

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE LA
CONSTRUCCIÓN



**“DISEÑO DE DREN INTERCEPTOR EN EL ARROYO DEL PIOJO
EN CULIACÁN, SINALOA”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**

**PRESENTA:
JOEL BELTRÁN RUBIO**

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. FERNANDO GARCÍA PÁEZ**

CULIACÁN, SINALOA, MÉXICO, ENERO DE 2017



UAS- Dirección General de Bibliotecas

Repositorio Institucional

Restricciones de uso

Todo el material contenido en la presente tesis está protegido por la Ley Federal de Derechos de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

Queda prohibido la reproducción parcial o total de esta tesis. El uso de imágenes, tablas, gráficas, texto y demás material que sea objeto de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente correctamente mencionando al o los autores del presente estudio empírico. Cualquier uso distinto, como el lucro, reproducción, edición o modificación sin autorización expresa de quienes gozan de la propiedad intelectual, será perseguido y sancionado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual, 4.0 Internacional.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente doy gracias a Dios por permitirme tener buena experiencia dentro de mi universidad y darme la fortaleza de llegar hasta lo que hoy he logrado.

A la Universidad Autónoma de Sinaloa y a su facultad de Ingeniería, así como el área de posgrado, por haberme aceptado y formado profesionalmente.

A los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día el fortalecimiento de cada etapa académica.

Agradezco a mi asesor de Tesis al Dr. Fernando García Páez por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y su conocimiento científico, así como también haberme tenido la paciencia para guiarme durante el desarrollo de Tesis.

Al Dr. Héctor Enrique Rodríguez Lozoya por haberse tomado el tiempo de formar parte dentro del proyecto de intervención de Tesis.

Al M.C. José Carlos Douriet Cárdenas por haberme brindado parte una parte de su conocimiento y apoyo.

A los Ingenieros Jonathan y Dennis, por haberme brindado su apoyo en compartir información importante para el desarrollo de este proyecto.

DEDICATORIA

Para María Francisca Hernández Labra, mi esposa.

Por su cariño, su apoyo, su comprensión, su paciencia, su tolerancia y solidaridad que me ha demostrado.

Para Alexandra de Jesús, mi hija.

Por su maravillosa compañía.

Para mis padres: Guadalupe y Cecilio.

Por el apoyo que siempre me han brindado y haberme formado un hombre en el camino correcto.

Para mis hermanos: Oscar, Eloy, Francisco Javier, Sergio, Moisés, Armando, Alex Alfredo y Flor Anahí.

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo principal diseñar un Dren Interceptor cuya capacidad hidráulica permita disminuir óptimamente el gasto hidráulico del llamado Arroyo el Piojo, localizado en la ciudad de Culiacán Sinaloa, ya que en épocas de lluvias, dicho gasto ha sido rebasado, ocasionando inundaciones y afectando la población asentada en las cercanías de su cauce.

Cabe señalar que el diseño de esta obra hidráulica, fue realizado apegado a las normativas vigentes tanto en el aspecto hidráulico y ambiental.

Palabras Clave: Dren Interceptor, Arroyo el Piojo, impacto ambiental.

ABSTRACT

The main objective of this Project is the design of an interceptor drain whose hydraulic capacity allows to diminish in an ideal way the hydraulic flow, the creek is located in Culiacan Sinaloa, due to in the raining seasons that riverbed mentioned is has been exceeded causing big floods and concerning the population seated in the surroundings.

It so necessary to indicate the design of this hydraulic work was realized become to a group of regulated rules in the hydraulic and environmental aspect.

Keywords: Interceptor drain, louse the creek, environmental impact.

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Presentación	1
1.2	Análisis Situacional	1
1.2.1	Análisis externo	2
1.2.2	Análisis interno	2
1.3	Descripción del problema general	3
1.4	Definición del problema seleccionado.....	6
2	BASES TEÓRICAS.....	7
2.1	Marco histórico y contextual	7
2.2	Marco referencial.....	11
2.3	Marco legal	11
2.4	Marco teórico	12
3	PROYECTO DE INTERVENCIÓN	15
3.1	Su enunciado y descripción.....	15
3.2	Objetivo General.....	15
3.3	Objetivos Específicos.....	15
3.4	Justificación.....	16
3.5	Metodología.....	16
3.5.1	Recopilación de información	16
3.5.2	Visita de campo.....	17
3.5.3	Trabajo de gabinete.	17
3.5.4	Relación Sección-Pendiente	17
3.5.5	Análisis.....	19
3.5.6	Generalidades de la cuenca.....	19
3.5.7	Características fisiográficas de la cuenca	22
3.5.8	Área de la cuenca	22
3.5.9	Cálculo de caudal máximo en la cuenca	23

4	ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN.....	27
4.1	Recopilación de Información	27
4.2	Cálculo hidrológico. Obtención de los gastos de aportación hidrológica “QH”.....	29
4.2.1	Fórmula utilizada:	29
4.2.2	Coeficiente de escurrimiento “C”	29
4.2.3	Intensidad de lluvia “I”	30
4.2.4	Áreas de aportación pluvial	32
4.2.5	Cálculo de gastos de aportación hidrológica QH.....	33
4.2.6	Cálculo hidráulico	33
4.2.7	Ecuaciones y fórmulas utilizadas	35
4.3	Drenaje pluvial de los efluentes del Arroyo El Piojo	47
4.3.1	cálculo hidrológico. Obtención de los gastos de aportación hidrológica “QH”	49
4.3.2	Fórmula utilizada:	49
4.3.3	Coeficiente de escurrimiento “C”	49
4.3.4	Intensidad de lluvia “I”	49
4.3.5	Áreas de aportación pluvial	50
4.3.6	Cálculo de gastos de aportación hidrológica QH.....	50
4.3.7	Cálculo hidráulico	50
4.3.8	Ecuaciones y fórmulas utilizadas	51
4.4	Trabajo de gabinete	61
4.4.1	Estudio Hidrológico	61
4.4.2	Análisis estadístico de los datos hidrológicos.....	63
4.4.3	Análisis hidrológico de la cuenca en estudio	77
4.4.4	Intensidad de lluvia de diseño para la cuenca en estudio (i)	77
4.4.5	Periodo de retorno (Tr)	77
4.4.6	Pendiente de la cuenca	77
4.4.7	Criterio de Alvord.....	78
4.4.8	Duración de la lluvia (Tc).....	79

4.4.9	Análisis de las subcuencas que conforman las aportaciones parciales al sistema de alcantarillado pluvial.....	81
4.4.10	Coeficiente de escurrimiento (C)	84
4.4.11	Número de escurrimiento (N)	85
4.4.12	Resumen de resultados para las subcuencas analizadas.....	85
4.4.13	Determinación de los gastos pluviales por métodos empíricos e hidrológicos	86
4.4.14	Resumen de caudales obtenidos con los tres métodos para todas las subcuencas	92
4.4.15	Gasto máximo que puede transportar el Arroyo el Piojo	94
4.5	Diseño del Dren Interceptor	96
4.5.1	Especificaciones en el diseño de conducciones de drenaje pluvial.....	99
4.5.2	Selección de materiales para el conducto	100
4.5.3	Método de tubería parcialmente llena	105
4.5.4	Metodología.....	106
4.6	Estrategias Usadas para la presentación y venta del proyecto.....	117
4.7	Estrategias para la vinculación.	118
5	ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO.....	119
5.1	Cronograma de actividades.....	119
5.2	Recursos.....	123
5.2.1	Recurso humano	123
5.2.2	Recursos Institucionales	123
5.2.3	Recursos materiales.....	123
5.2.4	Recursos financieros.....	124
5.3	Presupuesto	124
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	126
6.1	Conclusiones.....	126
6.2	Recomendaciones.....	126

REFERENCIAS DOCUMENTALES.....	128
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA	128
ANEXOS.....	131
A 1.- TABLAS PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO.....	132
A 2.- PESUPUESTO Y PROYECTO EJECTIVO	142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1 Valores del coeficiente de escurrimiento C	132
Tabla 4. 1 Concentración de Cálculos para Tc	31
Tabla 4. 2 Cálculo de Gastos Hidrológicos QH.....	33
Tabla 4. 3 Dimensionamiento de Obra de Conducción.....	44
Tabla 4. 4 Dimensionamiento de obras de condiciones ordinarias	58
Tabla 4. 5 Dimensionamiento de obras de condiciones Extraordinarias.....	58
Tabla 4. 6 Áreas de la subcuencas	61
Tabla 4. 7 Registro de lluvias máximas diarias anuales de la estación pluviométrica “Culiacán”.....	65
Tabla 4. 8 Cálculo del periodo de retorno y probabilidad de excedencia.....	67
Tabla 4. 9 Fórmulas para calcular (α) y (β) para las diferentes probabilidades según CONAGUA (Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Capitulo 4, Subíndice 4.4, Apéndice 4.4.5	69
Tabla 4. 10 Resumen de parámetros, errores cuadráticos y estimaciones para algunas funciones de distribución de probabilidad de la Tabla 4.9	69
Tabla 4. 11 Resumen de errores cuadráticos de cada una de las funciones de distribución.....	70
Tabla 4. 12 Periodo de retorno – lluvia máxima diaria	71
Tabla 4. 13 Valores de K de acuerdo a las características de la cuenca en estudio	133
Tabla 4. 14 Valor de K con el criterio de la OMM.....	73

Tabla 4. 15 . Datos de Precipitación-Duración-Periodo de retorno	74
Tabla 4. 16 Datos de Intensidad-Duración-Periodo de retorno	75
Tabla 4. 17 Datos cada subcuenca para analizar su intensidad y duración de tormenta.....	81
Tabla 4. 18 Resultados de cada subcuenca para intensidad y duración de tormenta.....	82
Tabla 4. 19 Resultados de cada subcuenca para intensidad y duración de tormenta.....	83
Tabla 4. 20 Valores del coeficiente de escurrimiento.....	134
Tabla 4. 21 Valores del número de escurrimiento N.....	136
Tabla 4. 22 Tipos y texturas del Suelo	137
Tabla 4. 23 Número de escurrimientos para cada cobertura de suelo de la cuenca en estudio (Estado futuro).....	137
Tabla 4. 24 Coeficientes de escurrimiento considerados para cada subcuenca...	86
Tabla 4. 25 Áreas y gastos pluviales de las subcuencas obtenidos con el método de la fórmula racional, el de Chow y el del HUT.	93
Tabla 4. 26 Áreas y gastos pluviales pico de los cuales se tomara como base, para el diseño del dren interceptor Arroyo El Piojo.	93
Tabla 4. 27 Velocidad máxima permisible.....	96
Tabla 4. 28 Velocidad máxima permisible.....	100
Tabla 4. 29 Tuberías de PVC y PVC estructurado (sistema métrico e inglés)	101
Tabla 4. 30 Tubería de PVC estructurado anularmente (sistema métrico)	101
Tabla 4. 31 Tubería de PEAD (Polietileno Corrugado de Alta Densidad, tubería hidráulica).....	102
Tabla 4. 32 Tubería de acero.....	102
Tabla 4. 33 Tubería de concreto	103
Tabla 4. 34 Normas para tuberías de drenaje sanitario y pluvial	104
Tabla 4. 35 Elementos hidráulicos en tuberías de sección circular.....	138
Tabla 4. 36 Propuesta de tubería de concreto.....	116
Tabla 4. 37 Propuesta de tubería de PVC	116

Tabla 5. 1 Presupuesto del proyecto de Intervención “Dren Interceptor Arroyo El Piojo”	125
--	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3. 1 Mapa Topográfico de la cuenca de una corriente	22
Figura 4. 1 Cuenca total de la zona de estudio	62
Figura 4. 2 Subcuencas en la zona de estudio	62
Figura 4. 3 Corriente Principal del Dren Interceptor “Arroyo El Piojo”	63
Figura 4. 4. Sección del Arroyo El Piojo.....	94
Figura 4. 5.- Calculo del gasto máximo que transporta el Arroyo El Piojo	95
Figura 4. 6.- Parámetros geométricos de la sección transversal.....	109
Figura 4. 7 Imagen ilustrativa del Dren Interceptor	113

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Presentación

Se diseñará un dren interceptor para reducir el gasto que transporte el Arroyo El Piojo, para disminuir las inundaciones en algunas áreas que se presentan sobre el trayecto del cauce principal.

Se obtendrá la información existente del Arroyo El Piojo, en la base de datos del ayuntamiento, el proyecto con el que fue construido y diseñado la sección actual del cauce. Con esta información se obtendrán datos importantes para llevar a cabo el estudio hidráulico y estructural de los taludes actuales. En el cual se señalaran las ineficiencias de los taludes y fallas existentes sobre el lecho del canal.

Se determinará el gasto máximo sobre la cuenca para un periodo de retorno de 100 años, mediante el cálculo de la Fórmula racional. El cual se comparara con el gasto obtenido del Arroyo El Piojo, con la diferencia de gasto se diseñara el dren interceptor aguas arriba, para ser más eficiente el Arroyo existente.

Con el proyecto del dren interceptor se determinara un presupuesto base para presentarlo ante el ayuntamiento de la ciudad de Culiacán, con todos los requisitos necesarios para que se bajen recursos federales y lleve a cabo esta obra.

1.2 Análisis Situacional

Para llevar a cabo este proyecto, es necesario determinar algunas variables, mismas que nos permitirán lograr los objetivos propuestos.

Es recomendable estructurar el análisis de dicho proyecto, en dos aspectos, un análisis interno y otro externo, que estén a favor y en contra del nuestro proyecto.

1.2.1 Análisis externo

Primero debe ser investigado el entorno externo a dicho proyecto, su situación actual así como la situación futura esto nos ayudara en la toma de decisiones, y así desarrollar este trabajo evitando en lo máximo posible errores de ejecución y funcionamiento una vez en función dicha obra.

Los materiales a utilizar en este proyecto deben de cumplir los requisitos de calidad que la obra amerita. Por lo anterior en dichos materiales ser revisados las siguientes características:

- Baja resistencia mecánica.
- Fragilidad y nula hermeticidad.
- Susceptibles al ataque de corrosión.
- Baja resistencia al intemperismo.
- Que no se tenga la compatibilidad con conexiones en el mercado.
- Que no se tenga eficiencia hidráulica.

Como consecuencia de la competencia entre los productos que se encuentran en el mercado, existe alta vulnerabilidad de las amenazas descritas en este apartado, como son, materiales con baja calidad entre otras, para evitar sustituir de materiales que no cumplan con la calidad previamente definida, serán descritas de manera explícita las especificaciones de los materiales a utilizarse en este proyecto.

1.2.2 Análisis interno

Todo proyecto ejecutivo posee fortalezas y debilidades, por este motivo es necesario evaluar las operaciones internas para llevar a cabo este proyecto, para establecer objetivos y estrategias de tal manera que el dren interceptor cumpla con las expectativas y objetivo inicialmente propuestos. A continuación se presenta las metas por cumplir una vez en funcionamiento esta obra hidráulica:

- Funcionalidad para el desalojo del agua pluvial.

- Mantenimiento adecuado a corto y largo plazo.
- Durabilidad de los materiales empleados en su construcción.
- Diseño bajo el manual de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Es importante que este proyecto sea revisado por personas externas al trabajo y desarrollo del mismo, para que cumpla con la capacidad y aptitud para la cual fue desarrollado y se lleva a cabo en el municipio.

1.3 Descripción del problema general

Las inundaciones han provocado catástrofe a lo largo de la historia. Es un problema que ha sido recurrente desde la época de los aztecas (Dr. Dominguez, Octubre de 2000). Siempre se ha buscado una solución que no implique detener el crecimiento de la urbanización, pero que también es cierto que las "soluciones" no han sido preventivas, sino que se han desarrollado después de que se presentan inundaciones catastróficas.

En relación con la situación actual, se muestra que hay un gran rezago en las obras, particularmente en las relativas a la capacidad de descarga hacia afuera de la calle, lo que implica un alto riesgo de una gran inundación en los próximos años, si no se corrige ese rezago. Finalmente, se plantea la opinión de que debe detenerse el crecimiento urbano, porque ya es muy difícil mejorar los servicios para la población actual y será imposible hacerlo para una población creciente.

Las inundaciones son provocadas por el desborde de un río a causa de lluvias, tormentas tropicales, huracanes, y algunas veces por el ser humano, como la deforestación, ubicación de viviendas en zonas bajas y cercanas a los arroyos o lugares de inundación ya conocidas.

En 1604, la ciudad de México sufrió grandes inundaciones que persistieron durante meses, dado que, en la cuenca cerrada, la única salida del agua era por evaporación. Se decidió entonces construir una salida artificial para drenar los excedentes hacia la cuenca del río Tula. Para ello se intentó construir el canal de

Huehuetoca y cruzar el parteaguas mediante un túnel de cerca de 7 km de longitud, bajo el sitio conocido como Nochistongo, que descargaría al río Tula.

Las obras se iniciaron en 1607 y su desarrollo tomó casi dos siglos, debido a diversos problemas técnicos y burocráticos. En ese lapso se produjeron varias inundaciones de gran magnitud, dentro de las que destaca la de 1629-1635, en la que se estima murieron 30 000 en la ciudad de México. La catástrofe fue tan grande que se pensó seriamente en trasladar la ciudad a otro sitio.

El 19 de septiembre de 2013 en Culiacán Sinaloa se inundaron 26 colonias ubicadas en zonas bajas, cerca de arroyos o ríos, siendo las más afectadas Valle Alto, Villas del Río, Infonavit Humaya, Isla Musala y Riberas del Tamazula (Dr. Retamoza, Julio 2015).

Hasta el momento, las obras integrales necesarias para prevenir futuras inundaciones como la creación de un Plan de Drenaje Pluvial, entubamiento de canales, adecuación de la presa derivadora, no sólo no se han realizado, sino que el Municipio sigue autorizando asentamientos en zonas de riesgo.

El Ayuntamiento a veces limpia las rejillas, alcantarillas y anda desazolvando, pero no es suficiente, lo que se necesita es empezar realmente con un Plan Pluvial; atender los arroyos, tenemos que el 75 por ciento de ellos están libres, y esto quiere decir que hay calles que son prácticamente arroyos, y mientras no se solucione, van a seguir siendo un peligro para la población que atraviesa o habita en esos lugares y va a seguir habiendo muertes (Dr. Retamoza, Julio 2015).

El martes 17 de septiembre 2013, en la Colonia Chulavista, en donde cruza un arroyo, Alexander, de siete años, cayó al canal y fue arrastrado. Su cadáver fue encontrado a kilómetros del lugar, entre escombros. En agosto de 2014, en Barrancos murió en las mismas condiciones Fidel Adrián, de ocho años, y en 2009, en Villa Bonita, la víctima fue un niño de cinco años.

La ciudad de Culiacán, y Sinaloa en general, es susceptible de recibir cada año huracanes como 'Manuel'..., en los 40 años recientes han azotado a la ciudad 13 ciclones y una gran cantidad de chubascos muy intensos, con elevados volúmenes de precipitación, provocando inundaciones y desastres, con pérdidas millonarias y muertes, debido principalmente a la falta de una red de drenaje pluvial con infraestructura de calidad.

Ahorita tenemos 35 arroyos que atraviesan Culiacán, seguimos teniendo la misma infraestructura de drenaje pluvial, excepto algunas cosas que se hicieron después de 'Manuel'; en el Infonavit Humaya se hizo una ampliación del drenaje, y en el bulevar Sánchez Alonso y Josefa Ortiz de Domínguez, una obra para el desagüe.

El proyecto surge de la necesidad de eliminar las inundaciones que sufre la zona en la temporada de lluvias, por lo cual se realizó un estudio hidrológico e hidráulico de la cuenca, con la finalidad de calcular el volumen de captación máximo que se tendría en periodo de alta pluviosidad. Con esos datos se proyectó construir un sistema de captación y drenaje pluvial para coleccionar dichas aguas, conducir las y descargarlas al Río Humaya.

En este trabajo, se presenta el estudio hidrológico y diseño hidráulico de las obras de drenaje pluvial que se requieren construir para el desalojo de los escurrimientos pluviales que confluyen en la zona donde se localiza el arroyo El Piojo. El proyecto contempla una solución integral, considerando la cuenca general de esta zona.

Debido a la falta de registros pluviográficos, este estudio se basa en el análisis de registros de lluvias máximas diarias anuales obtenido en la estación pluviométrica Culiacán y el criterio propuesto por F. C. BELL para obtener la ecuación de su mismo nombre con la que se estima la intensidad de lluvia de diseño.

1.4 Definición del problema seleccionado

La construcción del dren interceptor contribuirá a proteger a la población en la temporada de lluvias, previniendo inundaciones y, en consecuencia, una mejor calidad de vida para la población.

El arroyo existente cuenta con un canal revestido de concreto ineficiente y la magnitud para recoger las aguas pluviales generadas en las zonas mencionadas, por ello y dada la extensión de estas urbanizaciones es necesario el desarrollo de una infraestructura básica de saneamiento para dar servicios a las mismas (Dr. Gacía, Agosto de 2014).

Se ha revisado la parte del trayecto del Arroyo revestido existente y se ha llegado a algunas conclusiones del mal funcionamiento, por ejemplo: el canal consta con 2 desvíos de 90º, obstrucciones de columnas o pilares por los cruces de puentes de tráfico vehicular, reducciones canal, esto hace, que se reduzca en más del 50% de eficiencia, es por ello, que se está implementando esta alternativa de solución para reducir el gasto hidráulico excesivo en el arroyo El piojo.

Mejorar el funcionamiento de las vialidades, la salida de drenajes pluviales conectados al Arroyo El Piojo conectados al mismo, ya que, cuenta con alcantarillas que descargan sobre él conducto, que funciona como desalojo pluvial.

Mejorará la salida de las aguas pluviales del arroyo actual, teniendo este, una mejor funcionalidad para el cual fue proyectado, dando tranquilidad y seguridad a los vecinos que han sufrido este problema por más de 20 años.

2 BASES TEÓRICAS

2.1 Marco histórico y contextual

Desde la época de los aztecas la Ciudad de México era una megalópolis con 200,000 habitantes, en ese entonces el control de inundaciones eran menos problemáticas que los actuales, ya que actualmente, a causa de la ubicación de la Ciudad y el crecimiento urbano no planeado.

Por su cercanía con el agua, los aztecas eran hábiles para manejarla y aprovecharla. Como la ciudad de Tenochtitlán se encontraba a una cota inferior a la de los lagos, era propensa a inundaciones. Para controlarlas, Netzahualcóyotl, el rey de Texcoco, diseñó y construyó un dique de 16 kilómetros de largo y 4 metros de ancho. Este sistema controló las inundaciones durante cerca de 50 años.

Algunas estimaciones a nivel mundial muestran a las inundaciones como el evento; que genera los mayores desastres (CRED, 2004, La Red, 2005; Zhang and Sing, 2005 y Davis, 2003). Actualmente, las inundaciones causan la mayor destrucción de viviendas y afectación a la actividad económica (CRED, 2004).

Entre el 1970 y 2003 se registraron 1744 inundaciones en todo el territorio mexicano, que afectaron principalmente a Veracruz, el Estado de México, el Distrito Federal y Chiapas, con 232, 231,183 y 86 casos, respectivamente. Guanajuato ocupa el décimo lugar con un registro de 55 inundaciones.

Durante septiembre de 2003, lluvias de gran intensidad fueron las causantes del mayor impacto en el país, situación catalogada como crítica por los efectos a que dieron lugar, sobre todo en los estados que se conforman dentro de la cuenca media del río Lerma, como el estado de México, Querétaro, Guanajuato, Michoacán y Jalisco.

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos realizó una valuación de daños por fenómenos hidrometeoro-lógicos en el año 1985, ejercicio que fue abandonado en años siguientes, el 75% de las pérdidas causadas por estos fenómenos se presentaron en sólo dos estados de la República: Nayarit y Sinaloa.

En Sinaloa hubo inundaciones en los municipios de Ahome, Guasave, El Fuerte y Sinaloa de Leyva. Los principales daños a la agricultura, industria y servicios públicos se presentaron en Guasave, mientras que en Ahome los daños mayores fueron por inundaciones de zonas urbanas de escasos recursos, donde se reportaron 373 casas de cartón destruidas y otras 4,790 dañadas²⁴.

Los apoyos del gobierno federal sumaron 34 millones de pesos y fueron canalizados a través de la SEMARNAT, la SEDESOL y CONAGUA, para adquirir paquetes de materiales necesarios para la restauración de viviendas y de los daños que sufrió la infraestructura hidráulica en Sinaloa y Sonora.

Entre los días 26 de diciembre de 1990 al 4 de enero de 1991, se dieron tormentas de invierno sucesivas en los estados de Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Chihuahua. En Sinaloa, 120 comunidades quedaron inundadas con cerca de 40 mil personas damnificadas.

Los desastres que causarían más problemas y daños serían los relacionados con fenómenos climatológicos extremos: inundaciones, ciclones y sequías, que provocarían destrucción en pueblos y ciudades, devastación en la infraestructura, de grandes zonas productivas, decenas de damnificados y pérdidas de vidas.

Así, para el año 1917 se presentó una fuerte temporal donde se presentaron daños en la zona centro del estado, ocasionando inundaciones en Culiacán y suspensión temporal de las actividades cotidianas.

En esta catástrofe fue la intervención del gobierno estatal para mitigar los daños ocurridos. En algunas ocasiones, las lluvias en la región norte del estado de

Sinaloa también ocasionaron fuertes daños. Hay que tener presente que estas se presentan en dos periodos cada año. Uno de ellos corresponde al verano, de junio a septiembre, originado por las perturbaciones ciclónicas, y el otro periodo es en el invierno, de diciembre a enero, con precipitaciones intensas que a veces duran varios días.

En la primera mitad del siglo XIX, las arrolladoras avenidas del rio fueron las ocurridas en los años 1905, 1919, 1927, 1943 y 1949, correspondiendo a periodos invernales, los más rápidos ascensos y descensos del escurrimiento.

El fenómeno natural que más daño ha ocasionado en nuestro estado, son los ciclones. A partir de mediados de 1920, en la historia del municipio de Mazatlán se registra que esta localidad fue afectada por diversas perturbaciones tropicales, especialmente de 1927 a 1930; algunas de ellas terminaron en desastre debido a la intensidad de sus vientos pero, afortunadamente, no hubo pérdidas de vidas.

En septiembre de 1942, un ciclón causó graves daños a la región norte de estado, Topolobampo quedo devastado, hubo muertos y heridos, la ciudad de los Mochis quedo incomunicada. El gobierno del estado, general Rodolfo T. Loaiza, realizo varias aportaciones para reparar los daños causados por el meteoro y ayudar a los damnificados.

El 3 de agosto de 1995 fue inaugurado la obra de canalización y entubamiento del Arroyo El Piojo ubicado en el sector norte de la ciudad de Culiacán Sinaloa por el entonces presidente de la república mexicana Ernesto Zedillo, junto con el gobernador del estado de Sinaloa el ingeniero Renato Vega y el presidente municipal Dr. Humberto Gómez Campaña (Inauguración de la Obra de Canalización y Entubamiento del Arroyo El Piojo, Agosto de 1995).

Desde hace aproximadamente 20 años se ha presentado este el problema de la inundación del arroyo El piojo, además se ha incrementado la población en el

sector, sin contar con un crecimiento desarrollado o una estrategia a futuro para resolver el desbordamiento del arroyo en época de lluvias.

A pesar de que el cauce natural siempre ha existido la urbanización modificó la trayectoria del arroyo, formado primeramente que las viviendas que actualmente se encuentran afectadas, se ha dado por el crecimiento del asentamiento humano que han venido invadiendo parte de la corriente natural.

Estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Sinaloa han estudiado las causas principales que han provocado las inundaciones de viviendas, las cuales fueron mencionadas en un comunicado de prensa (Dr. Gacía, Agosto de 2014).

Además han realizado un estudio hidrológico para conocer el comportamiento de las áreas que reciben lluvias y que se transforman en escurrimientos.

A través de su comunicado, explicaron que una vez concluido el estudio hidrológico se inicia con una segunda etapa, que se llama estudio hidráulico donde se determinaran los principales factores que han provocado las inundaciones en las viviendas.

En el cual también dio a conocer algunas posibles soluciones, tales como, hacer desviaciones, retener el agua antes de que llegue al conflicto, reducción del volumen del flujo.

Además mencionó que se deben de cuidar para prevenir las inundaciones, es decir, no tirar basura a la corriente del arroyo, ya que esta puede ser una de las causas más importantes de inundaciones.

2.2 Marco referencial

Para efectos de este proyecto se tomó como referencias un proyecto ejecutivo del colector pluvial boulevard Pedro Infante, realizado en el año 2015 en el municipio de Culiacán Sinaloa, en la colonia recursos hidráulicos.

Dentro de las investigaciones que se realizaron para llevar a cabo el proyecto ejecutivo colector pluvial pedro infante, ha sido de vital importancia y utilidad para el diseño del dren interceptor Arroyo El Piojo. Se tomó parte de la metodología para la el diseño del dren interceptor y obtención de resultados.

2.3 Marco legal

La Comisión Nacional del Agua realizó la revisión de las citadas normas considerando procedente contar con una norma que, por una parte establezca las especificaciones mínimas de desempeño de los productos y de los sistemas para la conducción de agua para garantizar la hermeticidad en el largo plazo e incorpore para fines prácticos en la misma las especificaciones en la toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable establecidas en la NOM-002-CONAGUA-1995 y las especificaciones de hermeticidad para redes de distribución de agua potable establecidas en la NOM-013-CONAGUA-2000, proponiendo la cancelación de estas dos últimas y de la NOM-001-CONAGUA-1995 (NOM-001-CONAGUA-2011, Febrero de 2012).

En virtud de que todo proyecto deberá de cumplir con materiales de calidad bajo normas oficiales, para este proyecto los materiales usados se deberán de apegar a la siguiente norma NMX-E-215.

El objetivo de esta norma (NMX-E-215) mexicana establece las especificaciones aplicables a las conexiones de poli (cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante, con junta hermética de material elastomérico, empleadas en sistemas de alcantarillado (NMX-E-215-Tubos de plasticos y conexiones, Febrero de 1999).

2.4 Marco teórico

Las inundaciones son una catástrofe natural que se ha estado presentando a lo largo de la historia. Es un problema que ha sido recurrente desde la época de los aztecas (Dr. Dominguez, Octubre de 2000). Siempre se ha buscado una solución que no implique detener el crecimiento de la urbanización, pero que también es cierto que las "soluciones" no han sido preventivas, sino que se han desarrollado después de que se presentan inundaciones catastróficas.

En relación con la situación actual, se muestra que hay un gran rezago en las obras, particularmente en las relativas a la capacidad de descarga hacia afuera de la calle, lo que implica un alto riesgo de una gran inundación en los próximos años, si no se corrige ese rezago. Finalmente, se plantea la opinión de que debe detenerse el crecimiento urbano, porque ya es muy difícil mejorar los servicios para la población actual y será imposible hacerlo para una población creciente.

Las inundaciones son provocadas por el desborde de un río a causa de lluvias, tormentas tropicales, huracanes, y algunas veces por el ser humano, como la deforestación, ubicación de viviendas en zonas bajas y cercanas a los arroyos o lugares de inundación ya conocidas.

En 1604, la ciudad de México sufrió grandes inundaciones que persistieron durante meses, dado que, en la cuenca cerrada, la única salida del agua era por evaporación. Se decidió entonces construir una salida artificial para drenar los excedentes hacia la cuenca del río Tula. Para ello se intentó construir el canal de Huehuetoca y cruzar el parteaguas mediante un túnel de cerca de 7 km de longitud, bajo el sitio conocido como Nochistongo, que descargaría al río Tula.

Las obras se iniciaron en 1607 y su desarrollo tomó casi dos siglos, debido a diversos problemas técnicos y burocráticos. En ese lapso se produjeron varias inundaciones de gran magnitud, dentro de las que destaca la de 1629-1635, en la

que se estima murieron 30 000 en la ciudad de México. La catástrofe fue tan grande que se pensó seriamente en trasladar la ciudad a otro sitio.

El 19 de septiembre de 2013 en Culiacán Sinaloa se inundaron 26 colonias ubicadas en zonas bajas, cerca de arroyos o ríos, siendo las más afectadas Valle Alto, Villas del Río, Infonavit Humaya, Isla Musala y Riberas del Tamazula (Dr. Retamoza, Julio 2015).

Hasta el momento, las obras integrales necesarias para prevenir futuras inundaciones como la creación de un Plan de Drenaje Pluvial, entubamiento de canales, adecuación de la presa derivadora, no sólo no se han realizado, sino que el Municipio sigue autorizando asentamientos en zonas de riesgo.

El Ayuntamiento a veces limpia las rejillas, alcantarillas y anda desazolviendo, pero no es suficiente, lo que se necesita es empezar realmente con un Plan Pluvial; atender los arroyos, tenemos que el 75 por ciento de ellos están libres, y esto quiere decir que hay calles que son prácticamente arroyos, y mientras no se solucione, van a seguir siendo un peligro para la población que atraviesa o habita en esos lugares y va a seguir habiendo muertes.

El martes 17 de septiembre 2013, en la Colonia Chulavista, en donde cruza un arroyo, Alexander, de siete años, cayó al canal y fue arrastrado. Su cadáver fue encontrado a kilómetros del lugar, entre escombros. En agosto de 2014, en Barrancos murió en las mismas condiciones Fidel Adrián, de ocho años, y en 2009, en Villa Bonita, la víctima fue un niño de cinco años.

La ciudad de Culiacán, y Sinaloa en general, es susceptible de recibir cada año huracanes como 'Manuel'..., en los 40 años recientes han azotado a la ciudad 13 ciclones y una gran cantidad de chubascos muy intensos, con elevados volúmenes de precipitación, provocando inundaciones y desastres, con pérdidas millonarias y muertes, debido principalmente a la falta de una red de drenaje pluvial con infraestructura de calidad.

