

# SISTEMA WEB DE CÁLCULO Y ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN EN EL SECTOR DE LA MECANIZACIÓN AGRÍCOLA UTILIZANDO YII FRAMEWORK

*Alexis Milton Hidalgo Aguilar*

Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales,  
Universidad Técnica del Norte,  
Avenida 17 de Julio 5-21, Ibarra, Imbabura  
alexi5h@hotmail.com

**Resumen.** *Estudiosos en el tema de la mecanización agrícola señalan que Ecuador actualmente, posee deficiencia en el manejo y mantenimiento de la maquinaria agrícola, a pesar de que el MAGAP “Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca” creó la Dirección de Mecanización Agrícola en el año 2011.*

*El objetivo de este trabajo es desarrollar un sistema web de cálculo y análisis de costos de producción en el sector de la mecanización agrícola, utilizando la herramienta Yii Framework.*

*El proyecto interviene directamente en el área de la mecanización agrícola y significa una urgente solución a los problemas que resultan de la mala administración de maquinaria agrícola, incluyendo el análisis de costos de producción en su utilización.*

## Palabras Claves

Mecanización agrícola, MAGAP, sistema web, costos de producción.

## 1. Introducción

Varios países actualmente están tratando de elevar su nivel de mecanización agrícola mediante la compra y/o distribución de cosechadoras y tractores. La FAO motiva a sus países miembros a identificar su situación y analizar las dificultades de los agricultores, además, a revisar sus diferentes acuerdos en donde se involucren estas dificultades o necesidades. [1]

En el Ecuador, el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) con el objetivo de contribuir

a la productividad, ejecuta varios proyectos donde se entregan insumos agrícolas, como sembradoras, trilladoras, maquinaria para elaboración de quesos, entre otras. De estos proyectos, existe uno que se acerca al tema de la mecanización agrícola y es el convenio entre el MAGAP y el Banco Nacional de Fomento (BNF), que consistió en entregar 10 tractores y 10 motocultores a cinco asociaciones agropecuarias de Imbabura.

En este acuerdo, el MAGAP subsidia el costo de la maquinaria en un 70% y el otro 30%, lo asumen las entidades beneficiadas, además, el MAGAP ofrece asistencia técnica para que la maquinaria esté en óptimas condiciones de uso. [2]

Para que se logre garantizar la productividad de las tierras es necesario la aplicación de tecnología y de un nivel suficiente de conocimientos y sistemas de gestión agrícola, es así, que la implementación de un sistema informático que realice los procesos necesarios por los productores, se considera como un gran avance de la mecanización agrícola.

### 1.1 Objetivo General

Desarrollar un sistema web de cálculo y análisis de costos de producción en el sector de la mecanización agrícola, utilizando Yii Framework.

### 1.2 Objetivos Específicos

Analizar y definir el proceso de cálculo de costos de producción de la maquinaria agrícola.

Aplicar la metodología XP con todas sus fases en el desarrollo del sistema.

Desarrollar el sistema informático y un modelo de reportes gráficos y estadísticos de los resultados obtenidos en el análisis de costos.

Validar la calidad del software en uso aplicando la norma ISO/IEC 25022.

### 1.3 Alcance

El proyecto está directamente relacionado con la ingeniería agrícola y se aplicará en empresas de su misma área, concretamente en entidades en donde la rama de estudio denominada mecanización agrícola esté involucrada.

Además, abarca la parte económica en donde se calculará y evaluará los costos totales que implique la utilización de maquinaria en alguna actividad de producción agrícola.

Las áreas en las que se involucrará el sistema son:

**Tecnológica.** El sistema será implementado en plataforma Web, por lo tanto, requerirá de Internet para su utilización.

**Económica.** Da a conocer la valoración económica de los tractores como su precio, costos fijos y variables.

**Física.** Identifica la potencia, fuerza, velocidad y características del tractor, así como su volumen y peso.

### 1.4 Funcionalidad

Las funcionalidades del sistema web desarrollado en beneficio de las actividades agrícolas son:

**Búsqueda de maquinaria:** Antes de comenzar una actividad productiva, el sistema proporcionará información de los tractores que pueda utilizar el agricultor.

