

# **Sistema web para la automatización del modelo FPEIR en la evaluación del impacto ambiental en el cambio de uso del suelo.**

## **Web system for the automation of the FPEIR model in the evaluation of the environmental impact in the change of land use.**

Miriam Martínez Solís (1).

Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo, Estado de México, Valle de Bravo.

[isc.martinez.ms@tesvb.edu.mx](mailto:isc.martinez.ms@tesvb.edu.mx)

Mariana Carolyn Cruz Mendoza\* (2). Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo, Estado de México, Valle de Bravo. [cruz.m@tesvb.edu.mx](mailto:cruz.m@tesvb.edu.mx)

César Primero Huerta (3). Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo, Estado de México, Valle de Bravo. [primero.c@tesvb.edu.mx](mailto:primero.c@tesvb.edu.mx)

José Antonio De La Cruz Hernández (4). Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo, Estado de México, Valle de Bravo. [delacruztesvb@outlook.es](mailto:delacruztesvb@outlook.es)

Yasmin Elizabeth Reyes Martínez (5). Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo, Michoacán, Ciudad Hidalgo. [yas\\_23eliza@hotmail.com](mailto:yas_23eliza@hotmail.com)

---

\*corresponding author.

**Artículo recibido en noviembre 29, 2019; aceptado en diciembre 10, 2019.**

### **Resumen.**

*La evaluación del impacto ambiental para el cambio de uso de suelo es el procedimiento, a través del cual se establecen las condiciones a que se sujetará, la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. La presente investigación "Evaluación De Impactos Ambientales En El Cambio De Uso De Suelo" tiene como objetivo conocer las fases del modelo FPEIR (Fuerzas motrices, Presión, Estado, Impactos y Respuestas posibles), para después transformarlo a un sistema web que permita evaluar los subsistemas físico, biótico y antrópico antes de realizar el cambio de suelo, además, permitirá la optimización de recursos.*

**Palabras clave:** Cambio de uso de suelo, modelo FPEIR, sistema web, automatización, evaluación.

### **Abstract.**

*The environmental impact assessment for the change of land use is the procedure, through which the conditions to which it will be subject are established, the performance of works and activities that can cause an ecological imbalance or exceed the established limits and conditions in the applicable provisions. to protect the environment, preserve and restore ecosystems, to avoid or minimize their negative effects on the environment. The present investigation "Evaluation of the environmental impacts in the change of the use of the land" has as objective to know the phases of the FPEIR model (Motor Forces, Pressure, State, Impacts and possible answers), and then transform it into a web*

*system that allows evaluate Physical, biotic and anthropic subsystems before changing the soil will also allow the optimization of resources.*

**Keywords:** land use change, FPEIR model, web system, automation, evaluation.

## **Introducción.**

Para realizar el uso de cambio de suelo es necesario realizar un estudio previo, este debe ser realizado por una persona experta que permita realizar una valoración para conocer la incidencia en el medio ambiente y juzgar si los efectos de tales obras sobre el medio ambiente son importantes o no, benéficos o perjudiciales.

Para realizar la evaluación de impactos ambientales existen diversas metodologías tales como la matriz de Leopold y en Europa el modelo FPEIR(Presión-Estado-Fuerza-Motriz-Impacto-Respuesta) sin embargo dicho proceso no se encuentra automatizado para realizar la evaluación de una manera rápida y eficaz por lo cual surge la propuesta de poder realizar la automatización de este proceso para agilizar el procedimiento y se ejecuten evaluaciones rápidas y confiables.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) establece la regulación del cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), la cual define como la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales. Para realizar el trámite de cambio de uso suelo, debe realizarse un estudio técnico justificativo el cual determine el daño de los impactos.

### **Recolección de requisitos e información.**

Para el desarrollo del sistema web fue necesario revisar y establecer una red de impactos primarios que serían evaluados, para identificar las cuatro etapas del proyecto, preparación, construcción, operación y abandono, estableciendo una escala de medición basada en criterios.

## **Métodos.**

Para estimar la naturaleza y magnitud de los posibles impactos ambientales, se generó un modelo de interacción entre los componentes del sistema ambiental con las actividades de la ampliación del proyecto y los impactos positivos o negativos que se producen.

Se identificaron en las cuatro etapas del proyecto, preparación, construcción, operación y abandono; una vez identificados se generó un Modelo de Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (FMPEIR) con el cual se describen, caracterizan y evalúan los impactos.

