



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



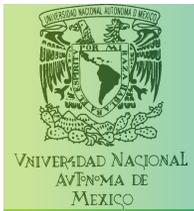
Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



ESTUDIO PARA LA NIVELACIÓN DE LA PARCELA SIETE DEL CENTRO DE ENSEÑANZA AGROPECUARIA DE LA FES-CUAUTILÁN

Karen Ivonne Hidalgo Téllez, Homero Alonso Sánchez



Fecha de presentación del 09 al 11 de junio de 2021





Introducción

La nivelación de terrenos agrícolas impacta de forma importante en la mejora del desempeño del riego parcelario en el riego por gravedad en cuanto a la eficiencia de aplicación, la uniformidad y distribución del agua, incluyendo la reducción de tiempo de riego (Prado y Hernández, 2014).

Existen dos criterios principales en el diseño de la nivelación: a) Seleccionar la pendiente que maximice la efectividad de un sistema de riego existente o que se esté planeando adoptar. b) Seleccionar la pendiente que minimice el movimiento de tierras (Hernández y Sánchez, 2007).

Debido a que el diseño del riego por gravedad está concebido estrictamente en la parcela, un proyecto de nivelación permite mejorar las condiciones de manejo para lograr una mayor producción de los cultivos y hacer un uso racional del agua en la irrigación agrícola.



Objetivo

Proyectar la nivelación de tierras de una parcela demostrativa de la Unidad Agrícola del Centro de Enseñanza Agropecuario (CEA) perteneciente a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán para contribuir a mejorar el uso del agua de riego.

Proyectar la nivelación de tierras en dos periodos (2019 y 2021) para identificar las diferencias en los volúmenes de movimiento de tierras.



REDMI NOTE 8
AI QUAD CAMERA



Metodología

El área de producción de la Unidad Agrícola del Centro de Enseñanza Agropecuaria (CEA), perteneciente a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES-C) en el Estado de México (a 2255 msnm), se encarga de producir forraje para abastecer los requerimientos del CEA.



La red de riego se compone de infraestructura hidroagrícola para distribuir el agua a las parcelas de producción. Actualmente, se conoce que el área de producción del CEA presenta desniveles y pendientes encontradas, además de las visibles necesidades de rehabilitación de la infraestructura.



Metodología



- Se realizó la planeación de los trabajos utilizando información cartográfica digital. Con la planeación de gabinete se realizó un recorrido de campo para organizar los trabajos topográficos.
- En los dos escenarios (2019 y 2021), se obtuvieron las condiciones de la superficie de la parcela siete de la Unidad Agrícola del CEA.

Con la información de campo se procedió a realizar el trabajo de gabinete para el proyecto de nivelación de la que se describe en los siguientes apartados.

- I. Obtención de la ecuación del plano proyecto
- II. Ajuste del plano proyecto
- III. Cálculo del volumen de corte y relleno





Resultados

Obtención de la ecuación del plano proyecto 2019

$$\hat{Z}_{ij} = A + BX_i + CY_j$$

Para obtener la ecuación del plano proyecto, $\hat{Z}_{ij} = A + BX_i + CY_j$, se aplicó el método de mínimos cuadrados.

$$\hat{Z}_{ij} = 2,250.843 + (-0.001348)X_i + (-0.000785)Y_j$$

Los coeficientes de X_i e Y_j son las pendientes naturales que generan el mínimo movimiento de tierras, los valores negativos son congruentes con las condiciones de la parcela. En la parcela siete, la regadera se traza en dirección del eje X y el trazo del riego corresponde con el eje Y ; las pendientes son apropiadas para el diseño del riego por gravedad, pero pertenecen a un plano imaginario con mínimo movimiento de tierras y el suelo se debe desvanecer para eliminar los altos y bajos.

El elemento clave para obtener proyectos económicos en la nivelación de tierras, es la determinación de las pendientes proyecto, ya que a partir de éstas se calculan las cotas proyecto y los datos de construcción, es decir, los espesores de corte y relleno (Comisión Nacional de Agua, 2014).