**Detalle de Costos de Maquinaria:** El sistema calculará y el usuario podrá evaluar los costos de depreciaciones, costos fijos y variables de la maquinaria en alguna actividad de producción agrícola.

**Reportes:** Es posible generar un reporte de estado actual o de tipo historial de la maquinaria utilizada en una actividad.

**Análisis de Costos:** El sistema generará valores de costos de los insumos, maquinaria y mano de obra de acuerdo a los parámetros que el usuario ingrese en una actividad agrícola.

### MODULOS DEL PROYECTO

La estructura del sistema contendrá los siguientes módulos de registro y procesos:

**Administración de Usuarios:** En este módulo, el sistema permite gestionar la creación, edición y asignación de roles a usuarios. Además, en este módulo es posible la administración de Operaciones, Tareas y Roles que el sistema va registrando conforme se vayan creando controladores y vistas. Todas estas operaciones sólo puede realizarlas un usuario de tipo Administrador.

**Catálogos:** Este módulo se destina a la administración de los catálogos almacenados en la base de datos que son datos constantes del sistema y solo en casos especiales se podrán modificar. Las vistas respectivas se ubican en un menú de administración y son accesibles por Clientes y Administradores.

Los catálogos son: Tipos de maquinaria (aperos), marcas, Piezas de tractores, Actividades Agrícolas, Tractores.

**Costos:** En este módulo es posible realizar y mostrar todos los cálculos de costos referentes a maquinaria que necesita conocer un cliente del sistema web, dependiendo de los permisos que posea. Los costos se organizan en diferentes vistas:

**Depreciaciones:** El sistema muestra al usuario un formulario inicial luego que un tractor ha sido ingresado, el cual tiene los campos respectivos para realizar el cálculo de 3 tipos de depreciaciones de la máquina: Depreciación lineal, Depreciación por balance y Depreciación por suma de dígitos.

Una vez que se ha calculado las depreciaciones, se muestra al usuario una vista con el detalle de las mismas, en forma de tablas de datos y gráficos lineales (reportes). Además, según los permisos que tenga el usuario, podrá hacer una exportación en formato PDF de los reportes.

**Costos fijos:** Para obtener los costos fijos que un tractor supone según sus características, el sistema muestra al usuario un formulario similar al de depreciaciones con parámetros necesarios para el respectivo cálculo.

Los costos fijos se dividen en 4 tipos: Costos por seguro, Costos de recuperación de capital, Costos por albergue y Costos por interés al saldo sobre el capital financiado.

Similar a las depreciaciones, una vez que se haya calculado los costos fijos, el usuario podrá acceder a un reporte completo, detallado en tablas y gráficos de estos costos y según los permisos de usuario tendrá la posibilidad de exportar el reporte.

Costos variables: Para el cálculo y reporte de costos variables de la maquinaria se requiere que estén calculadas las depreciaciones y los costos fijos. Además, se requiere de los valores de motohoras por hora de las diferentes actividades agrícolas, ya que estos datos son parámetros de cálculo. Si este primer requisito se cumple, el sistema mostrará al usuario dos formularios en donde se realizará un proceso de cálculo de costos variables de la máquina que se organizan de la siguiente manera: Costos teórico, Costos por seguimiento y Costos por seguimiento para rastra de Discos.

La organización mostrada anteriormente se aplica para la mayoría de tractores, en casos especiales el usuario considerará solamente los costos por seguimiento para su análisis. Cuando el cálculo está realizado, el sistema muestra al usuario el estado actual de los costos variables en forma de tablas de datos, y dependerá del usuario si necesita agregar más datos al reporte.

**Cálculos:** El actual módulo registra todos los cálculos que se realizan con valores almacenados en el módulo de costos. Proporciona el análisis final de costos de cada tractor que se muestra detallado en el módulo de Reportes.