El Modelo FMPEIR está basado en la lógica de la causalidad, reconociendo que la acción del ser humano genera presiones (emisiones, residuos, contaminantes, daños a elementos, entre otros) sobre el ambiente, afectando sus componentes y la cantidad y calidad de bienes y servicios ambientales generados; ante lo cual la sociedad puede responder a través de medidas y políticas ambientales, económicas y sectoriales, así como cambios en la percepción y comportamiento (respuesta social) con el fin de romper la cadena de causalidad que afecta al ambiente.

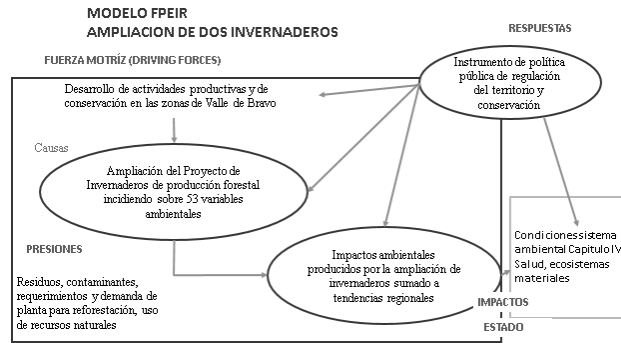


Figura 1. Modelo FPEIR autoría propia.

A continuación, se presenta un diagrama que esquematiza este proceso.

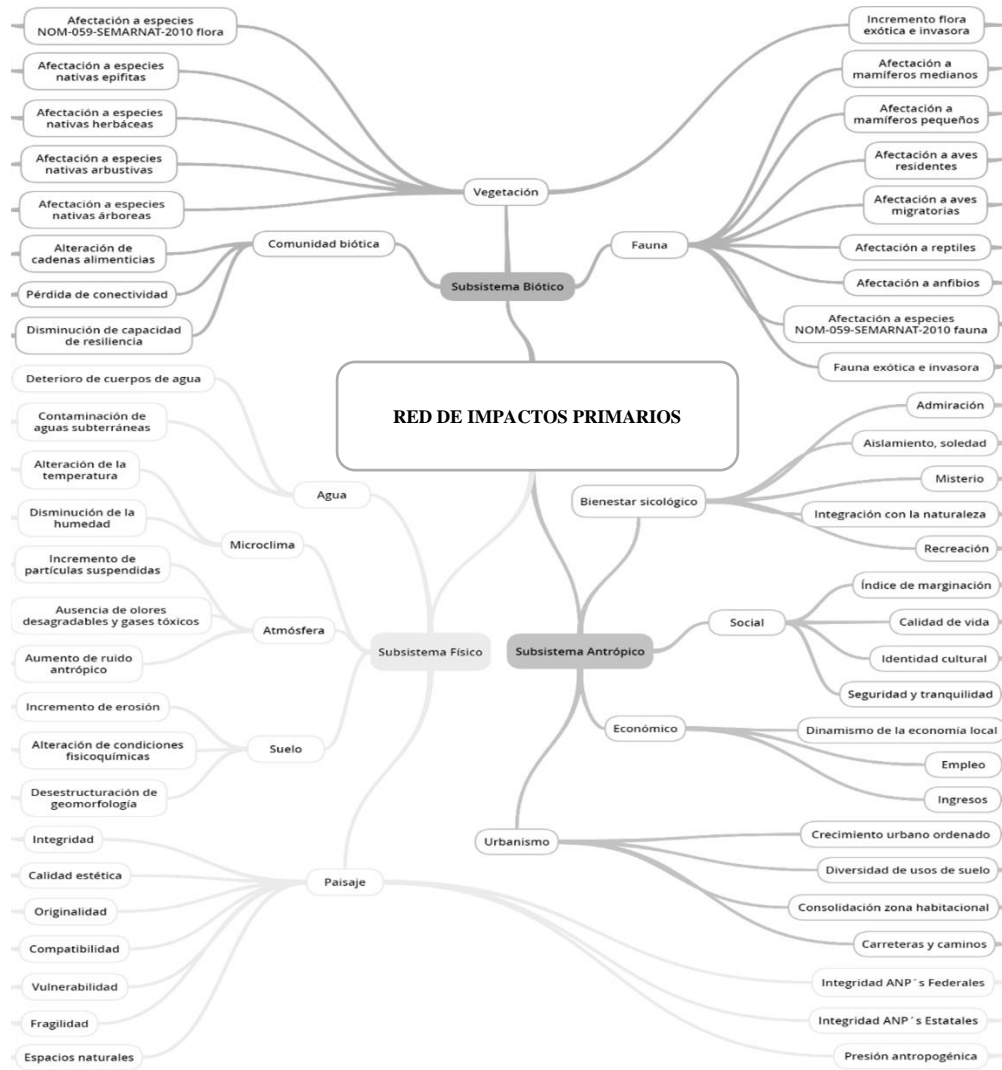


Figura 2. Diagrama de la red de Impactos primarios por subsistemas autoría propia.