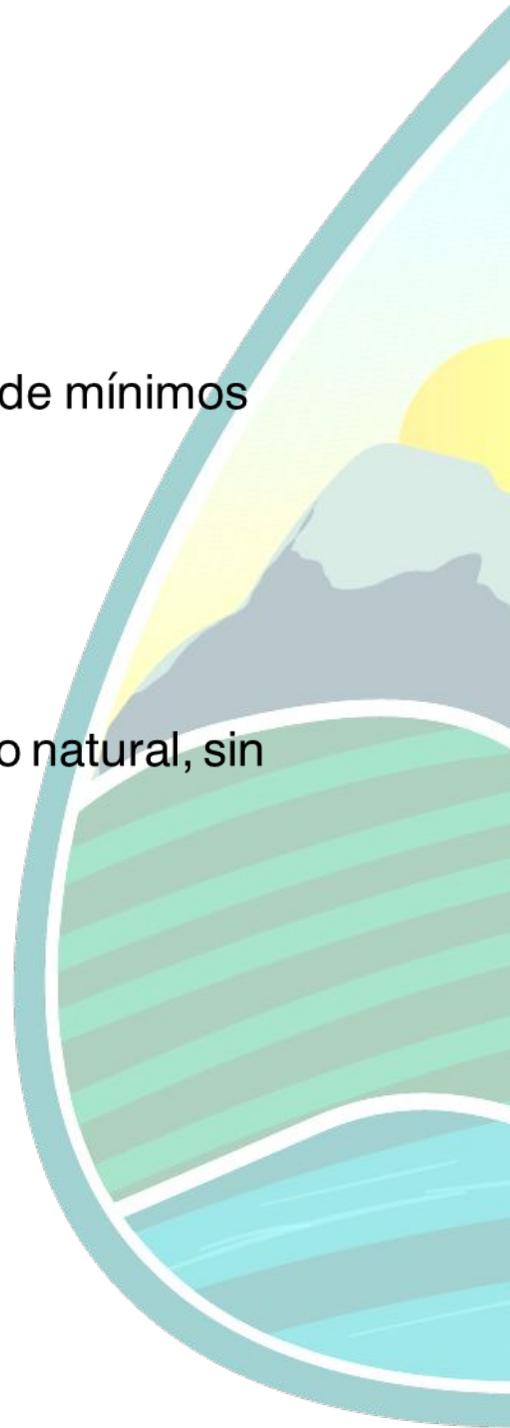
Resultados

Obtención de la ecuación del plano proyecto 2021

Para obtener la ecuación del plano proyecto, $\hat{Z}_{ij} = A + BX_i + CY_j$, se aplicó el método de mínimos cuadrados.

$$\hat{Z}_{ij} = 2,251.297 + (-0.001551)X_i + (-0.001140)Y_j$$

El valor de la ordenada al origen parece sobrepasar el rango de elevaciones del terreno natural, sin embargo, este valor corresponde a la coordenada del origen ($x=0, y=0$).



