indica que la muñeca debe ser destruida, ya que la considera una amenaza para la privacidad y seguridad de los niños.

Es momento de cambiar de sector, ahora hablaremos acerca a los dispositivos IoT en el área de la salud, un ejemplo de esto es un marcapasos de la empresa Medtronic [8], en un estudio realizado por investigadores en ciberseguridad, resultado que es vulnerable a ataques. Se demostró que el programador que utilizan para controlar los marcapasos no cuenta con un sistema de encriptado, al enviar alguna actualización para el dispositivo no lo envía cifrado, y no tiene manera de saber si fue instalada correctamente; esto marca una gran deficiencia, ya que un ciberdelincuente puede tomar el control del dispositivo y manipular su funcionamiento afectando la salud del paciente.

Otro caso donde tenemos que poner atención es en la evolución de los automóviles.

En un estudio realizado por Upstream [7], sobre los hackeos de los autos inteligentes, demuestra que la ciberseguridad en estos es pobre, principalmente los que abren las puertas con llaves inteligentes, ya que los robos se pueden realizar con un Smartphone, además presenta vulnerabilidades en los servidores, comprometiendo la información de los usuarios. También demostró que podrían enviar una acción a realizar al automóvil, desde los servidores o de los dispositivos que permitieron el acceso y/o control del mismo, esto representa mucho peligro y aún más si la acción es enviada cuando el auto está en marcha, causando un accidente. Cabe señalar que las actualizaciones de seguridad no se pueden realizar de manera automática o rápida, debido a la limitación de desarrollo de seguridad para estos dispositivos.

Otro estudio realizado por Tencent Security Lab Keen expuso que se han realizado ataques al software de los autos, buscando anular el piloto automático o tomando el control del volante, también dio a conocer que se realizaron ataques antagónicos, estos son métodos para engañar a los sistemas de identificación basados en el uso de redes neuronales. Son realizados a los automóviles Teslas, para confundir la red de identificación de las líneas en las carreteras, y hacerlo tomar el carril contrario, si en el otro carril se aproxima otro vehículo, ocasionaría un accidente, dañando a más personas.

Puede que las empresas que crearon esos dispositivos IoT sean los mayores responsables por la seguridad, pero también los usuarios cometemos errores que dan pie a que se aprovechen de ellos. En el siguiente capítulo conoceremos algunas medidas que nosotros como usuarios podemos implementar, además de hablar acerca de la ciberseguridad de los dispositivos IoT.

3.- BUENAS PRÁCTICAS

En esta sección se dará a conocer la arquitectura general de seguridad de IoT [12], esta se divide en varios niveles de diferentes características fusionadas [13], creando un total de 4 capas, encontraremos más características en la Figura 3.1.



Figura 3.1 Capas de seguridad IoT descritas IoT Analytics.

- La capa de dispositivo: se refiere al nivel de hardware de la solución de IoT, es decir, la "cosa" física o el producto. Los ODM y los OEM (que diseñan y producen dispositivos) están integrando cada vez más funciones de seguridad tanto en su hardware como en el software (que se ejecuta en el dispositivo) para mejorar el nivel de seguridad en la capa del dispositivo.
- Seguridad de comunicaciones: se refiere a las redes de conectividad de la solución de IoT, es decir, los medios a través de los cuales los datos se transmiten / reciben de forma segura. Si los datos confidenciales están en tránsito a través de la capa física (por ejemplo, WiFi, 802.15.4 o Ethernet), la capa de red (por ejemplo, IPv6, Modbus u OPC-UA) o la capa de aplicación (por ejemplo, MQTT, CoAP o sockets web) Los canales de comunicación inseguros pueden ser susceptibles a intrusiones como ataques de intermediario.
- Seguridad de la Nube: se refiere a donde los datos de los dispositivos se ingieren, analizan e interpretan a escala para generar conocimientos y realizar acciones. Se espera que los proveedores de la nube brinden servicios en la nube seguros y eficientes de forma predeterminada, y la protección de las principales violaciones de datos o problemas de tiempo de inactividad de la solución se está convirtiendo en la norma.
- Seguridad de Gestión de ciclo de vida: se refiere a una capa general con procesos continuos necesarios para mantener actualizada la seguridad de una solución de IoT, es decir, garantizar que existan niveles de seguridad suficientes desde la fabricación del dispositivo, la instalación inicial hasta la eliminación

de las cosas. La seguridad por diseño es solo el primer paso en el esfuerzo continuo para mantener segura una solución de IoT; los pasos adicionales a lo largo del ciclo de vida incluyen la aplicación de políticas, auditorías periódicas y control de proveedores.

La ciberseguridad va de la mano con el avance tecnológico, el incremento de ataques aprovechando las vulnerabilidades de los dispositivos IoT a lo largo del 2020 ha dado a conocer la importancia de fortalecer la seguridad, por lo que varios proveedores se están centrando en cómo mejorar y así, proteger a los usuarios. A continuación, hablaremos sobre las tres empresas líderes más populares en ciberseguridad empresarial [15] como se ilustra en la Figura 3.2.

- Cisco: El 42% de los encuestados tiene experiencia trabajando con Cisco como empresa de ciberseguridad. Esta es la proporción más alta entre todas las empresas de ciberseguridad, con más de 150 familias de productos de ciberseguridad que se ofrecen en la actualidad. Permite a la empresa ofrecer seguridad de extremo a extremo. A principios de 2020, Cisco consolidó todas sus 83 marcas de ciberseguridad individuales bajo una marca llamada Cisco Secure, que consta de 3 grupos de productos principales. La compañía también lanzó SecureX, una plataforma integrada nativa de la nube que promete poner todas las diferentes capacidades de seguridad en un solo lugar, reduciendo así la complejidad para los usuarios.
- Microsoft: El 35% de los encuestados trabaja con Microsoft para proteger partes de sus redes de IoT. Una gran parte de la oferta de ciberseguridad de Microsoft está conectada a la oferta en la nube Azure de Microsoft, que actualmente disfruta de una adopción muy sólida en las empresas. Los ejemplos incluyen Azure Sentinel, un SIEM nativo de la nube, y Azure Security Center, un sistema de administración de seguridad de infraestructura unificada. Para las implementaciones de IoT, Azure Sphere es un enfoque único que tiene en cuenta la seguridad de un extremo a otro. Permite una conectividad nativa y segura a la nube con todos los servicios de seguridad típicos, como la comunicación de dispositivo a nube, detección de amenazas y gestión del ciclo de vida.
- Palo Alto Networks: es la tercera empresa de ciberseguridad más utilizada. El 32% de los encuestados afirmó que utiliza los servicios o productos de la empresa con sede en California. Entre otras cosas, la empresa se enorgullece de ofrecer un inventario completo de los activos conectados a Internet de sus clientes.



Figura 3.2 Principales Empresas en seguridad IoT (por IoT Analytics.)

En base a todo lo anterior, podemos observar que la estructura de seguridad que implementan las empresas tiene muchos elementos y además es bastante compleja. Pero los usuarios también debemos hacer nuestra parte, a continuación, conoceremos buenas prácticas que la OSI [11] sugiere implementar en los dispositivos IoT de nuestro hogar para reducir las amenazas. Siempre que vayamos a configurar un dispositivo IoT nuevo, tenemos en cuenta estos consejos para que este seguro:

- Siempre cambia las credenciales de acceso, no utilices las que vienen por defecto, ya que son comunes entre los dispositivos de la misma marca.
- Crea una red independiente del Wifi para estos dispositivos, si alguien llega a entrar a tu red Wifi, como se encuentran aislados, no podrá interactuar con ellos.
- Si tienes experiencia o conocimientos técnicos de computación o informática, puedes establecer un filtrado de tráfico en la red, para evitar que el tráfico no autorizado se dirija a algunos de nuestros dispositivos en específico, o hacia el exterior de nuestra red. Una herramienta muy útil y gratuita es Wireshark, disponible para plataformas Windows, Mac Os y Linux.
- La información de nuestro dispositivo IoT debe estar siempre cifrada, de esta manera se evita el robo de información, pero si aun así logran interceptar la información, el cifrado evita que la puedan manipular o modificar.
- Realizar análisis en los dispositivos con un antivirus (Avira, Avast, Malwarebytes, Kaspersky, AppBrain Ad Detector, etc.), herramientas de análisis online y cleaners de forma periódica en busca de amenazas, infecciones, vulnerabilidades, etc. Dependiendo el dispositivo IoT en la OSI [10] podemos encontrar varias opciones de herramientas gratuitas, entre ellas destaca Conan Mobil, ya que la App nos da a conocer el nivel de seguridad y en caso de encontrar vulnerabilidades, nos da consejos para corregirlos.
- Revisa los permisos concedidos a los dispositivos IoT y desactiva los que no sean esenciales para su funcionamiento.
- Lee las políticas de privacidad del dispositivo, esto sirve para saber qué información recolecta y lo que hará con ella la empresa que diseñó el dispositivo.
- Siempre debes tener actualizados tus dispositivos IoT.

CONCLUSIONES

La tecnología IoT avanza imparable como una avalancha, abarcando cada vez más áreas, mejorando y desarrollando nuevos dispositivos capaces de recolectar, enviar y procesar datos a una velocidad sorprendente, todo esto siempre presente en nuestra vida cotidiana, ya sea en el hogar o a nivel empresarial.

Los beneficios que los dispositivos IoT aportan son demasiados e indiscutibles, ventajas tales como la velocidad con la que realizan las tareas, la reducción de costos al realizar los procesos, el poder comunicar personas sin importar la distancia siempre y cuando se cuente con una conexión a internet, la tecnología IoT realiza todo aquello que en algún momento el ser humano creyó imposible.

Desafortunadamente los dispositivos IoT tienen algunos inconvenientes que deben ser resueltos con urgencia, de no corregirlos, se convierten en una amenaza a la privacidad y la seguridad de sus usuarios, esta tecnología no está exenta de problemas de seguridad en sus diferentes dispositivos, y la mayoría de las medidas de seguridad no se pueden aplicar de manera habitual en estos, ya que algunos tienen estas características desde su desarrollo y fabricación. Por lo anterior, la principal recomendación para el usuario, es que al momento de adquirir el mejor dispositivo de acuerdo a sus necesidades, sea muy cuidadoso, debe elegir entre las diferentes opciones a empresas comprometidas y responsables, ya que están siempre tratando de mejorar la seguridad de sus dispositivos IoT, de preferencia que cuenten soporte técnico para apoyar a los usuarios, ya que en base a los reportes obtenidos, se detectan las vulnerabilidades críticas, para posteriormente buscar soluciones, mediante actualizaciones que puedan reparar o corregir la vulnerabilidad. De esta manera, todos juntos, podemos hacer que la tecnología IoT mejore cada vez más.

RECONOCIMIENTOS

Le agradezco a mi familia por el apoyo que me han brindado, a mi mamá que me alentaba a seguir esforzándome, a mi papá que me ayudó en mi desarrollo, a mi abuela que me crio y apoyo cuando lo necesitaba, me enseñó a superarme aun cuando las cosas se pueden poner complicadas.

Le agradezco mucho a mi pareja, que me ayuda y me alienta a seguir adelante, aun cuando las situaciones se ponían difíciles, siempre contaba con su apoyo incondicional, sin ella, no habría sido capaz de llegar hasta donde estoy actualmente. De igual manera, agradezco a la familia de mi pareja, que también me apoyaron en este lapso de mi vida. Así mismo, a los amigos que conocí a lo largo del camino.

También le agradezco a la Universidad Autónoma de Guerrero por darme la oportunidad de superarme y prepararme para el futuro, y les agradezco a mis maestros, me guiaron estos años con su conocimiento y la guía para lograr culminar mi carrera profesional.

REFERENCIAS

[1] Azure Microsoft. (10 de Marzo de 2021). Azure Microsoft. Obtenido de <https://azure.microsoft.com/es-mx/overview/internet-of-things-iot/iot-technology-protocols/>

[2] BBC Mundo. (17 de Febrero de 2017). BBC News. Recuperado el 22 de Abril de 2021, de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-39010133>

[3] Cadena Noticias. (09 de Junio de 2021). Cadena Noticias. Recuperado el 22 de Abril de 2021, de <https://cadenanoticias.com/internacional/2020/06/hackeo-a-nintendo-podria-haber-comprometido-la-informacion-de-300000-cuentas>

[4] Cárdenas, A. (28 de Noviembre de 2016). SECOTIC. Obtenido de <https://secmoti.com/plataforma-iot/>

[5] Catalinas, A. (12 de Agosto de 2019). CyberseguridadPyme. Recuperado el 18 de 03 de 2021, de <https://www.ciberseguridadpyme.es/destacado/microsoft-hackeo-iot/>

[6] Lueth, K. L. (23 de Diciembre de 2019). IoT Analytics. Obtenido de <https://iot-analytics.com/iot-platform-companies-landscape-2020/>

[7] MERINO, M. (01 de Abril de 2019). XATACA. Recuperado el 22 de Abril de 2021, de <https://www.xataka.com/inteligencia-artificial/unas-pegatinas-asfalto-bastan-para-hackear-piloto-automatico-tesla-convencerle-para-ir-direccion-contraria>

[8] Michelone, M. L. (13 de Agosto de 2018). UNOCERO. Recuperado el 22 de Abril de 2021, de <https://www.unocero.com/gadgets/codigo-malicioso-potencialmente-mortal-en-marcapasos-cardiacos-una-espectacular-posibilidad/>

[9] Network, S. S. (12 de Junio de 2019). PRNewswire. Recuperado el 17 de 03 de 2021, de <https://www.prnewswire.com/news-releases/new-research-exposes-the-vulnerabilities-of-smart-home-networks-through-security-cameras-and-smart-hubs-300866213.html>

[10] Oficina de Seguridad del Internauta. (26 de Octubre de 2015). Oficina de Seguridad del Internauta. Recuperado el 24 de 03 de 2021, de <https://www.osi.es/es/actualidad/blog/2015/10/26/no-hace-falta-superpoderes-para-proteger-los-dispositivos>

[11] Oficina de Seguridad del Internauta. (27 de Junio de 2018). Oficina de Seguridad del Internauta. Recuperado el 24 de Marzo de 2021, de <https://www.osi.es/es/actualidad/blog/2018/06/27/iot-el-universo-conectado>

[12] Scully, P. (29 de Noviembre de 2016). IoT Analytics. Recuperado el 22 de Marzo de 2021, de <https://iot-analytics.com/understanding-iot-security-part-1-iot-security-architecture/>

[13] Scully, P. (19 de Enero de 2017). IoT Analytics. Recuperado el 22 de Marzo de 2021, de <https://iot-analytics.com/understanding-iot-cyber-security-part-2/>

[14] Scully, P. (08 de Julio de 2020). IoT Analytics. Obtenido de <https://iot-analytics.com/top-10-iot-applications-in-2020/>

[15] Wegner, P. (15 de Diciembre de 2021). IoT Analytics. Recuperado el 24 de Marzo de 2021, de <https://iot-analytics.com/leading-enterprise-cybersecurity-companies-2021/>

SENSOR MAX30102 CON ARDUINO PARA LA DETECCIÓN DE LA OXIGENACIÓN EN LA SANGRE

Erendira Mejia Oropeza Av. Lázaro Cárdenas. S/N Facultad de Ingeniería Chilpancingo, Gro. 39000 Erenmejia16@gmail.com	Rogelio Fernando Hernández Alarcón Av. Lázaro Cárdenas. S/N Facultad de Ingeniería Chilpancingo, Gro. 39000 15529@uagro.mx	Jorge Vázquez Galarce Av. Lázaro Cárdenas. S/N Facultad de Ingeniería Chilpancingo, Gro. 39000 13216@uagro.mx	José Fernando Castro Domínguez Av. Lázaro Cárdenas. S/N Facultad de Ingeniería Chilpancingo, Gro. 39000 17808@uagro.mx
--	---	--	---

RESUMEN

La función principal de un oxímetro es monitorear los niveles de oxígeno en la sangre, donde se miden la cantidad de glóbulos rojos que circulan en el organismo, para ello en este artículo de investigación se llevó a cabo la comparación de un oxímetro comercial y con el sensor max30102, para comprobar la eficiencia y poder crear un oxímetro que ayude a reducir costos en comparación de un oxímetro comercial. Para la programación de este circuito se utilizó ARDUINO MEGA por su mayor capacidad de manejo de variables con mayor longitud. Para comprobar la eficiencia de nuestro oxímetro casero se realizó un experimento controlado con 20 pacientes, con un rango de edad de los 16 años hasta 56 años para tomar sus datos, como son: 1) Edad, 2) Estatura, 3) Sexo, 4) Enfermedad patológica (hipertensión, diabetes), 5) Valores de oxigenación a partir del sensor max30102 y el oxímetro casero easytao 4 en 1, en base a ello se realizaron unas tablas y unas gráficas.

Palabras reservadas

Arduino, Spo2, Hb, Hipoxemia, Eaytao, datasheet

INTRODUCCIÓN

Debido a la pandemia Covid-19 que estamos viviendo en todo el mundo y en específico el estado de Guerrero no se cuenta con los recursos necesarios para apoyar a los médicos en este caso es de suma importancia un oxímetro o pulsímetro ya que es de mucha utilidad para medir los niveles de la saturación del oxígeno en la sangre, ya que esto permite ayudar a los doctores a verificar si un paciente necesita oxigenación urgente. Por ello, en este artículo tiene como objetivo medir los costos, la calidad, la eficiencia, para la elaboración de un oxímetro casero.

Este artículo consta de 3 capítulos, el primero se realiza una investigación a fondo sobre el oxímetro, el Arduino y el sensor max30102, su funcionamiento, en el segundo capítulo se muestra la construcción del oxímetro casero con la utilización del sensor, el diagrama elaborado a partir de las conexiones realizadas con el lcd, ARDUINO y max30102, una explicación básica del funcionamiento del código. Y el último capítulo se llevan a cabo el caso experimental del oxímetro max30102 en él se lleva a cabo las comparaciones de ambos oxímetros que es el casero y el comercial para ver el tiempo que se toman en medir la oxigenación y los valores de oxígeno que marca cada sensor.

1.- OXÍMETRO, ARDUINO Y SENSOR DE OXÍGENO MAX30102

1.1 OXÍMETRO

En 1862 el profesor alemán Félix Hoppe Seyler, señala el término de hemoglobina (Hb) y reconoce que la sangre oxigenada se puede diferenciar. El oxímetro fue inventado en 1940 por un fisiólogo estadounidense llamado Glenn Allan Milikan, que es reconocido por introducir la oximetría en la medicina clínica. En 1972 el ingeniero japonés Takuo Aoyagi logró la mejora de la invención del oxímetro de dedo de la actualidad y la patente se otorgó en 1979 a los inventores Nihon Kohden, Michio Kishi y por supuesto Takuo Aoyagi.

La forma de medir la oxigenación es colocar el dedo índice de cualquiera de las manos, pues es una de las partes del cuerpo junto con el lóbulo de la oreja, donde existe más microcirculación^[1] La función principal de un oxímetro es monitorear el nivel de oxígeno en la sangre donde se pueden medir los glóbulos rojos que van circulando por el organismo e interpretar cuánta hemoglobina está circulando y calcular la saturación de oxígeno en la sangre del paciente.^[2]

Una hemoglobina funcional se enlaza con cuatro moléculas de oxígeno, se le considera hemoglobina oxigenada (HbO₂) cuando esta carga menos de cuatro moléculas de oxígeno se trata de hemoglobina reducida (Hb). Lo que se mide con un pulsioxímetro es una magnitud denominada saturación funcional o saturación periférica de oxígeno (SpO₂), esta es una estimación basada solo en las mediciones de HbO₂ y Hb,

Sin embargo, la presencia de hemoglobinas disfuncionales como la COHb puede causar mediciones erróneas, por lo tanto, la saturación arterial de oxígeno y la saturación periférica de oxígeno son medidas diferentes, siendo SpO₂ obtenida a partir de muestras de sangre arterial examinadas por un analizador de gases (método conocido como gasometría arterial)^[3]

Tabla 1. Niveles de oxigenación para la medición de la oxigenación en la sangre.^[4]

Niveles normales	Nivel que se considera bajo y que puede requerir suplementos de oxígeno
100 SPO2, 99 SPO2, 98 SPO2	90% se considera hipoxemia
97 SPO2, 96 SPO2 Y 95 SPO2	80% se considera hipoxemia severa

ET EASYTAO 4 EN 1 OXÍMETRO DE DEDO CON PANTALLA OLED.^[5]

Para el caso del estudio se utilizará el oxímetro comercial del modelo ET EASYTAO 4 en 1 oxímetro de dedo con pantalla oled. Este oxímetro detecta y muestra en aproximadamente de 5 a 7 segundos la saturación de oxígeno en la sangre SpO2, frecuencia e intensidad de pulso-PR/bpm, índice de perfusión-PI y frecuencia de respiración-RR

USO CORRECTO DEL OXÍMETRO^[6]

- Limpiar la superficie del sensor con un paño suave
- Colocar el dedo en el sensor a la altura de la uña.
- Las uñas bien limpias sin resto de esmalte, ya que esto podría variar la medición.
- Durante la medición es importante no movernos.
- Si se realizó una actividad física, esperar 1 minuto para la medición.



Figura 1. Oxímetro comercial.

1.2 ARDUINO

Es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software fáciles de usar. Las placas ARDUINO pueden leer entradas de sensores, botones y Switch y convertirlo en una salida activando un motor, encendiendo un LED.^[7]

ARDUINO está basado en un lenguaje de programación en C +, comenzó en un proyecto de tesis de maestría de Hernando Barragán.^[8] Su propósito principal es poder ser usado por la mayoría de las personas, incluso sin tener un fuerte entrenamiento en programación y/o electrónica. Las principales ventajas de Arduino son: su costo, facilidad de aprender la herramienta, un software de desarrollo sencillo, no necesita un programador externo a la tarjeta y es un desarrollo de Hardware-libre lo cual permite crear proyectos que se pueden comercializar.

ARDUINO MEGA

El ARDUINO Mega posee 54 pines digitales que funcionan como entrada/salida; 16 entradas análogas, un cristal oscilador de 16MHz, una conexión USB, un botón de reset y una entrada para la alimentación de la placa, utilizando el microcontrolador At mega 2560.^[9]

La característica principal de esta placa es la capacidad de contar con más pines de E/S, para poder interactuar con más dispositivos interconectados a la placa, se escogió principalmente por la característica de manejar variables de mayor longitud que pueda consumir la memoria de la placa, enseguida se muestran las especificaciones más relevantes de la placa como son:

- ☐ Microcontrolador: ATmega2560
- ☐ Voltaje Operativo: 5V
- ☐ Voltaje de Entrada: 7-12V
- ☐ Voltaje de Entrada(límites): 6-20V
- ☐ Pines digitales de Entrada/Salida: 54 (de los cuales 15 proveen salida PWM)
- ☐ Pines análogos de entrada: 16
- ☐ Corriente DC por cada Pin Entrada/Salida: 40 mA
- ☐ Corriente DC entregada en el Pin 3.3V: 50 mA
- ☐ Memoria Flash: 256 KB (8KB usados por el bootloader)
- ☐ SRAM: 8KB
- ☐ EEPROM: 4KB
- ☐ Clock Speed: 16 MHz
- ☐ Clock Speed: 16 MHz



Figura 2. Arduino Mega

1.3 SENSOR DE OXIGENO MAX 30102

Es un sensor del fabricante Maxim Integrated que incorpora las funciones de pulsímetro y oxímetro en un único integrado que se usa junto con una placa de hardware libre para este caso se utilizó Arduino. La función del sensor se basa en que la hemoglobina (Hb) y la hemoglobina saturada (oxihemoglobina, HbO₂) tienen distintos coeficientes de absorción de la luz para distintas longitudes de onda. El MAX 30102 incorpora dos LED, uno de espectro rojo (660nm) y otro de infrarrojo (880 nm), así como fotodiodos para medir la luz reflejada y un ADC de 18 bits y frecuencia de muestreo de 50 sps (samples per second) a 3200sps.^[10]

El Max30102 incorpora todos los subsistemas necesarios para la captura de las señales PPG usando comunicación I2C para que las señales capturadas sean procesadas por cualquier elemento externo como un procesador digital de señales o un microcontrolador.^[11] El datasheet y el manual de usuario proporcionados por el fabricante está disponible en la página web (<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30102.pdf>) la librería MAX3010x de Arduino creada por el fabricante de dispositivos electrónicos Sparkfun, aunque esta librería se desarrolló para ser usada con el sensor MAX 30105, también es compatible con el MAX 30102.

Para convertir la señal analógica generada por el fotodetector a digital, el sensor dispone de un ADC interno, un convertidor del tipo sigma-delta con hasta 18 bits de resolución. La frecuencia de muestreo del ADC es de 10,25MHz. La salida de los datos del ADC se puede programar de 50 muestras/seg a 3200 muestras/seg. Internamente el funcionamiento del sensor se puede describir en base al diagrama de bloques.

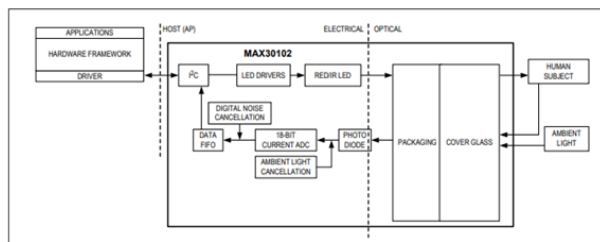


Figura 3. Arquitectura interna del sensor Max 30102

<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30102.pdf>.

La señal infrarroja se refleja en la piel, la luz reflejada provocada por el LED se mezcla con luz ambiental y llega al fotodetector. Una vez ha llegado la señal al fotodetector pasa por un bloque de cancelación de la luz ambiental para después digitalizar la señal. Cuando se dispone de la señal digital, se produce una cancelación del ruido que haya podido empeorar la señal, después se almacenan los datos en un registro FIFO y por último mediante I2C se transmiten los datos a un sistema, como un microprocesador, para que los interprete ^[12]

El sensor óptico está formado por el LED rojo, infrarrojo y el fotodetector. Esta parte es la encargada de generar los pulsos de luz y de detectarlos. Los componentes del sensor óptico están colocados sobre el mismo plano y de forma adyacente, en el dispositivo se encuentran integrados los LEDs, cada uno con una longitud de onda. Los diodos LED son la mejor opción para este

tipo de aplicaciones ya que se pueden encender y apagar muy rápidamente, esto permite que solo sea necesario utilizar un único fotodetector ^[13].

2.- CONSTRUCCIÓN DEL OXÍMETRO

En este capítulo se tiene como objetivo principal mostrar la construcción del oxímetro casero, tanto los precios requeridos en este proyecto ya que es uno de los principales motivos son reducción de los costos para que la mayor parte de la población se le sea accesible ya que hoy en día debido a la pandemia de Covid-19 que enfrentamos es una herramienta esencial que deberíamos tener en casa para diagnosticar la ausencia de oxígeno en la sangre.