Ahorita tenemos 35 arroyos que atraviesan Culiacán, seguimos teniendo la misma infraestructura de drenaje pluvial, excepto algunas cosas que se hicieron después de 'Manuel'; en el Infonavit Humaya se hizo una ampliación del drenaje, y en el bulevar Sánchez Alonso y Josefa Ortiz de Domínguez, una obra para el desagüe.

El proyecto surge de la necesidad de eliminar las inundaciones que sufre la zona en la temporada de lluvias, por lo cual se realizó un estudio hidrológico e hidráulico de la cuenca, con la finalidad de calcular el volumen de captación máximo que se tendría en periodo de alta pluviosidad. Con esos datos se proyectó construir un sistema de captación y drenaje pluvial para coleccionar dichas aguas, conducir las y descargarlas al Río Humaya.

En este trabajo, se presenta el estudio hidrológico y diseño hidráulico de las obras de drenaje pluvial que se requieren construir para el desalojo de los escurrimientos pluviales que confluyen en la zona donde se localiza el arroyo El Piojo. El proyecto contempla una solución integral, considerando la cuenca general de esta zona.

Debido a la falta de registros pluviográficos, este estudio se basa en el análisis de registros de lluvias máximas diarias anuales obtenido en la estación pluviométrica Culiacán y el criterio propuesto por F. C. BELL para obtener la ecuación de su mismo nombre con la que se estima la intensidad de lluvia de diseño.

3 PROYECTO DE INTERVENCIÓN

3.1 Su enunciado y descripción

DISEÑO DE DREN INTERCEPTOR PARA REDUCIR LAS INUNDACIONES EN EL ARROYO EL PIOJO. Se llevará a cabo la intervención de un estudio hidrológico en la parte norte de la ciudad de Culiacán, donde es localizado el Arroyo El Piojo. Donde se determinarán las causas por las cuales se están generando inundaciones en la zona antes mencionada y dar una solución para disminuir los desborramientos sobre el cauce. Se realizará un proyecto y el costo de los trabajos necesarios, para llevar a cabo el proyecto.

3.2 Objetivo General

Diseñar un colector pluvial para solucionar las inundaciones provocadas por el arroyo el piojo que está afectando algunos puntos de la parte norte de la ciudad de Culiacán Sinaloa.

3.3 Objetivos Específicos

- Analizar y evaluar los elementos principales que están afectando la inundación en el arroyo el piojo.
- Evaluar los factores y riesgos que están relacionados al problema.
- Cumplir con los requisitos que exige el gobierno federal para un proyecto, para bajar recursos y fondos, y poder aplicarlo al proyecto.
- Realizar una propuesta económica y presentarla ante el municipio y/o a las autoridades competentes para solucionar los problemas causados por el arroyo el piojo.
- Mejorar el funcionamiento de la red existente de aguas pluviales.
- Hacer un análisis costo beneficio del proyecto.

3.4 Justificación

Se ha revisado la parte del trayecto del Arroyo revestido existente y se ha llegado a algunas conclusiones del mal funcionamiento, por ejemplo: el canal consta con 2 desvíos de 90º, obstrucciones de columnas o pilares por los cruces de puentes de tráfico vehicular, reducciones canal, esto hace, que se reduzca en más del 50% de eficiencia, es por ello, que se está implementando esta alternativa de solución para reducir el gasto hidráulico excesivo en el arroyo El piojo.

Mejorar el funcionamiento de las vialidades, la salida de drenajes pluviales conectados al Arroyo El Piojo conectados al mismo, ya que, cuenta con alcantarillas que descargan sobre él conducto, que funciona como desalajo pluvial.

Mejorará la salida de las aguas pluviales del arroyo actual, teniendo este, una mejor funcionalidad para el cual fue proyectado, dando tranquilidad y seguridad a los vecinos que han sufrido este problema por más de 20 años.

3.5 Metodología

A continuación se presenta el desarrollo que tendrá la presente investigación, de tal manera que se cumpla el objetivo principal, por el cual fue abordado este tema de intervención.

3.5.1 Recopilación de información

En este apartado se investigara si existe la siguiente información:

- a) Planos de construcción.
- b) Estudios Hidrológicos.
- c) Bitácora de Obra en el Ayuntamiento.
- d) Mapas.
 - i. Cartas topográficas.
 - ii. Cartas climatológicas.
- e) Estadística social y economía de la población dentro de la cuenca del arroyo.

- f) Información de la prensa.

3.5.2 Visita de campo.

Como uno de los primeros puntos a revisar durante el trabajo de intervención, es realizar un recorrido por todo el trayecto y trazo existente del arroyo, con el fin, de identificar los factores principales que están causando inundaciones. También es de importancia ubicar los sitios que se han inundado y medir su área en planta y viviendas y personas afectadas.

Deberá realizarse un levantamiento topográfico del eje del arroyo y de sus secciones transversales, de manera que se tengan elementos para calcular las características hidráulicas del conducto.

Realizar un levantamiento topográfico por la calle seleccionada para

3.5.3 Trabajo de gabinete.

Después de conocer el trazo del arroyo, se tiene que abordar los cálculos hidráulicos del arroyo, determinar el gasto máximo que este puede transportar, para así, tener el dato con el que ya contamos para desalojar las aguas pluviales, producidas por los escurrimientos de la cuenca en estudio. Los cuales se llevaran a cabo mediante un aforo por el método Relación Sección-Pendiente que consiste en lo siguiente:

Aforar una corriente significa determinar a través de mediciones el gasto que pasa por una sección dada.

3.5.4 Relación Sección-Pendiente

Este método se utiliza para estimar el gasto máximo que se presentó durante una avenida reciente en un río donde no se cuenta con ningún otro tipo de aforos. Para su aplicación se requiere solamente contar con topografía de un tramo del cauce y las marcas del nivel máximo del agua durante el paso de la avenida. Según la fórmula de Manning.

Este método está basado en la Fórmula hidráulica para flujo uniforme y estable.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S_f^{1/2} \quad (3.1)$$

$$Q = V \cdot A \quad (3.2)$$

Donde:

R = radio hidráulico.

S_f = pendiente de la línea de energía específica.

n = coeficiente de rugosidad. Además.

Por lo tanto:

$$Q = \frac{A}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (3.3)$$

Donde:

Q = Caudal

V = Velocidad media en la sección en m/seg.

R = Coeficiente de rugosidad de Manning.

S = Pendiente de la superficie del agua.

Debido a su sencillez, este método tiene gran aplicación cuando se desea conocer el gasto de un río del cual no se disponen datos, además se considera que la corriente tiene régimen establecido lo cual, no ocurre cuando se tiene una avenida, que generalmente es el caso de mayor interés. Por otra parte, está en relación directa con el coeficiente de rugosidad de Manning, lo que origina que un error en la evaluación de este trascienda en el valor del gasto.

3.5.5 Análisis

Se empezará a trabajar con el estudio de la cuenca, en donde se determinará el gasto que se genera sobre toda el área en estudio, a través de sus escurrimientos y precipitaciones generados por la lluvia. Se aplicarán estudios de Hidrología para determinar lo antes mencionado.

A continuación se describe cada punto relacionado al estudio sobre la cuenca.

3.5.6 Generalidades de la cuenca

En este apartado se analizan las características fisiográficas de una cuenca, lo cual es de importancia fundamental en el proceso del escurrimiento. Este concepto es muy utilizado en la hidrología.

La cuenca de drenaje en una corriente es el área que contribuye al escurrimiento y que proporciona parte o todo el flujo de la corriente principal y sus tributarios. Esta definición es compatible con el hecho de que la frontera de una cuenca de drenaje y su correspondiente cuenca de agua subterránea no necesariamente tienen la misma proyección horizontal.

Muchas veces se requiere dividir las grandes cuencas para facilitar su estudio. Una cuenca se puede clasificar atendiendo a su tamaño en:

- a) Cuenca grande
- b) Cuenca pequeña

Cuenca grande: Es aquella cuenca en la cual predominan las características fisiográficas de la misma (pendiente, elevación, área, cauce, etc.). Para los fines que se siguen este curso una cuenca será grande cuando el área sea mayor que 250 km².

Cuenca pequeña: Es aquella cuenca que responde a las lluvias de fuerte intensidad (i) y pequeña duración y en la cual las características físicas (tipo de

suelo, vegetación) son más importantes que las del cauce. Se considera cuenca pequeña aquella cuya área varía desde unas pocas hectáreas hasta un límite que para propósitos prácticos se considera 250 km².

No necesariamente se analiza con el mismo criterio una cuenca pequeña que una cuenca grande. Para una cuenca pequeña, la forma y cantidad de escurrimiento están influidas principalmente por las condiciones físicas del suelo; por lo tanto el estudio hidrológico debe enfocarse con mayor atención a la cuenca misma, para una cuenca muy grande el efecto de almacenaje del cauce es muy importante por lo cual deberá dársele también atención a las características de este último.

La cuenca de drenaje de una corriente está limitada por su parte-aguas que es una línea imaginaria que divide a las cuencas adyacentes y distribuye el escurrimiento, originado por la precipitación, que en cada sistema de corrientes fluye hacia el punto de salida de la cuenca.

Propiedades del parte aguas:

- a) Está formado por los puntos de mayor nivel topográfico.
- b) Cruza a las corrientes en los puntos de salida de la cuenca.

En la fig. 3.1 se ha dibujado el parteaguas para la cuenca que aparece en la fig. , como también se ha dibujado la corriente “principal” que también llamaremos “cauce principal”, la ramificación completa de los cauces que desembocan en el cauce principal, se hará más adelante.

Dentro de las propiedades del cauce principal podemos citar las siguientes:

- a) Recibe agua de todos los afluentes o cauces tributarios que forman la cuenca.
- b) Drena toda el agua que se almacena en la cuenca.
- c) Por lo general se localiza en la mayoría de los casos siguiendo una trayectoria que abarca la longitud de la cuenca.

d) Termina en la salida de la cuenca que puede localizarse por el parteaguas.

En cuencas pequeñas, los gastos máximos son cuando generalmente por lluvias de corte duración. Una parte de la precipitación se pierde a través del proceso de intercepción, evaporación e infiltración, la parte restante, que eventualmente llega a ser escurrimiento, es conocida como lluvia en exceso. La proporción entre esta última y la precipitación total depende de los factores climatológicos, así como los fisiográficos tales como la condición de humedad del suelo, tipo del suelo, tipo de superficie del suelo y subsuelo, y la vegetación.

El escurrimiento de una cuenca puede considerarse como el producto del ciclo hidrológico, el cual está influido por dos grupos importantes: Climatológicos y Fisiográficos.

Los primeros incluyen principalmente los afectos de la lluvia y la evapotranspiración. Los segundos pueden dividirse en características de la cuenca y del cauce. Las de la cuenca incluyen factores geométricos y físicos.

En la figura 3.1 se muestra el mapa de una cuenca en la cual se puede apreciar el cauce y algunas corrientes, la cual corresponden al sitio de interés en el estudio.

Los ríos de la cuenca que a continuación tratamos nacen en el flanco occidental de la Sierra Madre Occidental en los estados de Chihuahua y Durango principalmente, teniendo el curso inferior en el estado de Sinaloa y parte de Nayarit, donde se aprovecha el agua para el riego de grandes planicies.

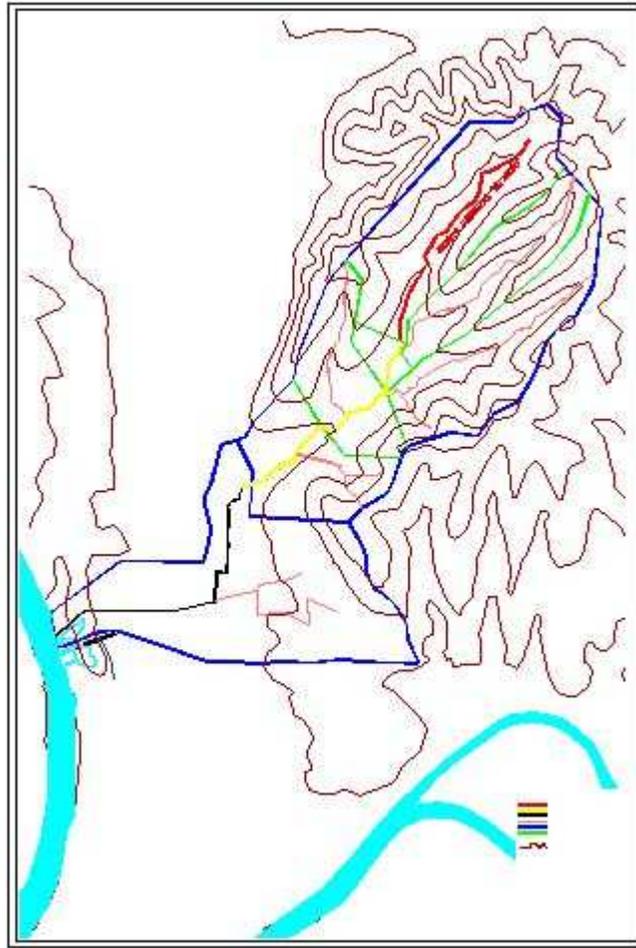


Figura 3. 1 Mapa Topográfico de la cuenca de una corriente

3.5.7 Características fisiográficas de la cuenca

El escurrimiento del agua en una cuenca depende de diversos factores, siendo uno de los más importantes las características fisiográficas de la cuenca entre estas se pueden mencionar principalmente las siguientes:

3.5.8 Área de la cuenca

El área drenada de una cuenca es el área en proyección horizontal encerrada por el parteaguas, generalmente esta área se determina con un planímetro y se expresa en kilómetros cuadrados; puede obtenerse también usando cualquier otro procedimiento en donde la exactitud dependerá del método empleado para

comprender el concepto de área de la cuenca, analizaremos la siguiente figura, que presenta un corte que se ha hecho a la cuenca de un punto a otro del parteaguas.

3.5.9 Cálculo de caudal máximo en la cuenca

En este apartado se exponen algunos de los criterios más utilizados para estudiar la magnitud de las avenidas extraordinarias en una corriente.

En las cuencas de limitada extensión, la precisión de los métodos disponible disminuye a medida que aquellas aumentan de tamaño. Conforme disminuyen las dimensiones de las cuencas, sus características particulares ejercen, proporcionalmente una mayor influencia en el escurrimiento superficial.

Cualquier método utilizado para determinar caudales máximos que pueden presentarse en una cuenca, debe reunir las siguientes características principales, para que se considere aceptable:

- a) Que permita hacer un buen uso de los datos disponibles de los conocimientos actuales de la hidrología.
- b) Que permita hacer las predicciones sobre los caudales máximos y que indique los grados de confianza para los valores obtenidos
- c) Que sea sencillo y de fácil aplicación para cualquier ingeniero no especializado en hidrología.

Los diferentes métodos que se han desarrollado para estimar caudales o avenidas máximas pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- Fórmulas y métodos empíricos.
- Envolventes de gastos máximos.
- Métodos probabilísticos.
- Métodos basados en el Hidrograma unitario.

Para fines prácticos en nuestro trabajo se utilizara el primer punto aquí mencionado.

- **Fórmula y métodos empíricos.**

La aplicación de una Fórmula basada en experiencias anteriores es, sin duda, el procedimiento más simple y rápido para obtener el caudal máximo probable que pueda ocurrir en una cuenca dada.

Las Fórmulas empíricas generalmente establecen la relación entre el gasto máximo y alguna de las variables más importantes que influyen en él. En base a lo anterior estas fórmulas sirven únicamente para tener una idea aproximada del orden de la magnitud del caudal esperado, por lo que su utilización, en general, no es recomendable. Algunas veces, los resultados proporcionados por las Fórmulas empíricas pueden presentar diferencias notables, respecto a los obtenidos más convenientes, sin embargo, teniendo en cuenta las limitaciones de dichas formas, su uso puede ser apropiado en algunos casos, y específicamente cuando se carezcan de los datos suficientes que requieren el uso de otras fórmulas.

- **Fórmula racional.**

Una de las más antiguas y extensamente utilizada es la llamada “Fórmula racional americana”, de la cual se han derivado la mayoría de los métodos empíricos existentes. Esta fórmula en su expresión general es:

$$Q = C . i . A \tag{3.4}$$

Donde:

Q= Gasto máximo instantáneo en m³/seg.

C= Coeficiente de escurrimiento, que depende de las características físicas de la cuenca, su valor se encuentra en la tabla 8.1

i: Intensidad máxima de precipitación en m/seg.

A: Es el área de la cuenca en m².

Si la intensidad se expresa en mm/h y el área en km², la Fórmula anterior presentara la siguiente forma:

$$Q = 0.2778 C . i . A \quad (3. 5)$$

La cual es más fácil de aplicar; 0.2778, es un factor proveniente del cambio de unidades.

Los valores del coeficiente de escurrimiento C se muestran en la tabla 3.1; son aplicables para tormentas son periodo de retorno comprendidos entre 5 y 10 años. Para analizar de menor probabilidad de ocurrencia deben incrementarse los valores de C, debido al efecto de la infiltración y algunos otros factores de menor importancia en la magnitud del gasto máximo.

Las hipótesis simplificadoras involucradas en la Fórmula racional, que deben tenerse en cuenta para su aplicación correcta, son las siguientes:

- a) El caudal de escurrimiento, resultante de cualquier intensidad de lluvia es máximo, cuando esta intensidad se prolonga durante un tiempo igual o mayor al de concentración.
- b) Existe una relación lineal entre la intensidad de lluvia y el del resultante.
- c) El periodo de retorno del gasto de Pico es el mismo que el de la intensidad de lluvia para el tiempo de concentración dado.
- d) La relación entre el gasto máximo y la superficie de la cuenca es la misma que existe entre la duración y la intensidad de la precipitación.
- e) El coeficiente de escurrimiento permanece constante cualquiera que sea el tipo o la frecuencia de la tormenta.

Después de aplicar los estudios mencionados y con los resultados obtenidos, se determinará que provoca la inundación que a pesar que existe una estructura revestida para desalajo de aguas, las inundaciones se presentan. Posterior a esto buscaremos un punto de interés para la colocación del dren interceptor. De tal manera que, cumpla con las características y diseños óptimos para evitar que las inundaciones existan.

Se aplicara un estudio de mercado, técnico, económico y se realizara una evaluación económica, de acuerdo a las reglas de operación que se tienen en la Secretaría de Gobernación u otras relacionadas, de acuerdo a la Secretaria de Hacienda y Crédito Público es bajo las siguientes observaciones:

Reglas de Operación del “Programa de Apoyo para Facilitar el Acceso al Financiamiento Rural”, que tienen por objeto, establecer el destino y la forma en que se canalizarán los recursos de los componentes que conforman el presente Programa:

Para efectos de las presentes Reglas se entenderá por:

Desastre Natural: Contingencia ocurrida por un fenómeno natural que conlleva la declaratoria de emergencia o de desastre natural por parte de la Secretaría de Gobernación.

4 ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN

4.1 Recopilación de Información

El presente estudio técnico fue solicitado por el H. Ayuntamiento de Culiacán, a través de la Dirección de Obras Públicas, con el fin de ampliar hacia aguas arriba el revestimiento del arroyo conocido como “El Piojo”, ya que actualmente se encuentra revestido en lo que puede considerarse su cuenca baja (desde el cruce con la avenida “Gral. Pedro María Anaya”, hasta su desembocadura con el río “Humaya”).

El arroyo “El Piojo” es uno de los más caudalosos de la ciudad de Culiacán, ubicándose su cauce y cuenca en la zona centro-norte de la ciudad.

Para elaborar propuestas técnicas de solución a la problemática de las inundaciones que recurrentemente se presentan en época de lluvias, se dividió el estudio técnico en dos partes, a saber:

- *Arroyo principal*
- *Arroyos afluentes*

Esta Memoria Descriptiva, así como los cálculos y resultados, observaciones y recomendaciones, que se incluyen adelante, corresponden al Arroyo Principal en su cuenca media, comprendida entre el cruce con la avenida Pedro María Anaya y el enlace con la avenida de Los Andes, en el Fraccionamiento Monte Sierra.

La cuenca del arroyo principal, así como las subcuencas de arroyos afluentes y áreas de aportaciones secundarias, se obtuvo utilizando información cartográfica de la ciudad, entregada por la Dirección de Obras Públicas del H. ayuntamiento, superponiéndola con la carta G13C52 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

Según la distribución de las diferentes aportaciones al arroyo principal y la conveniencia para el cálculo hidráulico, se definieron 9 áreas hidrológicas dentro

de la cuenca total (ver Plano No. 1), a partir de las cuales se obtuvieron los diferentes gastos hidrológicos y de diseño.

Para definir el cauce principal y conocer su conformación fisiográfica, así como la de los arroyos afluentes, se efectuaron recorridos y se realizaron levantamientos topográficos (planimetría y altimetría), ligando el cauce ya revestido con el tramo en proyecto.

El tramo ya revestido, cuyas dimensiones sirvieron de referencia para el enlace con el tramo en proyecto, así como los arroyos afluentes 1 y 2, se levantaron con nivel convencional y cinta, mientras que el tramo en proyecto –al que se refiere principalmente el presente estudio- se levantó con estación total, para poder contar con información suficiente, confiable y fácil de manipular en computadora.

Una vez hecho el levantamiento y vaciados los datos del tramo en proyecto, se obtuvo la configuración en planta del cauce natural, mismo que fue suavizado y retrazado en computadora, respetando las limitaciones impuestas por los accidentes ya existentes, como cruces de puentes vehiculares y construcciones diversas (ver Plano No. 2).

El trazo definitivo en planta es muy importante para los cálculos posteriores, ya que en él se ubican con precisión los diferentes accidentes de interés, tales como los enlaces con el pavimento aguas arriba y el tramo revestido aguas abajo, la entrada de los arroyos afluentes, así como la presencia de puentes vehiculares y curvas horizontales.

Por último, cabe mencionar que, tanto el cálculo hidrológico como el hidráulico se hicieron en la idea de aprovechar la infraestructura ya existente (tramo revestido aguas abajo) y proporcionar en todo el tramo nuevo (cuenca media del arroyo principal) capacidad de conducción suficiente para captar y transportar con eficiencia volúmenes de lluvia provenientes de tormentas severas, utilizando criterios y parámetros recomendados por organismos gubernamentales, tales

como la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

4.2 Cálculo hidrológico. Obtención de los gastos de aportación hidrológica “QH”

4.2.1 Fórmula utilizada:

Para determinar los posibles gastos de aportación pluvial, se utilizó la fórmula racional americana:

$$Q = C \cdot I \cdot A \tag{4.1}$$

Donde:

Q = Gasto o caudal volumétrico, en m³/s

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de lluvia de proyecto, en mm/h

A = Área de aportación, en km²

4.2.2 Coeficiente de escurrimiento “C”

Para el coeficiente de escurrimiento “C” se utilizó el siguiente valor:

$$C = 0.60$$

Este valor se justifica porque las cuencas baja y media se encuentran altamente urbanizadas, con preponderancia en vivienda unifamiliar, mientras que la parte alta es susceptible de urbanizarse en un futuro cercano.

4.2.3 Intensidad de lluvia “I”

La fuente para obtener esta importante información hidrológica fue una serie de curvas de intensidad-duración-período de retorno (I-D- T_r) calculadas por la SCT para todo el país. Esta información se asume como preferente, tanto en virtud de la confiabilidad de su fuente de procedencia como por la bondad en los resultados al aplicarlas a casos prácticos como el que nos ocupa.

Considerando toda la cuenca del arroyo principal, para determinar la duración “D” de la tormenta de referencia, que resulta ser igual al tiempo de concentración “ T_c ” de la misma, se aplican algunas fórmulas empíricas.

1.-Área de la cuenca:	$A = 625 \text{ ha} = 6.25 \text{ km}^2$
2.-Longitud del recorrido ppal.:	$L = 6,750 \text{ m} = 6.75 \text{ km}$
3.-Desnivel del recorrido ppal.:	$H = 78 \text{ m} = 0.078 \text{ km}$
4.-Pendiente media del recorrido ppal.:	$S = 0.01156 = 1.156 \%$

Fórmulas empíricas utilizadas para el cálculo de T_c :

1.- Fórmula de Kirpich:

$$T_c = 0.39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0.385} \quad (4.2)$$

2.- Fórmula de Rowe:

$$T_c = \left(\frac{0.86 L^3}{1000 H} \right)^{0.385} \quad (4.3)$$

3.- Fórmula de la FAO:

$$T_c = \frac{L^{1.15}}{15 H^{0.38}} \quad (4.4)$$

4.- Fórmula de Basso:

$$T_c = \frac{0.067L^{1.155}}{H^{0.38}} \quad (4.5)$$

Donde:

T_c = tiempo de concentración, en h.

L = longitud del cauce principal, en km.

H = desnivel entre la salida y el punto más elevado de la cuenca, en km.

S = pendiente del cauce principal, en %

A continuación se presentan los resultados de estos cálculos:

Tabla 4. 1 Concentración de cálculos para T_c

Fórmula	T _c (h)
Kirpich	1.605
Rowe	1.6
FAO	1.578
Basso	1.603
Promedio	1.597

Según estos resultados, se debería adoptar una duración de 1.6 horas para la tormenta de diseño; sin embargo, debido a la futura urbanización de la parte baja e intermedia de la cuenca y al revestimiento del cauce del arroyo, además de su fuerte pendiente y las consecuentes altas velocidades del flujo, este valor se verá disminuido considerablemente, por lo que adoptaremos:

$$T_c = 0.5 \text{ h} = 30 \text{ min}$$

$$D = T_c = 30 \text{ min}$$

Para el período de retorno “ T_r ” de diseño nos remitimos al Manual de Alcantarillado Pluvial de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), que marca como máximo 10 años para este tipo de obras, valor que se asumió como tal para este estudio, aclarando que se aplicó este criterio por considerarse el más desfavorable, ya que arroja una mayor intensidad de lluvia, un mayor gasto de escurrimiento pluvial y, por tanto, proporciona una mayor seguridad a los propietarios y vecinos del fraccionamiento.

Entonces: $T_r = 10$ años

Al entrar a las curvas I-D- T_r de la SCT con $D = 30$ min y $T_r = 10$ años, para la ciudad de Culiacán se tiene:

$$I = 109 \text{ mm/h}$$

Que es el valor máximo probable de la intensidad de lluvia I para el par de valores D y T_r proporcionados.

4.2.4 Áreas de aportación pluvial

De acuerdo con la subdivisión que se aplicó, se cuenta con 9 áreas de aportación hidrológica, numeradas desde A1 hasta A9 en el sentido del escurrimiento (ver Plano No.1).

4.2.5 Cálculo de gastos de aportación hidrológica QH

Aplicando la Fórmula Racional Americana para cada una de las áreas de aportación pluvial, con $C = 0.60$ e $I = 109 \text{ mm/h}$, se tiene:

Tabla 4. 2 Cálculo de Gastos Hidrológicos QH

No. ÁREA	EXTENSIÓN	EXTENSIÓN	GASTO Q _H
	(ha)	(km ²)	(m ³ /s)
A1	121.7	1.217	Q _{H1} = 22.13
A2	65	0.65	Q _{H2} = 11.82
A3	11.7	0.117	Q _{H3} = 2.13
A4	95.6	0.956	Q _{H4} = 17.38
A5	43.1	0.431	Q _{H5} = 7.84
A6	16.7	0.167	Q _{H6} = 3.04
A7	22.6	0.226	Q _{H7} = 4.11
A8	44.3	0.443	Q _{H8} = 8.05
A9	204.3	2.043	Q _{H9} = 37.14

4.2.6 Cálculo hidráulico

4.2.6.1 Gastos de diseño ordinarios “QDO”

La delimitación de las diferentes áreas de aportación hidrológica se hizo en la idea de aprovechar esta información para determinar luego los gastos de diseño hidráulico.

Así, inspeccionando el esquema global desde aguas arriba hacia aguas abajo, se tiene:

- a) **Tramo IV** (1+720.000 A 1+674.358): Desde sección de inicio aguas arriba, incluyendo la rampa o rápida, hasta antes del ingreso de afluente 1 al arroyo principal.

$$Q_{DO1V} = Q_{H1} = 22.13 \text{ m}^3/\text{s}$$

b) Afluente 1 (Ingresa en 1+674.358 al arroyo principal).

$$Q_{DO1} = Q_{H2} = 11.82 \text{ m}^3/\text{s}$$

c) Tramo III (1+674.358 A 1+311.467): Desde el ingreso de afluente 1, incluyendo el área A3, hasta antes del ingreso del afluente 2 al arroyo principal.

$$Q_{DOIII} = Q_{DOIV} + Q_{DO1} + Q_{H3} = 36.08 \text{ m}^3/\text{s}$$

d) Afluente 2 (Ingresa en 1+311. al arroyo principal).

$$Q_{DO2} = Q_{H4} = 17.38 \text{ m}^3/\text{s}$$

e) Tramo II (1+311.467 A 0+741.500): Desde el ingreso del afluente 2 hasta el límite de las áreas A5 –incluyendo el afluente 3- y A6:

$$Q_{DOII} = Q_{DOIII} + Q_{DO2} + Q_{H5} + Q_{H6} = 64.34 \text{ m}^3/\text{s}$$

f) Tramo I (0+741.500 A 0+000): Desde el inicio e incluyendo las áreas A7 y A8, con el afluente 4, hasta el enlace con el tramo ya revestido.

$$Q_{DO1} = Q_{DOII} + Q_{H7} + Q_{H8} = 76.50 \text{ m}^3/\text{s}$$

Es importante hacer notar que los afluentes 3 y 4 no se manejan como tales ni sirven para definir puntos de interés en el trazo y el cálculo hidráulico, como sí ocurre en los casos de los afluentes 1 y 2. Esto se debe a que los afluentes 1 y 2 cuentan con sub-cuencas propias y puntos de ingreso bien definidos, mientras que los afluentes 3 y 4, con sus respectivas áreas de aportación, se encuentran difusos y con muchos puntos de ingreso al arroyo principal.

De hecho, los afluentes 3 y 4 se tratan como áreas de aportación con ingresos múltiples (entradas de agua tipo “lavadero”) al arroyo principal, situación que se aplica del mismo modo a las áreas A3, A5, A6, A7 y A8.

4.2.6.2 Gastos de diseño extraordinarios “QDE”

A pesar de que los gastos de diseño ordinarios “Q_{DO}” se calcularon utilizando criterios y parámetros que aseguran la confiabilidad de la obra en trato, se optó por incrementar los valores obtenidos del cálculo hidrológico en un porcentaje razonable y darle a la obra una capacidad hidráulica adicional, a modo de factor de seguridad, lo que redundará en una mayor altura útil de la sección transversal, en adición al acostumbrado bordo libre.

Cabe decir que esta decisión se tomó como definitiva después de haber concluido el cálculo hidráulico y haber dimensionado toda la obra con los valores “Q_{DO}”, previa verificación de que se disponía de las alturas de bordos naturales suficientes para albergar las secciones de proyecto en cada tramo del colector pluvial.

Así, se introdujo la siguiente relación:

$$Q_{DE} = 1.25 Q_{DO}$$

Con lo que se tiene:

- a) **Tramo IV:** $Q_{DEIV} = 27.66 \text{ m}^3/\text{s}$
- b) **Afluente 1:** $Q_{DE1} = 14.78 \text{ m}^3/\text{s}$
- c) **Tramo III:** $Q_{DEIII} = 45.10 \text{ m}^3/\text{s}$
- d) **Afluente 2:** $Q_{DE2} = 21.73 \text{ m}^3/\text{s}$
- e) **Tramo II:** $Q_{DEII} = 80.43 \text{ m}^3/\text{s}$
- f) **Tramo I:** $Q_{DEI} = 95.63 \text{ m}^3/\text{s}$

4.2.7 Ecuaciones y fórmulas utilizadas

4.2.7.1 Fórmula de Manning para flujo permanente uniforme

$$V = (1/n) R^{2/3} S^{1/2} \tag{4.6}$$

Donde:

n = Coeficiente de Rugosidad

R =Radio Hidráulico, en m

$R = A/P$

A = Área Hidráulica, en m^2

P = Perímetro Mojado, en m

S = Pendiente de Energía, en m/m

El área hidráulica de la sección transversal del tramo de calle en estudio corresponde a la que queda cubierta por el tirante o profundidad de agua “d” considerado en dicha sección.

El perímetro mojado, como su nombre lo indica, es el valor del perímetro de la sección transversal que queda en contacto con el agua.

Ambos valores, “A” y “P”, se calculan con las fórmulas geométricas respectivas para la sección transversal tipo propuesta.