**Escala de evaluación de impactos.**

La escala que se utiliza para la valoración de los impactos se basa en los siguientes atributos. (Coria, 2008).

**Signo.**

Carácter beneficioso o perjudicial de las distintas acciones que actúan sobre los distintos factores considerados.

**Tabla 1.** Valores del Atributo de signo.

Carácter	Valor
Beneficio	+
Perjudicial	-

**Intensidad (In).**

Grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa.

**Tabla 2.** Valores del Atributo de intensidad.

Nivel	Valor
Afección mínima	1
Situaciones intermedias	2 a 11
Destrucción total	12

**Extensión (Ex).**

Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área respecto del entorno en que se manifiesta el efecto).

**Tabla 3.** Valores del Atributo de extensión.

Nivel	Valor
Puntual: efecto muy localizado	1
Parcial	2
Total: Influencia generalizada	8

**Momento (Mo).**

Tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.

**Tabla 4.** Valores del Atributo de Momento.

Nivel	Valor
Inmediato: Tiempo transcurrido nulo.	4
Corto plazo: inferior a un año	4
Mediano plazo: entre 1 y 5 años	2
Largo plazo: más de 5 años	1

**Persistencia (Pe).**

Tiempo que permanece el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retorna a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.

**Tabla 5.** Valores del atributo de persistencia.

Nivel	Valor
Efecto fugaz: menos de un año	1
Efecto temporal: entre 1 y 10 años.	2
Efecto permanente: Superior a los 10 años.	4

**Reversibilidad.**

**Tabla 6.** Valores del atributo Reversibilidad.

Nivel	Valor
Corto	1
Mediano	2
Irreversible	4

**Sinergia.**

**Tabla 7.** Valores del atributo Sinergia.

Nivel	Valor
Simple	1
Sinérgico	2
Muy Sinérgico	4

**Acumulación.**

**Tabla 8.** Valores del atributo Acumulación.

Nivel	Valor
Simple	1
Acumulativo	4

**Efecto.**

**Tabla 9.** Valores del atributo Efecto

Nivel	Valor
Directo	4
Indirecto	1

**Periodicidad.**

**Tabla 10.** Valores del atributo de Periodicidad.

Nivel	Valor
Irregular	1
Periódico	2
Continuo	4

**Recuperabilidad (Re).**

Posibilidad de reconstrucción total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación por medio de intervención humana.

**Tabla 11.** Valores del atributo Recuperabilidad.

Nivel	Valor
<b>Recuperable totalmente de forma inmediata</b>	1
<b>Recuperable totalmente a mediano plazo</b>	2
<b>Mitigable</b>	4
<b>Irrecuperable</b>	8

**Certidumbre** (o también conocido como de naturaleza).

Grado de seguridad con el que se espera se produzca el efecto.

**Tabla 12.** Valores del atributo de Certidumbre.

Nivel	Valor
<b>Improbable</b>	1
<b>Probable</b>	2
<b>Nulo</b>	0

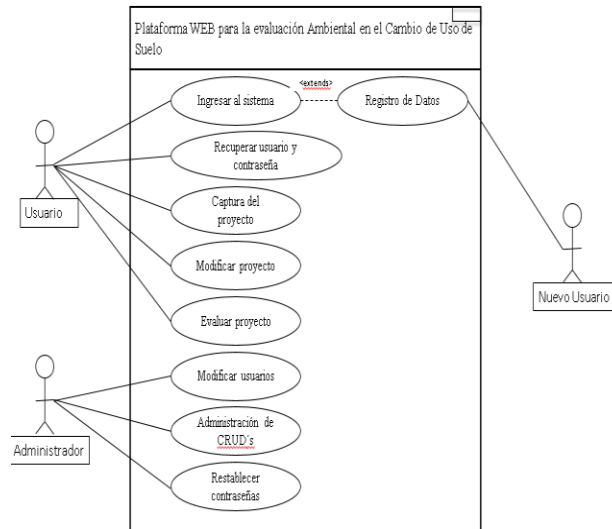
La importancia del impacto surge de la siguiente fórmula:

$$I = \pm (In+Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Acu+Efec+Per+Rec+Ce) \quad (1)$$