Tabla 2. Material para la construcción del oxímetro casero

CANTIDAD	NOMBRE	PRECIO
1	Arduino mega	\$ 290
1	Sensor de oxigeno Max30102	\$155
1	Pantalla LCD 16x2	\$76
1	IC2	\$57
1	Mini protoboards	\$25
1	Protoboards	\$45
1	Cable macho-macho	\$35

2.1 DIAGRAMA DEL CIRCUITO

En la tabla 3 y tabla 4 se explica cómo se realizaron las conexiones del circuito que se elaboró en este proyecto, se muestra un diagrama de conexiones del Arduino, lcd y Max30102 en la figura 4, de igual manera se realizó un diagrama para la explicación de código en Arduino en el Diagrama 1

Tabla 3 Conexión del Max30102 al Arduino

PUERTO MAX30102	PUERTO ARDUINO
GND	GND
VIN	Voltaje minimo 3.3V y 5v
SDA	20
SCL	21

Tabla 4 Conexión con lcd y Arduino

PUERTO LCD 16x2	PUERTO ARDUINO
GND	GND
VCC	5V
SDA	20
SCL	21

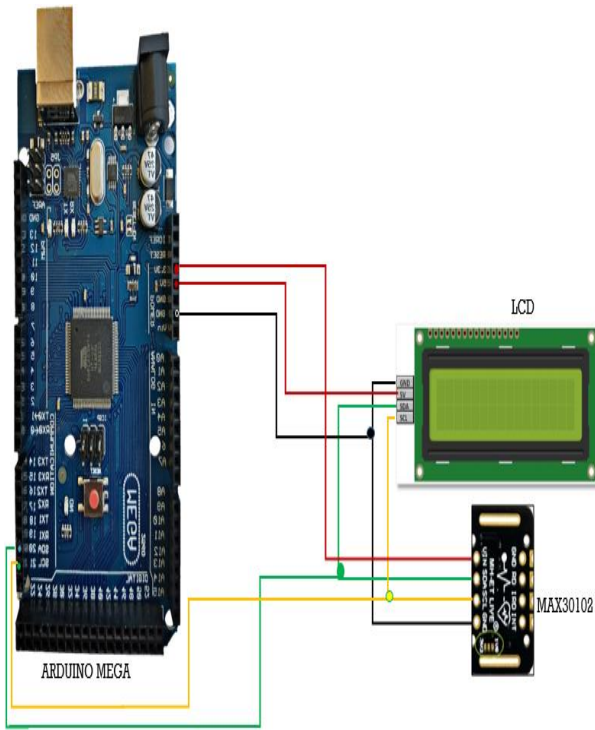
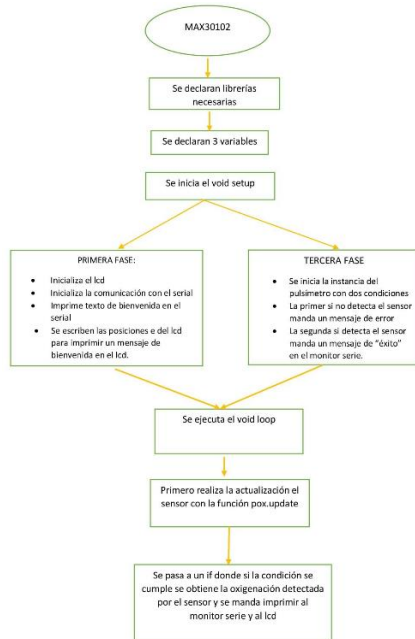


Figura 4. Diagrama de conexiones.

2.2 EXPLICACIÓN DEL CODIGO

El siguiente diagrama de flujo tiene como objetivo la explicación del código en Arduino.



2.3 CÓDIGO EN ARDUINO

Diagrama de Flujo 1. Explicación del código

```

#include <Wire.h>
#include "MAX30100_PulseOximeter.h"
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define REPORTING_PERIOD_MS 1000
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // Se puede utilizar
estas tres direcciones para el lcd (0x3f,16,2) ||
(0x27,16,2) ||(0x20,16,2)
PulseOximeter pox;
uint32_t tsLastReport = 0;
void setup() //inicia la comunicación con el serial
{
  lcd.init(); // inicializa the lcd
  lcd.backlight();//encender luz
  Serial.begin(115200);// iniciando comunicación
serial 115200 por segundo:
  Serial.print("Inicializando el oxímetro...");
  lcd.setCursor(0, 0);//
  lcd.print("Inicializando el");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("oxímetro...");
  delay(5000);
  lcd.clear();
  if (!pox.begin()) { //Si el sensor no se detecta o no
funciona es se lanza un mensaje de error
    Serial.println("HA FALLADO");
    for(;;);
  } else {
    Serial.println("ÉXITO"); //Si el sensor se detecta
y funciona se lanza un mensaje de éxito
  }
}

```

```

pox.setIRLedCurrent(MAX30100_LED_CURR_7_6
MA);

```

```

}
void loop()
{

```

```

  pox.update(); //Actualizando el sensor

```

```

  if (millis() - tsLastReport >
REPORTING_PERIOD_MS) {

```

```

    //Impresion en el monitor de serie
    Serial.print("bpm / SpO2:");
    Serial.print(pox.getSpO2());
    Serial.println("");

```

```

    //Impresion en el LCD con modulo I2C

```

```

    lcd.setCursor(3, 0);//x,y posicion del primer texto
    lcd.print(">OXIMETRO<");

```

```

    lcd.setCursor(0, 1);//x,y posicion del segundo
texto

```

```

    lcd.print("SpO2: ");
    lcd.print(pox.getSpO2());
    lcd.print("%");
    tsLastReport = millis();

```

```

    }
}

```

2.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEL ARMADO DEL OXIMETRO

Para utilizar el sensor junto al LCD 16x2 y ARDUINO se descargaron 3 librerías:

1. `#include "MAX30100_PulseOximeter.h"` ^[14] está diseñada para comunicarse con el sensor que permite la lectura de la frecuencia cardiaca.
2. `#include <LiquidCrystal_I2C.h>` ^[15] permite utilizar la conexión entre lcd y el ARDUINO
3. `#include <Wire.h>` La librería Wire. h estándar de ARDUINO le permite comunicarse con dispositivos por bus I2C (Inter-Integrated Circuit o 2 alambres). Usa dos líneas: SDA (datos) y SCL (reloj)

Paso 1

Se agregan la librería `liquidcrystal_i2c.h`, las de `wire.h`, y las del sensor Max se carga las librerías y el código se verifica antes de compilar.

Se conecta el LCD al ARDUINO para hacer pruebas a través del protoboards.

Tabla 5. Conexión del LCD

PIN ARDUINO	PIN LCD 16*2	COLOR (OPCIONAL)
GND	Arduino mega	Café
5V	Sensor de oxígeno Max30102	Rojo
20	Pantalla LCD	Naranja
21	IC2	Amarillo

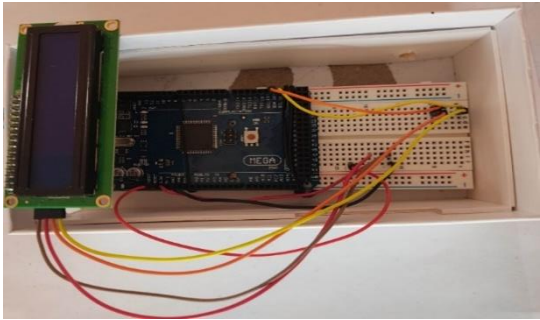


Figura 5. Conexión Entre Lcd Y el ARDUINO

Paso 2

Se realizó la conexión del Max 30102 con 4 cables macho-macho de igual manera los colores que se utilizaron fueron similares para combinar la conexión

Tabla 6. Conexión Del Max30102

PIN ARDUINO	PIN MAX30102/30100	COLOR (OPCIONAL)
GND	GND	Verde
3.3V	VIN	Rojo
20	SDA	Naranja
21	SCL	Amarillo

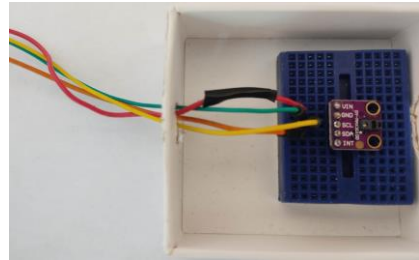


Figura 6. Conexiones Del Max30102 A Un Mini

Paso 3

Después de hacer las conexiones y hacer el test de funcionamiento, se buscó la manera de ponerlo todo el circuito en una caja para ser visiblemente presentable al usuario.

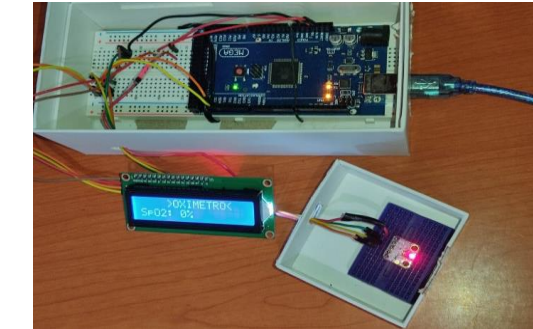


Figura 7. Conexiones Lcd, Max, Proto ARDUINO

Paso 4

Después de hacer las conexiones la caja armada como se muestra en la figura 8.



Figura 8. Conexiones Lcd, Max, Proto ARDUINO

CESO DE

Este capítulo se realizó la recopilación de información de 20 pacientes que ayudaron para realizar este proyecto, en el cual se solicitaron los siguientes datos: Edad, Peso, Estatura, Sexo, Enfermedad Patológica, Valor del oxígeno y Tiempo de muestra de resultado

TABLA DEL OXIMETRO SENSOR MAX30102

- P: PACIENTE
- E: EDAD
- PS: PESO
- ES: ESTATURA
- S: SEXO
- F: Femenino
- M: Masculino
- ENFERMEDAD PATOLÓGICA= E.P
- VALOR DE OXIGENO = V. O
- T: TIEMPO
-

Tabla 7 Datos Del Sensor Max30102

OXIMETRO COMERCIAL

- P: PACIENTE

P.	E.	PS.	ES.	S	E.P	V.O	T
1	25	90	1.82	M	N	98 Spo2	5S a 7S
2	25	72	1.69	M	N	98 Spo2	5S a 7S
3	27	60	1.71	F	N	97 Spo2	5S a 7S
4	56	65	1.60	F	N	98 Spo2	5S a 7S
5	20	76	1.82	M	N	98 Spo2	5S a 7S
6	25	83	1.80	M	N	99 Spo2	5S a 7S
7	40	65	1.52	F	N	98 Spo2	5S a 7S
8	54	78	1.80	M	N	98 Spo2	5S a 7S
9	27	65	1.70	M	N	98 Spo2	5S a 7S
10	26	69	1.60	F	N	99 Spo2	5S a 7S
11	28	78	1.61	M	N	99 Spo2	5S a 7S
12	27	98	1.71	M	N	98 Spo2	5S a 7S
13	20	68	1.60	F	N	100 Spo2	5S a 7S
14	20	58	1.51	F	N	97 Spo2	5S a 7S
15	21	100	1.78	M	N	99 Spo2	5S a 7S
16	56	80	1.75	F	N	98 Spo2	5S a 7S
17	18	47	1.50	F	N	99 Spo2	5S a 7S
18	33	60	1.62	F	N	97 Spo2	5S a 7S
19	16	58	1.63	F	N	98 Spo2	5S a 7S
20	16	53	1.62	M	N	98 Spo2	5S a 7S

- E: EDAD
- PS: PESO

- ES: ESTATURA
- S: SEXO
- F: Femenino



Tabla 8 Datos del Oxímetro Comercial

P.	E.	PS.	ES.	S	E.P	V.O	T
1	25	90	1.82	M	N	97 Spo2	6S a 16S
2	25	72	1.69	M	N	97 Spo2	6S a 16S
3	27	60	1.71	F	N	98 Spo2	5S a 8S
4	56	65	1.60	F	N	99 Spo2	6s a 16S
5	20	76	1.82	M	N	97Spo2	5S a 8S
6	25	83	1.80	M	N	98Spo2	5S a 8S
7	40	65	1,52	F	N	98Spo2	5S a 8S
8	54	78	1.80	M	N	99Spo2	5S a 8S
9	27	65	1.70	M	N	96Spo2	5S a 8S
10	26	69	1.60	F	N	97 Spo2	5S a 8S
11	28	78	1.61	M	N	96Spo2	5S a 8S
12	27	98	1.71	M	N	98 Spo2	5S a 8S
13	20	68	1.60	F	N	97Spo2	5S a 8S
14	20	58	1.51	F	N	95Spo2	5S a 8S
15	21	100	1.78	M	N	97Spo2	5S a 8S
16	56	80	1.75	F	N	99 Spo2	6S a 16S
17	18	47	1.50	F	N	97Spo2	5S a 8S
18	33	60	1.62	F	N	95Spo2	5S a 8S
19	16	58	1.63	F	N	96Spo2	5S a 8S
20	16	53	1.62	M	N	97Spo2	5S a 8S

A continuación, se muestra en la figura 9, 10, 11,12 evidencias de las personas que apoyaron en la realización de este proyecto.

Figura 9. Evidencia 1. Femenino



Figura 10 Evidencia 2. Hombre



Figura 10 Evidencia 3. Hombre



Figura 10 Evidencia 4. Femenino

el Max casero no tiene una superficie fija para las lecturas de los valores del sensor, pues tiene una sensibilidad muy alta ante cualquier movimiento.

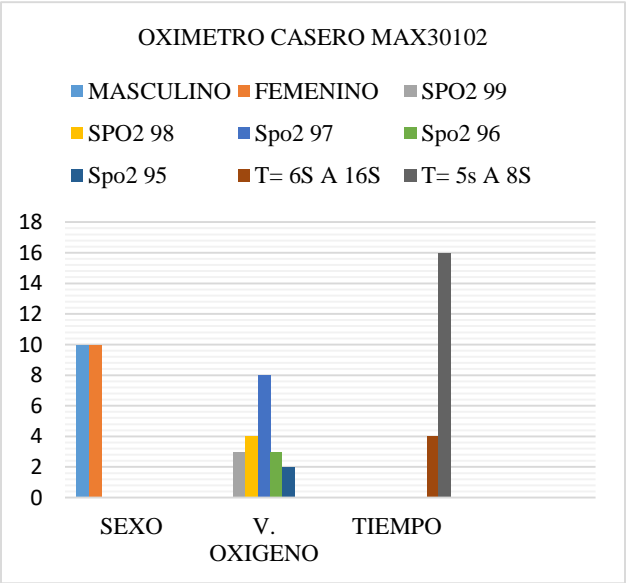
Como se puede observar en la tabla 7 los datos del sensor max30102 de nuestro circuito casero del oxímetro nos mostró valores cercanos al sensor comercial, cabe hacer mención que nuestro circuito no tiene la estabilidad que posee el comercial, ni tampoco, el doble led para hacer las lecturas más exactas, con el sensor del max30102 los valores para mostrar resultados fueron los siguientes:

4 pacientes los cuales la prueba se tardaron de unos 6s a 16 segundos para realizar las pruebas, ya que debido a que su única situación de ambos en que coinciden es el sobre peso y los demás 16 pacientes su máximo fue de 5s a 8s para mostrar resultados de su oxigenación

En la tabla 8 se almacenaron los datos del oxímetro comercial et easytao 4 en 1 para las lecturas de la oxigenación en la sangre lo que observo en los diferentes pacientes fue que daba las lecturas en un periodo de 5 segundos a 7

En las siguientes graficas 1 y 2 se muestran los datos de ambos sensores, donde se muestran los resultados de las muestras tomadas a los 20 pacientes apoyaron a la realización de este proyecto.

Grafica 1 Max30102



3.2 COMPARACIÓN CON UN OXÍMETRO COMERCIAL

Se hicieron un total de 20 pruebas de oximetría a partir de la edad 16 años hasta 56 años, de los cuales resultaron satisfactoriamente con un máximo de error de diferencia entre del 2% debido a que

Grafica 2 Oxímetro Comercial Easytao



CONCLUSIONES

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo el desarrollo de un oxímetro casero con el sensor max30102 para medir la saturación arterial de oxígeno y frecuencia cardíaca, la principal función de este proyecto es mostrar la oxigenación a través de un LCD 16x2 y el monitor serie y el proceso desde las conexiones hasta la programación en Arduino, pues en la actualidad hay pocos trabajos que mencionen el uso del sensor max30102 y su eficiencia al momento de medir la oxigenación de la sangre.

Para realizar estas pruebas, utilizamos dos sensores el max30102 y el 30100, se llegó a la conclusión de que el max30102 es sensible y debe de ponerse de un lugar más estable para que deba funcionar, en cambio el max30100 funciona de manera correcta y su margen de error es de un 2% a 3%.

Como trabajo futuro se recomienda la implementación del módulo ethernet para monitorear la oxigenación de los pacientes remotamente, sin que el doctor lo haga de manera presencial, y en base a esto se podría realizar una página web y con ello una base de datos para obtener los datos de los pacientes y el historial de cada paciente

RECONOCIMIENTO

Ala Universidad Autónoma de Guerrero por haberme permitido ser parte de ella.

A todos los maestros que formaron parte de mi educación a lo largo de estos años.

REFERENCIAS

[1] "¿Qué es un oxímetro de pulso y cómo interpretar sus valores" <https://ma.com.pe/que-es-un-oximetro-de-pulso-y-como-interpretar-sus-valores>.

[2] "Oximetría de pulso - Medigraphic." <https://www.medigraphic.com/pdfs/h-gral/hg-2003/hg033h.pdf>.

[3] "Oximetría de pulso - SciELO Bolivia." http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-06752012000200011.

[4] "Medical News Today." <https://www.medicalnewstoday.com/>.

[5] "EASYTAO Oxímetro de Pulso de Dedo con Pantalla OLED 4 en 1 •." <https://queregalo.mx/tienda/easytao-oximetro>.

[6] "¿Qué es la saturación de oxígeno y cuáles son los niveles normales?." <https://grupolasmimosas.com/mimoonline/saturacion-de-oxigeno-niveles/>.

[7] "Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno – Xataka" <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>.

[8] "The Untold History of Arduino." <http://arduinohistory.github.io/>.

[9] "Arduino Mega: Características, Capacidades y donde conseguirlo" <http://panamahitek.com/arduino-mega-caracteristicas-capacidades-y-donde-conseguirlo-en-panama/>.

[11] "Pulsímetro y oxímetro con Arduino y MAX 30102 –" <https://www.luisllamas.es/pulsimetro-y-oximetro-con-arduino-y-max30102/>.

[12] "Análisis, diseño e implementación de un sistema ... - Ptolomeo Unam." <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/17056/Tesis.pdf?sequence=3>.

[13] "MAX30102 - Maxim Integrated." <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30102.pdf>.

[14] "kontakt/MAX30100: A library - GitHub." <https://github.com/kontakt/MAX30100>.

[15] "fdebrabander / Arduino-LiquidCrystal-I2C" <https://github.com/fdebrabander/Arduino-LiquidCrystal-I2C-library>.

Modelado y simulación de un robot Autobalanceado mediante Coppelia Sim

Belkis Marisol Damián
García

Autónoma de Guerrero Facultad de
ingeniería Chilpancingo, Gro., México
TEL: 7471183681
C.P. 39087

merry_pumas@hotmail.com

Eric Rodríguez
Peralta

Autónoma de Guerrero
Facultad de ingeniería
Chilpancingo, Gro.,
México
TEL: 7471173636
C.P 39087

09063@uagro.mx

Wilfrido Campos
Francisco

Autónoma de Guerrero
Facultad de ingeniería
Chilpancingo, Gro.,
México
Tel. 7471333310
C.P 39087

11849@uagro.mx

León Julio Cortéz
Organista

Autónoma de Guerrero
Facultad de ingeniería
Chilpancingo, Gro., México
Tel. 7471102752
C.P 39087

11991@uagro.mx

RESUMEN

Un robot autobalanceado es un dispositivo que, aún teniendo su centro de masas por encima del eje de giro, consigue mantener el equilibrio. En este documento se presenta el diseño estructural y programación de un robot autobalanceado basado en el simulador CoppeliaSim, en una arquitectura cliente servidor, usando Python como lenguaje de programación. El proyecto se centra principalmente en el control de estabilidad del robot por lo que, se describe el procedimiento de diseño del controlador que busca obtener los valores de las constantes óptimas de los parámetros proporcional, integral y derivativo que permitan mantener el robot en el punto de equilibrio no estable. Se utilizó la sintonía manual para estimar los valores de los parámetros.

Palabras Clave: Coppelia, Robot autobalanceado, Simulación

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la robótica está asumiendo un papel importante en nuestro entorno social, especialmente en diferentes áreas de la industria. A medida que crece la complejidad de las aplicaciones en la robótica, resulta de vital importancia realizar una fase de simulación antes de la construcción y puesta en marcha del robot físico en el mundo real, de esta manera se pueden simular pruebas ahorrando costos y tiempos. Los nuevos avances en el campo de la robótica permiten el diseño y construcción de prototipos de robots virtuales que se ha convertido en un verdadero reto, pues se requiere un riguroso criterio para su simulación, de tal manera que ésta cubra todos los aspectos de adquisición de señales y movimientos en diferentes escenarios, que permita llevar a cabo un análisis cuantitativo con los resultados medibles del desempeño del robot [6].

En este trabajo de investigación, se pretende mostrar el modelado y simulación de un robot autobalanceado utilizando un controlador Proporcional Integral Derivativo (PID), programando los sensores y actuadores que componen al robot, de acuerdo a las especificaciones reales del robot que se pretende construir de manera física para esto, se hará uso de las herramientas que ofrece el simulador CoppeliaSim y de la interfaz de programación de aplicaciones (API) basada en lenguaje de programación Python. El alcance de este trabajo consiste en modelar el robot en 3D e implementar un algoritmo de control que sea capaz de mantenerlo en equilibrio.

En el mercado, existen diferentes aplicaciones de simulación de robótica móvil basadas en el comportamiento de los robots, éstos permiten a los usuarios crear mundos virtuales simples de objetos rígidos y fuentes de luz que permiten crear un ambiente de trabajo para que los robots interactúen con ellos además, que este tipo de simuladores permiten “aprender” al robot de los errores, demostrando así un comportamiento muy cercano a la realidad ya que algunos simuladores utilizan un motor de física para la generación de movimiento más realista del robot. Las acciones del robot basadas en sensores son mucho más difíciles de simular ya que el movimiento del robot depende de las lecturas instantáneas del sensor en el mundo real.

De acuerdo con [7], existen diferentes entornos de simulación de robots y éstos proporcionan las siguientes características:

- Prototipado rápido del robot utilizando el propio simulador como herramienta de creación.
- Motores de física para movimientos realistas. La mayoría de ellos utiliza ODE¹
- Representación realista en 3D. Se pueden utilizar herramientas de modelado 3D estándar o herramientas de terceros para construir los entornos.

De acuerdo con [7], existen diferentes entornos de simulación que pueden utilizarse para el modelado y simulación del robot autobalanceado que se quiere crear como: Gazebo, CoppeliaSim, Webots, ARGoS y USARSim, consideradas como plataformas autónomas e independientes. De entre éstas, las posicionadas como mejores simuladores de robótica son Webots, Gazebo y CoppeliaSim [3]. La tabla 1, muestra algunas de las características de estos simuladores: De entre estos simuladores, se eligió CoppeliaSim de la empresa Coppelia Robotics, ya que, si bien es un software propietario, cuenta con una versión de educación completamente libre que permite diferentes modos de simulación. El entorno gráfico, permite diseñar un robot propio con los elementos que el mismo software proporciona o bien importar tu propio diseño desde cualquier entorno gráfico en un formato estándar, por lo que ofrece libertad de diseño. [2].

¹ Open Dynamics Engine

Tabla 1: Tabla comparativa de los simuladores de robótica móvil más utilizadas en el mercado.

Software	Empresa	Licencia	Lenguaje	Plataforma
Webots	Cyberbotics	Propietaria	C, C++, Python, Java, Matlab, ROS	Windows, Linux y MacOS
Copeliasim	Coppelia	Propietaria/GNU	C, C++, Python, Java, LUA, Matlab, Octave	Windows, Linux y MacOS
Gazebo	OSRF	Libre	C, C++, Python, Java, Matlab	Linux y MacOS

1. ENTORNO DE SIMULACIÓN

La simulación de robots nos ayuda a la planificación de la predicción con el cálculo de tiempos de ciclo, con ellos se pueden anticipar problemas de diseño, plantear mejoras en la morfología del robot, mejoras en el algoritmo lo que permite evitar el desembolso para adquirir el robot real o en su caso la construcción de uno en particular [5].

La plataforma utilizada para la realización de este trabajo ha sido el simulador Coppeliasim que es una plataforma de experimentación virtual de robótica en su versión de licencia de estudiante por lo que es de libre uso.

Esta plataforma se basa en una arquitectura de control distribuido, esto significa que cada objeto o modelo construido, puede controlarse individualmente mediante un script integrado, un plugin o bien haciendo uso de un cliente API² remoto. Esto hace que CoppeliaSim sea muy versátil e ideal para aplicaciones de múltiples robots. Otra de las grandes ventajas que ofrece esta plataforma, es la diversidad de lenguajes de programación que soportan por lo que los controladores del robot se pueden escribir en: C/C++, Python, Java, Lua, Matlab u Octave [4] [5]. Además, el simulador es multiplataforma y portable para diferentes sistemas operativos como Windows, Linux y MAC OS. Para fines prácticos de este trabajo de investigación, se trabajó en plataforma Windows.

Otras características importantes de la plataforma, es que se pueden elegir entre tres motores físicos diferentes para mayor velocidad en los cálculos dinámicos, permite simulaciones físicas e interacciones con objetos dentro de su ambiente de trabajo, por lo que permite la detección de colisiones, el cálculo de distancias mínimas, planeación de trayectorias, mecanismos importantes para la simulación como la cinemática directa e inversa. Es posible también, la creación y edición de modelos y objetos por lo que resulta sencillo diseñar y construir un robot personalizado que con sensores de proximidad y de visión además, se puede personalizar la interfaz de usuario.

Un elemento de la interfaz muy destacable es el buscador de modelos que vienen por defecto en Coppeliasim. Éste se encuentra en una ventana en la parte izquierda y están ordenados por carpetas muchos de los modelos de robots móviles, manipuladores, de los principales fabricantes de robots a nivel internacional, además de otros modelos como componentes, equipamiento, decoración, etc. El punto (4) de la Figura 1, muestra la ubicación de los diferentes tipos de modelos que se pueden utilizar en el simulador. Estos modelos se pueden también modificarse o bien es posible diseñar y construir un modelo propio.

Para conocer con detalle cada elemento de la interfaz de usuario, Coppeliasim dispone de un manual de usuario, que también

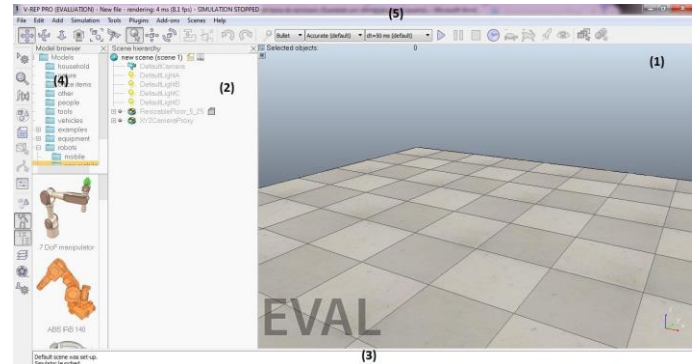


Figura 1: Interfaz de Coppeliasim.

contiene las formas de programar, el cálculo de módulos, el funcionamiento de la simulación, tutoriales, etc. [5]. Los principales elementos que se usan en Coppeliasim para crear una escena de simulación son los objetos, éstos son visibles en la jerarquía de escenas mediante un símbolo que distingue cada tipo; y en la escena de la vista principal se representan en tres dimensiones Ver Figura 1 puntos 1 y 2. Tres de los elementos centrales del simulador son:

- Objetos de escena, cálculo
- de modelos y control de
- mecanismos

1.1. Objetos de escena

Existen diferentes tipos de objetos y cada uno tiene sus opciones de configuración como el de poder asignarles propiedades especiales que les permiten interactuar con otros objetos mediante el cálculo de módulos (detección de colisiones, distancia mínima entre dos objetos, cinemática inversa, planeación de trayectorias, entre otras). Estas propiedades se pueden combinar entre sí y formar sistemas complejos junto con otros módulos de cálculo y mecanismos de control [5]. La Figura 2, muestra los diferentes tipos de objetos de escena que pueden utilizarse.

La siguiente lista ofrece una breve descripción funcional de cada tipo de objeto en el simulador:

Formas (Shapes) : una forma es una malla rígida que se compone de caras triangulares.

Articulaciones (Joint) : un objeto de articulaciones una articulación o actuador. Se soportan cuatro tipos: juntas angulares, juntas prismáticas, tornillos y juntas esféricas.

Sensores de proximidad (Proximity sensor) : un sensor de proximidad detecta objetos de forma geométrica exacta dentro de su volumen de detección. CoppeliaSim admite

²Interfaz de programación de aplicaciones (Application Programming Interface)

sensores de proximidad de tipo pirámide, cilindro, disco, cono y rayo.

Gráficos (Graph) : se utiliza un gráfico para registrar y visualizar datos de simulación.

Maniqués (Dummy) : un maniquí es un punto con orientación. Los maniqués son objetos polivalentes que pueden tener muchas aplicaciones diferentes.

Sensores de fuerza (Force sensors) : un sensor de fuerza es un objeto capaz de medir las fuerzas y pares que se le aplican. También tiene la capacidad de romperse si se sobrepasa un umbral determinado.

Cámaras (Camera) : una cámara es un objeto que permite ver la escena de simulación desde varios puntos de vista.

Luces (Ligth) : una luz es un objeto que permite iluminar la escena de simulación.

Caminos (Paths) : un camino es un objeto que define un camino o trayectoria en el espacio. Se puede utilizar para diversos fines, también como junta o actuador personalizado.

Árboles OC (OC trees) : un árbol OC es una estructura de datos de partición espacial formada por vóxeles.

