



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



## Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



# ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA RIEGO RESIDENCIAL AUTOMATIZADO: UN ESTUDIO DE CASO.

Sánchez Astello M. M.<sup>1</sup> y Miranda Cruz D.<sup>2</sup>



Fecha de presentación del 09 al 11 de junio de 2021





# Introducción



- Dentro de los diferentes trabajos de ingeniería uno de los puntos más importantes a destacar es la valoración de los proyectos ejecutivos a través de un presupuesto, no solo es proyectar sino cuanto va a costar ese proyecto. En esta parte es donde muchos de los profesionales se detienen al no saber cómo calcular ese monto. Una de las formas más acertadas para realizarlo es a través de paquetes de trabajo, como se le llama en Estados Unidos de América, en México se le conoce como análisis de precios unitarios (APU).
- Para analizar estos precios unitarios se tienen que revisar todos los costos que involucra el ejecutar el concepto de trabajo; es decir, en este precio se incluyen los costos directos correspondientes a la ejecución de este, los costos indirectos (la administración de la empresa que lo realiza), el costo por financiamiento (el costo del dinero por invertirlo en ese proyecto), el cargo por la utilidad del contratista y los cargos adicionales (impuestos).
- Este análisis, debe guardar congruencia con los procedimientos constructivos o la metodología de ejecución, con los programas de trabajo, con la utilización de personal y de maquinaria y del equipo de construcción.



# Objetivos



Determinar el costo de los componentes de un sistema de riego residencial a través de conceptos de trabajo.

Aplicar y difundir una metodología acertada para calcular los costos directos de un sistema de riego residencial.



# Localización del estudio: CDMX



**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA RIEGO RESIDENCIAL AUTOMATIZADO: UN ESTUDIO DE CASO**



# Lugar de estudio



Este trabajo se desarrolló en el parque “Mexicana” ubicado en la localidad de Santa Fe en la ahora alcaldía Álvaro Obregón, al poniente de la Ciudad de México.

La superficie a regar es de 7,508.36 m<sup>2</sup> y está distribuido en seis taludes que a su vez fueron seis secciones de riego, para lo cual existe una obra de toma que conecta con el equipo de bombeo que provee de presión y agua a todo el parque en su primera etapa.

El agua utilizada es procedente de un pozo profundo, y dentro del costo se considera a partir de la toma y el gasto disponible es de 700 lpm.