Además, contiene la funcionalidad de realizar el seguimiento al tractor por motohoras para así mantener al usuario con datos actualizados de las actividades que ha realizado el tractor.

El actual módulo está organizado para almacenar los siguientes datos: Parámetros de cálculo de motohoras por actividad agrícola y Actividad registrada del tractor en motohoras.

**Reportes:** Se considera como módulo la sección de Reportes ya que la cantidad de estos es extensa y posee funcionalidades que necesitan ser organizadas de forma independiente en el sistema. Todos los reportes dan al usuario la posibilidad de exportarlos y utilizarlos como considere conveniente.

Los reportes que el sistema muestra al usuario son: Depreciaciones, Costos fijos, Costos fijos totales, Análisis de la Máquina, Punto de equilibrio por costos unitarios, Punto de equilibrio por costos totales y Análisis y variación de costos.

## 1.5 Justificación

La elaboración de un sistema informático que optimice el proceso de cálculo de costos en la mecanización agrícola, resuelve los problemas comunes que se dan en este ámbito, como errores humanos, lentitud en la entrega de reportes, e incluso, seguridad de la información.

La estrategia de implementación del sistema en la web es clave ya que el acceso a Internet actualmente abarca a la mayoría de personas en el planeta, por tanto, el sistema será accesible a las personas que lo usen.

Con esto, se concluye que, el uso eficiente de la maquinaria agrícola, teniendo en cuenta las características del terreno, la disponibilidad de recursos financieros que se integren a otras tecnologías de producción racional, promueve el crecimiento económico, evitando un impacto considerable al ambiente. [3]

## 2. Metodología

El Sistema Web está desarrollado bajo lenguaje PHP, utilizando el framework de Yii que incluye librerías de JavaScript y CSS (jQuery y Bootstrap).

Todos los lenguajes y tecnologías son de libre acceso por lo que posibilitan realizar mejoras futuras y un mantenimiento constante del sistema sin restricciones.

Para el desarrollo del proyecto se utilizó la metodología XP.

El producto es un sistema Web, por lo tanto, requiere de recursos para acceder a Internet como son el alojamiento y disponibilidad (servidor web).

En cuanto a requisitos para el usuario final no es de mayor trascendencia, ya que sólo necesitará un navegador web con acceso a Internet.

ARQUITECTURA          MODELO          VISTA  
CONTROLADOR

Es un patrón de diseño de software que se fundamenta en separar el código de programación en tres capas diferentes (modelos, vistas y controladores) con el fin de crear software más robusto, que permita la reutilización de código y facilidad de mantenimiento. [3]

Flujo de control:

1. El usuario realiza una petición en la interfaz.
2. El controlador recibe la petición y trata el evento de entrada.
3. El controlador solicita al modelo la acción del usuario, y éste devuelve la información requerida.
4. El controlador genera una nueva vista que usa los datos del modelo.
5. Finalmente, la vista espera otra petición del usuario para repetir el proceso.

A continuación, un diagrama del flujo de información de la arquitectura MVC:

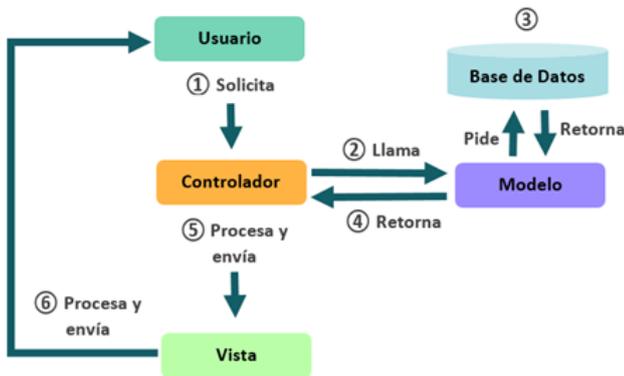


Figura 1: Arquitectura MVC

### 2.1 Fase de Planeación

Los requerimientos del cliente se los agrupó en iteraciones, las cuales contienen sus respectivas historias de usuario.