Ecuación de gasto o caudal volumétrico

$$Q = V A \quad (4.7)$$

Donde:

Q = Gasto o Caudal, en m^3/s

V = Velocidad Media del Flujo, en m/s

A = Área Hidráulica, en m^2

4.2.7.2 Ecuación de la energía para flujo permanente

$$E_1 = E_2 + h_{1-2} \quad (4.8)$$

Donde:

E_1 = Altura total de energía en la sección 1, en m

E_2 = Altura total de energía en la sección 2, en m

h_{1-2} = Altura total de pérdidas de energía útil, en m

En general, tanto para la sección 1 como para la 2 o cualquier otra en el flujo, con su respectivo sub-índice:

$$E = z + d + h_v \quad (4.9)$$

Donde:

z = Altura de energía de posición (elevación de la plantilla de la sección transversal en trato), en m

d = Tirante o profundidad del flujo en la sección, en m

h_v = Altura de energía de velocidad, en m

$$h_v = V^2/2g$$

g = aceleración de la gravedad = 9.81 m/s²

Por otro lado:

$$h_{1-2} = h_{F1-2} + h_{A1-2} \quad (4.10)$$

Donde:

h_{F1-2} = Altura de pérdidas de energía útil por fricción, en m

h_{A1-2} = Altura de pérdidas de energía útil por accesorios, en m

4.2.7.3 Fórmula de la sobreelevación del tirante por curvas horizontales en régimen supercrítico

$$\Delta d = (2 V^2 b) / (g R_C) \quad (4. 11)$$

Donde:

Δd = Sobreelevación del tirante, medida desde el punto más bajo del lado interior, hasta el más alto en la parte exterior de la curva horizontal, en m

R_C = Radio de la curva horizontal, en m

4.2.7.4 Fórmula para la longitud mínima de transición

$$L_T = 1.2 (B - b) \quad (4. 12)$$

Donde:

L_T = Longitud mínima de transición, en m

B = Anchode superficie libre mayor, en m

b = Ancho de superficie libre menor, en m

4.2.7.5 Tirante critico en canales rectangulares

$$d_c = ((Q^2/(gb^2))^{1/3} \quad (4. 13)$$

Donde:

d_c = Tirante crítico, en m

4.2.7.6 Número de Froude en canales rectangulares

$$F = V/(g d)^{1/2} \quad (4. 14)$$

Donde:

F = Número de Froude

Si $F < 1.0$ el flujo es Lento o Subcrítico

Si $F = 1.0$ el flujo es Crítico

Si $F > 1.0$ el flujo es Rápido o Supercrítico

4.2.7.7 Descarga libre en vertedores rectangulares

$$Q = C_D L H^{3/2} \quad (4. 15)$$

Donde:

Q = Gasto o descarga del vertedor, en m^3/s

C_D = Coeficiente de descarga del vertedor

H = Carga hidráulica sobre la cresta, en m

4.2.7.8 Procedimiento de cálculo

1.-Tal como se explicó en la Memoria Descriptiva, se definió un trazo único en planta para el canal pluvial (ver Plano No. 2).

2.-De acuerdo con la Dirección de Obras Públicas del H. Ayuntamiento de Culiacán, se seleccionó como única opción de diseño:

Geometría rectangular de la sección transversal

3.-Para el cálculo del tirante y energías en flujo uniforme dentro de la calle de enlace aguas arriba (avenida de Los Andes), se adoptó un valor de

$$n = 0.017$$

que toma en cuenta el efecto de las obstrucciones al flujo provocadas por el tránsito vehicular. El valor normal de dicho parámetro en una calle revestida, sin tránsito vehicular, sería $n = 0.015$

4.-Para todo el colector pluvial, se estableció un valor único del coeficiente de rugosidad de Manning.

$$n = 0.015$$

Válido para paredes y piso de concreto acabado con llana de madera, sin pulir (en el caso de las paredes, por procedimiento constructivo -acabado de concreto aparente- se puede sustituir el acabado con llana de madera por un concreto bien cimbrado, sin muchas irregularidades).

5.-Según la topografía del cauce natural del arroyo en la zona en estudio, se estableció el siguiente margen de cálculo para las pendientes longitudinales:

$$0.006 \leq S \leq 0.010$$

con las que se efectuaron las pruebas numéricas, variando "S" a cada 0.001

6.-Después de muchos cálculos con diferentes pendientes, gastos y secciones transversales, se llegó a la conclusión de que todo el diseño se haría en flujo rápido o supercrítico, lo que favorece la capacidad de transporte y arrastre de sólidos en el canal.

7.-Habiendo probado varios esquemas de solución global con diferentes pendientes longitudinales del canal, se llegó a la conclusión de que el valor más favorable para el trazo y funcionamiento hidráulico es:

$$S = 0.007$$

Por lo que se asumió este valor como un parámetro fijo para toda la obra de conducción. Esto permitió resolver adecuadamente los diferentes accidentes a lo

largo del canal y disponer de desnivel topográfico para salvar obstáculos como los puentes vehiculares.

8.-Con los valores de n y S antes indicados, se procedió a afinar los cálculos, de la siguiente manera:

8.1.-Calle de enlace al inicio del colector (avenida de Los Andes, aguas arriba de 1+720.000):

Se estableció su falta de capacidad de transporte para el gasto Q_{D0IV} , por lo que se generó un pequeño tramo de aproximación por debajo de la rasante existente en la calle, para propiciar el adecuado encauzamiento de los escurrimientos desde la calle hacia la rampa (ver Plano No. 2).

8.2.-Se definió una sección transversal de diseño para la obra de conducción del Tramo IV, calculando su tirante y altura de energía específica.

8.3.-A partir de los datos obtenidos en los puntos anteriores, se dimensionó la rampa de inicio (1+720.000 a 1+710.000). Vale mencionar que la rampa, por tratarse de un “accidente hidráulico”, al igual que otros similares a lo largo del canal pluvial, no se consideran como “obra de conducción” y, por tanto, su pendiente queda sujeta a los resultados del diseño particular que se aplique.

8.4.-Se dimensionó la sección transversal de la obra de conducción del Tramo III, calculando su tirante y altura de energía específica.

8.5.-Con los datos anteriores y la información del afluente No. 1, se diseñó la obra de conducción del afluente 1 (dimensiones y trazo) y su enlace con el arroyo principal.

8.6.-Se dimensionó la sección transversal de la obra de conducción del Tramo II, calculando su tirante y altura de energía específica.

8.7.-Con los datos acumulados y la información del afluente No. 2, se diseñó la obra de conducción del afluente 2 (dimensiones y trazo) y su enlace con el arroyo principal.

8.8.-Se dimensionó la sección transversal de la obra de conducción del Tramo I, calculando su tirante y altura de energía específica.

8.9.-Con los datos de los tramos II y I, se diseñó el enlace entre ellos.

8.10.-En la estación 0+000.000, con los datos del canal revestido existente y los del Tramo I del canal en proyecto, se revisó la compatibilidad en cuanto a capacidad de conducción y alturas de energía, constatando que no habrá problemas para el adecuado funcionamiento hidráulico del enlace.

8.11.-Se concluyó el trazo en elevación (perfil longitudinal) de todo el canal, distribuyendo adecuadamente el desnivel remanente (después de aplicar los desniveles obligados por los resultados del diseño en los puntos 8.3, 8.5 y 8.7), para salvar obstáculos existentes (vados y puentes vehiculares) y propiciar el mejor funcionamiento hidráulico de la obra en su conjunto.

8.12.-Una vez que se definió totalmente el trazo de la obra, tanto en planta como en perfil, se aplicó a todo el conjunto de tramos y estructuras una revisión numérica con los gastos de diseño extraordinarios Q_{DE} , obteniendo nuevos valores para los tirantes y alturas de energía específica, y verificando la compatibilidad en los diferentes accidentes y obstáculos hidráulicos.

8.13.-Agregando un valor razonable de bordo libre a los tirantes obtenidos con los Q_{DE} , se definieron las alturas de cada sección transversal.

8.14.-Por último, a partir de los Q_{DO} , se calculó el efecto de sobreelevación del tirante Δd por curvas horizontales. La sobreelevación del tirante por el lado exterior de la curva se obtuvo con

$$\Delta h = \Delta d/2$$

En el Plano No. 2 se presenta la tabla de resultados de este ejercicio.

4.2.7.9 Resultados del cálculo hidráulico

En la siguiente tabla se presentan los resultados más importantes del diseño hidráulico, correspondientes a la obra de conducción, incluyendo el Tramo de Aproximación de enlace del canal pluvial con la avenida de Los Andes.

Todos los cálculos están hechos para sección transversal rectangular.

Tabla 4. 3 Dimensionamiento de Obra de Conducción

TRAMO	n	S	b	Q _{DO}	d	V	E _e	F	Q _{DE}	d	V	E _e	F	bl	h
APROX.	0.017	0.015	10.5	22.13	0.5	4.27	1.43	1.93	27.66	0.57	4.62	1.66	1.96	0.13	0.7
IV	0.015	0.007	4	22.13	1.205	4.61	2.29	1.34	27.66	1.41	4.92	2.64	1.32	0.14	1.55
III	0.015	0.007	5	36.08	1.395	5.18	2.76	1.4	45.1	1.63	5.53	3.19	1.38	0.17	1.8
II	0.015	0.007	7	64.34	1.565	5.88	3.325	1.5	80.43	1.825	6.3	3.85	1.49	0.175	2
I	0.015	0.007	7	76.5	1.765	6.205	3.73	1.49	95.63	2.06	6.63	4.3	1.475	0.14	2.2

Explicación de la Tabla:

Todos los valores indicados contienen las unidades respectivas a la magnitud de referencia, mismas que ya fueron señaladas en el inciso III.3 y sus sub-incisos.

Los valores de las columnas 6, 7, 8 y 9 fueron calculados con el gasto Q_{DO} de la columna 5, mientras que los de las columnas 11, 12, 13 y 14 se obtuvieron con el Q_{DE} de la columna 10.

El par de valores b , h , de las columnas 4 y 16, constituyen la propuesta de dimensionamiento de la sección transversal respectiva. El valor de la altura de la sección se obtuvo de la siguiente forma:

$$h = d + bl \quad (4. 16)$$

Donde:

“d” es el tirante de la columna 11, calculado para el gasto Q_{DE} respectivo.

4.2.7.10 Observaciones y recomendaciones

- Los tipos de acabados, la pendiente longitudinal y las dimensiones recomendadas en el diseño para el canal pluvial deben respetarse a lo largo de todo su desarrollo. la altura de proyecto “h” es el mínimo valor recomendado, pudiendo en todo caso aumentarse por cualquier consideración, pero nunca disminuirse.
- Igualmente, el trazo en planta, incluidas las curvas horizontales, debe respetarse al máximo, cuidando el proceso de cimbrado para evitar asperezas excesivas en el acabado de las paredes.

- La transición de enlace entre el canal ya construido y el de proyecto (de sección trapecial a rectangular) debe ser alabeada y gradual, evitando su construcción por partes o tramos rectos.
- Debido al efecto de sobreelevación excesiva del tirante provocado por las curvas horizontales, se sugiere construir en estos casos una sección cerrada -con techo- para evitar que el flujo se desborde por la parte exterior de las curvas. esta protección se extendería ciertas distancias hacia aguas arriba y aguas abajo de las curvas (ver plano no. 2).
- Las secciones cerradas indicadas en el punto anterior pueden sustituirse -a criterio y conveniencia del h. ayuntamiento- por la sobreelevación del muro o pared exterior de la curva en el valor Δh respectivo, por encima de la altura total de diseño h y abarcando toda la longitud señalada para cada curva en el plano no. 2, con la salvedad de que dicha sobreelevación puede darse en forma gradual, desde cero en los extremos hasta el máximo Δh en el segmento central de la curva.
- Si se decide construir todo el colector pluvial, o algunos tramos de él, con sección cerrada, deberán dejarse rejillas o pozos de inspección y mantenimiento por lo menos a cada 50 metros de distancia entre ellos, debiendo contar con un ancho no menor a 1.00 metro en ambas direcciones (transversal y longitudinal) para propiciar las labores respectivas.
- El colector deberá estar adecuadamente conectado a las calles (por rejillas, ductos, lavaderos, rampas o caídas) que propicien el fácil ingreso de los volúmenes de agua pluvial cuya captación se haya previsto. en todos estos casos, el ingreso del agua al colector se hará por la parte superior de la sección transversal, para evitar su bloqueo hidráulico.
- En ningún caso, el bordo o corona de la sección transversal del canal pluvial estará por encima de la rasante de la calle por donde ingresara agua. si esto ocurre en algún punto, se deberá buscar la forma de conducir

los volúmenes pluviales respectivos al cuerpo del colector y construir el dispositivo necesario.

- Por último, cabe señalar la necesidad de que a todo lo largo del colector se coloque el señalamiento correcto para evitar cualquier accidente o desgracia, motivado por la presencia y eventual funcionamiento del colector pluvial en trato.

4.3 Drenaje pluvial de los efluentes del Arroyo El Piojo

El presente estudio técnico es un complemento del realizado anteriormente para revestir el cauce principal del arroyo “El Piojo” en su cuenca intermedia.

Según se puede apreciar de la cartografía de la cuenca, el arroyo principal cuenta con 4 arroyos secundarios o afluentes, que se integran a aquél a lo largo de su recorrido en la cuenca intermedia.

Siguiendo el sentido de la pendiente topográfica y los escurrimientos pluviales, se numeraron los arroyos secundarios como Afluente 1, Afluente 2, Afluente 3 y Afluente 4, cada uno con las particularidades que se comentan enseguida:

Afluente 1: Nace en la cuenca alta del arroyo principal, cuenta con una sub-cuenca propia e ingreso al cauce principal bien definidos, presenta un cauce medianamente labrado en su tramo aguas abajo, enlazándose con el principal en su margen izquierda por medio de un tramo de calle ya pavimentada, situación que fue forzada por la urbanización del área respectiva. Al efectuar los cálculos relativos al enlace hidráulico, se optó por modificar la trayectoria del arroyo secundario, cruzando por debajo de la calle y suavizando el trazo en planta hasta lograr su adecuado ingreso al arroyo principal.

Afluente 2: Nace también en la cuenca alta del arroyo principal y cuenta con sub-cuenca y punto de ingreso (por la margen izquierda del principal) bien definidos, presenta un cauce poco labrado y muy sinuoso en su tramo aguas abajo y entra al

arroyo principal justo en una curva muy cerrada, lo que obviamente es inconveniente desde el punto de vista hidráulico. Al revisar esta situación, se optó por modificar el trazo en planta, alejando el punto de ingreso hacia aguas abajo de la curva. Además, por lo irregular del trazo que presenta el cauce respectivo, se presentan 2 propuestas de posible reencauzamiento.

Afluente 3: Es de corto desarrollo y su cauce y sub-cuenca se encuentran en la cuenca intermedia del arroyo principal, ingresando a éste por la margen derecha. A diferencia de los dos anteriores, este afluente es de poca aportación y su definición numérica es poco confiable, ya que se encuentra en una zona semi-urbanizada de trazos irregulares y sin pavimento. Por lo antes expuesto, se optó por no darle el tratamiento de una corriente secundaria propiamente dicha, sino considerarlo como parte de un área de aportación hidrológica con ingresos múltiples al arroyo principal, tal como se puede apreciar en el Plano No. 1 del arroyo principal.

Afluente 4: Casi igual afluente 3, sólo que ingresa por la margen izquierda y su sub-cuenca cuenta con un mayor grado de urbanización.

Debido a las características y particularidades de cada afluente y sus áreas de aportación, los cálculos hidrológico e hidráulico se hicieron considerando a los afluentes 1 y 2 como corrientes o arroyos secundarios con ingreso puntual y único al cauce principal, mientras que los afluentes 3 y 4 fueron incorporados en áreas de aportación hidrológica con entradas múltiples, de caudal no definido, que se incorporan al escurrimiento principal por la parte superior o corona del canal pluvial, sin afectar su funcionamiento.

De hecho, los cálculos numéricos que se presentan a continuación, así como el Plano No. 3 que concentra los resultados, corresponden a los afluentes 1 y 2, mientras que el 3 y el 4 sólo se tocan a nivel de recomendaciones.

4.3.1 cálculo hidrológico. Obtención de los gastos de aportación hidrológica “QH”

4.3.2 Fórmula utilizada:

Para determinar los posibles gastos de aportación pluvial, se utilizó la fórmula racional americana:

$$Q = 0.278 C I A \quad (4. 17)$$

Donde:

Q = Gasto o caudal volumétrico, en m³/s

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de lluvia de proyecto, en mm/h

A = Área de aportación, en km²

4.3.3 Coeficiente de escurrimiento “C”

Para el coeficiente de escurrimiento “C” se utilizó el siguiente valor:

$$C = 0.60$$

Este valor se justifica porque las cuencas baja y media se encuentran altamente urbanizadas, con preponderancia en vivienda unifamiliar, mientras que la parte alta es susceptible de urbanizarse en un futuro cercano.

4.3.4 Intensidad de lluvia “I”

Por congruencia con el cálculo del arroyo principal, se utilizaron los mismos valores de interés para los afluentes 1 y 2

$$T_c = 0.5 \text{ h} = 30 \text{ min}$$

$$D = T_c = 30 \text{ min}$$

$$T_r = 10 \text{ años}$$

Al entrar a las curvas I-D-Tr de la SCT con $D = 30 \text{ min}$ y $T_r = 10 \text{ años}$, para la ciudad de Culiacán se tiene:

$$I = 109 \text{ mm/h}$$

Que es el valor máximo probable de la intensidad de lluvia I para el par de valores D y T_r proporcionados.

4.3.5 Áreas de aportación pluvial

De acuerdo con el Plano No. 1 del arroyo principal, se tiene:

Afluente 1: $A_2 = 65.0 \text{ ha} = 0.65 \text{ km}^2$

Afluente 2: $A_4 = 95.6 \text{ ha} = 0.956 \text{ km}^2$

4.3.6 Cálculo de gastos de aportación hidrológica QH

Aplicando la Fórmula Racional Americana para cada una de las áreas de aportación pluvial, con $C = 0.60$ e $I = 109 \text{ mm/h}$, se tiene:

Afluente 1: $Q_{H2} = 11.82 \text{ m}^3/\text{s}$

Afluente 2: $Q_{H4} = 17.38 \text{ m}^3/\text{s}$

4.3.7 Cálculo hidráulico

4.3.7.1 Gastos de diseño ordinarios “QDO”

Tal como se indicó en la memoria técnica del arroyo principal, los gastos de diseño ordinarios corresponden a los calculados hidrológicamente, por lo que:

AFLUENTE 1 (INGRESA EN 1+674.358 AL ARROYO PRINCIPAL).

$$Q_{DO1} = Q_{H2} = 11.82 \text{ m}^3/\text{s}$$

AFLUENTE 2 (INGRESA EN 1+311.467 AL ARROYO PRINCIPAL).

$$Q_{DO2} = Q_{H4} = 17.38 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.3.7.2 Gastos de diseño extraordinarios “QDE”

Con el mismo criterio utilizado para el arroyo principal:

$$Q_{DE} = 1.25 Q_{DO}$$

Con lo que se tiene:

$$\text{AFLUENTE 1:} \quad Q_{DE1} = 14.78 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{AFLUENTE 2:} \quad Q_{DE2} = 21.73 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.3.8 Ecuaciones y fórmulas utilizadas

4.3.8.1 Fórmula de Manning para flujo permanente uniforme

$$V = (1/n) R^{2/3} S^{1/2} \tag{4. 18}$$

Donde:

n = Coeficiente de Rugosidad

R =Radio Hidráulico, en m

$$R = A/P$$

A = Área Hidráulica, en m²

P = Perímetro Mojado, en m

S = Pendiente de Energía, en m/m

El área hidráulica de la sección transversal del tramo de calle en estudio corresponde a la que queda cubierta por el tirante o profundidad de agua “d” considerado en dicha sección.

El perímetro mojado, como su nombre lo indica, es el valor del perímetro de la sección transversal que queda en contacto con el agua.

Ambos valores, “A” y “P”, se calculan con las fórmulas geométricas respectivas para la sección transversal tipo propuesta.

4.3.8.2 Ecuación de gasto o caudal volumétrico

$$Q = V A \quad (4. 19)$$

Donde:

Q = Gasto o Caudal, en m³/s

V = Velocidad Media del Flujo, en m/s

A = Área Hidráulica, en m²

4.3.8.3 Ecuación de la energía para flujo permanente

$$E_1 = E_2 + h_{1-2} \quad (4. 20)$$

Donde:

E₁ = Altura total de energía en la sección 1, en m

E₂ = Altura total de energía en la sección 2, en m

h₁₋₂ = Altura total de pérdidas de energía útil, en m

En general, tanto para la sección 1 como para la 2 o cualquier otra en el flujo, con su respectivo sub-índice:

$$E = z + d + h_v \quad (4. 21)$$

Donde:

$z =$ Altura de energía de posición (elevación de la plantilla de la sección transversal en trato), en m.

$d =$ Tirante o profundidad del flujo en la sección, en m

$h_v =$ Altura de energía de velocidad, en m

$$h_v = V^2/2g$$

$g =$ aceleración de la gravedad = 9.81 m/s²

Por otro lado:

$$h_{1-2} = h_{F1-2} + h_{A1-2} \quad (4. 22)$$

Donde:

$h_{F1-2} =$ Altura de pérdidas de energía útil por fricción, en m

$h_{A1-2} =$ Altura de pérdidas de energía útil por accesorios, en m

4.3.8.4 Fórmula de la sobreelevación del tirante por curvas horizontales en régimen supercrítico

$$\Delta d = (2 V^2 b) / (g R_c) \quad (4. 23)$$

Donde:

$\Delta d =$ Sobreelevación del tirante, medida desde el punto más bajo del lado interior, hasta el más alto en la parte exterior de la curva horizontal, en m

R_c = Radio de la curva horizontal, en m

4.3.8.5 Fórmula para la longitud mínima de transición

$$L_T = 1.2 (B - b) \quad (4.24)$$

Donde:

L_T = Longitud mínima de transición, en m

B = Ancho de superficie libre mayor, en m

b = Ancho de superficie libre menor, en m

4.3.8.6 Tirante crítico en canales rectangulares

$$d_c = ((Q^2/(gb^2))^{1/3} \quad (4.25)$$

Donde:

d_c = Tirante crítico, en m

4.3.8.7 Tirante crítico en canales trapeciales

$$(Q^2/g) = (A^3/B) \quad (4.26)$$

Donde:

En este caso, el tirante crítico d_c se encuentra implícito en los valores A y B

4.3.8.8 Número de Froude en canales rectangulares

$$F = V/(g d)^{1/2} \quad (4.27)$$

Donde:

F = Número de Froude

Si $F < 1.0$ el flujo es Lento o Subcrítico

Si $F = 1.0$ el flujo es Crítico

Si $F > 1.0$ el flujo es Rápido o Supercrítico

4.3.8.9 Número de Froude en canales trapeciales

$$F = V / (g A/B)^{1/2} \quad (4. 28)$$

Donde:

Si $F < 1.0$ el flujo es Lento o Subcrítico

Si $F = 1.0$ el flujo es Crítico

Si $F > 1.0$ el flujo es Rápido o Supercrítico

4.3.8.10 Procedimiento de cálculo

1. Primeramente, se definió el trazo en planta para el canal pluvial, ligando la parte revestida (aguas abajo) con la no revestida (aguas arriba). En el caso del afluente 2, debido a la sinuosidad en el trazo natural, se plantean 2 opciones de trazo modificado, con sus respectivas soluciones por separado (ver Plano No. 3).
2. De acuerdo con la Dirección de Obras Públicas del H. Ayuntamiento de Culiacán, se seleccionó como única opción de diseño para tramos revestidos:

Geometría rectangular de la sección transversal

3. Para los tramos revestidos de los sub-colectores pluviales, se estableció un valor único del coeficiente de rugosidad de Manning

$$n = 0.015$$

Válido para paredes y piso de concreto acabado con llana de madera, sin pulir (en el caso de las paredes, por procedimiento constructivo -acabado de concreto aparente- se puede sustituir el acabado con llana de madera por un concreto bien cimbrado, sin muchas irregularidades).

4. Para los tramos no revestidos, se adoptó un valor de

$$n = 0.035$$

válido para cauces naturales poco regulares, labrados o excavados en tierra o grava y con algo de vegetación en el cuerpo de su cubeta.

5. En virtud de las fuertes pendientes de fondo que presentan en sus cauces naturales ambos afluentes, se llegó a la conclusión de que el diseño de los tramos revestidos se haría en flujo rápido o supercrítico, lo que favorece la capacidad de transporte y arrastre de sólidos en el canal.
6. Habiendo probado varios esquemas de solución global con diferentes pendientes longitudinales del canal, se llegó a la conclusión de que el valor más favorable para el trazo y funcionamiento hidráulico de los tramos revestidos es:

$$S = 0.010 = 1 \%$$

Este valor de la pendiente de fondo, sin ser la única solución posible para las obras de conducción de los sub-colectores, permite un adecuado enlace hidráulico tanto hacia aguas abajo (con el colector principal) como hacia aguas arriba (con los tramos no revestidos de los cauces de los afluentes).

7. Para los tramos no revestidos, se obtuvo su respectivo valor de la pendiente gráficamente, sobre la topografía natural, llegando a los siguientes resultados:

Afluente 1: $S = 0.017 = 1.7 \%$

Afluente 2: $S = 0.014 = 1.4 \%$

8. Con los valores de n y S antes indicados, se procedió a afinar los cálculos, de la siguiente manera:

- a. Se dimensionó la obra de conducción del tramo revestido (b , d , h).
- b. Se verificó la compatibilidad energética de este tramo con el colector principal, aplicando la Ecuación de la Energía.
- c. Se dimensionó la obra de conducción del tramo no revestido (b , t , d , h).
- d. Se aplicó la Ecuación de la Energía entre los tramos no revestido y revestido, determinando el valor de la altura de energía mínima necesaria para lograr el enlace adecuado entre las obras de conducción.
- e. Trazando gráficamente las pendientes de ambos tramos, se determinó sobre el plano el punto de intersección adecuado para instalar la rampa-transición entre ellos.
- f. Vale mencionar el hecho de que, si bien el dimensionamiento de las secciones transversales se hizo con los gastos de diseño ordinarios Q_{DO} , luego se revisaron los cálculos transitando los gastos extraordinarios Q_{DE} y sobredimensionando en relación con los resultados obtenidos.
- g. Por último, a partir de los Q_{DO} , se calculó el efecto de sobreelevación del tirante Δd por curvas horizontales. La sobreelevación del tirante por el lado exterior de la curva se obtuvo con

$$\Delta h = \Delta d/2$$

En el Plano No. 3 se presenta las tablas de resultados de este ejercicio.

4.3.8.11 Resultados del Cálculo Hidráulico

En la siguiente tabla se presentan los resultados más importantes del diseño hidráulico, correspondientes a la obra de conducción, tanto para los tramos revestidos como para los no revestidos.

Tabla 4. 4 Dimensionamiento de obras de condiciones ordinarias

CONDICIONES ORDINARIAS										
AFLUENTE	TRAMO	n	S	b	t:1	Q _{DO}	d	V	E _e	F
1	I	0.015	0.01	2	0	11.82	1.3	4.557	2.359	1.276
	II	0.035	0.017	3	1.5	11.82	0.955	2.815	1.359	1.058
2	I	0.015	0.01	2.5	0	17.38	1.385	5.038	2.679	1.367
	II	0.035	0.014	4	1.5	17.38	1.09	2.851	1.504	0.99

Tabla 4. 5 Dimensionamiento de obras de condiciones Extraordinarias

CONDICIONES EXTRAORDINARIAS								
AFLUENTE	TRAMO	Q _{DE}	d	V	E _e	F	bl	h
1	I	14.78	1.546	4.781	2.711	1.228	0.154	1.7
	II	14.78	1.075	2.996	1.532	1.072	0.125	1.2
2	I	21.73	1.64	5.302	3.073	1.322	0.16	1.8
	II	21.73	1.23	3.039	1.701	1.004	0.17	1.4

4.3.8.12 Observaciones y recomendaciones

- Los trazos en planta de ambos afluentes muestran modificaciones importantes respecto al estado que guardan sus cauces naturales actuales; incluso para el afluente 2 se presentan dos opciones de reencauzamiento, de las que el ayuntamiento podrá escoger la más conveniente. sin embargo, una vez hecho esto, se deberán respetar al menos los trazos de los tramos revestidos y construir las estructuras de

enlace con los tramos no revestidos (rampa-transición y tramo de protección).

- Los tipos de acabados, la pendiente longitudinal y las dimensiones recomendadas en el diseño para los tramos revestidos de canal pluvial deben respetarse a lo largo de todo su desarrollo. la altura de proyecto “h” es el mínimo valor recomendado, pudiendo en todo caso aumentarse por cualquier consideración, pero nunca disminuirse.
- Igualmente, el trazo en planta, incluidas las curvas horizontales, debe respetarse al máximo, cuidando el proceso de cimbrado para evitar asperezas excesivas en el acabado de las paredes.
- Las transiciones de enlace (rampa-transición) entre el cauce no revestido y el tramo de canal pluvial revestido (de sección trapezoidal a rectangular) debe ser alabeada y gradual, evitando su construcción por partes o tramos rectos.
- Debido al efecto de sobreelevación excesiva del tirante provocado por las curvas horizontales, se sugiere construir en estos casos una sección cerrada -con techo- para evitar que el flujo se desborde por la parte exterior de las curvas. esta protección se extendería ciertas distancias hacia aguas arriba y aguas abajo de las curvas (ver plano no. 3).
- Las secciones cerradas indicadas en el punto anterior pueden sustituirse -a criterio y conveniencia del h. ayuntamiento- por la sobreelevación del muro o pared exterior de la curva en el valor Δh respectivo, por encima de la altura total de diseño h y abarcando toda la longitud señalada para cada curva en el plano no. 2, con la salvedad de que dicha sobreelevación puede darse en forma gradual, desde cero en los extremos hasta el máximo Δh en el segmento central de la curva.
- Si se decide construir los tramos revestidos de los sub-colectores pluvial, o algunos tramos de él, con sección cerrada, deberán dejarse rejillas o pozos de inspección y mantenimiento por lo menos a cada 50 metros de distancia entre ellos, debiendo contar con un ancho no menor

a 1.00 metro en ambas direcciones (transversal y longitudinal) para propiciar las labores respectivas.

- Como ya se mencionó anteriormente, los afluentes 3 y 4 no se trataron como corrientes secundarias propiamente dichas, por lo que no se dispone de cálculos numéricos al respecto; sin embargo, existen puntos de ingreso de volúmenes pluviales importantes de estos afluentes al cauce principal, a saber:
 - Afluente 3: por la calle mar negro (margen derecha del arroyo principal).
 - Afluente 4: por la calle Velina León (margen izquierda del arroyo principal).

Al afluente 3 llega al cauce principal por una calle no pavimentada, ancha y con buena pendiente longitudinal, por lo que tiene suficiente capacidad de transporte; sin embargo, se recomienda pavimentar esta calle al menos en la proximidad con el cauce principal, para generar un lavadero de buen tamaño y reducir el arrastre de sólidos al cuerpo del colector. la entrada de agua se deberá hacer por encima de la sección de proyecto del colector principal.

El afluente 4 llega por una calle pavimentada, pero se encuentra con un puente vehicular que evita su ingreso directo al cauce principal. en este caso, se recomienda construir un lavadero lateral al puente, de buen ancho y pendiente, que conduzca los escurrimientos pluviales al cuerpo del colector principal, cuidando también que su sección transversal de proyecto no sea invadida por esta estructura auxiliar.

- Por último, cabe señalar la necesidad de que a todo lo largo del colector se coloque el señalamiento correcto para evitar cualquier accidente o desgracia, motivado por la presencia y eventual funcionamiento de los sub-colectores pluviales en trato.

4.4 Trabajo de gabinete

4.4.1 Estudio Hidrológico

En la figura 4.1 se muestra la cuenca total de la zona de estudio y en la figura 4.2 se muestran las subcuencas que se utilizaron para el cálculo del gasto pluvial de cada sección de acuerdo a un análisis de los parteaguas de la zona donde se ubica la zona en estudio y el cual se tomó como referencia de información solicitada al Ayuntamiento de Culiacán. Así como los niveles proporcionados por el levantamiento topográfico de la zona en estudio.

En la siguiente tabla se muestran las áreas en hectáreas de las Subcuencas:

Tabla 4. 6 Áreas de la subcuencas

Nombre Subcuenca	Área (has)
SC-01	122
SC-02	65
SC-03	11.7
SC-04	95.6
SC-05	43.1
SC-06	16.7
SC-07	22.6
SC-08	44.3
SC-09	204
TOTAL	625

Para nuestro estudio se considerará solamente de la subcuenca 01 hasta la 06, debido a que la 07, 08 y 09 se encuentran aguas debajo de la ubicación del

colector pluvial, por lo que el área total a considerar en la cuenca para desalojar los escurrimientos pluviales es de 353.80 Has.



Figura 4. 1 Cuenca total de la zona de estudio



Figura 4. 2 Subcuencas en la zona de estudio

En la figura 4.3 se muestra la corriente principal del Colector Pluvial “Arroyo El Piojo” determinada de acuerdo a la distancia más larga entre la entrada de agua a la cuenca y la salida de la misma.

La corriente o cauce principal de la cuenca de estudio empieza en la parte norte de la cuenca de la zona de estudio con una longitud de 5890.70 m, desde este punto hasta su descarga en el Rio Humaya. Entre estos dos puntos existe un desnivel entre el inicio y final del cauce de 80 m, iniciando en la cota 1320 y llegando a la cota 1240 en la llegada.

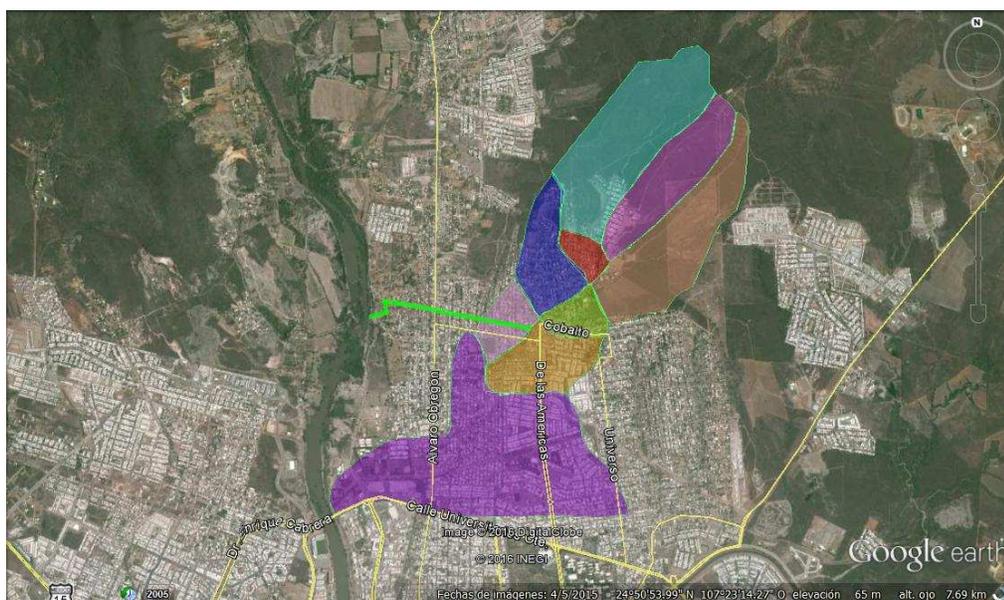


Figura 4. 3 Corriente Principal del Dren Interceptor “Arroyo El Piojo”

4.4.2 Análisis estadístico de los datos hidrológicos

4.4.2.1 Información climatológica

El diseño y la planeación de obras hidráulicas están siempre ligados con eventos hidrológicos futuros. La complejidad de los procesos físicos que tienen lugar en la generación de estos eventos hace en la mayoría de los casos, imposible una

estimación confiable de la misma por métodos basados en las leyes de la mecánica o la física.