Nubes de puntos(Point Cloud) : una nube de puntos es una estructura de árbol OC que contiene puntos.

1.2. Cálculo de Modelos

Algunos de los objetos anteriores pueden tener propiedades especiales que permitan que otros objetos o módulos de cálculo interactúen con ellos. De acuerdo con [1] los objetos pueden ser:

Colisionable : los objetos colisionables se pueden probar para detectar colisiones contra otros objetos colisionables.

Medible : los objetos medibles pueden tener la distancia mínima entre ellos y otros objetos medibles calculada.

Detectable : los objetos detectables pueden ser detectados por sensores de proximidad.

Renderable : los objetos renderizables pueden ser vistos o detectados por sensores de visión.

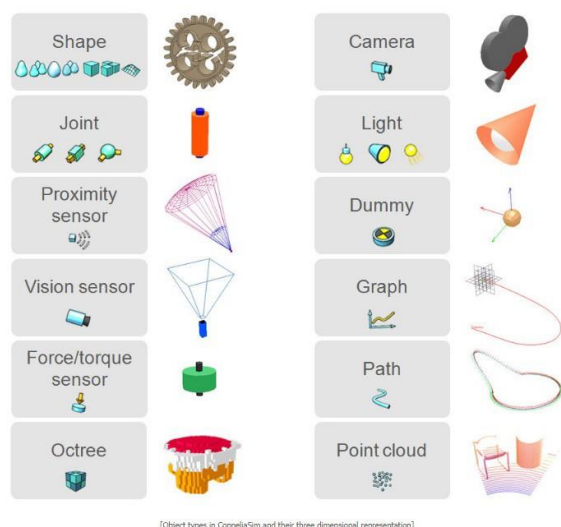
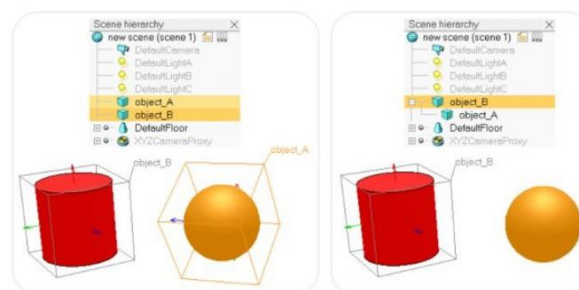


Figura 2: Tipos de objetos y su representación 3D.



[(1) Before attaching object A to object B, (2) after attaching object A to object B]

Figura 3: Interacción de modelos individual y jerárquica.

Visible : los objetos visibles se pueden ver a través, o su contenido de imagen se puede visualizar en vistas.

Cada objeto tiene una posición y orientación dentro de la escena de simulación. La configuración del objeto se refiere a su posición y orientación es decir, los objetos pueden adjuntarse a otros objetos o construir uno encima de otro por ejemplo, si un objeto A se construye sobre un objeto B, entonces el objeto B es el padre y el objeto A es el hijo a esto se le conoce como interacción jerárquica. La Figura 3, muestra ejemplo de la configuración entre dos modelos que pueden interactuar entre sí, ya sea de manera individual o jerárquica.

1.3. Control de mecanismos

Coppeliasim es un software que lleva un entorno de desarrollo integrado, basado en una arquitectura de control distribuida. Esto presenta una gran ventaja ya que cada objeto o modelo se puede controlar individualmente de seis maneras de programación distintas: scripts, embebidos, plugins, API remota de cliente, complementos (add-ons), nodo ROS y cliente/servidor personalizado. Además cualquiera de estas formas que se elijan, es compatible con los lenguajes de programación más extendidos actualmente, como por ejemplo C/C++, Python, Java, Matlab, etc, ver figura 4.

1.4. Interfaz de Coppeliasim

La figura 1 muestra la interfaz gráfica del entorno de simulación de Coppeliasim, en ésta se señala, con una numeración, algunas de las herramientas con las que cuenta y resulta importante mencionar su descripción, ya que a lo largo del artículo se hace uso de esta terminología:

1 Escena : En esta zona es donde se va a realizar el modelado del robot a simular y donde se va a producir el transcurso de la simulación.

2 Jerarquía de la escena : Este lugar muestra el contenido de una escena, es decir, los objetos que la componen. Los objetos pueden disponerse en forma de árbol jerárquico para construir un robot, permitiendo que los objetos que lo componen no se suelten o simplemente para agrupar objetos.

3 Barra de estado : Muestra información de operaciones realizadas, comandos y mensajes de error del intérprete del lenguaje Lua. También puede mostrar mensajes procedentes

de scripts desarrollados mediante la función de la API nativa de Copeliasim.

4 Explorador de modelos : Aquí es donde se encuentran modelos ya creados que ofrece Copeliasim para su uso, ya sean robots, sensores o simples modelos (sillas, mesas, edificios, etc.). Muestra en la parte superior una estructura de carpetas y en su parte inferior las miniaturas de los modelos que se encuentran en la carpeta seleccionada; mediante una operación de arrastrar y soltar (“drag and drop”) pueden irse cargando los modelos en la escena.

5 Barras de herramientas : En este lugar se encuentran las funcionalidades que normalmente se usan en el simulador (deshacer, rehacer, iniciar una simulación, manipulación de objetos, etc..

2. MODELADO DEL ROBOT

Para empezar a construir el entorno de simulación, se debe diseñar el modelo del robot móvil, para fines prácticos de este trabajo de investigación, se diseñará un robot autobalanceado de un GDL (Grado de libertad), que cuenta con dos ruedas alineadas a un mismo eje que sostiene una estructura (cuerpo del robot) y que puede mantenerse equilibrado sin ningún tipo de fuerza externa, ver figura 5. Un robot con estas características es inherentemente inestable y debe ser monitoreado constantemente para permanecer en una posición de estabilidad, se basa en el principio del péndulo invertido por lo que resulta importante revisar su modelo matemático.

2.1. Péndulo invertido

El péndulo invertido es uno de los problemas clásicos en la dinámica y se hacen numerosas referencias a él, en libros que tratan sobre teoría de control dando numerosas estrategias para abordarlo. El problema físico del equilibrio de un péndulo invertido, consiste en un péndulo cuyo centro de masas se encuentra situado por encima del eje de balanceo, ver figura 6 esto crea al sistema una inestabilidad estática que puede ser

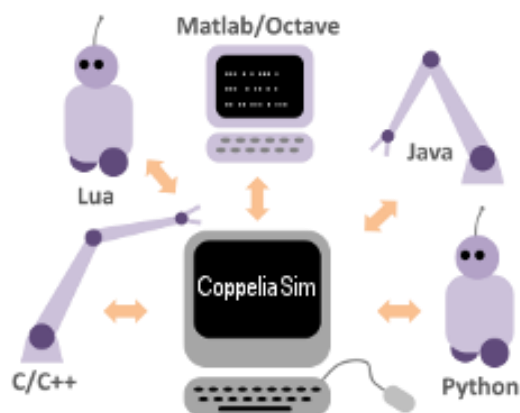


Figura 4: Lenguajes soportados.

compensada si se aplica un momento en el eje de giro o bien mediante un movimiento en el plano horizontal [8].

Para conseguir equilibrarlo, se estimará el ángulo formado por la vertical y se aplicará una fuerza a los motores, se utilizará además un controlador PID para que el ángulo formado por la vertical se mantenga a 0° . Si se considera un punto de balanceo fijo y un sistema de movimiento en 2 dimensiones, se obtendrá una función del comportamiento del sistema, una función en la que la aceleración ($\ddot{\theta}$) es dependiente de la gravedad (g), de la longitud del péndulo (l) y del seno del ángulo formado (θ). La ecuación 1 muestra la dinámica del péndulo invertido.

$$\ddot{\theta} = \frac{g}{l} \sin \theta \quad (1)$$

2.2. Diseño del robot en CopeliaSim

Para la construcción virtual del robot en el simulador, se deben crear los objetos en la escena de simulación, para esto se utilizaron



Figura 5: Robot autobalanceado de 1 GDL.

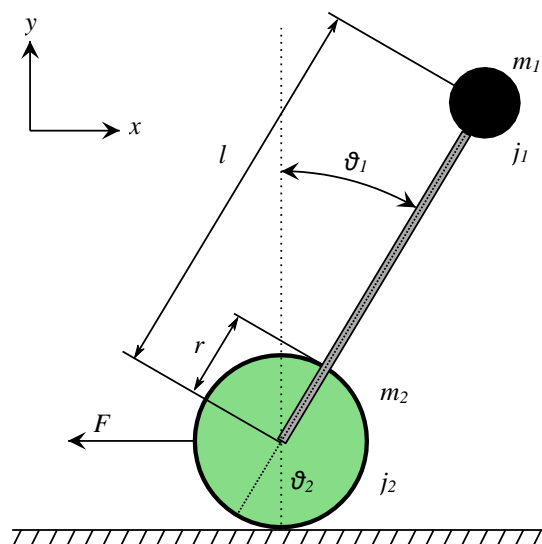


Figura 6: Ecuación dinámica del péndulo invertido.

las formas primitivas que ofrece el software conocidas como *Primitive shape*, concretamente se utilizaron dos cilindros para simularlas ruedas del robot, un cuboide para el cuerpo del robot así como dos articulaciones que van unidas a las ruedas y que realizan la función de motores para el control del equilibrio.

2.2.1. Diseño de las ruedas del robot. Para colocar objetos en la escena de trabajo, Coppeliassim ofrece múltiples posibilidades, incluso se pueden diseñar o importar, en este caso se diseñaron las ruedas del robot haciendo uso de las formas primitivas para lograrlo, simplemente se da click con el botón derecho en cualquier parte de la escena y se elige del menú desplegable la forma primitiva a utilizar (*Add- PrimitiveShape-Cylinder*). La tabla 2, muestra los valores de la geometría, posición y orientación de las ruedas del robot.

La figura 7, muestra la ventana con las propiedades dinámicas del robot, en este caso, las ruedas se han configurado como objetos que producirá una respuesta a una colisión con otros objetos en la escena que también están configurados de la misma manera, también es posible modificar la forma dinámica en que las ruedas responderán a las colisiones. Además, las ruedas se han configurado como un cuerpo dinámico por lo que su forma, posición y orientación son modificables. Debido a que se trata de un cuerpo dinámico, es posible calcular automáticamente las propiedades de masa e inercia del objeto, basándose en una densidad uniforme del material, para el caso de la masa, la forma primitiva seleccionada puede aumentar o disminuir fácilmente su masa en un factor 2 con los botones $M = M*2$ y $M = \frac{M}{25}$, esto es conveniente para encontrar rápidamente parámetros de simulación estables mediante prueba y error. De igual manera ocurre con los momentos inerciales sin la masa del objeto diseñado. La posición y orientación del COM (Centro de masa) de las ruedas, se determina de manera automática sin embargo, es posible modificar estos valores mediante una matriz simétrica relativos a la posición del centro de masa, en este caso el centro de masa se localiza en el centro de las ruedas. La figura 8, muestra la geometría y la posición y orientación iniciales de las ruedas del robot.

2.2.2. Diseño del cuerpo del robot. Con la idea de dar simplicidad al robot, se utilizó un cuboide como forma primitiva para el cuerpo del robot, la tabla 3, muestra la forma, posición y orientación de éste. Las condiciones de propiedades dinámicas son similares a las ruedas con la diferencia de que el centro de masa se encuentra en la base del cuerpo con la finalidad de simular el modelo del péndulo invertido y sea afectado por la gravedad. La figura 9, muestra la geometría, posición y orientación del cuerpo del robot.

2.2.3. Motores del robot. Para simular los motores que moverán las ruedas del robot se utilizan articulaciones conocidas como Joints. Una articulación es un objeto que tiene al menos un grado intrínseco de libertad (DoF). Las articulaciones se utilizan para construir mecanismos y mover objetos como es el caso de las ruedas. La posición, orientación y propiedades visuales de éstos se muestran en la tabla 4. Dado que los motores deben estar unidos a las ruedas y todo esto unido al cuerpo del robot, se debe establecer una jerarquía entre ellos, la figura 10 muestra la relación jerárquica y el diseño final del robot que se utilizará para las pruebas de equilibrio.

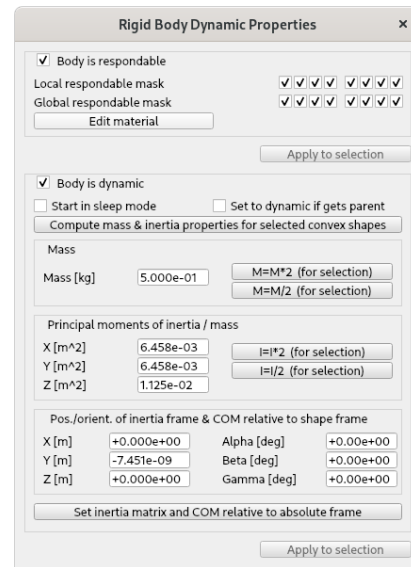


Figura 7: Propiedades dinámicas de las ruedas.

2.3. Programación del robot

El primer paso para poder manipular el robot consiste en configurar todos los elementos estructurales, este paso se realizó en el punto anterior y consiste en conocer detalladamente la configuración del robot es decir, analizar como están distribuidos los elementos que lo componen, para este caso: ruedas, cuerpo y mecanismos de movimiento (motores). En relación a las ruedas, la configuración que tiene el robot es diferencial.

La configuración diferencial es la más sencilla de todas las utilizadas típicamente en la robótica móvil y consta de dos ruedas diametralmente opuestas en un eje que es perpendicular a la dirección del robot. Cada rueda es controlada por un motor de forma tal que los giros se realizarán asignando diferentes velocidades a cada una de ellas. Con dos ruedas es imposible mantener al robot en equilibrio debido al mismo peso del cuerpo del robot además de que, se producen cabeceos al moverse el robot.

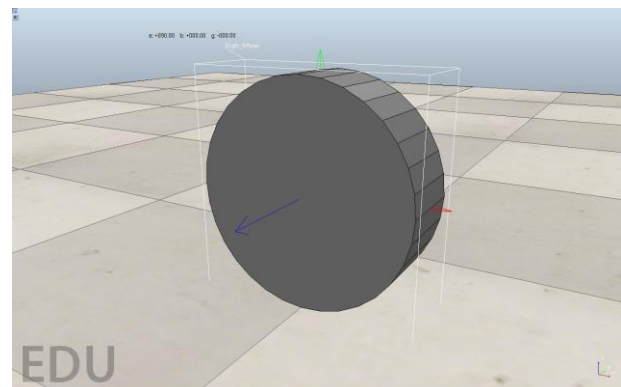


Figura 8: Geometría, forma y posición de las ruedas del robot.

Tabla 2: Propiedades de las ruedas del robot.

Geometría	Posición	Orientación	Peso
X-size[m]: +3.0000e - 01	X-coord[m]: +0.0000e + 00	Alpha[deg]: +9.0000e + 01	Mass[Kg]: +5.0000e-01
Y-size[m]: +3.0000e - 01	Y-coord[m]: -1.8000e - 01	Beta[deg]: +0.0000e + 00	
Z-size[m]: +1.0000e - 01	Z-coord[m]: +1.5000e - 01	Gamma[deg]: +0.0000e + 00	

Tabla 3: Propiedades del cuerpo del robot.

Geometría	Posición	Orientación	Peso
X-size[m]: +1.0000e - 01	X-coord[m]: +0.0000e + 00	Alpha[deg]: +0.0000e + 00	Mass[Kg]: +1.0000e+01
Y-size[m]: +2.0000e - 01	Y-coord[m]: +0.0000e + 00	Beta[deg]: +4.0930e - 12	
Z-size[m]: +5.0000e - 01	Z-coord[m]: +4.0000e - 01	Gamma[deg]: +0.0000e + 00	

Tabla 4: Posición y orientación y propiedades visuales de las articulaciones.

Posición	Orientación	Propiedades visuales
X-coord[m]: +0.0000e + 00	Alpha[deg]: +9.0000e + 01	Length[m]: +1.5000e - 01
Y-coord[m]: -1.8000e - 01	Beta[deg]: +0.0000e + 00	Diameter[m]: +2.0000e - 02
Z-coord[m]: +1.5000e - 01	Gamma[deg]: +0.0000e + 00	Max Step size [deg]: +1.0000e+01

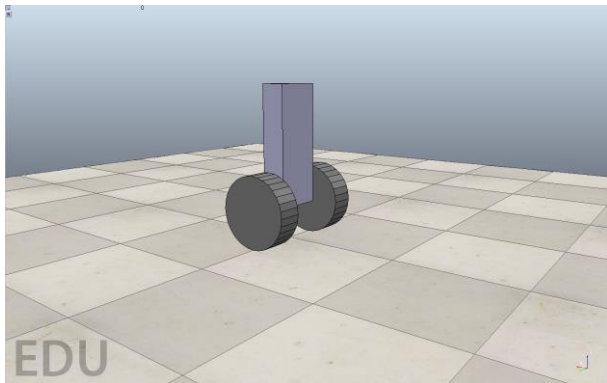


Figura 9: Geometría, forma y posición del cuerpo del robot.

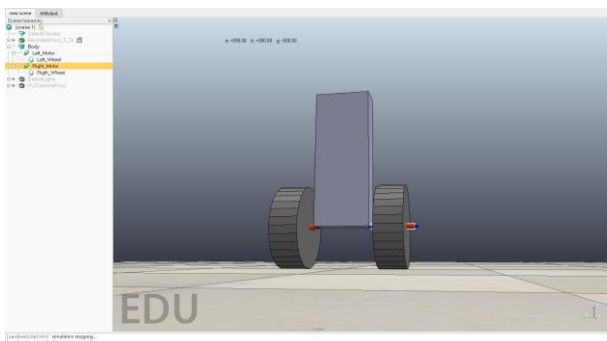


Figura 10: Relación jerárquica entre los objetos que forman el robot.

Mantener en equilibrio al robot es precisamente el reto de este trabajo de investigación. El robot diseñado consta de dos articulaciones, una por cada rueda del robot. Si cada articulación provee al robot de un grado de libertad, se puede confirmar entonces que este robot cuenta con dos grados de libertad.

De las seis diferentes maneras en que se puede programar el código de control del robot, se ha elegido la opción de la API remota debido a su sencillez y flexibilidad. Este tipo de control, permite la comunicación entre CoppeliaSim y una aplicación externa es decir, una aplicación que se ejecuta en un proceso diferente o en una computadora diferente. Este tipo de control consta de dos partes:

1. Cliente: Es el lado del cliente de la aplicación que contine aproximadamente cien funciones específicas de control y una general que pueden ser accedadas por diferentes lenguajes de programación, en este caso se decidió por utilizar Python.
2. Servidor: Es implementado por Copeliasim y un plugin que permite la comunicación con el cliente

La figura 11, muestra el diagrama de comunicación entre el simulador y el programa de control del robot. La función del programa de control consiste en comunicarse con el robot, obtener las posiciones articulares del robot (motores) y mandar las velocidades de cada una de las ruedas de tal forma que lo mantenga en equilibrio.

2.3.1. Configuración del server. Para iniciar el servidor, es necesario abrir la escena donde se construyó el robot, esto generará un script de forma automática que deberá deshabilitarse y generar uno nuevo seleccionando cualquiera de los objetos que componen la estructura del robot, este nuevo script contiene un método al que se debe pasar como parámetro el puerto con el que se conectará el cliente.

2.3.2. Configuración del cliente. Desde un script de python, se importa la librería del simulador para poder acceder a todas las

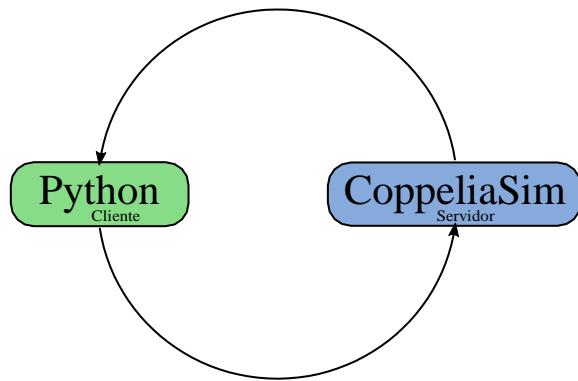


Figura 11: Diagrama de comunicación usando Remote API y Python.

funciones de control, comunicación y obtención de datos. El algoritmo 1, muestra ejemplo de como establecer la comunicación con el servidor desde el cliente.

Algoritmo 1 Comunicación cliente servidor

```

1: Procedimiento main()
2:   clienteID = servidor(ip, puerto)

3:   si clienteID == 0 entonces      <Si fue posible la conexión
4:     iniciaControlRobot()
5:   si no
6:     terminar()
7:   fin si
8: fin Procedimiento

```

2.4. Sistema de control del robot

Un sistema de control cuenta con un elemento de regulación para sí mismo o para otros sistemas. Pueden ser de ciclo abierto si no se toma en cuenta la salida del sistema o de ciclo cerrado cuando si se toma en cuenta. Debido a la inestabilidad del sistema (robot) a controlar, fue necesario hacer uso de un sistema de control de ciclo cerrado esto significa que, se tomará en cuenta la señal de salida mediante una retroalimentación, esta característica proporciona mayor estabilidad. Los sistemas de control de ciclo cerrado actúan en función de una entrada de referencia o estado deseado. Para esto, al estado deseado se le resta la señal de salida del sistema obteniendo el error. En función de esa señal de error, se realiza una acción, que se envía a los actuadores del sistema, y minimice el error con el fin de lograr la respuesta deseada.

Para fines prácticos de este trabajo, se debía conseguir que el robot (sistema) se mantuviera en equilibrio (lograr un ángulo de 0° respecto a la vertical). Para esto, se implementó un controlador PID³.

Se trata de un mecanismo de control con una retroalimentación de ciclo cerrado, ver figura 12, en ésta es posible observar que al sistema recibe como entrada un error ($e(t)$) que se estima con la

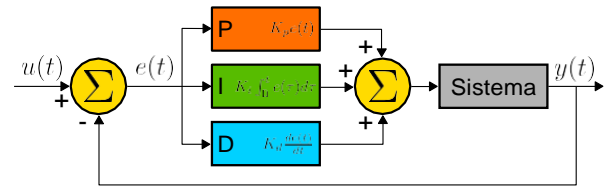


Figura 12: Diagrama de un controlador PID.

diferencia de la salida deseada ($u(t)$) y la salida obtenida ($y(t)$), el objetivo consiste en minimizar este error ajustando la entrada del sistema con base a tres parámetros (acciones): el proporcional, el integral y el derivativo, el ajuste de estos parámetros influye sobre alguna característica de la señal de salida obteniendo una respuesta mejor o peor. La ecuación 2, muestra la forma en que se obtiene la señal de salida.

$$y(t) = k_p e(t) + k_i \int_0^t e(\tau) d\tau + k_d \frac{de}{dt} \quad (2)$$

La función que realiza cada uno de los parámetros es:

- La constante proporcional k_p contribuye a la estabilidad del sistema, un valor grande provocará oscilaciones al sistema, un valor muy pequeño no provocará oscilaciones pero ocasionará un valor estacionario, en ningún caso se llega al valor deseado y se provoca un offset.
- La constante integral k_i se utiliza para corregir el "offset" que se provoca por la constante proporcional por lo que se puede lograr la estabilidad sin embargo, un valor muy grande puede provocar oscilaciones y una pequeño elimina el error estacionario.
- La constante derivativa k_d sirve para minimizar las oscilaciones y las pendientes provocadas al aplicar las dos constantes anteriores, proporciona una respuesta rápida a los cambios de valores de entrada pero es muy sensible al ruido por lo que un valor muy grande puede producir un desastre en el sistema.

3. RESULTADOS

Para conseguir que el robot se mantuviera en equilibrio, se realizaron diversos ajustes al controlador PID que consistieron en proponer diversos valores para poder sintonizarlos bajo el esquema *Try And Error* que consiste en hacer que los parámetros lleguen a oscilar respecto al tiempo pero, se debe hacer de manera progresiva para esto, k_i y k_d deben valer 0:

1. Asignar un valor pequeño a la variable k_p y se va incrementando hasta que la variable comience a oscilar alrededor del valor deseado, una vez hecho esto, se divide entre 2:

$$k_p = \frac{k_p}{2}$$

2. Toda vez que se obtienen el valor de la constante proporcional, se asigna un valor pequeño a k_i y se va incrementando hasta provocar una oscilación continua, una vez hecho esto,

³Controlador Proporcional- Integral-Derivativo.

se divide entre 3:

$$k_i = \frac{k_i}{3}$$

3. Asignar un valor pequeño a K_d y se va incrementando hasta C que la variable oscile de manera permanente. El valor final de K_d debe ser la tercera parte del valor que tenía cuando el sistema comenzó a oscilar.

$$k_d = \frac{k_d}{3}$$

Este método no garantiza que los valores sean precisos o los mejores por lo que se debe seguir probando. Finalmente se consiguió que el robot mantuviera el equilibrio de una manera aceptable. La prueba de equilibrio consistió en que el robot se mantuviera estable por sus propios medios.

Kp	Ki	Kd	Tiempo (ms)
13.7	0.199	1285	50
56.25	2.736	1389	10

CONCLUSIONES

Se logró diseñar e implementar de manera virtual un robot auto-balanceado en el simulador CoppeliaSim utilizando un controlador PID. Una vez diseñado y creado el robot, se desarrolló el algoritmo de control necesario para que actúe según lo esperado. El valor de los parámetros k_p , k_i y k_d que mantuvieron al robot en equilibrio de manera aceptable, se consiguieron sintonizándolos de manera empírica. La implementación de este controlador resultó ser un reto importante ya que de manera teórica, se logran resultados rápidos y posibles de acuerdo con las gráficas realizadas sin embargo, a la hora de ponerlo en práctica, los valores de los parámetros que mantuvieran al robot en equilibrio no fueron fáciles de conseguir. Dado que se pretende llevar a cabo este robot de manera física, es importante considerar algunas mejoras como:

- Diseñar el cuerpo del robot con medidas reales y con la forma real de manera que se acerque lo más posible al robot físico, algo que requiere de un tiempo considerable.
- Si se utiliza el controlador PID, se puede buscar sintonizar los parámetros mediante la sintonía de oscilación (método de Ziegler-Nichols) o la sintonía basada en la curva de respuesta (Ziegler-Nichols y Cohen-Coon).
- Buscar si se logran mejores resultados con otros algoritmos de control como el control de estados o control de lógica difusa.
- Realizar otro tipo de prueba como prueba de equilibrio frente a empujes y equilibrio con movimientos y giros.

RECONOCIMIENTOS

Mis reconocimientos a la institución la Unidad Académica de Ingeniería, la cual me vio crecer como alumno para finalmente realizarme profesionalmente. A mis profesores por sus enseñanzas para adentrarme al mundo del saber.

REFERENCIAS

- [1] Coppelia. [n.d.]. CoppeliaSim User Manual. <https://www.coppeliarobotics.com/helpFiles/en/welcome.htm>. Fecha de consulta, Marzo del 2021.
- [2] Jesús de Miguel Fernández. 2017. Exploración del software de simulación V-REP. Master's thesis. Dep. de Ingeniería de Sistemas y Automática, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad de Sevilla.
- [3] T. Arredondo y P. Castillo M. Torres. 2014. Survey and Comparative Study of Free Simulation Software for Mobile Robots. Robótica (2014).
- [4] Alberto Martín. 2016. Modelado y Simulación de un Robot Lego Mindstorm EV3 mediante V-REP y Matlab. Master's thesis. Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, Universidad de Málaga.
- [5] Carlos Martínez. 2015. Simulación en entornos con robots manipuladores móviles. Master's thesis. Escuela Técnica de Ingeniería Informática, Universidad Politécnica de Valencia.
- [6] Pablo Parodi. 2017. Análisis de VREP como herramienta de simulación para Aerostack. Master's thesis. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos.
- [7] Javier Velasco. 2019. *Análisis y comparación de las principales plataformas de simulación robótica y su integración con ROS*. Master's thesis. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid.
- [8] Wikipedia. 2010. Inverted pendulum. https://en.wikipedia.org/wiki/Inverted_pendulum. Fecha de consulta: Febrero 25, 2019.