ITERACIÓN	DESCRIPCIÓN
Iteración 1	Ingreso de información de tractores (aperos) en el sistema, sus características y cálculo de depreciaciones.
Iteración 2	Cálculo de costos fijos y parámetros para actividades del tractor.
Iteración 3	Cálculo de costos variables de tractores y análisis de resultados.
Iteración 4	Generación de reportes y registro de seguimiento.

Tabla 1. Planificación de Iteraciones

### 2.2 Fase de Diseño

En esta fase se detallan los procesos del sistema utilizando diagramas y la arquitectura general del sistema de mecanización agrícola.

Además, se describe a los actores del proceso junto a las actividades posibles de cada uno en el sistema.

#### ACTORES DEL PROCESO

Cliente: El cliente se define como un usuario con posibilidad de administrar su maquinaria agrícola que luego se mostrará al público. Tiene conocimientos acerca de los

costos básicos que supone su maquinaria y la ingresa al sistema con el objetivo de recomendarla a los agricultores que usarán la aplicación para consultar máquinas para sus actividades agrícolas. Esta persona tiene acceso a los formularios principales para su maquinaria y posee permisos especiales para modificar los datos de cada máquina.

Administrador: El administrador es el máximo nivel de usuarios del sistema web, así que podrá realizar todos los procesos que la aplicación posea. Esta persona estará dispuesta a brindar soporte técnico a los usuarios con roles más bajos dentro del sistema y ofrecerá la ayuda necesaria para evitar inconsistencias en los datos. Además, realizará un mantenimiento tanto al sistema como a la base de datos en lapsos de tiempo determinados por una estimación que el mismo administrador considere.

Usuario invitado: Es el rol más bajo dentro del sistema y tendrá permisos sólo para visualizar información calculada y anteriormente ingresada por un usuario cliente. El usuario tendrá acceso a los reportes de costos y detalle de una máquina (tractor). Esta persona podrá usar esta información como considere necesaria para que pueda realizar su actividad agrícola sin restricciones.

### ARQUITECTURA DEL SISTEMA

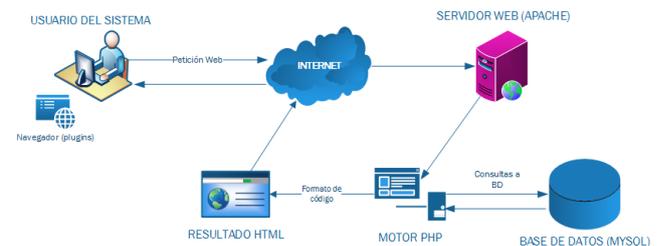


Figura 2: Arquitectura del Sistema Web

### 2.3 Fase de Codificación e Implementación

En esta fase de codificación de la información dentro de la metodología XP, se presenta el modelo de la Base de Datos que se empleó para el Sistema web de cálculo y análisis de costos de producción en el sector de la mecanización agrícola utilizando yii framework.

Este diseño está organizado por módulos de tablas, separando lo operativo de los catálogos y la seguridad.

Los módulos de la BD son:

Usuarios (Crugs): Este módulo está destinado para el control de usuarios y roles en Yii Framework, y permitirá al usuario realizar: Edición visual de Roles, tareas y operaciones, Registro, login, lostpassword, Gestión avanzada de usuarios, Campos de perfil personalizables en línea y Uso avanzado de correos basados en vistas.

El módulo es parte de una API completa para el framework utilizado, por tanto, hace posible avanzados controles de Programación Orientada a Objetos para gestionar sesiones, monitorear, controlar eventos y más.

**Catálogos:** En este módulo tenemos la información constante proporcionada por las empresas agrícolas, la cual puede ser modificada solo en casos especiales.

**Costos:** En el presente módulo se manejará todo lo referente a costos de maquinaria (tractores), organizando las tablas como se lo hizo en la descripción de los módulos del Sistema.

**Cálculos:** Este módulo presenta los parámetros de cálculo que requieren los tractores para su análisis de costos, además aquí se registra los costos finales que resultaron de los módulos anteriores.

### 3. Resultados

Los resultados se organizaron como conjunto de pruebas funcionales que se describen a nivel de iteraciones, cada una posee su detalle, condiciones de ejecución, datos de entrada y el resultado.

#### INGRESO DE INFORMACIÓN DE TRACTORES EN EL SISTEMA, Y CÁLCULO DE DEPRECIACIONES

**Descripción:** El usuario, una vez ingresado en el sistema accederá al ítem del menú “Tractores” y creará un nuevo tractor con sus especificaciones técnicas, posteriormente ingresará los parámetros necesarios para el cálculo de los 3 tipos de depreciaciones.

**Condiciones de ejecución:** El usuario deberá tener acceso a Internet en su computador o móvil, y poseer credenciales (usuario y contraseña) para ingresar al Sistema con un rol que le permita agregar tractores.

**Entrada:** Credenciales (usuario y contraseña), Especificaciones técnicas del tractor y Valores de compra y seguro.

**Resultado:** Si el usuario tuvo permisos de creación, se mostró el formulario principal del tractor, el cual validó que la información requerida sea correcta, una vez ingresado apareció otro formulario con campos necesarios para el cálculo de depreciaciones, al aceptar, se mostró una pantalla de información del tractor.

#### CÁLCULO DE COSTOS FIJOS Y PARÁMETROS PARA ACTIVIDADES DEL TRACTOR

**Descripción:** El usuario, una vez ingresado en el sistema y en la pantalla de información del tractor, seleccionará la opción “Generar Costos Fijos”, la cual le llevará a un formulario de parámetros necesarios para calcular los costos fijos que supone el tractor. Además, en la pantalla de información del tractor, el usuario seleccionará la opción “Parámetros de cálculo por Actividad” y luego agregará actividades agrícolas junto a los coeficientes que corresponda, o importará estos de algún tractor ingresado previamente. Para agregar parámetros de cálculo, el usuario previamente agregará actividades agrícolas como catálogo accediendo a la administración de catálogos, seleccionando el ícono de usuario y luego el menú de administración.

**Condiciones de ejecución:** El usuario debe tener acceso al sistema web, además debe haber ingresado previamente los parámetros del tractor para el cálculo de las depreciaciones, caso contrario, no podrá visualizar el botón de “Generar Costos Fijos”. Para los “parámetros de cálculo por actividad”, es necesario tener datos en el catálogo de actividades agrícolas.

**Entrada (generar costos fijos o parámetros de cálculo):** Credenciales (usuario y contraseña), Clic en Menú “Tractores”, Clic en “Ver Info” del tractor, Clic en “Generar Costos Fijos” o “Parámetros de cálculo por Actividad” e Información requerida.

**Entrada (actividad agrícola):** Clic en botón de Usuario, Clic en menú Administración, Clic en Catálogos – Actividades Agrícolas.

**Resultado (generar costos fijos o parámetros de cálculo):** Se comprobó que el usuario tenga permisos de ingresar datos para cálculo de costos fijos o parámetros de cálculo. El sistema validó que los datos ingresados en los formularios estén correctos, al ser así, se mostró un mensaje de confirmación y en la pantalla principal del tractor se activó más opciones dependientes de esta información ingresada.

**Resultado (actividad agrícola):** Se comprobó que el usuario tenga permisos de acceder a la administración de catálogos. Se validó que la información requerida sea correcta, luego se guardó en Base de Datos y el usuario pudo visualizar el registro.

#### CÁLCULO DE COSTOS VARIABLES DE TRACTORES Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

**Descripción:** El usuario ingresará datos de costos teóricos y de seguimiento del tractor para obtener el análisis de costos totales.

**Condiciones de ejecución:** El usuario debe tener los permisos para ingresar los datos de costos teóricos y de

seguimiento, además, el tractor debe tener calculado sus costos fijos y los parámetros de cálculo por actividad agrícola.