Por lo tanto, y como sucede en la mayoría de las ciencias, con mucha frecuencia el análisis estadístico es el camino obligado en la solución de los problemas. Con el análisis estadístico es posible determinar, dentro de un cierto margen de aproximación denominado intervalo de confianza, el gasto de diseño, en función de la vida útil y del periodo de retorno.

El análisis de frecuencia de datos hidrológicos se basa en considerar a éstos como aleatorios para, a partir de ellos, determinar la frecuencia o la probabilidad de un valor de diseño propuesto. Para que los resultados que arroje el análisis probabilístico sean considerados como confiables, se requiere que los datos hidrológicos sean homogéneos e independientes. La restricción de homogeneidad asegura que todas las observaciones provengan de la misma población. La restricción de independencia asegura que un evento hidrológico, no entre al conjunto de datos más de una vez.

Desde el punto de vista de la ingeniería hidrológica, la precipitación es la fuente primaria del agua de la superficie terrestre y representa un elemento esencial, ya que la variación en el tiempo y en el espacio se ve reflejada en su escurrimiento.

La estación pluviométrica más cercana a nuestra cuenca en estudio es la Estación Culiacán que se ubica a un costado de la presa derivadora “Carlos Carvajal Zarazúa”. La cual cuenta con un registro de lluvias máximas diarias anuales de 58 años (1956-2013), ver Tabla 4.7.

Tabla 4. 7 Registro de lluvias máximas diarias anuales de la estación pluviométrica “Culiacán”

No.	Año	Precipitación (mm)
1	1956	42.00
2	1957	51.70
3	1958	89.50
4	1959	51.30
5	1960	64.80
6	1961	58.70
7	1962	60.10
8	1963	96.00
9	1964	48.60
10	1965	70.80
11	1966	109.70
12	1967	98.30
13	1968	66.00
14	1969	49.50
15	1970	88.00
16	1971	120.00
17	1972	86.00
18	1973	56.30
19	1974	112.50
20	1975	63.60
21	1976	76.50
22	1977	70.80
23	1978	48.80
24	1979	120.00
25	1980	172.50

26	1981	47.00
27	1982	68.40
28	1983	103.50
29	1984	140.00
30	1985	78.80
31	1986	82.00
32	1987	114.50
33	1988	88.50
34	1989	85.00
35	1990	83.50
36	1991	80.00
37	1992	60.00
38	1993	93.00
39	1994	75.00
40	1995	68.00
41	1996	134.00
42	1997	53.00
43	1998	45.50
44	1999	60.00
45	2000	55.50
46	2001	56.00
47	2002	117.50
48	2003	81.00
49	2004	152.20
50	2005	44.50
51	2006	113.50
52	2007	92.60
53	2008	129.00
54	2009	60.00
55	2010	66.80

56	2011	53.70
57	2012	69.30
58	2013	258.00

4.4.2.2 Análisis de las funciones de distribución de probabilidad

Para el análisis de las precipitaciones máximas diarias anuales se ajustaron seis funciones de distribución de probabilidad: Normal, Log normal, Gumbel, Exponencial, Gamma y Doble Gumbel por los métodos de momentos y máxima verosimilitud para 2 y 3 parámetros. Las funciones se analizaron para ocho periodos de retorno: 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50 y 100 años. El criterio para seleccionar la función de probabilidad que mejor se ajuste a los datos es aquella que obtuvo el mínimo error cuadrático.

Tabla 4. 8 Cálculo del periodo de retorno y probabilidad de excedencia.

Año	No. de Orden	Precipitación (mm)	Tr (Años) $Tr = \frac{n + 1}{m}$	$P(x) = 1/Tr$ Probabilidad de que un evento ocurra en el Año	$Q(x) = 1 - P(x) = 1 - 1/Tr$ Probabilidad de que un evento no ocurra en el año
2013	1	258.00	59.00	0.0169	0.9831
1980	2	172.50	29.50	0.0339	0.9661
2004	3	152.20	19.67	0.0508	0.9492
1984	4	140.00	14.75	0.0678	0.9322
1996	5	134.00	11.80	0.0847	0.9153
2008	6	129.00	9.83	0.1017	0.8983
1971	7	120.00	8.43	0.1186	0.8814
1979	8	120.00	7.38	0.1356	0.8644
2002	9	117.50	6.56	0.1525	0.8475
1987	10	114.50	5.90	0.1695	0.8305
2006	11	113.50	5.36	0.1864	0.8136

1974	12	112.50	4.92	0.2034	0.7966
1966	13	109.70	4.54	0.2203	0.7797
1983	14	103.50	4.21	0.2373	0.7627
1967	15	98.30	3.93	0.2542	0.7458
1963	16	96.00	3.69	0.2712	0.7288
1993	17	93.00	3.47	0.2881	0.7119
2007	18	92.60	3.28	0.3051	0.6949
1958	19	89.50	3.11	0.3220	0.6780
1988	20	88.50	2.95	0.3390	0.6610
1970	21	88.00	2.81	0.3559	0.6441
1972	22	86.00	2.68	0.3729	0.6271
1989	23	85.00	2.57	0.3898	0.6102
1990	24	83.50	2.46	0.4068	0.5932
1986	25	82.00	2.36	0.4237	0.5763
2003	26	81.00	2.27	0.4407	0.5593
1991	27	80.00	2.19	0.4576	0.5424
1985	28	78.80	2.11	0.4746	0.5254
1976	29	76.50	2.03	0.4915	0.5085
1994	30	75.00	1.97	0.5085	0.4915
1965	31	70.80	1.90	0.5254	0.4746
1977	32	70.80	1.84	0.5424	0.4576
2012	33	69.30	1.79	0.5593	0.4407
1982	34	68.40	1.74	0.5763	0.4237
1995	35	68.00	1.69	0.5932	0.4068
2010	36	66.80	1.64	0.6102	0.3898
1968	37	66.00	1.59	0.6271	0.3729
1960	38	64.80	1.55	0.6441	0.3559
1975	39	63.60	1.51	0.6610	0.3390
1962	40	60.10	1.48	0.6780	0.3220
1992	41	60.00	1.44	0.6949	0.3051
1999	42	60.00	1.40	0.7119	0.2881
2009	43	60.00	1.37	0.7288	0.2712
1961	44	58.70	1.34	0.7458	0.2542
1973	45	56.30	1.31	0.7627	0.2373
2001	46	56.00	1.28	0.7797	0.2203

2000	47	55.50	1.26	0.7966	0.2034
2011	48	53.70	1.23	0.8136	0.1864
1997	49	53.00	1.20	0.8305	0.1695
1957	50	51.70	1.18	0.8475	0.1525
1959	51	51.30	1.16	0.8644	0.1356
1969	52	49.50	1.13	0.8814	0.1186
1978	53	48.80	1.11	0.8983	0.1017
1964	54	48.60	1.09	0.9153	0.0847
1981	55	47.00	1.07	0.9322	0.0678
1998	56	45.50	1.05	0.9492	0.0508
2005	57	44.50	1.04	0.9661	0.0339
1956	58	42.00	1.02	0.9831	0.0169

Tabla 4. 9 Fórmulas para calcular (α) y (β) para las diferentes probabilidades según CONAGUA (Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Capítulo 4, Subíndice 4.4, Apéndice 4.4.5

Parámetros	α		β	
	Fórmula	Valor:	Fórmula	Valor:
Normal	$\alpha = \bar{x}$	84.1603	$\beta = S_x$	37.5047
Log-Normal	$\alpha = \bar{y}$, $y = \ln(x)$	4.3560	$\beta = S_y$	0.3793
Exponencial	$\alpha = \bar{x} - \beta$	46.6557	$\beta = S_x$	37.5047
Gamma	$\alpha = (S_x^2)/\bar{x}$	16.7133	$\beta = (\bar{x})^2 / (S_x^2) = 1 / (C_v)^2$	5.0355
Gumbel	$\alpha = \bar{x} - 0.5772 \beta$	67.2817	$\beta = (\sqrt{6}) / (\pi) S_x$	29.2423

Tabla 4. 10 Resumen de parámetros, errores cuadráticos y estimaciones para algunas funciones de distribución de probabilidad de la Tabla 4.9

Distribución	Parámetro 1 (α)	Parámetro 2 (β)
--------------	--------------------------	-------------------------

Normal	84.1603	37.5047
Log-Normal	4.3560	0.3793
Exponencial	46.6557	37.5047
Gamma	16.7133	5.0355
Gumbel	67.2817	29.2423

A continuación se presentan los resultados que se obtuvieron del análisis de las funciones de distribución de probabilidad, ver Tabla 4.11.

Tabla 4. 11 Resumen de errores cuadráticos de cada una de las funciones de distribución

Funciones	Momentos		Máxima Verosimilitud	
	03:00 p. m.	02:00 p. m.	03:00 p. m.	02:00 p. m.
Normal	----	125.2	----	125.2
Log normal	63.5	73.3	75.7	90.4
Gumbel	----	80.2	----	100.5
Exponencial	----	62.1	----	299.5
Gamma	68.8	87.8	70.7	99.3
Doble Gumbel	-----	63.9	-----	

Mínimo error cuadrático = 62.10

Calculada para la función: Exponencial (Momentos) 2p

Las precipitaciones máximas en 24 horas resultantes del estudio se muestran a continuación, ver Tabla 4.12.

Tabla 4. 12 Periodo de retorno – lluvia máxima diaria

Periodo de Retorno	Lluvia máxima diaria
(años)	(mm)
2	72.66
5	107.13
10	133.21
15	148.46
20	159.28
25	167.68
50	193.75
100	219.83

4.4.2.3 Ecuación de F. C. BELL

A continuación se presenta la ecuación general de F. C. Bell:

$$P^t_T = (0.35 \ln T + 0.76) (0.54 t^{0.25} - 0.50)(P^{60}_2) \quad (4.29)$$

Dónde:

P^t_T = Precipitación (mm) de duración t (minutos) y periodo de retorno T (años)

P^{60}_2 = Precipitación (mm) de duración 60 minutos y periodo de retorno de 2 años

T = Periodo de retorno (años)

t = Duración de la lluvia (minutos)

En la ecuación anterior se tiene el término P_2^{60} , el cual es necesario calcular para poder usar la ecuación de F. C. Bell.

4.1.1.1. Cálculo de P_2^{60}

La lluvia con duración de 60 min (una hora) y periodo de retorno de 2 años, se puede calcular con la relación respecto a la lluvia máxima en 24 horas con igual periodo de retorno, es decir:

$$K = \frac{P_2^{60 \text{ MIN}}}{P_2^{24 \text{ HRS}}} \quad (4.30)$$

De donde se obtiene:

$$P_2^{60 \text{ MIN}} = K P_2^{24 \text{ HRS}} \quad (4.31)$$

Dónde:

K se obtiene de acuerdo a los criterios D. M. Hershfield y el de la Organización Meteorológica Mundial

$P_2^{24 \text{ HRS}}$ Se obtiene de la ecuación (4.29)

Por lo tanto, el valor de K se obtiene con los siguientes criterios:

- a) Criterio de D. M. Hershfield

Según estudios de D. M. Hershfield el valor de K varía de 0.10 a 0.60 y se puede estimar para cada zona de estudio empleando la Tabla 4.13 del anexo A1..

En nuestro caso como las características de la zona de estudio coinciden en casos con valores de K altos, se propone tomar un valor entre 0.40 y 0.60.

b) Criterio de la Organización Meteorológica Mundial

Este criterio indica que el valor de K se obtiene de acuerdo al número medio de días con lluvias por año, considerando días con lluvias mayor o igual a un milímetro, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 4. 13 Valor de K con el criterio de la OMM

Número medio de días con lluvia por año	1	8	16	24
Valores de K	0.20	0.30	0.40	0.50

Considerando que las lluvias características del estado de Sinaloa se asemejan a las condiciones de un coeficiente alto y en función de los resultados que la Secretaria de Recursos Hidráulicos obtuvo para la ciudad de Guamúchil con $K=0.63$ y del valor calculado con datos del pluviógrafo para la ciudad de Mazatlán de 0.53.

Por lo tanto para este estudio, tomaremos un valor de K de:

$$K = 0.60$$

Con el valor de K y de $P_2^{24 \text{ HRS}}$ podemos calcular P_2^{60}

$$P_2^{60 \text{ MIN}} = K P_2^{24 \text{ HRS}} \quad (4.32)$$

$$P_2^{60 \text{ MIN}} = (0.60)(72.66 \text{ mm})$$

$$P_2^{60 \text{ MIN}} = 43.60 \text{ mm}$$

Finalmente la ecuación de F. C. Bell para los registros de la estación climatológica “Culiacán” se obtiene sustituyendo el valor de $P_2^{60 \text{ MIN}} = 43.60 \text{ mm}$ en la misma.

$$P_1^t = (0.35 \text{ Ln } T + 0.76)(0.54 t^{0.25} - 0.50)43.60 \quad (4.33)$$

4.4.2.4 Curvas intensidad-duración-periodo de retorno (i-d-Tr)

Una vez obtenida la ecuación de F. C. Bell para los registros de nuestra estación, podemos calcular las siguientes tablas:

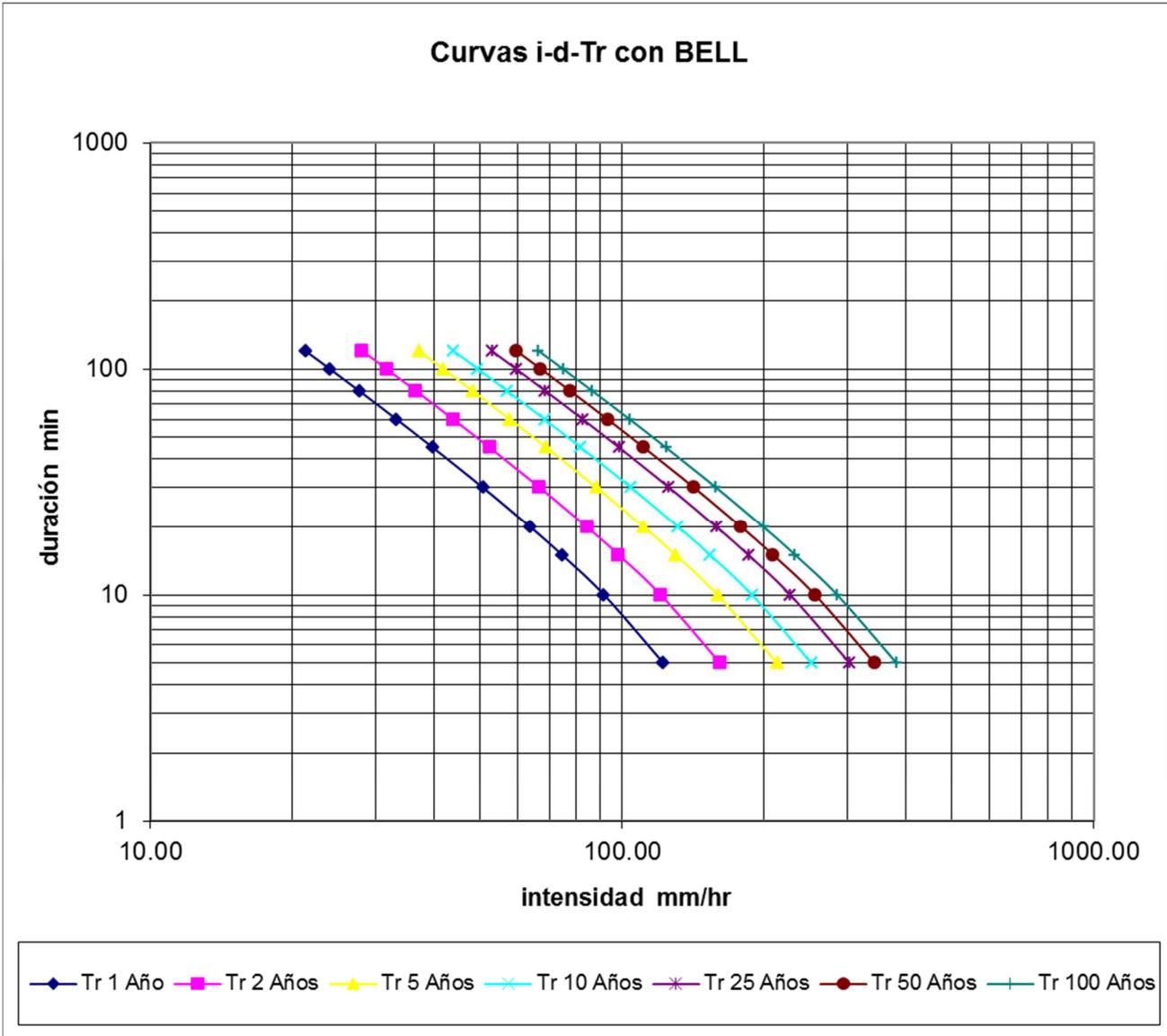
Tabla 4. 14 . Datos de Precipitación-Duración-Periodo de retorno

Ecuación de F. C. Bell								
Tr	P 24H	Precipitación en mm y duración en minutos						
		5	15	30	45	60	90	120
2	72.66	13.44	24.596	33.385	39.278	43.836	50.844	56.266
5	107.13	17.739	32.463	44.063	51.842	57.858	67.108	74.263
10	133.21	22.894	41.896	56.867	66.905	74.67	86.608	95.842
15	148.46	26.146	47.848	64.945	76.409	85.277	98.911	109.457
20	159.28	28.048	51.329	69.671	81.969	91.482	106.107	117.421
25	167.68	29.398	53.799	73.023	85.913	95.885	111.214	123.071
50	193.75	31.3	57.281	77.749	91.473	102.089	118.41	131.036
100	219.83	32.65	59.751	81.102	95.418	106.492	123.517	136.686

Tabla 4. 15 Datos de Intensidad-Duración-Periodo de retorno

Ecuación de F. C. Bell							
Tr	Intensidad en mm/h y duración en minutos						
	5	15	30	45	60	90	120
2	161.282	98.384	66.769	52.37	43.836	33.896	28.133
5	212.871	129.854	88.127	69.122	57.858	44.739	37.132
10	274.725	167.585	113.734	89.207	74.67	57.738	47.921
15	313.751	191.391	129.89	101.879	85.277	65.94	54.728
20	336.579	205.317	139.341	109.292	91.482	70.738	58.71
25	352.776	215.198	146.047	114.551	95.885	74.142	61.536
50	375.605	229.123	155.498	121.964	102.089	78.94	65.518
100	391.802	239.004	162.203	127.223	106.492	82.344	68.343

De la Tabla 4.16 podemos obtener las curvas intensidad-duración-periodos de retorno (i-d-Tr), como se muestra en la figura 4.1.



Grafica 4. 1 Curvas intensidad-duración-periodo de retorno

4.4.3 Análisis hidrológico de la cuenca en estudio

El análisis hidrológico de la cuenca en estudio consistió en estimar o calcular las descargas máximas a partir de precipitaciones máximas en 24 horas registradas en la estación pluviométrica seleccionada (Estación Culiacán).

4.4.4 Intensidad de lluvia de diseño para la cuenca en estudio (i)

La intensidad de lluvia para nuestra cuenca en estudio se calcula utilizando la ecuación de F. C. Bell obtenida en el capítulo anterior, para lo cual es necesario seleccionar un periodo de retorno T_r y calcular la duración de la lluvia.

4.4.5 Periodo de retorno (T_r)

El periodo de retorno recomendado para drenajes pluviales urbanos es de 2 a 10 años (MAPAS, CONAGUA), de acuerdo a la importancia de las estructuras o zonas protegidas de que se trate. En nuestro caso, utilizaremos un periodo de retorno de 10 años.

$$T_r = 10 \text{ años}$$

4.4.6 Pendiente de la cuenca

La pendiente de la cuenca tiene una importante y compleja relación con la infiltración, el escurrimiento superficial, la humedad del suelo y la contribución del agua subterránea al flujo en los cauces. Es uno de los factores físicos que controlan el tiempo del flujo sobre el terreno y tiene influencia directa en la magnitud de las avenidas o crecidas (Campos-Aranda, 1988).

A diferencia de un cauce, la pendiente de una cuenca debe considerar el área total y la topografía del terreno; con esto se estima una pendiente media para la cuenca.

De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) existen tres métodos más usados para determinar la pendiente de una cuenca, criterio de Alvord, criterio de Horton y pendiente de una línea de corriente. Para este proyecto se utilizara el método del Alvord.

4.4.7 Criterio de Alvord

El método consiste en calcular la longitud de cada curva de nivel dentro de la cuenca y estimar el área total de la misma. Una vez obtenidos estos datos la pendiente de la cuenca se determina como:

$$S_{cuenca} = \frac{\Delta H_{cniv} L_{Tcniv}}{A_T} \quad (4.34)$$

Donde:

S_{cuenca} = Pendiente de la cuenca (adimensional).

ΔH_{cniv} = Desnivel constante entre curvas de nivel (km).

L_{Tcniv} = Longitud total de las curvas de nivel dentro de la cuenca (km).

A_T = Área de la cuenca (km²).

Es decir, que la pendiente de la cuenca es igual a la longitud total de curvas de nivel que contiene, multiplicada por el desnivel constante entre estas y dividida entre el tamaño de la cuenca.

Según la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Para drenaje pluvial urbano se recomienda utilizar Intervalos entre 5 y 15 metros. Con el objeto de obtener resultados confiables y a la vez evitar el desarrollo tedioso del criterio, se recomienda utilizar intervalos entre curvas de nivel de 30 a 150 metros en cuencas grandes o de fuerte pendiente (Campos-Aranda, 1988).

Por lo tanto para el estudio hidrológico se aplicaron intervalos de curvas de nivel entre 5 metros y la longitud total de las curvas de nivel dentro de la cuenca, resultado de 14.70 km para un área de 6.25km², aplicando la ecuación 4.34 obtenemos una pendiente de 1.183%.

$$Scuenca = \frac{(0.005km) * (14.70 km)}{6.25 km^2} = 1.83\%$$

4.4.8 Duración de la lluvia (Tc)

La duración de la lluvia se considera igual al tiempo de concentración de la cuenca, para nuestro estudio el tiempo de concentración se estima utilizando la fórmula de Kirpich, la cual se muestra a continuación:

$$t_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \quad (4.35)$$

Dónde:

t_c = Tiempo de concentración (horas)

S = Pendiente del cauce principal

L = Longitud del cauce principal (m)

Considerando la pendiente para una diferencia de alturas de 70.00 metros entre el extremo de la cuenca y la descarga y con una longitud del cauce principal de 5,919.06 metros, la ecuación “ t_c ” queda de la siguiente manera:

$$t_c = 0.000325 \frac{(5919.06)^{0.77}}{(0.01183)^{0.385}}$$

$$t_c = 1.440 \text{ horas (86.42 min)}$$

Con los valores calculados para el periodo de retorno y el tiempo de concentración de la cuenca en estudio y utilizando la ecuación de F. C. Bell que se obtuvo en el capítulo anterior, podemos estimar la intensidad de lluvia (i), como se muestra a continuación:

$$P_T^t = (0.35 \text{ LN } T + 0.76)(0.54 t^{0.25} - 0.50)43.60 \quad (4.36)$$

$$P_{10}^{86.42} = (0.35 \text{ LN } 10 + 0.76)((0.54 (86.42)^{0.25} - 0.50))43.60$$

$$\mathbf{P_{10}^{86.42} = 78.27 \text{ mm}}$$

Para una lluvia de 78.27 mm, con una duración de 86.42 min (1.44 horas), la intensidad se obtiene de la siguiente manera:

$$i = \frac{P}{d} = \frac{78.27 \text{ mm}}{1.44 \text{ horas}} = 54.34 \text{ mm/h}$$

Para este estudio se tomara una intensidad de:

$$\mathbf{i = 54.34 \text{ mm/h}}$$

La intensidad de lluvia que se obtuvo para nuestra cuenca completa en estudio resultó de 54.35 mm/h, esto considerando que no existiese colectores ni otra infraestructura que incrementase los picos del hidrograma, este valor se obtuvo de un periodo de retorno de 10 años y una duración de 86.42 min. La información necesaria para la elaboración de nuestro estudio se tomó del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Comisión Nacional del Agua (MAPAS, CONAGUA).

Una recomendación puntual que se tiene en el MAPAS para el libro de Alcantarillado Pluvial, es que en zonas urbanas se deberá analizar por separado las cuencas de aportaciones a cada punto de recolección del sistema de

alcantarillado pluvial, debido a que cada subcuenca presentará una duración diferente y con intensidad mayor a la de la cuenca completa, de esta manera se garantizará que para un evento extraordinario, el funcionamiento completo del sistema pluvial no colapsará.

Esto es, debido a que al ser cuencas de menor tamaño, presentarán un tiempo de respuesta más rápida a una tormenta, incrementando notoriamente las intensidades, así como el caudal de descarga.

4.4.9 Análisis de las subcuencas que conforman las aportaciones parciales al sistema de alcantarillado pluvial

En este sentido entonces, se analizará cada subcuenca con los datos siguientes:

Tabla 4. 16 Datos cada subcuenca para analizar su intensidad y duración de tormenta.

DATOS BASE PARA CADA SUBCUENCA			
LONGITUD DEL "CAUCE" (m)	DIFERENCIA ALTURAS ENTRADA A SALIDA (m)	NOMBRE SUBCUENCA	ÁREA (HAS)
1886.91	25	SC-01	121.7
1942.21	65	SC-02	65
412.84	25	SC-03	11.7
1842.62	30	SC-04	95.6
1213.72	50	SC-05	43.1
492.92	50	SC-06	16.7
409.63	20	SC-07	22.6
685.47	50	SC-08	44.3
2257.47	20	SC-09	204.3
		CUENCA COMPLETA	625

Con estos datos entonces se procede de la misma manera que con la cuenca completa, para analizar las intensidades resultantes de cada subcuenca, aplicando la misma metodología para cada subcuenca en particular nos resulta lo siguiente:

Tiempo de Concentración para cada Subcuenca:

$$t_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \quad (4.37)$$

Intensidad de Tormenta Para cada Subcuenca:

Tabla 4. 17 Resultados de cada subcuenca para intensidad y duración de tormenta.

DATOS BASE PARA CADA SUBCUENCA						
LONGITUD DEL "CAUCE" (m)	DIFERENCIA ALTURAS ENTRADA A SALIDA (m)	NOMBRE SUBCUENCA	ÁREA (HAS)	PENDIENTE	Tc (hr)	Tc (min)
1886.91	25	SC-01	121.7	0.01325	0.5717	34.3
1942.21	65	SC-02	65	0.03347	0.4092	24.55
412.84	25	SC-03	11.7	0.06056	0.0988	5.93
1842.62	30	SC-04	95.6	0.01628	0.5185	31.11
1213.72	50	SC-05	43.1	0.0412	0.263	15.78
492.92	50	SC-06	16.7	0.10144	0.0929	5.57
409.63	20	SC-07	22.6	0.04882	0.1067	6.4
685.47	50	SC-08	44.3	0.07294	0.1359	8.16
2257.47	20	SC-09	204.3	0.00886	0.7663	45.98

Tabla 4. 18 Resultados de cada subcuenca para intensidad y duración de tormenta.

NOMBRE SUBCUENCA	ÁREA (Has)	INTENSIDAD (mm/hora)	DURACIÓN (min)
SC-01	121.7	136.9	34.3
SC-02	65	191.28	24.55
SC-03	11.7	791.89	5.93
SC-04	95.6	150.94	31.11
SC-05	43.1	297.6	15.78
SC-06	16.7	842.62	5.57
SC-07	22.6	733.28	6.4
SC-08	44.3	575.73	8.16
SC-09	204.3	102.13	45.98
CUENCA COMPLETA	625	54.34	86.42

Como puede verse en la tabla anterior, tenemos intensidades que van de los 54.93 mm/hora para la cuenca completa, hasta los 86.42 mm/hora para la subcuenca 06, cada respuesta que generarán las subcuencas es diferente dado que a la salida de cada una de ellas se deberá determinar el caudal pico que presenta dicha subcuenca que aportará el escurrimiento al cauce principal Arroyo Él Pijo.

Así también, se tienen duraciones de tormenta diferentes, dado que cada subcuenca tiene su propia topología y cada una responderá de manera diferente a una tormenta dada, de manera general el MAPAS menciona que en estas situaciones se presentarán tormentas con Duraciones cortas e intensidades altas,

lo cual nos ha resultado en el análisis, teniendo duraciones desde los 5.57 minutos para la subcuenca 6 y hasta los 86.42 minutos para la cuenca completa.

De esta forma, al contar con los caudales pico e hidrogramas de cada subcuenca, se puede obtener un Hidrograma conjunto, con el cual se determinará el caudal pico acumulado que se pudiera llegar a presentar en los colectores, para de esta manera estar seguros del funcionamiento conjunto de los mismos, no solamente por tramos.

4.4.10 Coeficiente de escurrimiento (C)

Para el cálculo de los escurrimientos que se generaran en la cuenca en estudio y con el propósito de estimar los gastos máximos con fórmulas empíricas, se utilizara el criterio del coeficiente de escurrimiento, el cual representa la fracción de lluvia que escurre en forma directa. Dicho coeficiente toma valores entre 0 y 1 y varía apreciablemente de una cuenca a otra y de una tormenta a otra debido a las condiciones de humedad inicial. Sin embargo, es común tomar valores de C representativos de acuerdo con ciertas características de las cuencas, ver Tabla 4.20 de los anexos A1.

Actualmente la zona en estudio se encuentra en gran parte urbanizada, las calles de las colonias urbanas alrededor en su mayoría pavimentadas, por lo que el IMPLAN recomienda un coeficiente de escurrimiento ponderado de 0.80 el cual se tomara para calcular los gastos de diseño en este trabajo.

El coeficiente de escurrimiento ponderado es igual a:

$$\mathbf{C \text{ ponderado} = 0.80}$$

4.4.11 Número de escurrimiento (N)

El *U.S. Soil Conservation Service* propone el método de “los números de escurrimiento”, el cual relaciona la lluvia total P con la altura de lluvia efectiva Pe. El valor de los números de escurrimientos “N” depende del tipo de suelo, la cobertura vegetal, la pendiente del terreno y la precipitación antecedente, entre otros factores.

Los valores de N para algunas condiciones se muestran en la Tabla 4.21 de los anexos A1. El tipo de suelo se estima tomando como guía la Tabla 4.22 que se encuentra en los anexos A1.

En la Tabla 4.23 de los anexos A1 se anotan las áreas parciales de cada cobertura y sus porcentajes respecto al área total, así como los números de escurrimiento de cada cobertura en base a la tabla anterior, considerando el predio ya urbanizado.

El número de escurrimiento ponderado es igual a:

$$N_{\text{ponderado}}=96.20$$

Para este caso la cuenca completa se consideró como un N ponderado de 96.20, estando del lado de la seguridad considerando que en el futuro se seguirán instalado pavimentos y colonias en las zonas sin urbanizar.

4.4.12 Resumen de resultados para las subcuencas analizadas

De igual manera se consideraron diferentes coeficientes para cada subcuenca, las cuales se muestran a continuación, únicamente se modificaron los coeficientes de la cuenca 01 y de la 04 debido a que presentan coberturas muy diferentes de

suelo y se adoptó la que resultó, en el resto de las subcuencas se tomó en cuenta el considerado para la cuenca completa.

Tabla 4. 19 Coeficientes de escurrimiento considerados para cada subcuenca

NOMBRE SUBCUENCA	ÁREA (HAS)	COEFICIENTE C	COEFICIENTE N
SC-01	121.7	0.55	89
SC-02	65	0.8	96.2
SC-03	11.7	0.8	96.2
SC-04	95.6	0.74	94.4
SC-05	43.1	0.8	96.2
SC-06	16.7	0.8	96.2
SC-07	22.6	0.8	96.2
SC-08	44.3	0.8	96.2
SC-09	204.3	0.8	96.2
CUENCA COMPLETA	625	0.8	96.2

Con estos coeficientes se determinarán los caudales pico para cada subcuenca, a través de los métodos de la fórmula racional, Chow e Hidrograma unitario triangular, de los cuales se elegirá el mayor por ser el valor crítico obtenido.

4.4.13 Determinación de los gastos pluviales por métodos empíricos e hidrológicos

4.4.13.1 Fórmula racional

La fórmula racional es posiblemente el modelo más antiguo de la relación lluvia-escurrimiento (1851 o 1889). Este modelo toma en cuenta, además del área de la cuenca, la altura o intensidad de la precipitación y es hoy en día muy utilizado, particularmente en el diseño de drenajes urbanos. A continuación se presenta la Fórmula racional:

$$Q = 0.278 CIA_c \quad (4.38)$$

Dónde:

Q = Gasto máximo instantáneo (m^3/seg)

C = Coeficiente de escurrimiento, adimensional

I = Intensidad de la lluvia (mm/h) para el periodo de retorno seleccionado y el tiempo de tormenta calculado mediante el tiempo de concentración

A_c = Área de la cuenca (km^2)

Para el coeficiente de escurrimiento se empleará el ponderado el valor $C=0.80$ para la cuenca completa. De acuerdo a los datos generados anteriormente tenemos:

Para:

$C=0.80$

$i = 54.34 \text{ mm/hr}$

$A=625.0 \text{ km}^2$

$$Q = 0.278 (0.80) (54.34) (6.25)$$

$$Q = 75.53 \text{ m}^3/s$$

4.4.13.2 Método de Chow

Debido a que en nuestro país la mayoría de los cauces o corrientes no cuentan con estaciones hidrométricas, sino que solo se cuenta con registros de precipitación, es indispensable contar con métodos con los que se pueda obtener hidrogramas unitarios usando únicamente datos de características generales de la cuenca en estudio. Dichos hidrogramas se denominan sintéticos, el método de Chow es uno de ellos.