De esta manera el uso de herramientas tecnológicas permite, el desarrollo de sistemas y aplicaciones web, que sirven de apoyo automatizando procesos de este tipo, para la evaluación de los impactos ambientales en el cambio de uso de suelo, proporcionando así agilidad, eficiencia, optimización y confiabilidad de datos, en el procesamiento de grandes volúmenes de información, ejecutando todas las actividades en el menor tiempo posible para determinar las acciones correspondientes.

**Identificar casos de usos.**

Lenguaje Grafico proporciona uno o más escenarios en la forma en la que el usuario interactúa con el sistema. (Sommerville, 2002).

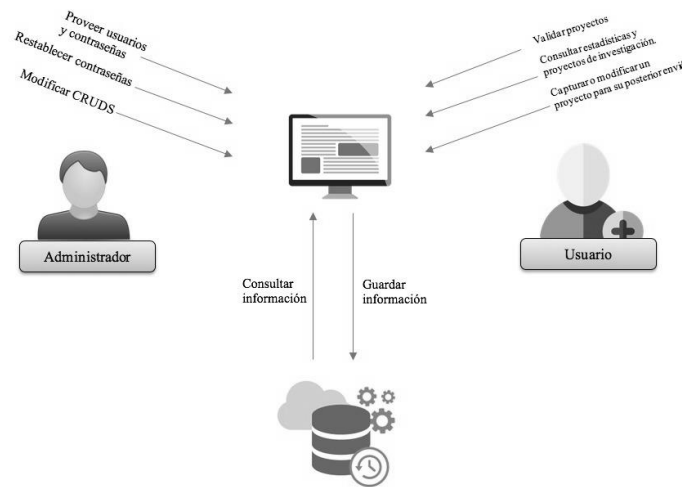


**Figura 3.** Interacción de los usuarios con el sistema autoría propia.

**Modelo conceptual del sistema.**

Para desarrollar la plataforma web se diseñó un esquema preliminar de cómo será la interacción entre los usuarios y el sistema.

El desarrollo del sistema está basado en la arquitectura modelo vista controlador permite que el proceso de automatización sea factible.

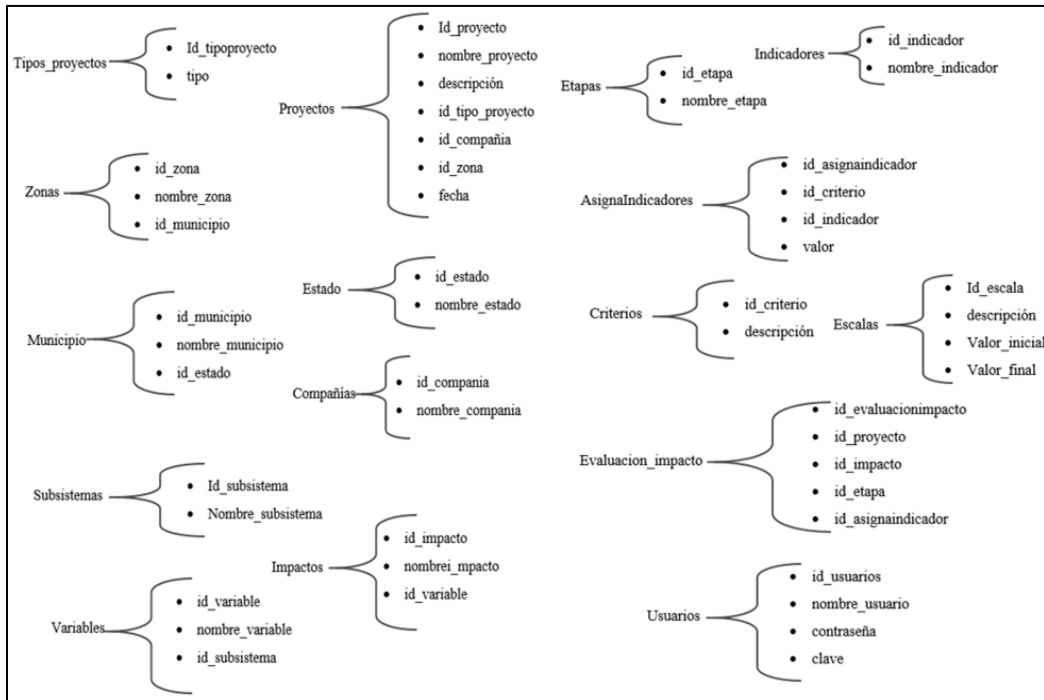


**Figura 4.** Modelo de esquematización del sistema autoría propia.

## Desarrollo.

Análisis previo de datos.