**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA RIEGO RESIDENCIAL AUTOMATIZADO: UN ESTUDIO DE CASO**

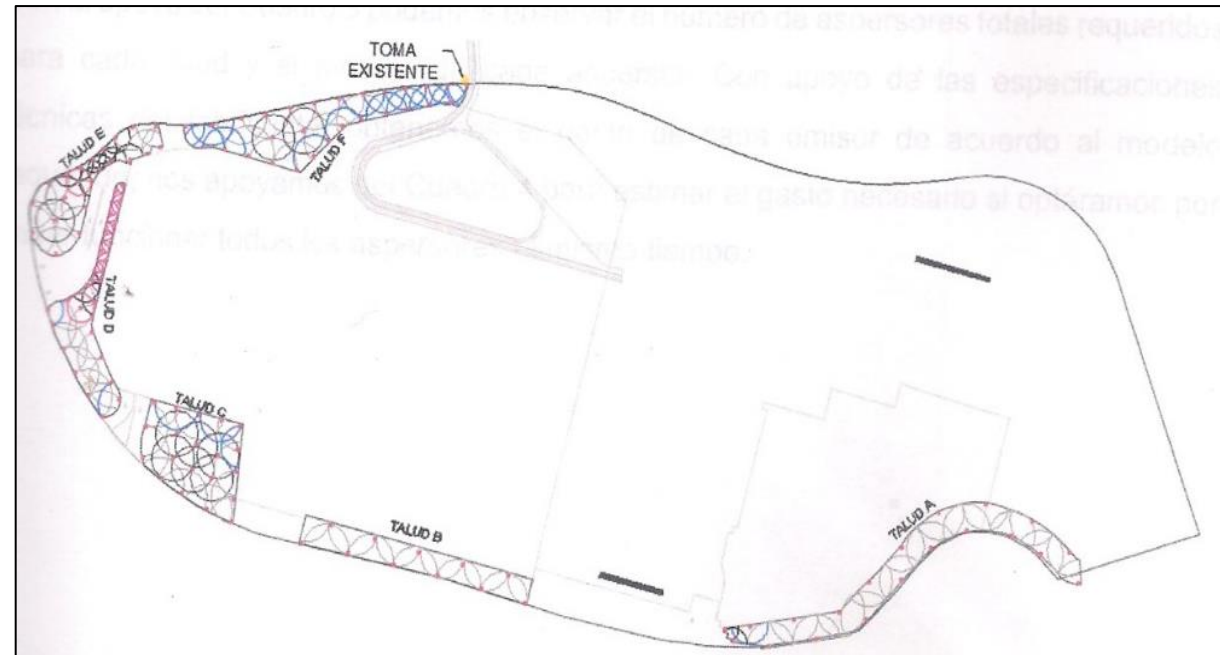


# Metodología 1



- **Levantamiento topográfico con GPS.**

Se realiza el levantamiento empleando una cinta métrica y GPS pues se cuenta con un plano topográfico



**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA RIEGO RESIDENCIAL AUTOMATIZADO: UN ESTUDIO DE CASO**



# Metodología 2



## • Diseño de sistema de riego.

El tipo de aspersor

Los diámetros de las tuberías de la red de distribución y sus longitudes

Los gastos y presiones a los que está sometido todo el sistema

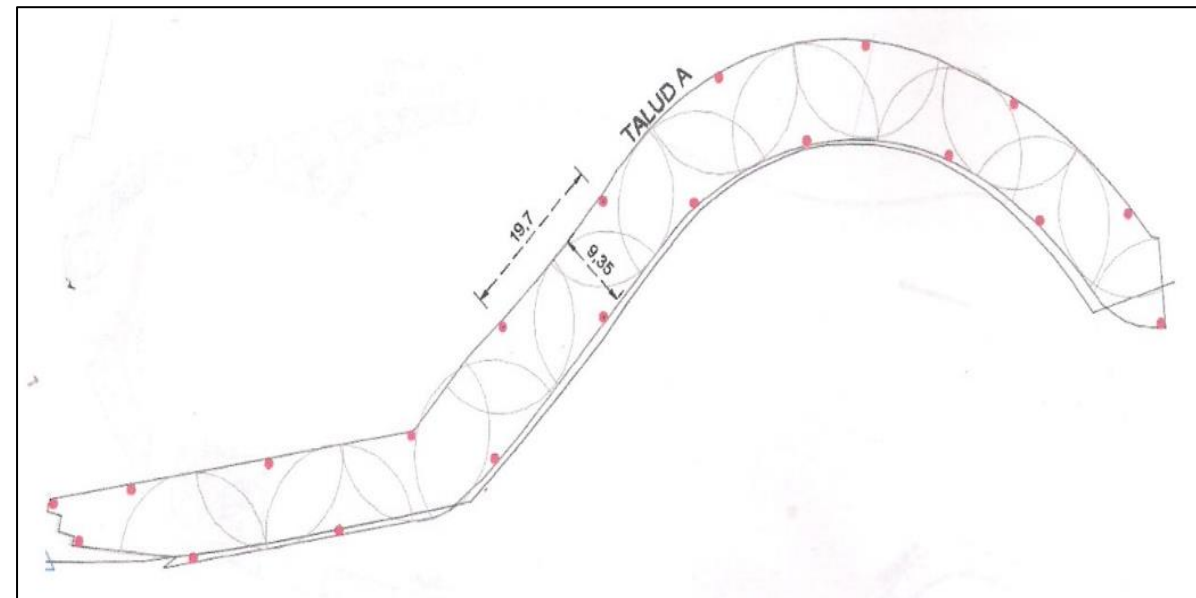
La capacidad del sistema de bombeo

Los accesorios del cabezal de descarga.