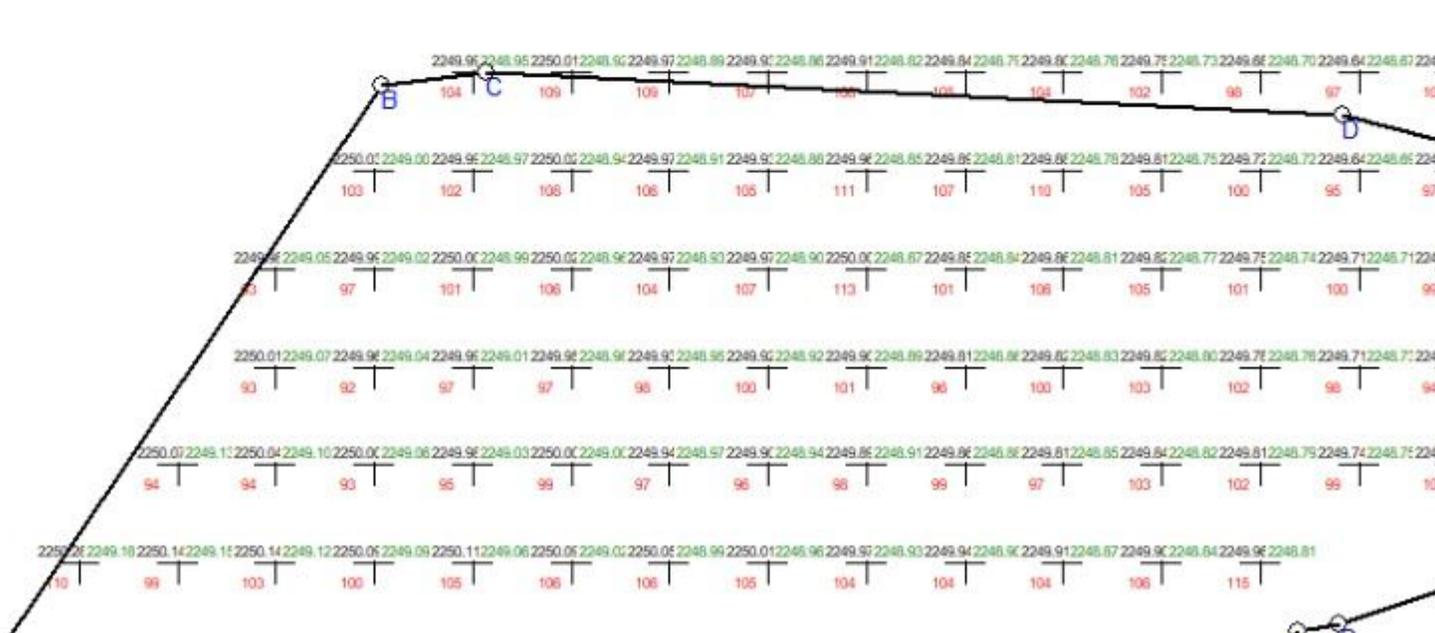


Resultados

Obtención de la ecuación del plano proyecto

Para calcular los volúmenes se necesita una retícula regular, por lo cual, los datos x_i, y_j, z_{ij} del levantamiento por radiaciones y las coordenadas de los vértices de la poligonal del terreno, se procesaron en el programa SINIVET 5.0 para obtener una cuadrícula homogénea de tamaño 20×20 .

En cada nodo de la cuadrícula (i, j) , el programa interpola el valor Z_{ij} del terreno natural ($Z_{ij} (TN)$). En cada nodo también se aplicó la ecuación del plano proyecto que representa la nueva elevación \hat{Z}_{ij} para el mínimo movimiento de tierras.





Resultados

Obtención de la ecuación del plano proyecto

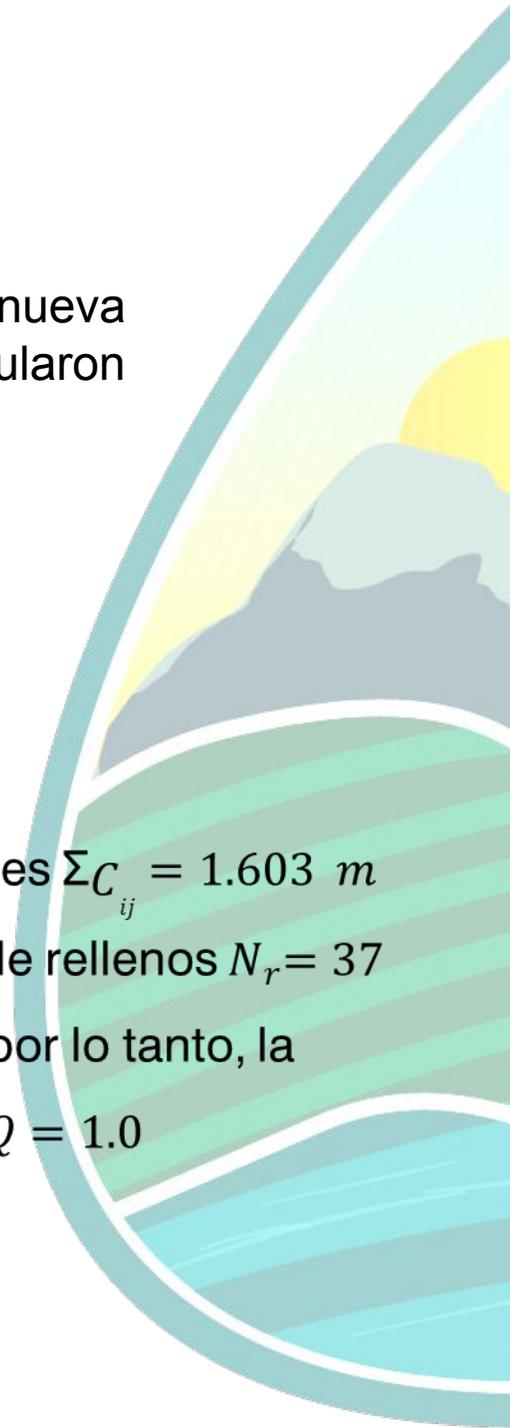
En cada nodo se aplicó la ecuación del plano proyecto que representa la nueva elevación para el mínimo movimiento de tierras; con esos resultados, se calcularon los espesores de corte y relleno

2019

donde se obtuvieron los valores $\Sigma C_{ij} = 1.463 \text{ m}$
y $R_{ij} = 1.191 \text{ m}$, con número de rellenos $N_r = 35$
y número de cortes $N_c = 41$; por lo tanto, la
relación corte/relleno resulta $Q = 1.2$.

2021

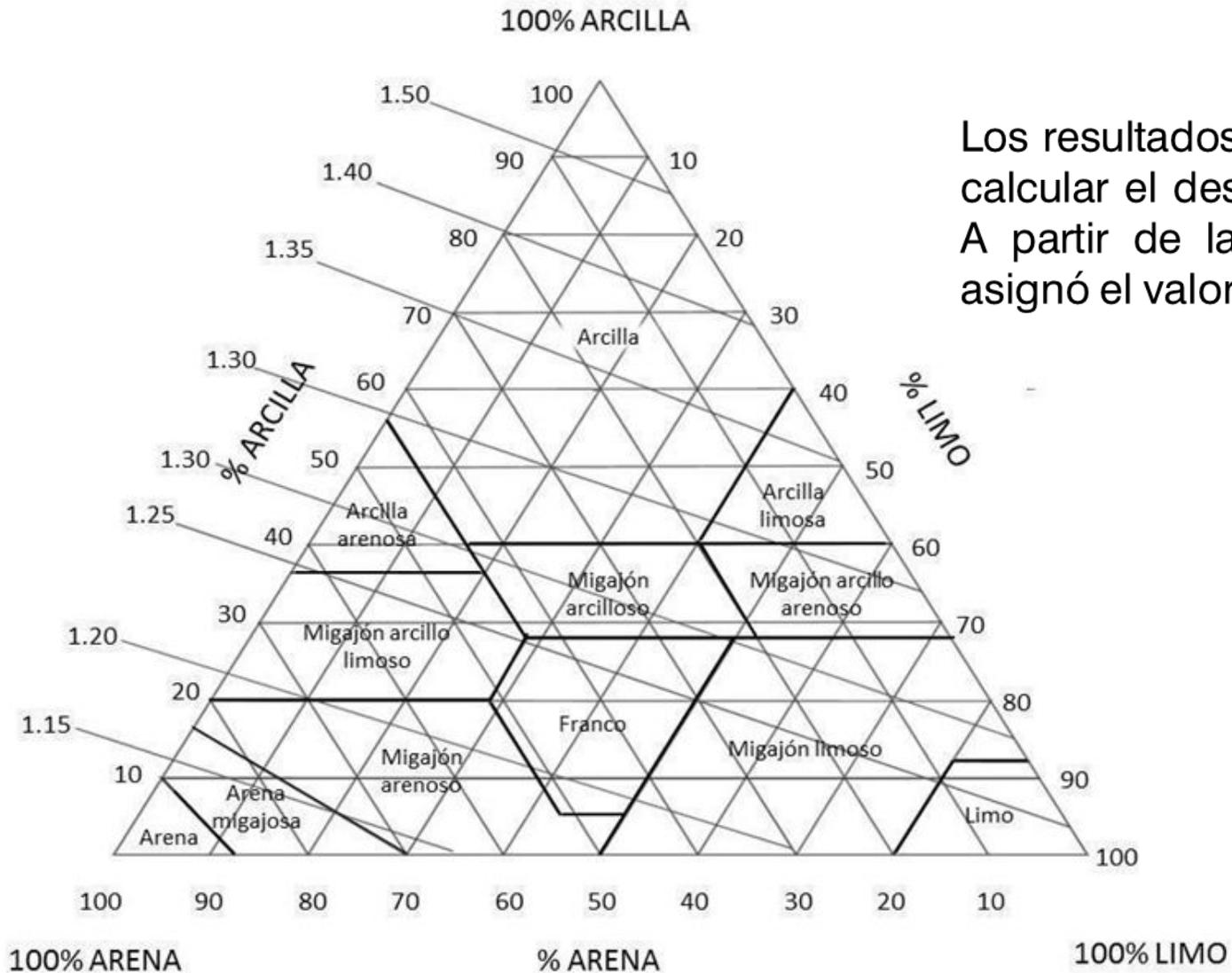
donde se obtuvieron los valores $\Sigma C_{ij} = 1.603 \text{ m}$
y $R_{ij} = 1.578 \text{ m}$, con número de rellenos $N_r = 37$
y número de cortes $N_c = 39$; por lo tanto, la
relación corte/relleno resulta $Q = 1.0$





Resultados

Ajuste del plano proyecto



Los resultados anteriores se utilizaron como insumo para calcular el desplazamiento vertical Δ del plano proyecto. A partir de la textura franco arcillosa del suelo, se le asignó el valor deseado de 1.3 a Q .

Valores recomendados de la relación corte/relleno (Q) en los trabajos de nivelación de tierras.

Propuesto por Trueba, a partir de la textura del suelo.



Resultados

Ajuste del plano proyecto

2019

El ajuste de la ordenada al origen del plano proyecto indica un desplazamiento vertical de 1 mm. Por lo tanto la ecuación para calcular Z_{ij} ajustada a Δ es

$$\hat{Z}_{ij} = 2,250.842 + (-0.001348)X_i + (-0.000785)Y_j$$

Nuevamente se calcularon los espesores de corte y relleno, donde $C_{ij}=1.503$ m y $R_{ij}=1.158$ m

$$Q = 1.3$$

2021

El ajuste de la ordenada al origen del plano proyecto indica un desplazamiento vertical de 5 mm. Por lo tanto la ecuación para calcular \hat{Z}_{ij} ajustada a Δ es

$$\hat{Z}_{ij} = 2,251.292 + (-0.001551)X_i + (-0.001140)Y_j$$

Nuevamente se calcularon los espesores de corte y relleno, donde $C_{ij}=1.806$ m y $R_{ij}=1.400$ m

$$Q = 1.3$$



Resultados

Cálculo del volumen de corte y relleno

El cálculo de los volúmenes de cortes y rellenos se realizó con el método de la adición y el método de los cuatro vértices, utilizando los espesores de corte y relleno ajustados a Δ

		2019	2021
Método de la adición	Volumen de corte (m ³)	601.376	722.234
	Volumen de relleno(m ³)	463.391	559.849
Relación corte/relleno (adim)		1.30	1.30
Costo del movimiento de tierras (\$/m ³)		18,041.28	21,667.02
Método de los cuatro vértices	Volumen de corte (m ³)	447.651	537.060
	Volumen de relleno (m ³)	317.036	413.432
Costo del movimiento de tierras (\$/m ³)		13,429.53	16,111.80
Relación corte/relleno (adim)		1.41	1.28



Las ecuaciones del plano proyecto son diferentes en cada Escenario debido a que las condiciones del terreno modifican los resultados de los cálculos para la nivelación de tierras, por ejemplo, la mecanización genera movimientos que modifican las pendientes en cada paso del implemento, además de que en una parcela que se riega por gravedad, las labores del cultivo causan desacomodos en la superficie.

Se encontraron diferencias en las pendientes y por lo tanto en los volúmenes de corte y relleno; se atribuye el cambio del relieve a la dinámica de la parcela. En este sentido se recomienda realizar el cálculo previo a la ejecución de la nivelación en las condiciones reales.

Con el cálculo de los volúmenes de cortes y rellenos con dos métodos diferentes, adición y cuatro vértices, se estimó el costo de movimiento de tierras por m^3 . El método de la adición genera valores más bajos de movimientos de tierra, pero la literatura señala que el método de los cuatro vértices es más preciso que el método de la adición.





Agradecimientos

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica

(PAPIIT: IA208519)





Literatura citada

- Comisión Nacional de Agua. 2014. Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola. Gerencia de Distrito de Riego. Proyecto de riego por gravedad tecnificado (RIGRAT). *Curso de capacitación: Nivelación de tierras para el riego por gravedad.*
- Hernández, S. F., Sánchez, B. J. 2007. Nivelación de tierras. En *Manual para diseño de zonas de riego pequeñas*. Instituto Mexicano de Tecnología de Agua.
- Prado, H. J., Hernández, S. F. 2014. *Nivelación de tierras con tecnología GPS*. Memoria. XXX Presentación de Trabajos de Investigación, Producción y Servicio.





"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



¡GRACIAS!

Karen Ivonne Hidalgo Téllez
Universidad Nacional Autónoma de México

 karen.hgo.tz@gmail.com