El análisis de datos, parte de los requisitos que surgen en el proceso de estudio del problema y arroja como resultado lo que debe hacer el sistema para encontrar una solución al problema. De igual manera tiene por objetivo la obtención de una especificación detallada del sistema que satisfaga las necesidades de información de los usuarios y sirva de base para el posterior diseño del modelo Entidad-Relación.



**Figura 5.** Análisis de datos autoría propia.

El diagrama de flujo aporta una definición más clara del problema en estudio, proporciona una solución por medio de una expresión lógica de esta manera puede observarse la secuencia de las operaciones, sirviendo como una guía. (Battistutti, 2015).

El presente diagrama marca los procesos del sistema, entradas, salidas y sus formas de almacenamiento de datos.



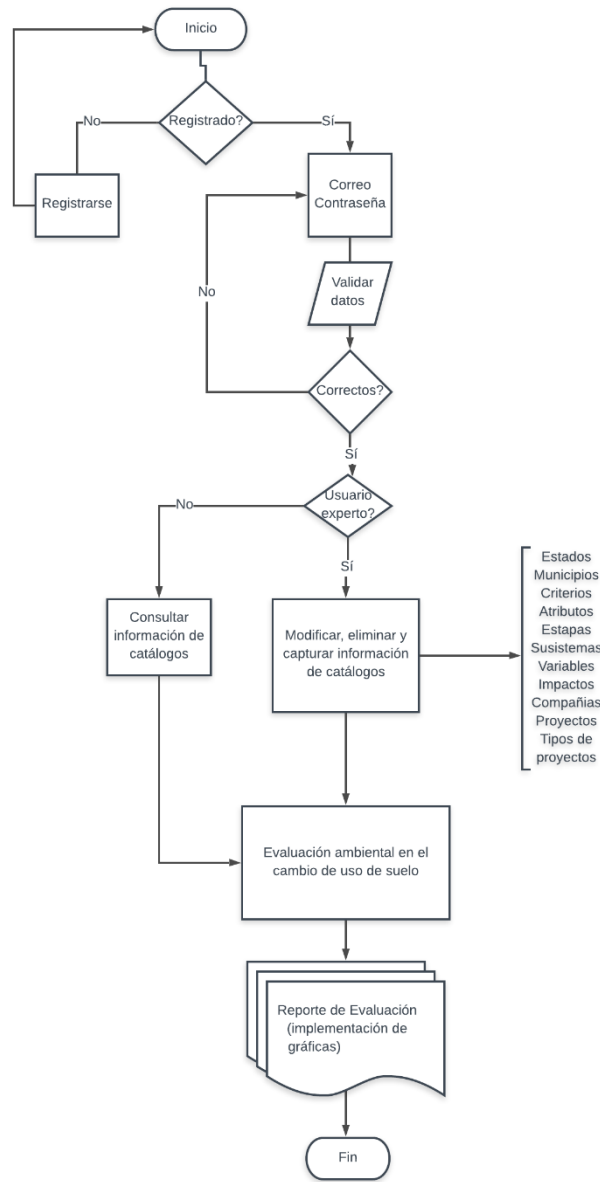
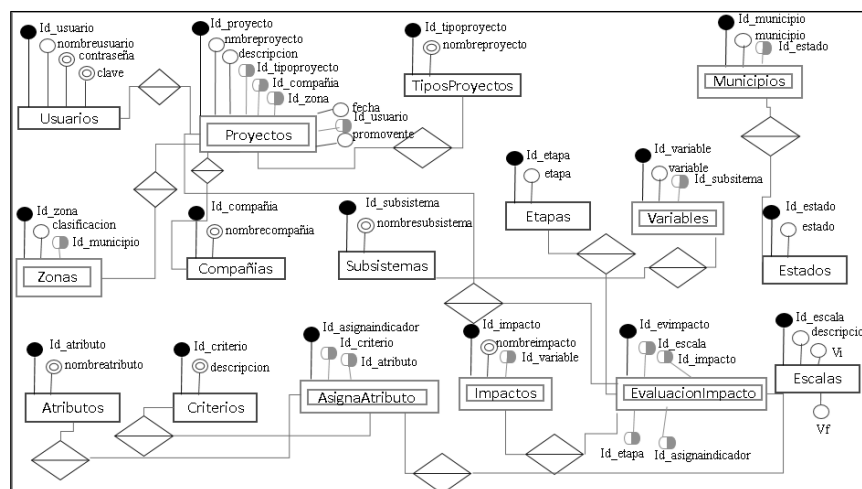


Figura 6. Diagrama de flujo del proceso de evaluación por parte del usuario autoría propia.