VARIABILIDAD DE LA CANTIDAD DE CEMENTO EN CONCRETOS ESTRUCTURALES FABRICADOS CON PLANTA DOSIFICADORA PARA OBTENER UNA RESISTENCIA ESPECIFICA

Daniel Hernández
de la Cruz

Facultad de ingeniería
C.U-sur, Chilpancingo de
los bravo, Gro., México.
Tel:7471637574
C. P.39087

daniel.hndz.c@gmail.com

M.C. Alfredo Cuevas
Sandoval

Facultad de ingeniería
C.U-sur, Chilpancingo de
los bravo, Gro., México.
Tel:7471100179
C. P.39087

08721@uagro.com

M.C. Mateo Sánchez
Calvo

Facultad de ingeniería
C.U-sur, Chilpancingo de
los bravo, Gro., México.
Tel:7475294181C.
P.39087

03630@uagro.com

M.I. Raziel Barragán
Trinidad

Facultad de ingeniería
C.U-sur, Chilpancingo de
los bravo, Gro., México.
Tel:7471314582C.
P.39087

13677@uagro.com

RESUMEN

El cemento es uno de los materiales más conocidos y utilizados en la industria de la construcción, tiene una amplia gama de aplicaciones y es uno de los ingredientes indispensables para la creación de concretos estructurales en donde se aplican técnicas y métodos que garanticen que se cumplan las resistencias y demás características establecidas en el proyecto, por lo tanto en este artículo se da a conocer de qué maneja influye la variación de cemento en la resistencia del concreto, trabajando en conjunto con la planta de concretos COISA, produciendo concretos estructurales durante un periodo de dos años, utilizando dos tipos de cemento bajo la especificación de diseño para la resistencia establecida de 250 kg/cm^2 , por lo cual se obtuvieron datos de las pruebas realizadas desde la recopilación de insumos hasta el ensayo de los especímenes. Se consideraron los criterios de la normatividad de la SCT y el reglamento de construcción de la ciudad de México. Se utilizó un software estadístico con la metodología de tipo descriptivo univariado y bivariado, se crearon tablas y gráficas para interpretar de mejor manera los resultados obtenidos, observando en ellos la máxima y mínima cantidad de cemento que se ocupó de cada marca de cemento por metro cúbico, así como la dispersión que da con respecto a la resistencia a la compresión (f'_c), dando por concluido que tanto la marca de cemento como la cantidad del mismo repercute de manera significativa en la resistencia del concreto, pero sin duda alguna cumplen con lo establecido en el proyecto.

Palabras Clave:

Cemento, concreto, variación, resistencia de proyecto.

INTRODUCCIÓN

El concreto hidráulico se define como un compuesto formado por cemento, agua, agregados pétreos, aditivos, adicionantes y aire; el cual tiene la propiedad de endurecer y formar una piedra artificial, con características tales como resistencia, versatilidad, durabilidad y economía, que lo han llevado a ser el producto que más se consume en el planeta después del agua. Otra estimación es que la cantidad de concreto producido en el planeta es a razón de más de un metro cúbico por habitante, la mayoría de las construcciones en el orbe lo tienen como material principal de construcción.

El cemento es un material inorgánico finamente pulverizado que, al agregarle agua, ya sea solo o mezclado con arena, grava, asbesto u otros materiales similares, tiene la propiedad de fraguar y endurecer, incluso bajo el agua, en virtud de reacciones químicas durante la hidratación y que una vez endurecido, conserva su resistencia y estabilidad.

El cemento en la mezcla de concreto es el elemento más importante y de mayor costo que el resto de los componentes, razón por la que debe cuidarse en la dosificación la cantidad de cemento adicionada. Cantidades en exceso, dan mayores resistencias, pero se encarece la mezcla y si la cantidad no es suficiente para alcanzar la resistencia de proyecto, la estructura puede tener serios problemas en su comportamiento. El consumo de cemento de acuerdo con el ACI-211.1, recomienda 100 kg de cemento más el valor del f'_c de proyecto para un metro cúbico de mezcla producido. Sin embargo, cuando las dosificaciones son por peso, en planta dosificadora y mezclado central o camión revolvedor, la calidad de los componentes cumple y supera las especificaciones, los valores de consumo de cemento pueden incluso llegar a ser iguales al valor del f'_c de proyecto.

La resistencia a la compresión se define como la oposición que presenta un espécimen o elemento de concreto bajo una carga axial expresada como la fuerza por unidad de área neta generalmente dada en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2), a la edad de 28 días. La cual es una propiedad física fundamental, siendo empleada en los cálculos para diseño de estructuras de concreto.

La calidad del concreto hidráulico se juzga por medio de la prueba de compresión simple, para verificar si éste cumple con las especificaciones requeridas utilizando cubos o cilindros hechos con muestras de concreto fresco. Esta prueba es fácil de practicar y suele dar un panorama general de la calidad del concreto por estar directamente relacionada con la estructura de la pasta y su importancia radica en el diseño estructural.

En el medio de la construcción e ingeniería, la resistencia a la compresión es la característica más valiosa del concreto además de la durabilidad, impermeabilidad y estabilidad de volumen.

La resistencia a la compresión real del concreto producido en laboratorio o en obra, es una cantidad variable. Las fuentes de la variabilidad son muchas: desde los ingredientes, dosificación, hasta los resultados de las pruebas, influyendo en estas el tipo de espécimen de prueba, el tamaño del espécimen, tipo de molde, curado, preparación de la superficie del extremo, rigidez de la máquina de pruebas, rapidez de la aplicación del esfuerzo, etc.

Al desarrollar este trabajo se pretende obtener resultados que al compararlos con los criterios y normas establecidas se verifique el grado de cumplimiento de la producción de concreto de una planta de premezclado haciendo uso de un programa estadístico (SPSS), y una base de datos.

1.- FUENTES DE VARIABILIDAD

Existen diversas fuentes de variación que inciden radicalmente en la resistencia u otro requerimiento especificado, algunas fuentes de variación se deben a las propiedades del concreto, como pueden ser:

- 1) La relación agua-cemento
 - a) Control deficiente de la cantidad de agua
 - b) Variación de la humedad en los agregados
- 2) Requerimientos de agua
 - a) Absorción y forma de los agregados
 - b) Características del cemento y aditivos
 - c) Contenido de aire
 - d) Tiempo de suministro
- 3) Características y proporciones de los ingredientes
 - a) Agregados
 - b) Cementos
 - c) Puzolanas
 - d) Aditivos
- 4) Transporte y colocación
- 5) Temperatura y curado

Otras fuentes de variación radican en la deficiencia en los métodos de prueba:

- 1) Procedimientos incorrectos de muestreo
- 2) La técnica de fabricación de cilindros
- 3) Moldes de calidad deficiente
- 4) Cambios ambientales durante curado (T, %H)
- 5) Procedimiento de pruebas
 - a) Cabeceo incorrecto de muestra
 - b) Variación en la aplicación de carga

2. CONTROL DE FACTORES PARA PRODUCIR UN CONCRETO F' C 250 KG/CM²

El análisis en el presente trabajo consiste en conocer, controlar y comparar la variabilidad de los consumos de cemento y el comportamiento de la resistencia del concreto, para esto se hace uso de dos diferentes tipos de cementos (Moctezuma y Tolteca) y un solo banco de arena y de grava ubicados en Mezcala, la producción se realizó durante los meses de producción continua

en una planta de concreto premezclado. Aplicando los criterios de la normatividad de SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes), el reglamento de construcción de la ciudad de México y las Normas Mexicanas (NMX de la serie C).

Se obtuvo una base de datos con los registros de dos años de producción de concreto. Donde incluye: cantidad de cemento por metro cubico, resistencia, marca de cemento utilizada, tipo de probeta para ensayo del concreto, verificación de la resistencia alcanzada, edad de ensayo, revenimiento y temperatura, entre otras.

El proceso en la planta fue de la siguiente manera: Acopio de insumos, análisis de calidad (en particular a los agregados pétreos), cálculo de cantidades para la dosificación, dosificación y fabricación, toma de muestras para verificación del concreto en estado fresco y endurecido, transporte y colocación en obra. Esta serie de pasos permitió obtener los valores en la base de datos.

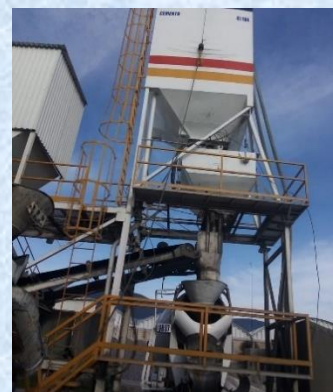


FIGURA 1. Dosificación de concreto premezclado.

La evaluación de los resultados registrados en la base (342 observaciones o casos), se efectuó con un software estadístico SPSS versión 18, aplicando metodología estadística de tipo descriptivo univariado y bivariado para explicar la variabilidad del consumo de cemento en las mezclas producidas en planta dosificadora y mezclado con camión revolver.



FIGURA 2. Colocación a tiro directo de concreto premezclado.



FIGURA 3. Muestreo de concreto premezclado.



FIGURA 4. Ensaye a compresión

3. RESULTADOS

Las variables de las mezclas de concreto estudiadas como son marca de cemento, consumo de cemento y resistencia a compresión, al ser analizadas y comparadas, se encontró en Tabla 1 que el consumo de cemento promedio por metro cúbico de concreto producido es de 277.44 kg/m³ para la marca Moctezuma y de 271.54 kg/m³ para la marca Tolteca, observando valores promedio muy cercanos entre sí. El mínimo consumo de cemento es de 257 kg/m³ para la marca Tolteca y 260 kg/m³ para Moctezuma. El consumo máximo es de 289 kg/m³ para Tolteca y 316 kg/m³ para Moctezuma. Los rangos de consumo van de 56 kg/m³ para Moctezuma y 32 kg/m³ para Tolteca. La desviación estándar es relativamente cercana de 9.49 y 8.27 para Moctezuma y Tolteca respectivamente. De igual manera los coeficientes de variación son bajos en ambas marcas 3.56 y 3.05.

La edad de garantía del concreto es a la edad de 28 días de acuerdo con el f'c de proyecto. En la Tabla 2, se muestra el análisis de los especímenes a compresión por marca de cemento y para la marca Moctezuma con 159 casos, da un promedio de 290.76 kg/cm² y para la marca Tolteca con 183 casos es de 270.34 kg/cm². Lo que indica muestras grandes y promedios que cumplen con el f'c de proyecto de 250 kg/cm². La mínima resistencia es de 185 y 214 kg/cm² para Tolteca y Moctezuma respectivamente. La máxima resistencia es de 370 y 349 kg/cm² par Moctezuma y Tolteca respectivamente. Los rangos de resistencia van de 156 y 164 kg/cm² para Moctezuma y Tolteca respectivamente.

Con respecto al C.V. se tiene un 11.58% con la marca Moctezuma y 10.43% con Tolteca, que muestra la dispersión de la información; donde la dispersión es menor en tolteca y cumple con lo que señala el reglamento de construcción de la CDMX 2017. El valor de resistencia más recurrente es 274 y 263 kg/cm², para Moctezuma y Tolteca respectivamente.

TABLA 1. Estadísticos descriptivos de consumo de cemento por marca de cemento a 28 días de edad

28 días	Consumo de Cemento por m ³	
	Marca de Cemento	
	MOCTEZUMA	TOLTECA
Media	277.44	271.54
Mediana	276.00	271.00
Mínimo	260.00	257.00
Máximo	316.00	289.00
Rango	56.00	32.00
Moda	276.00	266.00
Desviación típica	9.49	8.27
Varianza	89.99	68.45
C.V.	3.56	3.05
N total	159	183

TABLA 2. Estadísticos descriptivos de resistencia a compresión por marca de cemento a 28 días de edad

28 días	Marca de Cemento	
	MOCTEZUMA	TOLTECA
	Resistencia a Compresión (Kg/cm ²)	Resistencia a Compresión (Kg/cm ²)
Media	290.76	270.34
Mediana	289.00	271.00
Mínimo	214.00	185.00
Máximo	370.00	349.00
Rango	156.00	164.00
Moda	274.00	263.00
Desviación típica	33.67	28.19
Varianza	1133.97	794.75
C.V.	11.58	10.43
N total	159	183

En la Figura 5 se observa cómo se distribuyen las frecuencias de consumo de cemento en la fabricación de cemento, durante los meses de producción, ajustando a una distribución casi normal.

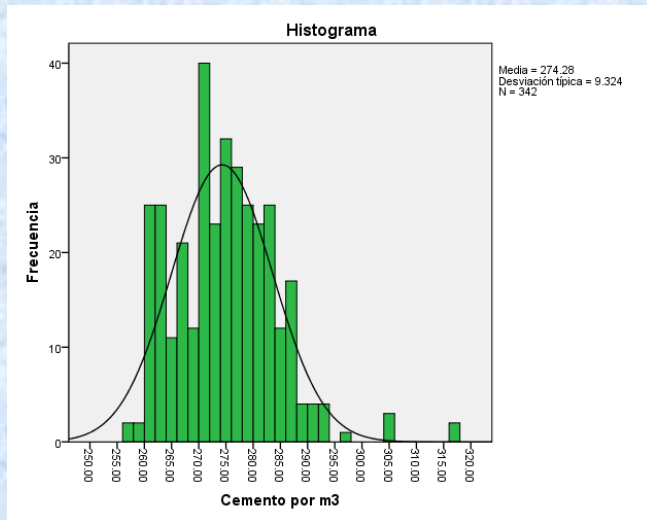


FIGURA 5. Histograma de frecuencias para la resistencia del concreto producido.

La Figura 6, muestra las frecuencias de los ensayos de especímenes de concreto en los diferentes meses de producción, con un comportamiento que se ajusta a una distribución normal.

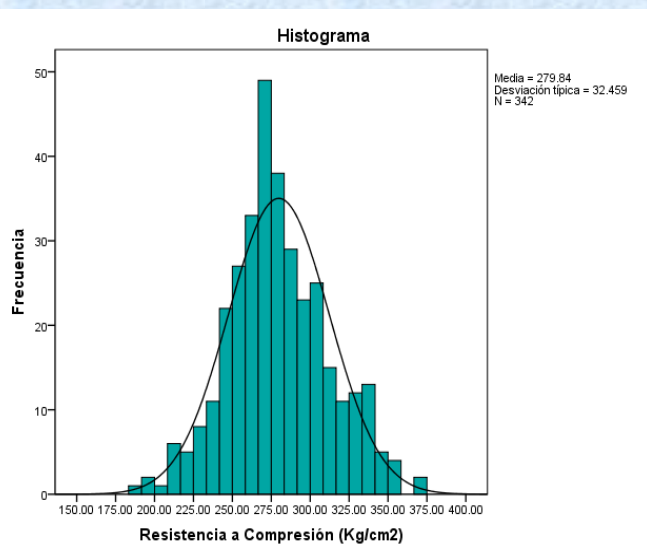


FIGURA 6. Histograma de frecuencias para la resistencia del concreto producido.

En la Figura 7, la variable consumo de cemento por marca de cemento, muestra la mayor dispersión en mezclas fabricadas con la marca Moctezuma, con consumos atípicos y valores extremos mayores a 300 kg/m² con respecto a los resultados de la marca Tolteca. En ambas mezclas producidas con los dos cementos presentan valores con moderada dispersión o variabilidad de los datos.

La Figura 8, para la variable resistencia a compresión, muestra la dispersión mayor en los cilindros ensayados para marca Tolteca,

y presenta valores atípicos, con respecto a los resultados de la marca Moctezuma. En ambos concretos producidos con los dos cementos presentan valores con una alta dispersión o variabilidad de los datos. Que indica que existe una varianza en los cilindros de concreto ensayados.

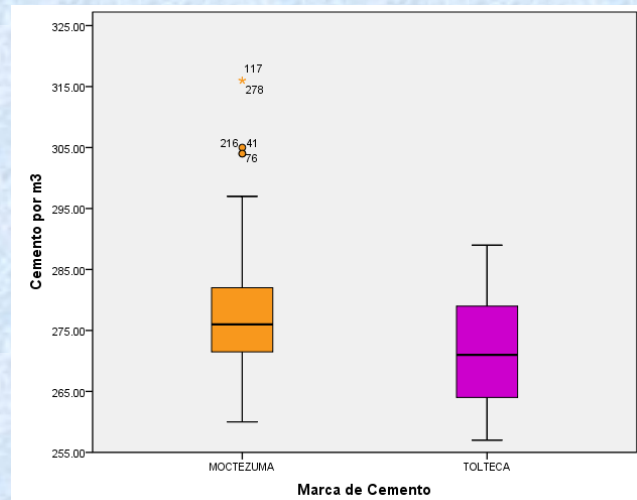


FIGURA 7. Comparación de consumo de cemento por marca.

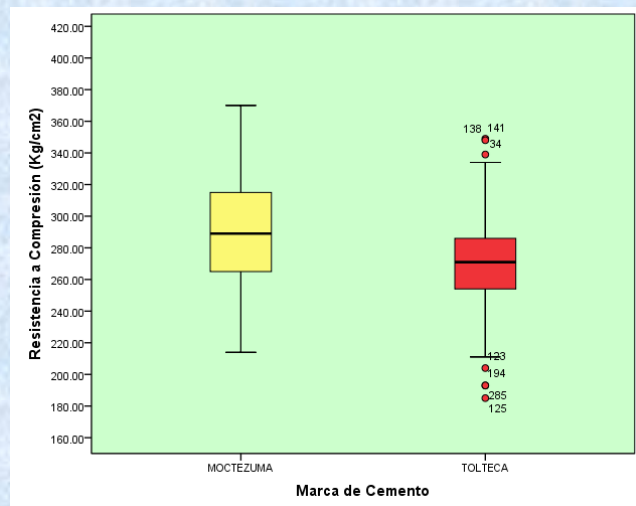
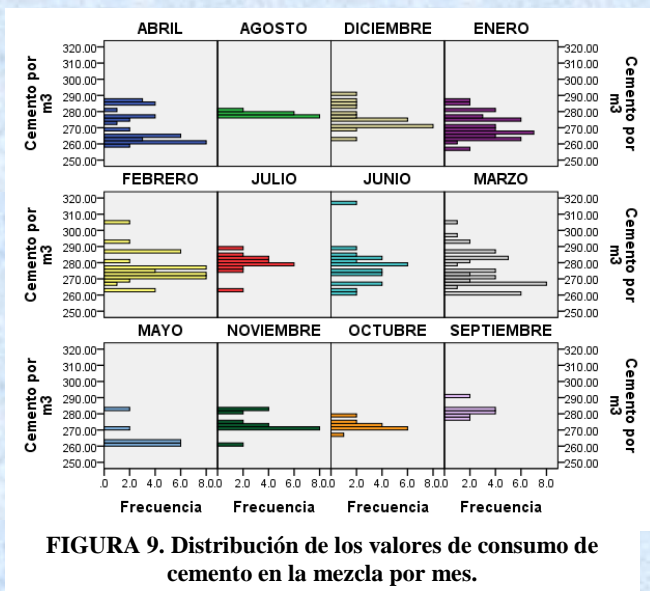


FIGURA 8. Comparación de resistencia a compresión por marca de cemento.

En la figura 9, se muestra cómo se distribuyen los valores de consumo de cemento por mes en la fabricación de mezclas de concreto, observando que el mes de agosto es donde se aplican solo tres consumos diferentes de cemento. En los meses de febrero y marzo es donde más se utilizan valores de consumo de cemento diferentes en la fabricación de mezclas. Así también se detectan los meses de mayor producción de concreto; enero, febrero, marzo y abril; y menor en agosto, septiembre, octubre y mayo. En el mes de junio y luego en febrero, se detecta un elevado consumo de cemento en la mezcla.



En la Figura 10, se observa la distribución de los consumos de cemento. La marca Moctezuma tiene mayor variabilidad, lo que significa un mayor uso de cantidades de cemento en las mezclas. Se observa también, las cantidades más altas de cemento, con respecto a la marca Tolteca. Donde las cantidades de cemento son menores y con menor variabilidad.

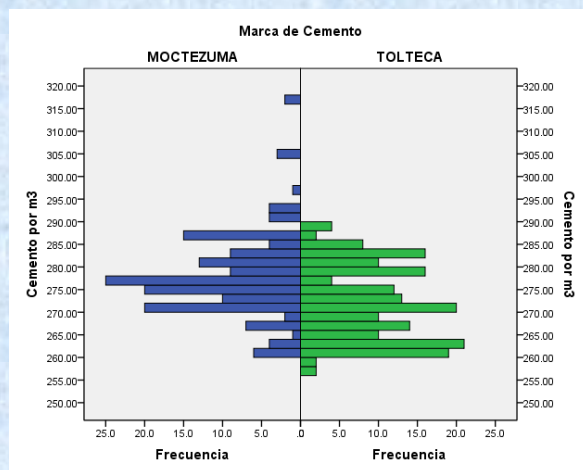


FIGURA 10. Distribución de los valores de consumo de cemento en la mezcla por marca.

En la Figura 11, se muestra cómo se distribuyen los valores de resistencia a compresión por mes, en las probetas ensayadas de cada una de las mezclas de concreto, observando que el mes de agosto es donde ensaya la menor cantidad de especímenes y la mayor cantidad en el mes de febrero. En los meses de febrero y diciembre es donde se obtienen los valores más altos de resistencia a compresión de las mezclas de concreto producidas y los valores más bajos es el mes de mayo.

En la Figura 12, se observa la distribución de la resistencia a compresión por marca de cemento. Ambas marcas de cemento presentan una distribución similar, solo que, la frecuencia de ensayos en la marca Tolteca es mayor. La marca Moctezuma tiene

mayores valores de resistencia y menor frecuencia de ensayos, pero de acuerdo con las figuras 8 y 9, presenta los mayores consumos de cemento. Lo que remite a la regla a mayor cantidad de cemento en la mezcla, mayor resistencia en el concreto. La marca tolteca presenta los menores valores de resistencia a compresión.

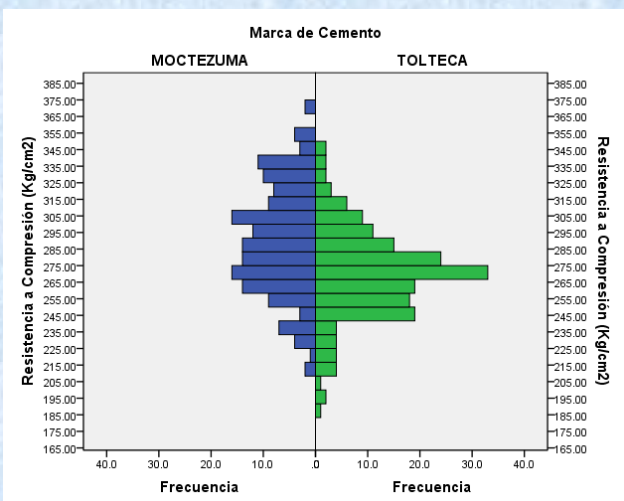
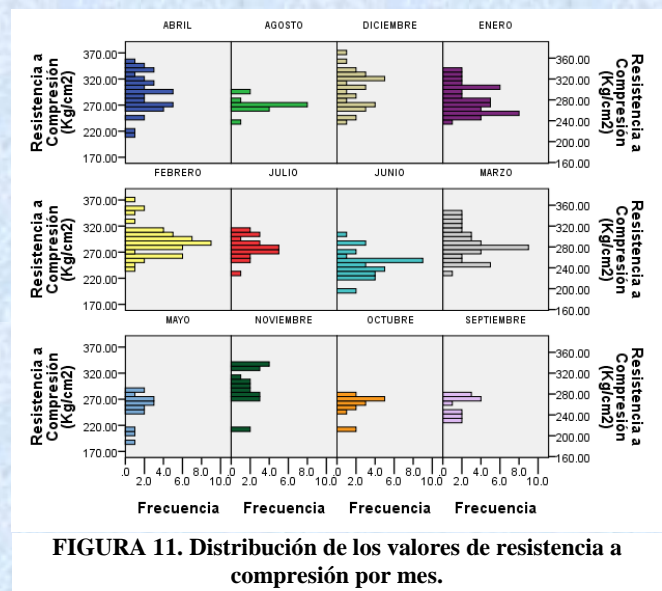


FIGURA 12. Distribución de los valores de resistencia a compresión por marca.

CONCLUSIONES

Los dos cementos utilizados en la fabricación de mezclas de concreto presentan resultados promedio para la edad de 28 días que cumplen con la resistencia de proyecto. El promedio mayor de resistencia es con el cemento de la marca Moctezuma.

La variabilidad, para la variable consumo de cemento es mayor en la marca de cemento Moctezuma con respecto a la marca Tolteca. De acuerdo con los análisis bivariados se detecta una gran dispersión o variabilidad de los valores de consumo de

cemento, lo que de igual manera genera una gran dispersión de los valores de resistencia a compresión del concreto, partiendo de que, a mayor cantidad de cemento en la mezcla, mayor resistencia en el concreto, regla que quizá no siempre se cumple, pero en el presente análisis la tendencia indica que sí.

Después de haber realizado todo el análisis de datos se llega a la conclusión de que la marca de cemento si influye en el comportamiento de la resistencia del concreto. Por lo que es conveniente hacer los ajustes necesarios al diseño de mezclas para optimizar el consumo de cemento, debido a que es el insumo con más costo. La resistencia de la marca de cemento Moctezuma supero el f'_c de 250 kg/cm² en 41 kg/cm² y Tolteca en 20 kg/cm².

RECONOCIMIENTOS

Le agradezco al Grupo de investigación del PE de Ingeniero Constructor de la FI-UAGro, Calidad de los Materiales de construcción, por darme la oportunidad de participar y desarrollar habilidades investigativas en el ámbito de los materiales de construcción, así como su ayuda y dedicación ya que inspiran mi formación profesional.

REFERENCIAS

ACI-311-1999. (2009). *Manual para supervisar obras de concreto*. México, D.F.: Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto.

Guzmán, D. S. (2001). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Santa Fe de Bogotá, Colombia: BANDAR EDITORES LTDA.

I.M.T. (2017). Normativa para la Infraestructura del Transporte. *Normativa SCT*. México.: <http://www.imt.mx>.

IBM. (30 de 07 de 2009). PASW Statistics 18. EE.UU.

Kosmatka, S. C., Paranes, W. C., Kerkhoff, B., & Tanesi, J. (2014). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Skokie, Illinois, EE.UU.: Portland Cement Association.

NMX-C. (1997-2019). Industria de la Construcción. *Conjunto de normas de la serie "C"*. CDMX, México: ONNCCE.

NMX-C-083. (2014). Industria de la Construcción. *Determinación de la resistencia a compresión de cilindros de concreto*. México, D.F.: ONNCCE.

NMX-C-111. (2018). Industria de la Construcción. *Agregados-Especificaciones*. CDMX, México: ONNCCE.

NMX-C-122. (2004). Industria de la construcción. *Agua para concreto*. México, D.F.: ONNCCE.

NMX-C-155. (2014). Industria de la Construcción. *Concreto Hidráulico - Dosificado en Masa Especificaciones y Métodos de Ensayo*. México, D.F.: ONNCCE.

NMX-C-255. (2013). Industria de la construcción. *Aditivos Químicos Para Concreto - Especificaciones y Métodos de Ensayo*. México, D.F.: ONNCCE.

NMX-C-414. (2017). Industria de la Construcción. *Cementantes Hidráulicos – Especificaciones y Métodos de ensayo*. CDMX, México: ONNCCE.

S.C.T. (2002). Normativa SCT. *N-CMT-2-01-002/02, 2002 Calidad de los Materiales*. México, D.F., México.

Integración de un Sistema de Información Geográfica a partir de datos adquiridos en plataformas de acceso libre

Carlos Alberto
Méndez Romero

Calle Ignacio Ramírez
Tequicorral S/N
Chilpancingo de los
Bravo, Gro., Mex.
7471676733.
C.P. 39068

10260451@uagro.mx

Rocío N. Ramos-
Bernal

Av. Lázaro Cárdenas
S/N. C.U.
Chilpancingo de los
Bravo, Gro., Mex.
C.P. 39087

rnramos@uagro.mx

René Vázquez-
Jiménez

Av. Lázaro
Cárdenas S/N. C.U.
Chilpancingo de los
Bravo, Gro., Mex.
C.P. 39087

rvazquez@uagro.mx

Wendy Romero-
Rojas

Av. Lázaro Cárdenas
S/N. C.U.
Chilpancingo de los
Bravo, Gro., Mex.
C.P. 39087

geowromero@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo muestra una forma de integrar un Sistema de Información Geográfica a partir de información disponible en las diferentes plataformas online, así como información propia de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro); se trata de la composición de información georreferenciada de las Unidades Académicas Preparatorias localizadas en la región Costa Grande en el estado de Guerrero, las cuales pertenecen a la UAGro, entre la información utilizada se encuentra la proporcionada por las aplicaciones de acceso libre, como es el caso de Google Earth y Google Maps.

Palabras reservadas

SIG, Plataformas de acceso libre, UAGro.