Desarrollado a partir de la Fórmula Racional, este método permite calcular el gasto pico de hidrogramas de diseño de alcantarillas y otras estructuras de drenaje pequeños. La ecuación se expresa de la siguiente manera:

$$Q = 2.748 AXZ \quad (4.39)$$

Dónde:

A = Área de la cuenca (km^2)

X = Factor de escurrimiento, cm/h

Z = Factor de reducción de pico, adimensional

Cálculo de la lluvia efectiva o en exceso, P_e :

$$P_e = \frac{\left[P_b - \frac{508}{N} + 5.08 \right]^2}{P_b + \frac{2032}{N} - 20.32} \quad (4.40)$$

Dónde:

P_e = Lluvia en exceso en la estación base para una duración dada de “d” horas, en cm

N = Número de escurrimiento, adimensional

P_b = Altura de lluvia total en la estación base para una duración dada de “d” horas, en cm

Entonces para el N ponderado que se determinó de 96.20, tenemos que:

$$P_e = \frac{\left[7.83 - \frac{508}{96.20} + 5.08\right]^2}{7.83 + \frac{2032}{96.20} - 20.32} = 6.74\text{cm} = 67.39\text{mm}$$

Con el valor de P_e calculado en el inciso anterior y el valor de “d” seleccionado de la duración de la tormenta, se calcula el factor de escurrimiento expresado por:

$$X = \frac{P_e}{d} = \frac{6.74}{1.44} = 4.68\text{cm/h} \quad (4.41)$$

Con la longitud y la pendiente media del cauce, se calcula el tiempo de retraso, expresado por la siguiente ecuación:

$$t_p = 0.005 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.64} \quad (4.42)$$

Dónde:

t_p = Tiempo de retraso, en h

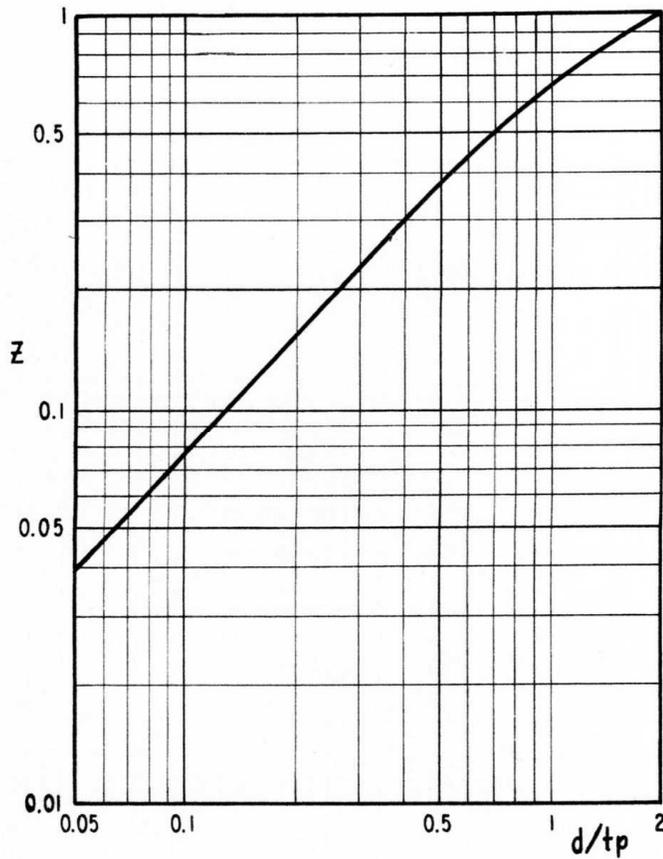
L = Longitud del cauce principal, en m

S = Pendiente media del cauce principal, en porcentaje

$$t_p = 0.005 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.64} = 0.005 \left(\frac{5919.06}{0.01183^{0.5}} \right)^{0.64} = 5.37\text{hrs}$$

Conocido el valor del tiempo de retraso t_p de la cuenca en estudio, se calcula la relación d/t_p . Con esta relación y la ecuación 4.42 se obtiene:

$$\frac{d}{t_p} = \frac{1.44}{5.37} = 0.268$$



LA CURVA DE LA FIGURA SE PUEDE SUSTITUIR APROXIMADAMENTE POR TRES TRAMOS DE RECTAS, CUYAS ECUACIONES SON LAS SIGUIENTES.

$0 < \frac{d}{t_p} \leq 0.5$	$z = 0.00245 + 0.75922 \left(\frac{d}{t_p} \right)$
$0.5 \leq \frac{d}{t_p} \leq 1$	$z = 0.08741 + 0.58929 \left(\frac{d}{t_p} \right)$
$1 \leq \frac{d}{t_p} \leq 2$	$z = 0.35340 + 0.32330 \left(\frac{d}{t_p} \right)$
$2 \leq \frac{d}{t_p}$	$z = 1$

Grafica 4. 2 Relación entre Z y d/tp

De la ilustración anterior se obtiene el valor de **$Z=0.268$**

Aplicando la ecuación siguiente se obtiene el gasto máximo:

$$Q = 2.78 AXZ = 2.78 (6.25)(4.68)(0.268) = 16.56 \text{ m}^3/\text{s} \quad (4.43)$$

$$Q = 16.56 \text{ m}^3/\text{s}$$

El resultado anterior fue para una $N=96.20$, valor obtenido para las condiciones futuras considerando una cierta área no urbanizada.

4.4.13.3 Método del hidrograma unitario triangular (Hut)

Este es un procedimiento más para conocer la relación lluvia-escorrimento necesaria para deducir la avenida de diseño, cuando la cuenca en estudio no dispone de control hidrométrico.

Las ecuaciones características del modelo lluvia-escorrimento correspondiente al HUT son:

$$t_p = 0.60 t_c + \frac{\Delta t}{2} \quad (4.44)$$

$$Q = 0.556 \left(\frac{A}{t_p} \right) \left(\frac{P_e}{n} \right) \quad (4.45)$$

Dónde:

A = Área de la cuenca, en km^2

t_p = Tiempo pico, en h

Q = Gasto de diseño, en m^3/s

P_e = Precipitación efectiva o en exceso, en *mm*

n = Parámetro en función del tamaño de la cuenca.

t_c = Tiempo de concentración

El caudal para una $N=96.20$.

$$t_p = 0.60 t_c + \frac{\Delta t}{2} = 0.60 (1.44) + \frac{1.44}{2} = 1.584$$

$$Q = 0.556 \left(\frac{A}{t_p} \right) \left(\frac{P_e}{n} \right) = 0.556 \left(\frac{6.25}{1.584} \right) \left(\frac{67.39}{2.10} \right) = 70.38 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 70.38 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.4.14 Resumen de caudales obtenidos con los tres métodos para todas las subcuencas

En la siguiente tabla se muestran las áreas en hectáreas de las Subcuencas y los gastos pluviales correspondientes a cada área para cada método aplicado en cada subcuenca, el procedimiento es el mismo seguido para la cuenca general mostrados en los puntos anteriores.

Para cada subcuenca se analizaron por los tres métodos descritos, el Racional, el de Chow y el del HUT.

Tabla 4. 20 Áreas y gastos pluviales de las subcuencas obtenidos con el método de la fórmula racional, el de Chow y el del HUT.

Nombre Subcuenca	Área (has)	Gasto pluvial de Diseño (m ³ /s)	Gasto pluvial de Diseño (m ³ /s)	Gasto pluvial de Diseño (m ³ /s)
		RACIONAL	CHOW	HUT
SC-01	121.7	25.47	5.18	10.19
SC-02	65	27.65	4.92	7.32
SC-03	11.7	20.61	2.89	1.32
SC-04	95.6	29.68	5.52	10.02
SC-05	43.1	28.53	4.71	4.85
SC-06	16.7	31.3	4.35	1.88
SC-07	22.6	36.86	5.24	2.55
SC-08	44.3	56.72	8.4	4.99
SC-09	204.3	46.4	9.16	23.01
COMPLETA	625	75.53	16.56	70.38

Como puede observarse los caudales entre el método Racional y el Hidrograma Unitario Triangular son muy similares, en este caso se tomará en cuenta el del método Racional al ser el caudal crítico en todos los casos. De esta forma los caudales definitivos se muestran a continuación.

Tabla 4. 21 Áreas y gastos pluviales pico de los cuales se tomara como base, para el diseño del dren interceptor Arroyo El Piojo.

Nombre Subcuenca	Área (has)	Gasto pluvial de Diseño (m ³ /s)
		RACIONAL
SC-01	121.7	25.47
SC-02	65	27.65
SC-03	11.7	20.61
SC-04	95.6	29.68
SC-05	43.1	28.53
SC-06	16.7	31.3
SC-07	22.6	36.86
SC-08	44.3	56.72
SC-09	204.3	46.4
COMPLETA	625	75.53

4.4.15 Gasto máximo que puede transportar el Arroyo el Piojo

Para determinar la capacidad del gasto que puede transportar el Arroyo El Piojo, se calculó mediante un programa de cómputo (HCanales V.3.0.0), en el cual se alimentó con la siguiente información:

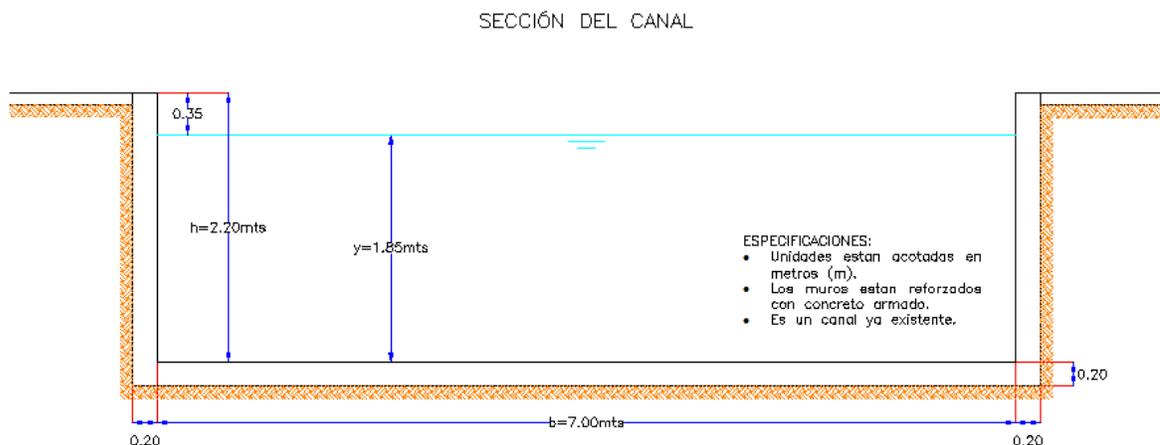


Figura 4. 4. Sección del Arroyo El Piojo.

Datos:

Base (b) = 7.00mts.

Altura (h) = 2.20mts.

Material = Concreto.

Coefficiente de rugosidad (n) = 0.013.



Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: Colonia El Mirador Proyecto: Arroyo El Piojo
Tramo: I Revestimiento: Concreto

Datos:

Tirante (y): 1.85 m
Ancho de solera (b): 7 m
Talud (Z): 0
Coeficiente de rugosidad (n): 0.013
Pendiente (S): 0.00160 m/m

Resultados:

Caudal (Q): 45.2526 m³/s Velocidad (v): 3.4944 m/s
Área hidráulica (A): 12.9500 m² Perímetro (p): 10.7000 m
Radio hidráulico (R): 1.2103 m Espejo de agua (T): 7.0000 m
Número de Froude (F): 0.8203 Energía específica (E): 2.4724 m-Kg/Kg
Tipo de flujo: Subcrítico

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Ingresar el nombre del Proyecto 10:24 a.m. 01/10/2016

Figura 4. 5.- Cálculo del gasto máximo que transporta el Arroyo El Piojo

Como se puede observar en la figura 4.5, el caudal máximo que puede transportar el cauce existente es $Q=45.26 \text{ m}^3/\text{s}$, a una velocidad de 3.49 m/s , con una pendiente $S= 1.6\%$.

De acuerdo al estudio hidrológico que se realizó, tomando en cuenta el área de la cuenca, escurrimiento, intensidad de la lluvia, tiempo de concentración y pendiente misma, y la Fórmula racional, se genera un gasto $Q_{cuenca} = 75.53 \text{ m}^3/\text{s}$, de acuerdo a la tabla 4.25.

Por lo tanto si se comparan ambos resultados existe una diferencia de $Q = 30 \text{ m}^3/\text{s}$, existe la necesidad de diseñar un dren interceptor, para que tome la excedencia de gasto sobre el cauce principal.

Los resultados que arroja el programa (HCanales V.3.0.0), se deberá revisar que se cumpla la velocidad mínima según manual de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Tabla 4. 22 Velocidad máxima permisible

Tipo de tubería	Velocidad Máxima (m/s)
Concreto simple hasta 45 cm de diámetro	3.0
Concreto reforzado de 61 cm de diámetro o mayores	3.5
Fibrocemento	5.0
Policloruro de vinilo (PVC)	5.0
Polietileno de alta densidad	5.0

Si revisamos la figura 4.5, se observa que la velocidad de es de $V = 3.49 \text{ m/s}$, por lo tanto para el gasto de diseño se cumple la velocidad máxima permisible de acuerdo al manual Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Drenaje pluvial Urbano.

4.5 Diseño del Dren Interceptor

Cuando llueve en una localidad, el agua no infiltrada escurre por las calles y en el terreno natural hacia las partes bajas, donde finalmente puede almacenarse o conducirse hacia los arroyos naturales. A fin de evitar que el agua se acumule o sus corrientes causen daños y molestias a la población, se construye el alcantarillado pluvial por medio del cual se conducen las aguas de lluvia hacia sitios más seguros para su vertido.

El diseño y construcción de una red de alcantarillado es un trabajo de ingeniería donde se busca la eficiencia y economía. Por ello, se han desarrollado métodos de diseño que involucran los conceptos presentados en los capítulos anteriores a fin de aplicarlos en conjunto con recomendaciones constructivas que permitan la conservación y mantenimiento de la red de tuberías. Dichos métodos pueden tener variables a juicio del proyectista, que cambia especialmente la forma de calcular la lluvia y los correspondientes gastos de diseño, pero deben atender a la normatividad local existente.

El diseño de la red abarca en forma general, la determinación de la geometría de la red, incluyendo el perfil y trazo en planta, los cálculos de diámetro y pendientes de cada tramo y la magnitud de las caídas necesarias en los pozos.

La definición de la geometría de la red se inicia con la ubicación de los posibles sitios de vertido y el trazo de colectores y atarjeas. Para ello, se siguen normas de carácter práctico, basándose en la topografía de la zona y el trazo urbano de la localidad. Por lo común, se aplican las reglas siguientes:

1. Los colectores de mayor diámetro se ubican en las calles más bajas para facilitar el drenaje de las zonas altas con atarjeas o colectores de menor diámetro.
2. El trazo de los colectores se ubica sobre el eje central de las calles, evitando su cruce con edificaciones. Su trazo debe ser lo más recto posible

procurando que no existan curvas. Cuando la calle sea amplia, se pueden disponer dos o hasta 3 colectores.

3. La red de alcantarillado debe trazarse buscando el camino más corto al sitio de vertido.
4. Las conducciones serán por gravedad. Se tratara de evitar las conducciones con bombeo.
5. Durante el diseño se lleva a cabo el cálculo del funcionamiento hidráulico del conjunto de tuberías a fin de revisar que los diámetros y pendientes propuestos sean suficientes para conducir el gasto de diseño de cada tramo. Además, se deben tener en cuenta las consideraciones y restricciones que sirven para disminuir los costos de construcción y evitar tanto fallas por razones estructurales como excesivos trabajos de mantenimiento.
6. El dimensionamiento de las tuberías depende principalmente del tamaño del área de aporte, coeficiente de escurrimiento, intensidad de la lluvia de diseño y del periodo económico.

El diseño de una red de drenaje será tal que los costos de construcción no sean tan elevados y, por otra parte, se buscara que la red sea funcional en cuanto a su operación y mantenimiento. Conviene que antes de abordar el procedimiento de diseño de una red de drenaje, se revisen las siguientes recomendaciones prácticas para lograr un diseño económico y eficiente. En general puede afirmarse que una red de drenaje ha sido bien diseñada cuando:

- i. Se han trazado atarjeas, colectores y emisores reduciendo las distancias de recorrido hacia los sitios de vertido.
- ii. Existe el menor número posible de descargas por bombeo, tratando de que el sistema trabaje exclusivamente por gravedad.

- iii. Las pendientes de las tuberías le confieren al flujo velocidades aceptables en un rango específico donde se evita por una parte, la sedimentación y azolve de las tuberías, y por otra, la erosión en las paredes de los conductos.
- iv. Se prevén volúmenes de excavación reducidos, procurando dar a las tuberías la profundidad mínima indispensable para resistir cargas vivas y evitar rupturas.
- v. Es sencillo inspeccionar y dar un mantenimiento adecuado a la red de tuberías

Las características anteriores permiten un diseño económico y funcional de la red en aspectos relacionados con su construcción y operación. A continuación se precisan los lineamientos de diseño.

4.5.1 Especificaciones en el diseño de conducciones de drenaje pluvial

4.5.1.1 Diámetro mínimo en tuberías

El diámetro mínimo que se recomienda para atarjeas en un sistema de drenaje pluvial es de 30 cm, con esto se evitan frecuentes obstrucciones en las tuberías y se abaten los costos de conservación y operación del sistema.

4.5.1.2 Velocidad límite

Con las velocidades límite del escurrimiento, por una parte se evita la sedimentación y azolvamiento de la tubería y por otra, se evita la erosión de las paredes del conducto. A estas velocidades se les llama mínima y máxima, respectivamente.

A tubo parcialmente lleno, la velocidad mínima permisible es de 60 cm/s y cuando el flujo es a tubo lleno, es de 90 cm/s. La velocidad máxima permisible varia de 3 a

5 m/s, e incluso más dependiendo de la resistencia del material de la tubería (Tabla 4.27).

En casos excepcionales, en tramos aislados de tubería, podrían aceptarse velocidades de hasta 8 m/s, siempre que estén previstas en el proyecto, mediante un estudio del funcionamiento hidráulico y de la resistencia del material de las paredes del conducto.

Tabla 4. 23 Velocidad máxima permisible

Tipo de tubería	Velocidad Máxima (m/s)
Concreto simple hasta 45 cm de diámetro	3.0
Concreto reforzado de 61 cm de diámetro o mayores	3.5
Fibrocemento	5.0
Policloruro de vinilo (PVC)	5.0
Polietileno de alta densidad	5.0

4.5.2 Selección de materiales para el conducto

La selección del material de la tubería deberá basarse en las especificaciones propias del material y las recomendaciones de códigos aplicables, estándares y dimensionales. Se deberá considerar también los requerimientos de servicio y ciertos parámetros como: resistencia mecánica, resistencia a la corrosión, facilidad de instalación, costo de suministro e instalación, costo de operación, mantenimiento y vida útil de la tubería. Asimismo deberá tomarse en cuenta la capacidad hidráulica de la conducción. En la Tabla 4.29 y Tabla 4.30 se presentan las ventajas y desventajas de la tubería de PVC; en la Tabla 4.31, Tabla 4.32 y

Tabla 4.33 se presentan las ventajas y desventajas de las tuberías de PEAD, acero y concreto, respectivamente; en la Tabla 4.34 se tienen las normas para tuberías de drenaje sanitario y pluvial.

Las tuberías para drenaje pluvial no siempre son del mismo tipo, las cuales se agrupan por el material usado en su fabricación y los tipos de unión. Las tuberías de drenaje deben contar con las siguientes características:

- Hermeticidad
- Resistencia mecánica y a la corrosión
- Facilidad de mantenimiento y reparación
- Durabilidad
- Capacidad de conducción
- Facilidad de manejo y colocación

Tabla 4. 24 Tuberías de PVC y PVC estructurado (sistema métrico e inglés)

Ventajas	Desventajas
Hermeticidad	Fragilidad
Ligereza	Baja resistencia mecánica
Durabilidad	Susceptible al ataque de roedores
Resistencia a la corrosión	Baja resistencia al intemperismo. La exposición prolongada de la tubería a los rayos solares reduce su resistencia mecánica
Capacidad de conducción	

Tabla 4. 25 Tubería de PVC estructurado anularmente (sistema métrico)

Ventajas	Desventajas
----------	-------------

Hermeticidad	Baja resistencia al intemperismo. La exposición prolongada de la tubería a los rayos solares reduce s Ligereza y facilidad de colocación u resistencia mecánica.
Ligereza y facilidad de colocación	
Durabilidad	
Resistencia a la corrosión	
Capacidad de conducción	
Compatibilidad con conexiones en sistema métrico	
Resina 100 por ciento virgen	

Tabla 4. 26 Tubería de PEAD (Polietileno Corrugado de Alta Densidad, tubería hidráulica).

Ventajas	Desventajas
Poco mantenimiento	Mayor costo a partir de ciertos diámetros
Hermeticidad	Mayor costo en las piezas especiales
Resistencia a la corrosión	Requiere de equipo especial y costoso para la termofusión
Compatibilidad de conexiones a través de adaptadores con PVC, acero y hierro fundido	Requiere de personal calificado para su colocación (termofusión)
Ligereza y facilidad de colocación	La presión de trabajo puede alterarse al variar la temperatura
Uniones termo fusionadas o	Uniones termo fusionadas o electrofusión

electrofusión	exterior o interior
Resistencia química	
Durabilidad	

Tabla 4. 27 Tubería de acero

Ventajas	Desventajas
Hermeticidad	Presenta corrosión, requiere protección
Resiste altas presiones internas	Mayor costo que tuberías de otro material
Resistencia a la tensión	Mayor costo de colocación
Compatibilidad de conexión a través de adaptadores con PVC PEAD y hierro fundido	Requiere de recubrimiento interior y exterior de vida limitada, para tuberías no galvanizadas
Fácil adaptación a cualquier tipo de montaje	No soporta cargas externas ni vacíos parciales
Menor costo que la tubería de hierro fundido	

Tabla 4. 28 Tubería de concreto

Ventajas	Desventajas
Hermética	Fragilidad
Recubrimiento interno opcional, para ambientes altamente corrosivos	Requieren cuidados adicionales durante su transporte e instalación.
Resistencia a la compresión (cargas vivas y muertas)	Coefficiente de rugosidad alto

Para conducción en tuberías cilíndricas o cuadradas	Menos eficiencia hidráulica
Adaptación al microtuneleo, sistema de hincado e instalación de zanjas	Corrosión en condiciones ácidas y alcalinas
No genera residuos tóxicos ni contaminantes	-
No es flaméale	-
Bajo coeficiente de rugosidad	-

Tabla 4. 29 Normas para tuberías de drenaje sanitario y pluvial

Material de la tubería	Nombre de la norma	Número de la norma
PVC serie inglesa (tubería)	Tubos de plástico	ASTM D 3034
		ASTM F 679
		NMX-E-215/1-CNCP-2012
		NMX-E-143/1-CNCP-2011
PVC serie inglesa (conexiones)	Conexiones de plástico	ASTM D 3034
PVC estructurado	Tubos de plástico	ASTM F 794, ASTM F 949
		ASTM F 1803, ASTM F 477
		NMX-E-222/1-SCFI 2003
		NMX-T-021-SCFI-2014
		NMX-E-230-CNCP-2011
		ISO 21138-3:2007
		ISO 23711:2003

Concreto simple junta hermética.	Tubos de concreto simple con junta hermética.	NMX-C401-ONNCCE-2011
Concreto reforzado junta hermética.	Tubos de concreto reforzado con junta hermética	NMX-C402-ONNCCE-2011
		ASTM F2562M-08
		NMX-C-253-ONNCCE-2014
		NMX-C-252-ONNCCE-2014
PEAD Polietileno de Alta Densidad Corrugad Corrugado.	Tubos de Polietileno de Alta Densidad para sistemas de drenaje	NMX-E-241-CNCP-2013
		NOM-001-CONAGUA-2011
		NMX-E-018-CNCP-2012
		NMX-E-216-SCFI-1994
Acero	Tubos de acero	NMX-B-10, NMX-B-177
		NMX-B-179
		NMX-B-177-1990

4.5.3 Método de tubería parcialmente llena

Para el diseño del dren interceptor se utilizara la metodología de tubo parcialmente lleno en el cual consiste en aplicar la fórmula de Manning.

Para cualquier colector pluvial circular a medio llenar y tendido con cualquier pendiente, la velocidad del flujo y la descarga varían con la altura.

Los elementos hidráulicos de una conducción son: el radio hidráulico, el área de la sección transversal de la corriente, y el gasto.

El cálculo del área de flujo, velocidad descarga es laborioso, y se utiliza normalmente una gráfica en donde cualquier relación de altura de flujo a diámetro de alcantarilla, las curvas de graficas dan las relaciones del área, velocidad, y

descarga para aquella altura de valores correspondiente para el colector parcialmente lleno.

El primer paso es determinar el área, velocidad, para la tubería a tubo lleno y la relación de la altura de flujo de diámetro del colector.

Cuando en un conducto cerrado el flujo se realiza a superficie libre, se dice que funciona parcialmente lleno. Se recomienda este tipo de funcionamiento hidráulico en redes de drenaje, para evitar que los conductos trabajen a presión porque el agua podría brotar hacia las calles.

Es recomendable diseñar los conductos de una red de drenaje para que trabajen a superficie libre, entre el 80 y el 90 por ciento de su sección transversal, al conducir el gasto de diseño.

En una sección circular los parámetros hidráulicos con sección parcialmente llena, tales como el área hidráulica, el perímetro mojado y el ancho de la superficie libre pueden calcularse con las ecuaciones presentadas en la siguiente metodología y fórmulas de diseño aplicadas.

4.5.4 Metodología

4.5.4.1 Fórmulas para el diseño

La fórmula empírica de Manning es la más práctica para el diseño de canales abiertos, actualmente se utiliza para conductos cerrados y tiene la siguiente expresión:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (4.46)$$

Donde:

V=velocidad.

N = coeficiente de rugosidad (adimensional).

R = Radio Hidráulico.

S = pendiente (m/n).

El Radio hidráulico se define como:

$$R = \frac{A}{P} \quad (4.47)$$

Donde:

A = área de la sección mojada.

P = Perímetro de la sección mojada.

Para tuberías con sección llena:

El radio hidráulico es:

$$R = \frac{D}{4} \quad (4.48)$$

Donde:

D = diámetro (m).

Sustituyendo el valor de (R), la fórmula de Manning para tuberías a sección llena es:

$$V = \frac{0.397}{n} D^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (4.49)$$

En función del caudal, con $Q = V.A$

Donde:

Q = caudal (m^3/s).

A = Área de la sección circular (m^2).

$$Q = \frac{0.312}{n} D^{\frac{8}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (4.50)$$

4.5.4.2 Propiedades hidráulicas de los conductores circulares

- **Flujo en tuberías con sección llena**

En el diseño de conductos circulares, se utilizan tablas, nomogramas o programas de computadora, los mismos están basados en la fórmula de Manning y relacionan la pendiente, diámetro, caudal (capacidad hidráulica) y velocidad, para condiciones de flujo a sección llena.

- **Flujo en tuberías con sección parcialmente llena**

El flujo a sección llena se presenta en condiciones especiales. Se debe destacar que la condición normal de flujo en conductos circulares de alcantarillado, es a sección parcialmente llena, con una superficie de agua libre y en contacto con el aire. Durante el diseño, es necesario determinar el caudal, velocidad, tirante y radio hidráulico, cuando el conducto fluye a sección parcialmente llena (condiciones reales). Para el cálculo es necesario utilizar las propiedades hidráulicas de la sección circular que relacionan las características de flujo a sección llena y parcialmente llena.

En el análisis de funcionamiento hidráulico de tubos que trabajen parcialmente llenos, se utiliza la fórmula de Manning y las gráficas que relacionan las condiciones hidráulicas a tubo lleno y parcialmente lleno en función de la relación tirante/diámetro (T/D), las cuales tienen su origen en las siguientes consideraciones :

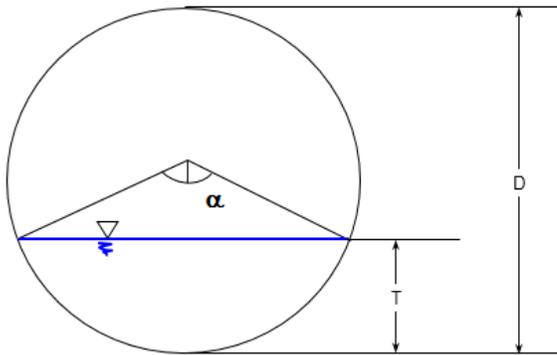


Figura 4. 6.- Parámetros geométricos de la sección transversal

Donde:

D = Diámetro interior del tubo, en cms.

T = Tirante del agua, en cms.

α = Angulo en radianes

$$\alpha = 2 \times \text{COS}^{-1} (1-2 (T/D)) \quad (4. 51)$$

Área total del conducto (A t):

$$A t = \pi D^2 / 4 \quad (4. 52)$$

Área hidráulica (A):

$$A = D^2/ 8 (\alpha - \text{sen } \alpha) \quad (4. 53)$$

Perímetro total del conducto (P_t):

$$P_t = \pi D \quad (4.54)$$

Perímetro mojado (P):

$$P = a - D/2 \quad (4.55)$$

Radio hidráulico total (R_t):

$$R_t = A_t / P_t \quad (4.56)$$

Radio hidráulico (R):

$$R = A / P \quad (4.57)$$

Velocidad en el conducto trabajando lleno (V_t):

$$V_t = 1/n R_t^{2/3} S^{1/2} \quad (4.58)$$

Velocidad en el conducto trabajando parcialmente lleno (V):

$$V_t = 1/n R^{2/3} S^{1/2} \quad (4.59)$$

Gasto total (Q_t):

$$Q_t = A_t V_t \quad (4.60)$$

Gasto del conducto trabajando parcialmente lleno (Q):

$$Q = A V \quad (4.61)$$

Relación A / A t:

$$A / A_t = \alpha / 2 \pi \{1 - (\text{SEN } \alpha) / \alpha\} \quad (4. 62)$$

Relación V / V t:

$$V / V_t = \{1 - (\text{SEN } \alpha) / \alpha\}^{2/3} \quad (4. 63)$$

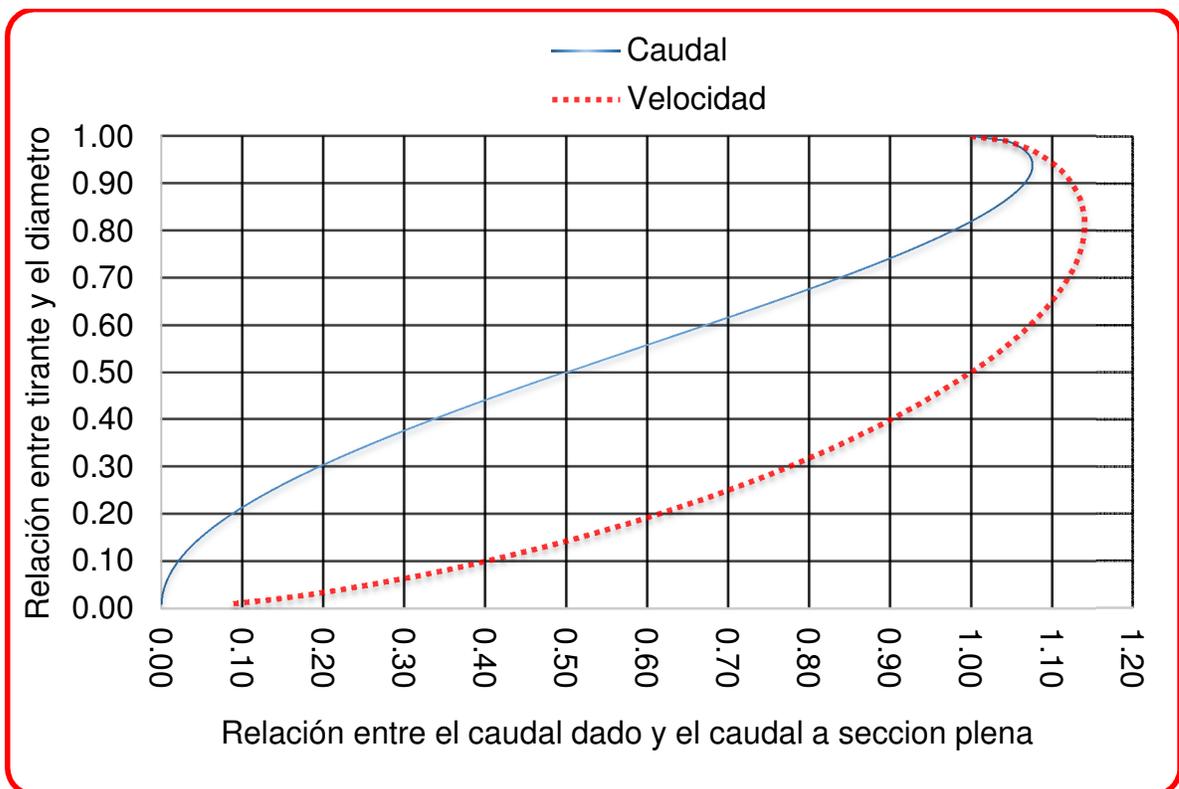
Relación Q / Q t:

$$Q / Q_t = \alpha / 2 \pi \{1 - (\text{SEN } \alpha) / \alpha\}^{5/3} \quad (4. 64)$$

Para simplificar los cálculos se han obtenido relaciones entre las diferentes variables hidráulicas de interés en una tubería de sección circular, teniendo como base las calculadas a sección llena con la fórmula de Manning, con respecto a las correspondientes a un tirante determinado (*Grafica 4 1*). Por otra parte, también se dispone de tablas de diferentes parámetros hidráulicos (*Tabla 4.27*).