El diseño seleccionado fue

Triangular para una mayor

eficiencia y cobertura





# Metodología 3

<b>Costos directos</b>	<b>Materiales</b>	<b>Del concepto de trabajo en particular</b>
	<b>Mano de Obra</b>	
	<b>Equipo y/o Herramientas</b>	
+		
<b>Costos Indirectos</b>	<b>Administración Central</b>	<b>Costo de la empresa por administrar esa obra</b>
	<b>Administración de la obra</b>	
+		
<b>Costos por financiamiento</b>	<b>El costo de oportunidad del dinero invertido en la ejecución de la obra.</b>	
+		
<b>Costo por utilidad</b>	<b>La ganancia del contratista o ejecutor de la obra</b>	
+		
<b>Cargos adicionales</b>	<b>Impuestos especiales aplicables a la obra</b>	
=		
<b>Precio Unitario</b>		



**Análisis realizado en el trabajo**

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA RIEGO RESIDENCIAL AUTOMATIZADO: UN ESTUDIO DE CASO**





# Metodología 4



- **Costo de materiales**

$$M = P_m * C_m$$

donde:

M. Representa el costo por materiales.

P<sub>m</sub>. Representa el costo básico unitario vigente de mercado, puesto en el sitio de los trabajos.

C<sub>m</sub>. Representa el consumo de materiales por unidad de medida del concepto de trabajo.

- **Costo de mano de obra**

$$M_o = \frac{S_r}{R}$$

donde:

M<sub>o</sub>. Representa el costo por mano de obra.

S<sub>r</sub>. Representa el salario real del personal que interviene directamente en la ejecución de cada concepto de trabajo por jornada de ocho horas, incluyendo todas las prestaciones derivadas de la Ley Federal del Trabajo (LFT), la Ley del Seguro Social (LSS), la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (LINFONAVIT) o de los Contratos Colectivos de Trabajo en vigor.



# Metodología 5



Para la obtención del salario real

$$Sr = Sn * Fsr$$

donde:

Sn. Los salarios tabulados de las diferentes categorías y especialidades propuestas por el licitante o contratista, de acuerdo a la zona o región donde se ejecuten los trabajos.

R. Representa el rendimiento, es decir, la cantidad de trabajo que desarrolla el personal que interviene directamente en la ejecución del concepto de trabajo por jornada de ocho horas.

El factor de salario real (Fsr), como la relación de los días realmente pagados en un periodo anual, de enero a diciembre, divididos entre los días efectivamente laborados durante el mismo periodo, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Fsr = Ps \left( \frac{Tp}{TI} \right) + \frac{Tp}{TI}$$

donde:

Fsr. Representa el factor de salario real.

Ps. Representa, en fracción decimal, las obligaciones obrero-patronales derivadas de la LSS y de la Ley del INFONAVIT para los Trabajadores.

Tp. Los días realmente pagados durante un periodo anual.

TI . Los días realmente laborados durante el mismo periodo anual utilizado en Tp.



# Metodología 6

- Costo horario ME:

$$ME = \frac{Phm}{Rhm}$$

donde:

Phm. Es el costo horario directo por hora efectiva de trabajo de la maquinaria o equipo de construcción considerados como nuevos. Este costo se integra con costos fijos, consumos y salarios de operación, calculados por hora efectiva de trabajo.

Rhm. Representa el rendimiento horario de la máquina o equipo considerados como nuevos dentro de su vida económica, que debe corresponder a la cantidad de unidades de trabajo que la máquina o equipo ejecuta por hora efectiva de operación.

**Costos Total = Costos fijos + Costos Variables**

## Costos Fijos:

- Depreciación, inversión, seguros y mantenimiento.

## Costos Variables:

- Consumos: aceites, energía eléctrica, gasolina, diésel, mano de obra, etc.



# Resultados 1

## Integración del concepto de trabajo.

No.	Concepto	Unidad
1	Levantamiento topográfico con GPS.	m2
2	Diseño de sistema de riego.	m2
3	Limpieza y trazo en el área de trabajo.	m2
4	Excavación en zanja.	m3
5	Instalación de tubería hidráulica PVC cédula 40 de 75 mm de diámetro.	m
6	Instalación de tubería hidráulica PVC cédula 40 de 50 mm de diámetro.	m
7	Instalación de tubería hidráulica PVC cédula 40 de 38 mm de diámetro.	m
8	Instalación de tubería hidráulica PVC cédula 40 de 25 mm de diámetro.	m
9	Instalación de tubería hidráulica PVC cédula 40 de 19 mm de diámetro.	m
10	Instalación de tubería hidráulica PVC cédula 40 de 13 mm de diámetro.	m
12	Relleno de zanja.	m3
13	Suministro e instalación de aspersor emergente para riego.	pieza
14	Suministro e instalación de válvula automática para riego 50mm.	pieza
15	Suministro e instalación de controlador automático de riego y sensor de lluvia	pieza

Cada conceptos de trabajo se analizó, calculando las cantidades de material, mano de obra y equipo utilizado por unidad de medida de cada concepto.



# Resultados 2



- Se ilustra el procedimiento con el análisis del concepto de:

## Levantamiento topográfico con GPS del área de trabajo (m<sup>2</sup>).

Materiales: Los materiales a utilizar son estacas de madera, con un costo de \$7.00 por estaca, de acuerdo al diseño del sistema de riego, se cuantifica que se utiliza aproximadamente una estaca por cada 10 m<sup>2</sup>, por lo que se requiere por m<sup>2</sup> (la unidad del concepto) 0.10 estacas/m<sup>2</sup>.

Mano de obra: El personal que se utilizará para este concepto es un topógrafo con experiencia en el uso de GPS, dos ayudantes especializados para auxiliar al topógrafo y un cabo de oficios, estos se agrupan en un grupo de trabajo que se llama cuadrilla, a la cual se le calcula su costo con el salario real de cada integrante,

Categoría	Salario Nominal \$	Tp/TI	Fsr	Salario Real \$
Cabo de oficios	450	1.334	1.700	764.95
Topógrafo	350	1.334	1.711	599.02
Ayudante de topógrafo	200	1.334	1.753	350.58



# Resultados 3



## Cuadrilla de topografía:

Mano de obra	Unidad	Cantidad	Salario Real \$	Importe \$
Cabo de oficios	Jornada	0.10	764.95	76.50
Topógrafo	Jornada	1	599.02	599.02
Ayudante de topógrafo	Jornada	2	350.58	701.16
Herramienta menor	% MO*	3	1,376.68	41.30
Equipo de seguridad	% MO*	3	1,376.68	41.30
			<b>Total</b>	<b>1,459.28</b>

La cuadrilla trabaja en conjunto y pueden realizar un avance de hasta 1,000 m<sup>2</sup> por jornada de trabajo, por lo tanto, para realizar un m<sup>2</sup> de esta área se requerirá un 0.001 jornada de esa cuadrilla.



# Resultados 4



Equipo. El equipo usado es un GPS Garmin etrex 20x, al cual se le calculo el costo horario, ver cuadro 5 donde se observan los costos fijos, este equipo no tiene costos por consumos y para la mano de obra se utiliza el topógrafo

Descripción		Valor	Costos fijos	
Valor del equipo ( $V_m$ )		\$4,100	Depreciación	\$0.70
Valor de rescate ( $V_r$ )	15%	\$615	Inversión	\$0.19
Vida económica ( $V_e$ )	Horas	5000		
Tasa de interés anual	CETE S*	8.20%	Seguros	\$0.02
Horas efectivas por año	Horas	1000		
Prima de seguro anual (s)	%	1.0%	Mantenimiento	\$0.21
Coeficiente de mantenimiento ( $K_o$ )		0.30	Costo horario	\$1.12

La cuadrilla levanta 1,000 m<sup>2</sup> por jornada y la jornada es de 8 horas, por lo que para un m<sup>2</sup> se necesitan 0.008 horas.