INTRODUCCIÓN

La Geomática es la ciencia que se encarga de la gestión de información geográfica utilizando las tecnologías de la información y la comunicación, compuesta de Geo “Tierra y Mática “Información”, la cual sirve para captar, procesar, aplicar, interpretar, publicar y guardar información geográfica, utilizando marcos teóricos como la cartografía, los Sistemas de Información Geográfica, Percepción Remota, Topografía, Matemáticas, entre otros [1].

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una tecnología que nos ayuda a integrar información espacial y otras clases de información en un solo sistema, eso quiere decir que es una herramienta la cual nos ayuda a organizar, almacenar, manipular y analizar información geográficamente referenciada. Los SIG también llamados como GIS por sus siglas en inglés Geographical Information System, pueden ser utilizados en la cartografía, la planificación urbana, la gestión de recursos, la arqueología, la geografía, la logística, la evolución del impacto ambiental [2]. Por ejemplo, un SIG nos ayudaría a identificar información correspondiente a los planteles pertenecientes a la UAGro para poder saber en qué municipio o localidad se encuentran, cuál es la capacidad para el ingreso de estudiantes, la plantilla de maestros, la infraestructura, la superficie, entre otros datos. Información que puede estar disponible y almacenada en Bases de Datos.

De acuerdo con otros trabajos de información se ha comprobado que la plataforma Google Earth es una herramienta que permite a los usuarios adquirir información geográficamente referenciada, la cual puede ser exportada a software que trabajen en ambientes SIG [3]. Google Earth es una plataforma de acceso libre perteneciente a Google, cual permite desplazarse a cualquier parte de la tierra utilizando imágenes satelitales, mapas del relieve y edificios en 3D, se pueden crear polígonos, georreferenciar lugares mediante coordenadas, de igual manera se pueden guardar en formatos y compartir, dicha herramienta necesita tener conexión a internet para poder trabajar con ella [4] (Figura 1).

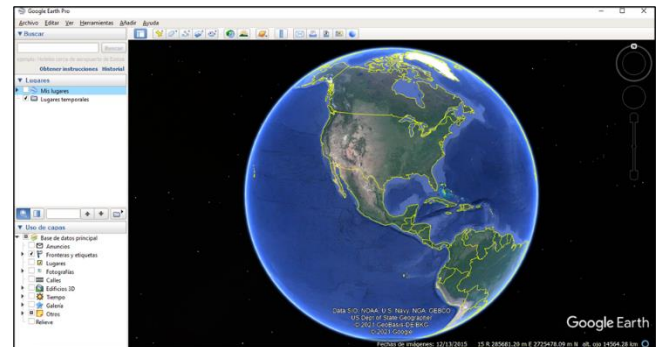


Figura 1. Imagen de vista de la plataforma Google Earth.

Google Maps es otra herramienta de acceso libre que también pertenece a Google, disponible para cualquier equipo portátil o de escritorio con acceso a internet; nos permite visualizar mediante imágenes satelitales rutas, vistas panorámicas, de igual manera referencias geográficas y comerciales que ofrecen imágenes y algunos datos de contactos (Figura 2). También es utilizada para compartir tu ubicación en tiempo real mediante un dispositivo [4]. Por ejemplo, puedes encontrar la ubicación de cualquier escuela preparatoria de la UAGro y compartirla para poder hacer una ruta de visita.

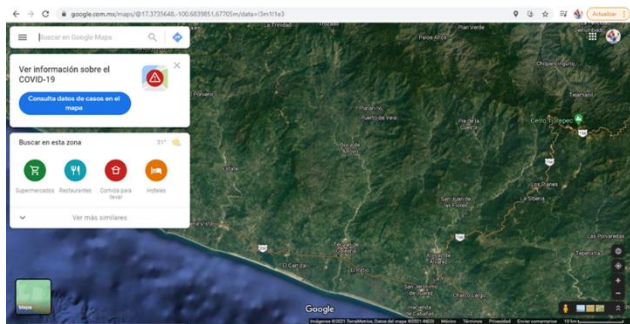


Figura 2. Imagen de vista de la plataforma Google Maps.

La Universidad Autónoma de Guerrero es una institución pública y autónoma de educación media superior y superior que actualmente cuenta con una oferta educativa distribuida en el estado de Guerrero en Nivel Medio Superior, en Técnico en Enfermería y Bachillerato General en sistemas escolarizados, sistema abierto, sistema mixto y sistema virtual. En educación Superior se consideran los programas educativos (PE), técnico superior universitario (TSU), Licenciaturas y Posgrados (especialidades, maestrías y doctorados). Nace gracias a la lucha de un grupo de personas la cual querían mejorar la educación en el estado y que ayudaría en el desarrollo económico, político y social del estado de Guerrero. La responsabilidad que tiene la UAGro es básicamente formar ciudadanos altamente competitivos en el mercado laboral, es igualmente importante que estos profesionales tengan un alto sentido de responsabilidad social, especialmente en los sectores que le dieron sus orígenes a esta institución [5].

De acuerdo con lo descrito anteriormente, nos planteamos como objetivo integrar un Sistema de Información Geográfica a partir de datos adquiridos en plataformas de acceso libre, con información de las escuelas preparatorias de la UAGro localizadas en la región Costa Grande.

1.- ADQUISICIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información recabada para el desarrollo del presente trabajo de investigación, se integró a partir de la información oficial de la UAGro, de acuerdo a dicha información se identificaron 9 Escuelas Preparatorias, las cuales se ubican en los municipios de Coyuca de Benítez, Atoyac de Álvarez, Benito Juárez, Tecpán de Galeana, Petatlán, Zihuatanejo de Azueta y la Unión de Montes de Oca de la región Costa Grande (Figura 3).

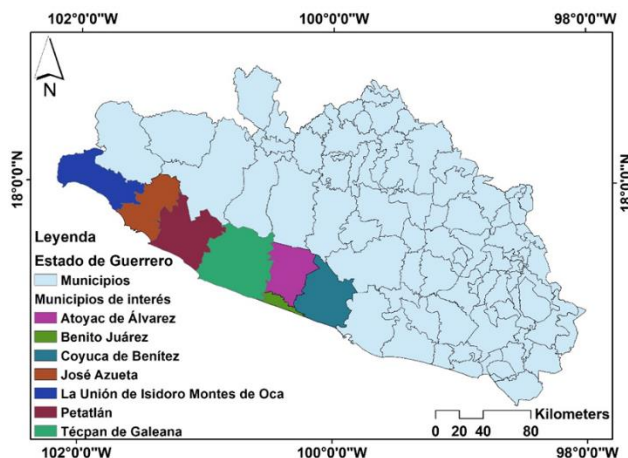


Figura 3. Ubicación de los municipios donde se localizan las Escuelas Preparatorias de la UAGro en la región Costa Grande. Fuente: Elaboración propia con el vectorial del estado de Guerrero del INEGI [6].

La región Costa Grande es una de las 7 regiones del estado de Guerrero que cuenta con 8 municipios, se localiza hacia el sur, sureste y oeste del estado colindando al norte con la región Tierra Caliente y parte del estado de Michoacán, al sur con el Océano Pacífico, al oeste con el estado de Michoacán y parte del Océano Pacífico y al este con la región de Acapulco y Centro [7].

Los datos de ubicación geográfica y dirección de las escuelas preparatorias se obtuvieron de la información disponible en las plataformas libres Google Earth y Google Maps. Fue necesario inicialmente identificar a las escuelas preparatorias sobre la plataforma de Google Earth y establecer marcas sobre la ventana de visualización, cada marca fue categorizada con el nombre de la escuela y se generó un archivo kml, mismo que es reconocido en el SIG ArcMap de ArcGIS (Figura 4).

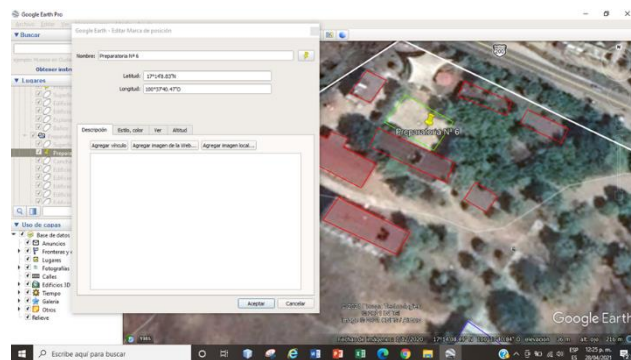


Figura 4. Establecimiento de marcas sobre las escuelas preparatorias de la UAGro en la Costa Grande.

A partir del archivo kml se pueden conocer los datos de coordenadas de las escuelas. Con Google Maps, ejecutado desde el explorador se obtuvieron los datos de dirección de cada escuela preparatoria. En el apartado de buscador de Google Maps se identificó el municipio donde se encuentra el plantel, después la localidad, luego la colonia, y las calles colindantes,

adicionalmente se puso una pequeña descripción sobre algún rasgo natural por el que se encuentra cada plantel (Figura 5).

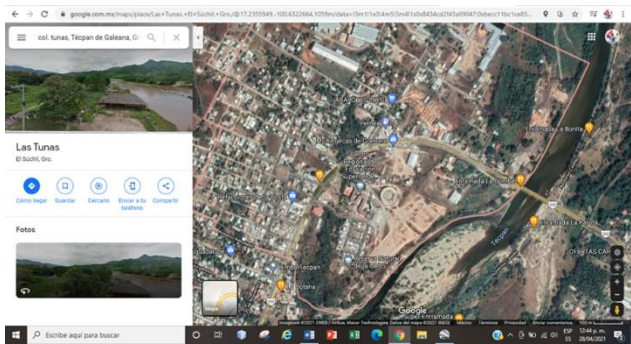


Figura 5. Proceso de obtención de la información complementaria de las escuelas preparatorias a partir de Google Maps.

Los datos recabados se integraron en una hoja de Excel como se muestra en la Tabla 1.

A partir del Anuario Estadístico 2019-2020 [8], encontramos le número de estudiantes inscritos en primer año y rescritos de segundo y tercer año escolar, para cada escuela preparatoria, también fueron identificados y separados por género y el total por grado y por escuela (Tabla 2).

A su vez, encontramos el total de personal académico, administrativo, intendencia y directivos, clasificados por género (Tabla 3).

La información recabada en las Tablas 2 y 3, fue concentrada en una sola en el programa de Excel, pues así será como se requiere para poder manipularla en ArcMap.

Se recabo información sobre la infraestructura de edificios y otros elementos espaciales para las escuelas preparatorias para ser almacenada de manera directa en vectorial de infraestructura.

Adicionalmente fue descargado el vectorial del estado de Guerrero de la plataforma oficial del Instituto de Estadística y Geografía (INEGI).

Tabla 1. Datos recabados en Google Maps.

No.	Nombre	Región	Municipio	Localidad	Dirección	Rasgo
1	Escuela Preparatoria Nª 6	Costa Grande	Tecpan de Galeana	El Súchil	Col. Las Tunas Carretera Nacional Tecpan- Petatlán	Pasando el puente del Río de Tecpan
2	Escuela Preparatoria Nª 13	Costa Grande	Zihuatanejo de Azueta	Zihuatanejo	Col. El Limonal Avenida Paseo del Deportista	Frente a la Unidad Deportiva
3	Escuela Preparatoria Nª 16	Costa Grande	Coyuca de Benítez	Coyuca	Col. Obrera Carretera Nacional Acapulco- Zihuatanejo	Entre la calle Aurelio Avilés y la tienda Bodega Aurrera
4	Escuela Preparatoria Nª 22	Costa Grande	Atoyac de Álvarez	Atoyac	Col. Loma del Sur Carretera Nacional Atoyac – la Y	Ente la calle Don José Navarrete Noguera e ICOSA
5	Escuela Preparatoria Nª 23	Costa Grande	Benito Juárez	San Jerónimo	Col. Loma Bonita Calle. Plutarco Elías Calles	Entre calle Río Bravo y calle Río Huizache
6	Escuela Preparatoria Nª 25	Costa Grande	Petatlán	Petatlán	Col. Centro Calle. Benito Juárez	En la esquina de la calle Benito Juárez y Juan N Álvarez
7	Escuela Preparatoria Nª 35	Costa Grande	Tecpan de Galeana	San Luis la Loma	Col. Reforma Avenida Adolfo López Mateos	Al fondo de la Avenida
8	Escuela Preparatoria Nª 42	Costa Grande	La Unión de Isidoro Montes de Oca	La Unión	No disponible	Por la entrada de la Unión
9	Escuela Preparatoria Nª 45	Costa Grande	Atoyac de Álvarez	El Paraíso	No disponible	Por la Cancha Deportiva.

Tabla 2. Datos de estudiantes inscritos en cada escuela preparatoria.

Escuela Preparatoria	Primer Año			Segundo Año			Tercer Año			Total		
	H	M	Total	H	M	Total	H	M	Total	H	M	Total
Escuela Preparatoria N° 6	253	245	480	2017	187	394	166	182	348	626	614	1240
Escuela Preparatoria N° 13	144	208	352	143	185	328	141	196	337	428	589	1,017
Escuela Preparatoria N° 16	241	216	457	186	189	375	131	176	307	558	581	1,139
Escuela Preparatoria N° 22	231	207	438	181	190	371	139	172	311	551	569	1,120
Escuela Preparatoria N° 23	123	160	283	121	141	262	130	138	268	374	439	813
Escuela Preparatoria N° 25	55	97	152	54	70	124	55	68	123	164	235	399
Escuela Preparatoria N° 35	70	73	143	55	51	106	57	63	120	182	187	369
Escuela Preparatoria N° 42	47	46	93	49	38	87	45	25	70	141	109	250
Escuela Preparatoria N° 45	40	41	81	41	44	85	19	33	52	100	118	218

Tabla 3. Personal que labora en cada escuela preparatoria.

Escuela Preparatoria	Personal Académico			Personal Administrativo			Personal de Intendencia			Personal Directivo		
	H	M	Total	H	M	Total	H	M	Total	H	M	Total
Escuela Preparatoria N° 6	33	11	44	3	4	7	3	1	4	5	1	6
Escuela Preparatoria N° 13	25	8	33	3	2	5	1	1	2	1	2	3
Escuela Preparatoria N° 16	23	12	35	4	3	7	1	1	2	3	2	5
Escuela Preparatoria N° 22	35	16	51	7	8	15	0	6	6	1	2	3
Escuela Preparatoria N° 23	16	18	34	3	7	10	2	1	3	0	2	2
Escuela Preparatoria N° 25	12	6	18	1	2	3	0	2	2	1	2	3
Escuela Preparatoria N° 35	10	6	16	1	2	3	2	0	2	2	2	4
Escuela Preparatoria N° 42	13	3	16	1	1	2	0	0	0	3	0	3
Escuela Preparatoria N° 45	11	1	12	1	3	4	2	3	5	1	1	2

2.- INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Para el desarrollo del SIG se acudió a la herramienta geotecnológica ArcGIS que ofrece capacidades únicas y licencias flexibles para aplicar análisis basados en la ubicación de prácticas comerciales. Permite obtener más información utilizando herramientas contextuales para visualizar y analizar datos y colaborar y compartir a través de mapas, aplicaciones, paneles e informes [9].

De manera resumida, contamos con un archivo kml generado en Google Earth e integrado por una nube de puntos que identifican las posiciones geográficas de las escuelas preparatorias, un

conjunto de nueve polígonos que delimitan cada una de las escuelas y un conjunto de 64 polígonos que representan la infraestructura de las escuelas. Además, contamos con los datos de las Tablas 1 a 3 que contienen la información de dirección extraída de la plataforma Google Maps y los datos de personal que labora y matricula de estudiantes extraídos de la información de la UAGro.

A continuación, se describe el proceso de construcción del SIG con la información recabada y el uso del software ArcMap.

- Transformación del archivo kml a shape. Como el archivo kml contiene datos de puntos y polígonos, se repitió el

proceso tres veces para generar tres vectoriales: 1. Archivo vectorial de polígonos que delimitan a cada una de las nueve escuelas preparatorias; 2. Archivo vectorial de polígonos que contiene la infraestructura de edificios, auditorios, dirección, cafetería, baños, explanadas, entre otros; y 3. Archivo vectorial de puntos que nos permite conocer la ubicación de cada una de las escuelas preparatorias. Para generar cada vectorial se utilizó la herramienta “kml to layer” para obtener la capa intermedia que puede visualizarse en el ArcMap y posteriormente se exportó la información contenida (puntos o polígonos) a formato shape, separada según lo ya descrito. La Figura 6 muestra como ejemplo el vectorial de puntos que señalan la ubicación de cada escuela junto con su tabla de atributos.

- b. Unión de la información de las tablas con los archivos vectoriales. Para este proceso se identificó el tipo de información contenida en cada tabla (Tablas 1 a 3) y en cada vectorial. Posteriormente, se unió la Tabla 1 con el vectorial de puntos, en el cual no solo obtendremos las coordenadas

geográficas que representan la ubicación de cada escuela, sino todos los datos de referencia como nombre de la escuela, región, municipio, localidad, dirección y rasgo o datos adicionales (Figura 7).

Con el procedimiento anterior se va integrando una Base de Datos que nos permite almacenar, manipular, depurar, representar y generar nueva información para el SIG. Como ejemplo de ello en la Figura 8 se muestra una representación de la nube de puntos diferenciada por colores, poniendo a su vez los nombres de las escuelas.

Los pasos A y B se repitieron para obtener los archivos shape de polígonos: Vectorial de polígonos que delimitan a cada una de las nueve escuelas preparatorias cuya tabla de atributos fue alimentada con los datos de las Tablas 2 y 3; y vectorial de polígonos que contiene la infraestructura de las mismas cuya Base de Datos fue integrada con los datos correspondientes recabados (Figura 9).

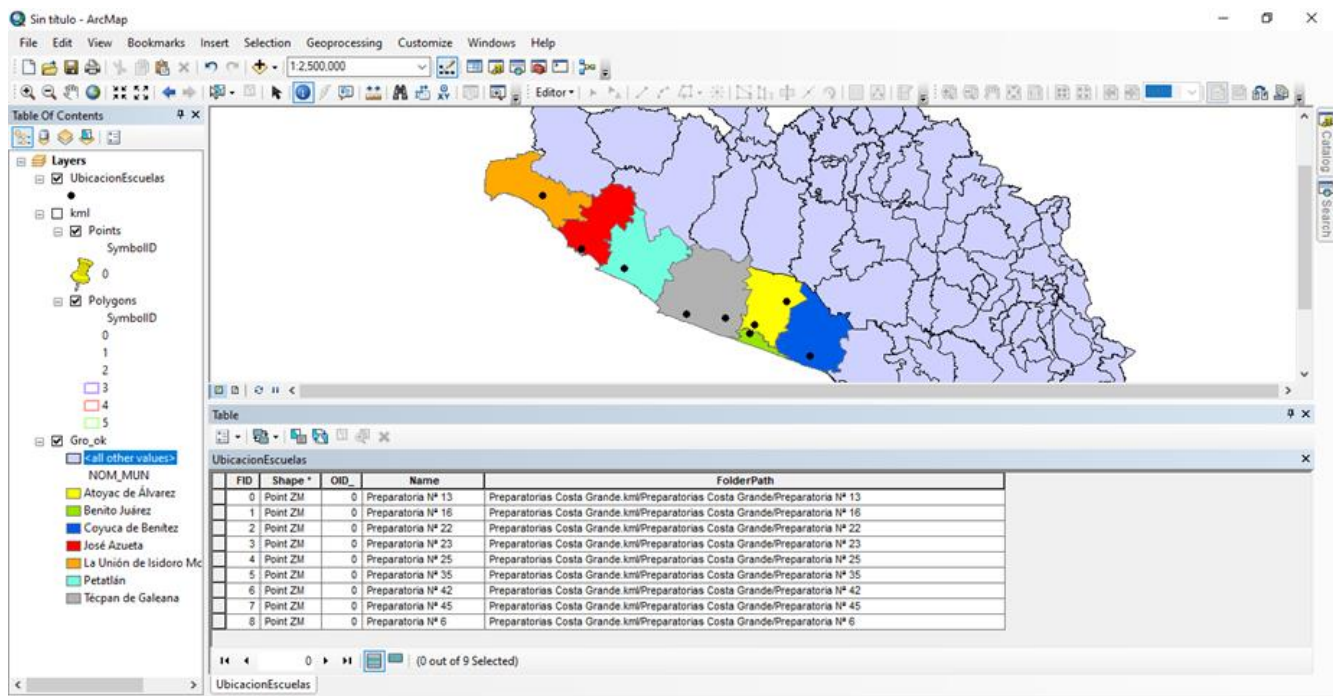


Figura 6. Ubicación de las escuelas preparatorias de la UAGro en la región Costa Grande.

A

B

C

ID	Shape	ID	EscuelaPreparatoria	Región	Municipio	Localidad	Dirección	Raño	Primer Año	Primer Año	Primer Año
0	Point ZM	0	Preparatoria Costa G	Costa Grande	Zhuatanep de Azueta	Zhuatanep	Col. El Litoral Avenida Paseo	Frente a la Unidad deportiva	144	208	352
1	Point ZM	1	Preparatoria Costa G	Costa Grande	Coyuca de Benítez	Coyuca	Col. Obrera Carretera Nacional	Entre la calle Aurelio Avilés y	241	216	457
2	Point ZM	2	Preparatoria Costa G	Costa Grande	Atzac de Álvarez	Atzac	Col. Loma del Sur Carretera N	Entre la calle Don José Navar	231	207	430
3	Point ZM	3	Preparatoria Costa G	Costa Grande	Bento Juárez	San Jerónimo	Col. Loma Bonta Calle Putarc	Entre calle Río Bravo y Calle	123	160	203
4	Point ZM	4	Preparatoria Costa G	Costa Grande	Petalán	Petalán	Col. Centro Calle Bento Juárez	En la Esquina de la Calle Bent	55	97	152
5	Point ZM	5	Preparatoria Costa G	Costa Grande	Tecpan de Galeana	San Luis la Loma	Col. Reforma Avenida Adolfo	Al fondo de la Avenida	70	73	143
6	Point ZM	6	Preparatoria Costa G	Costa Grande	La Unión De Audoro Montes de	La Unión	No disponible	Por la entrada de la Unión	47	46	93
7	Point ZM	7	Preparatoria Costa G	Costa Grande	Atzac de Álvarez	El Paraíso	No disponible	Por la Cancha Deportiva	40	41	81
8	Point ZM	8	Preparatoria Costa G	Costa Grande	Tecpan de Galeana	El Suchil	Col. Las Tunas Carretera Naci	Pasando el puente del Río de	253	245	400

Figura 7. Procedimiento de la unión de la Tabla 1 con la tabla de atributos del shape de puntos.

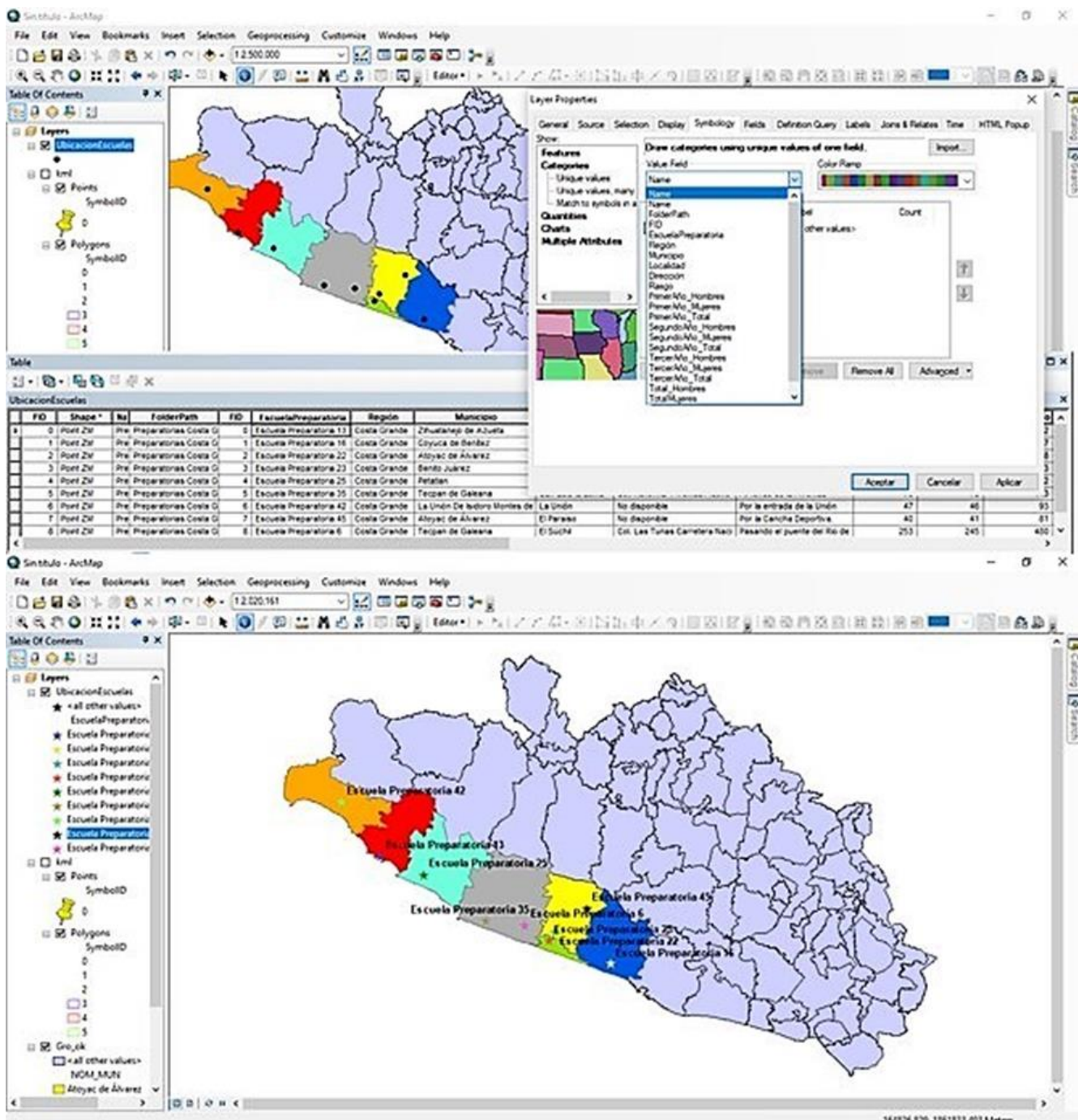


Figura 8. Manipulación de la información contenida en la Base de Datos de la nube de puntos.

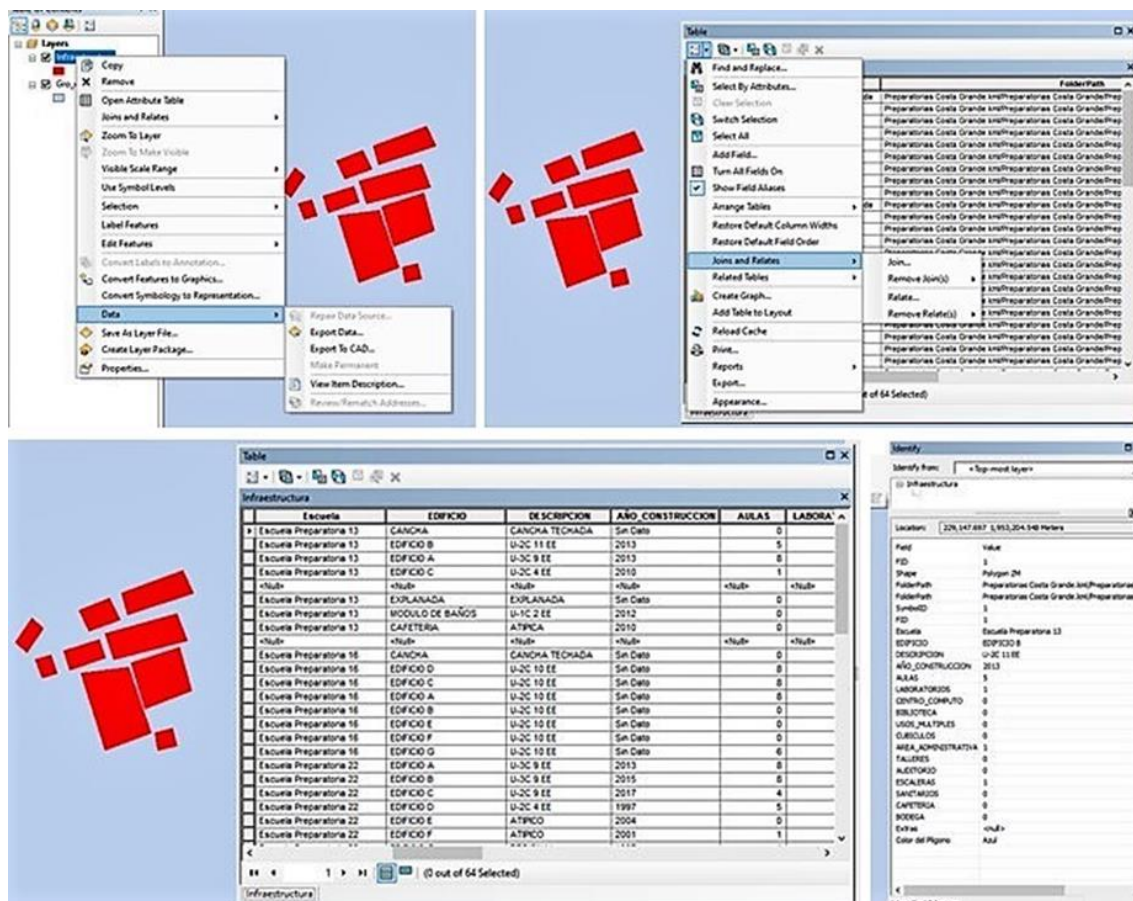


Figura 9. Vectorial y Base de Datos de infraestructura de las escuelas preparatorias de la UAGro en la región Costa Grande.