La *Grafica 4 2* muestra que los efectos de la rugosidad de las paredes del conducto no son constantes a medida que cambia el tirante, por lo que se han corregido las curvas correspondientes a la velocidad y al gasto para diferentes tirantes considerando los coeficientes de rugosidad, de Manning y de Darcy-Weisbach, como variables. Se observa que el gasto máximo que puede conducir una tubería se da con un tirante cercano al 95 por ciento del diámetro de la tubería.

En la tabla 4.35 de anexos A1 se muestra una relación de diferentes alturas de flujo de diámetro del conducto, calculando el radio hidráulico, el área hidráulica, la velocidad y el gasto del conducto parcialmente lleno.



Gráfica 4. 3 Relaciones entre elementos hidráulicos de una tubería de sección circular

4.5.4.3 Diseño del conducto

A continuación se determinara el diámetro de tubería para un gasto de $Q=30.00\text{m}^3/\text{s}$, mediante el método de tubo lleno a tubo parcialmente lleno. Con la ayuda de la Gráfica 4.3 se realizaran los Cálculo y se determinarán los resultados, en conjunto con la ecuación de Manning mediante la Ecuación 4.49.

Para el uso de la tabla se recomienda realizar los siguientes pasos:

1. Usar el gasto de diseño para el cual desea conocer el diámetro adecuado, para este proyecto se propondrán 3 tubos, es decir el gasto se dividirá en tres. Por lo tanto $Q_{\text{DISEÑO}} = (30 \text{ m}^3/\text{s})/(3_{\text{TUBOS}})=10 \text{ m}^3/\text{s}$.

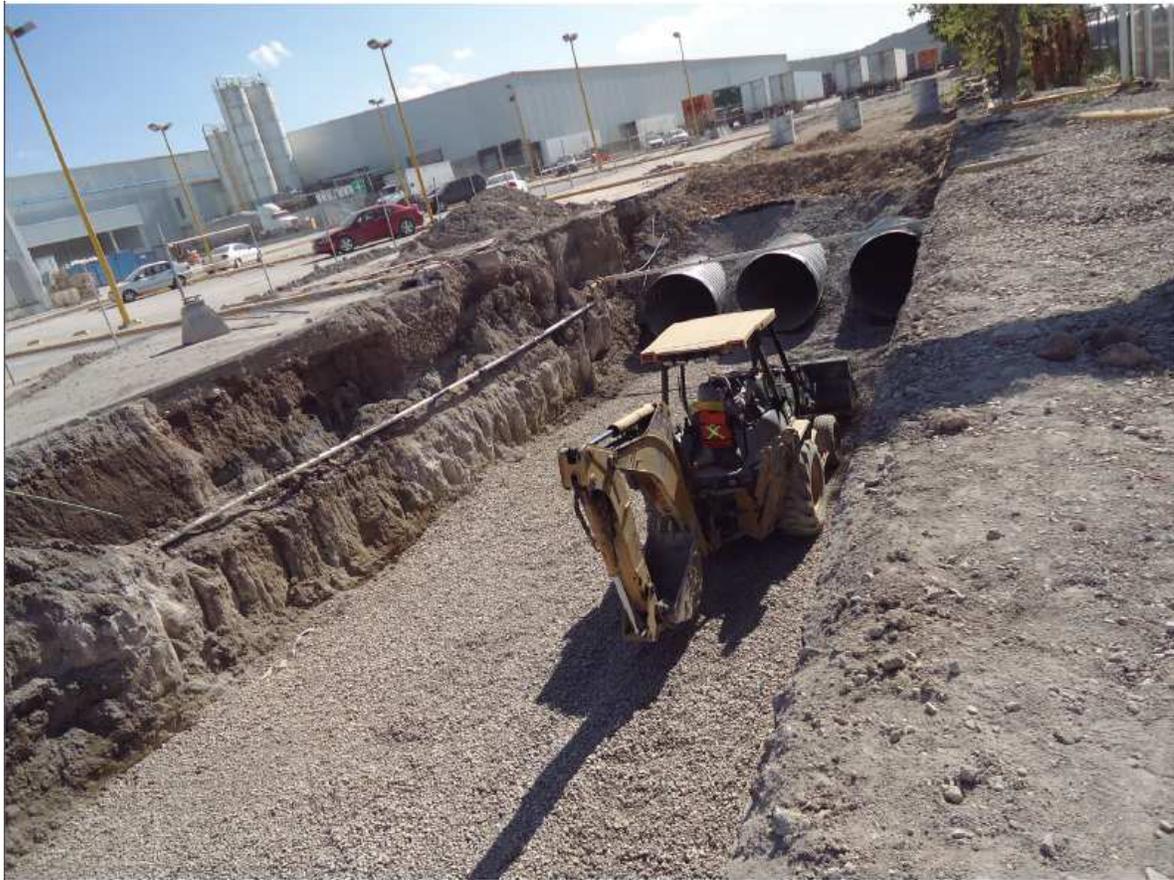
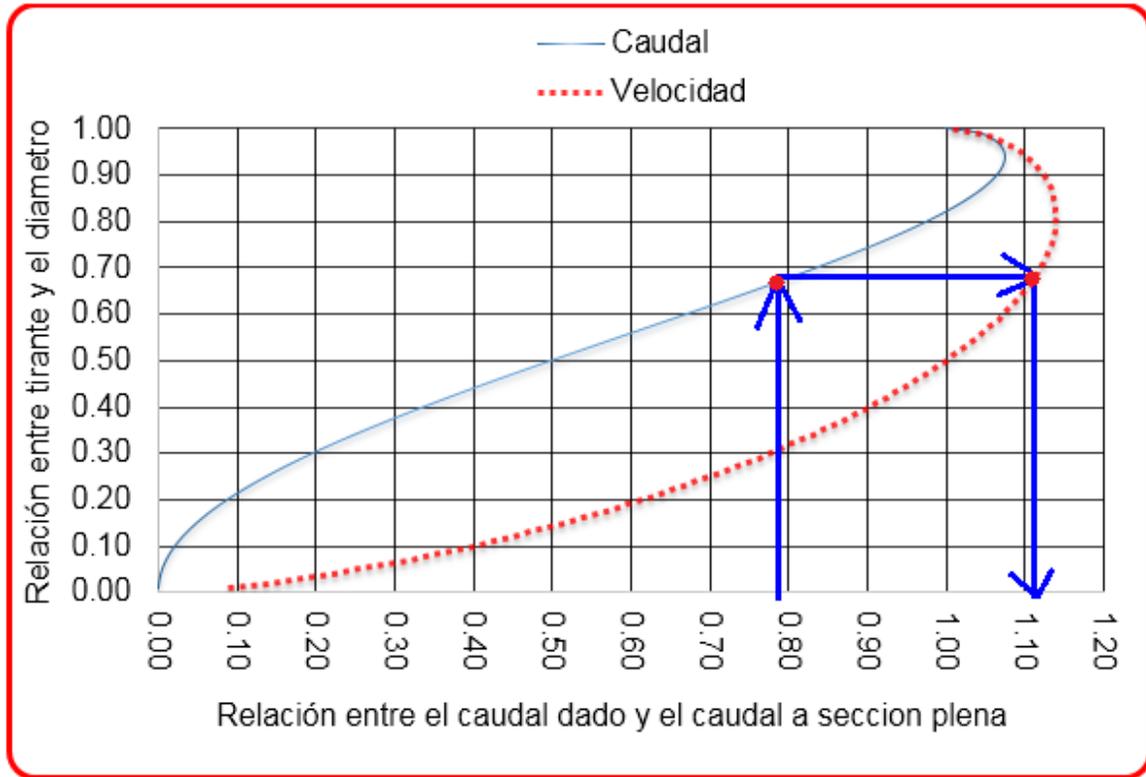


Figura 4. 7 Imagen ilustrativa del Dren Interceptor

2. Por el método de tanteos se propondrán diferentes diámetros de tubos, por lo tanto se propondrá un diámetro $D=1.50\text{m}$ (60").
3. Una vez que ya se tiene el diámetro propuesto y el gasto de diseño, se obtendrá la pendiente del conducto, de acuerdo al perfil topográfico del trazo, por donde se colocara el dren interceptor., de acuerdo al perfil, para el proyecto se utilizara una pendiente $S=0.006$.
4. Con el diámetro de la tubería propuesto y la pendiente que resulto después del trazo, se sustituirán en la Ecuación 4.49, lo que resulte después de la operación, sería el conducto a gasto lleno. Realizando la operación se obtiene un gasto a sección plena $Q_{SPLENA} = 7.92 \text{ m}^3/\text{s}$.
5. Con la relación que resulte, gasto a sección plena sobre el gasto de diseño, se entra a la Gráfica 4.3., por ejemplo; $Q_{SPLENA}/Q_{DISEÑO}$ ($7.92/10 = 0.792$).
6. Con la relación 0.792 resúltate del punto 5, se entra a la Grafica 4.3 por el lado de las abscisas, intersectando la curva del caudal, después de encontrar la curva del caudal, interceptar la curva de velocidad, tomar el valor de la abscisa, tal como se muestra en el ejemplo de la Grafica 4.4, con el resultado se determina la velocidad a la que estará trabajando el Dren Interceptor, el cual no deberá de sobrepasar la velocidad máxima, de acuerdo al a Tabla 4.28.

Otra forma más exacta de obtener la velocidad máxima limite a la que estará trabajando el colector, es utilizando la Tabla 4.35, con la relación de $Q_{SPLENA}/Q_{DISEÑO}$, se entra a la columna hasta interceptar el valor, o en su caso de no encontrar el valor, se deberá de realizar una interpolación. Los valores que se

tomaron para interpolar la relación se tomaran los correspondan a la columna de



relación de velocidad.

Gráfica 4. 4 Ejemplo para determinar la velocidad.

Para un diámetro de 1.50m (60") tenemos un área de $A=1.77\text{m}^2$ aplicando la ecuación 4.52, por la tanto, la velocidad del conducto a sección plena resulta de $V_{LL}=4.48\text{m/s}$, aplicando la ecuación 4.48 o bien dividiendo el gasto sobre área. De la Grafica 4.4 se obtiene la siguiente relación $V_{MAX}/V_{LL}=1.107$ m/s, de la cual podemos despejar $V_{MAX}= (1.107 \text{ m/s})\times(4.48\text{m/s})=4.95 \text{ m/s}$. como se puede observar se cumple con la velocidad máxima permitida de acuerdo a la Tabla 4.28.

Para tal estudio se apoyó sobre hojas de Excel para simplificar los resultados y se realizaron propuesta para tuberías de concreto y tuberías de PVC. A continuación se muestras ambas propuestas.

Tabla 4. 30 Propuesta de tubería de concreto

Q _{DISEÑO} = 10 m ³ /s n= 0.013									
LONGITUD (m)	PENDIENTE (S)	DIAMETRO (m)	Q _{LL} (m ³ /s)	ÁREA (m ²)	V _{LL} (m/s)	Q _{MAXEXT} / Q _{LL}	V _{MAXEXT} / V _{LL}	V _{MAXEXT} (m/s)	VELOCIDA D
1584.86	0.0040	1.20	2.47	1.13	2.18	4.0514	1.0000	2.18	OK
1584.86	0.0040	1.30	3.06	1.33	2.30	3.2727	1.0000	2.30	OK
1584.86	0.0040	1.40	3.72	1.54	2.42	2.6859	1.0000	2.42	OK
1584.86	0.0040	1.50	4.48	1.77	2.53	2.2345	1.0000	2.53	OK
1584.86	0.0040	1.60	5.32	2.01	2.64	1.8812	1.0000	2.64	OK
1584.86	0.0040	1.80	7.28	2.54	2.86	1.3741	1.0000	2.86	OK
1584.86	0.0040	2.00	9.64	3.14	3.07	1.0376	1.1374	3.49	OK
1584.86	0.0040	2.10	10.98	3.46	3.17	0.9110	1.1313	3.59	REVISAR
1584.86	0.0040	2.20	12.43	3.80	3.27	0.8047	1.1083	3.62	REVISAR
1584.86	0.0040	2.30	13.99	4.15	3.37	0.7147	1.0839	3.65	REVISAR

Tabla 4. 31 Propuesta de tubería de PVC

Q _{DISEÑO} = 10 m ³ /s n= 0.009									
LONGITUD (m)	PENDIENTE (S)	DIAMETRO (m)	Q _{LL} (m ³ /s)	ÁREA (m ²)	V _{LL} (m/s)	Q _{MAXEXT} / Q _{LL}	V _{MAXEXT} / V _{LL}	V _{MAXEXT} (m/s)	VELOCIDA D
1584.86	0.0060	1.20	4.37	1.13	3.86	2.2901	1.0000	3.86	OK
1584.86	0.0060	1.30	5.41	1.33	4.07	1.8500	1.0437	4.25	OK
1584.86	0.0060	1.40	6.59	1.54	4.28	1.5182	1.0618	4.54	OK
1584.86	0.0060	1.50	7.92	1.77	4.48	1.2631	1.0751	4.82	OK
1584.86	0.0060	1.60	9.40	2.01	4.68	1.0634	1.1374	5.32	REVISAR
1584.86	0.0060	1.80	12.87	2.54	5.06	0.7768	1.0783	5.46	REVISAR
1584.86	0.0060	2.00	17.05	3.14	5.43	0.5865	0.9914	5.38	REVISAR
1584.86	0.0060	2.10	19.42	3.46	5.61	0.5149	0.9343	5.24	REVISAR

1584.86	0.0060	2.20	21.98	3.80	5.78	0.4549	0.8909	5.15	REVISAR
1584.86	0.0060	2.30	24.75	4.15	5.96	0.4040	0.8430	5.02	REVISAR

Como podemos observar en la Tabla 4.37, la mejor propuesta que cumpa con el diseño del gasto, velocidad máxima permisible de acuerdo a la Tabla 4.28, la mejor opción es tubería de PVC de 1.50m de diámetro (60"). Por lo tanto es la que se propondrá para el proyecto ejecutivo.

4.6 Estrategias Usadas para la presentación y venta del proyecto.

Para la presentación y venta del proyecto es de suma importancia mencionar las afectaciones y beneficios que conlleva realizar la ejecución de este plan en el municipio.

Por lo tanto la obra del Dren Interceptor se halla en zona de afectación del municipio, ubicado en la zona norte de la ciudad de Culiacán, por la calle Antonio Serrano, se deberá solicitar el permiso correspondiente para ejecutar la obra.

En el trazado del Dren se realizan cruces bajo un tendido de colectores sanitarios y alcantarillados pluviales, por lo que se deberá solicitar permiso al municipio para realizar las obras.

Los trabajos que comprende el presente "DISEÑO DE DREN INTERCEPTOR PARA REDUCIR LAS INUNDACIONES EN EL ARROYO EL PIOJO", constituyen una obra completa, y por lo tanto comprenden todos y cada uno de los elementos que son precisos para su utilización.

Se estima un plazo de ejecución de las obras de 4 meses, según Plan de Obra, sin perjuicio de que el licitante pueda ofrecer, en documentación complementaria, otro plazo adecuado a la disponibilidad de medios para la realización de las obras.

Con la ejecución de esta obra se beneficiara el municipio, con el objetivo de bajar recursos federales y generar empleo para las empresas constructoras.

Como se mencionó en capítulo anteriores, el Arroyo El Piojo actualmente es insuficiente para desalojar las escorrentías generadas por las precipitaciones sobre la cuenca. Por lo tanto es de vital importancia que se lleve a cabo la realización del proyecto de intervención.

Se les presentará proyecto a las personas que viven en el sector más afectado por las inundaciones, que ha desbordado el actual cauce.

4.7 Estrategias para la vinculación.

Para la involucración de los beneficiados se elaborara una presentación del proyecto a través del uso de diapositivas donde se mostraran los puntos más importantes del proyecto y los beneficios que este contrae para el sector donde se ubica el Dren Interceptor.

Se presentará el proyecto ejecutivo a las personas beneficiadas con las afectaciones y beneficios que conlleva a realizarlo en el sector antes mencionado. También se mencionaran el costo total que implica la ejecución completa de los trabajos.

5 ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO

5.1 Cronograma de actividades

A continuación se presenta el cronograma de actividades para llevar a cabo el proyecto de intervención. Se presenta de manera gráfica, el cual tendrá una duración de 4 meses.

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DÍAS NATURALES

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERIA CULIACÁN
POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
LICITACION PUBLICA

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:
DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO
EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.

PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS CONFORME AL CATALOGO DE CONCEPTOS CON SUS EROGACIONES, CALENDARIZADO Y CUANTIFICADO							2016	2017		
Clv. ID	Concepto	Descripción	Unidad	Cantidad	Inicia	Termina	Nov	Dic	Ene	Feb
DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA C										
COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES										
DEMOLICIONES										
30	D-01	CORTE CON DISCO PARA CONCRETO, INCLUYE: AGU	ML	616.42	01/Nov/2016	20c	20/Nov/2016			
40	D-02	DEMOLICION DE CONCRETO CON EQUIPO NEUMATIC	M3	323.62	21/Nov/2016	20c	10/Dic/2016			
50	D-03	CARGA Y RETIRO PRODUCTO DE LAS DEMOLICIONES	M3	323.62	11/Dic/2016	20c	30/Dic/2016			
60	D-04	RETIRO PRODUCTO DE LAS DEMOLICIONES AL KM S	M3-KM	1,618.10	31/Dic/2016	20c	19/Ene/2017			
1- PRELIMINARES										
80	1.1	TRAZO Y NIVELACION CON LA FINALIDAD DE EFECTU	ML	1,524.80	11/Nov/2016*	85c	04/Feb/2017*			
90	1.2	EXCAVACION A MAQUINA EN MATERIAL TIPO COMUN	M3	30,877.20	11/Nov/2016*	85c	04/Feb/2017*			
100	1.6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANTILLA CON ESF	M3	1,982.24	11/Nov/2016*	85c	04/Feb/2017*			
110	1.7	RELLENO ACOSTILLADO CON ARENA EN EXCAVACION	M3	11,037.36	11/Nov/2016*	85c	04/Feb/2017*			
120	1.10	BOMBEO DE ACHIQUE CON MOTOBOMBA DE 3ª	HRS	80.00	11/Nov/2016*	85c	04/Feb/2017*			
130	1.11	RETIRO DE MATERIAL EXCEDENTE PRODUCTO DE LA	M3	30,877.20	11/Nov/2016*	85c	04/Feb/2017*			
2- TUBERIA										
150	2.1	SUMINISTRO DE TUBERIA PVC SANITARIO PRO-21 DE	ML	4,574.40	23/Dic/2016*	50c	11/Feb/2017*			
160	2.2	INSTALACION DE TUBERIA PVC SANITARIO PRO-21 DI	ML	4,574.40	23/Dic/2016*	50c	11/Feb/2017*			
3- OBRAS ACCESORIAS										
180	3.1	ESTRUCTURA DE 6.50 X 2.00 X 2.00 MTS MEDIADAS IN	PZA	14.00	11/Dic/2016*	70c	19/Feb/2017*			
190	3.2	SUMINISTRO DE MATERIALES Y CONSTRUCCION DE I	PZA	42.00	11/Dic/2016*	70c	19/Feb/2017*			
200	3.3	SUMINISTRO DE BROCAL Y TAPA DE ACERO PARA PK	PZA	42.00	11/Dic/2016*	70c	19/Feb/2017*			
210	3.4	ESTRUCTURA ENTREDA DE 6.50 X 6.00 X 2.00 MTS ME	PZA	1.00	11/Dic/2016*	70c	19/Feb/2017*			
220	3.5	ESTRUCTURA SALIDA DE 6.50 X 6.00 X 2.00 MTS MEDI	PZA	1.00	11/Dic/2016*	70c	19/Feb/2017*			
REHABILITACION DE AGUA POTABLE										
AGUA										

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROYECTISTA

LA CALLE HUMAYA Y CALLE
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERIA CULIACAN
 POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
 LICITACION PUBLICA

FECHA DE APERTURA:
 13 DE OCTUBRE DE 2016
 PLAZO DE EJECUCION:
 120 DIAS NATURALES

FECHA DE INICIO:
 01 DE NOVIEMBRE DE 2016
 FECHA DE TERMINACION:
 28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:

DREN INTERCEPTOR ARROYO EL POJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO
 EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.

PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS CONFORME AL CATALOGO DE CONCEPTOS CON SUS EROGACIONES, CALENDARIZADO Y CUANTIFICADO

Clv. ID	Concepto	Descripción	Unidad	Cantidad	Inicia	Duración	Termina	2016					
								Nov	Dic	2017 Ene	Feb		
250	1.1	TRAZO Y NIVELACION CON LA FINALIDAD DE EFECTU	ML	1,398.74	26/Nov/2016	45c	10/Ene/2017						
260	1.2	EXCAVACION A MAQUINA EN MATERIAL TIPO COMUN	M3	1,187.26	26/Nov/2016	45c	10/Ene/2017						
270	1.6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANTILLA CON ESF	M3	98.94	26/Nov/2016	45c	10/Ene/2017						
280	1.7	RELLENO ACOSTILLADO CON ARENA EN EXCAVACION	M3	450.20	26/Nov/2016	45c	10/Ene/2017						
290	1.31	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE BANCO	M3	582.17	26/Nov/2016	45c	10/Ene/2017						
300	A-01	SUMINISTRO, INSTALACION, JUNTEO Y PRUEBA HIDR	ML	648.03	26/Nov/2016	45c	10/Ene/2017						
310	A-02	SUMINISTRO, INSTALACION, JUNTEO Y PRUEBA HIDR	ML	750.68	26/Nov/2016	45c	10/Ene/2017						
320	A-03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MATERIALES PARA	PZA	10.00	26/Nov/2016	45c	10/Ene/2017						
330	P-02	RETIRO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	M3	1,187.26	26/Nov/2016	45c	10/Ene/2017						
REHABILITACION DE ALCANTARILLADO SANITARIO													
350	1.1	TRAZO Y NIVELACION CON LA FINALIDAD DE EFECTUA	ML	609.13	09/Dic/2016	65c	12/Feb/2017						
360	1.2	EXCAVACION A MAQUINA EN MATERIAL TIPO COMUN S	M3	730.96	09/Dic/2016	65c	12/Feb/2017						
370	1.6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANTILLA CON ESPE	M3	36.55	09/Dic/2016	65c	12/Feb/2017						
380	1.7	RELLENO ACOSTILLADO CON ARENA EN EXCAVACION	M3	162.98	09/Dic/2016	65c	12/Feb/2017						
390	1.31	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE BANCO	M3	511.67	09/Dic/2016	65c	12/Feb/2017						
400	AL-01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC PAR	ML	609.13	09/Dic/2016	65c	12/Feb/2017						
410	AL-02	SUMINISTRO DE MATERIALES Y CONSTRUCCION DE PC	PZA	18.00	09/Dic/2016	65c	12/Feb/2017						
420	3.3	SUMINISTRO DE BROCAL Y TAPA DE ACERO PARA POZ	PZA	18.00	09/Dic/2016	65c	12/Feb/2017						
430	AL-03	DESCARGA DOMICILIARIAS DE 6.00 M DE LONGITUD, CI	PZA	10.00	09/Dic/2016	65c	12/Feb/2017						
440	AL-04	REGISTRO PARA AGUA NEGRAS DE 40 X 80 CMS Y 1.00	PZA	10.00	09/Dic/2016	65c	12/Feb/2017						
450	P-02	RETIRO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	M3	730.96	09/Dic/2016	65c	12/Feb/2017						
PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO													
470	P-01	CORTE EN CAJA DEL TERRENO NATURAL DE 20 CMS. C	M3	1,402.36	31/Dic/2016	60c	29/Feb/2017						
480	P-02	RETIRO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	M3	1,402.36	31/Dic/2016	60c	29/Feb/2017						

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROFESIONADO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERIA CULIACAN
POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
LICITACION PUBLICA**

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCION:
120 DIAS NATURALES

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACION:
28 DE FEBRERO DE 2017

**OBRA A REALIZAR:
DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO
EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.**

PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS CONFORME A CATALOGO DE CONCEPTOS CON SUS EROGACIONES, CALENDARIZADO Y CUANTIFICADO											
Civ. ID	Concepto	Descripción	Unidad	Cantidad	Inicia	Duración	Termina	2016		2017	
								Nov	Dic	Ene	Feb
490	P-03	MEJORAMIENTO DE TERRENO NATURAL, CONFORMAC	M2	2,157.47	31/Dic/2016	60c	29/Feb/2017				
500	P-04	FORMACION DE SUB-BASE COMPACTADA AL 95% DE S	M3	647.24	31/Dic/2016	60c	29/Feb/2017				
510	P-05	FORMACION DE BASE COMPACTADA AL 95% DE SU PV	M3	431.48	31/Dic/2016	60c	29/Feb/2017				
520	P-06	CONSTRUCCION DE LOSAS DE CONCRETO DE 15 CMS.	M3	323.62	31/Dic/2016	60c	29/Feb/2017				
TOTAL PARCIAL:								2'237,328.9400	18'814,306.5900	51'740,986.4700	18'134,079.2400
TOTAL ACUMULADO:								2'237,328.94	21'051,635.53	72'792,622.00	90'927,301.24

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

5.2 Recursos

Para llevar a cabo el proyecto de intervención fue necesario la participación del recurso humano, recursos institucionales, recursos materiales y recursos financieros por parte del gobierno federal, para así poder lograr la realización de un buen proyecto.

5.2.1 Recurso humano

Fue necesario la intervención de alumnos del servicio social de la facultad de Ingeniería Civil, para llevar a cabo el levantamiento topográfico y obtener el perfil con sus respectivas elevaciones. La intervención del asesor de tesis para la previa revisión del avance de los trabajos.

En lo que respecta a la ejecución del proyecto, es fundamental la participación de arquitectos o ingenieros de obra, contratista de obra, con el perfil y experiencia en trabajos similares. Supervisión pública y asesoría por parte del desarrollador del proyecto.

5.2.2 Recursos Institucionales

Personal de las dependencias de gobierno del municipio, así como de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Culiacán (JAPAC), H ayuntamiento de Culiacán.

5.2.3 Recursos materiales

Se utilizó equipo topográfico, nivel, teodolito, transito, estatales, para llevar a cabo un levantamiento físico y a detalle del perfil de la calle Antonio Serrano, por el cual se plantea la colocación del Dren Interceptor, para conocer las elevaciones de cada punto.

Se utilizaron programa de cómputo, para la obtención de resultados y desarrollo del proyecto ejecutivo, así como: el AutoCAD, Office, Opus, H. Canales. Cada de estos programas se usó para obtener resultados y llegar a las conclusiones del proyecto.

5.2.4 Recursos financieros

Es de suma importancia contar con recursos federales, para poder llevar a cabo la realización de este proyecto. Para poder bajar un recuso federal para la realización de cualquier proyecto, es necesario contar con un proyecto ejecutivo y un presupuesto base, requisito que solicita El Fondo de Desastres Naturales de México (FONDEN).

5.3 Presupuesto

El concepto de presupuesto tiene varios usos, por lo general vinculados al área de las finanzas y la economía. El presupuesto es, en este sentido, la cantidad de dinero que se estima que será necesaria para hacer frente a al proyecto de intervención “Dren interceptor Arroyo El pijo”

Tabla 5. 1 Presupuesto del proyecto de Intervención “Dren Interceptor Arroyo El Piojo”

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN POSGRADO DE INGENIEÍA CIVIL</p>			
Capítulo	COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES		\$87,477,649.00
Subcapítulo	1.- DEMOLICIONES		\$178,812.87
Subcapítulo	2.- PRELIMINARES		\$9,334,690.69
Subcapítulo	3.- TUBERIA		\$75,909,606.34
Subcapítulo	4.- OBRAS Y ACCESORIOS		\$2,054,539.10
Capítulo	REHABILITACION DE AGUA POTABLE		\$1,352,111.03
Subcapítulo	5.- AGUA		\$1,352,111.03
Capítulo	REHABILITACION DE ALCANTARILLADO SANITARIO		\$760,776.21
Capítulo	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO		\$1,336,764.97
ELABORÓ:	ING. JOEL BELTRAN RUBIO	SUBTOTAL DE PRESUPUESTO	\$90,927,301.22
REVISÓ:	DR. FERNANDO GARCÍA PÁEZ	I.V.A 16%	\$14,548,368.19
		TOTAL	\$105,475,669.41

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de este trabajo de intervención se plantean las siguientes conclusiones y recomendaciones.

6.1 Conclusiones

- El objetivo principal de la intervención de este proyecto, es diseñar un colector pluvial para solucionar las inundaciones que se han provocado en algunos puntos de la parte norte de la ciudad de Culiacán Sinaloa.
- La cuenca en estudio consta de un área de 625 hectáreas (has), ubicado en la parte norte la ciudad de Culiacán Sinaloa.
- Durante el trabajo de intervención se realizó un estudio hidrológico de la cuenca en estudio, donde se determinó un gasto de $Q=75 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Posterior al resultado obtenido, se revisó el cauce principal existen Arroyo El Piojo, obteniendo de este el gasto máximo que puede desalojar las escorrentías provocadas por la precipitación, siendo un resultado de $Q=45 \text{ m}^3/\text{s}$.
- En virtud de que el gasto que puede transportar el Arroyo EL Piojo es menor al que genera la cuenca, hubo la necesidad del diseño de un Dren Interceptor, para desviar la excedencia de gasto por el conducto.
- A lo largo de la presente investigación logro demostrarse que es necesario la realización de este colector, el cual fue diseñado para transportar un gasto máximo de $Q=30 \text{ m}^3/\text{s}$.

6.2 Recomendaciones

- Todas las estructuras deberán ser diseñadas para que se pueda llevar a cabo un mantenimiento, por lo tanto, este proyecto consta de estructuras accesibles para que se lleve a cabo este trabajo.
- El Dren Interceptor fue diseñado, tomando en cuenta la urbanización que actualmente existe y en las condiciones climatológicas que han se presentado

hasta el momento, por lo tanto, el municipio deberá de tomar acciones al respecto, en caso de un crecimiento poblacional.

- Durante la investigación realizada se observaron algunas causas que afectan al funcionamiento del actual cauce, por ejemplo; existen 2 desvíos de 90° sobre el Arroyo, que afecta el funcionamiento adecuado del flujo del agua.
- El municipio deberá de realizar un mantenimiento preventivo mayor al actual conducto, ya que durante la intervención se observaron que los taludes de las losas se encuentran en mal estado (erosionados).
- El departamento local del ayuntamiento encargados de limpiezas de Arroyos y la secretaria de seguridad pública, deberán de tomar acciones para aquellas personas aquellas personas que arrojen basura a la vía pública, ya que el actual conducto se encuentra con mucha contaminación de residuos de gran tamaño.

REFERENCIAS DOCUMENTALES

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

- Dr. Dominguez, M. R. (Octubre de 2000). Las Inundaciones en la Ciudad de México. Problemática y Alternativas de Solución. *Revista Digital Universitaria*. Obtenido de <http://www.revista.unam.mx/vol.1/num2/proyec1/>
- Dr. Gacía, P. F. (Agosto de 2014). Investigan causas de inundaciones en El Piojo. (R. Félix, Entrevistador) Obtenido de <http://www.lineadirectaportal.com/movil/publicacion.php?id=204630&origen=t&seccionID=2&galeria=1&back=>
- Dr. Retamoza, L. J. (Julio 2015). Culiacán, zona de riesgo. *Riodoce.mx*. Obtenido de <http://riodoce.mx/culiacan-2/culiacan-zona-de-riesgo>
- (Agosto de 1995). *Inauguración de la Obra de Canalización y Entubamiento del Arroyo El Piojo*. Obtenido de <http://zedillo.presidencia.gob.mx/pages/disc/ago95/ef-8-15.html>
- NMX-E-215-Tubos de plasticos y conexiones. (Febrero de 1999). *Industria del Plastico*. Obtenido de ftp://ftp.cna.gob.mx/Mapas/nom_cna/nom001/NMX-E-215-2-1999-SCFI.PDF
- NOM-001-CONAGUA-2011. (Febrero de 2012). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5234380&fecha=17/02/2012
- **Introducción a la Hidrología Urbana**, Daniel Francisco Campo Aranda, Genaro Codina # 240, Colonia Jardines del Estadio 78280, San Luis Potosí, S.L.P. No. De registro: 03-2010-03081100940000-01, Primera Edición, Marzo de 2010. ISBN-970-85118-1-5.

- Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Edición 2007, ISBN: 978-968-817-880-5. Autor: Comisión Nacional del Agua, Insurgentes Sur No. 2416 Col. Copilco El Bajo. C.P. 04340, Coyoacán, México, D.F. Tel. (55) 5174-4000. www.CONAGUA.gob.mx. Editor: Secretaría de Medio Ambiente y recursos Naturales Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209 Col. Jardines de la Montaña, C.P 14210, Tlalpan, México, D.F. Impreso en México Distribución gratuita. Prohibida su venta.
- **FUNDAMENTOS DE HIDROLOGIA DE SUPERFICIE**, 1992, **EDITORIAL LIMUSA**, S.A. de C.V. GRUPO **NORIEGA EDITORES**, Balderas 95, C.P. 06040, México, D.F. Teléfono 521-50-98, Fax 512-29-03 Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana. Registro número **121**. **Primera edición: 1989 Primera reimpresión: 1992 Impreso en México** (10692).
- Campos, A.D., 1990, Procedimiento para obtener curvas I-D-T a partir de registros pluviométricos. Ingeniería Hidráulica en México. México, D.F., Vol. 5, núm. 2, pp. 39-52.
- Campos, A.D., 2008, Intensidades máximas de lluvia para diseño hidrológico urbano en la república mexicana. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Ingeniería, Investigación y Tecnología, Vol. XI-2. pp. 179-188, ISSN 1405-7743 FI-UNAM.
- Campos, A.D., 2012, Contraste de un método regional de estimación de curvas IDF en la planicie costera de Tabasco, México. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Agrociencia, Vol. 46: pp. 637-649.
- Pereyra Díaz D. Pérez Sesama J. Gómez Romero L. 2004. Ecuaciones que estiman las curvas intensidad-duración-periodo de retorno de la lluvia. Geos, Vol. 24, No. 1 P 45-56, México.
- Colector "Rafael Buelna", localizado en el sector Centro y Oriente de la ciudad, con tuberías de 91 y 107 cms. de diámetro y longitud de 3,240 m.

- Colector "Pedro Infante", se localiza en el sector poniente de la Ciudad de Culiacán, sobre la margen izquierda del río Culiacán y a unos 800.00 metros aguas abajo de la presa derivadora "Carlos Carvajal Zarazúa", obra hidráulica que opera la Comisión Nacional del Agua para alimentar la amplia red de canales de riego agrícola que comprende el Distrito de Riego No. 10.
- Culiacán y el Agua a través del tiempo. Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Culiacán.

ANEXOS

A 1.- TABLAS PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO

A continuación se mostraran las tablas de ayudas para llevar a cabo el desarrollo de este proyecto.

Tabla 3. 1 Valores del coeficiente de escurrimiento C

Características del área de drenaje	Valores de C
Prados	
Suelo arenoso, plano, 2%	0.05 – 0.10
Suelo arenoso, medio, 2.7%	0.10 – 0.15
Suelo arenoso, inclinado, 7%	0.15 - 0.20
Suelo pesado, plano, 2%	0.13 – 0.17
Suelo pesado, medio, 2 – 7%	0.18 – 0.22
Suelo pesado, inclinado, 7%	0.25 – 0.35
Zonas comerciales	
Áreas del centro	0.70 – 0.95
Áreas de los alrededores	0.50 – 0.70
Zonas residenciales	
Casas solas	0.30 – 0.50
Edificios separados	0.40 – 0.60
Edificios juntos	0.60 – 0.75
Suburbios	0.25 – 0.40
Áreas de departamentos	0.50 – 0.70
Zonas industriales	
Construcciones esparcidas	0.50 – 0.80
Áreas densamente construidas	0.60 – 0.90
Parques, cementerios	0.10 – 0.25
Campos deportivos	0.20 – 0.35
Patios de ferrocarril	0.20 – 0.40
Terrenos baldíos	0.10 – 0.30
Calles	
De asfalto	0.70 – 0.95
De concreto	0.80 – 0.95
De ladrillo	0.70 – 0.85
Calzadas y paseos	0.75 – 0.85
Techos	0.75 – 0.85

Tabla 4. 32 Valores de K de acuerdo a las características de la cuenca en estudio

Características de la cuenca	K
Baja incidencia de tormentas convectivas o aguaceros y donde las grandes lluvias proceden de tormentas no convectivas.	En estos casos los valores de K son bajos. Menores de 0.40
En el lado de barlovento de las montañas, donde las lluvias comienzan primero y terminan después que en los valles y lado de sotavento.	
Donde los procesos orográficos son la causa principal de las fuertes lluvias de invierno.	
En regiones de baja lluvia anual, donde el número de días con lluvia es pequeño.	
En donde es bastante probable que la lluvia máxima diaria anual provenga de una tormenta convectiva de verano de duración sustancialmente menor a 24 hrs.	En estos casos los valores de K son altos. Mayores de 0.40
En regiones de alta incidencia de fuertes aguaceros, donde tanto la lluvia máxima anual en una hora como la de 24 horas generalmente provienen de la misma tormenta.	

Tabla 4. 33 Valores del coeficiente de escurrimiento

Tipo del	Coeficiente de escurrimiento	
Área drenada	Mínimo	Máximo
Zonas Comerciales:		
Zona comercial	0.7	0.95
Vecindarios	0.5	0.7
Zonas Residenciales:		
Unifamiliares	0.3	0.5
Multifamiliares, espaciados	0.4	0.6
Multifamiliares, compactos	0.6	0.75
Semiurbanas	0.25	0.4
Casa habitación	0.5	0.7
Zonas Industriales:		
Espaciado	0.5	0.8
Compacto	0.6	0.9
Cementerios, Parques:		
	0.1	0.25
Campos de juego:		
	0.2	0.35
Patios de ferrocarril:		
	0.2	0.4
Zonas suburbanas:		
	0.2	0.4
Calles:		
Asfaltadas	0.7	0.95
De concreto hidráulico	0.7	0.95
Adoquinadas	0.7	0.85
Estacionamientos:		
	0.75	0.85

Techados:	0.75	0.95
Praderas:		
Suelos arenosos planos (pend. 0.02 o menos)	0.05	0.1
Suelos arenosos con pend. medias (0.02-0.07)	0.1	0.15
Suelos arenosos escarpados (0.07 o más)	0.15	0.2
Suelos arcillosos planos (0.02 o menos)	0.13	0.17
Suelos arcillosos con pendientes medias (0.02-0.07)	0.18	0.22
Suelos arcillosos escarpados (0.07 o más)	0.25	0.35

Tabla 4. 34 Valores del número de escurrimiento N

Cobertura del Suelo	Condición Hidrológica	Grupos Hidrológicos del Suelo			
		A	B	C	D
Bosques	Buena	30	55	70	77
	Regular	36	60	73	79
	Pobre	45	66	77	83
Arbustos-hierbas-pasto con arbusto como el elemento principal	Buena	30	48	65	73
	Regular	35	56	70	77
	Pobre	48	67	77	83
Pastizales-Forraje continuo para pastar	Buena	68	79	86	89
	Regular	49	69	79	84
Combinación de árboles (plantación)	Buena	32	58	72	79
	Regular	43	65	76	82
	Pobre	57	73	82	86
Combinación de árboles (huertas)	Regular	43	65	76	82
Cultivos (en surcos rectilíneos)	Regular	64	72.5	79.5	81.5
	Pobre	67	78	85	89
Terrenos baldíos > 50% pastos	Regular	49	69	79	84
Terrenos baldíos < 50% pastos	Pobre	68	79	86	89
Áreas impermeables (techos de casas, calles, estacionamientos, etc.)		98	98	98	98
Suelos desnudo (principalmente cárcavas)		77	86	91	94
Praderas		30	58	71	78

Tabla 4. 35 Tipos y texturas del Suelo

Tipo de Suelo	Textura del suelo
A	Áreas con poco limo y arcilla, suelos muy permeables
B	Áreas finas y limos
C	Áreas muy finas, limos, suelos con alto contenido de arcilla
D	Arcillas en grandes cantidades; suelos pocos profundos con subhorizontes de roca sana; suelos muy impermeables.

Tabla 4. 36 Número de escurrimientos para cada cobertura de suelo de la cuenca en estudio (Estado futuro)

Uso de suelo	Número de escurrimiento	Área	% A	(N x %A)/100	Número de escurrimiento ponderado
	N	(m ²)			
Habitacional	98	992970	90.00%	88.2	96.2
(Fracc. Pavimentados)					
Combinaciones	80	110330	10.00%	8	
(colonias sin pavimentar)					

Tabla 4. 37 Elementos hidráulicos en tuberías de sección circular

RELACIÓN TIRANTE/DIAMETRO (T/D)	α	RELACIÓN ÁREA (A/At)	RELACIÓN GASTO (Q/Qt)	RELACIÓN VELOCIDAD (V/Vt)
0.01000	0.400670	0.00169	0.00015	0.089
0.02000	0.567588	0.00477	0.00067	0.141
0.03000	0.696332	0.00874	0.00161	0.184
0.04000	0.805432	0.01342	0.00298	0.222
0.05000	0.902054	0.01869	0.00480	0.257
0.06000	0.989868	0.02450	0.00708	0.289
0.07000	1.071053	0.03077	0.00983	0.319
0.08000	1.147026	0.03748	0.01304	0.348
0.09000	1.218771	0.04458	0.01673	0.375
0.10000	1.287002	0.05204	0.02088	0.401
0.11000	1.352261	0.05985	0.02550	0.426
0.12000	1.414966	0.06797	0.03059	0.450
0.13000	1.475452	0.07639	0.03614	0.473
0.14000	1.533988	0.08509	0.04214	0.495
0.15000	1.590798	0.09406	0.04861	0.517
0.16000	1.646067	0.10328	0.05552	0.538
0.17000	1.699955	0.11273	0.06288	0.558
0.18000	1.752596	0.12240	0.07068	0.577
0.19000	1.804107	0.13229	0.07891	0.597
0.20000	1.854590	0.14238	0.08757	0.615
0.21000	1.904135	0.15266	0.09665	0.633
0.22000	1.952821	0.16312	0.10613	0.651
0.23000	2.000718	0.17375	0.11602	0.668
0.24000	2.047891	0.18455	0.12631	0.684
0.25000	2.094395	0.19550	0.13698	0.701
0.26000	2.140283	0.20660	0.14803	0.717
0.27000	2.185602	0.21784	0.15945	0.732
0.28000	2.230395	0.22921	0.17123	0.747
0.29000	2.274702	0.24070	0.18336	0.762
0.30000	2.318559	0.25232	0.19583	0.776

0.31000	2.362000	0.26404	0.20863	0.790
0.32000	2.405057	0.27587	0.22175	0.804
0.33000	2.447759	0.28780	0.23519	0.817
0.34000	2.490134	0.29981	0.24892	0.830
0.35000	2.532207	0.31192	0.26294	0.843
0.36000	2.574004	0.32410	0.27724	0.855
0.37000	2.615548	0.33636	0.29180	0.868
0.38000	2.656861	0.34869	0.30663	0.879
0.39000	2.697964	0.36108	0.32169	0.891
0.40000	2.738877	0.37353	0.33699	0.902
0.41000	2.779620	0.38603	0.35250	0.913
0.42000	2.820211	0.39858	0.36823	0.924
0.43000	2.860670	0.41117	0.38415	0.934
0.44000	2.901013	0.42379	0.40026	0.944
0.45000	2.941258	0.43644	0.41653	0.954
0.46000	2.981421	0.44912	0.43296	0.964
0.47000	3.021521	0.46183	0.44954	0.973
0.48000	3.061571	0.47454	0.46625	0.983
0.49000	3.101590	0.48727	0.48307	0.991
0.50000	3.141593	0.50000	0.50000	1.000
0.51000	3.181595	0.51273	0.51702	1.008
0.52000	3.221614	0.52546	0.53411	1.016
0.53000	3.261665	0.53817	0.55127	1.024
0.54000	3.301764	0.55088	0.56847	1.032
0.55000	3.341927	0.56356	0.58571	1.039
0.56000	3.382172	0.57621	0.60296	1.046
0.57000	3.422515	0.58883	0.62022	1.053
0.58000	3.462974	0.60142	0.63746	1.060
0.59000	3.503566	0.61397	0.65467	1.066
0.60000	3.544308	0.62647	0.67184	1.072
0.61000	3.585222	0.63892	0.68895	1.078
0.62000	3.626324	0.65131	0.70597	1.084
0.63000	3.667637	0.66364	0.72290	1.089
0.64000	3.709181	0.67590	0.73972	1.094

0.65000	3.750978	0.68808	0.75641	1.099
0.66000	3.793052	0.70019	0.77295	1.104
0.67000	3.835426	0.71220	0.78932	1.108
0.68000	3.878128	0.72413	0.80550	1.112
0.69000	3.921185	0.73596	0.82148	1.116
0.70000	3.964626	0.74768	0.83724	1.120
0.71000	4.008483	0.75930	0.85275	1.123
0.72000	4.052790	0.77079	0.86799	1.126
0.73000	4.097583	0.78216	0.88294	1.129
0.74000	4.142902	0.79340	0.89757	1.131
0.75000	4.188790	0.80450	0.91188	1.133
0.76000	4.235295	0.81545	0.92582	1.135
0.77000	4.282467	0.82625	0.93938	1.137
0.78000	4.330364	0.83688	0.95252	1.138
0.79000	4.379050	0.84734	0.96523	1.139
0.80000	4.428595	0.85762	0.97747	1.140
0.81000	4.479078	0.86771	0.98920	1.140
0.82000	4.530589	0.87760	1.00041	1.140
0.83000	4.583230	0.88727	1.01104	1.139
0.84000	4.637118	0.89672	1.02106	1.139
0.85000	4.692388	0.90594	1.03044	1.137
0.86000	4.749197	0.91491	1.03912	1.136
0.87000	4.807733	0.92361	1.04706	1.134
0.88000	4.868219	0.93203	1.05420	1.131
0.89000	4.930924	0.94015	1.06047	1.128
0.90000	4.996183	0.94796	1.06580	1.124
0.91000	5.064415	0.95542	1.07010	1.120
0.92000	5.136159	0.96252	1.07328	1.115
0.93000	5.212132	0.96923	1.07519	1.109
0.94000	5.293317	0.97550	1.07568	1.103
0.95000	5.381132	0.98131	1.07451	1.095
0.96000	5.477754	0.98658	1.07137	1.086
0.97000	5.586853	0.99126	1.06575	1.075
0.98000	5.715597	0.99523	1.05669	1.062

0.99000	5.882516	0.99831	1.04196	1.044
1.00000	6.283185	1.00000	1.00000	1.000

A 2.- PESUPUESTO Y PROYECTO EJECUTIVO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
 FACULTAD DE INGENIERIA CULIACAN
 POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
 LICITACION PUBLICA

FECHA DE INICIO:
 01 DE NOVIEMBRE DE 2016
 FECHA DE TERMINACION:
 28 DE FEBRERO DE 2017

FECHA DE APERTURA:
 13 DE OCTUBRE DE 2016
 PLAZO DE EJECUCION:
 120 DIAS NATURALES

OBRA A REALIZAR:
 DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO
 ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y
 MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
	CATALOGO DE CONCEPTOS				
	COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES				
	DEMOLICIONES				\$207,431.99
1.-	1.- PRELIMINARES				\$10'828,355.51
2.-	2.- TUBERIA				\$88'055,141.52
3.-	3.- OBRAS ACCESORIAS				\$2'383,265.30
	Total de COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES				\$101'474,194.32
	REHABILITACION DE AGUA POTABLE				
	AGUA				\$1'568,455.98
	Total de REHABILITACION DE AGUA POTABLE				\$1'568,455.98
	REHABILITACION DE ALCANTARILLADO SANITARIO				\$882,505.43
	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO				\$1'550,651.16
	Total de Presupuesto				\$105'475,806.89

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
 PROPIETARIO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN
 POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
 LICITACIÓN PÚBLICA

FECHA DE APERTURA:
 13 DE OCTUBRE DE 2016

PLAZO DE EJECUCIÓN:
 120 DIAS NATURALES

FECHA DE INICIO:
 01 DE NOVIEMBRE DE 2016

FECHA DE TERMINACIÓN:
 28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:

**DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO
 ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y
 MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.**

Cálculo del Factor de Salario Real					
Comentario	Descripción	Operación	Unidad	Fórmula	Valor

Clave : JOR8HR

Descripción : Factor de Salario Real FSR

DATOS BASICOS

Para el cálculo de días pagados

Días Calendario (DC)			días		366.00
Art. 87 Ley Federal del Trabajo	Días Aguinaldo		días		15.00
Art. 76, 78,79, 81 Ley Federal del Trabajo	Días de vacaciones para calcular prima vacacional		días		6.00
Art. 80 Ley Federal del Trabajo	Prima vacacional		%		25.00
Art. 69 y 73 Ley Federal del Trabajo	Otros Días de Descanso (Ley Federal del Trabajo)		días		0.00
Art. 74 Ley Federal del Trabajo	Festivos oficiales (Ley Federal del Trabajo)		días		7.00
Ley Federal del Trabajo y Ley del Seguro Social	Días no laborables según contrato colectivo		días		0.00
	Días Sindicato		días		0.00
	Enfermedad no profesional		días		0.00
	Condiciones Climat. (Lluvias y otros) Contr. Colec		días		0.00
	Otros Días no trabajados por costumbre		días		0.00

Para el calculo de cuotas del IMSS

Art. 211 LSS	Guarderías		%		1.00
Art. 168 fracc. I LSS	Retiro		%		2.00
Art. 72 y 73 LSS	Riesgos de trabajo		%		7.58875
Art. 29-II LINFONAVIT	Impuesto INFONAVIT		%		5.00
	Impuesto Nómina		%		0.00
	Otros impuestos		%		0.00

CALCULO

De datos básicos a utilizar

Art. 90 Ley Fed. del Trabajo - Comisión Nacional de Salarios Mínimos	Salario Mínimo General (D.F.)			IIF(AT=1,1,AW)	73.04000
Art. 82 y 83 Ley Federal del Trabajo	Salario Nominal por jornada (SND)			IIF(AT=1,FSR_SABA*(1+BG/IIF(BB=0,8,IIF(BB=1,7,5,7))))/AW,FSR_SABA*(1+BG/IIF(BB=0,8,IIF(BB=1,7,5,7))))	300.00000

De días realmente pagados y SBC

Art. 76, 78,79, 81 Ley Federal del Trabajo	Vacaciones		días	FSR_DNVAC	6.00
Art. 80 Ley Federal del Trabajo	Prima vacacional		días	FSR_PPVAC/100*FSR_DNVAC	1.50
Art. 71 Ley Federal del Trabajo	Prima Dominical		días	FSR_PPDOM/100*FSR_DNDOM	0.00
Art. 61, 66 y 68 Ley Federal del Trabajo	Días equivalentes por horas extras al año		días	(BF*2+BG*3)/24*FSR_DPCAL	0.00
Días Trabajados realmente pagados (Tp)	SUMA de días pagados		días	FSR_DPCAL+FSR_DPAGU+FSR_DPPVA+FSR_	382.50

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN
POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
LICITACIÓN PÚBLICA

FECHA DE APERTURA:
 13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
 120 DIAS NATURALES

FECHA DE INICIO:
 01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
 28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:
DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO
ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y
MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.

Cálculo del Factor de Salario Real					
Comentario	Descripción	Operación	Unidad	Fórmula	Valor
	SUMA de días no laborados		días	DPPDO+FSR_ DPHEX+FSR_ DPOT1 FSR_ DNSEP+FSR_ DNFES+FSR_ DNDCO+FSR_ DNSIN+FSR_ DVAC+FSR_ DNPER+FSR_ DNCLI+FSR_ DNARR+FSR_ DNGUA+FSR_ DNOT3	65.00
Días Trabajados realmente laborados (TI)	Días realmente laborados (TL = DC - DNLA)	366.000000días- 65.000000días	días	FSR_DPCAL- FSR_DNLA	301.00
Factor de Empresa	TP/TL			FSR_DPA/FSR_ DLA	1.27076
Factor para SBC	(FSBC = DPA/DPCAL)	382.500000días/366.000 000días		FSR_DPA/FSR_ DPCAL	1.04508
Salario nominal con Factor de Empresa	Salario Base de Cotización (SB = FSBC * SN)	300.000000 * 1.045080		FSR_SACAL * FSR_FSBC	313.52400
De cuotas del IMSS					
Art. 106 Fracc. I LSS	Porcentaje sobre salario mínimo para cuota fija		%	IIF(AV=2003,17.15,II F(AV=2004,17.80,II F(AV=2005,18.45,II F(AV=2006,19.10,II F(AV=2007,19.75,2 0.40))))))	20.40
Art. 106 Fracc. II LSS	Porcentaje para Excedente a 3 SMGDF		%	IIF(AV=2003,3.55,II F(AV=2004,3.06,II F(AV=2005,2.57,II F(AV=2006,2.08,II F(AV=2007,1.59,1. 10))))))	1.10
Art. 106 fracc. II y 19° Transitorio 2° Párrafo	Excedente de 3 SMGDF		%	IIF(FSR_ SABC<=3*FSR_ SAMI,0,FSR_ SABC-3*FSR_ SAMI)	94.40400
Art. 107 LSS y 97 LFT	Prestaciones en dinero (Patron+obrero)	.7+IIF(300.000000>73.040000, 0,0.25)	%	.7+IIF(FSR_ SACAL>FSR_ SAMI,0,0.25)	0.70000
Art. 25 LSS (Prest. en especie) y 97 LFT	Gastos medicos. Pensionados (Patrón-Obrero)	1.05+IIF(300.000000>73.040000, 0,0.375)	%	1.05+IIF(FSR_ SACAL>FSR_ SAMI,0,0.375)	1.05000
Art. 147 LSS y 97 LFT	Invalidez y vida	1.75+IIF(300.000000>73.040000, 0,0.625)	%	1.75+IIF(FSR_ SACAL>FSR_ SAMI,0,0.625)	1.75000
Art. 168 fracc. II LSS y 97 LFT	Cesantía en edad avanzada y vejez	3.15+IIF(300.000000>73.040000, 0,1.125)	%	3.15+IIF(FSR_ SACAL>FSR_ SAMI,0,1.125)	3.15000
Art. 147 y 148 LSS	Límite de prest. Inv., vida, cesantía y vejez			AS*FSR_SAMI	1826.00000
Art. 106 Fracc. I LSS	Enfermedad y maternidad. Cuota fija especie			AA/100*FSR_ SAMI	14.90016
Art. 106 Fracc. II LSS	Enferm.-matern. Exc. a 3 S.M.D.F. especie			IIF(FSR_ SABC<BA,AB/10 0*AU, AB/100*BA)	1.03844
Art. 107 LSS	Enfermedad y maternidad. Prestaciones en dinero			IIF(FSR_ SABC<BA,FSR_ IMPE/100*FSR_ SABC,FSR_ IMPE/100*BA)	2.19467
Art. 25 LSS (Prest. en especie)	Enfermedad y maternidad gastos médicos pensionados			IIF(FSR_ SABC<BA,FSR_ IMGM/100*FSR_ SABC,FSR_ IMGM/100*BA)	3.29200
Art. 147 LSS	Invalidez y vida			IIF(FSR_	5.48667

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
 PROPIETARIO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN
POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
LICITACIÓN PÚBLICA

FECHA DE APERTURA:
 13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
 120 DIAS NATURALES

FECHA DE INICIO:
 01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
 28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:
DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO
ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y
MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.

Cálculo del Factor de Salario Real					
Comentario	Descripción	Operación	Unidad	Fórmula	Valor
Art. 211 LSS	Guarderías			SABC<AY,FSR_ IMINV/100*FSR_ SABC,FSR_ IMINV/100*AY) IF(FSR_ SABC<BA,FSR_ IMGUA/100*FSR_ _SABC,FSR_ IMGUA/100*BA)	3,13524
Art. 168 fracc. I LSS	Retiro			IF(FSR_ SABC<BA,FSR_ IMSA/100*FSR_ _SABC,FSR_ IMSA/100*BA)	6,27048
Art. 168 fracc. II LSS	Cesantía en edad avanzada y vejez			IF(FSR_ SABC<AY,FSR_ IMCE/100*FSR_ SABC,FSR_ IMCE/100*AY)	9,87601
Art. 73 LSS Se modifico a 4.55	Riesgos de trabajo			IF(FSR_ SABC<BA,FSR_ IMRTR/100*FSR_ _SABC,FSR_ IMRTR/100*BA)	23,79255
Ley del IMSS	Cuota patronal del IMSS			AC+AD+AE+AF+ AG+AH+AI+AJ+ AK	69,98622
Ley del IMSS	Factor de cuota patronal del IMSS = IMSS/SND		factor	AL/FSR_SACAL	0,23329
De INFONAVIT y otras cuotas					
Art. 29 de INFONAVIT	Limite de Aportaciones INFONAVIT			AY	1826
Art. 29-II LINFONAVIT	INFONAVIT			IF(FSR_ SABC<AZ,FSR_ IMINF/100*FSR_ SABC,FSR_ IMINF/100*AZ)	15,67620
	Impuesto sobre Nómina			FSR_ IMNOM/100*FSR_ _SABC	0,00000
	Otros impuestos			FSR_ IMOT2/100*FSR_ SABC	0,00000
IMSS e INFONAVIT	Obligaciones patronales (IOP)			AL+AM+AN+AO	85,66242
Art.160 y 161	Obligaciones patronales entre SABC	85.662420/313.524000		AP/FSR_SABC	0,27322
Reglamento de la Ley de Obra Pública y Servicios Relacionadas con las Mismas					
Del TP/TL y del FSR					
Art.160 y 161	FSR = Ps (Tp/TI) + Tp/TI	0,347200+1,270760		BH+FSR_FSI	1,61796
Reglamento de la Ley de Obra Pública y Servicios Relacionadas con las Mismas					

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERIA CULIACAN
 POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
 LICITACION PUBLICA

FECHA DE APERTURA:
 13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCION:
 120 DIAS NATURALES

FECHA DE INICIO:
 01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACION:
 28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:
DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO
EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.

PROGRAMA GENERAL DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CONFORME AL CATÁLOGO DE CONCEPTOS CON SUS EROGACIONES, CALENDARIZADO Y CUANTIFICADO

Clv. ID	Concepto	Descripción	Unidad	Cantidad	Inicia	Duración	Termina	2016			2017		
								Nov	Dic	Ene	Feb		
DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA C													
COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES													
DEMOLICIONES													
30	D-01	CORTE CON DISCO PARA CONCRETO, INCLUYE: AGU	ML	616.42	01/Nov/2016	20c	20/Nov/2016						
40	D-02	DEMOLICION DE CONCRETO CON EQUIPO NEUMATIC	M3	323.62	21/Nov/2016	20c	10/Dic/2016						
50	D-03	CARGA Y RETIRO PRODUCTO DE LAS DEMOLICIONES	M3	323.62	11/Dic/2016	20c	30/Dic/2016						
60	D-04	RETIRO PRODUCTO DE LAS DEMOLICIONES AL KM S	M3-KM	1,618.10	31/Dic/2016	20c	19/Ene/2017						
1.- PRELIMINARES													
80	1.1	TRAZO Y NIVELACIÓN CON LA FINALIDAD DE EFECTU	ML	1,524.80	11/Nov/2016*	85c	04/Feb/2017*						
90	1.2	EXCAVACION A MAQUINA EN MATERIAL TIPO COMUN	M3	30,877.20	11/Nov/2016*	85c	04/Feb/2017*						
100	1.6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANTILLA CON ESF	M3	1,982.24	11/Nov/2016*	85c	04/Feb/2017*						
110	1.7	RELLENO ACOSTILLADO CON ARENA EN EXCAVACIO	M3	11,037.36	11/Nov/2016*	85c	04/Feb/2017*						
120	1.10	BOMBEO DE ACHIQUE CON MOTOBOMBA DE 3"q	HRS	80.00	11/Nov/2016*	85c	04/Feb/2017*						
130	1.11	RETIRO DE MATERIAL EXCEDENTE PRODUCTO DE LA	M3	30,877.20	11/Nov/2016*	85c	04/Feb/2017*						
2.- TUBERIA													
150	2.1	SUMINISTRO DE TUBERIA PVC SANITARIO PRO-21 DE	ML	4,574.40	23/Dic/2016*	50c	11/Feb/2017*						
160	2.2	INSTALACION DE TUBERIA PVC SANITARIO PRO-21 DI	ML	4,574.40	23/Dic/2016*	50c	11/Feb/2017*						
3.- OBRAS ACCESORIAS													
180	3.1	ESTRUCTURA DE 6.50 X 2.00 X 2.00 MTS MEDIADAS IN	PZA	14.00	11/Dic/2016*	70c	19/Feb/2017*						
190	3.2	SUMINISTRO DE MATERIALES Y CONSTRUCCION DE	PZA	42.00	11/Dic/2016*	70c	19/Feb/2017*						
200	3.3	SUMINISTRO DE BROCAL Y TAPA DE ACERO PARA PC	PZA	42.00	11/Dic/2016*	70c	19/Feb/2017*						
210	3.4	ESTRUCTURA ENTREDA DE 6.50 X 6.00 X 2.00 MTS ME	PZA	1.00	11/Dic/2016*	70c	19/Feb/2017*						
220	3.5	ESTRUCTURA SALIDA DE 6.50 X 6.00 X 2.00 MTS MEDI	PZA	1.00	11/Dic/2016*	70c	19/Feb/2017*						
REHABILITACION DE AGUA POTABLE													
AGUA													

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
 PROPIETARIO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERIA CULIACAN
 POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
 LICITACION PUBLICA

FECHA DE APERTURA:
 13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCION:
 120 DIAS NATURALES

FECHA DE INICIO:
 01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACION:
 28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:
DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO
EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.

PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS CONFORME AL CATALOGO DE CONCEPTOS CON SUS EROGACIONES, CALENDARIZADO Y CUANTIFICADO

Clv. ID	Concepto	Descripción	Unidad	Cantidad	Inicia	Duración	Termina	2016			2017		
								Nov	Dic	Ene	Ene	Feb	
250	1.1	TRAZO Y NIVELACION CON LA FINALIDAD DE EFECTU	ML	1,398.74	26/Nov/2016*	45c	10/Ene/2017*						
260	1.2	EXCAVACION A MAQUINA EN MATERIAL TIPO COMUN	M3	1,187.26	26/Nov/2016*	45c	10/Ene/2017*						
270	1.6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANTILLA CON ESF	M3	98.94	26/Nov/2016*	45c	10/Ene/2017*						
280	1.7	RELLENO ACOSTILLADO CON ARENA EN EXCAVACION	M3	450.20	26/Nov/2016*	45c	10/Ene/2017*						
290	1.31	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE BANCO.	M3	582.17	26/Nov/2016*	45c	10/Ene/2017*						
300	A-01	SUMINISTRO, INSTALACION, JUNTEO Y PRUEBA HIDR	ML	648.03	26/Nov/2016*	45c	10/Ene/2017*						
310	A-02	SUMINISTRO, INSTALACION, JUNTEO Y PRUEBA HIDR	ML	750.68	26/Nov/2016*	45c	10/Ene/2017*						
320	A-03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MATERIALES PARA	PZA	10.00	26/Nov/2016*	45c	10/Ene/2017*						
330	P-02	RETIRO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	M3	1,187.26	26/Nov/2016*	45c	10/Ene/2017*						
REHABILITACION DE ALCANTARILLADO SANITARIO													
350	1.1	TRAZO Y NIVELACION CON LA FINALIDAD DE EFECTUA	ML	608.13	09/Dic/2016*	65c	12/Feb/2017*						
360	1.2	EXCAVACION A MAQUINA EN MATERIAL TIPO COMUN	S M3	730.96	09/Dic/2016*	65c	12/Feb/2017*						
370	1.6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANTILLA CON ESPE	M3	36.55	09/Dic/2016*	65c	12/Feb/2017*						
380	1.7	RELLENO ACOSTILLADO CON ARENA EN EXCAVACION	M3	162.98	09/Dic/2016*	65c	12/Feb/2017*						
390	1.31	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE BANCO.	IN M3	511.67	09/Dic/2016*	65c	12/Feb/2017*						
400	AL-01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC PAR	ML	608.13	09/Dic/2016*	65c	12/Feb/2017*						
410	AL-02	SUMINISTRO DE MATERIALES Y CONSTRUCCION DE PC	PZA	18.00	09/Dic/2016*	65c	12/Feb/2017*						
420	3.3	SUMINISTRO DE BROCAL Y TAPA DE ACERO PARA POZ	PZA	18.00	09/Dic/2016*	65c	12/Feb/2017*						
430	AL-03	DESCARGA DOMICILIARIAS DE 6.00 M DE LONGITUD.	C PZA	10.00	09/Dic/2016*	65c	12/Feb/2017*						
440	AL-04	REGISTRO PARA AGUA NEGRAS DE 40 X 80 CMS Y 1.0x	PZA	10.00	09/Dic/2016*	65c	12/Feb/2017*						
450	P-02	RETIRO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	M3	730.96	09/Dic/2016*	65c	12/Feb/2017*						
PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO													
470	P-01	CORTE EN CAJA DEL TERRENO NATURAL DE 20 CMS.	C M3	1,402.36	31/Dic/2016	60c	28/Feb/2017						
480	P-02	RETIRO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	M3	1,402.36	31/Dic/2016	60c	28/Feb/2017						

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
 PROPIETARIO

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERIA CULIACAN
POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
LICITACION PUBLICA

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACION:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:
DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO
EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.

PROGRAMA GENERAL DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CONFORME AL CATÁLOGO DE CONCEPTOS CON SUS EROGACIONES, CALENDARIZADO Y CUANTIFICADO

Civ. ID Concepto	Descripción	Unidad	Cantidad	Inicia	Duración	Termina	2016		2017	
							Nov	Dic	Ene	Feb
490 P-03	MEJORAMIENTO DE TERRENO NATURAL, CONFORMAC	M2	2,157.47	31/Dic/2016	60c	28/Feb/2017				
500 P-04	FORMACION DE SUB-BASE COMPACTADA AL 95% DE S	M3	647.24	31/Dic/2016	60c	28/Feb/2017				
510 P-05	FORMACION DE BASE COMPACTADA AL 95% DE SU PV	M3	431.48	31/Dic/2016	60c	28/Feb/2017				
520 P-06	CONSTRUCCION DE LOSAS DE CONCRETO DE 15 CMS.	M3	323.62	31/Dic/2016	60c	28/Feb/2017				
TOTAL PARCIAL:							2'237,328.9400	18'814,306.5900	51'740,986.4700	18'134,679.2400
TOTAL ACUMULADO:							2'237,328.94	21'051,635.53	72'792,622.00	90'927,301.24

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
 FACULTAD DE INGENIERIA CULIACAN
 POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
 LICITACION PUBLICA

FECHA DE INICIO:
 01 DE NOVIEMBRE DE 2016
 FECHA DE TERMINACION:
 28 DE FEBRERO DE 2017

FECHA DE APERTURA:
 13 DE OCTUBRE DE 2016
 PLAZO DE EJECUCION:
 120 DIAS NATURALES

OBRA A REALIZAR:
 DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO
 ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y
 MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.