### Diseño del Modelo Entidad Relación (E-R).

Es un diseño conceptual que parte de un conjunto de objetos básicos llamados entidades y de unas relaciones entre estos objetos, se utiliza para esquematizar la estructura lógica general de lo que será la base de datos, además de que permite la representación visual de cualquier abstracción, percepción y conocimiento en un sistema de información. (Cuadra, y otros, 2013).

El presente Modelo Entidad Relación se desarrolló aplicando la normalización, con la finalidad de evitar la redundancia de los datos, disminuir problemas de actualización y proteger la integridad de los mismo, de esta manera se contará con un mejor desempeño de la base de datos a futuro.



**Figura 7.** Modelo Entidad Relación autoría propia.

## Conclusiones.

Los métodos establecidos en el proceso de evaluación de impactos ambientales son esenciales para partir con desarrollo del sistema, de esta manera surge la necesidad de realizar un análisis previo de datos para el desarrollo de la estructura lógica que tendrá el sistema, posteriormente se diseñó el Modelo Entidad Relación para implementar la base de datos ya planificada, permitiendo identificar la estructura lógica que tendrá el sistema para el funcionamiento correcto, de esta manera se podrá garantizar evitar la duplicidad de registros y de igual manera la integridad referencial.

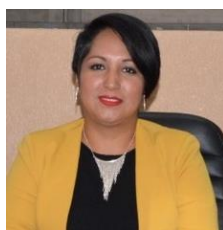
## Referencias bibliográficas.

- Battistutti, O. C. (2015).** Metodología de la programación . En O. C. Battistutti, *Metodología de la programación*. México: Alfaomega.
- Coria, I. D. (2008).** *Redalyc*. Obtenido de El estudio de impacto ambiental: características y metodologías: <https://www.redalyc.org/pdf/877/87702010.pdf>
- Cuadra, D., Castro, E., Inglesias, A. M., Martínez, P., Calle, F. J., & Moreno, L. (2013).** Desarrollo de Base de Datos: casos prácticos desde el análisis a la implementación. En D. Cuadra, E. Castro, A. M. Inglesias, P. Martínez, F. J. Calle, & L. Moreno, *Desarrollo de Base de Datos: casos prácticos desde el análisis a la implementación*. AlfaOmega.
- Sommerville, I. (2002).** Ingeniería de software. En I. Sommerville, *ingeniería de software*. Addison Wesley.

### Información de autores.



**Miriam Martínez Solís** es estudiante de séptimo semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo, Estado de México.



**Mariana Carolyn Cruz Mendoza** es Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo, Estado de México, cuenta con Maestría en Ingeniería en Sistemas Computacionales por el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Tiene la distinción de Perfil Deseable ante PRODEP y es miembro del cuerpo académico en formación “procesamiento de datos con industria 4.0” del Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo.



**César Primero Huerta** es Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo, Estado de México, cuenta con Maestría en Ingeniería en Sistemas Computacionales por el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Tiene la distinción de Perfil Deseable ante PRODEP y es Líder del Cuerpo Académico en Formación “procesamiento de datos con industria 4.0” del Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo.



**José Antonio De La Cruz Hernández** es biólogo y cuenta con una Maestría en Desarrollo Rural por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco; Tiene un diplomado Universitario en Ecología, Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental en la Universidad Iberoamericana, Plantel Santa Fe; es candidato a Doctor en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales en el área de Procesos Sociales en el Medio Rural, por la Universidad Autónoma del Estado de México.



**Yasmín Elizabeth Reyes Martínez**, es Ingeniero I y cuenta con una Maestría en Administración por la Universidad Tecmilenio, plantel Morelia; tiene un diplomado en Lean Manufacturing, es Perfil Deseable ante PRODEP y es miembro del Cuerpo Académico en Formación “Diseño y Mejora de Procesos”, del Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo.