

# UNIVERSIDAD DE SONORA

## DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Departamento de Ingeniería Civil y Minas

Maestría en Ciencias de la Ingeniería: Línea Terminal Construcción

---



“El saber de mis hijos  
hará mi grandeza”

**Trabajo escrito:**

**“ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL  
SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA, CAMPUS  
HERMOSILLO”**

**Que para obtener el grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería Civil**

Presenta:

**Carlos Ramón Coronado Aguirre**

Director de Tesis:

**Dr. Arturo Ojeda de la Cruz**

Hermosillo, Sonora

Octubre de 2020

# Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

## **RESUMEN**

La investigación que dio lugar a la presente tesis de maestría fue llevada a cabo durante el período Enero 2017 a Febrero 2020, la cual tuvo como principal enfoque realizar un análisis de precios unitarios para la construcción de un proyecto existente de un drenaje pluvial sustentable en la Universidad de Sonora, campus Hermosillo.

Se comenzó mostrando el proyecto existente, para posteriormente desarrollar un proceso constructivo según la normativa vigente y a partir de ahí construir lo que sería el catálogo de conceptos, obteniendo las cantidades de obra del proyecto en cuestión. Partiendo de esa base, se desglosó el concepto de precio unitario en todos sus componentes, para analizarse por separado y finalmente desarrollar el precio en base a esos resultados, completando el presupuesto de obra y asignándole un programa de obra general con sus respectivos montos y tiempos a seguir.

La presente tesis integra las etapas de ingeniería de costos por las cuales un proyecto atraviesa para finalmente convertirse en un proyecto ejecutivo, para proponer a las autoridades universitarias su implementación en el campus generando beneficios para la comunidad.

**Palabras clave:** precios unitarios, drenaje pluvial sustentable e ingeniería de costos

## **ABSTRACT**

The research that gave rise to this master's thesis was carried out during the period January 2017 to February 2020, which had as main focus an analysis of unit prices for the construction of an existing project of a sustainable storm drain in the University of Sonora, Hermosillo campus.

It began showing the existing project, to subsequently develop a construction process according to current regulations and from there build what would be the catalog of concepts, obtaining the amounts of work of the project in question. Starting from that base, the concept of unit price was broken down into all its components, to be analyzed separately and finally develop the price based on those results, completing the work budget and assigning a general work program with their respective amounts and times to follow.

The present thesis integrates the stages of cost engineering that a project goes through to finally become an executive project, to propose to the university authorities its implementation on the campus generating benefits for the community.

**Key Words:** unit prices, sustainable stormwater drainage & cost engineering

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres por su apoyo incondicional.

A la Universidad de Sonora, su departamento de Ingeniería Civil y Minas y a su planta docente, que me brindaron una gran formación académica, profesional y humana a lo largo de mis estudios de licenciatura y posgrado.

A mi director de tesis, Dr. Arturo Ojeda de la Cruz, por su fe en mí y su paciencia para llevar a cabo este trabajo.

## ÍNDICE

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | INTRODUCCIÓN .....   | 1  |
| 1.1.   | Generalidades.....   | 1  |
| 1.2.   | Planteamiento del Problema .....   | 2  |
| 1.3.   | Objetivos.....   | 3  |
| 1.3.1. | Objetivo General: .....  | 3  |
| 1.3.2. | Objetivos específicos: .....   | 3  |
| 2.     | REVISIÓN BIBLIOGRÀFICA.....  | 4  |
| 2.1.   | El Cuidado del Agua en la Región.....                                    | 4  |
| 2.2.   | Distribución de agua en el mundo .....                                   | 4  |
| 2.3.   | La escasez de agua en Sonora.....  | 6  |
| 2.4.   | Aspectos Relativos a la Construcción de un Sistema de Drenaje Pluvial .. | 8  |
| 2.4.1. | Proceso Constructivo .....   | 8  |
| 2.4.2. | Especificaciones Constructivas para Bocas de Tormenta .....              | 10 |
| 2.4.3. | Tuberías.....  | 14 |
| 2.4.4. | Especificaciones Constructivas para Pozos de Visita .....                | 14 |
| 3.     | METODOLOGÍA .....  | 20 |
| 3.1.   | Tipo de Estudio.....   | 20 |
| 3.2.   | Diseño Metodológico.....   | 20 |
| 3.3.   | Alcance .....  | 21 |
| 3.4.   | Objeto de Estudio.....   | 21 |
| 3.5.   | Recolección de Información .....   | 21 |
| 3.6.   | Métodos a utilizar para el Análisis de Datos .....                       | 21 |
| 3.6.1. | Costos directos .....  | 22 |
| 3.6.2. | Costos indirectos.....   | 30 |
| 3.6.3. | Costo por financiamiento.....  | 32 |

|   |     |
|---|-----|
| 3.6.4. Utilidad .....                                       | 33  |
| 3.6.5. Cargos adicionales.....                              | 33  |
| 4. RESULTADOS.....  | 35  |
| 4.1. Lista de conceptos .....                               | 35  |
| 4.2. Análisis de precios unitarios.....                     | 36  |
| 4.3. Resumen del Presupuesto Total por Partidas .....       | 39  |
| 4.4. Planos y especificaciones .....                        | 40  |
| 5. CONCLUSIONES .....                                       | 43  |
| RECOMENDACIONES.....  | 44  |
| BIBLIOGRAFÍA.....   | 45  |
| ANEXOS .....  | 48  |
| Anexo 1. Presupuesto de obra .....                          | 48  |
| Anexo 2. Programa de obra .....                             | 51  |
| Anexo 3. Volúmenes de obra .....                            | 52  |
| Anexo 4. Costo horario de maquinaria o equipo.....          | 53  |
| Anexo 5. Costos indirectos.....                             | 55  |
| Anexo 6. Salario real.....                                  | 56  |
| Anexo 7. Costo por Financiamiento.....                      | 567 |
| Anexo 8. Características de los elementos a construir ..... | 568 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Precipitación Total Anual en las estaciones de Sonora. ....  | 6  |
| Tabla 2. Precipitación Total Mensual en las estaciones de Sonora..... | 7  |
| Tabla 3. Lista de los conceptos generados. ....                       | 35 |
| Tabla 4. Análisis de concepto PR-002. ....                            | 37 |
| Tabla 5. Análisis de concepto PR-002. ....                            | 38 |
| Tabla 6. Resumen general del costo total por partida. ....            | 39 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1. Distribución del agua en el mundo. Fuente: CONAGUA, (2010) .....  | 4   |
| Figura 2. Aumento poblacional global. Fuente: STAT-UP Statistical Consulting & Data Science (2016).....   | 5   |
| Figura 3. Aumento poblacional en México. Fuente: INEGI (2015).....  | 5   |
| Figura 4. Coladeras de Banqueta. Fuente: CONAGUA (2007). .....  | 12  |
| Figura 5. Coladeras de Piso y Banqueta. Fuente: CONAGUA (2007).....   | 13  |
| Figura 6. Pozo de Visita Común. Fuente: CONAGUA (2007).....   | 16  |
| Figura 7. Pozo de Visita Especial. Fuente: CONAGUA (2007).....  | 17  |
| Figura 8. Pozo para conexiones oblicuas. Fuente: CONAGUA (2007).....  | 18  |
| Figura 9. Pozo caja. Fuente: CONAGUA (2007).....  | 19  |
| Figura 10. Desglose de un Precio Unitario. Fuente: Repositorio Digital de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, (1976). .....   | 22  |
| Figura 11. Mapa de cuencas y direccionamiento. Fuente: “MODELO DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA” (Orona Llano, 2017). ..  | 40  |
| Figura 12. Tramos de tubería y canal de tierra. Fuente: “MODELO DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA” (Orona Llano, 2017).....  | 41  |
| Figura 13. Sección de corte transversal. Fuente: “MODELO DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA” (Orona Llano, 2017).....   | 42  |
| Figura 14. Longitudes de tramos y canal de tierra. Fuente: “MODELO DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA” (Orona Llano, 2017). ..  | 42  |
| Figura 15. Tramo pozo final del sistema pluvial y caja derivadora. Fuente: “MODELO DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA” (Orona Llano, 2017). .....   | 428 |
| Figura 16. Eje del trazo canal de conducción del agua, pozos absorción, y caja entrada y salida. Fuente: “MODELO DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA” (Orona Llano, 2017). .....                     | 428 |
| Figura 17. Dimensiones del canal de tierra para un $Q = 3 \text{ m}^3/\text{seg}$ . Fuente: elaboración (Orona, 2017). Fuente: “MODELO DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA” (Orona Llano, 2017)..... | 429 |
| Figura 18. Perfil de los elementos: canal, zanja y pozo de infiltración. Fuente: “MODELO DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA” (Orona Llano, 2017). .....   | 429 |

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Generalidades

La ciudad de Hermosillo tiene varios problemas derivados del agua proveniente de las lluvias, siendo el más común la inundación de calles, provocando daños a la infraestructura de la ciudad, alterando su funcionamiento cotidiano y generando cuantiosos gastos en su reparación. Controlar la escorrentía urbana, implementar políticas de control de inundaciones y proteger la higiene de las aguas receptoras es un aspecto necesario e integral del manejo del impacto de desarrollos en el medio ambiente. Si se logra aprovechar al máximo esas precipitaciones, se podría disponer de este recurso para diversos usos en la zona urbana o simplemente almacenarla para usarla en otros fines y además, proteger a las colonias hermosillenses en riesgo de inundaciones.

En la actualidad las soluciones adoptadas en todos los puntos o zonas de descarga y conducción del agua pluvial en la ciudad de Hermosillo, Sonora ha sido la construcción de enormes canales, lo cual se ha observado lo complicado que resulta su construcción y operación de vías de comunicación y sistemas de servicio (drenaje sanitario, agua potable, teléfono, etc). Algunos de los canales construidos cerca de zonas residenciales, no reciben el servicio de limpieza continua por lo que son vertederos clandestinos de basura, criadero de plagas de todos tipos, que causan serios problemas de salud a los ciudadanos.

De manera que al realizar el presente proyecto en el campus Hermosillo de la Universidad de Sonora, podría ser tomado en cuenta en un futuro como un precedente exitoso a tener en cuenta al momento de comenzar a modernizar la ciudad para que esta pueda resolver sus problemas de una manera sustentable.

Con la presente propuesta se pretende analizar los costos de la ejecución de un proyecto que contemple una solución integral mediante un drenaje pluvial sustentable, que logre no sólo evitar el caos del campus cuando llueva en la ciudad, sino que también contemple el aprovechamiento de las aguas pluviales.

## 1.2. Planteamiento del Problema

En la Universidad de Sonora, campus Hermosillo, ya existen proyectos para solucionar el problema que aqueja a los universitarios; sin embargo, es importante y necesario que se contemplen los costos que dicho proyecto podría tener en la economía universitaria. Por lo anterior, se considera que existe una necesidad de un análisis de costos y llegar a la elaboración final de un catálogo de conceptos y de presupuestar la obra para una eventual ejecución del proyecto por parte de la Universidad de Sonora.

También hay que tomar en cuenta uno de los problemas principales, que consisten en daños a la infraestructura en la universidad, puesto que los elevados volúmenes de escurrimiento de agua pluvial y los desniveles en la zona del sector de estudio provocan que el agua desgaste y fracture las carpetas asfálticas. Estos daños además de ser extremadamente costosos, paralizan la movilidad y algunas actividades en la Institución, alterando el tráfico y en algunos casos, suspendiendo clases, proyectando una imagen negativa de la Universidad, siendo que ésta debe ser considerada como un ejemplo a seguir por el resto de la ciudad y del estado de Sonora de la cual forma parte fundamental.

La Universidad de Sonora, al estar entre la élite nacional de Instituciones de educación superior, tiene el deber siempre de mantenerse a la vanguardia en todas sus ramas, en especial en temas de sustentabilidad y medio ambiente. Sin embargo, si miramos hacia otras regiones, podremos observar que los sistemas de captación de aguas pluviales y su encauce es algo muy común, por no decir prácticamente obligatorio. Un buen ejemplo sería la ciudad de Tucson, Arizona, del vecino país Estados Unidos de América, en dicha región, se tiene un clima desértico muy parecido a Hermosillo, Sonora; sin embargo, no padece ninguno de los problemas anteriormente mencionados. Sus sistemas de captación de agua, sus sistemas de riego con aguas recicladas que, además de ahorrar agua que podría ser utilizada para cubrir otras necesidades, evitan el daño a sus infraestructuras ciudadinas, evitan enfermedades, costos de limpieza y no paralizan las actividades cotidianas sólo por que llueve.

La universidad de Sonora carece de este tipo de obras de protección y siendo una institución sustentable con una alta población estudiantil, sus afectaciones producto del escurrimiento pluvial suelen ser más notables.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General:**

Determinar mediante un análisis de precios unitarios el costo de la ejecución de un proyecto existente de drenaje pluvial sustentable, en el campus Hermosillo de la Universidad de Sonora.

#### **1.3.2. Objetivos específicos:**

- Analizar el proyecto existente de Drenaje Pluvial Sustentable en la Universidad de Sonora desde el punto de vista de Ingeniería de Costos, planteando los procesos constructivos a llevarse a cabo.
- Desarrollar un catálogo de conceptos para el proyecto.
- Realizar cotizaciones y desarrollar los costos del catálogo de conceptos de obra utilizando la metodología aquí representada.
- Integrar el presupuesto elaborado con su respectivo programa de obra para el proyecto existente de drenaje pluvial sustentable.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÀFICA

### 2.1. El Cuidado del Agua en la Región

En México no existe la cultura del cuidado del agua; inclusive en nuestra capital, la ciudad de México, la sobre explotación de acuíferos es algo común día a día, manteniendo un gigantesco déficit respecto a la extracción de agua y su recarga natural. Es un caso mucho más grave que el de Hermosillo, pues al extraer tal cantidad de agua, secan el acuífero debilitando estructuralmente al suelo, que al estar en zona sísmica, se ve severamente afectado. En el resto del país la cultura y costumbres respecto al agua se mantiene prácticamente igual (Zermeño et al., 2005).

### 2.2. Distribución de agua en el mundo

El agua, desde tiempos inmemorables ha sido considerada fuente y dadora de vida por el ser humano, adjudicándole todo tipo de milagros y dioses. Es, lamentablemente, un recurso finito, indispensable para la vida y otras necesidades, como la higiene personal, salud pública, la producción de alimentos, la industria, la energía y el desarrollo económico (SEMARNAT, 2014). El acceso al líquido vital varía considerablemente según la ubicación que se tenga en el globo terráqueo y la época del año (UNESCO, 2017). Si consideramos que la población global era de 7, 600,000 millones de personas en el año 2017 (ONU, 2017), podríamos analizar la distribución de la misma y poder deducir porque en algunos países tengan agua disponible en abundancia, mientras que otros padezcan una severa escasez. (Figura 1).

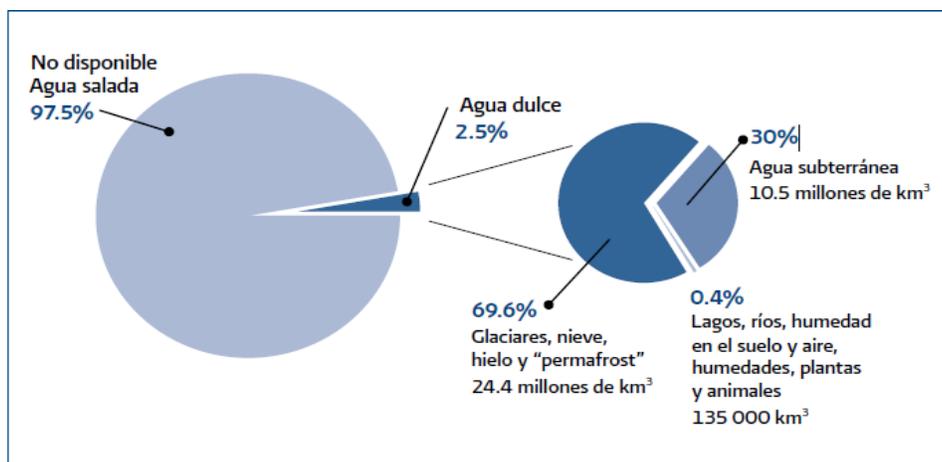


Figura 1. Distribución del agua en el mundo. Fuente: CONAGUA (2010)

En la Figura 2, se presenta el crecimiento exponencial de la población a nivel mundial.

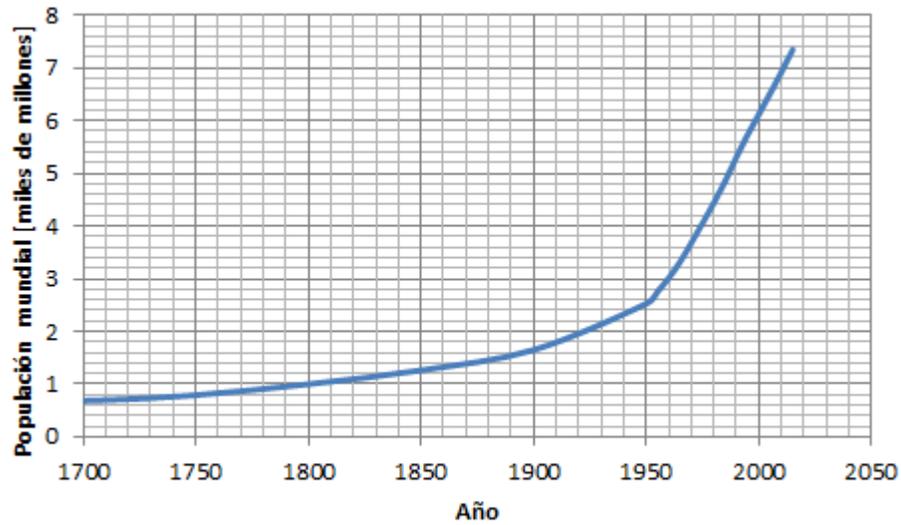


Figura 2. Aumento poblacional global. Fuente: STAT-UP Statistical Consulting & Data Science (2016)

En la Figura 3, se presenta el crecimiento poblacional en México hasta el año 2015, llegando a más de 121 millones de habitantes para el mes de junio de dicho año.

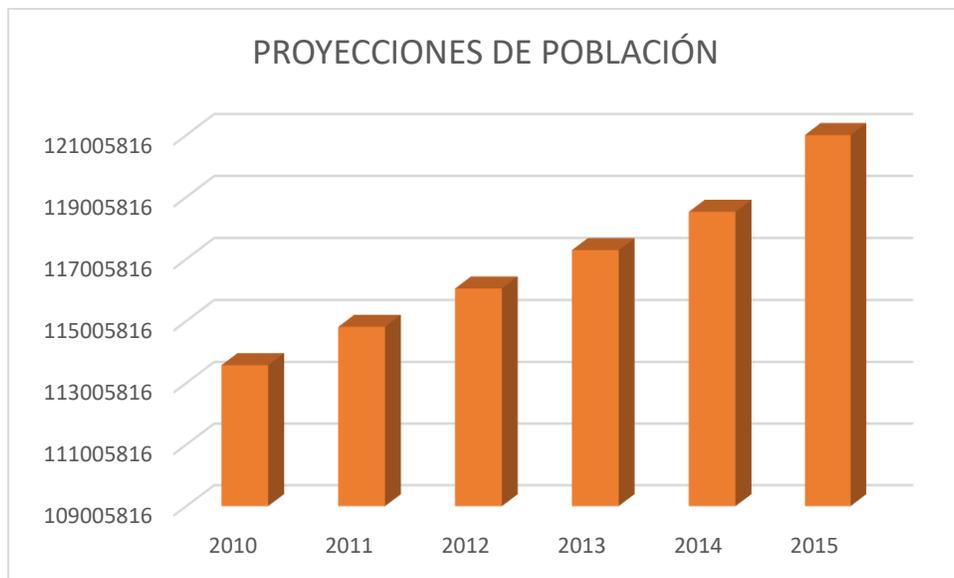


Figura 3. Aumento poblacional en México. Fuente: INEGI (2010).