# Resultados 5



Concepto de trabajo: Levantamiento topográfico con GPS. Incluye suministro de materiales, acarreo, instalación, pruebas, mano de obra, equipo y herramienta usados.				Unidad: m <sup>2</sup>	
Material	Unidad	Cantidad	Costo \$	Importe \$	
Estacas de madera	Pieza	0.10	7.00	7.00	
Mano de obra					
Cuadrilla de topografía	Jornada	0.001	1,459.28	1.46	
Equipo					
GPS Garmin etrex 20x	hora	0.008	1.12	0.01	
			<b>Total de costos directos</b>	<b>2.17</b>	





# Resultados 6



## Catálogo de conceptos

No.	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
1	Levantamiento topográfico con GPS.	m2	7508.36	\$ 2.17	\$ 16,29
2	Diseño de sistema de riego.	m2	7508.36	\$ 1.46	\$ 10,96
3	Limpieza y trazo en el área de trabajo.	m2	7508.36	\$ 2.39	\$ 17,94
4	Excavación en zanja.	m3	146.35	\$ 103.04	\$ 15,07
5	Instalación de tubería hidráulica PVC cédula 40 de 75 mm de diámetro.	m	681.03	\$ 104.16	\$ 70,93
6	Instalación de tubería hidráulica PVC cédula 40 de 50 mm de diámetro.	m	42	\$ 51.76	\$ 2,17
7	Instalación de tubería hidráulica PVC cédula 40 de 38 mm de diámetro.	m	246.7	\$ 39.76	\$ 9,80
8	Instalación de tubería hidráulica PVC cédula 40 de 25 mm de diámetro.	m	261.2	\$ 24.32	\$ 6,35
9	Instalación de tubería hidráulica PVC cédula 40 de 19 mm de diámetro.	m	116.7	\$ 16.35	\$ 1,90
10	Instalación de tubería hidráulica PVC cédula 40 de 13 mm de diámetro.	m	603.7	\$ 12.93	\$ 7,80
12	Relleno de zanja.	m3	146.35	\$ 68.42	\$ 10,01
13	Suministro e instalación de aspersor emergente para riego.	pieza	126	\$ 597.70	\$ 75,31
14	Suministro e instalación de válvula automática para riego 50mm.	pieza	6	\$2,433.42	\$ 14,60
15	Suministro e instalación de controlador automático de riego y sensor de lluvia	pieza	6	\$2,493.30	\$ 14,95
				Total	\$274,14

Nota: todos los conceptos incluyen suministro de materiales, acarreos, instalación, pruebas, mano de obra, equipo y herramienta usados.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA RIEGO RESIDENCIAL AUTOMATIZADO: UN ESTUDIO DE CASO**



# Conclusiones



El área de riego es de 7,508.36 m<sup>2</sup> que se fracciona en 6 secciones, se tomó un diseño de riego triangular para una mayor eficiencia y cobertura del agua y se automatiza con válvulas solenoides y sensores para detectar la lluvia.

Para el análisis de precios unitarios se divide el proyecto en 14 conceptos de trabajo como: levantamiento topográfico, diseño del sistema de riego, limpieza y trazo en el área de trabajo, excavación de zanja, suministro e instalación de tubería hidráulica PVC cédula 40 de los diámetros: 75, 50, 38, 25, 19 y 13 mm; relleno en zanja, suministro e instalación de: aspersor emergente, válvula automática y controlador automático de riego y sensor de lluvia.

El presupuesto global es de \$274,149.09, el suministro e instalación de la tubería de 75 mm ocupa el 26% de este y el suministro e instalación de los aspersores emergente el 27%, el resto del presupuesto es para los demás conceptos, el costo de materiales es el más importante, le sigue el de mano de obra y por última el de equipo.



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



## Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII - 2021 / Hermosillo, Sonora



# ¡GRACIAS!

**Ma. Magdalena Sánchez Astello**

Departamento de Irrigación

Universidad Autónoma Chapingo

✉ [mastello83@hotmail.com](mailto:mastello83@hotmail.com)