Con el Sistema de Información Geográfica integrado se puede construir mapas que representen la información de las Bases de Datos de diferente manera, además de generar nueva información como los datos de superficie por escuela o por elemento espacial, como ejemplo a continuación se muestran las Figuras 10, 11 y 12.

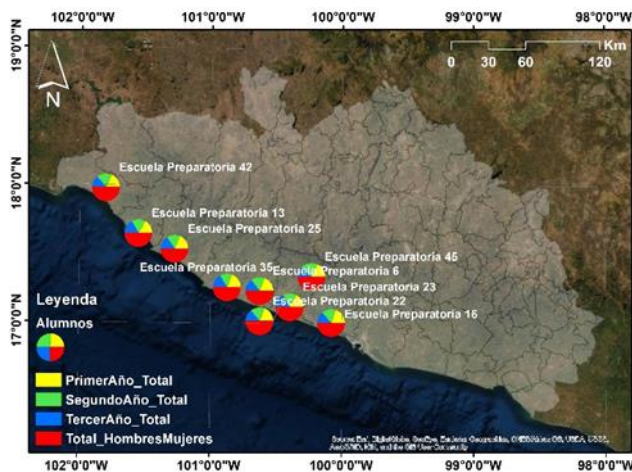


Figura 10. Mapa representativo de la matrícula de alumnos por año y por escuela preparatoria de la UAGro en la región Costa Grande.

En la Figura 10 se muestra la matrícula de estudiantes por grado y la matrícula total para cada una de las escuelas preparatorias de la UAGro localizadas en la región Costa Grande, como puede observarse se ha generado un mapa informativo con estos datos que permite una buena interpretación de la información, de manera general se puede apreciar que el mayor número de alumnos por grado es para los alumnos de primer año (color amarillo).

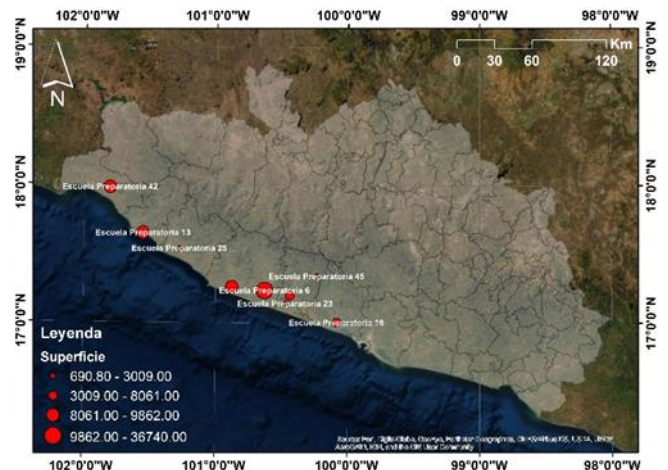


Figura 11. Representación de la superficie de las escuelas preparatorias de la UAGro directamente proporcional a su valor.

En el mapa de superficies por escuela, se observa que la escuela de mayor superficie es la Escuela Preparatoria no. 6 con 36,740.00 m², seguida de la 42, 35 y 13 con 9,862.00, 9,214.00 y 9,146.00 m² respectivamente.

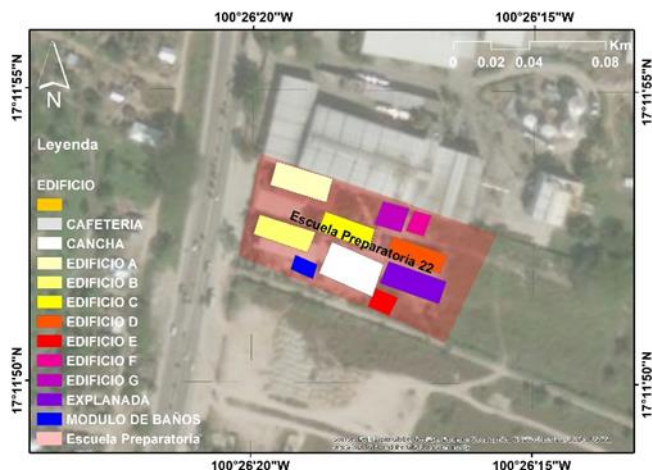


Figura 13. Etiquetado de la infraestructura de las escuelas preparatorias de acuerdo al nombre del edificio o tipo.

Finalmente, en la Figura 13 se muestra el etiquetado de la infraestructura de las escuelas que permite identificar el tipo de elemento espacial que se localiza al interior de cada una (salones, cafeterías, canchas, explanadas etc.), esto permite representar de diferentes maneras el SIG. Para el caso de la Preparatoria no. 22, podemos observar que cuenta con 7 edificios que incluyen 25 aulas, tres laboratorios, una biblioteca, diez cubículos, un área administrativa y una cafetería; además de contar con una explanada, un módulo de baños y una cancha techada.

La información contenida en la Base de Datos permite a su vez conocer las posibles necesidades de cada una de estas escuelas, saber la edad de los edificios, saber si hacen falta aulas, espacios recreativos, entre otras cosas. También se pueden hacer estudios de cuantos profesores hay por alumno, conocer la formación de los mismos, o bien, que maestros con cierto perfil hacen falta.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la información plasmada en el presente trabajo, fue posible adquirir información georreferenciada de plataformas de acceso libre sobre las nueve escuelas preparatorias de la UAGro localizadas en la región Costa Grande; dicha información puede ser organizada y almacenada en Bases de Datos a través de los SIG.

Los SIG son una herramienta que aporta muchos beneficios y ventajas a la hora de almacenar, manipular, depurar y generar nueva información derivada de la información base.

El presente trabajo puede servir como un ejemplo de aplicación para los estudiantes del área de Geomática, además puede ser complementado con otros ejercicios relacionados con el uso de los SIG.

REFERENCIAS

- [1] Fundación Instituto de Ingeniería. 2014. Manual de capacitación básica en Geomática para la comunidad

organizada. Centro de Procesamiento Digital de Imágenes. https://www.researchgate.net/profile/Scarlet-Cartaya-2/publication/280091168_Manual_de_Geomatica/links/55a7e50808aea994671dc7d7/Manual-de-Geomatica.pdf.

[2] Olaya, V. 2014. Sistema de Información Geográfica https://geoinnova.org/wp-content/uploads/2018/07/Libro_SIG-victor-olaya-PARTE-I.pdf

[3] Ramos-Bernal, R.N., Vázquez-Jiménez, R., Romero-Calcerrada, R., Novillo, C.J., Arrogante-Funes, P., Sánchez Tizapa, S. 2015. Identificación de deslizamientos de laderas aplicando técnicas de detección de cambios a imágenes Landsat en la zona costera del Estado de Guerrero, México. de la Riva, J., Ibarra, P., Montorio, R., Rodrigues, M. (Eds.) Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación: 827-834 Universidad de Zaragoza-AGE. ISBN: 978-84-92522-95-8.

[4] Corcoles, J.E. 2010. Google Earth. Uso didáctico para escuelas 2.0. Cafalea. <http://www.sociedadelainformacion.com/20/earth.pdf>

[5] Referencia de la uagro. Anuario_Estadistico_CE_2019_2020.pdf

[6] INEGI. Datos. Fuente: <https://www.inegi.org.mx/datos/>

[7] Gobierno del estado de Guerrero. Descubre Guerrero. Fuente: <http://guerrero.gob.mx/> (consultado el 18 de marzo de 2021).

[8] UAGro. 2020. Anuario Estadístico Ciclo Escolar 2019-2020. Universidad Autónoma de Guerrero. http://informacionestadistica.uagro.mx/anuarios/Anuario_Estadistico_CE_2019_2020.pdf

[9] ArcGIS. Recopilación y gestión de datos. Fuente: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/about-arcgis/overview> (consultado el 15 de abril de 2021).

ANALISIS DE LA AMENAZA POR INUNDACIONES EN LA LOCALIDAD EL DURAZNO, MUNICIPIO DE TIXTLA DE GUERRERO, GUERRERO; A TRAVÉS DE SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA.

Leobardo Alejandro
Ortiz

Calle Morelos 9
Col. Centro
Tixtla de Guerrero, Gro,
Mex.
C. P. 39170

virgolao1995@gmail
.com

M.I. Wendy Romero-
Rojas

Av. Lázaro Cárdenas
S/N. C.U.
Chilpancingo de los
Bravo, Gro, Mex.
C. P. 39087

[geowromero@gmail.c
om](mailto:geowromero@gmail.com)

Dra. Rocío N.
Ramos-Bernal

Av. Lázaro Cárdenas
S/N. C.U.
Chilpancingo de los
Bravo, Gro, Mex.
C. P. 39087

nrnramos@uagro.
mx

Dr. René
Vázquez-Jiménez

Av. Lázaro Cárdenas
S/N. C.U.
Chilpancingo de los
Bravo, Gro, Mex.
C. P. 39087

rvazquez@uagro.
mx

RESUMEN

Entre los desastres naturales más devastadores a nivel mundial se encuentran las inundaciones, mismas que se producen por la presencia de lluvias extraordinarias derivadas de ciclones, tormentas tropicales y huracanes, pudiendo provocar cuantiosos daños materiales y la lamentable pérdida de vidas humanas. Una forma para estudiar los posibles efectos de las inundaciones, es a través de estudios relacionados con el análisis de amenaza de las poblaciones que puedan presentar las condiciones de riesgo. Este análisis nos permite a su vez, desarrollar modelos espaciales acudiendo a los Sistemas de Información Geográfica como una herramienta para identificar las posibles zonas que presenten un mayor impacto si se produjera una inundación.

En el presente trabajo de investigación se desarrolló un modelo espacial que permitiera identificar cuáles serían las principales zonas afectadas por una inundación en la localidad El Durazno. El modelo espacial representa cinco zonas de afectación con diferentes escenarios de lluvia y se hizo una representación de la zona que se vería afectada si el nivel del agua de inundación alcanzara el mismo nivel que se registró en la ciudad de Tixtla de Guerrero. Los resultados obtenidos han mostrado que es posible identificar las zonas que presentarían menores afectaciones, así como las zonas que se verían afectadas por inundación siempre y cuando se cumplan las mismas condiciones que se plantearon en el presente estudio.

Palabras reservadas

SIG, Inundación, El Durazno, Lagunas.

INTRODUCCIÓN

Las inundaciones son uno de los peligros naturales producidos por fenómenos naturales como el desbordamiento de ríos o cuerpos de agua, maremotos y lluvias torrenciales, entre otros; que han ocasionado daños materiales y un gran número de pérdidas humanas en diversas partes del mundo [1].

Las grandes lluvias son la causa principal de las inundaciones a nivel mundial, pero existen otros factores importantes que a continuación se presentan:

- A. Exceso de precipitación. Los temporales de lluvias son el origen principal de las avenidas. Cuando el terreno no puede absorber o almacenar toda el agua que cae, esta resbala por la superficie y sube el nivel de los ríos o lagunas.
 - a. Rotura de presas. Cuando se rompe una presa toda el agua almacenada en el embalse es liberada bruscamente y se forman grandes inundaciones muy peligrosas.
- B. Actividad humana. Los efectos de las inundaciones se ven agravados por algunas actividades humanas tales como:
 - Asfaltar superficies cada vez más grandes ocasiona la impermeabilización del suelo evitando así la absorción del agua hacia la tierra y que esto facilite que con gran rapidez las aguas lleguen a los cauces de ríos a través de desagües y cunetas.
 - La tala de los bosques y cultivos que desnudan el suelo de su cobertura vegetal facilitan la erosión, esto ocasiona que lleguen a los ríos grandes cantidades de materiales en suspensión que agravan los efectos de la inundación.
 - Las canalizaciones solucionan los problemas de inundación en algunos tramos del río, pero los agravan en otros a los que el agua llega mucho más rápido.
 - La ocupación de los cauces por construcciones reduce la sección útil para evacuar el agua y reduce la capacidad de la llanura de inundación del río. Lo que trae como consecuencia el aumento de las aguas a un nivel más alto y por consiguiente llega mayor cantidad de agua a los siguientes tramos del río, porque no ha podido se embalsama en la llanura de inundación provocando mayores desbordamientos. Existe un riesgo muy alto de perder la vida y de daños personales sobre las personas que viven en esos lugares [2].

Como puede observarse, existen varios factores que provocan que las inundaciones se presenten en diferentes partes del mundo y que a su paso provoquen daños importantes atentando con la vida de las personas. Actualmente existen diversos estudios relacionados con la identificación, análisis o caracterización de zonas de mayor riesgo ante la presencia de este fenómeno que utilizan los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como una

herramienta para la integración, depuración, manipulación y análisis de la información [3-5].

Los SIG tienen una relevancia importante ya que nos ayudan a integrar, manipular y procesar información espacial y de otros tipos. Ofreciendo un marco consistente de análisis para los datos geográficamente referenciados, donde se aplican nuevas y novedosas formas para manipular y desplegar los datos para tener como resultado la visualización y el análisis de datos con base en las relaciones y proximidad geográficas de específicas áreas a estudiar o analizar. Dentro de las aplicaciones de los SIG se encuentran las áreas: catastro, planificación urbana, gestión de recursos naturales, gestión de servicios, rutas de transporte, cartografía, planificación comercial, impacto ambiental, estudios sociológicos y demográficos y la evaluación de riesgos y emergencias.

Respecto a esta última área, los mapas de riesgo de inundación se pueden agrupar en cinco tipologías: mapas de áreas inundables, mapas de peligrosidad, mapas de exposición (elementos en juego), mapas de vulnerabilidad a las inundaciones, y, mapas de riesgo de daños por inundación o mapas de daños potenciales por inundación, este último tipo es de desarrollo más reciente, donde se contempla la variable vulnerabilidad.

Los mapas de áreas inundables son los más comunes hasta el momento y hasta hace poco confundidos con los mapas de riesgo de daños potenciales por inundación, se limitan a concretar el área potencialmente afectada por las inundaciones. En definitiva, se trata de determinar la ocurrencia o no de un suceso en un punto del territorio a partir de la aplicación de diferentes metodologías ampliamente utilizadas y complementarias como son la histórica, la geomorfológica y la hidrológico-hidráulica [6].

Bajo este contexto, el presente estudio tiene como objetivo desarrollar un análisis de la posible amenaza por inundación en la localidad El Durazno, la cual cuenta con las lagunas Altlixico y Acayehualco. Tomando como antecedente los hechos ocurridos en 2013 en la ciudad de Tixtla de Guerrero, en donde se han presentado inundaciones por la acumulación de agua en la laguna localizada en la esa ciudad, afectando severamente a la población. [1]

Zona de estudio

La localidad El Durazno se ubica en el municipio de Tixtla de Guerrero perteneciente a la región centro del estado de Guerrero, en la vertiente interior de la Sierra Madre del Sur. Su clima predominante es subhúmedo – semicalido presentando temperaturas que van desde los 16 °C hasta los 30 °C en promedio (Figura 1). En tiempo de lluvias sus precipitaciones acumuladas presentan los valores desde 945 mm hasta 730 mm en su tiempo más caluroso donde presenta menos precipitación [6].

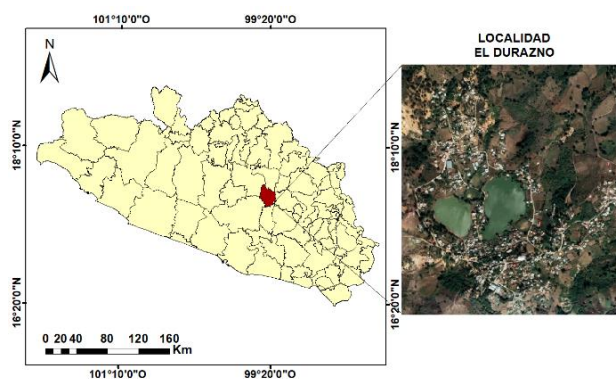


Figura 1. Localización de la zona de estudio.

La comunidad de El Durazno tiene una superficie de 536,061 m² y está ubicada en las coordenadas 99°17'31.540" W, 17°31'39.099" N con una altitud de 1904 msnm. Cuenta una población total de 1,015 habitantes siendo un total de 568 mujeres y 447 hombres según el Censo de Población y Vivienda del INEGI 2020 [7]. En la Figura 2 se puede observar a la población que se encuentra en los márgenes de dos lagunas de nombre Altlixico (izquierda) y Acayehualco (derecha) las cuales presentan una superficie de 23040 m² y 42540 m².

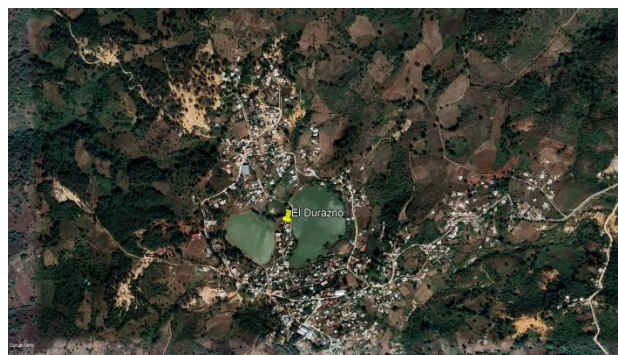


Figura 2. Acercamiento a la localidad El Durazno. Fuente: Google Earth.

En septiembre de 2013, el nivel del agua de las lagunas alcanzó a inundar y afectar las viviendas y calles aledañas a la periferia de los mismos” [8], este hecho indica que en un futuro el nivel del agua podría incrementar a tal grado de que termine afectando a las viviendas más cercanas a las lagunas.

La cota de nivel de agua en tiempo de secas que presentan las lagunas es de 1894 metros sobre el nivel medio del mar, en tiempo de secas puede llegar a no almacenar agua, siendo en tiempo de lluvias donde se presenta un aumento en el nivel de las aguas.

1.- METODOLOGÍA

1.1.- Insumos

Dentro de los insumos utilizados en el presente estudio, fue requerida la carta topográfica E14C29, la cual contiene información de relieve de la zona de estudio, obtenida en el portal web del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). La información derivada de la carta topográfica es:

- Archivo vectorial del perímetro de la localidad del Durazno. Este polígono se extrajo del vectorial de localidades (Figura 3).

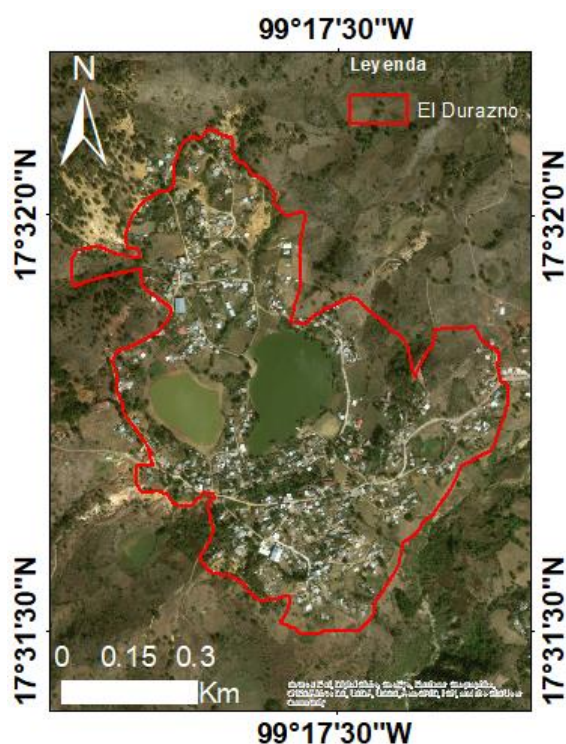


Figura 3. Perímetro de la localidad El Durazno.

- Archivo vectorial de cuerpos de agua. Se utilizó la información vectorial de los polígonos de cuerpos de agua de donde se extrajeron los polígonos de las lagunas Altlixico y Acayehualco las cuales están ubicadas dentro de la localidad (Figura 4).

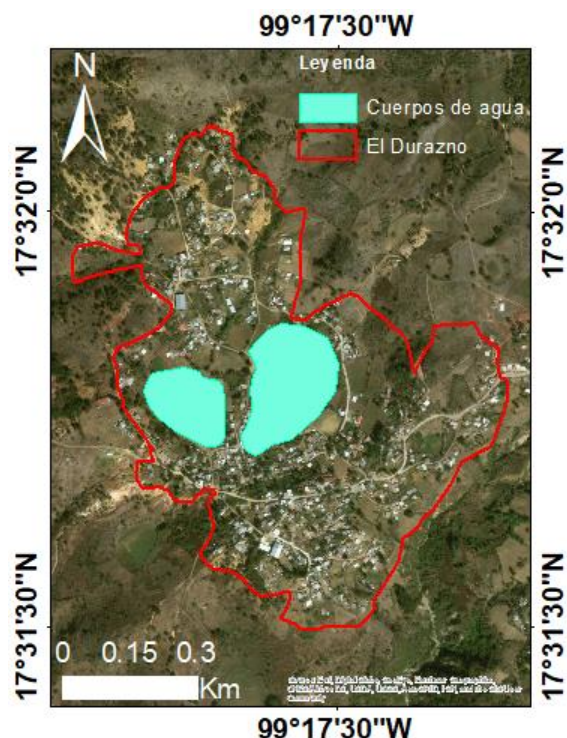


Figura 4. Ubicación de cuerpos de agua.

El segundo insumo corresponde al archivo vectorial de curvas de nivel obtenidas con el software Global Mapper. La información de las curvas de nivel tiene una precisión vertical de 5 m y fue utilizada para generar un Modelo Digital de Elevación (MDE) con una resolución espacial de 5 m (Figura 5).

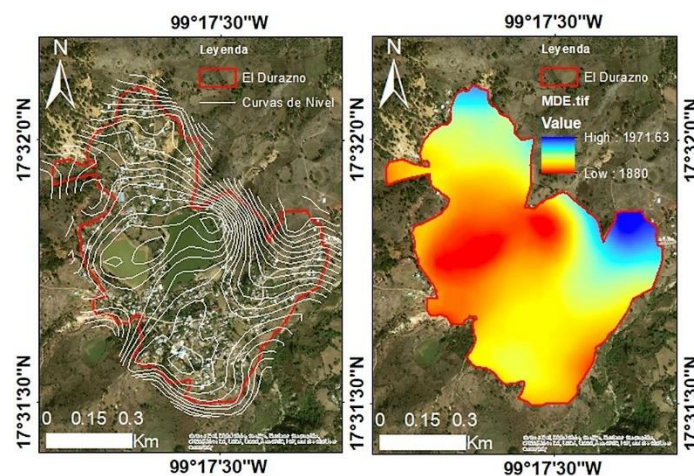


Figura 5. Curvas de Nivel (lado izquierdo) y Modelo Digital de Elevación (lado derecho) de la zona de estudio.

Con el MDE se obtuvo la cota de ambas lagunas y fue considerada como la cota de éstas en temporada normal.

También se utilizaron los datos de precipitación diaria, obtenidos del sitio web de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA),

identificándose una sola estación meteorológica activa con clave 12125 y nombre Tixtla. El registro de precipitación diaria corresponde al periodo del 10 de septiembre de 2013 al 30 de septiembre del mismo año, debido a que comprende las fechas del antes y después de que se produjeran los fenómenos hidrometeorológicos Ingrid y Manuel, que afectaron severamente al estado de Guerrero, ocasionando importantes deslizamientos e inundaciones y cobrando vidas humanas [9].

Adicionalmente se obtuvo la cota de embalse de la inundación registrada en septiembre de 2013 a partir de una encuesta realizada a los habitantes de la localidad y en campo llevándose a cabo un levantamiento de los puntos hasta donde los habitantes aseguran que se registró la inundación. Para ello se utilizó un navegador GPS marca Garmin eTrex Serie con un mapa base mundial precargado y pantalla monocroma de 2,2 pulgadas, receptor GPS con soporte HotFix y GLONASS para un posicionamiento rápido. La metodología seguida para el levantamiento fue hacer el recorrido por los límites de la inundación y durante un periodo de 15 minutos se registraron las coordenadas UTM de cada uno de los puntos, se tomaron todos los cambios que hubo en cada periodo y se calcularon promedios de coordenadas para establecer un solo par de coordenadas por punto.

1.2.- Características de la inundación de la laguna de Tixtla de Guerrero

Se determinó identificar las características físicas de la laguna de Tixtla de Guerrero, así como las condiciones de la inundación ocurrida en 2013, debido a que servirá como un antecedente para analizar las posibles condiciones bajo las cuales podría ocurrir un hecho similar en la localidad El Durazno.

La laguna de Tixtla al momento de la inundación ocurrida en septiembre de 2013 presentaba taponamientos en sus resumideros que era la única salida del agua, siendo esta la razón principal para suscitarse la inundación; los resumideros se encontraban ensolvados siendo esto un factor para la inundación.

Dentro de la ciudad se localizó un área afectada por la inundación la cual abarco aproximadamente 1.32 Km² de asentamiento humano. Esta zona se localiza al oriente de la ciudad donde se presentan las zonas más bajas (Figura 6).



Figura 6. Ubicación del área afectada por la inundación ocurrida en 2013. Fuente: [1]

En tiempos de sequías para 2013 la cota que presentó la laguna de Tixtla fue de 1333 m sobre el nivel medio del mar, elevación tomada de la información geográfica de la plataforma Google Earth. Tomando en cuenta lo ocurrido en el año 2013 con los huracanes Ingrid y Manuel su cota máxima de agua fue de 1340 m, presentando una diferencia de 7.00 m; cabe resaltar que en el periodo en el que se presentaron los huracanes Ingrid y Manuel, la estación meteorológica 12125 registró 554.3 mm de lluvia en el periodo del 10 al 30 de septiembre de 2013.

A partir de la información recabada tanto de las elevaciones de las lagunas y la inundación, así como la diferencia de nivel de 7.00 m que alcanzó la inundación de Tixtla, se hizo un ejercicio de cálculo de curvas de embalse con el supuesto de qué pasaría si la precipitación registrada en el periodo señalado anteriormente aumentara de 554.3 a 560, 1120 y 2240 mm, con ello podríamos saber cuál podría haber sido la afectación que tendría la localidad.

El procesamiento de la información se hizo a través de las herramientas ArcGIS y Dinamica EGO, las cuales permiten trabajar con datos geográficamente referenciados [5-10]

2.- RESULTADOS

La Figura 7 muestra una gráfica de registro de precipitación diaria para el periodo del 10 al 30 de septiembre de 2013.



Figura 7. Precipitación diaria del periodo del 10 al 30 de septiembre de 2013, de la estación 12125-Tixtla.

La grafica indica que los niveles más altos de precipitación se registraron en los días 14 y 15 de septiembre con 165 y 167.5 mm respectivamente. En estos días se inundaron El Durazno y Tixtla de Guerrero. Puede constatarse que para el periodo indicado en la gráfica se registraron 554.3 mm de lluvia. Lo cual fue suficiente para que las viviendas más cercanas a la laguna de Tixtla fueran severamente afectadas, sin embargo, en la localidad de El Durazno, este registro de precipitación acumulada no alcanzo a afectar con la misma intensidad a la comunidad y solo se verían afectada la primera línea de viviendas y vialidades aledañas al margen de ambas lagunas.

La Figura 8 muestra el polígono de embalse obtenido de la medición topográfica.

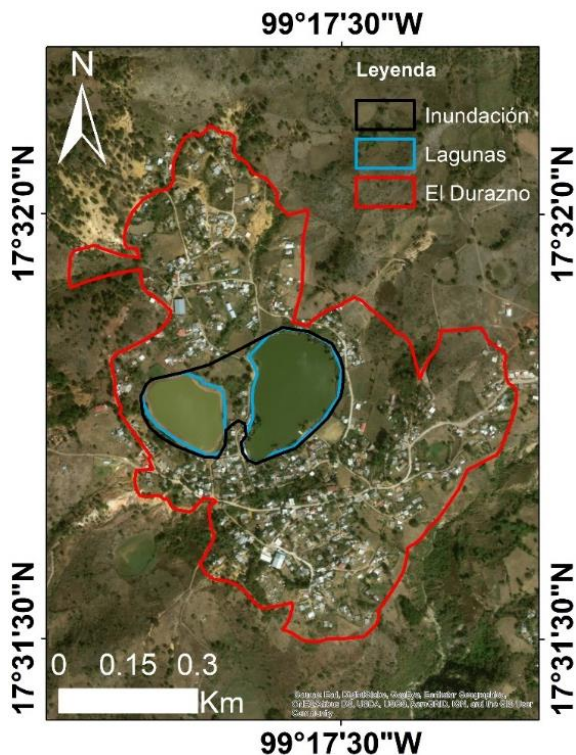


Figura 8. Inundación de la localidad El Durazno registrada en 2013.

De acuerdo con los datos del MDE y los polígonos de las lagunas se obtuvo su cota máxima de 1903.494 m, mientras que la cota de inundación fue de 1903.910 m y la superficie de esta alcanzó los 83,690.00 m² (Figura 9).

La diferencia entre las cotas registradas es de 0.416 m, es decir que el nivel del agua subió casi medio metro con 554.3 mm de precipitación registrada por la estación 12125-Tixtla, esto a diferencia de la ciudad de Tixtla que, por las características de la zona, la curva de embalse alcanzó los 7.00 m de elevación.

Respecto al ejercicio de cálculo de curvas de embalse con diferentes registros de precipitación, la Figura 10 muestra los resultados obtenidos.

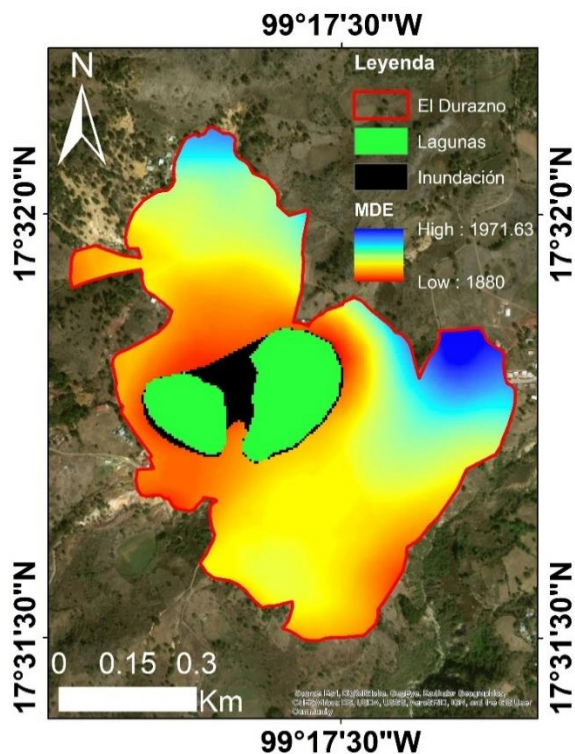


Figura 9. Visualización de las elevaciones, los cuerpos de agua y el polígono de inundación de la zona de estudio.

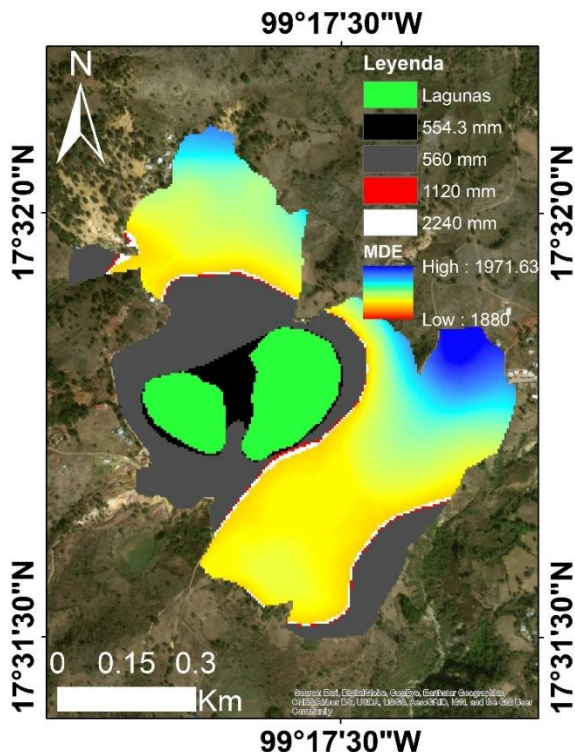


Figura 10. Visualización de las elevaciones, los cuerpos de agua, la inundación y las curvas de embalse sobre la zona de estudio al modificar los valores de precipitación.

Como puede constatarse, al solo aumentar el registro de precipitación 5.7 mm la zona de afectación aumenta su superficie arriba del doble.

Al aumentar los registros de agua con 1120 mm y 2240 mm puede observarse que no existe mucha variación en cuanto a la superficie de afectación. En colores rojo y blanco se muestran las variaciones de superficie para esos incrementos de precipitación respectivamente. La siguiente Tabla muestra las superficies de las curvas de embalse.

Tabla 1. Características de las curvas de embalse al variar el valor del registro de precipitación.

Objeto	Registro de precipitación (mm)	Incremento respecto al registro original (%)	Superficie de la curva de embalse (m ²)	Incremento de la superficie respecto a la original (%)
Inundación	554.3	---	83,690.00	---
Primera curva de embalse	560	1.03	224,125.00	267.80
Segunda curva de embalse	1,120	102.06	227,825.00	272.22
Tercera curva de embalse	2,240	304.11	236,450.00	282.53

Aplicando de forma invertida el ejercicio de afectación y considerando en este caso que la cota de inundación es de 7.00 m como ocurrió en Tixtla, se buscó la cantidad de precipitación que se requiere para que la curva de embalse aumente los 7.00 m en relación a la cota de las lagunas mediante la siguiente relación:

$$\frac{554.3mm}{0.416m} = \frac{x}{7.000m}$$

Despejando x de la relación:

$$x = \frac{7.000m(554.3mm)}{0.416m} = 9,329.600mm$$

Es decir, que se requiere un registro de 9,329.600 mm de precipitación para que el nivel del agua en El Durazno aumente 7.00 m como en la ciudad de Tixtla, un registro muy elevado que indica que se requiere llover bastante en la zona de estudio, lo cual es poco probable. Para conocer la zona que podría resultar afectada si se presentara este fenómeno se muestra la Figura 11.

Como se muestra en la Figura 11, más de la mitad de la localidad la que resultaría afectada (polígono gris claro). La superficie de la localidad es de 536,061 m², mientras que la superficie de afectación representada en gris claro es de 333,250 m².

En la Tabla 1 se puede corroborar que la superficie de afectación incrementa en un 267.80% al solo aumentar 1.03% la precipitación original, sin embargo la superficie de afectación no varía mucho respecto a la primera curva de embalse si se duplica o triplica el valor de la precipitación en un 102.06% o un 304.11% pues el aumento en la superficie es de 4.42% y 10.31% respecto a la superficie que alcanzaría la zona de afectación con 560 mm de precipitación.

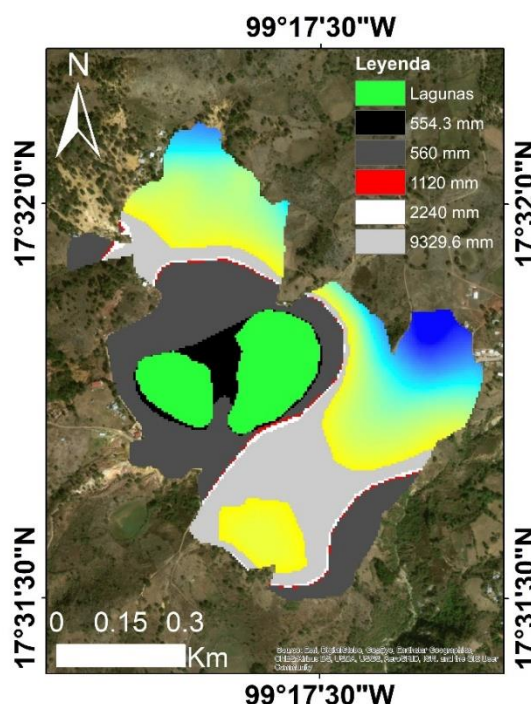


Figura 11. Visualización de las elevaciones, los cuerpos de agua, la inundación y las curvas de embalse sobre la zona de estudio al modificar los valores de precipitación y la curva de embalse si el nivel del agua incrementa 7.00 m.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos han mostrado que es posible identificar las zonas que resultarían ser las más afectadas en caso de presentarse un evento de gran impacto en la localidad El Durazno a través de la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica. La metodología planteada permite utilizar como

insumo la información oficial y de libre acceso, lo cual es una gran ventaja en estudios como el presente.

Fue posible determinar el registro de precipitación que se requiere para que el nivel del agua en El Durazno aumente 7.00 m como en la ciudad de Tixtla, llegando a la conclusión de que es un registro muy elevado, lo cual es poco probable que ocurra por el historial de la precipitación y la propia zona de estudio; sin embargo, es importante mencionar que aunque hasta el momento la localidad no se ha visto severamente afectada por las inundaciones, existe la amenaza de que en un futuro pueda verse afectada en una mayor porción que la registrada en 2013, pues como puede constatar en la Tabla 1, solo se necesita aumentar el registro de precipitación en un 1.03% para que la curva de embalse duplique su superficie.

RECONOCIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Estadística y Geografía, por la información proporcionada en su portal web.

REFERENCIAS

- [1] Bello Alcocer, C. (2019). Propuesta de reubicación de colonias identificadas sobre zonas de riesgo por inundación en Tixtla de Guerrero aplicando Sistemas de Información Geográfica. UAGro, 6p.
- [2] Echarri, L. 1998. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Ed. Teide. Libro electrónico.
- [3] Rodríguez Miranda, W., & Valcarce Ortega, R. M. (2005). Aplicación SIG para evaluar el peligro de inundaciones. 12p.
- [4] Vázquez Jiménez, R., Manrique González, I., & Ramos Bernal, R. (2014). SIG aplicado a la evaluación de vulnerabilidad por inundación en la ciudad de Tixtla, Guerrero. México. Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica, 10p.
- [5] Domínguez Bravo, J. (2000). "Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)". Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, 33. Ribera Masgrau, L. (2004). Los mapas de riesgo de inundaciones: representación de la vulnerabilidad y aportación de las innovaciones tecnológicas. a. Departament de Geografia, Història i Història de l'Art, 19p.
- [6] Ribera Masgrau, L. (2004). Los mapas de riesgo de inundaciones: representación de la vulnerabilidad y aportación de las innovaciones tecnológicas. a. Departament de Geografia, Història i Història de l'Art, 19p.
- [7] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (16 de MARZO de 2021). INEGI. Obtenido de INEGI: <https://www.inegi.org.mx/>
- [8] CENAPRED. (2013). Inestabilidad de laderas en la comunidad de El Durazno. Tixtla de Guerrero. Secretaría de Gobernación.
- [9] Ramos-Bernal, R.N., Vázquez-Jiménez, R., Romero-Calcerrada, R., Novillo, C.J., Arrogante-Funes, P., Sánchez-Tizapa, S. 2015. Identificación de deslizamientos de laderas aplicando técnicas de detección de cambios a imágenes Landsat en la zona costera del Estado de Guerrero, México.
- Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación: 827-834. Universidad de Zaragoza-AGE. España 8p.
- [10] Espinoza Mendoza, V. (2016). Dinámica EGO: Una herramienta. *Boletín de Colegio de Geógrafos del Perú*, 20p.

ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES CAUSAS DE INSEGURIDAD EN LAS ZONAS MÁS VULNERABLES DE ZUMPANGO DEL RÍO, GUERRERO

Omar Rosas Flores

Av. Lázaro Cárdenas
S/N. C.U.
Chilpancingo de los
Bravo, Gro., Mex.
C.P. 39087

grencia1474@gmail.com

Rocío N. Ramos-
Bernal

Av. Lázaro Cárdenas
S/N. C.U.
Chilpancingo de los
Bravo, Gro., Mex.
C.P. 39087

rnramos@uagro.mx

René Vázquez-
Jiménez

Av. Lázaro Cárdenas
S/N. C.U.
Chilpancingo de los
Bravo, Gro., Mex.
C.P. 39087

rvazquez@uagro.mx

Wendy Romero-
Rojas

Av. Lázaro Cárdenas
S/N. C.U.
Chilpancingo de los
Bravo, Gro., Mex.
C.P. 39087

geowromero@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo trata sobre la integración de información geográficamente referenciada de las variables sociales: número total viviendas, porcentaje total de viviendas habitadas, porcentaje de viviendas con recubrimiento de piso, porcentaje de viviendas que cuentan con energía eléctrica, porcentaje de viviendas que cuentan con agua entubada, porcentaje de viviendas que cuentan con drenaje, población total, promedio de escolaridad y porcentaje de población de 15 a 29 años; las cuales pueden ser relacionadas con la inseguridad social presente en Zumpango del Río en Guerrero. Los datos aportados por cada variable se compararon con un mapa participativo de zonas de mayor riesgo de la ciudad. El documento puede servir como una línea para investigaciones futuras en las que pueda plantearse recabar información con un mayor detalle en torno a los principales factores de inseguridad social que atañen principalmente a los países de Latinoamérica, siendo representados, procesados y modelados a través del uso de herramientas geotecnológicas.

Palabras reservadas

Causas de inseguridad, Riesgo, Zumpango del Río, Herramientas geotecnológicas.

INTRODUCCIÓN

La violencia urbana es uno de los temas de mayor importancia en la actualidad, la creciente violencia y la sensación de inseguridad que enfrentan las personas es uno de los principales desafíos en todo el planeta. De acuerdo con la ONU-Habitat México en su reporte “Violencia e inseguridad en las ciudades”, hasta el 2018 el 60% de las personas que vivían en ciudades de países en vías de desarrollo habían sido víctimas de la delincuencia por lo menos una vez en los últimos cinco años. En estos países, la urbanización se ha visto acompañada por un aumento en los niveles de delincuencia, violencia y desorden, convirtiendo a Latinoamérica en la región más afectada por la criminalidad en el mundo [1].

De acuerdo con Carrión M. [2] ha habido un desarrollo interesante en los países andinos, que tienen que ver con propuestas innovadoras en materia de control y prevención de la violencia urbana, superando las concepciones que postulan su tratamiento con una acción sobre los síntomas mediante la acción policial, la privatización de la seguridad y el incremento de penas. Incluso se han desarrollado investigaciones y tomado medidas

específicas para prevenir la violencia, por parte de gobiernos nacionales y locales, instituciones policiales, ONG y organismos académicos.

Aunque principalmente las mujeres y jóvenes son los grupos más afectados por la violencia, existe una tendencia clara de que las víctimas de homicidios en América Latina sean principalmente masculinas, puesto que el número de hombres asesinados es cerca de 10 veces superior al de mujeres víctimas de homicidio. Las mujeres corren el riesgo de ser heridas por violencia sexual. Respecto a los jóvenes, es el grupo donde se concentra el mayor número de víctimas de homicidio, constituyéndose los jóvenes en los principales victimarios y a la vez víctimas de la violencia [1].

En México la tasa de delitos subió un 15.2% en el año 2017 en comparación con los delitos registrados en el año 2016, este hecho ha llevado al gobierno mexicano a implementar acciones de prevención buscando bajar los niveles y evitar el crecimiento de los delitos [3]. Las principales causas de inseguridad son la pobreza, la desigualdad, el desempleo y la falta de oportunidades de estudio. Dentro de los estados que cumplen con algunas de estas causas, se encuentra el estado de Guerrero, uno de los más pobres del país, pues de acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) [4] para 2018 el 26.8% (971.4 mil personas) de las personas vivían en condiciones de pobreza extrema y el 66.5% (2,412.2 mil personas) se encontraban en situación de pobreza.

Dentro de Guerrero se encuentra el municipio de Eduardo Neri, que colinda con el municipio de Chilpancingo y la capital del estado del mismo nombre. La cabecera municipal de Eduardo Neri es la ciudad de Zumpango del Río, la cual de acuerdo al Consejo Ciudadano para la Seguridad Pública y Justicia Penal se encuentra en el lugar N.10 en el ranking de las 50 ciudades más violentas de México [5]. La población de Zumpango del Río, se ha visto afectada por la violencia, que en los últimos años ha ido en incremento a tal grado que las propias escuelas han llegado a suspender labores [6].

Las herramientas geotecnológicas como son los Sistemas de Información Geográfica, Dinámica EGO, sistemas GNNS-GPS y Estaciones Totales, en combinación con el análisis espacial y el modelado espacial, permiten de una forma práctica, capturar, almacenar, analizar y desplegar la información geográfica

georreferenciada con fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión para buscar una respuesta concreta frente a la ocurrencia de una emergencia o catástrofe. La capacidad para gestionar y acoplar mapas con bases de datos hace de los Sistemas de Información Geográfica una herramienta de gran ayuda para el análisis de vulnerabilidad de ciertas zonas particulares [7, 8].

En este sentido, el presente documento tiene como objetivo hacer un análisis de las posibles causas de inseguridad en las zonas más vulnerables del poblado, combinando variables extraídas de las características de la población y las viviendas con la información espacial sobre las zonas de mayor riesgo según Saenz-Contreras et al [9].

1.- ZONA DE ESTUDIO

Se definió como zona de estudio a la ciudad de Zumpango del Río, la cual se localiza al noreste de la ciudad de Chilpancingo de los Bravo, capital del estado de Guerrero (Figura 1). Cuenta una altitud de 1,040 m. y con una población total de 24,719 habitantes de los cuales 12,082 son hombres y 12,637 mujeres, registrando 15,305 habitantes mayores de 18 años [10].

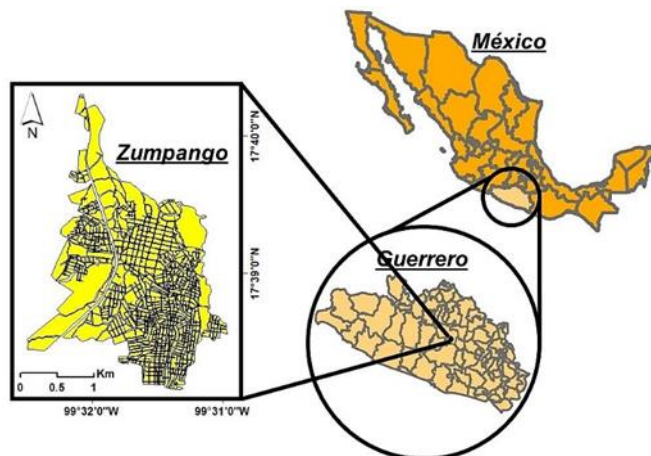


Figura 1. Localización de la zona de estudio.

De acuerdo con el CONEVAL [11] en 2010, en el municipio de Eduardo Neri se registraron 34,953 individuos (71.9% del total de la población) que se encontraban en pobreza, de los cuales 22,701 (46.7%) presentaban pobreza moderada y 12,252 (25.2%) estaban en pobreza extrema.

Para ese mismo año la condición de rezago educativo afectó a 26.5% de la población, lo que significa que 12,856 individuos presentaron esta carencia social, de los cuales 7,305 son de Zumpango. El porcentaje de personas sin acceso a servicios de salud fue de 23.4%, equivalente a 11,374 personas de las cuales 7,909 pertenecen a la localidad de Zumpango.

Adicionalmente, la carencia por acceso a la seguridad social afectó a 79.6% de la población, es decir 38,669 personas se encontraban bajo esta condición. El porcentaje de individuos que reportó habitar en viviendas con mala calidad de materiales y espacio insuficiente fue de 40.8% (19,833 personas). El porcentaje de personas que reportó habitar en viviendas sin disponibilidad de servicios básicos fue de 38.6%, lo que significa

que las condiciones de vivienda no son las adecuadas para 18,748 personas. La incidencia de la carencia por acceso a la alimentación fue de 36.8%, es decir una población de 17,857 personas.

En este sentido, en 2010 Zumpango contaba con 919 viviendas que no disponían de agua entubada de la red pública, 136 viviendas que no contaban con drenaje, 1,164 viviendas con piso de tierra, 58 viviendas que no contaban con energía eléctrica, incluso 154 viviendas que no contaban excusado o sanitario.

2.- ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE INSEGURIDAD

De acuerdo con Carrión M. [2] los factores de violencia pueden ser estructurales como la desigualdad e ingobernabilidad; institucionales por parte de la policía, o la familia; o bien situacionales, por ejemplo, porte de armas o a consecuencia del alcohol. Barba Solano [12] señala al desempleo, bajos salarios y trabajos precarios como factores que experimenta la seguridad social. Por otro lado, las condiciones de pobreza y de exclusión social hacen posible el desarrollo de formas de violencia o de identidades con fuertes dosis de violencia en sus conductas sociales [1].

Para determinar el análisis de las posibles causas de inseguridad en la ciudad de Zumpango del Río, fue utilizado el mapa participativo desarrollado por Saenz-Contreras et al. [9] (Figura 2), en el cual se representa, de acuerdo a la concentración de puntos, las colonias consideradas por los habitantes de Zumpango como las de mayor o menor riesgo ante la ocurrencia de actos delictivos.



Figura 2. Clasificación de colonias de mayor riesgo (en rojo) y menor riesgo (en azul) en Zumpango del Río [9].

El mapa representa en color rojo las colonias de mayor riesgo, localizadas principalmente hacia el noroeste y sur del poblado. De acuerdo al orden de riesgo, estas son San José, Santa María, Los

Tulipanes, San Juan Diego, Buena Vista y Zompanzin respectivamente. En azul se representan las colonias de menor riesgo que se ubican principalmente hacia el centro de la población y que ocupan una superficie más amplia que la ocupada por las colonias con mayor riesgo. Siendo las de menor riesgo San Martín de Porres, San Sebastián, Xalpa, Los Arcos, Santa Anita, La Guadalupe y San Antonio, respectivamente.

Este mapa fue integrado a partir de un ejercicio de cartografía participativa por parte de los habitantes del lugar. Este ejercicio se realizó con la aplicación de una encuesta acompañada del mapa de traza urbana de Zumpango, debido a que los encuestados debían identificar, de alguna forma, puntos sobre el mapa y utilizar como código el número de encuesta asignado para indicar las zonas que consideraran de mayor riesgo (en color rojo) y las zonas que consideraran como de menor riesgo (en color azul). Zumpango está conformado por 35 colonias o barrios que fueron agrupadas en seis zonas y respecto a las respuestas de los propios habitantes se identificaron las zonas que presentan mayor riesgo (Tabla 1).

Tabla 1. Respuestas de los habitantes respecto a las zonas con mayor riesgo.

Zona	Respuesta Riesgo alto	% por zona
1	189	31.0
2	70	11.5
3	41	6.7
4	123	20.2
5	43	7.1
6	102	16.7
No identifica	42	6.9
Total	610	100.0

Adicionalmente fue recabada la información del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, referenciado espacialmente [13]; donde se pudo obtener información detallada sobre las siguientes variables:

- a Número total viviendas;
- b Porcentaje total de viviendas habitadas;
- c Porcentaje de viviendas con recubrimiento de piso;
- d Porcentaje de viviendas que cuentan con energía eléctrica;
- e Porcentaje de viviendas que cuentan con agua entubada;
- f Porcentaje de viviendas que cuentan con drenaje;
- g Población total;
- h Promedio de escolaridad; y
- i Porcentaje de población de 15 a 29 años.

Debido a que no se puede tener acceso a datos que nos permitan valorar la desigualdad o ingobernabilidad; así como identificar donde se encuentran situados individuos con porte de armas; o bien la localización de habitantes con desempleo, bajos salarios, trabajos precarios, su condición de pobreza o de exclusión social, se consideró tomar las variables descritas anteriormente y construir sus respectivos mapas (Figuras 3 a 14) con el uso de la herramienta geotecnológica ArcMap de ArcGIS.

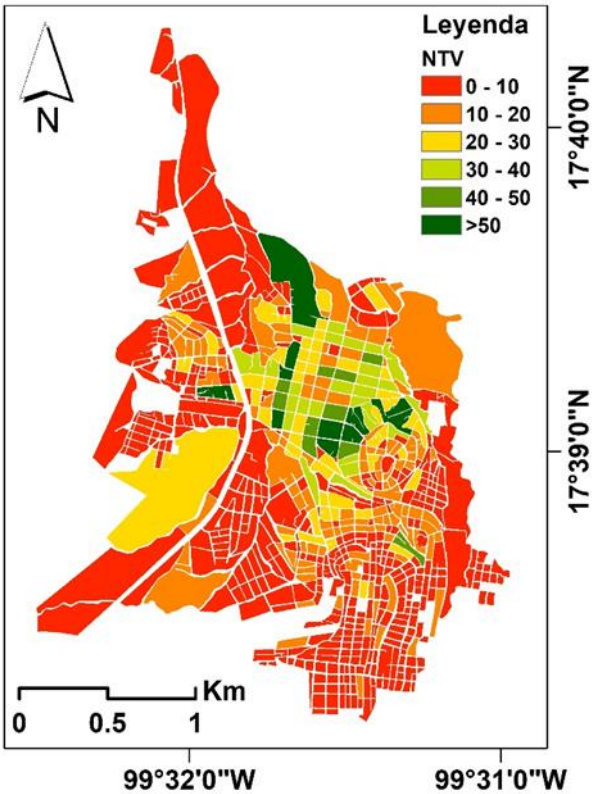


Figura 3. Número total viviendas (NTV).

Como puede constatarse en la Figura 3, las manzanas en rojo y naranja representan las zonas con menos viviendas, con una ocupación máxima de 10 y hasta 20 viviendas respectivamente. Principalmente hacia el norte y sur y en los márgenes de la ciudad de Zumpango podemos encontrar esta característica. Mientras en la parte central se puede apreciar que hay manzanas con más de 30 viviendas.

Respecto al porcentaje total de viviendas habitadas por manzana, la mayoría de las manzanas se encuentran con una ocupación entre el 60 y 100%, resaltando en este mapa que las manzanas con menos PVH entre 0 y 40% se encuentran en los márgenes de la población.

Respecto a las viviendas con recubrimiento de piso, la Figura 5 va correspondiéndose con las variables NTV y PVH, pues se trata de casi las mismas manzanas para las cuales el PVRP es de 0 a 40%. Considerar esta variable nos muestra donde se encuentran probablemente las viviendas con equipamiento precario. Desde la parte central hacia los márgenes de la población la mayoría de las viviendas cuentan con recubrimiento de piso.

Respecto a las viviendas que tienen acceso a la energía eléctrica, podemos apreciar en la Figura 6 que casi todas las viviendas cuentan con este recurso. Sin embargo, existen algunas manzanas como la encerrada en negro con hasta un 80% de viviendas con acceso a la energía eléctrica, mientras que algunas manzanas con 0 a 20% PVEL vuelven a coincidir con las variables anteriores.

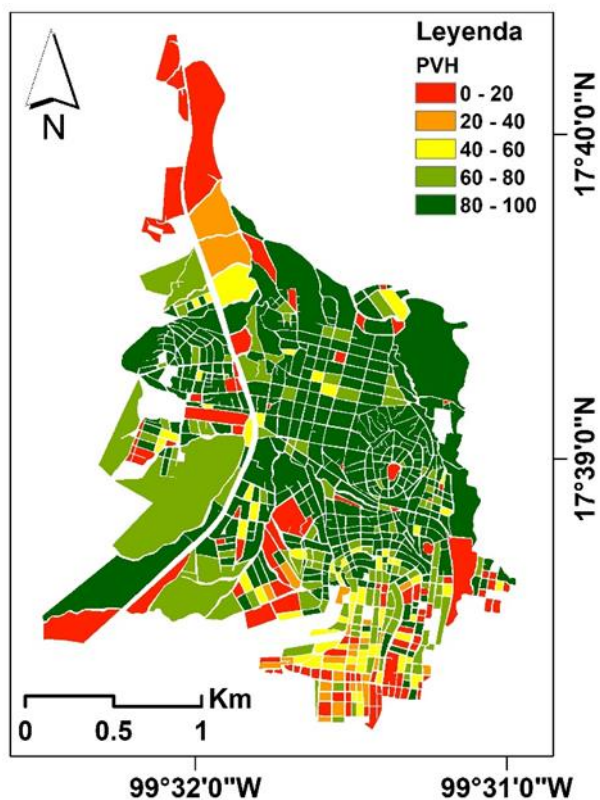


Figura 4. Porcentaje total de viviendas habitadas (PVH).

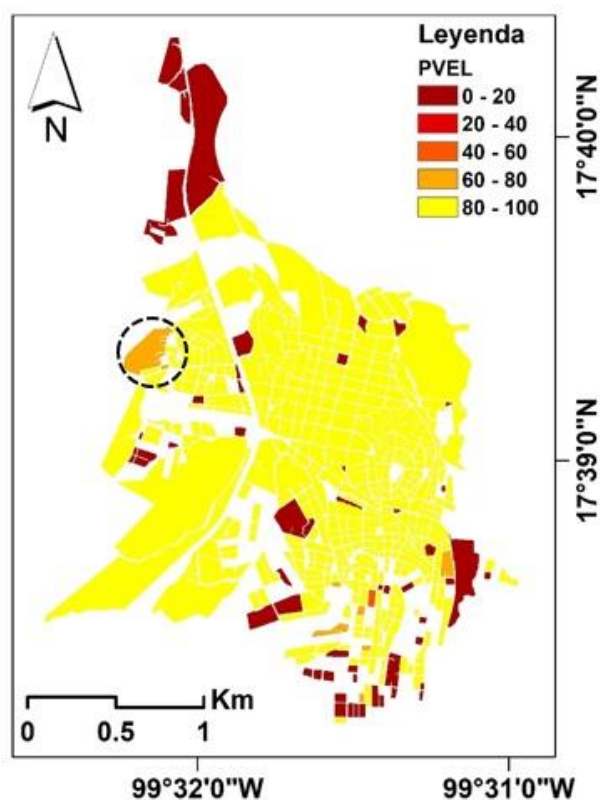


Figura 6. Porcentaje de viviendas que cuentan con energía eléctrica (PVEL).

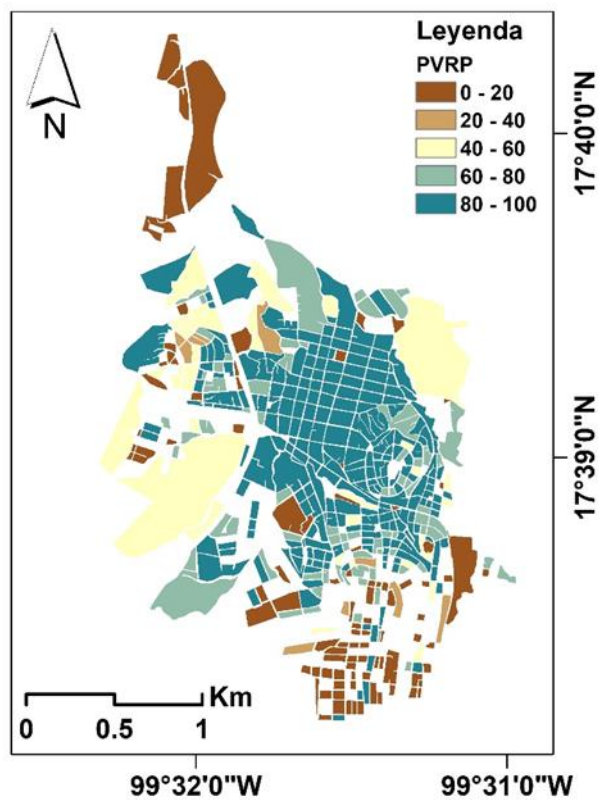


Figura 5. Porcentaje de viviendas con recubrimiento de piso (PVRP).

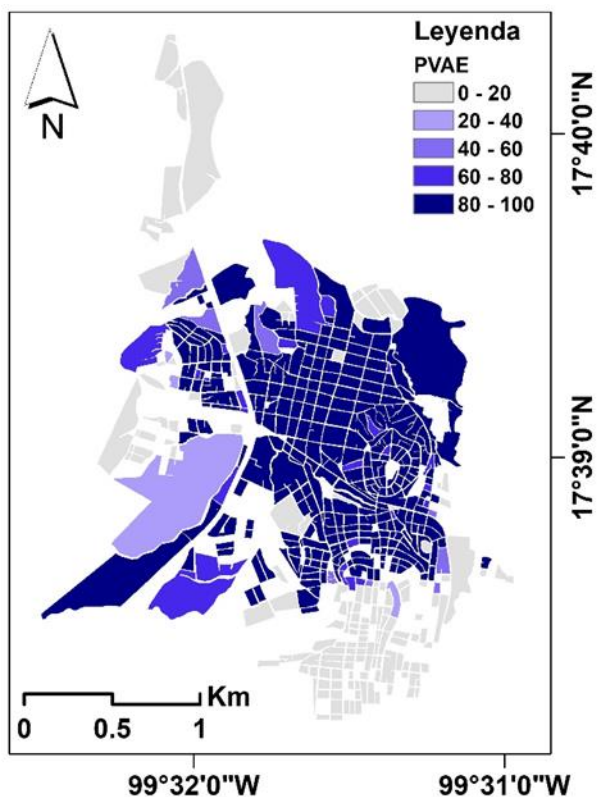


Figura 7. Porcentaje de viviendas que cuentan con agua entubada (PVAE).

Respecto al porcentaje de viviendas que cuentan con agua entubada puede observarse en la Figura 7 que la mayoría cuenta con este servicio, sin embargo, también existen zonas en las que hay un 20% de viviendas que cuentan con dicho servicio, estas zonas corresponden con las zonas para las cuales también hay un PVEL y un PVRP bajos, situación que puede también deberse a que hay poca ocupación de viviendas y habitantes como lo indican las variables NTV y PVH en las Figuras 2 y 3. Es importante señalar que no coinciden exactamente con las mismas manzanas todas las variables, en algunos casos son más manzanas y en otros menos las que presentan porcentajes bajos de cada una de las variables ya mencionadas.

En la Figura 8 se observa los porcentajes de viviendas cuentan con drenaje para cada manzana, y la mayoría cuenta con este servicio (mazanas en color azul).

En relación a la población total por manzana, la Figura 9 muestra la cantidad de habitantes por manzana, indicando que aquellas manzanas en rojo son las zonas donde no se tiene registrados habitantes, se puede constatar que la mayoría de las manzanas registran máximo 100 habitantes (en anaranjado); seguidas de las manzanas que registran entre 100 y 200 habitantes (en anaranjado claro); siete manzanas registran entre 200 y 300 habitantes (en amarillo); una manzana registra entre 300 y 400 habitantes (en verde claro) y solo dos manzanas registran arriba de 500 habitantes (en verde), que serían las más pobladas.

Estos indicadores evidencian las zonas que podría considerarse como las más solitarias o las menos concurridas por los habitantes al tratarse de zonas con menor concentración de población.

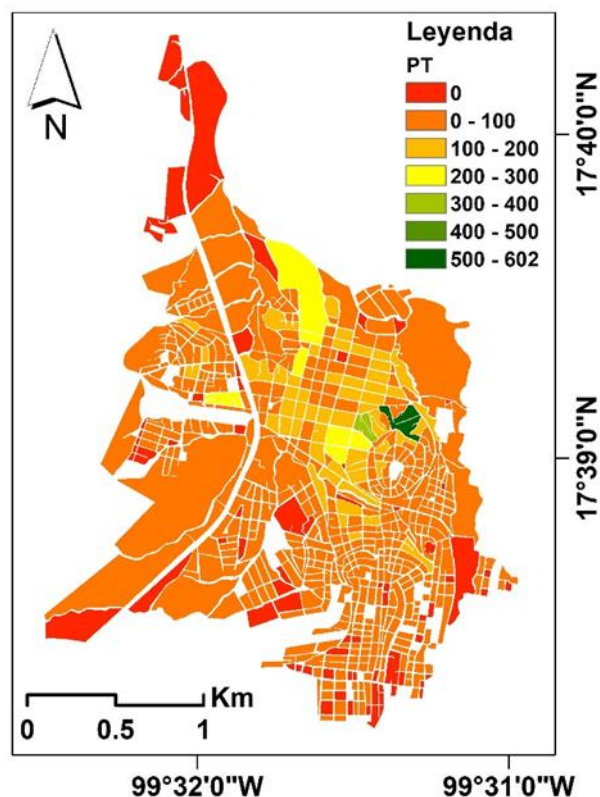


Figura 9. Población total (PT).

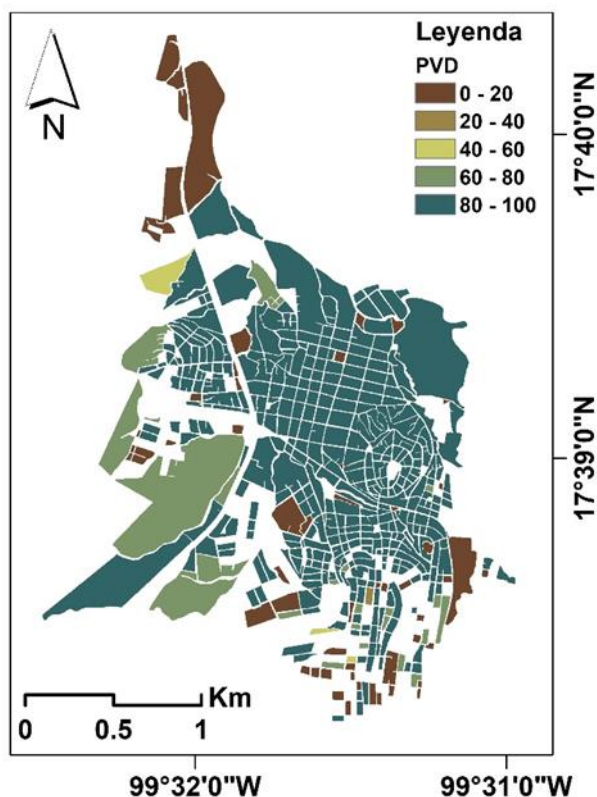


Figura 8. Porcentaje de viviendas que cuentan con drenaje (PVD).

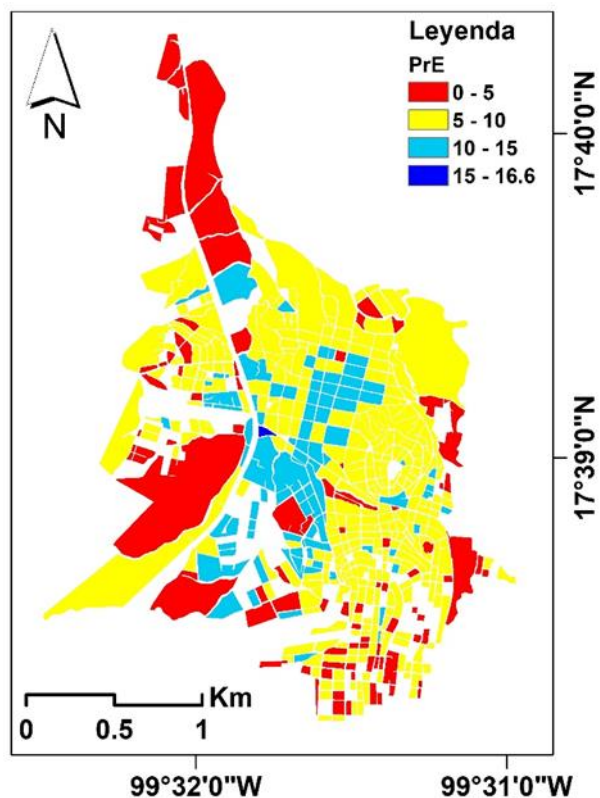


Figura 10. Promedio de escolaridad (PrE).

Fue considerado el promedio de escolaridad por manzana (PrE), debido a que no contar con el acceso a la educación y aspirar a ejercer una profesión en un indicativo para que la gente pueda acudir a los medios más fáciles como la delincuencia para hacer dinero rápido. La Figura 10 muestra la variable PrE que resulta de dividir el monto de grados escolares aprobados por las personas de 15 a 130 años de edad entre las personas del mismo grupo de edad, excluyendo aquellas que no especificaron los grados aprobados.

Como puede apreciarse en la Figura 10, la mayoría de la población tiene un PrE entre 5 y 10 años (color amarillo); en segundo lugar, se encuentra a la población que comprende un PrE entre 10 y 15 años. Solamente se identifica una manzana casi en la parte central de la población en la que sus habitantes cuentan con un PrE de más de 15 años.

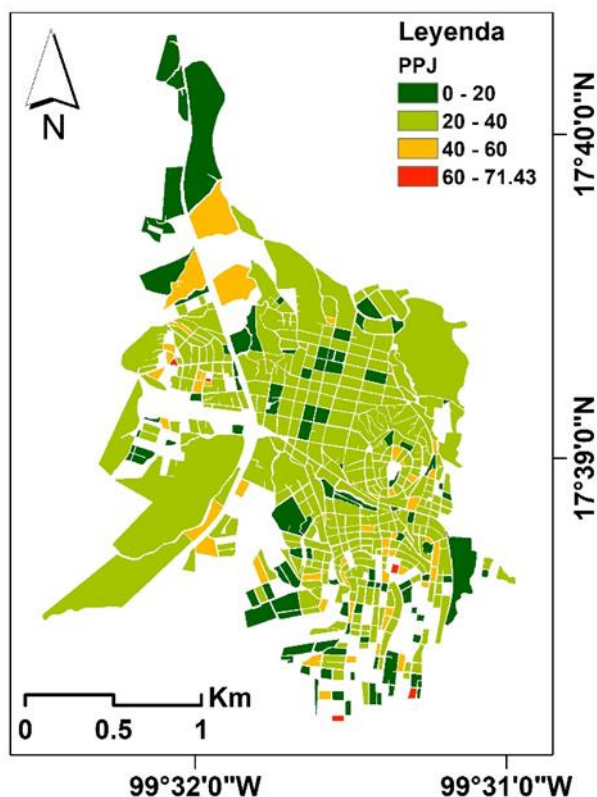


Figura 11. Porcentaje de población de 15 a 29 años (PPJ).

En el estudio se consideró a la variable Población de 15 a 29 años (PPJ) por tratarse de uno de los grupos de la población considerado como el más afectado por la violencia; la Figura 11 muestra en color verde claro que la mayoría de las manzanas registran entre un 20 y 40% PPJ, 49 manzanas registran entre 40 y 60% PPJ y cinco manzanas concentran entre 60 y 71.43% PPJ, estas últimas se encuentran cerca de los márgenes de la ciudad (en color rojo).

Las variables NTV, PVH, PVRP, PVEL, PVAE, PVD, PT y PrE fueron normalizadas entre 0 y 1 donde 0 representa las manzanas con menor riesgo en cuanto a las características de la vivienda o población y 1 representa a las manzanas con mayor riesgo. Posteriormente se sumaron todas estas variables para obtener un nuevo mapa de la zona de estudio que concentrara esa información, con una escala de valores que van de 0-Menor

Riesgo a 8-Mayor Riesgo. Finalmente se aplicó una clasificación por el método "Natural Breaks" [14] para definir solo tres clases: 1-Mayor Riesgo, 2-Riesgo Medio y 3-Menor Riesgo (Figura 12).

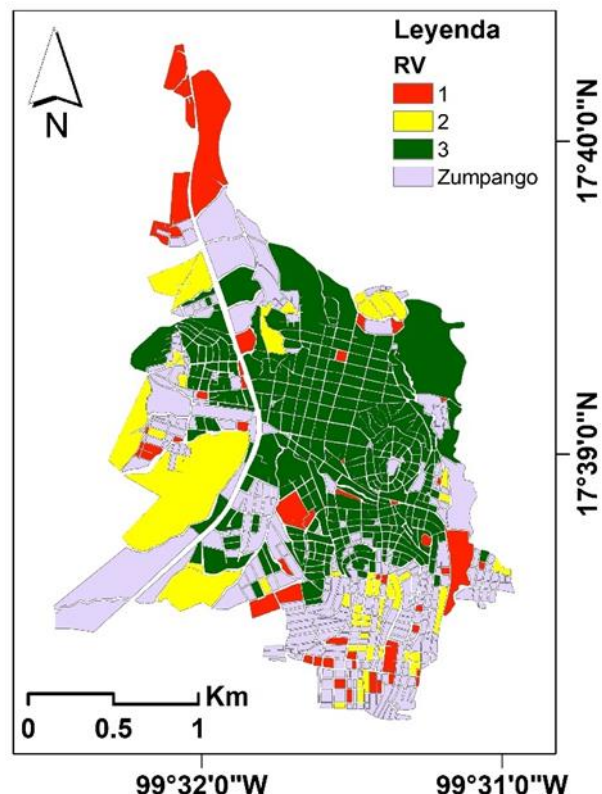


Figura 12. Clasificación del riesgo de acuerdo a la información de las variables NTV, PVH, PVRP, PVEL, PVAE, PVD, PT y PrE.

En la Figura 12 se puede observar en color rojo a la clase 1 que representa a las zonas donde se presentan las condiciones más precarias, con menor número de viviendas, menor ocupación de viviendas, menor población y menor promedio de escolaridad de acuerdo a las variables consideradas. En amarillo a la clase 2 que representa las zonas consideradas como de riesgo medio de acuerdo a las mismas variables y en verde se muestra a la clase 3 representando a las zonas de menor riesgo según la misma información. Las manzanas en gris no contienen información de las variables por lo que no se consideraron para obtener su nivel de riesgo.

El mapa de la clasificación (Figura 12) fue comparado con el mapa de riesgos de Saenz-Contreras et al. [9] (Figura 2) para establecer una relación entre las zonas de riesgo y las características de la población para las mismas zonas (Figura 13).

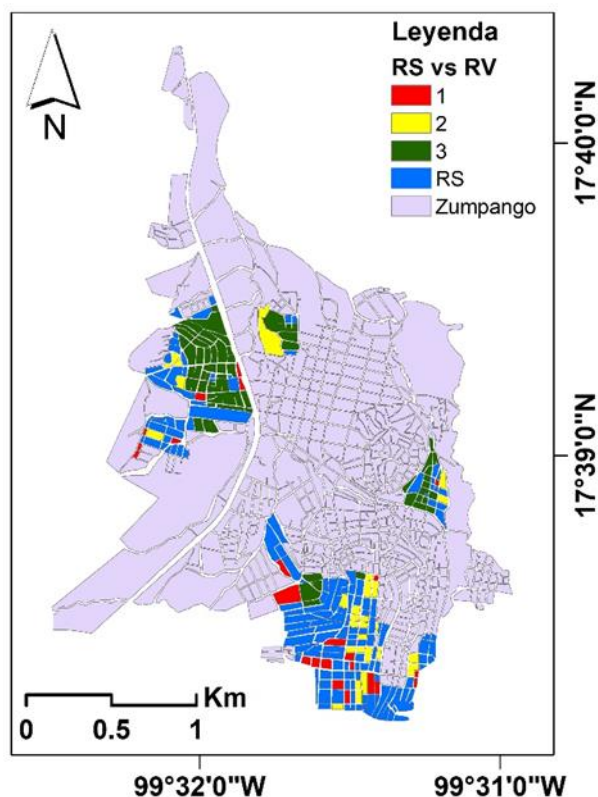


Figura 13. Comparación del mapa de riesgos obtenido por Saenz-Contreras et al. [9] con las variables NTV, PVH, PVRP, PVEL, PVAE, PVD, PT y PrE.

Como puede constatarse en la Figura 13, en las zonas mayor riesgo ante la ocurrencia de actos delictivos se han identificado 23 manzanas pertenecientes a la clase 1 y siendo las manzanas que mayor riesgo presentan; también se identificaron 28 manzanas pertenecientes a la clase 2 que corresponderían a manzanas de riesgo medio pero que se siguen ubicando sobre zonas mayor riesgo ante la ocurrencia de actos delictivos y, 57 manzanas pertenecientes a la clase 3 que serían las de menor riesgo según la combinación de las variables ya descritas y situadas sobre las mismas zonas catalogadas como de mayor riesgo ante la ocurrencia de actos delictivos. Aunque no se tiene dato a nivel manzana sobre los porcentajes de pobreza extrema y pobreza moderada para Zumpango del Río, cabe hacer mención que en 2010 el 71.9% de la población del municipio Eduardo Neri se encontraba en pobreza y Zumpango no se encontraba exento de este grupo. Además de que 7,305 habitantes de esta ciudad se encontraban en rezago educativo y 7,909 habitantes no tenían acceso a servicios de salud, siendo algunos indicadores de inseguridad social.

Se aplicó la misma clasificación por “Natural Breaks” [14] al mapa de la variable PPJ para agrupar los porcentajes de concentración de población joven en tres clases: 0 – 10.157%, 10.157 – 30.745% y 30.745 – 70% y se extrajo solo las manzanas que se encuentran dentro de las colonias de mayor riesgo de acuerdo con Saenz-Contreras et al. [9] (Figura 14).

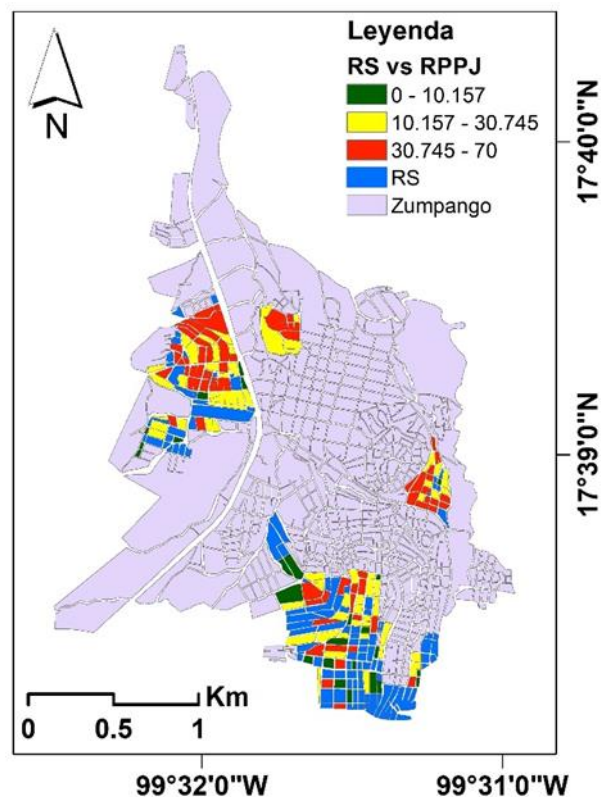


Figura 14. Identificación de PPJ sobre las zonas de mayor riesgo.

Considerando la población joven es uno de los grupos más afectados por la violencia, en la Figura 14 se identifica en rojo a manzanas donde se concentra el mayor porcentaje de población joven (entre el 30.745 y el 70%) y que a su vez se encuentran dentro de las zonas de mayor riesgo ante la ocurrencia de actos delictivos. En amarillo se ubican las manzanas donde se concentra un porcentaje medio de población joven (entre el 10.157 y el 30.745%) localizadas también dentro de las zonas de mayor riesgo ante la ocurrencia de actos delictivos; en sí, son muy pocas las manzanas que son consideradas de menor riesgo (color verde) por concentran menor porcentaje de población joven y que se encuentren dentro de las zonas de mayor riesgo ante la ocurrencia de actos delictivos. Para el resto de las manzanas azules no se dispuso de información en relación a la variable PPJ.

Como puede constatarse en las Figuras 13 y 14, no se tiene información de las variables utilizadas en el presente trabajo para todas las manzanas que se encuentran dentro de las colonias y/o barrios de mayor riesgo en la ciudad de Zumpango, este hecho impide conocer dentro de qué clase de riesgo según las propias variables se encontrarían cada una de esas manzanas sin información.

CONCLUSIONES

A manera de conclusión, el resultado de esta investigación permitió caracterizar las manzanas de mayor riesgo de acuerdo a las variables consideradas y que a su vez se encuentran dentro de las colonias y/o barrios catalogados como de mayor riesgo ante actos delictivos, sin considerar aquellas manzanas que no cuentan con datos. A su vez, es importante señalar que el contar con

información a nivel manzana sobre la pobreza, desigualdad, desempleo, nivel de estudios, entre otras variables relacionadas con el tema de inseguridad social, permitiría hacer un mejor análisis y determinar cuáles podrían ser los principales factores de inseguridad para la ciudad de Zumpango del Río.

El presente trabajo de investigación puede servir como línea para investigaciones futuras en las que pueda plantearse recabar datos más detallados en torno a los factores de inseguridad social y que puedan ser representados y modelados espacialmente a través de uso de herramientas geotecnológicas.

REFERENCIAS

- [1] Forman, G. 2003. An extensive empirical study of feature selection metrics for text classification. *J. Mach. Learn. Res.* 3 (Mar. 2003), 1289-1305.
- [2] Brown, L. D., Hua, H., and Gao, C. 2003. A widget framework for augmented interaction in SCAPE. In *Proceedings of the 16th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology* (Vancouver, Canada, November 02 - 05, 2003). UIST '03. ACM, New York, NY, 1-10. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/964696.964697>.
- [3]
- [4] ONU-Habitat México, 2018. Violencia e inseguridad en las ciudades. *Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos*. Fuente: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/violencia-en-inseguridad-en-las-ciudades> (Consultado el 25 de marzo de 2021).
- [5] Carrión M., Fernando, 2005. La inseguridad ciudadana en América Latina. *Quórum. Revista de pensamiento iberoamericano*, Universidad de Alcalá, Madrid, España. Núm. 12, pp. 29-52. ISSN: 1575-4227.
- [6] Institute for Economics, 2018. Índice de paz en México <http://indicedepazmexico.org/wp-content/uploads/2018/04/Indice-de-Paz-Mexico-2018.pdf>.
- [7] Coneval. 2019. Diez años de medición de pobreza multidimensional en México: avances y desafíos en política social. Medición de la pobreza serie 2008-2018. Fuente: https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/Pobreza_18/Pobreza_2018_CONEVAL.pdf (consultado el 20 de marzo de 2021).
- [8] Langner, A., 2018. En Guerrero, 18 municipios en “alto riesgo”. <https://www.eleconomista.com.mx/politica/En-Guerrero-18-municipios-en-alto-riesgo-20180514-0157.html>.
- [9] Síntesis de Guerrero, 2019. Suspenden clases en Zumpango del Río por violencia. Fuente: <https://sintesisdeguerrero.com.mx/2019/10/25/suspenden-clases-en-zumpango-del-rio-por-violencia/> (consultado el 26 de marzo de 2021).
- [10] Ribera, L. 2004. Los mapas de riesgo de inundaciones: representación de la vulnerabilidad y aportación de las innovaciones tecnológicas. *Doc. Anál. Geogr.* 43. 153-171. Recuperado el 15 de Mayo de 2014, de <http://ddd.uab.cat/pub/dag/02121573n43p153.pdf>.
- [11] Álvarez, A. 2005. Sobre la evaluación de riesgo de desastres naturales y vulnerabilidad de la comunidad utilizando sistemas de información geográficos. Editorial. *Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e*

Infraestructura Civil. Vol. 5(2) 101-102. Recuperado el 15 de Mayo de 2014, de <http://academic.uprm.edu/laccei/index.php/RIDNAIC/article/viewFile/95/94>.

[12] Saenz-Contreras, Daniel, Ramos-Bernal, Rocío N., Romero-Rojas, Wendy, Vázquez-Jiménez, René, 2019. Identificación de zonas de riesgo en el poblado de Zumpango del Río, Guerrero, mediante cartografía participativa.

[13] INEGI. 2010. Censo de Población y Vivienda 2010. Link:

<https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/default.html?init=2> (Consultado en febrero de 2019).

[14] CONEVAL, 2010. Informe Anual Sobre La Situación de Pobreza y Rezago Social. Subsecretaría de Prospectiva, Planeación y Evaluación.

[15] Barba Solano, C., 2013. Inseguridad y protección social en los países desarrollados y en América Latina. Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Sociales. *Revista Mexicana de Sociología* 75, núm. 1 (enero-marzo, 2013): 29-61. México, D.F. ISSN: 0188-2503/13/07501-02.

[16] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. (2013). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Recuperado el 22 de Marzo de 2021, de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/default.aspx>

[17] Jenks, G.F., Caspall, F.C. 1971. "Error on choroplethic maps: definition, measurement, reduction", *Ann.Assoc.Am.Geogr.* Vol.6, No. 2, 217-244.