### 2.3. La escasez de agua en Sonora

La sequía provoca efectos devastadores en los países que las sufren. Actualmente, muchos países tienen menos agua de la que necesitan. A principios del próximo siglo, una tercera parte de las naciones tendrá escasez de agua de modo permanente. La primavera es cada vez más pobre como consecuencia de la tala de los bosques y el cambio climático. Los lagos subterráneos, las cuencas, los mantos acuíferos, que datan de tiempos prehistóricos, se están agotando cada vez con más con rapidez.

Tabla 1. Precipitación Total Anual en las estaciones de Sonora.

| Estación              | Período        | Precipitación Promedio | Precipitación del año más seco | Precipitación del año más lluvioso |
|-----------------------|----------------|------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Bacoachi<br>P. Álvaro | De 1984 a 2015 | 464.3                  | 211.1                          | 643.9                              |
| Obregón               | De 1985 a 2015 | 394.8                  | 175.1                          | 728.0                              |
| Naco                  | De 1980 a 2015 | 322.0                  | 77.0                           | 537.0                              |
| Pitiquito             | De 1986 a 2016 | 231.0                  | 72.3                           | 373.6                              |
| Hermosillo            | De 1986 a 2016 | 385.3                  | 185.6                          | 660.8                              |

FUENTE: CONAGUA (2017)

De la Tabla 1 es posible analizar históricamente las precipitaciones en la ciudad de Hermosillo, permitiendo realizar estimaciones anuales del agua que escurrirá en la ciudad. También se puede ver de la figura anterior la relativamente considerable desviación estándar que muestran los datos, por lo que, dentro de los parámetros correspondientes es posible determinar la incertidumbre en cuanto a precipitaciones se refiere, por lo que la gama de soluciones deberán abarcar dichas magnitudes.

ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA, CAMPUS HERMOSILLO

Tabla 2. Precipitación total mensual en las estaciones de Sonora.

| <i>Precipitación total mensual</i> |                          | <i>Tabla 1.6.3.1</i> |            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|------------------------------------|--------------------------|----------------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <i>(Milímetros)</i>                | <i>Estación</i>          | <i>Período</i>       | <i>Mes</i> |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| <i>Concepto</i>                    |                          |                      | <i>E</i>   | <i>F</i> | <i>M</i> | <i>A</i> | <i>M</i> | <i>J</i> | <i>J</i> | <i>A</i> | <i>S</i> | <i>O</i> | <i>N</i> | <i>D</i> |
|                                    | <i>Bacoachi</i>          | 2015                 | 87.0       | 14.5     | 55.5     | 7.0      | 0.0      | 40.0     | 103.1    | 165.5    | 57.5     | 27.0     | 45.0     | 9.0      |
|                                    | <i>Promedio</i>          | De 1984 a 2015       | 0.2        | 19.9     | 13.1     | 8.5      | 2.2      | 14.0     | 138.4    | 109.2    | 49.2     | 28.3     | 21.8     | 29.6     |
|                                    | <i>Año más seco</i>      | 2003                 | 2.0        | 22.5     | 7.0      | 2.5      | 5.6      | 4.0      | 30.5     | 69.7     | 29.8     | 3.7      | 15.5     | 18.3     |
|                                    | <i>Año más lluvioso</i>  | 1992                 | 52.4       | 28.2     | 77.1     | 11.6     | 28.1     | 7.4      | 204.2    | 132.5    | 38.8     | 0.0      | 0.0      | 63.6     |
|                                    | <i>P. Álvaro Obregón</i> | 2015                 | 13.0       | 75.5     | 26.5     | 17.0     | 0.5      | 48.4     | 116.3    | 91.5     | 75.5     | 42.0     | 0.0      | 2.0      |
|                                    | <i>Promedio</i>          | De 1985 a 2015       | 16.1       | 18.5     | 3.1      | 2.1      | 5.7      | 11.6     | 83.7     | 121.7    | 77.4     | 24.4     | 13.8     | 16.8     |
|                                    | <i>Año más seco</i>      | 1987                 | 0.0        | 10.5     | 0.0      | 4.5      | 0.0      | 0.0      | 36.6     | 111.5    | 5.5      | 9.0      | 0.0      | 6.5      |
|                                    | <i>Año más lluvioso</i>  | 1990                 | 9.0        | 15.0     | 7.5      | 0.0      | 0.0      | 35.0     | 150.0    | 301.0    | 98.0     | 18.5     | 25.0     | 69.0     |
|                                    | <i>Naco</i>              | 2015                 | 47.0       | 4.0      | 24.5     | 13.0     | 0.0      | 34.5     | 74.3     | 99.6     | 82.0     | 44.1     | 2.0      | 11.0     |
|                                    | <i>Promedio</i>          | De 1980 a 2015       | 19.3       | 14.7     | 12.3     | 7.6      | 5.4      | 11.7     | 81.2     | 74.6     | 36.9     | 23.8     | 12.4     | 22.2     |
|                                    | <i>Año más seco</i>      | 1995                 | 0.0        | 0.0      | 11.0     | 5.0      | 3.0      | 3.0      | 2.0      | 15.0     | 18.0     | 0.0      | 11.5     | 8.5      |
|                                    | <i>Año más lluvioso</i>  | 1984                 | 55.0       | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 4.0      | 9.0      | 84.0     | 203.0    | 13.0     | 40.0     | 30.0     | 99.0     |
|                                    | <i>Pitiquito</i>         | 2016                 | 16.5       | 2.5      | 2.0      | 0.0      | 0.0      | 3.0      | 29.5     | 35.5     | 58.5     | 0.0      | 0.0      | 21.0     |
|                                    | <i>Promedio</i>          | De 1986 a 2016       | 14.9       | 14.6     | 9.0      | 5.6      | 0.6      | 2.4      | 53.8     | 58.5     | 30.5     | 11.5     | 9.8      | 19.8     |
|                                    | <i>Año más seco</i>      | 2009                 | 6.8        | 7.0      | 0.0      | 1.5      | 1.5      | 17.0     | 1.5      | 25.5     | 2.0      | 6.5      | 2.0      | 1.0      |
|                                    | <i>Año más lluvioso</i>  | 2014                 | 0.0        | 0.0      | 34.9     | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 51.0     | 114.5    | 134.5    | 26.2     | 0.0      | 12.5     |
|                                    | <i>Hermosillo</i>        | 2016                 | 6.4        | 0.0      | 1.5      | 0.0      | 0.0      | 41.2     | 185.3    | 50.3     | 69.7     | 0.0      | 0.0      | 40.6     |
|                                    | <i>Promedio</i>          | De 1986 a 2016       | 13.9       | 15.2     | 6.2      | 3.5      | 2.3      | 12.5     | 100.6    | 103.0    | 73.5     | 16.3     | 16.4     | 22.0     |
|                                    | <i>Año más seco</i>      | 2009                 | 0.8        | 3.5      | 0.0      | 0.0      | 2.5      | 5.0      | 32.9     | 76.5     | 41.5     | 18.3     | 4.6      | 0.0      |
|                                    | <i>Año más lluvioso</i>  | 2015                 | 65.6       | 5.2      | 35.6     | 15.2     | 0.2      | 105.8    | 123.3    | 121.5    | 167.0    | 4.5      | 16.4     | 0.5      |

FUENTE: CONAGUA (2017)

La Tabla 2 nos muestra los meses más secos y lluviosos del año, históricamente. Por lo que usando los anteriores datos es posible calcular los escurrimientos que ocurrirán en los meses más extremos en la ciudad de Hermosillo. Teniendo en cuenta que la ciudad desaprovecha enormemente la cantidad escurrida de agua al año, es necesario calcular cómo emplear el ingreso por aguas pluviales y su posible aprovechamiento, que hoy en día es prácticamente nulo.

Se puede observar que los meses que históricamente han presentado las mayores precipitaciones son los de Junio, Julio, Agosto y Septiembre, por lo que en dichos meses es cuando la ciudad de Hermosillo sufre considerables daños en sus infraestructuras, casi siempre provocadas por las inundaciones que ven sobrepasada su capacidad de desviación de aguas pluviales, además de los daños por el extremo calor y las ráfagas de viento.

#### **2.4. Aspectos Relativos a la Construcción de un Sistema de Drenaje Pluvial**

Se reunieron varias indicaciones para definir la construcción de los principales elementos de un sistema de drenaje pluvial. La mayoría de las indicaciones se pueden encontrar en las normas de construcción, especificadas en los planos de proyecto, cuyo uso en la etapa de ejecución es muy común en México.

##### **2.4.1. Proceso Constructivo**

La construcción de un sistema de drenaje pluvial se realiza siguiendo una serie de actividades, como se mencionan a continuación:

- Limpieza, trazo y nivelación del terreno

El trazo se realiza con cal de acuerdo al ancho de la zanja y de acuerdo a los planos del proyecto. Durante esta actividad deberán removerse todos aquellos obstáculos tales como maleza, piedras, árboles o cualquier otro elemento que dificulte la construcción de la red.

- Demolición de pavimento existente

Esta actividad se realiza en aquellos casos en que deben hacerse ampliaciones o la instalación de la red por primera vez en aquellas poblaciones cuyas calles ya cuentan con pavimento.

- Excavación de la zanja

Se efectúa empleando maquinaria o a mano según el tipo de suelo y la disposición de mano de obra. La maquinaria puede consistir en retroexcavadoras, bulldozer, o alguna otra requerida según el tipo de zanja por excavar. Las retroexcavadoras se emplean para zanjas de 60 cm de ancho como mínimo y con profundidades hasta de 8 metros, que será la que contemplaremos en nuestro proyecto (CONAGUA, 2007). En los puntos donde se construirán pozos de visita se suele hacer la excavación un poco más amplia, de acuerdo con las dimensiones del pozo y se coloca una plantilla de concreto de acuerdo con los niveles de proyecto. Se suelen agregar dejar 20 centímetros a cada lado del elemento que se colocará en la zanja, obteniendo así el ancho de excavación.

- Instalación de la tubería

Cuando la excavación de las zanjas ha avanzado lo suficiente, se realiza una nivelación, de la plantilla de la zanja, pudiendo esta realizarse con teodolito, manguera o nivelador topográfico, y se coloca la plantilla de arena según las especificaciones de la misma, soliendo ser esta con una compactación al 90% proctor. Posteriormente se instala la tubería de acuerdo a las cotas y pendientes especificadas. La unión de las tuberías se realiza tal como lo recomienda el fabricante de la tubería y en aquellos sitios donde se construirán los pozos de visita deberán dejar los cortes durante la instalación de la tubería, para que una vez colocada la tubería se puedan construir los pozos.

- Relleno de la zanja

Al completarse el tendido de tubería y se hayan construido los pozos de visita, se inicia el relleno de la zanja de acuerdo a las especificaciones. Usualmente se apisona el relleno en capas de 10 cm de espesor hasta cubrir el lomo de la tubería. Posteriormente pueden apisonarse capas de mayor espesor (15 a 25 cm) hasta alcanzar la superficie del terreno.

Antes de pavimentar deberá esperarse de tres días a una semana para que el terreno alcance su compactación natural y se eviten asentamientos posteriores.

- Reconstrucción del pavimento

Finalmente, se reconstruye el pavimento faltante o se pavimenta toda la calle según lo especifique el proyecto y la condición del pavimento existente.

#### **2.4.2. Especificaciones Constructivas para Bocas de Tormenta**

Son las estructuras de captación de un sistema de alcantarillado pluvial. Existen coladeras de: banqueteta, piso, piso y banqueteta, longitudinales de banqueteta y transversales de piso. De acuerdo a la capacidad y tipo de alcantarilla se pueden definir las siguientes características constructivas para cada una de ellas (CONAGUA, 2007):

##### *a) Coladeras de banqueteta*

Son las de menor capacidad, por lo que el albañal de conexión con las atarjeas es de 15 cm de diámetro. En la Figura 4 se muestran los detalles constructivos de dos tipos de coladeras de banqueteta y se indica cuando se utilizan cada uno de ellos.

##### *b) Coladeras de piso*

Poseen mayor capacidad que las de banqueteta, sin embargo, el albañal de conexión con las atarjeas también es de 15 cm de diámetro.

##### *c) Coladeras de piso y banqueteta*

Es una combinación de las dos anteriores, por lo que posee mayor capacidad. El diámetro del albañal de conexión en este caso es de 20 cm (Figura 5).

##### *d) Coladeras longitudinales de banqueteta*

Se construyen de manera similar a las coladeras de banqueteta, pero su tanque decantador es mayor. Posee el ancho necesario como para albergar tres o más tramos de albañal de conexión con las atarjeas. Cuando son tres o cuatro, el diámetro de cada albañal es de 38 cm y, cuando se tienen cinco o seis tramos, el diámetro de cada albañal es de 45 cm.

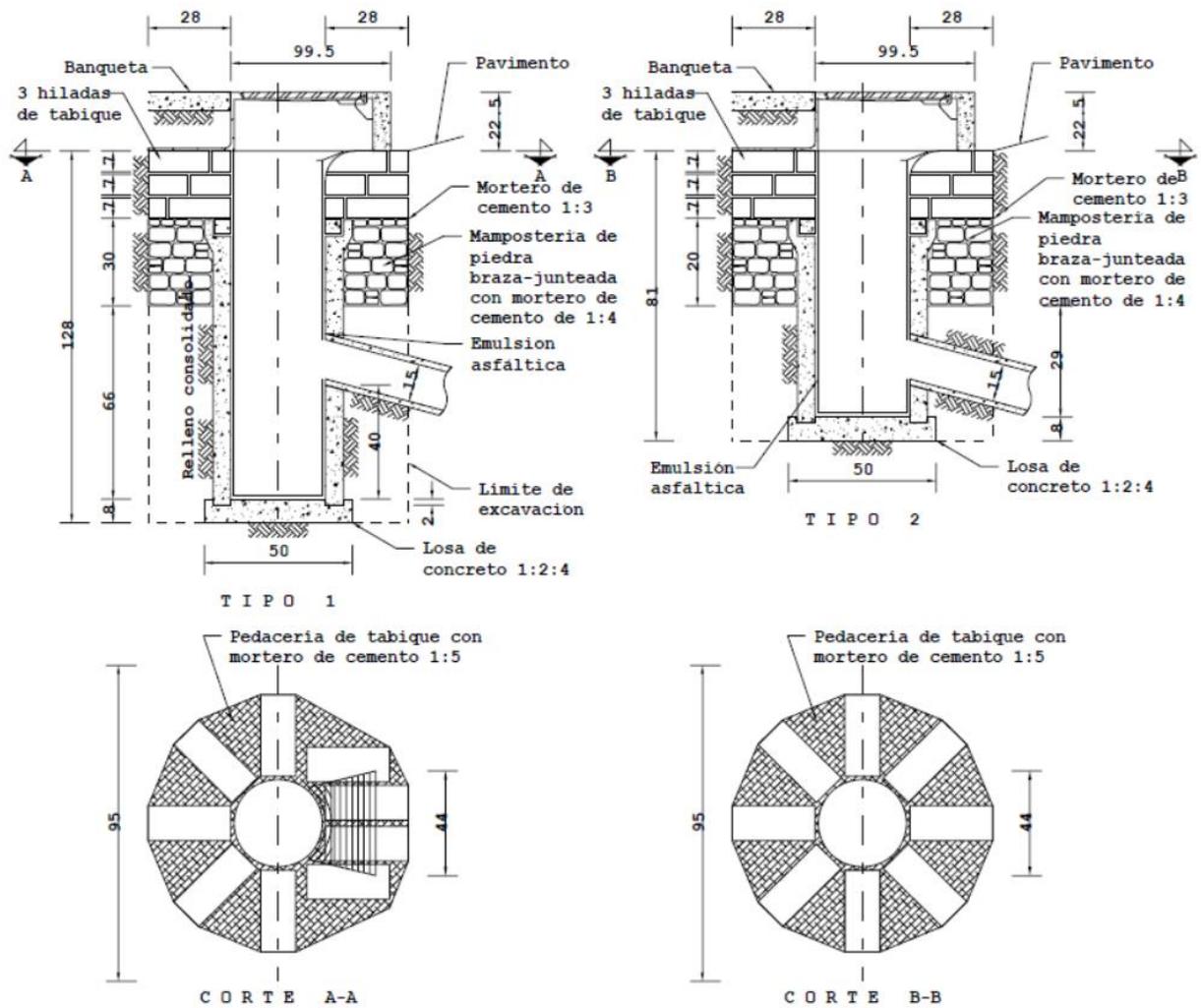
e) *Coladeras transversales de piso*

Este tipo de coladeras se construyen como canales con rejillas o en ocasiones con varios marcos y rejillas de hierro fundido como los que se emplean en las coladeras de piso. En calles cuyo ancho es menor a 6 m, el diámetro del albañal de conexión con las atarjeas es de 61 cm de diámetro, y cuando es mayor a 6 m, se instalan albañales de 76 cm de diámetro.

También, según los materiales que se empleen en las coladeras, pueden ser de los siguientes tipos:

- Tipo A Coladera de piso y banqueteta, con brocal de hierro fundido en banqueteta y rejillas de hierro fundido en banqueteta y piso (Figura 5).
- Tipo B Coladera de piso y banqueteta, con brocal de concreto y rejillas frontal y de piso hechas de hierro fundido (Figura 5).
- Tipo C Coladera de piso con rejilla de hierro fundido. Esta coladera es igual a las de los tipos A y B, suprimiéndoles por completo la coladera de banqueteta.
- Tipo D Coladera de banqueteta, con brocal de hierro fundido o concreto y rejilla frontal de hierro fundido (Figura 4).

ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA, CAMPUS HERMOSILLO



**N O T A S:**

Acotaciones en cm

**LA COLADERA "TIPO 1" SE EMPLEARA EN:**

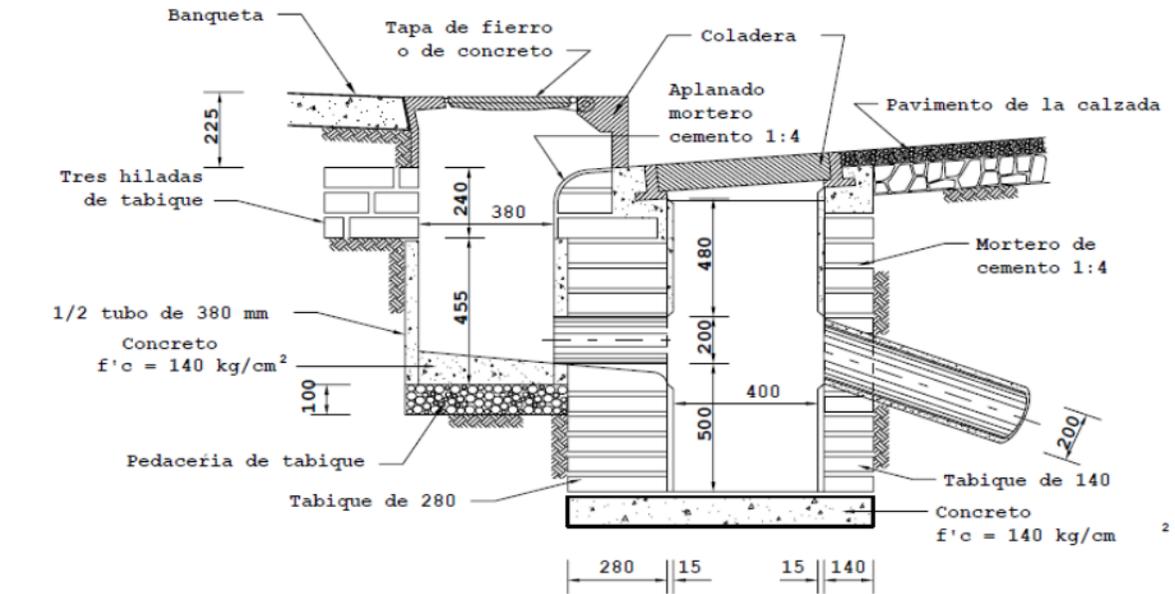
Calles empedradas o con pavimentos del tipo macedón o similares y en lugares donde existan probabilidades de arrastre de basura u otro material que puede provocar azolve.

**LA COLADERA "TIPO 2" SE EMPLEARA EN:**

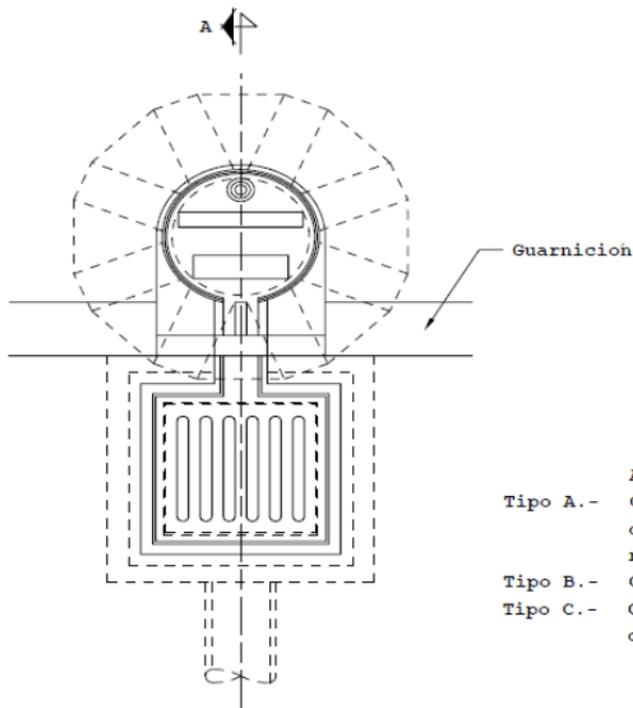
Pavimentos de asfalto o concreto.- Suprimíendose en mercados y parques y las calles a estos inmediatos.

Figura 4. Coladeras de Banqueta. Fuente: CONAGUA (2007).

ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA, CAMPUS HERMOSILLO



CORTE A - A



PLANTA

TIPOS DE COLADERAS PLUVIALES

Acotaciones en milímetros

- Tipo A.- Con coladera de piso y banqueta, brocal de fo. fo. o de concreto con rejilla frontal de fo. fo. y marco y rejilla de fo. fo. en piso.
- Tipo B.- Con coladera de piso, marco y tapa de fo. fo.
- Tipo C.- Con coladera de banqueta, con brocal de fo. fo. o concreto y rejilla frontal de fo. fo.

Figura 5. Coladeras de Piso y Banqueta. Fuente: CONAGUA (2007).

### **2.4.3. Tuberías**

Las tuberías comerciales más usuales, se fabrican de los siguientes materiales y diámetros:

- Tuberías de concreto simple, en diámetros de 30, 38 y 45 cm.
- Tuberías de concreto reforzado, con diámetros de 61, 76, 91, 107, 122, 152, 183, 213 y 244 cm. La unión que se emplea para los dos tipos de tubería mencionados es por medio de espiga y campana, o de espiga y caja.
- Tuberías de fibro-cemento. Se fabrican en longitudes de 5 m, en clases B-6, B7.5, B-9 y B-12.5, de acuerdo a las Normas Mexicanas (CONAGUA, 2007). El dígito indica la relación entre la carga y el diámetro de la tubería, la primera en kg/m y la segunda en mm. Se fabrican en diámetros de 30, 35, 40, 45, 50, 60, 75, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190 y 200 cm.
- Tuberías de PVC. Se fabrican en diámetros de 20, 25 y 30 cm. Este tipo de tubería posee alta resistencia a la corrosión, es flexible y su coeficiente de rugosidad es bajo.
- Tuberías de polietileno de alta densidad. Se fabrican en clases RD-9, RD-11, RD-13.5, RD-17, RD-21, RD-32.5 y RD-41 mencionándose de la tubería más gruesa a la más delgada. El término RD, es la abreviatura de "Relación de Dimensiones", refiriéndose a la proporción que existe entre el diámetro exterior y el espesor mínimo de pared del tubo (CONAGUA, 2007). Se fabrican en diámetros de 32.4, 35.6, 40.6, 45.7, 50.8, 55.9, 61.0.0, 66.2, 71.1, 76.2, 80.0, 81.2, 86.3, y 91.4 cm.

### **2.4.4. Especificaciones Constructivas para Pozos de Visita**

Los pozos de visita se construyen en los sistemas de drenaje pluvial con el fin de permitir el mantenimiento y limpieza de los conductos de la red, también sirven para conectar tuberías de diferentes diámetros o para efectuar cambios de pendiente o de dirección (CONAGUA, 2007). Los pozos de visita tienen las siguientes características constructivas:

#### *a) Pozo de visita común*

Se utilizan para unir tuberías de 30 a 61 cm de diámetro, la base del pozo es de 1.20 m de diámetro interior como mínimo (Figura 6).

*b) Pozo de visita especial*

Se emplean con tuberías de 76 a 107 cm de diámetro, teniendo un diámetro de 1.50 m en la base del pozo como mínimo. Con tuberías de 122 cm de diámetro o mayores también se utilizan pozos de visita especiales, con diámetro mínimo en la base del pozo de 2.0 m (Figura 7).

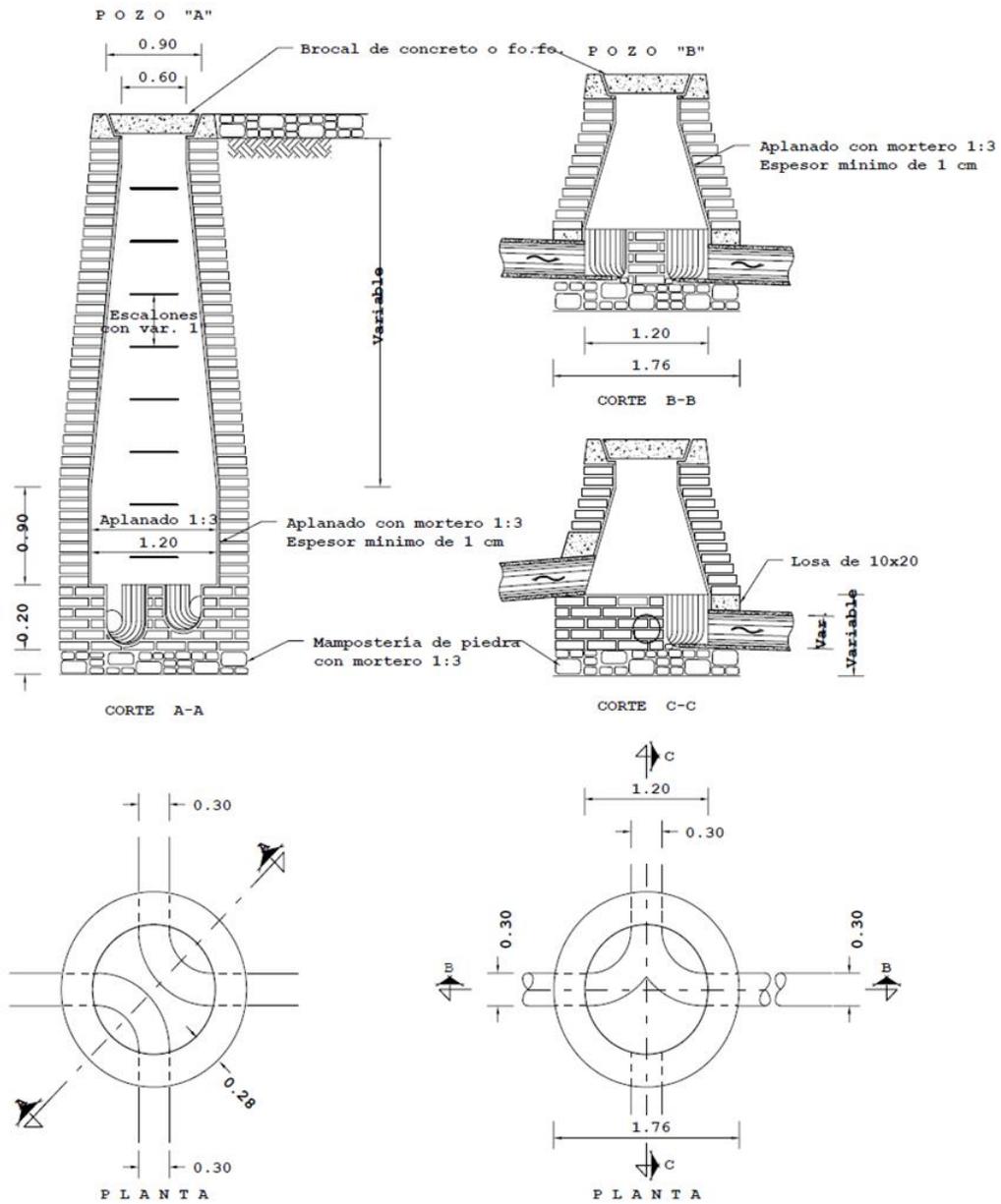
*c) Pozo para conexiones oblicuas*

Estas estructuras son idénticas en forma y dimensiones a los comunes y su empleo se hace necesario por razones económicas, en la conexión de un conducto de hasta 61 cm de diámetro a un subcolector o colector cuyo diámetro sea igual o mayor de 122 cm. El empleo de esta clase de pozos de visita evita la construcción de una caja de visita sobre el colector, que es mucho más costosa que el pozo para conexiones oblicuas (Figura 8).

*d) Pozo caja*

Estas estructuras están constituidas por el conjunto de una caja de concreto reforzado y una chimenea de tabique idéntica a la de los pozos de visita; su sección transversal horizontal tiene forma rectangular o de un polígono irregular y la vertical es rectangular. Sus muros, la losa de piso y de techo son de concreto reforzado. Sobre la losa de techo se apoya la chimenea que llega al nivel de la superficie del terreno donde remata con el brocal y la tapa, ambos de hierro fundido o de concreto reforzado (Figura 9).

ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA, CAMPUS HERMOSILLO



NOTAS:

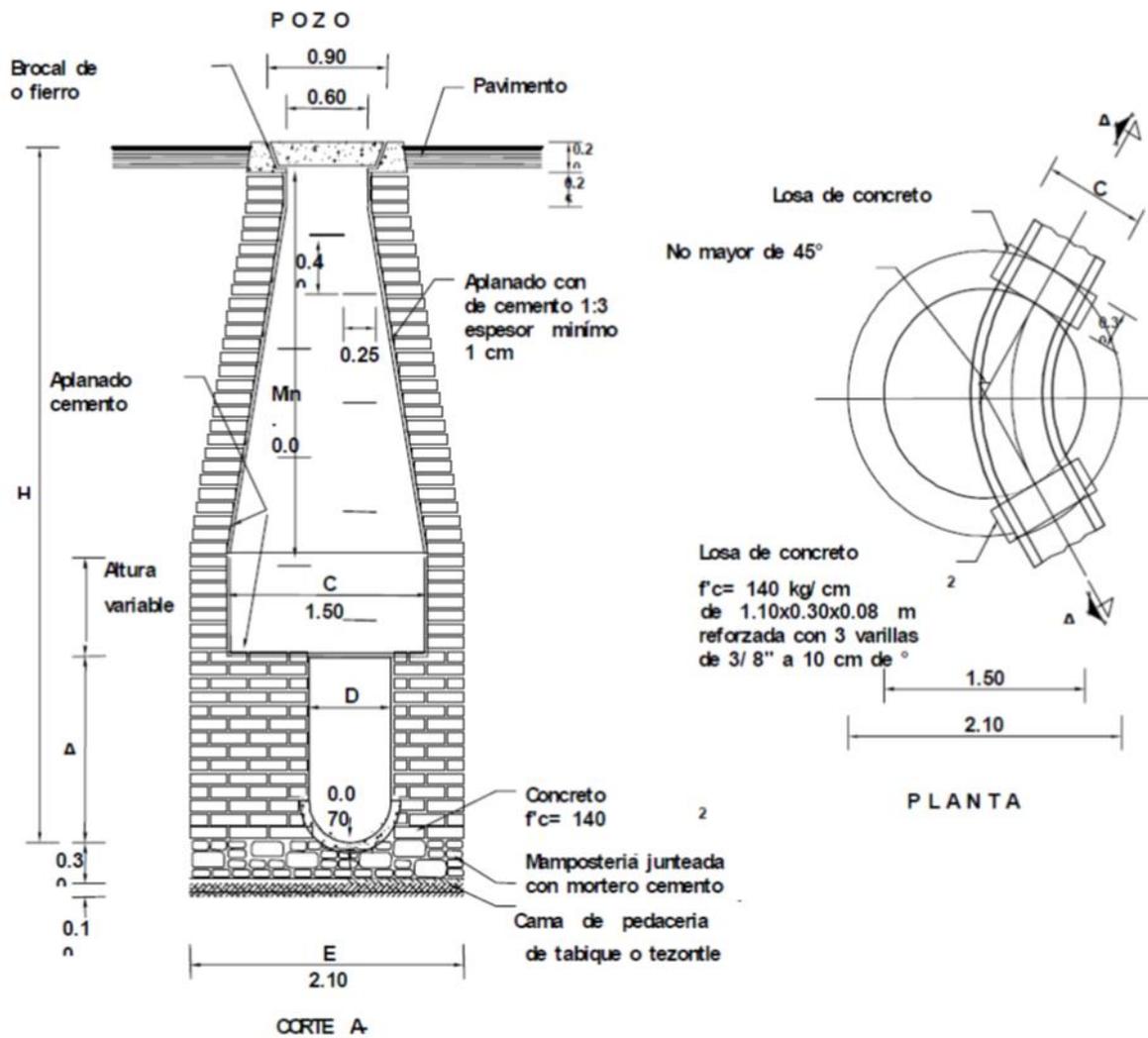
Acotaciones en metros

El pozo tipo "A" se usará para profundidades mayores de 2.50 m.

El pozo tipo "B" se usará para profundidades menores de 2.50 m y mayores e iguales a 1.10 m.

Esta figura es copia del plano V.C. 1985 de las Normas de Proyecto para Obras de Alcantarillado Sanitario en localidades Urbanas la Republica Mexicana, de la extinta S.A.H.O.I

Figura 6. Pozo de Visita Común. Fuente: CONAGUA (2007).



| DIAMETR (m) D | A (m) | PROF. MINIMA (m) | C (m) | E (m) |
|---------------|-------|------------------|-------|-------|
| 0.76          | 0.91  | 2.25             | 1.10  | 1.70  |
| 0.91          | 1.07  | 2.35             | 1.30  | 1.90  |
| 1.07          | 1.24  | 2.50             | 1.50  | 2.10  |

**N O T A**

Este proyecto de pozo, se empleara en de 1.22 m de diametro de pozo  
 Acotaciones en metros.  
 Esta figura es copia del plano V.C.  
 las Normas de Alcantarillado  
 Localidades Urbanas de la Republica  
 de la extinta S.A.H.Q.P.

Figura 7. Pozo de Visita Especial. Fuente: CONAGUA (2007).

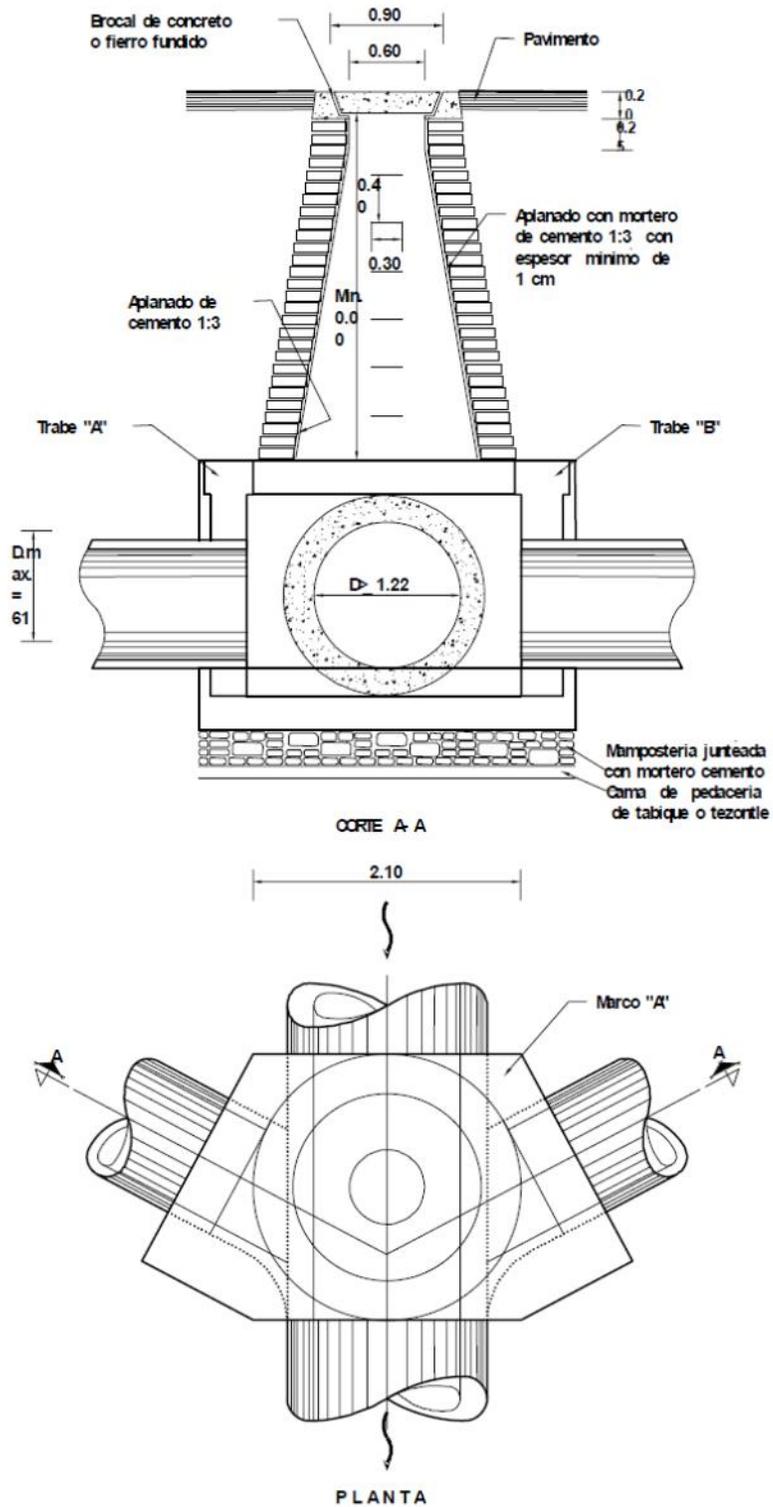


Figura 8. Pozo para conexiones oblicuas. Fuente: CONAGUA (2007).

ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA, CAMPUS HERMOSILLO

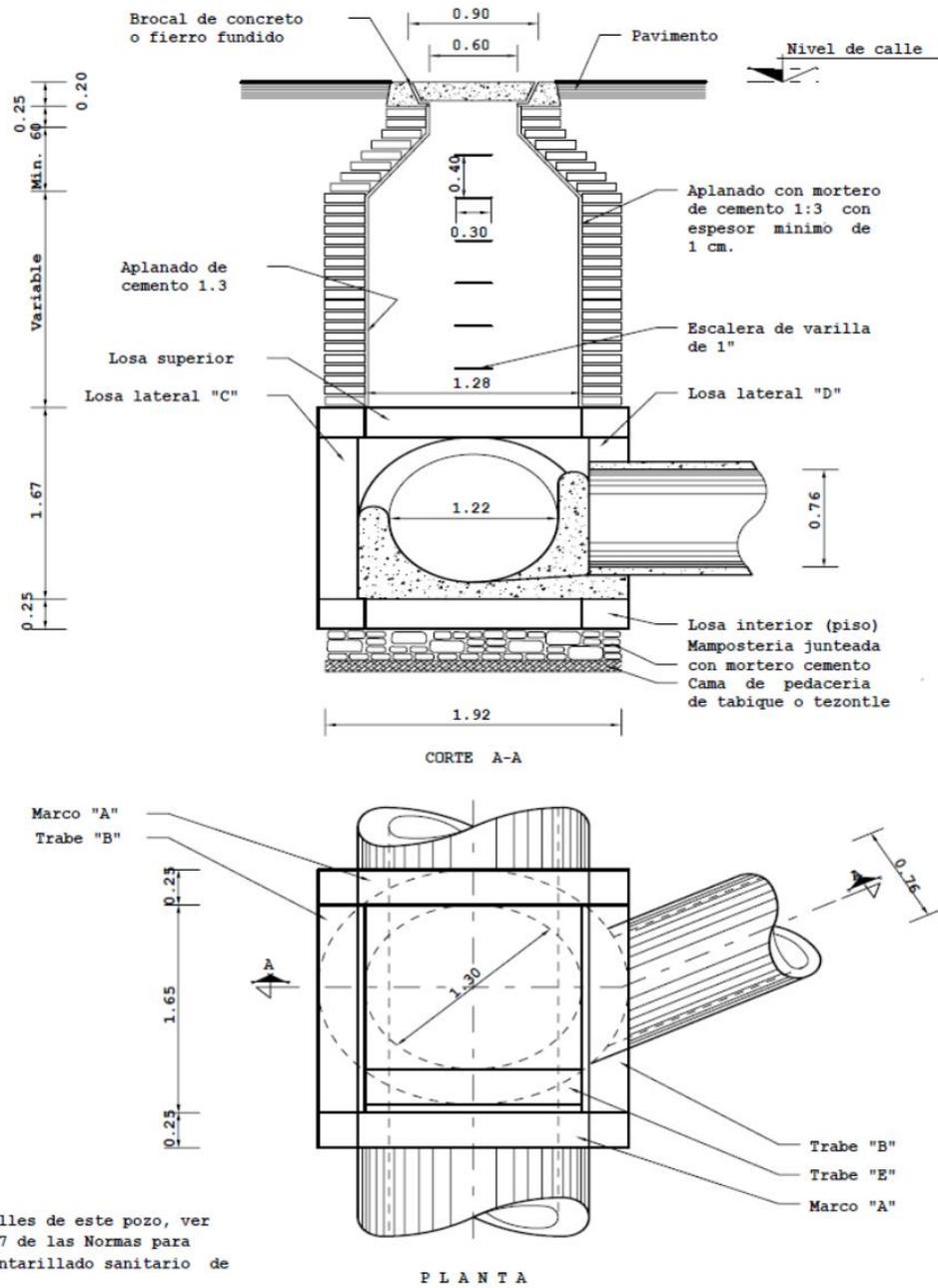


Figura 9. Pozo caja. Fuente: CONAGUA (2007).

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo de Estudio**

Se desarrolla un análisis de precios unitarios para determinar el costo del proyecto de drenaje pluvial sustentable a realizar en la Universidad de Sonora, elaborándose un catálogo de conceptos, indicando las cantidades de obra de acuerdo a la información existente y especificaciones del proyecto.

#### **3.2. Diseño Metodológico**

En el presupuesto se desglosarán los conceptos para la ejecución de la obra, indicando a continuación los más importantes:

1. Ruptura y reposición de pavimentos
2. Terracerías
  - 2.1. Excavación en zanjas
  - 2.2. Plantilla
  - 2.3. Relleno de la excavación
3. Acarreos
4. Suministro de tuberías
5. Instalación de tuberías
6. Pozos de visita
7. Brocales y tapas
8. Coladeras
9. Limpieza

Estos conceptos se realizarán de acuerdo a las especificaciones generales y particulares de construcción, las cuales debe observar el contratista.

### **3.3. Alcance**

El estudio se enfoca en el Campus Hermosillo de la Universidad de Sonora, Unidad Regional Centro, particularmente el área entre las vialidades Blvd. Luis Encinas Johnson, calle Rosales, Av. Luis Donald Colosio y calle de la Reforma.

Se considera como base el anteproyecto diseñado en la tesis “Modelo de Drenaje Pluvial Sustentable en la Universidad de Sonora, campus Hermosillo” de David Carlos Orona Llano, para obtener parte de la información necesaria que permite analizar el proceso constructivo y los precios unitarios (Orona, 2017); con ello logrando construir un presupuesto íntegro del proyecto dejando la propuesta a nivel de proyecto ejecutivo constructivo.

### **3.4. Objeto de Estudio**

El objeto de estudio es el análisis de costos enfocado al drenaje pluvial, particularmente con caso de aplicación en la Universidad de Sonora, sentando un precedente en la localidad para la realización de más obras como esta no sólo en la universidad, si no a nivel regional.

### **3.5. Recolección de Información**

Se recolectó información procedente de la Comisión Estatal del Agua (CEA), de la Comisión Nacional del Agua (CNA), para revisar los precios unitarios vigentes, considerando también información de CONAGUA y principalmente de la tesis “Modelo de Drenaje Pluvial Sustentable en la Universidad de Sonora, campus Hermosillo” de David Carlos Orona Llano, esto para obtener las especificaciones del proyecto, cantidades de obra y todo lo necesario para la elaboración del proyecto ejecutivo.

### **3.6. Métodos a utilizar para el Análisis de Datos**

Para poder trabajar con la información contenida en el anteproyecto, se procedió a analizarlo detalladamente para después poder estructurar un catálogo de conceptos integral, de tal manera que podamos obtener las cantidades de obra de cada concepto para posteriormente pasar a analizarlo y poder determinar el Precio Unitario de cada concepto, obteniendo así un presupuesto de la propuesta de drenaje pluvial.

En la Figura 10 se muestra el contenido completo de un precio unitario:

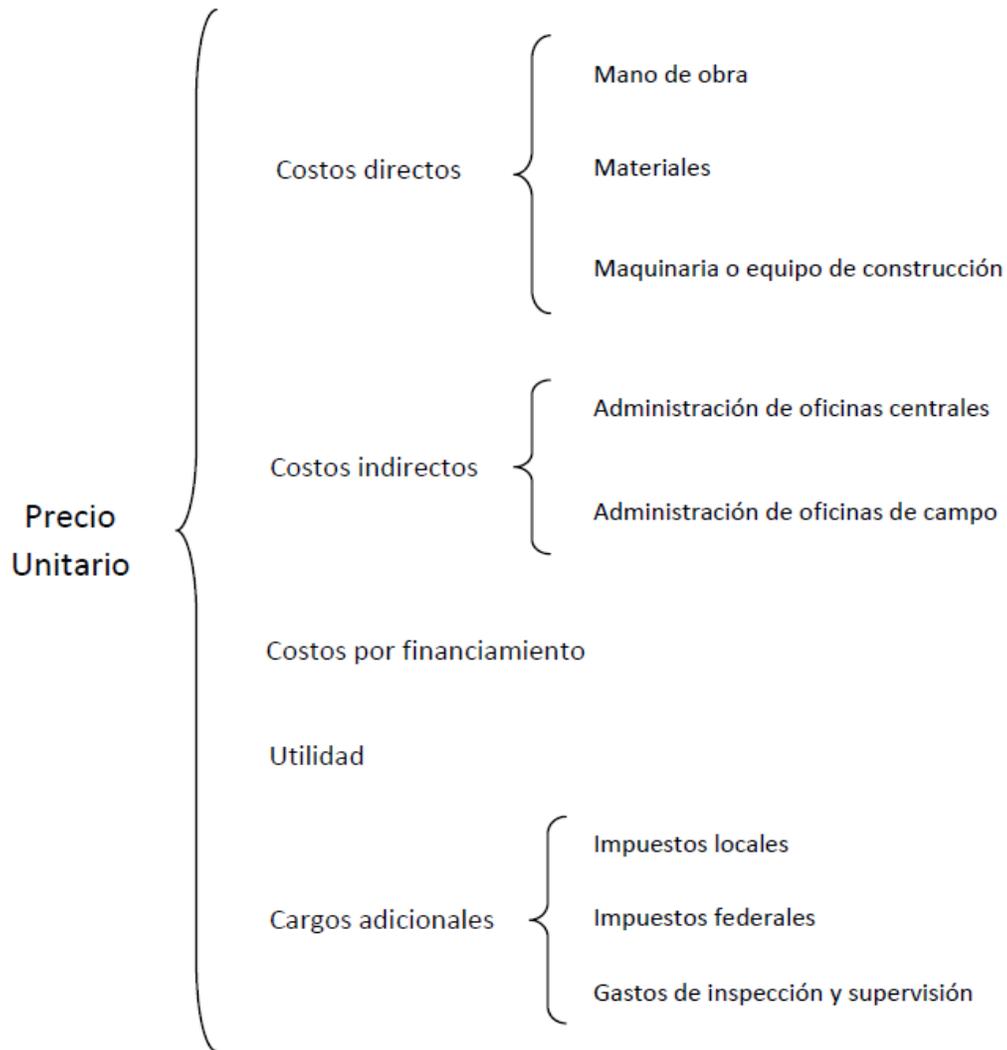


Figura 10. Desglose de un Precio Unitario. Fuente: Repositorio Digital, Facultad de Ingeniería de la UNAM (Carreño y Meade, 1976).

### 3.6.1. Costos directos

El costo directo de la mano de obra es el que proviene de los costos que absorbe el contratista por el pago de salarios reales al personal que interviene en la ejecución de la actividad referente a un concepto (Carreño y Meade, 1976). No se considerarán dentro de este costo las percepciones del personal técnico, administrativo, de control, supervisión y vigilancia, ya que éstos que corresponden a los costos indirectos.

El costo de mano de obra se obtendrá de la siguiente expresión:

$$Mo = \frac{Sr}{R}$$

Dónde:

- *Mo*: Costo por mano de obra.
- *Sr*: 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, la Ley del Seguro Social, la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores o de los Contratos Colectivos de Trabajo en vigor.
- *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. Para realizar la evaluación del rendimiento, se deberá considerar en todo momento el tipo de trabajo a desarrollar y las condiciones ambientales, topográficas y en general aquéllas que predominen en la zona o región donde se ejecuten.

Para la obtención del salario real se debe considerar la siguiente expresión (Carreño y Meade, 1976):

$$Sr = Sn * Fsr$$

- *Sn*: 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.
- *Fsr*: Representa el factor de salario real.

El factor de salario real se calcula con la siguiente expresión:

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

- *Ps*: Representa, en fracción decimal, las obligaciones obrero-patronales derivadas de la Ley del Seguro Social y de la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores.

- $T_p$ : Representa los días realmente pagados durante un periodo anual.
- $T_l$ : Representa los días realmente laborados durante el mismo periodo anual utilizado en  $T_p$ .

El costo directo por materiales es el correspondiente a las erogaciones que hace el contratista para adquirir o producir todos los materiales necesarios para la correcta ejecución del concepto de trabajo, que cumpla con las normas de calidad y las especificaciones generales y particulares de construcción requeridas por la dependencia o entidad.

El costo unitario por concepto de materiales se obtendrá de la expresión (Carreño y Meade, 1976):

$$M = P_m * C_m$$

- $M$ : Representa el costo por materiales.
- $P_m$ : Representa el costo básico unitario vigente de mercado, que cumpla con las normas de calidad especificadas para el concepto de trabajo de que se trate y que sea el más económico por unidad del material puesto en el sitio de los trabajos.
- $C_m$ : Representa el consumo de materiales por unidad de medida del concepto de trabajo.

Cuando se trate de materiales permanentes, “ $C_m$ ” se determinará de acuerdo con las cantidades que deban utilizarse según el proyecto, las normas de calidad y especificaciones generales y particulares de construcción que determine la dependencia o entidad, considerando adicionalmente los desperdicios que la experiencia en la industria de la construcción determine como mínimos. Cuando se trate de materiales auxiliares, “ $C_m$ ” se determinará de acuerdo con las cantidades que deban utilizarse según el proceso de construcción y el tipo de trabajos a realizar, considerando los desperdicios y el número de usos con base en el programa de ejecución, en la vida útil del material de que se trate y en la experiencia que se tenga en la industria de la construcción.

El costo horario directo por maquinaria o equipo de construcción es el que se deriva del uso correcto de las máquinas o equipos adecuados y necesarios para la ejecución del concepto de trabajo, de acuerdo con lo estipulado en las normas de calidad y especificaciones

generales y particulares que determine la dependencia o entidad y conforme al programa de ejecución convenido.

El costo horario directo por maquinaria o equipo de construcción es el que resulta de dividir el importe del costo horario de la hora efectiva de trabajo entre el rendimiento de dicha maquinaria o equipo en la misma unidad de tiempo, de conformidad con la siguiente expresión (Carreño, 1976):

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

- *ME*: Representa el costo horario por maquinaria o equipo de construcción.
- *Phm*: Representa el costo horario directo por hora efectiva de trabajo de la maquinaria o equipo de construcción considerados como nuevos; para su determinación será necesario tomar en cuenta la operación y uso adecuado de la máquina o equipo seleccionado, de acuerdo con sus características de capacidad y especialidad para desarrollar el concepto de trabajo de que se trate. *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, en las condiciones específicas del trabajo a ejecutar y en las correspondientes unidades de medida, que debe corresponder a la cantidad de unidades de trabajo que la máquina o equipo ejecuta por hora efectiva de operación, de acuerdo con los rendimientos que determinen, en su caso, los manuales de los fabricantes respectivos, la experiencia del contratista, así como las características ambientales de la zona donde se realizan los trabajos.

Los costos fijos son los correspondientes a depreciación, inversión, seguros y mantenimiento.

El costo horario por depreciación es el que resulta por la disminución del valor original de la maquinaria o equipo de construcción, como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica. Se considerará que la depreciación es lineal, es decir, que la maquinaria o equipo de construcción se deprecia en una misma cantidad por unidad de tiempo.

El costo horario por depreciación se obtiene con la siguiente expresión (Carreño y Meade, 1976):

$$D = \frac{Vm - Vr}{Ve}$$

- $D$ : Representa el costo horario por depreciación de la maquinaria o equipo de construcción.
- $Vm$ : Representa el valor de la máquina o equipo considerado como nuevo en la fecha de presentación y apertura de proposiciones, descontando el precio de las llantas y de los equipamientos, accesorios o piezas especiales, en su caso.
- $Vr$ : Representa el valor de rescate de la máquina o equipo que el contratista considere recuperar por su venta al término de su vida económica.
- $Ve$ : Representa la vida económica de la máquina o equipo estimada por el contratista y expresada en horas efectivas de trabajo, es decir, el tiempo que puede mantenerse en condiciones de operar y producir trabajo en forma eficiente, siempre y cuando se le proporcione el mantenimiento adecuado.

Cuando proceda, al calcular la depreciación de la maquinaria o equipo de construcción deberá deducirse del valor de los mismos, el costo de las llantas y el costo de las piezas especiales.

El costo horario por la inversión es el costo equivalente a los intereses del capital invertido en la maquinaria o equipo de construcción, como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica y se obtiene con la siguiente expresión (Carreño y Meade, 1976):

$$Im = \frac{Vm + Vr}{2Hea} i$$

- $Im$ : Representa el costo horario por la inversión de la maquinaria o equipo de construcción considerado como nuevo.
- $Hea$ : Representa el número de horas efectivas que la máquina o el equipo trabaja durante el año.
- $i$ : Representa la tasa de interés anual expresada en fracción decimal.

Para el análisis del costo horario por inversión, los contratistas considerarán a su juicio las tasas de interés "i", debiendo proponer la tasa de interés que más les convenga, la que deberá estar referida a un indicador económico específico y estará sujeta a las variaciones de

dicho indicador, considerando en su caso los puntos que requiera una institución crediticia como sobre costo por el crédito. Su actualización se hará como parte de los ajustes de costos, sustituyendo la nueva tasa de interés en las matrices de cálculo del costo horario.

El costo horario por seguros es el que cubre los riesgos a que está sujeta la maquinaria o equipo de construcción por los siniestros que sufra. Este costo forma parte del costo horario, ya sea que la maquinaria o equipo se asegure por una compañía aseguradora, o que la empresa constructora decida hacer frente con sus propios recursos a los posibles riesgos como consecuencia de su uso.

El costo horario por seguros se obtiene con la siguiente expresión (Carreño y Meade, 1976):

$$S_m = \frac{V_m + V_r}{2H_e a} s$$

- $S_m$ : Representa el costo horario por seguros de la maquinaria o equipo de construcción.
- $s$ : Representa la prima anual promedio de seguros, fijada como porcentaje del valor de la máquina o equipo y expresada en fracción decimal.

Para el análisis del costo horario por seguros, los contratistas considerarán la prima anual promedio de seguros.

El costo horario por mantenimiento se obtiene con la siguiente expresión (Carreño y Meade, 1976):

$$M_n = K_o * D$$

- $M_n$ : Representa el costo horario por mantenimiento mayor y menor de la maquinaria o equipo de construcción.
- $K_o$ : Representa un coeficiente que considera tanto el mantenimiento mayor como el menor. Este coeficiente varía según el tipo de máquina o equipo y las características del trabajo y se fija con base en la experiencia estadística que se tenga en la industria de la construcción.

Los costos por consumos son los que se derivan de las erogaciones que resulten por el uso de combustibles u otras fuentes de energía y, en su caso, lubricantes y llantas.

El costo horario por combustibles es el derivado de todas las erogaciones originadas por los consumos de gasolina y diesel para el funcionamiento de los motores de combustión interna de la maquinaria o equipo de construcción y se obtiene con la siguiente expresión (Carreño y Meade, 1976):

$$Co = Gh * Pc$$

- *Co*: Representa el costo horario del combustible necesario por hora efectiva de trabajo.
- *Gh*: Representa la cantidad de combustible utilizado por hora efectiva de trabajo. Este coeficiente se obtiene en función de la potencia nominal del motor, de un factor de operación de la máquina o equipo y de un coeficiente determinado por la experiencia que se tenga en la industria de la construcción, el cual varía de acuerdo con el combustible que se use.
- *Pc*: Representa el precio del combustible puesto en la máquina o equipo.

El costo por otras fuentes de energía es el derivado por los consumos de energía eléctrica o de otros energéticos distintos. La determinación de este costo requerirá en cada caso de un estudio especial.

El costo horario por lubricantes es el derivado del consumo y de los cambios periódicos de aceites lubricantes de los motores y se obtiene con la siguiente expresión (Carreño y Meade, 1976):

$$Lb = (Ah + Ga) Pa$$

- *Lb*: Representa el costo horario por consumo de lubricantes.
- *Ah*: Representa la cantidad de aceites lubricantes consumidos por hora efectiva de trabajo, de acuerdo con las condiciones medias de operación.
- *Ga*: Representa el consumo entre cambios sucesivos de lubricantes en las máquinas o equipos y se determina por la capacidad del recipiente dentro de la máquina o equipo y los tiempos entre cambios sucesivos de aceites.
- *Pa*: Representa el costo de los aceites lubricantes puestos en las máquinas o equipos.

El costo horario por llantas es el correspondiente al consumo por desgaste de las llantas durante la operación de la maquinaria o equipo de construcción y se obtiene con la siguiente expresión (Carreño y Meade, 1976):

$$N = \frac{Pn}{Vn}$$

- $N$ : Representa el costo horario por el consumo de las llantas de la máquina o equipo como consecuencia de su uso.
- $Pn$ : Representa el valor de las llantas consideradas como nuevas, de acuerdo con las características indicadas por el fabricante de la máquina.
- $Vn$ : Representa las horas de vida económica de las llantas, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas.

El costo horario por piezas especiales es el correspondiente al consumo por desgaste de las piezas especiales durante la operación de la maquinaria o equipo de construcción y se obtiene con la siguiente expresión (Carreño y Meade, 1976):

$$Ae = \frac{Pa}{Va}$$

- $Ae$ : Representa el costo horario por las piezas especiales.
- $Pa$ : Representa el valor de las piezas especiales consideradas como nuevas.
- $Va$ : Representa las horas de vida económica de las piezas especiales, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas.