Entrada: Precios del mercado, parámetros de cálculo para costos teóricos y detalle de mantenimiento del tractor.

Resultado: Una vez ingresados los datos de costos teóricos y de seguimiento, el usuario pudo visualizar en la pantalla principal del tractor los reportes de punto de equilibrio.

#### GENERACIÓN DE REPORTE Y REGISTRO DE SEGUIMIENTO

Descripción: El usuario podrá visualizar dos reportes gráficos: Punto de Equilibrio por Costos Unitarios y Punto de Equilibrio por Costos Totales, además podrá registrar la actividad diaria del tractor y visualizarla.

Condiciones de ejecución: El usuario debe tener permisos de visualización de reportes y el tractor debe tener ingresado costos fijos y variables.

Entrada: Actividad del tractor (en motohoras), filtro de fechas para el reporte de seguimiento.

Resultado: En la pantalla principal del tractor, el usuario pudo ver y exportar los gráficos de punto de equilibrio, al acceder a Registrar Actividad e ingresar datos, pudo visualizar un reporte de actividades en la sección "Seguimiento de Actividades".

## 4. Conclusiones

Se analizó y aplicó el proceso de cálculo de costos de producción de la maquinaria agrícola.

Se realizó el cálculo de las depreciaciones, costos fijos y variables de la maquinaria agrícola a partir de las especificaciones técnicas de la máquina y parámetros externos de cálculo.

Se aplicó con éxito la metodología XP y todas sus fases en el sistema web.

Se desarrolló un sistema web de cálculo y análisis de costos de producción en el sector de la mecanización agrícola utilizando Yii Framework de PHP, además de un modelo de reportes estadísticos de los resultados obtenidos en los cálculos.

Luego de aplicar la norma ISO/IEC 25022 SQuaRE para medir la calidad del software, se determinó que el sistema web es aceptable con un 88.43% ya que cumple con las tareas para las cuales fue diseñado.

## Agradecimientos

Agradezco a mis padres y hermanas, por su incondicional apoyo en todo el transcurso de mi carrera universitaria ya que fueron mi motivación para superarme.

A la Universidad Técnica del Norte y Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, por permitirme crecer como persona en un ambiente del cual adquirí nuevos conocimientos.

Al Ph.D Fernando Caicedo, que fue la persona que tuvo la iniciativa para desarrollar este proyecto y fue parte fundamental para la culminación del mismo.

A mi tutora, Ing. Mgs. Cathy Guevara, que nunca dudó en apoyarme y brindarme sus conocimientos en todo el ámbito educativo para hacerme crecer como profesional.

A mi querida María Elena, que contribuyó con sus conocimientos para el desarrollo de mi proyecto y que, gracias a su insistencia y tiempo compartido, logré la culminación del mismo.

A mis compañeros de trabajo, que, con su experiencia y consejos, me ayudaron durante el desarrollo de mi tesis y formación laboral.

## Referencias Bibliográficas

- [1] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, «FAO,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/ag/ags/mecanizacion-agricola/estrategia-de-mecanizacion-agricola-ema/es/>.
- [2] Revista El Agro, «Revista El Agro,» 1 Abril 2014. [En línea]. Available: <http://www.revistaelagro.com/mecanizacion-agricola-necesidad-creciente-en-el-pais/>.
- [3] A. Quesada, «SlideShare,» 25 septiembre 2014. [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/momitoaq/generalidades-sobre-mecanizacion-agricola>.
- [4] M. A. Alvarez, «desarrolloweb.com,» 02 enero 2014. [En línea]. Available: <http://www.desarrolloweb.com/articulos/que-es-mvc.html>.

## Sobre el Autor

**Alexis HIDALGO** nació en la ciudad de Ibarra, inició sus estudios en la escuela "Rafael Suárez Meneses", sus estudios secundarios los realizó en la Unidad Educativa "Teodoro Gómez de la Torre", continuó con sus estudios universitarios en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad Técnica del Norte.