El costo horario por salarios de operación es el que resulta por concepto de pago del o los salarios del personal encargado de la operación de la maquinaria o equipo de construcción por hora efectiva de trabajo y se obtendrá mediante la siguiente expresión (Carreño y Meade, 1976):

$$Po = \frac{Sr}{Ht}$$

- $Po$ : Representa el costo horario por concepto de pago del o los salarios del personal encargado de la operación de la maquinaria o equipo de construcción.
- $Sr$ : Salario real, valorizado por turno del personal necesario para operar la máquina o equipo.
- $Ht$ : Representa las horas efectivas de trabajo de la maquinaria o equipo de construcción dentro del turno.

El costo por herramienta de mano corresponde al consumo por desgaste de herramientas de mano utilizadas en la ejecución del concepto de trabajo y se calculará mediante la siguiente expresión (Carreño y Meade, 1976):

$$Hm = Kh * Mo$$

- *Hm*: Representa el costo por herramienta de mano.
- *Kh*: Representa un coeficiente cuyo valor se fijará en función del tipo de trabajo y de la herramienta requerida para su ejecución.

El costo directo por equipo de seguridad corresponde al valor del equipo necesario para la protección personal del trabajador para ejecutar el concepto de trabajo y se calculará mediante la siguiente expresión (Carreño y Meade, 1976):

$$Es = Ks * Mo$$

- *Es*: Representa el costo directo por equipo de seguridad.
- *Ks*: Representa un coeficiente cuyo valor se fija en función del tipo de trabajo y del equipo requerido para la seguridad del trabajador.

### **3.6.2. Costos indirectos.**

El costo indirecto corresponde a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que realiza el contratista, tanto en sus oficinas centrales como en el sitio de los trabajos, y comprende entre otros: los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, construcción de instalaciones generales necesarias para realizar conceptos de trabajo, el transporte de maquinaria o equipo de construcción, imprevistos y, en su caso, prestaciones laborales y sociales correspondientes al personal directivo y administrativo (Carreño y Meade, 1976).

Para la determinación del costo indirecto se deberá considerar que el costo correspondiente a las oficinas centrales del contratista comprenderá únicamente los gastos necesarios para dar apoyo técnico y administrativo a la superintendencia encargada directamente de los trabajos (Carreño y Meade, 1976). En el caso de los costos indirectos de oficinas de campo se deberán considerar todos los conceptos que de ello se deriven.

Los costos indirectos se expresarán como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo. Dicho porcentaje se calculará sumando los importes de los gastos generales que resulten aplicables y dividiendo esta suma entre el costo directo total de los trabajos de que se trate (Carreño y Meade, 1976). Los gastos generales (no limitativos) que podrán tomarse en consideración para integrar el costo indirecto y que pueden aplicarse indistintamente a la administración de oficinas centrales, a la administración de oficinas de campo o a ambas, según el caso, son los siguientes:

I. Honorarios, sueldos y prestaciones de los siguientes conceptos:

- a) Personal directivo
- b) Personal técnico
- c) Personal administrativo
- d) Cuota patronal del seguro social y del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
- e) Prestaciones a que obliga la Ley Federal del Trabajo para el personal directivo, técnico y administrativo
- f) Pasajes y viáticos del personal directivo, técnico y administrativo, y
- g) Los que deriven de la suscripción de contratos de trabajo para el personal directivo, técnico y administrativo.

II. Depreciación, mantenimiento y rentas de los siguientes conceptos:

- a) Edificios y locales
- b) Locales de mantenimiento y guarda
- c) Bodegas
- d) Instalaciones generales
- e) Equipos, muebles
- f) Depreciación o renta, y operación de vehículos
- g) Campamentos

III. Servicios de los siguientes conceptos:

- a) Consultores, asesores, servicios y laboratorios
- b) Estudios e investigaciones

IV. Fletes y acarreos de los siguientes conceptos:

- a) Campamentos
- b) Equipo de construcción
- c) Plantas y elementos para instalaciones
- d) Mobiliario;

V. Gastos de oficina de los siguientes conceptos:

- a) Papelería y útiles de escritorio
- b) Correo, fax, teléfonos, telégrafos, radio y otros gastos de comunicaciones
- c) Equipo de computación
- d) Situación de fondos
- e) Copias y duplicados
- f) Luz, gas y otros consumos
- g) Gastos de la licitación pública

VI. Capacitación y adiestramiento

VII. Seguridad e higiene

VIII. Seguros y fianzas

IX. Trabajos previos y auxiliares de los siguientes conceptos:

- a) Construcción y conservación de caminos de acceso
- b) Montajes y desmantelamientos de equipo
- c) Construcción de las siguientes instalaciones generales:
  - 1) Campamentos
  - 2) Equipo de construcción
  - 3) Plantas y elementos para instalaciones.

### **3.6.3. Costo por financiamiento**

El costo por financiamiento deberá estar representado por un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos y corresponderá a los gastos derivados por la inversión de recursos propios o contratados que realice el contratista para dar cumplimiento al programa

de ejecución de los trabajos calendarizados y valorizados por periodos. (Carreño y Meade, 1976).

El procedimiento para el análisis, cálculo e integración del costo por financiamiento deberá ser fijado por cada dependencia o entidad. Para el análisis, cálculo e integración del porcentaje del costo por financiamiento se deberá considerar lo siguiente:

- Que la calendarización de egresos esté acorde con el programa de ejecución de los trabajos y el plazo indicado en la proposición del contratista.
- Que el porcentaje del costo por financiamiento se obtenga de la diferencia que resulte entre los ingresos y egresos, afectado por la tasa de interés propuesta por el contratista, y dividida entre el costo directo más los costos indirectos.
- Que se integre por los siguientes ingresos:
  - a) Los anticipos que se otorgarán al contratista durante el ejercicio del contrato.
  - b) El importe de las estimaciones a presentar, considerando los plazos de formulación, aprobación, trámite y pago, deduciendo la amortización de los anticipos concedidos.
  - c) Los gastos que impliquen los costos directos e indirectos.
  - d) Los anticipos para compra de maquinaria o equipo e instrumentos de instalación permanente que en su caso se requieran.
  - e) En general, cualquier otro gasto requerido según el programa de ejecución.

#### **3.6.4. Utilidad**

El cargo por utilidad es la ganancia que recibe el contratista por la ejecución del concepto de trabajo; será fijado por el propio contratista y estará representado por un porcentaje sobre la suma de los costos directos, indirectos y de financiamiento (Carreño y Meade, 1976).

Para el cálculo del cargo por utilidad se considerará el impuesto sobre la renta y la participación de los trabajadores en las utilidades de las empresas a cargo del contratista (Carreño y Meade, 1976).

#### **3.6.5. Cargos adicionales**

Los cargos adicionales son las erogaciones que debe realizar el contratista, por estar convenidas como obligaciones adicionales que se aplican después de la utilidad del precio unitario porque derivan de un impuesto o derecho que se cause con motivo de la ejecución de los trabajos y que no forman parte de los costos directos, indirectos y por financiamiento, ni del cargo por utilidad. Únicamente quedarán incluidos en los cargos adicionales aquéllos que deriven de ordenamientos legales aplicables o de disposiciones administrativas que emitan autoridades competentes en la materia, como derechos e impuestos locales, impuestos federales, gastos de inspección y supervisión (Carreño y Meade, 1976).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Lista de conceptos

A continuación se enumeran la lista de los conceptos que formarán el catálogo general de conceptos, los cuáles se desarrollaron con base al proyecto existente del modelo de drenaje pluvial sustentable y del proceso constructivo que implicaría la ejecución del mismo, considerando la normativa vigente (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Lista de los conceptos generados

| CONCEPTOS   |
|---|
| DEMOLICIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA CON GROSOR DE 6 CM INCLUYE: ACARREO DE MATERIAL HASTA BANCO DE CARGA Y APILE DE MATERIAL (JJ)   |
| EXCAVACIÓN CON MAQUINA EN TERRENO TIPO "B", INVESTIGADO EN OBRA, CUALQUIER PROFUNDIDAD, INCLUYE AFLOJE, EXTRACCION, AMACICE DE PLANTILLA Y AFINE DE TALUDES MEDIDA EN BANCO (JJ)  |
| SUMINISTRO, RELLENO Y COMPACTACIÓN DE PLANTILLA DE ARENA DE SOPORTE A TUBERÍA DE 15 CMS DE ESPESOR AL 90% PROCTOR, INCLUYE: HUMECTACION Y ACARREO LIBRE A 20.00 M. EN CARRETILLA.(JJ)   |
| TENDIDO DE TUBERÍA DE PVC/POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD DE 61 CM DE DIÁMETRO, INCLUYE: TRAZO, SUMINISTRO, TENDIDO Y CONEXIONES. (JJ)   |
| TENDIDO DE TUBERÍA DE PVC/POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD DE 91 CM DE DIÁMETRO, INCLUYE: TRAZO, SUMINISTRO, TENDIDO Y CONEXIONES. (JJ)   |
| TENDIDO DE TUBERÍA DE PVC/POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD DE 122 CM DE DIÁMETRO, INCLUYE: TRAZO, SUMINISTRO, TENDIDO Y CONEXIONES. (JJ)  |
| RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION, CON PLACA VIBRATORIA, EN CAPAS DE 20 CM. DE ESPESOR AL 90% PROCTOR, INCLUYE: HUMECTACION Y ACARREO LIBRE A 20.00 M. EN CARRETILLA.(JJ)  |
| SUMINISTRO, RELLENO Y COMPACTACIÓN DE COBERTURA A TUBERÍA DE 15 CMS DE ESPESOR AL 90% PROCTOR, INCLUYE: HUMECTACION Y ACARREO LIBRE A 20.00 M. EN CARRETILLA.(JJ)   |
| POZO DE VISITA, CON PLANTILLA DE CONCRETO, CAMA DE PEDACERÍA DE TABIQUE Y MAMPOSTERÍA DE PIEDRA BRAZA, 60x60 CM. DE 80 CM. DE PROFUNDIDAD, MEDIDAS INTERIORES, A BASE DE MURO DE LADRILLO RECOCIDO DE 14 CM. DE ESPESOR, JUNTEADO CON MORTERO CEM-ARENA 1:3, APLANADO DE MEZCLA CON MORTERO CEMENTO ARENA1:3, ACABADO FINO, SIN FONDO, MARCO DE ANGULO DE 1 1/2"x1 1/2"x3/16", CONTRAMARCO DE ANGULO DE 1 1/4"x1 1/4"x3/16", TAPA DE LAMINA ANTIDERRAPANTE CAL. 16 CON PENDIENTE A CUATRO AGUAS, CADENA DE REMATE CONCRETO F'c = 150 Kg/cm2, SECCION 15x15 cm, REF. CON 4 VAR DE 3/8" EST. 1/4" @ 20cm, VARILLA DE 3/8" PARA SOPORTAR CONDUCTORES, ABRAZADERA DE OMEGA, |

|   |
|---|
| INCLUYE : EXCAVACION, RELLENO, FONDO DE GRAVA DE 10cm ESPESOR Y PINTURA DE ESMALTE , VER PLANO RE-1, (JJ)   |
| COLADERA DE BANQUETA, CON BROCAL DE HIERRO FUNDIDO O CONCRETO Y REJILLA FRONTAL DE HIERRO FUNDIDO.  |
| COLADERA DE PISO Y BANQUETA, CON BROCAL DE HIERRO FUNDIDO EN BANQUETA Y REJILLAS DE HIERRO FUNDIDO EN BANQUETA Y PISO.  |
| REJILLAS TRANSVERSALES DE PISO TIPO IRVING DE 2.20X0.86 MTS CON ÁREA DE ABERTURA DE 1.064 M2  |
| POZO DE ABSORCIÓN CILÍNDRICO DE 4.00 MTS DE PROFUNDIDAD, CON 1.00 MTS DE DIÁMETRO, RELLENO DE GRAVA DE ENTRE 3/4" A 4", EN ACCESO A POZO TENDRÁ GRAVA DE 3/4" A 1/2".   |
| CAJA DERIVADORA DE 2.50X2.50 MTS, ALTURA DE 3.80 MTS, MEDIANTE TUBO DE DESCARGA DE 0.80 MTS, TUBERÍA DE DRENAJE PLUVIAL DE 1.22 MTS, CON ZANJA PROVISTA DE MATERIALES PÉTREOS (ARENA, GRAVA, BOLEO)   |
| LIMPIA, TRAZO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO, INCLUYE HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.   |
| CANAL DE TIERRA, ANCHO SUPERIOR (T) DE 3.80 MTS, ANCHO INFERIOR DE 1.00 MTS, BORDO LIBRE DE 0.15 MTS, TIRANTE DE 0.93 MTS, ANCHO DE CORONA DE 0.50 MTS, PENDIENTE LONGITUDINAL DEL 4.00%, TALÚD DE 1:1.5, INCLUYE EXCAVACIÓN, COMPACTACIÓN, AFINE DE TALUDES, AFLOJE, EXTRACCIÓN, AMACICE DE PLANTILLA. |

FUENTE: Elaboración propia (2020)

#### 4.2. Análisis de precios unitarios

LA etapa del análisis de precios fue necesario desarrollarla con apoyo del software Microsoft Excel, utilizando para ello la metodología aquí planteada previamente, en donde se manejaron por porcentajes los costos indirectos, los costos por financiamiento, utilidad y cargos adicionales, mientras que el costo directo se desarrolló con base a los cálculos de mano de obra, maquinaria y materiales que cada concepto requería. Un resumen breve se ilustra en la Tabla 4 y 5 para dos conceptos típicos siguientes:

**ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA, CAMPUS HERMOSILLO**

Tabla 4. Análisis de concepto PR-002.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

ING. CARLOS R. CORONADO AGUIRRE FECHA: 30 de abril de 2020

NOMBRE DE LA OBRA: OBRA: DRENAJE PLUVIAL SUSTENBABLE

MUNICIPIO: HERMOSILLO LOCALIDAD: HERMOSILLO

|  |               |               |
|--|---------------|---------------|
| DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO: ( PR-002 )<br><br>EXCAVACIÓN CON MAQUINA EN TERRENO TIPO "B", INVESTIGADO EN OBRA, CUALQUIER PROFUNDIDAD, INCLUYE AFLOJE, EXTRACCION, AMACICE DE PLANTILLA Y AFINE DE TALUDES MEDIDA EN BANCO (JJ) | U. DE MEDIDA: | M3            |
|  | CANTIDAD:     | 3,440.03      |
|  | P. UNITARIO:  | \$ 40.50      |
|  | TOTAL:        | \$ 139,321.26 |

| CLAVE                         | COMPONENTE                     | UNIDAD     | CANTIDAD | P. UNITARIO | TOTAL        |
|-------------------------------|--------------------------------|------------|----------|-------------|--------------|
| <b>MATERIALES</b>             |                                |            |          |             |              |
|                               |                                |            |          |             |              |
|                               |                                |            |          |             |              |
|                               |                                |            |          |             |              |
| <b>TOTAL DE MATERIALES:</b>   |                                |            |          |             | <b>0.00</b>  |
| <b>MANO DE OBRA</b>           |                                |            |          |             |              |
| MO01                          | OFICIAL ALBAÑIL                | JORNAL     | 0.0053   | 450.00      | 2.37         |
| MO02                          | AYUDANTE ALBAÑIL               | JORNAL     | 0.0105   | 350.00      | 3.68         |
| MO03                          | CABO DE OFICIOS                | JORNAL     | 0.0026   | 475.00      | 1.25         |
|                               |                                |            |          |             |              |
| <b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>  |                                |            |          |             | <b>7.30</b>  |
| <b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>    |                                |            |          |             |              |
| HERR01                        | HERRAMIENTA MENOR (5% DE M.O.) | PORCENTAJE | 0.0500   | 7.30        | 0.37         |
| EQ-002                        | RETROEXCAVADORA                | JORNAL     | 0.0063   | 3,875.803   | 24.40        |
|                               |                                |            |          |             |              |
| <b>TOTAL DE MAQ. Y EQUIPO</b> |                                |            |          |             | <b>24.77</b> |

|                                   |                 |
|-----------------------------------|-----------------|
| <b>COSTO DIRECTO</b>              | <b>\$ 32.07</b> |
| <b>INDIRECTO ( 12 % )</b>         | <b>\$ 3.85</b>  |
| <b>FINANCIAMIENTO (2%)</b>        | <b>\$ 0.72</b>  |
| <b>UTILIDAD (10%)</b>             | <b>\$ 3.66</b>  |
| <b>CARGOS ADICIONALES (0.50%)</b> | <b>\$ 0.20</b>  |
| <b>P. UNITARIO</b>                | <b>\$ 40.50</b> |

---

ING. CARLOS R. CORONADO AGUIRRE  
CÉDULA PROFESIONAL: 037783  
FUENTE: Elaboración propia (2020)

**ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA, CAMPUS HERMOSILLO**

Tabla 5. Análisis de concepto PR-002.

ING. CARLOS R. CORONADO AGUIRRE

**ANÁLISIS DE  
PRECIOS UNITARIOS**

FECHA: 30 de abril de 2020

NOMBRE DE LA OBRA: OBRA: DRENAJE PLUVIAL SUSTENBABLE

MUNICIPIO: HERMOSILLO LOCALIDAD: HERMOSILLO

|   |               |              |
|---|---------------|--------------|
| DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO: ( IP-008 )<br>COLADERA DE BANQUETA DE CONCRETO CON REJILLA METÁLICA, PRECOLADA CALIDAD «PICSA», CON TUBO ARENERO DE CONCRETO SIMPLE DE 0.38 M DE DIÁMETRO Y 1.00 M DE LONGITUD Y PLANTILLA DE MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 DE 0.08 M DE ESPESOR INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EXCAVACIÓN, RELLENO, ACARREOS Y DESPERDICIOS. | U. DE MEDIDA: | PZA          |
|   | CANTIDAD:     | 14.00        |
|   | P. UNITARIO:  | \$ 2,417.95  |
|   | TOTAL:        | \$ 33,851.35 |

| CLAVE                         | COMPONENTE                     | UNIDAD     | CANTIDAD | P. UNITARIO | TOTAL           |
|-------------------------------|--------------------------------|------------|----------|-------------|-----------------|
| <b>MATERIALES</b>             |                                |            |          |             |                 |
| 1908                          | TAPA PARA COLADERA             | PZA        | 1.0000   | 729.15      | 729.15          |
| 2289                          | TUBO DE CONCRETO SIMPLE        | PZA        | 1.0000   | 106.10      | 106.10          |
| 3130                          | COLADERA DE BANQUETA           | PZA        | 1.0000   | 715.10      | 715.10          |
| <b>TOTAL DE MATERIALES:</b>   |                                |            |          |             | <b>1,550.35</b> |
| <b>MANO DE OBRA</b>           |                                |            |          |             |                 |
| MO04                          | OFICIAL PLOMERO                | JORNAL     | 0.2500   | 450.00      | 112.50          |
| MO05                          | AYUDANTE PLOMERO               | JORNAL     | 0.5000   | 350.00      | 175.00          |
| MO03                          | CABO DE OFICIOS                | JORNAL     | 0.1250   | 475.00      | 59.38           |
| <b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>  |                                |            |          |             | <b>346.88</b>   |
| <b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>    |                                |            |          |             |                 |
| HERR01                        | HERRAMIENTA MENOR (5% DE M.O.) | PORCENTAJE | 0.0500   | 346.88      | 17.34           |
| <b>TOTAL DE MAQ. Y EQUIPO</b> |                                |            |          |             | <b>17.34</b>    |

|                                   |                    |
|-----------------------------------|--------------------|
| <b>COSTO DIRECTO</b>              | <b>\$ 1,914.57</b> |
| <b>INDIRECTO ( 12 % )</b>         | <b>\$ 229.75</b>   |
| <b>FINANCIAMIENTO (2%)</b>        | <b>\$ 42.89</b>    |
| <b>UTILIDAD (10%)</b>             | <b>\$ 218.72</b>   |
| <b>CARGOS ADICIONALES (0.50%)</b> | <b>\$ 12.03</b>    |
| <b>P. UNITARIO</b>                | <b>\$ 2,417.95</b> |

M.C CARLOS R. CORONADO AGUIRRE

CÉDULA PROFESIONAL: 037783

FUENTE: Elaboración propia (2020)

#### 4.3. Resumen del Presupuesto Total por Partidas

El siguiente Resumen de resultados del análisis de precios unitarios muestra solamente el importe calculado de acuerdo a la metodología previamente explicada (Ver Tabla 6), para mayor detalle del mismo vea el Anexo 1.

Tabla 6. Resumen general del costo total por partida.

| <b>Partida/Elemento</b>  | <b>Costo</b>           |
|--------------------------|------------------------|
| <b>LÍNEAS DE TUBERÍA</b> | <b>\$ 1,951,051.18</b> |
| PRELIMINARES             | \$509,306.40           |
| INSTALACIONES PLUVIALES  | \$1,441,744.78         |
| <b>CANAL</b>             | <b>\$ 75,574.02</b>    |
| PRELIMINARES             | \$5,087.93             |
| INSTALACIONES PLUVIALES  | \$85,959.76            |
| <b>SUBTOTAL:</b>         | <b>\$ 2,042,098.87</b> |
| <b>I.V.A.:</b>           | <b>\$ 326,735.82</b>   |
| <b>TOTAL:</b>            | <b>\$ 2,368,834.69</b> |

FUENTE: Elaboración propia (2020)

Puede observarse en esta tabla resumen, el resultado del costo total para llevar a cabo la construcción del proyecto en cuestión, el cual arrojó el valor de: \$ 2, 350,885.23 (*Dos Millones trescientos cincuenta mil, ochocientos ochenta y cinco, con 23 centavos, 23/100, M.N.*).

Para lleva a cabo la construcción del proyecto de drenaje pluvial sustentable establecido, se requiere un tiempo total de: Dos meses, más dos semanas, es decir 2.5 meses en total (vea Anexo 1), sin considerar imprevistos por la presencia de elementos de infraestructura existente en los tramos donde se hagan las excavaciones del proceso constructivo, y que requiera ser transferida o modificada, así como la posible presencia de lluvias.

#### 4.4. Planos y especificaciones

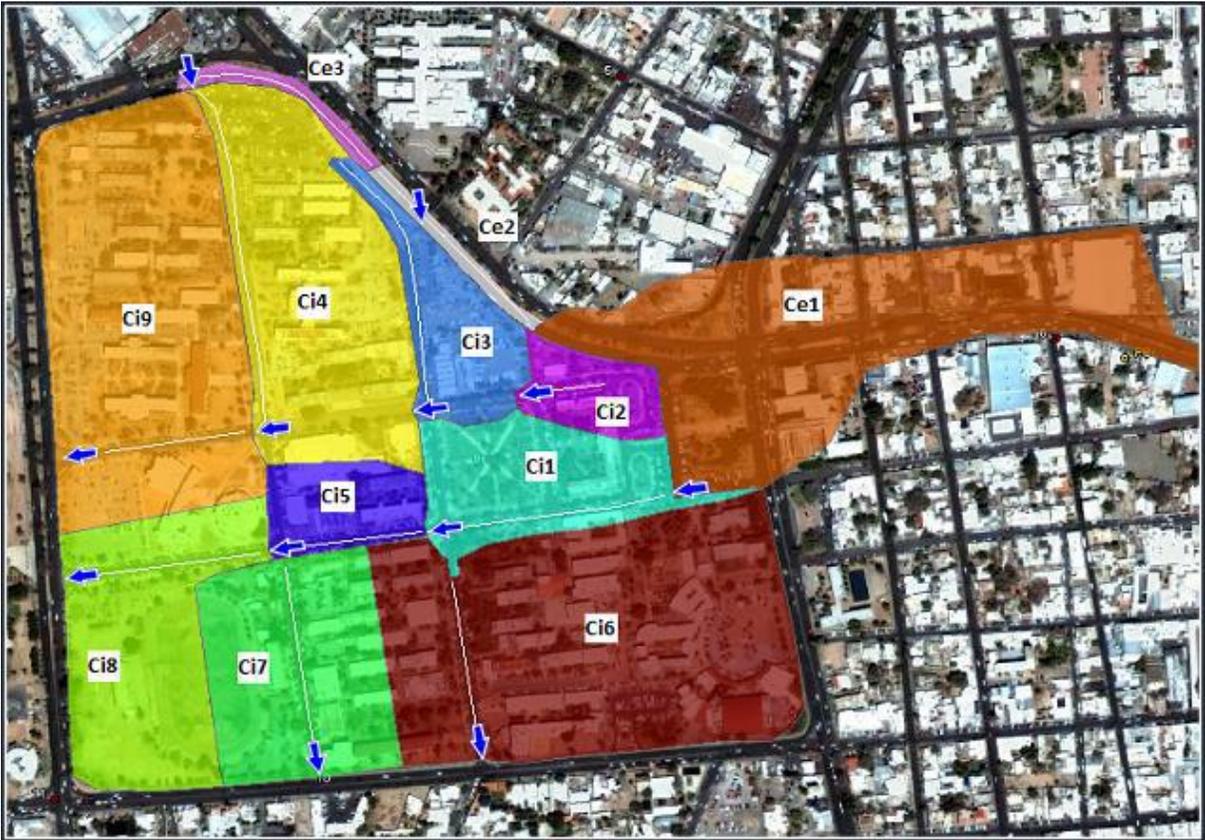


Figura 11. Mapa de micro-cuencas y direccionamiento. Fuente: “Modelo de drenaje pluvial sustentable en la Universidad de Sonora” (Orona, 2017).



Figura 12. Tramos de tubería y canal de tierra. Fuente: “Modelo de drenaje pluvial sustentable en la Universidad de Sonora” (Orona, 2017).

Los elementos que intervienen en la conexión de la tubería de descarga en el pozo final de la red de tubería del drenaje pluvial hacia la caja receptora (caja de entrada al canal), los pozos de absorción y la caja de salida, se incluyen en el Anexo 8.

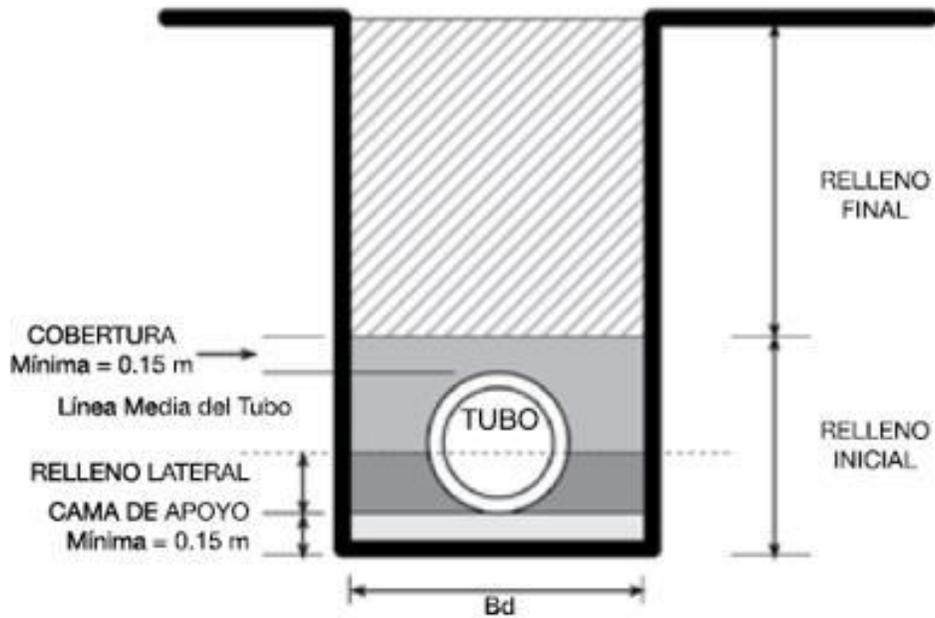


Figura 13. Sección de corte transversal. Fuente: "Modelo de drenaje pluvial sustentable en la Universidad de Sonora" (Orona, 2017).

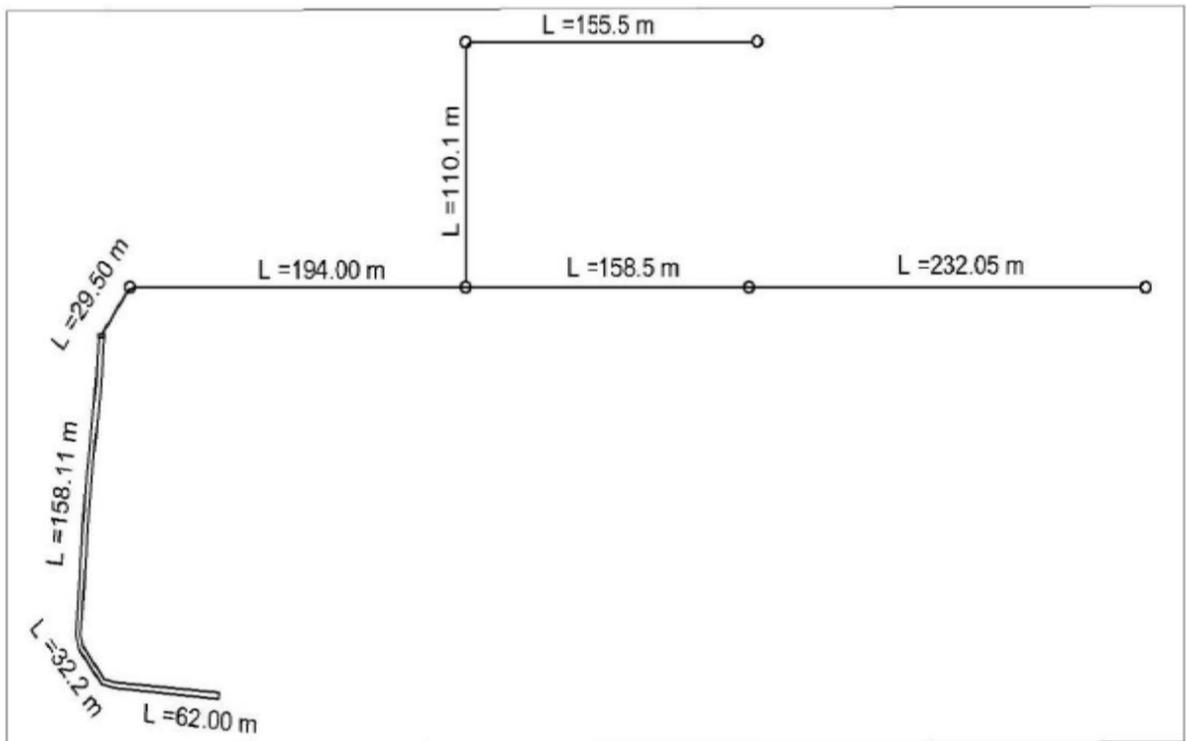


Figura 14. Longitudes de tramos y canal de tierra. Fuente: "Modelo de drenaje pluvial sustentable en la Universidad de Sonora" (Orona, 2017).

## 5. CONCLUSIONES

En la ciudad de Hermosillo, Sonora se ha padecido de manera histórica de sequía y falta de agua, independientemente de su uso. Sin embargo, nunca se ha logrado implementar con éxito un modelo o sistema de drenaje pluvial, ya sea generalizado o en zonas particulares, que funcione de manera sustentable al infiltrar las aguas pluviales para la recarga de los acuíferos. También se considera que la ciudad ha desaprovechado las intensas precipitaciones que se dan en cortos lapsos del año e inclusive llegan a inundar y paralizar la ciudad.

El análisis que se ha presentado pretende complementar un estudio existente referente al diseño de drenaje pluvial en un proyecto ejecutivo, algo sin precedentes dentro del campus de la Universidad de Sonora en la ciudad de Hermosillo, Sonora, pudiendo servir de ejemplo pionero al resto de los campus del resto del estado, considerando previamente sus respectivas características.

La propuesta económica se ha realizado según la información de tabuladores de rendimientos de mano de obra y maquinaria y a los costos de los materiales según la fecha en la que se presenta este documento de tesis, por lo que se deberá actualizar dicha información según fluctúe en los lapsos de tiempo que se requieran.

El tiempo necesario para la ejecución total del proyecto debe considerarse tres meses, cuyo tiempo ya considera dos semanas de imprevistos, siendo el período idóneo para su ejecución de Enero a Marzo del año de interés. Sin embargo, existe un mes adicional disponible (abril) por posibles contingencias e imprevistos mayores que hagan retrasar la obra en el proceso de construcción.

## RECOMENDACIONES

Al ser el primer modelo completo dentro de la Universidad de Sonora en su tipo, se recomienda ampliamente solicitar y revisar los planos actuales del campus Hermosillo, esto para planear un adecuado procedimiento constructivo, revisando que tipo de instalaciones existentes podrían obligar a que se modificaran los trabajos.

Se recomienda también una revisión tanto de la topografía del terreno para corroborar los volúmenes de escurrimiento, longitudes y pendientes de los tramos y canales, a la par de un estudio de mecánica de suelos que garantice un informe confiable sobre las propiedades y composición del suelo donde deberán realizarse los trabajos. A su vez, se deberá trabajar a la par de Protección Civil, CEA y CONAGUA, para respetar toda la normativa de señalamiento y desviaciones que garanticen la seguridad de la población universitaria, evitando así paralizar las labores cotidianas y previniendo cualquier tipo de incidente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Baumann, D., Boland, J. & Hanemann, M. (2005). *Urban Water Demand Management and Planning*. Nueva York, EEUU: McGraw Hill.
- Campos, D. (1998). *Procesos del Ciclo Hidrológico*, Tercera Edición. San Luis Potosí, México: Editorial Universitaria Potosina.
- Campos, D. (2010). *Introducción a la Hidrología Urbana*, Segunda Edición. San Luis Potosí, México: Printego.
- Carreño, J. y Meade, A. (1976). *Factores de consistencia de costos y precios unitarios*. Ciudad de México, México: Facultad de Ingeniería de Universidad Nacional Autónoma de México.
- Climate data (2013). Clima Hermosillo: Temperatura, Climograma y Tabla Climática. *Climate data*. Recuperado de <https://es.clima-data.org/location/3415/>
- Comisión Nacional del Agua (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Ciudad de México, México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Comisión Nacional del Agua (2010). *Estadísticas del agua en México, edición 2010. "Diez años de presentar el agua en cifras"*. Ciudad de México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Comisión Nacional del Agua (2017). *Precipitación cifras*. *Conagua.gob.mx*. Recuperado de <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/pronostico-climatico/precipitacion-form>
- Cotler, H., Galindo, A., Gonzalez, I., Pineda, R. y Ríos, E. (2013). Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas México*. Recuperado de <https://agua.org.mx/biblioteca/cuencas-hidrograficas-fundamentos-y-perspectivas-para-su-manejo-y-gestion-2/>

- Dong, X., Zeng, S. & Zhao, D. (2008). An integrated assessment method of urban drainage system: A case study in Shenzhen City, China. *Frontiers of Environmental Science and Engineering, volume (2)*, pp 150-156 doi: <https://doi.org/10.1007/s11783-008-0014-z>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2010). *Censo de población y vivienda 2010*. México: [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx). Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx>
- Ning, X., Liu, Y., Chen, J., Dong, X., Li, W. & Liang, B. (2013). Sustainability of urban drainage management: a perspective on infrastructure resilience and thresholds. *Frontiers of Environmental Science and Engineering, volume (7)*, pp 658-668 doi: <https://doi.org/10.1007/s11783-013-0546-8>
- Organización de las Naciones Unidas (2017). La población mundial aumentará en 1.000 millones para 2030. Nueva York, EEUU: [www.un.org](http://www.un.org). Recuperado de <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/world-population-prospects-2017.html>
- Orona, D. (2017). *Modelo de Drenaje Pluvial Sustentable en la Universidad de Sonora, campus Hermosillo* (Tesis de maestría en Sustentabilidad). Universidad de Sonora, México.
- Rayón, J. (2007). *Ingeniería legal y de costos aplicada a concursos de obra pública federal* (Tesis de maestría en ingeniería). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Sánchez-Juny, M., Berenguer, M., Corral, C., Bladé, E., Sempere, D. y Dolz, J. (2001). Estudio hidrológico hidráulico de la cuenca de Guadiamar. *ResearchGate*, pp 323-339, Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/237312084>
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2006). *04. Pavimentos, en CTR. CONSTRUCCIÓN* (29). Recuperado de <https://normas.imt.mx/normativa/N-CTR-CAR-1-04-009-06.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2014). *Informe del medio ambiente*, [www.semarnat.org](http://www.semarnat.org). Recuperado de <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/cap6.html#tema0>

STAT-UP Statistical Consulting & Data Science (2016). Estadísticas de población global. Recuperado de <https://stat-up.com/en/case-studies/>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2017). *Cultura: futuro urbano; informe mundial sobre la cultura para el desarrollo urbano sostenible*. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000248920>

Vranayová, Z., Kaposztasova, D., Zeleňáková, M. & Markovie, G. (2015). *Stormwater Management in Compliance with Sustainable Design of Buildings*. Switzerland : Springer International Publishing.

Zermeño, M., Esquivel, R., Hernández, A., Mendoza, E. Y Arellano, J. (2005). Influencia de la Extracción del Agua en la Subsistencia y Agrietamiento, Caso de Estudio en la ciudad de Aguascalientes. *Investigación y ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, pp 15-22.

## ANEXOS

### Anexo 1. Presupuesto de obra

| <b>CATÁLOGO DE CONCEPTOS</b>                               |   |               |                 |             |                        |
|--|---|---------------|-----------------|-------------|------------------------|
| <b>OBRA: DRENAJE PLUVIAL SUSTENBABLE</b>                   |   |               |                 |             |                        |
| <b>UBICACIÓN: UNIVERSIDAD DE SONORA, CAMPUS HERMOSILLO</b> |   |               |                 |             |                        |
| <b>CLAVE</b>   | <b>CONCEPTO</b>   | <b>UNIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>P.U.</b> | <b>IMPORTE</b>         |
| <b>A</b>   | <b>LÍNEAS DE TUBERÍA</b>  |               |                 |             | <b>\$ 1,951,051.18</b> |
| <b>1.-</b>   | <b>PRELIMINARES</b>   |               |                 |             |                        |
| PR001  | DEMOLICIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA CON GROSOR DE 6 CM INCLUYE: ACARREO DE MATERIAL HASTA BANCO DE CARGA Y APILE DE MATERIAL (JJ)   | M2            | 1538.08         | \$ 240.55   | \$ 369,985.14          |
| PR002  | EXCAVACIÓN CON MAQUINA EN TERRENO TIPO "B", INVESTIGADO EN OBRA, CUALQUIER PROFUNDIDAD, INCLUYE AFLOJE, EXTRACCION, AMACICE DE PLANTILLA Y AFINE DE TALUDES MEDIDA EN BANCO (JJ)      | M3            | 3440.03         | \$ 40.50    | \$ 139,321.26          |
|  | <b>SUBTOTAL PRELIMINARES</b>  |               |                 |             | <b>\$ 509,306.40</b>   |
| <b>2.-</b>   | <b>INSTALACIONES PLUVIALES</b>  |               |                 |             |                        |
| IP001  | SUMINISTRO, RELLENO Y COMPACTACIÓN DE PLANTILLA DE ARENA DE SOPORTE A TUBERÍA DE 15 CMS DE ESPESOR AL 90% PROCTOR, INCLUYE: HUMECTACION Y ACARREO LIBRE A 20.00 M. EN CARRETILLA.(JJ) | M2            | 1538.08         | \$ 236.50   | \$ 363,755.92          |
| IP002  | TENDIDO DE TUBERÍA DE PVC/POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD DE 91 CM DE DIÁMETRO, INCLUYE: TRAZO, SUMINISTRO, TENDIDO Y CONEXIONES. (JJ)   | ML            | 500.65          | \$ 244.24   | \$ 122,280.85          |
| IP003  | TENDIDO DE TUBERÍA DE PVC/POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD DE 61 CM DE DIÁMETRO, INCLUYE: TRAZO, SUMINISTRO, TENDIDO Y CONEXIONES. (JJ)   | ML            | 155.50          | \$ 222.47   | \$ 34,594.30           |
| IP004  | TENDIDO DE TUBERÍA DE PVC/POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD DE 122 CM DE DIÁMETRO, INCLUYE: TRAZO, SUMINISTRO, TENDIDO Y CONEXIONES. (JJ)  | ML            | 225.50          | \$ 276.90   | \$ 62,441.71           |
| IP005  | SUMINISTRO, RELLENO Y COMPACTACIÓN DE COBERTURA A TUBERÍA DE 15 CMS DE ESPESOR AL 90% PROCTOR, INCLUYE: HUMECTACION Y ACARREO LIBRE A 20.00 M. EN CARRETILLA.(JJ)                     | M2            | 1538.08         | \$ 238.87   | \$ 367,401.17          |

ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA, CAMPUS HERMOSILLO

|       |  |     |         |             |               |
|-------|--|-----|---------|-------------|---------------|
| IP006 | RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION, CON PLACA VIBRATORIA, EN CAPAS DE 20 CM. DE ESPESOR AL 90% PROCTOR, INCLUYE: HUMECTACION Y ACARREO LIBRE A 20.00 M. EN CARRETILLA.(JJ)   | M3  | 2662.80 | \$ 123.64   | \$ 329,228.59 |
| IP007 | POZO DE VISITA, CON PLANTILLA DE CONCRETO, CAMA DE PEDACERÍA DE TABIQUE Y MAMPOSTERÍA DE PIEDRA BRAZA, 60x60 CM. DE 80 CM. DE PROFUNDIDAD, MEDIDAS INTERIORES, A BASE DE MURO DE LADRILLO RECOCIDO DE 14 CM. DE ESPESOR, JUNTEADO CON MORTERO CEM-ARENA 1:3, APLANADO DE MEZCLA CON MORTERO CEMENTO ARENA1:3, ACABADO FINO, SIN FONDO, MARCO DE ANGULO DE 1 1/2"x1 1/2"x3/16", CONTRAMARCO DE ANGULO DE 1 1/4"x1 1/4"x3/16", TAPA DE LAMINA ANTIDERRAPANTE CAL. 16 CON PENDIENTE A CUATRO AGUAS, CADENA DE REMATE CONCRETO F'c = 150 Kg/cm <sup>2</sup> , SECCION 15x15 cm, REF. CON 4 VAR DE 3/8" EST. 1/4" @ 20cm, VARILLA DE 3/8" PARA SOPORTAR CONDUCTORES, ABRAZADERA DE OMEGA, INCLUYE : EXCAVACION, RELLENO, FONDO DE GRAVA DE 10cm ESPESOR Y PINTURA DE ESMALTE , VER PLANO RE-1, (JJ) | PZA | 6.00    | \$13,709.83 | \$ 82,258.96  |
| IP008 | COLADERA DE BANQUETA DE CONCRETO CON REJILLA METÁLICA, PRECOLADA CALIDAD «PICSA», CON TUBO ARENERO DE CONCRETO SIMPLE DE 0.38 M DE DIÁMETRO Y 1.00 M DE LONGITUD Y PLANTILLA DE MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 DE 0.08 M DE ESPESOR INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EXCAVACIÓN, RELLENO, ACARREOS Y DESPERDICIOS.  | PZA | 14.00   | \$ 2,417.95 | \$ 33,851.35  |
| IP009 | COLADERA DE PISO Y BANQUETA CON REJILLA METÁLICA, CON TUBO ARENERO DE CONCRETO SIMPLE DE 0.38 M DE DIÁMETRO Y 1.00 M DE LONGITUD Y PLANTILLA DE MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 DE 0.08 M DE ESPESOR INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EXCAVACIÓN, RELLENO, ACARREOS Y DESPERDICIOS.  | PZA | 8.00    | \$ 2,598.84 | \$ 20,790.69  |
| IP010 | REJILLAS TRANSVERSALES DE PISO TIPO IRVING DE 2.20X0.86 MTS CON ÁREA DE ABERTURA DE 1.064 M2, INCLUYE MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.  | PZA | 1.00    | \$ 4,122.02 | \$ 4,122.02   |

ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA, CAMPUS HERMOSILLO

|   |   |     |        |                  |                        |
|---|---|-----|--------|------------------|------------------------|
| IP011                                   | POZO DE ABSORCIÓN CILÍNDRICO DE 4.00 MTS DE PROFUNDIDAD, CON 1.00 MTS DE DIÁMETRO, RELLENO DE GRAVA DE ENTRE 3/4" A 4", EN ACCESO A POZO TENDRÁ GRAVA DE 3/4" A 1/2".   | PZA | 1.00   | \$ 8,105.97      | \$ 8,105.97            |
| IP012                                   | CAJA DERIVADORA DE 2.50X2.50 MTS, ALTURA DE 3.80 MTS, MEDIANTE TUBO DE DESCARGA DE 0.80 MTS, TUBERÍA DE DRENAJE PLUVIAL DE 1.22 MTS, CON ZANJA PROVISTA DE MATERIALES PÉTREOS (ARENA, GRAVA, BOLEO)   | PZA | 1.00   | \$12,913.25      | \$ 12,913.25           |
| <b>SUBTOTAL INSTALACIONES PLUVIALES</b> |   |     |        |                  | \$ 1,441,744.78        |
| <b>B</b>                                | <b>CANAL</b>  |     |        |                  | \$ <b>91,047.69</b>    |
| 1.-                                     | <b>PRELIMINARES</b>   |     |        |                  |                        |
| PR001                                   | LIMPIA, TRAZO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO, INCLUYE HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.   | M2  | 395.64 | \$ 12.86         | \$ 5,087.93            |
| <b>SUBTOTAL PRELIMINARES</b>            |   |     |        |                  | \$ 5,087.93            |
| 1.-                                     | <b>INSTALACIONES PLUVIALES</b>  |     |        |                  |                        |
| IHS001                                  | CANAL DE TIERRA, ANCHO SUPERIOR (T) DE 3.80 MTS, ANCHO INFERIOR DE 1.00 MTS, BORDO LIBRE DE 0.15 MTS, TIRANTE DE 0.93 MTS, ANCHO DE CORONA DE 0.50 MTS, PENDIENTE LONGITUDINAL DEL 4.00%, TALÚD DE 1:1.5, INCLUYE EXCAVACIÓN, COMPACTACIÓN, AFINE DE TALUDES, AFLOJE, EXTRACCIÓN, AMACICE DE PLANTILLA. | ML  | 94.20  | \$ 689.39        | \$ 64,940.54           |
| IHS002                                  | CAJA DERIVADORA DE 2.50X2.50 MTS, ALTURA DE 3.80 MTS, MEDIANTE TUBO DE DESCARGA DE 0.80 MTS, TUBERÍA DE DRENAJE PLUVIAL DE 1.22 MTS, CON ZANJA PROVISTA DE MATERIALES PÉTREOS (ARENA, GRAVA, BOLEO)   | PZA | 1.00   | \$12,913.25      | \$ 12,913.25           |
| IHS003                                  | POZO DE ABSORCIÓN CILÍNDRICO DE 4.00 MTS DE PROFUNDIDAD, CON 1.00 MTS DE DIÁMETRO, RELLENO DE GRAVA DE ENTRE 3/4" A 4", EN ACCESO A POZO TENDRÁ GRAVA DE 3/4" A 1/2".   | PZA | 1.00   | \$ 8,105.97      | \$ 8,105.97            |
| <b>SUBTOTAL INSTALACIONES PLUVIALES</b> |   |     |        |                  | \$ 85,959.76           |
| NOTAS:                                  |   |     |        | <b>SUBTOTAL:</b> | \$ <b>2,042,098.87</b> |
|   |   |     |        | <b>I.V.A.:</b>   | \$ <b>326,735.82</b>   |
|   |   |     |        | <b>TOTAL:</b>    | \$ <b>2,368,834.69</b> |

FUENTE: Elaboración propia (2020)



**Anexo 3. Volúmenes de obra**

| VOLÚMENES DE OBRA    |        |                    |                      |                 |     |                         |  |
|----------------------|--------|--------------------|----------------------|-----------------|-----|-------------------------|--|
| <b>SECCIÓN:</b>      |        | <b>TRAMO P1-P5</b> |                      | <b>SECCIÓN:</b> |     | <b>TRAMO P4-P6</b>      |  |
| <i>DATOS</i>         |        |                    |                      | <i>DATOS</i>    |     |                         |  |
| LONGITUD=            | 232.05 | MTS                | LONGITUD=            | 150.50          | MTS |                         |  |
| DIÁMETRO=            | 0.91   | MTS                | DIÁMETRO=            | 1.22            | MTS |                         |  |
| ANCHO DE ZANJA=      | 1.70   | MTS                | ANCHO DE ZANJA=      | 2.15            | MTS |                         |  |
| ALTURA DE ZANJA=     | 2.12   | MTS                | ALTURA DE ZANJA=     | 2.74            | MTS |                         |  |
| VOLUMEN=             | 836.31 | M3                 | VOLUMEN=             | 886.60          | M3  |                         |  |
| DIFERENCIA DE COTAS= | 1.37   | MTS                | DIFERENCIA DE COTAS= | 0.99            | MTS |                         |  |
| PENDIENTE=           | 0.590% |                    | PENDIENTE=           | 0.658%          |     |                         |  |
| <b>SECCIÓN:</b>      |        | <b>TRAMO P2-P3</b> |                      | <b>SECCIÓN:</b> |     | <b>TRAMO P1-VERTIDO</b> |  |
| <i>DATOS</i>         |        |                    |                      | <i>DATOS</i>    |     |                         |  |
| LONGITUD=            | 155.50 | MTS                | LONGITUD=            | 75.00           | MTS |                         |  |
| DIÁMETRO=            | 0.61   | MTS                | DIÁMETRO=            | 1.22            | MTS |                         |  |
| ANCHO DE ZANJA=      | 1.30   | MTS                | ANCHO DE ZANJA=      | 2.15            | MTS |                         |  |
| ALTURA DE ZANJA=     | 1.52   | MTS                | ALTURA DE ZANJA=     | 2.74            | MTS |                         |  |
| VOLUMEN=             | 307.27 | M3                 | VOLUMEN=             | 441.83          | M3  |                         |  |
| DIFERENCIA DE COTAS= | 1.61   | MTS                | DIFERENCIA DE COTAS= | 0.90            | MTS |                         |  |
| PENDIENTE=           | 1.035% |                    | PENDIENTE=           | 1.200%          |     |                         |  |
| <b>SECCIÓN:</b>      |        | <b>TRAMO P3-P4</b> |                      | <b>SECCIÓN:</b> |     | <b>TRAMO P5-P4</b>      |  |
| <i>DATOS</i>         |        |                    |                      | <i>DATOS</i>    |     |                         |  |
| LONGITUD=            | 110.10 | MTS                | LONGITUD=            | 158.50          | MTS |                         |  |
| DIÁMETRO=            | 0.91   | MTS                | DIÁMETRO=            | 0.91            | MTS |                         |  |
| ANCHO DE ZANJA=      | 1.70   | MTS                | ANCHO DE ZANJA=      | 1.70            | MTS |                         |  |
| ALTURA DE ZANJA=     | 2.12   | MTS                | ALTURA DE ZANJA=     | 2.12            | MTS |                         |  |
| VOLUMEN=             | 396.80 | M3                 | VOLUMEN=             | 571.23          | M3  |                         |  |
| DIFERENCIA DE COTAS= | 0.72   | MTS                | DIFERENCIA DE COTAS= | 1.85            | MTS |                         |  |
| PENDIENTE=           | 0.654% |                    | PENDIENTE=           | 1.167%          |     |                         |  |

FUENTE: Elaboración propia (2020)

#### Anexo 4. Costo horario de maquinaria o equipo

Número de procedimiento de contratación:

Relativo a: *TRABAJOS DE DRENAJE PLUVIAL*

#### COSTO HORARIO DE MAQUINARIA O EQUIPO

Maquinaria o equipo No. 1

Marca y modelo de la máquina o equipo: 420F/420T

#### Datos Generales

| CÓDIGO      | DESCRIPCIÓN   | VALOR           | REFERENCIA |
|-------------|---|-----------------|------------|
| Vm          | Valor de la máquina o equipo considerado como nuevo   | \$ 2,243,000.00 | (7)        |
| Vr          | Valor de rescate de la máquina o equipo 20%   | \$ 448,600.00   | (8)        |
| Ve          | Vida económica (horas efectivas de trabajo)   | 15,000.00       | (9)        |
| Hea         | Número de horas efectivas de trabajo durante el año   | 1,500.00        | (10)       |
| i           | Tasa de interés anual CETES 28 días del 28/01/2018  | 6.12%           | (11)       |
| s           | Prima anual promedio de seguros   | 4.00%           | (12)       |
| Ko          | Coefficiente por mantenimiento tanto mayor como menor   | 0.80            | (13)       |
|             | Tipo de combustible   | Diesel          | (14)       |
| HP          | Caballos de fuerza  | 91.00           | (15)       |
| Fo          | Factor de operación de la maquinaria o equipo   | 0.75            | (16)       |
| Ce          | Coefficiente de combustible determinado por la experiencia  | 0.20            | (17)       |
| Gh=Hp*Fo*Ce | Cantidad de combustible utilizado por hora efectiva de trabajo. (lts)                               | 13.65           | (18)       |
| Pc=         | Precio del combustible (por litro)  | \$ 18.520       | (19)       |
| CC          | Capacidad del cárter lts  | 22.00           | (20)       |
| Tc          | Tiempo para el cambio de aceite "Tc" (horas)  | 150.00          | (21)       |
| Ca          | Coefficiente experimental para lubricante consumido por hora (lts)                                  | 0.00350         | (22)       |
| Ah=Ca*HP*Fo | Cantidad de aceites lubricantes consumidos por hora efectiva de trabajo                             | 0.239           | (23)       |
| Ga=CC/Tc    | Consumo entre cambios sucesivos de lubricantes  | 0.15            | (24)       |
| Pa          | Costo de los aceites lubricantes (por litro)  | \$ 75.00        | (25)       |
| Pn          | Valor de las neumáticos o llantas   | 19,010.00       | (26)       |
| Vn          | Horas de vida económica de las llantas  | 2,000.00        | (27)       |
| Va          | Horas de vida económica de las piezas especiales  | 2,500           | (28)       |
| Pa          | Valor de las piezas especiales  | \$ 5,900.00     | (29)       |
| Sr          | Salario real del personal necesario para operar la máquina o equipo                                 | \$ 624.51       | (30)       |
| Ht          | Horas efectivas de trabajo de la maquinaria dentro del turno  | 8.00            | (31)       |
| Kh          | Coefficiente en función del tipo de trabajo y de la herramienta requerida.                          | -               | (32)       |
| Mo          | Costo unitario por concepto de mano de obra.  | -               | (33)       |
| Ks          | Coefficiente en función del tipo de trabajo y del equipo requerido para la seguridad del trabajador | -               | (34)       |

ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA, CAMPUS HERMOSILLO

| DETERMINACIÓN COSTO HORARIO             |                                 |                                      |                   |                   |                   | RLOPSRM      | Ref.        |
|---|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|-------------|
|   |                                 |                                      | OPERACIÓN         | EN ESPERA         | EN RESERVA        | (179)        | (35)        |
| Costos                                  | Fórmula                         | Cálculo                              | Costos horarios   |                   |                   |              |             |
| <b>Costos fijos</b>                     |                                 |                                      |                   |                   |                   | <b>(164)</b> | <b>(36)</b> |
| Costo por Depreciación                  | $D = \frac{Vm - Vr}{Ve}$        | $D = \frac{1,794,400.00}{15,000.00}$ | \$ 119.627        | \$ 95.701         | \$ 95.701         | (165)        | (37)        |
| Costo por Inversión                     | $Im = \frac{(Vm + Vr)*i}{2Hea}$ | $Im = \frac{164725.92}{3,000.00}$    | \$ 54.909         | \$ 54.909         | \$ 54.909         | (166)        | (38)        |
| Costo por Seguros                       | $Sm = \frac{(Vm + Vr)*s}{2Hea}$ | $Sm = \frac{107,664.00}{3,000.00}$   | \$ 35.888         | \$ 35.888         | \$ 35.888         | (167)        | (39)        |
| Costo por Mantenimiento                 | $Mn = Ko*D$                     | $Mn = 95.701333$                     | \$ 95.701         | \$ 95.701         | \$ 76.561         | (168)        | (40)        |
| <b>Suma de costos fijos=Cfi</b>         |                                 |                                      | <b>\$ 306.125</b> | <b>\$ 282.199</b> | <b>\$ 263.059</b> |              | <b>(36)</b> |
| <b>Costos por consumo</b>               |                                 |                                      |                   |                   |                   | <b>(169)</b> | <b>(41)</b> |
| Costo por Combustibles                  | $Co = Gh * Pc$                  | $Co = \$ 252.80$                     | \$ 252.80         | \$ 75.84          | \$ -              | (170)        | (42)        |
| Costo otras fuentes de energía          | $Cof=$                          | $Cof=$                               | \$ -              | \$ -              | \$ -              | (171)        | (43)        |
| Costo por lubricantes                   | $Lb = ( Ah + Ga ) *Pa$          | $Lb = 28.92$                         | \$ 28.92          | \$ 8.67           | \$ -              | (172)        | (44)        |
| Costo por llantas                       | $N = Pn/Vn$                     | $N = 9.505$                          | \$ 9.51           | \$ -              | \$ -              | (173)        | (45)        |
| Costo por piezas especiales             | $Ae = Pa/Va$                    | $Ae = 2.36$                          | \$ 2.36           | \$ -              | \$ -              | (174)        | (46)        |
| <b>Suma de costos por consumos=Cco</b>  |                                 |                                      | <b>\$ 293.58</b>  | <b>\$ 84.51</b>   | <b>\$ -</b>       |              | <b>(41)</b> |
| <b>Costos por operación</b>             |                                 |                                      |                   |                   |                   |              | <b>(47)</b> |
| Costo por salarios de operación         | $Po = Sr/Ht$                    | $Po = 78.06375$                      | \$ 78.06          | \$ 78.06          | \$ -              | (175)        | (48)        |
| Costo por herramienta de mano           | $Hm = Kh*Mo$                    | $Hm = 0$                             | \$ -              | \$ -              | \$ -              | (176)        | (49)        |
| Costo directo por equipo de seguridad   | $Es = Ks*Mo$                    | $Es = 0$                             | \$ -              | \$ -              | \$ -              | (178)        | (50)        |
| <b>Suma de costos por operación=Cop</b> |                                 |                                      | <b>\$ 78.06</b>   | <b>\$ 78.06</b>   | <b>\$ -</b>       |              | <b>(47)</b> |
| <b>Costo horario Phm=Cfi+Cco+Cop</b>    |                                 |                                      | <b>\$ 677.77</b>  | <b>\$ 444.78</b>  | <b>\$ 263.06</b>  |              | <b>(51)</b> |
| Observaciones: <u>    (52)    </u>      |                                 |                                      |                   |                   |                   |              |             |

MP-200-PR02-P01-F52

MAYO 2020

(53 Firma del representante legal)

(54 Nombre del representante legal)

(55 Cargo del representante legal)

FUENTE: Elaboración propia (2020)

**ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA, CAMPUS HERMOSILLO**

**Anexo 5. Costos indirectos**

| CÁLCULO DE COSTOS INDIRECTOS DE OBRA        |  |                                   |                    |
|---|--|-----------------------------------|--------------------|
| MONTO DE LA OBRA ACTUAL (COSTO DIRECTO)     | \$1,616,962.04                               | PORCENTAJES PROPUESTOS            |                    |
| MONTO DE CONTRATOS VIGENTES (AÑO)           | N/A  | INDIRECTOS PERSONAL DE OFICINA    | 17,531.00          |
| PERIODICIDAD                                | MENSUAL                                      | INDIRECTOS PERSONAL DE CAMPO      | 60,083.88          |
| FECHA DE INICIO DE LA OBRA                  | N/A  | <b>TOTAL DE INDIRECTOS</b>        | <b>77,614.88</b>   |
| FECHA DE TERMINACIÓN DE LA OBRA             | N/A  |                                   |                    |
| DURACIÓN EN DÍAS                            | 75.00  |                                   |                    |
| COSTOS INDIRECTOS DE PERSONAL DE CAMPO      |  |                                   |                    |
| <b>PERSONAL DIRECTIVO</b>                   |  |                                   |                    |
| Cant.                                       | Categoría                                    | Salario                           | Importe            |
| 1   | Director General                             | \$ 20,500.00                      | \$ 20,500.00       |
|   |  |                                   | -                  |
| <b>PERSONAL TÉCNICO</b>                     |  |                                   |                    |
| Cant.                                       | Categoría                                    | Salario                           | Importe            |
| 1   | Ingeniero de Costos                          | \$ 12,500.00                      | \$ 12,500.00       |
| 1   | Ingeniero Residente de Obra                  | \$ 12,500.00                      | \$ 12,500.00       |
| <b>PERSONAL ADMINISTRATIVO</b>              |  |                                   |                    |
| Cant.                                       | Categoría                                    | Salario                           | Importe            |
| 1   | Contador                                     | \$ 12,000.00                      | \$ 12,000.00       |
| 1   | Secretaría                                   | \$ 10,000.00                      | \$ 10,000.00       |
| <b>PERSONAL DE SERVICIO</b>                 |  |                                   |                    |
| Cant.                                       | Categoría                                    | Salario                           | Importe            |
|   |  |                                   | -                  |
| MONTO DE LA OBRA ACTUAL (COSTO DIRECTO)     | \$1,616,962.04                               | MONTO DE CONTRATOS VIGENTES (AÑO) | N/A                |
| PERIODICIDAD                                | MENSUAL                                      |                                   |                    |
| No.   | CONCEPTO                                     | OF. CENT.<br>MONTO                | OF. CAMPO<br>MONTO |
| <b>HONORARIOS SUELDOS Y PRESTACIONES</b>    |  |                                   |                    |
|   | PERSONAL DIRECTIVO                           | \$ 20,000.00                      | \$ -               |
|   | PERSONAL TÉCNICO                             | \$ 12,500.00                      | \$ 12,500.00       |
|   | PERSONAL ADMINISTRATIVO                      | \$ 22,000.00                      | \$ -               |
|   | PERSONAL DE SERVICIO                         | \$ -                              | \$ -               |
|   | PASAJES Y VIÁTICOS                           | \$ -                              | \$ -               |
| <b>DEPRECIACION, MANTENIMIENTO Y RENTAS</b> |  |                                   |                    |
|   | EDIFICIOS Y LOCALES                          | \$ 1,587.11                       | \$ -               |
|   | LOCALES DE MANTENIMIENTO O ESTACIONAMIENTOS  | \$ -                              | \$ -               |
|   | BODEGAS                                      | \$ -                              | \$ -               |
|   | INSTALACIONES GENERALES                      | \$ -                              | \$ -               |
|   | MOBILIARIO                                   | \$ 996.77                         | \$ -               |
|   | DEPRECIACIÓN, RENTA Y OPERACIÓN DE VEHÍCULOS | \$ -                              | \$ 881.00          |
| <b>GASTOS OFICINA</b>                       |  |                                   |                    |
|   | PAPELERÍA                                    | \$ 650.00                         | \$ -               |
|   | TELÉFONO E INTERNET                          | \$ 600.00                         | \$ -               |
|   | COPIAS Y ESCANEOS                            | \$ 300.00                         | \$ 100.00          |
|   | LUZ Y GAS                                    | \$ 600.00                         | \$ -               |
|   | AGUA   | \$ 600.00                         | \$ -               |
|   | IMPRESIONES DE PLANOS                        | \$ 250.00                         | \$ 100.00          |
| <b>SEGUROS Y FIANZAS</b>                    |  |                                   |                    |
|   | PRIMAS DE SEGURO                             |                                   | \$ 1,000.00        |
|   | PRIMAS DE FIANZAS                            |                                   | \$ 1,000.00        |
| <b>CAPACITACIÓN</b>                         |  |                                   |                    |
|   | CONSULTORES Y ASESORES                       | \$ -                              | \$ -               |
|   | ESTUDIOS E INVESTIGACIONES                   | \$ -                              | \$ -               |
|   | CAPACITACIÓN                                 | \$ -                              | \$ -               |
| <b>TRABAJOS PREVIOS Y AUXILIARES</b>        |  |                                   |                    |
|   | CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS DE ACCESO            | \$ -                              | \$ -               |
|   | MONTAJE Y DESMONTAJE DE EQUIPO               | \$ -                              | \$ -               |
|   | CONSTRUCCIÓN DE BODEGAS TEMPORALES           | \$ -                              | \$ 1,200.00        |
|   | LETRERO DE OBRA                              | \$ -                              | \$ 750.00          |
| <b>TOTALES</b>                              |  | \$ 60,083.88                      | \$ 17,531.00       |
| <b>% INDIRECTO</b>                          |  |                                   | 12.000%            |

FUENTE:Elaboración propia (2020)

**ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA, CAMPUS HERMOSILLO**

**Anexo 6. Salario real**

**ANÁLISIS, CÁLCULO E INTEGRACIÓN DEL FACTOR DE SALARIO REAL**

Categoría: OFICIAL ALBAÑIL \$ **8,913.14** SBM : (7 Salario base mensual) por mes \$ **8,913.14**

| CLAVES OPERATIVAS  | DESCRIPCIÓN  | OPERACIÓN  | VALOR      | FUNDAMENTO            |
|--|--|------------|------------|-----------------------|
| <b>I. DÍAS REALMENTE PAGADOS EN EL PERÍODO ANUAL</b>                   |  |            |            |                       |
| DCAL   | I.1.- Días calendario, se incluye la parte proporcional del año bisiesto a cada año 1/4=0.25   |            | (8)        | 365.2500              |
| DAGI   | I.2.- Días aguinaldo. 15 días como mínimo  |            | (9)        | 15.0000 Art. 87 LFT   |
| PVAC   | I.3.- Días de prima vacacional. Se considera el 25% de 6 días                                  |            | (10)       | 1.5000 Art. 80 LFT    |
| TP   | <b>TOTAL DE DÍAS PAGADOS EN EL PERÍODO ANUAL=DCAL+DAGI+PVAC</b>                                |            | (11)       | <b>381.7500</b>       |
| FSBC   | <b>FACTOR DE SALARIO BASE DE COTIZACIÓN= Días realmente pagados /Días Calendario=TP/DCAL</b>   |            | (12)       | <b>1.04517454</b>     |
| <b>II. DÍAS NO TRABAJADOS EN EL PERÍODO ANUAL (DNLA)</b>               |  |            |            |                       |
| DDOM   | II.1.- Séptimo día.- Total de días domingo del período anual                                   |            | (13)       | 52.0000 Art. 69 LFT   |
| DVAC   | II.2.-Vacaciones. Por Ley corresponden 6 días hábiles para el año de servicio                  |            | (14)       | 6.0000 Art. 76-79 LFT |
| DFEO   | II.3.-Festivos oficiales   |            | (15)       | 7.1667                |
|  | 1 de enero   |            |            | 1.0000 Art. 74 LFT    |
|  | 5 de febrero   |            |            | 1.0000 Art. 74 LFT    |
|  | 21 de marzo  |            |            | 1.0000 Art. 74 LFT    |
|  | 1 de mayo  |            |            | 1.0000 Art. 74 LFT    |
|  | 16 de septiembre   |            |            | 1.0000 Art. 74 LFT    |
|  | 20 de noviembre  |            |            | 1.0000 Art. 74 LFT    |
|  | 25 de diciembre  |            |            | 1.0000 Art. 74 LFT    |
|  | 1o. de diciembre, parte proporcional cada 6 años   |            |            | 0.1667 Art. 74 LFT    |
| DNLA   | <b>TOTAL DÍAS NO LABORADOS AL AÑO</b>  |            | (18)       | <b>65.1667</b>        |
| <b>III. DÍAS REALMENTE LABORADOS EN EL PERÍODO ANUAL</b>               |  |            |            |                       |
| DCAL   | III.1.- Días calendario  |            | (8)        | 365.2500              |
| DNLA   | III.2.- Menos días no laborados en el período anual  |            | (18)       | 65.1667               |
| TI   | <b>TOTAL DE DÍAS REALMENTE LABORADOS EN EL PERÍODO ANUAL=DC-DNLA</b>                           |            | (19)       | <b>300.0833</b>       |
| FBSR   | <b>FACTOR BASE DE SALARIO REAL=FACTOR DE DÍAS PAGADOS ENTRE DÍAS EFECTIVOS TRABAJADOS= Tp/</b> |            | (20)       | <b>1.2721</b>         |
| <b>IV. OBLIGACIONES OBRERO PATRONALES POR IMSS, INFONAVIT Y NÓMINA</b> |  |            |            |                       |
| <b>DATOS BÁSICOS</b>   |  |            |            |                       |
| SMG  | Salario Mínimo General Diario en el D.F. vigente   |            | (21)       | 123.22                |
| SB   | Salario Base de la Categoría SB*12/365   |            | (22)       | 293.03                |
| SB/SMG   | Salario nominal veces del D.F.   |            | (23)       | 2.3781                |
| FSBC   | <b>FACTOR DE SALARIO BASE DE COTIZACIÓN= Días realmente pagados /Días Calendario= Tp/DCAL</b>  |            | (12)       | <b>1.04517</b>        |
| SBC  | Salario base de cotización = FSBC*Salario nominal veces D.F.                                   |            | (24)       | 2.485533963           |
| SBC-3  | Excedente 3 veces Salario Mínimo General (Distrito Federal) = SBC-3                            |            | (25)       | -0.514466037          |
| <b>Cuotas</b>  |  |            |            |                       |
|  |  | Patronales | Trabajador | Total de Cuotas       |
|  |  |            |            | Factor                |
|  | IV.1.- Enfermedad y maternidad (26)  |            |            |                       |
|  | IV.1.1.- Cuota fija (26)   | 20.400%    |            | 20.400%               |
|  | IV.1.2.- Aplicación IMSS al Excedente de 3 Sal. Min.=EXC (26)                                  | 1.100%     | 0.400%     | 1.500%                |
|  | IV.1.3.- Prestaciones en dinero (26)   | 0.700%     | 0.250%     | 0.950%                |
|  | IV.2.- Prestaciones en especie gastos médicos pensionados (26)                                 | 1.050%     | 0.375%     | 1.425%                |
|  | IV.3.- Invalidez y Vida (26)   | 1.750%     | 0.625%     | 2.375%                |
|  | IV.4.- Cesantía en edad avanzada y vejez (26)  | 3.150%     | 1.125%     | 4.275%                |
|  | IV.5.- Riesgo de Trabajo (Se usa el asignado por el IMSS) (26)                                 | 0.500%     |            | 0.500%                |
|  | IV.6.- Cuota Guardería (26)  | 1.000%     |            | 1.000%                |
|  | IV.7.- Cuota INFONAVIT (26)  | 5.000%     |            | 5.000%                |
|  | IV.8.- Cuota SAR (26)  | 2.000%     |            | 2.000%                |
|  | IV.9.- Impuesto nómina local (26)  | 2.000%     |            | 2.000%                |
|  | <b>SUMA PRESTACIONES</b> (27)  |            |            | <b>0.681584</b>       |
| SP   | Factor de prestaciones: Ps= SP/ SBC  |            |            | (28) 0.274220         |
|  | Ps*FBSR  |            |            | (29) 0.348848         |
| FASAR  | <b>FACTOR DE SALARIO REAL = Ps * FBSR+ FBSR</b>  |            | (30)       | <b>1.620995</b>       |

LFT= Ley Federal del Trabajo  
LSS= Ley del Seguro Social  
LINFONAVIT= Ley del Instituto del Fondo Nacional para la Vivienda de los Trabajadores

MP-200-PR02-P01-F50

FUENTE: Elaboración propia (2020)

ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA, CAMPUS HERMOSILLO

**Anexo 7. Financiamiento**

**CALCULO DEL COSTO FINANCIERO**

**Presupuesto**

|                    |        |                 |
|--------------------|--------|-----------------|
| C DIRECTO          |        | \$ 1,616,962.04 |
| C INDIRECTO        | 12.00% | \$ 194,035.44   |
| SUMA 1             |        | \$ 1,810,997.48 |
| FINANCIAMIENTO     | 2.00%  | \$ 36,219.95    |
| SUMA 2             |        | \$ 1,847,217.43 |
| UTILIDAD           | 10.00% | \$ 184,721.74   |
| SUMA 3             |        | \$ 2,031,939.17 |
| CARGOS ADICIONALES | 0.50%  | \$ 10,159.70    |
| IMPORTE            |        | \$ 2,042,098.87 |

**Programa de Obra**

| Mes | %      | % acumulado |
|-----|--------|-------------|
| 1   | 49.91% | 50%         |
| 2   | 47.47% | 97%         |
| 3   | 2.62%  | 100%        |
|     |        |             |
|     |        |             |

Factor de sobrecosto 1.26292320

| CONCEPTO               |       | MESES           |               |              |   |   |   |   | Suma |                 |
|------------------------|-------|-----------------|---------------|--------------|---|---|---|---|------|-----------------|
|                        |       | 1               | 2             | 3            | 4 | 5 | 6 | 7 |      |                 |
| <b>Egresos:</b>        |       |                 |               |              |   |   |   |   |      |                 |
| C DIRECTO              |       | \$807,074.86    | \$767,533.47  | \$42,353.72  |   |   |   |   |      | \$1,616,962.04  |
| C INDIRECTO            |       | \$ 96,848.98    | \$ 92,104.02  | \$ 5,082.45  |   |   |   |   |      | \$ 194,035.44   |
| Suma egresos           |       | \$903,923.84    | \$859,637.48  | \$47,436.16  |   |   |   |   |      | \$1,810,997.48  |
| <b>Ingresos</b>        |       |                 |               |              |   |   |   |   |      |                 |
| ANTICIPO               | 0%    | \$ -            |               |              |   |   |   |   |      | \$ -            |
| ESTIMACIONES           |       | \$ 1,019,273.56 | \$ 969,335.82 | \$ 53,489.49 |   |   |   |   |      | \$ 2,042,098.87 |
| Amortizacion anticipo  | 0%    | \$ -            |               |              |   |   |   |   |      | \$ -            |
| Suma ingresos          |       | \$ 1,019,273.56 | \$ 969,335.82 | \$ 53,489.49 |   |   |   |   |      | \$ 2,042,098.87 |
| Ingr - Egr             |       | \$ 115,349.72   | \$ 109,698.34 | \$ 6,053.33  |   |   |   |   |      |                 |
| (Ingr - Egr) acumulado |       | \$115,349.72    | \$225,048.06  | \$231,101.39 |   |   |   |   |      |                 |
| Tasa de interés        | 6.35% | \$ 7,324.71     | \$ 14,290.55  | \$ 14,674.94 |   |   |   |   |      | \$ 36,290.20    |
| % de Financiamiento    |       |                 |               |              |   |   |   |   |      | 2.00%           |

FUENTE: Elaboración propia (2020)

Anexo 8. Características de elementos a construir



Fig. 15 Tramo pozo final del sistema pluvial y caja derivadora  
Fuente: Elaboración (Orona, 2017)



Fig. 161 Eje del trazo canal de conducción del agua, pozos absorción, y caja entrada y salida  
Fuente: (Orona, 2017)

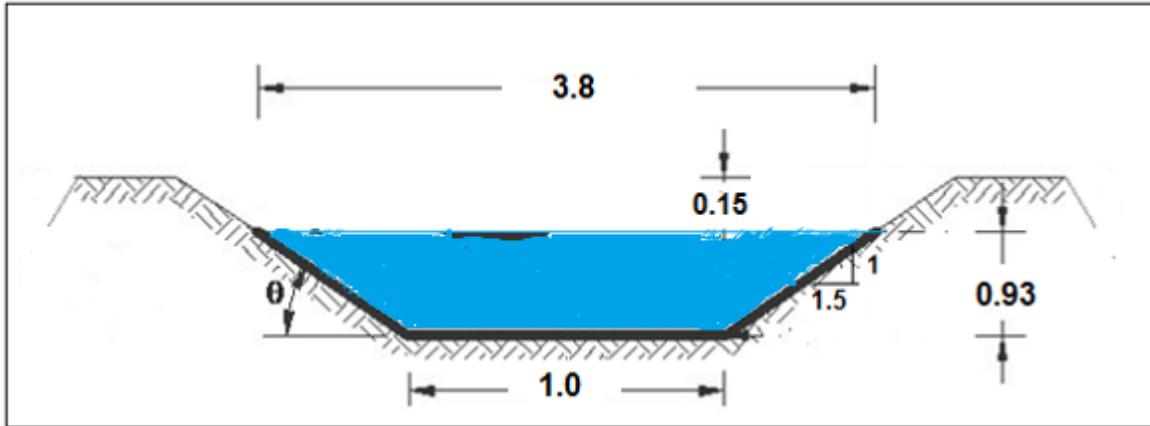


Fig. 172 Dimensiones del canal de tierra para un  $Q = 3 \text{ m}^3/\text{seg.}$   
Fuente: elaboración (Orona, 2017)

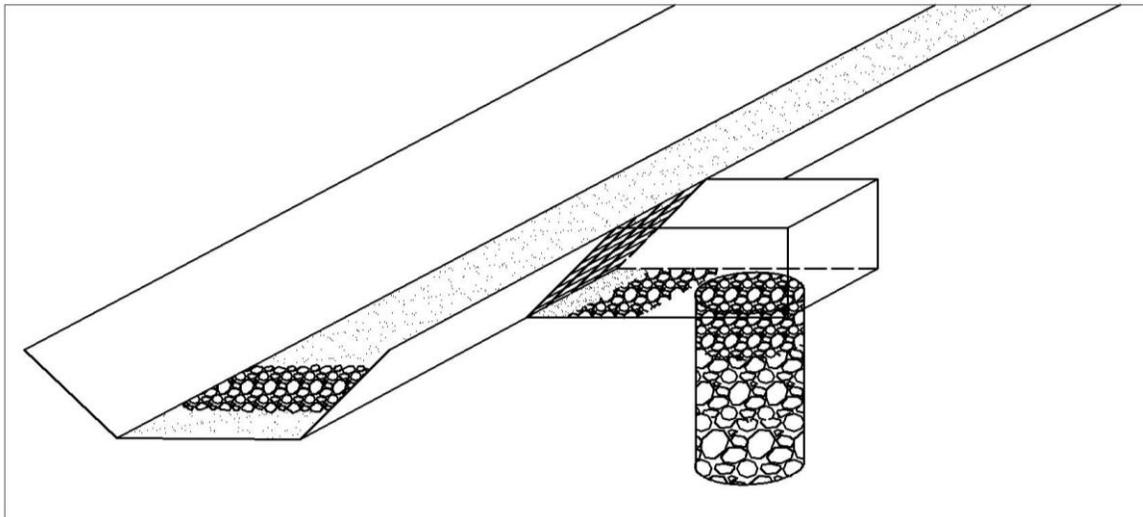


Fig. 183 Perfil de los elementos: canal, zanja y pozo de infiltración  
Fuente: elaboración (Orona, 2017)