CATALOGO DE CONCEPTOS

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES					
DEMOLICIONES					
D-01	CORTE CON DISCO PARA CONCRETO, INCLUYE; AGUA, MANO DE OBRA, ML HERRAMIENTA Y EQUIPO.	ML	616.42	\$35.45	\$21,852.09
D-02	DEMOLICION DE CONCRETO CON EQUIPO NEUMATICO	M3	323.62	\$467.67	\$151,347.37
D-03	CARGA Y RETIRO PRODUCTO DE LAS DEMOLICIONES (1ER KM)	M3	323.62	\$47.93	\$15,511.11
D-04	RETIRO PRODUCTO DE LAS DEMOLICIONES AL KM SUBSECUENTE	M3-KM	1,618.10	\$11.57	\$18,721.42
Total de DEMOLICIONES					
1.- PRELIMINARES					
1.1	TRAZO Y NIVELACION CON LA FINALIDAD DE EFECTUAR TRABAJOS DE ML ALCANTARILLADO SANITARIO, ESTABLECIENDO BANCOS DE NIVEL A UN MAXIMO DE 300 MTS. ENTRE BANCO Y BANCO.		1,524.80	\$8.69	\$13,250.51
1.2	EXCAVACION A MAQUINA EN MATERIAL TIPO COMUN SECO EN ZONA "B" DE 0.00 M3 A 3.00 MTS DE PROFUNDIDAD	M3	30,877.20	\$49.57	\$1'530,582.80
1.6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANTILLA CON ESPESOR DE PROYECTO, CON MATERIAL GRAVA-ARENA DE BANCO INCLUYE: MATERIAL DE BANCO.	M3	1,982.24	\$510.66	\$1'012,250.68
1.7	RELLENO ACOSTILLADO CON ARENA EN EXCAVACIONES CON PRESENCIA DE AGUA, INCLUYE MATERIAL DE BANCO, CON ESPESOR DE PROYECTO.	M3	11,037.36	\$510.66	\$5'636,338.26
1.10	BOMBEO DE ACHIQUE CON MOTOBOMBA DE 3"ø	HRS	80.00	\$149.86	\$11,988.80
1.11	RETIRO DE MATERIAL EXCEDENTE PRODUCTO DE LA EXCAVACION A UNA DISTANCIA DE 5 KM, INCLUYE:CARGA Y ACARREO.	M3	30,877.20	\$84.98	\$2'623,944.46
Total de 1.- PRELIMINARES					
2.- TUBERIA					
\$10'828,355.51					

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
 PROPIETARIO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERIA CULIACAN
 POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
 LICITACION PUBLICA

FECHA DE INICIO:
 01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACION:
 28 DE FEBRERO DE 2017

FECHA DE APERTURA:
 13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCION:
 120 DIAS NATURALES

OBRA A REALIZAR:
DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO
ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y
MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.

CATALOGO DE CONCEPTOS					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
2.1	SUMINISTRO DE TUBERIA PVC SANITARIO PRO-21 DE 60" DE DIAMETRO.	ML	4,574.40	\$18,491.46	\$84'587,334.62
2.2	INSTALACIÓN DE TUBERIA PVC SANITARIO PRO-21 DE 60" DE DIAMETRO.	ML	4,574.40	\$758.09	\$3'467,806.90
Total de 2.- TUBERIA					\$88'055,141.52
3.- OBRAS ACCESORIAS					
3.1	ESTRUCTURA DE 6.50 X 2.00 X 2.00 MTS MEDIADAS INTERIOR A BASE DE MUROS PZA Y LOSAS CONCRETO F'C= 250 KG/CM2 DE 20 CMS DE ESPESOR ARMADA CON VARILLA DE NO. 4 @ 20 CM AMBOS SENTIDOS DOS LECHOS, INCLUYE: CIMBRA, DESCIMBRA, EXCAVACION, RELLENOS, ACARREOS DE MATERIAL DE BANCO, RETIRO DE MATERIAL PRODUCO DE LA EXCAVACION A UN LUGAR DONDE NO CAUSE DAÑOS A TERCEROS; HABILITADO Y ARMADO DE ACERO, COLADO, VIBRADO, CURADO, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.	PZA	14.00	\$106,957.95	\$1'497,411.30
3.2	SUMINISTRO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA TIPO ESPECIAL A BASE DE TABIQUE RECOCIDO, JUNTEADO CON MORTERO CEM-ARENA 1:3, ACABADO INTERIOR PULIDO CON CEMENTO ARENA 1:3 CON LLANA METALICA, SOBRE ESTRUCTURA DE CONCRETO, INCLUYE: ESCALONES DE VARILLA DE 1" DE DIAM; MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, PROFUNDIDAD DE 1.00 A 2.50 MTS	PZA	42.00	\$7,437.47	\$312,373.74
3.3	SUMINISTRO DE BROCAL Y TAPA DE ACERO PARA POZO DE VISITA.	PZA	42.00	\$5,245.47	\$220,309.74
3.4	ESTRUCTURA ENTREDA DE 6.50 X 6.00 X 2.00 MTS MEDIADAS INTERIOR A BASE DE MUROS Y LOSAS CONCRETO F'C= 250 KG/CM2 DE 20 CMS DE ESPESOR ARMADA CON VARILLA DE NO. 4 @ 20 CM AMBOS SENTIDOS DOS LECHOS, INCLUYE: CIMBRA, DESCIMBRA, EXCAVACION, RELLENOS, ACARREOS DE MATERIAL DE BANCO, RETIRO DE MATERIAL PRODUCO DE LA EXCAVACION A UN LUGAR DONDE NO CAUSE DAÑOS A TERCEROS, HABILITADO Y ARMADO DE ACERO, COLADO, VIBRADO, CURADO, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.	PZA	1.00	\$176,585.26	\$176,585.26
3.5	ESTRUCTURA SALIDA DE 6.50 X 6.00 X 2.00 MTS MEDIADAS INTERIOR A BASE DE PZA	PZA	1.00	\$176,585.26	\$176,585.26

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
 PROPIETARIO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERIA CULIACAN
 POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
 LICITACION PUBLICA

FECHA DE INICIO:
 01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACION:
 28 DE FEBRERO DE 2017

FECHA DE APERTURA:
 13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCION:
 120 DIAS NATURALES

OBRA A REALIZAR:
DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO
ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y
MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.

CATALOGO DE CONCEPTOS

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
	MUROS Y LOSAS CONCRETO FC= 250 KG/CM2 DE 20 CMS DE ESPESOR ARMADA CON VARILLA DE NO. 4 @ 20 CM AMBOS SENTIDOS DOS LECHOS. INCLUYE: CIMBRA, DESCIMBRA, EXCAVACION, RELLENOS, ACARREOS DE MATERIAL DE BANCO, RETIRO DE MATERIAL PRODUCO DE LA EXCAVACION A UN LUGAR DONDE NO CAUSE DAÑOS A TERCEROS, HABILITADO Y ARMADO DE ACERO, COLADO, VIBRADO, CURADO, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.				
	Total de 3.- OBRAS ACCESORIAS				\$2'383,265.30
	Total de COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES				\$101'474,194.32
	REHABILITACION DE AGUA POTABLE				
	AGUA				
1.1	TRAZO Y NIVELACION CON LA FINALIDAD DE EFECTUAR TRABAJOS DE ML ALCANTARILLADO SANITARIO, ESTABLECIENDO BANCOS DE NIVEL A UN MAXIMO DE 300 MTS. ENTRE BANCO Y BANCO.		1,398.74	\$8.69	\$12,155.05
1.2	EXCAVACION A MAQUINA EN MATERIAL TIPO COMUN SECO EN ZONA "B" DE 0.00 M3 A 3.00 MTS DE PROFUNDIDAD		1,187.26	\$49.57	\$58,852.48
1.6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANTILLA CON ESPESOR DE PROYECTO, CON MATERIAL GRAVA-ARENA DE BANCO INCLUYE: MATERIAL DE BANCO.		98.94	\$510.66	\$50,524.70
1.7	RELLENO ACOSTILLADO CON ARENA EN EXCAVACIONES CON PRESENCIA DE AGUA, INCLUYE MATERIAL DE BANCO, CON ESPESOR DE PROYECTO.		450.20	\$510.66	\$229,899.13
1.31	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE BANCO, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIAL PUESTO EN OBRA, AGUA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.		582.17	\$459.00	\$267,216.03
A-01	SUMINISTRO, INSTALACION, JUNTEO Y PRUEBA HIDROSTATICA DE TUBERIA DE PVC HIDRAULICO, INCLUYE: SUMINISTRO DE TUBERIAS, ACARREOS, CARGA, MANIOBRAS PARA DISTRIBUIRLO A LO LARGO DE LA ZANJA, BAJADO, ACOPLAMIENTO DE ATRAQUES, EQUIPO Y SUMINISTRO DE AGUA PARA PRUEBA		648.03	\$111.31	\$72,132.22

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
 PROPIETARIO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
 FACULTAD DE INGENIERIA CULIACAN
 POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
 LICITACION PUBLICA

FECHA DE INICIO:
 01 DE NOVIEMBRE DE 2016
 FECHA DE TERMINACION:
 28 DE FEBRERO DE 2017

FECHA DE APERTURA:
 13 DE OCTUBRE DE 2016
 PLAZO DE EJECUCION:
 120 DIAS NATURALES

OBRA A REALIZAR:
 DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO
 ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y
 MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.

CATALOGO DE CONCEPTOS

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
A-02	HIDROSTATICA, ASI COMO TAPONES EN LOS EXTREMOS. DE 75 MM (3") DE DIAMETRO, RD-32.5 NOTA: EL CONTRATISTA DEBERA SEGUIR LAS PENDIENTES DE PLANTILLA DE PROYECTO, LA CUAL DA PROFUNDIDADES VARIABLES, ESTO CON EL FIN DE EVITAR "TRANSITORIOS HIDRAULICOS NO CONTEMPLADOS". SUMINISTRO, INSTALACION, JUNTEO Y PRUEBA HIDROSTATICA DE TUBERIA DE ML PVC HIDRAULICO, INCLUYE: SUMINISTRO DE TUBERIAS, ACARREOS, CARGA, MANIOBRAS PARA DISTRIBUIRLO A LO LARGO DE LA ZANJA, BAJADO, ACOPLAMIENTO DE ATRAQUES, EQUIPO Y SUMINISTRO DE AGUA PARA PRUEBA HIDROSTATICA, ASI COMO TAPONES EN LOS EXTREMOS. DE 300 MM (12") DE DIAMETRO, RD-21 NOTA: EL CONTRATISTA DEBERA SEGUIR LAS PENDIENTES DE PLANTILLA DE PROYECTO, LA CUAL DA PROFUNDIDADES VARIABLES, ESTO CON EL FIN DE EVITAR "TRANSITORIOS HIDRAULICOS NO CONTEMPLADOS".	ML	750.68	\$1,000.62	\$751,145.42
A-03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MATERIALES PARA TOMA DOMICILIARIA, PZA INCLUYE; ABRAZADERA DE 3"X1/2", MANGUERA, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.	PZA	10.00	\$2,563.76	\$25,637.60
P-02	RETIRO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION A UNA DISTANCIA DE 5 M3 KM, INCLUYE:CARGA Y ACARREO.	M3	1,187.26	\$84.98	\$100,893.35
Total de AGUA					\$1'568,455.98
Total de REHABILITACION DE AGUA POTABLE					\$1'568,455.98
REHABILITACION DE ALCANTARILLADO SANITARIO					
1.1	TRAZO Y NIVELACION CON LA FINALIDAD DE EFECTUAR TRABAJOS DE ML ALCANTARILLADO SANITARIO, ESTABLECIENDO BANCOS DE NIVEL A UN MAXIMO DE 300 MTS. ENTRE BANCO Y BANCO.	ML	609.13	\$8.69	\$5,293.34
1.2	EXCAVACION A MAQUINA EN MATERIAL TIPO COMUN SECO EN ZONA "B" DE 0.00 M3 A 3.00 MTS DE PROFUNDIDAD	M3	730.96	\$49.57	\$36,233.69
1.6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANTILLA CON ESPESOR DE PROYECTO, CON M3	M3	36.55	\$510.66	\$18,664.62

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
 PROPIETARIO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERIA CULIACAN
 POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
 LICITACION PUBLICA

FECHA DE INICIO:
 01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACION:
 28 DE FEBRERO DE 2017

FECHA DE APERTURA:
 13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCION:
 120 DIAS NATURALES

OBRA A REALIZAR:
DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO
ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y
MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.

CATALOGO DE CONCEPTOS					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
1.7	MATERIAL GRAVA-ARENA DE BANCO INCLUYE: MATERIAL DE BANCO. RELLENO ACOSTILLADO CON ARENA EN EXCAVACIONES CON PRESENCIA DE M3 AGUA, INCLUYE MATERIAL DE BANCO, CON ESPESOR DE PROYECTO.	M3	162.98	\$510.66	\$83,227.37
1.31	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE BANCO, INCLUYE; SUMINISTRO DE M3 MATERIAL PUESTO EN OBRA, AGUA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.	M3	511.67	\$459.00	\$234,856.53
AL-01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC PARA ALCANTARILLADO DE ML AGUAS NEGRAS, INCLUYE: SUMINISTRO DE TUBERIAS, CARGA, DESCARGA, MANIOBRAS LOCALES, BAJADO, TENDIDO, NIVELADO, JUNTEADO HERMETICO, PRUEBA HIDROSTATICA, SEGUN NORMA NOM-001-CNA-1995 O VIGENTE, CON TODOS LOS MATERIALES Y HERRAMIENTA PARA LA PRUEBA DE CAMPO DE 200 MM (8"), SERIE 20 NORMA DE FABRICACION NMX-E-215/f-2003 O VIGENTE.	ML	609.13	\$220.16	\$134,106.06
AL-02	SUMINISTRO DE MATERIALES Y CONSTRUCCION DE POZO DE VISITA A BASE DE PZA TABIQUE RECOCIDO, JUNTEADO CON MORTERO CEM-ARENA 1:3, ACABADO INTERIOR PULIDO CON CEMENTO ARENA 1:3 CON LLANA METALICA, MEDIA CAÑA, INCLUYE: ESCALONES DE VARILLA DE 1" DE DIAM; MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, PROFUNDIDAD DE 2.00 MTS	PZA	18.00	\$8,266.96	\$148,805.28
3.3	SUMINISTRO DE BROCAL Y TAPA DE ACERO PARA POZO DE VISITA.	PZA	18.00	\$5,245.47	\$94,418.46
AL-03	DESCARGA DOMICILIARIAS DE 6.00 M DE LONGITUD, CON TUBERIA Y PIEZAS ESPECIALES DE PVC PARA ALCANTARILLADO DE AGUAS NEGRAS DE 150 MM (6") SISTEMA METRICO SERIE 20 NORMA DE FABRICACION NMX-E-215/2-1999 RESPECTIVAMENTE O VIGENTE INCLUYE: SUMINISTRO DE TUBERIAS, YEE, CODO Y MANO DE OBRA, CARGA, DESCARGA, MANIOBRAS LOCALES, BAJADO, TENDIDO, NIVELADO, JUNTEADO HERMETICO, PRUEBA HIDROSTATICA, SEGUN NORMA NOM-001-CNA-1995 O VIGENTE, CON TODOS LOS MATERIALES Y HERRAMIENTA PARA LA PRUEBA DE CAMPO NO INCLUYE DERECHOS DE CONEXION.	PZA	10.00	\$3,534.72	\$35,347.20
AL-04	REGISTRO PARA AGUA NEGRAS DE 40 X 80 CMS Y 1.00 DE ALTURA DE TABIQUE PZA ROJO RECOCIDO 7X14X28 CMS, JUNTEADO CON MEZCLA CEMENTO ARENA 1:5	PZA	10.00	\$2,943.59	\$29,435.90

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
 PROPIETARIO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERIA CULIACAN
 POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
 LICITACION PUBLICA

FECHA DE INICIO:
 01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACION:
 28 DE FEBRERO DE 2017

FECHA DE APERTURA:
 13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCION:
 120 DIAS NATURALES

OBRA A REALIZAR:
DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO
ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y
MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.

CATALOGO DE CONCEPTOS					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
P-02	ACABADO PULIDO EN EL INTERIOR, CONCRETO EN PLANTILLA DE FC= 100 KG/CM2. INCLUYE: MANIOBRAS, EXCAVACION, PLANTILLA, MUROS, APLANADOS, MARCO Y TAPA DE ANGULAR, EQUIPO, HERRAMIENTAS, MATERIALES Y MANO DE OBRA. RETIRO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION A UNA DISTANCIA DE 5 M3 KM, INCLUYE:CARGA Y ACARREO.	M3	730.96	\$84.98	\$62,116.98
Total de REHABILITACION DE ALCANTARILLADO SANITARIO					\$882,505.43
PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO					
P-01	CORTE EN CAJA DEL TERRENO NATURAL DE 20 CMS. CON EQUIPO MECANICO, M3 INCLUYE: MANIOBRAS, EQUIPO, HERRAMIENTAS, CONSUMIBLES, ACAMELLONAMIENTO DEL MATERIAL Y MANO DE OBRA.	M3	1,402.36	\$27.54	\$38,620.99
P-02	RETIRO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION A UNA DISTANCIA DE 5 M3 KM, INCLUYE:CARGA Y ACARREO.	M3	1,402.36	\$84.98	\$119,172.55
P-03	MEJORAMIENTO DE TERRENO NATURAL, CONFORMACION Y COMPACTACION AL 90% PROCTOR, EN UN ESPESOR MINIMO DE 20 CMS, DEL TERRENO DESPUES DEL CORTE, QUEDANDO EL NIVEL DE PROYECTO PARA RECIBIR SUB-BASE Y BASES; SEGUN SEA EL CASO.	M2	2,157.47	\$22.32	\$48,154.73
P-04	FORMACION DE SUB-BASE COMPACTADA AL 95% DE SU PVSM, INCLUYE: M3 ADQUISICION DE MATERIAL PARA SUB-RASANTE EN BANCO	M3	647.24	\$410.92	\$265,963.86
P-05	FORMACION DE BASE COMPACTADA AL 95% DE SU PVSM, INCLUYE: M3 ADQUISICION DE MATERIAL PARA SUB-RASANTE EN BANCO	M3	431.48	\$462.93	\$199,745.04
P-06	CONSTRUCCION DE LOSAS DE CONCRETO DE 15 CMS. DE ESPESOR, INCLUYE : M3 CONCRETO Fc=250 Kg/cm2, T.M.A. DE 1 1/2", PREMEZCLADO, COLOCACION, VIBRADO, ACABADO ESCOBILLADO, CURACRETO, CONTRAJUNTA C-2, CELOTEX IMPREGNADO DE 1/2" DE ESPESOR, PASAJUNTAS DE VARILLA LISA DE 5/8", CASQUILLO DE POLIDUCTO DE 1", CIMBRADO, DESCIMBRADO Y MANO DE OBRA.	M3	323.62	\$2,716.13	\$878,993.99
Total de PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO					\$1'550,651.16

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
 PROPIETARIO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERIA CULIACAN
POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
LICITACION PUBLICA

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACION:
28 DE FEBRERO DE 2017

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCION:
120 DIAS NATURALES

OBRA A REALIZAR:
DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO
ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y
MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
	CATALOGO DE CONCEPTOS				
	Total de Presupuesto				\$105'475,806.89

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERIA CULIACAN
POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
LICITACION PUBLICA

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:
DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO
ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y
MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.

Presupuesto de Mano de Obra

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES					
DEMOLICIONES					
D-01	CORTE CON DISCO PARA CONCRETO, INCLUYE; AGUA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.	ML	616.42	\$10.87	\$6,700.49
D-02	DEMOLICION DE CONCRETO CON EQUIPO NEUMATICO	M3	323.62	\$22.01	\$7,122.88
D-03	CARGA Y RETIRO PRODUCTO DE LAS DEMOLICIONES (1ER KM)	M3	323.62	\$5.47	\$1,770.20
D-04	RETIRO PRODUCTO DE LAS DEMOLICIONES AL KM SUBSECUENTE	M3-KM	1,618.10	\$1.37	\$2,216.80
Total de DEMOLICIONES					
1.- PRELIMINARES					
1.1	TRAZO Y NIVELACIÓN CON LA FINALIDAD DE EFECTUAR TRABAJOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ESTABLECIENDO BANCOS DE NIVEL A UN MAXIMO DE 300 MTS. ENTRE BANCO Y BANCO.	ML	1,524.80	\$1.11	\$1,692.53
1.2	EXCAVACION A MAQUINA EN MATERIAL TIPO COMUN SECO EN ZONA "B" DE 0.00 A 3.00 MTS DE PROFUNDIDAD	M3	30,877.20	\$5.48	\$169,207.06
1.6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANTILLA CON ESPESOR DE PROYECTO, CON MATERIAL GRAVA-ARENA DE BANCO INCLUYE: MATERIAL DE BANCO.	M3	1,982.24	\$34.10	\$67,594.38
1.7	RELLENO ACOSTILLADO CON ARENA EN EXCAVACIONES CON PRESENCIA DE AGUA, INCLUYE MATERIAL DE BANCO, CON ESPESOR DE PROYECTO.	M3	11,037.36	\$34.10	\$376,373.98
1.10	BOMBEO DE ACHIQUE CON MOTOBOMBA DE 3"ø	HRS	80.00	\$55.13	\$4,410.40
1.11	RETIRO DE MATERIAL EXCEDENTE PRODUCTO DE LA EXCAVACION A UNA DISTANCIA DE 5 KM, INCLUYE:CARGA Y ACARREC.	M3	30,877.20	\$9.84	\$303,831.65
Total de 1.- PRELIMINARES					
					\$923,110.00

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
 FACULTAD DE INGENIERIA CULIACAN
 POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
 LICITACION PUBLICA

FECHA DE INICIO:
 01 DE NOVIEMBRE DE 2016
 FECHA DE TERMINACION:
 28 DE FEBRERO DE 2017

FECHA DE APERTURA:
 13 DE OCTUBRE DE 2016
 PLAZO DE EJECUCION:
 120 DIAS NATURALES

OBRA A REALIZAR:
 DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO
 ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y
 MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.

Presupuesto de Mano de Obra

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
2.-	TUBERIA				
2.1	SUMINISTRO DE TUBERIA PVC SANITARIO PRO-21 DE 60" DE ML DIAMETRO.	ML	4,574.40	\$0.00	\$0.00
2.2	INSTALACION DE TUBERIA PVC SANITARIO PRO-21 DE 60" DE ML DIAMETRO.	ML	4,574.40	\$396.46	\$1'813,566.62
	Total de 2.- TUBERIA				\$1'813,566.62
3.-	OBRAS ACCESORIAS				
3.1	ESTRUCTURA DE 6.50 X 2.00 X 2.00 MTS MEDIADAS INTERIOR A BASE DE MUROS Y LOSAS CONCRETO F'C= 250 KG/CM2 DE 20 CMS DE ESPESOR ARMADA CON VARILLA DE NO. 4 @ 20 CM AMBOS SENTIDOS DOS LECHOS, INCLUYE: CIMBRA, DESCIMBRA, EXCAVACION, RELLENOS, ACARREOS DE MATERIAL DE BANCO, RETIRO DE MATERIAL PRODUCO DE LA EXCAVACION A UN LUGAR DONDE NO CAUSE DAÑOS A TERCEROS, HABILITADO Y ARMADO DE ACERO, COLADO, VIBRADO, CURADO, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.	PZA	14.00	\$26,986.87	\$377,816.18
3.2	SUMINISTRO DE MATERIALES Y CONSTRUCCION DE POZO DE VISITA TIPO ESPECIAL A BASE DE TABIQUE RECOCIDO, JUNTEADO CON MORTERO GEM-ARENA 1:3, ACABADO INTERIOR PULIDO CON CEMENTO ARENA 1:3 CON LLANA METALICA, SOBRE ESTRUCTURA DE CONCRETO, INCLUYE: ESCALONES DE VARILLA DE 1" DE DIAM; MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, PROFUNDIDAD DE 1.00 A 2.50 MTS	PZA	42.00	\$1,782.41	\$74,861.22
3.3	SUMINISTRO DE BROCAL Y TAPA DE ACERO PARA POZO DE VISITA.	PZA	42.00	\$289.71	\$12,167.82
3.4	ESTRUCTURA ENTREDA DE 6.50 X 6.00 X 2.00 MTS MEDIADAS INTERIOR A BASE DE MUROS Y LOSAS CONCRETO F'C= 250 KG/CM2 DE 20 CMS DE ESPESOR ARMADA CON VARILLA DE NO. 4 @ 20 CM	PZA	1.00	\$40,714.22	\$40,714.22

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
 PROPIETARIO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
 FACULTAD DE INGENIERIA CULIACAN
 POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
 LICITACION PUBLICA

FECHA DE INICIO:
 01 DE NOVIEMBRE DE 2016
 FECHA DE TERMINACION:
 28 DE FEBRERO DE 2017

FECHA DE APERTURA:
 13 DE OCTUBRE DE 2016
 PLAZO DE EJECUCION:
 120 DIAS NATURALES

OBRA A REALIZAR:
 DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO
 ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y
 MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.

Presupuesto de Mano de Obra

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
3.5	AMBOS SENTIDOS DOS LECHOS, INCLUYE; CIMBRA, DESCIMBRA, EXCAVACION, RELLENOS, ACARREOS DE MATERIAL DE BANCO, RETIRO DE MATERIAL PRODUCO DE LA EXCAVACION A UN LUGAR DONDE NO CAUSE DAÑOS A TERCEROS, HABILITADO Y ARMADO DE ACERO, COLADO, VIBRADO, CURADO, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO. ESTRUCTURA SALIDA DE 6.50 X 6.00 X 2.00 MTS MEDIADAS INTERIOR PZA A BASE DE MUROS Y LOSAS CONCRETO F'c= 250 KG/CM2 DE 20 CMS DE ESPESOR ARMADA CON VARILLA DE NO. 4 @ 20 CM AMBOS SENTIDOS DOS LECHOS, INCLUYE; CIMBRA, DESCIMBRA, EXCAVACION, RELLENOS, ACARREOS DE MATERIAL DE BANCO, RETIRO DE MATERIAL PRODUCO DE LA EXCAVACION A UN LUGAR DONDE NO CAUSE DAÑOS A TERCEROS, HABILITADO Y ARMADO DE ACERO, COLADO, VIBRADO, CURADO, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.	PZA	1.00	\$40,714.22	\$40,714.22
Total de 3.- OBRAS ACCESORIAS					\$546,273.66
Total de COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES					\$3'300,760.65
REHABILITACION DE AGUA POTABLE					
AGUA					
1.1	TRAZO Y NIVELACION CON LA FINALIDAD DE EFECTUAR TRABAJOS ML DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ESTABLECIENDO BANCOS DE NIVEL A UN MAXIMO DE 300 MTS. ENTRE BANCO Y BANCO.		1,398.74	\$1.11	\$1,552.60
1.2	EXCAVACION A MAQUINA EN MATERIAL TIPO COMUN SECO EN ZONA M3 "B" DE 0.00 A 3.00 MTS DE PROFUNDIDAD		1,187.26	\$5.48	\$6,506.18
1.6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANTILLA CON ESPESOR DE M3 PROYECTO, CON MATERIAL GRAVA-ARENA DE BANCO INCLUYE: MATERIAL DE BANCO.		98.94	\$34.10	\$3,373.85

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
 PROPIETARIO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERIA CULIACAN
 POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
 LICITACION PUBLICA

FECHA DE INICIO:
 01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACION:
 28 DE FEBRERO DE 2017

FECHA DE APERTURA:
 13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCION:
 120 DIAS NATURALES

OBRA A REALIZAR:
DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO
ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y
MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.

Presupuesto de Mano de Obra

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
1.7	RELLENO ACOSTILLADO CON ARENA EN EXCAVACIONES CON M3 PRESENCIA DE AGUA, INCLUYE MATERIAL DE BANCO, CON ESPESOR DE PROYECTO.	M3	450.20	\$34.10	\$15,351.82
1.31	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE BANCO, INCLUYE: M3 SUMINISTRO DE MATERIAL PUESTO EN OBRA, AGUA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.	M3	582.17	\$65.25	\$37,986.59
A-01	SUMINISTRO, INSTALACION, JUNTEO Y PRUEBA HIDROSTATICA DE ML TUBERIA DE PVC HIDRAULICO, INCLUYE: SUMINISTRO DE TUBERIAS, ACARREOS, CARGA, MANIOBRAS PARA DISTRIBUIRLO A LO LARGO DE LA ZANJA; BAJADO, ACOPLAMIENTO DE ATRAQUES, EQUIPO Y SUMINISTRO DE AGUA PARA PRUEBA HIDROSTATICA, ASI COMO TAPONES EN LOS EXTREMOS. DE 75 MM (3") DE DIAMETRO. RD-32.5 NOTA: EL CONTRATISTA DEBERA SEGUIR LAS PENDIENTES DE PLANTILLA DE PROYECTO, LA CUAL DA PROFUNDIDADES VARIABLES, ESTO CON EL FIN DE EVITAR "TRANSITORIOS HIDRAULICOS NO CONTEMPLADOS".	ML	648.03	\$13.14	\$8,515.11
A-02	SUMINISTRO, INSTALACION, JUNTEO Y PRUEBA HIDROSTATICA DE ML TUBERIA DE PVC HIDRAULICO, INCLUYE: SUMINISTRO DE TUBERIAS, ACARREOS, CARGA, MANIOBRAS PARA DISTRIBUIRLO A LO LARGO DE LA ZANJA; BAJADO, ACOPLAMIENTO DE ATRAQUES, EQUIPO Y SUMINISTRO DE AGUA PARA PRUEBA HIDROSTATICA, ASI COMO TAPONES EN LOS EXTREMOS. DE 300 MM (12") DE DIAMETRO. RD-21 NOTA: EL CONTRATISTA DEBERA SEGUIR LAS PENDIENTES DE PLANTILLA DE PROYECTO, LA CUAL DA PROFUNDIDADES VARIABLES, ESTO CON EL FIN DE EVITAR "TRANSITORIOS HIDRAULICOS NO CONTEMPLADOS".	ML	750.68	\$21.41	\$16,072.06
A-03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MATERIALES PARA TOMA PZA DOMICILIARIA, INCLUYE: ABRAZADERA DE 3"X1/2", MANGUERA, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.	PZA	10.00	\$413.63	\$4,136.30

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
 PROPIETARIO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERIA CULIACAN
 POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
 LICITACION PUBLICA

FECHA DE INICIO:
 01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACION:
 28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:
DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO
ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y
MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.

FECHA DE APERTURA:
 13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCION:
 120 DIAS NATURALES

Presupuesto de Mano de Obra					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
P-02	RETIRO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION A UNA M3 DISTANCIA DE 5 KM, INCLUYE:CARGA Y ACARREO.	M3	1,187.26	\$9.84	\$11,682.64
Total de AGUA					\$105,177.15
Total de REHABILITACION DE AGUA POTABLE					\$105,177.15
REHABILITACION DE ALCANTARILLADO SANITARIO					
1.1	TRAZO Y NIVELACION CON LA FINALIDAD DE EFECTUAR TRABAJOS ML DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ESTABLECIENDO BANCOS DE NIVEL A UN MAXIMO DE 300 MTS. ENTRE BANCO Y BANCO.	ML	609.13	\$1.11	\$676.13
1.2	EXCAVACION A MAQUINA EN MATERIAL TIPO COMUN SECO EN ZONA M3 "B" DE 0.00 A 3.00 MTS DE PROFUNDIDAD	M3	730.96	\$5.48	\$4,005.66
1.6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANTILLA CON ESPESOR DE M3 PROYECTO, CON MATERIAL GRAVA-ARENA DE BANCO INCLUYE: MATERIAL DE BANCO.	M3	36.55	\$34.10	\$1,246.36
1.7	RELLENO ACOSTILLADO CON ARENA EN EXCAVACIONES CON M3 PRESENCIA DE AGUA, INCLUYE MATERIAL DE BANCO, CON ESPESOR DE PROYECTO.	M3	162.98	\$34.10	\$5,557.62
1.31	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE BANCO, INCLUYE: M3 SUMINISTRO DE MATERIAL PUESTO EN OBRA, AGUA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.	M3	511.67	\$65.25	\$33,386.47
AL-01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC PARA ML ALCANTARILLADO DE AGUAS NEGRAS, INCLUYE: SUMINISTRO DE TUBERIAS, CARGA, DESCARGA, MANIOBRAS LOCALES, BAJADO, TENDIDO, NIVELADO, JUNTEADO HERMETICO, PRUEBA HIDROSTATICA, SEGUN NORMA NOM-001-CNA-1995 O VIGENTE, CON TODOS LOS MATERIALES Y HERRAMIENTA PARA LA PRUEBA DE CAMPO DE 200 MM (8"), SERIE 20 NORMA DE FABRICACION NMX-E-	ML	609.13	\$17.27	\$10,519.68

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
 PROPIETARIO

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERIA CULIACAN
POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
LICITACION PUBLICA

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:
DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO
ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y
MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.

Presupuesto de Mano de Obra

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
215/f-2003 O VIGENTE.					
AL-02	SUMINISTRO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA A BASE DE TABIQUE RECOCIDO, JUNTEADO CON MORTERO CEM-ARENA 1:3, ACABADO INTERIOR PULIDO CON CEMENTO ARENA 1:3 CON LLANA METALICA, MEDIA CAÑA, INCLUYE: ESCALONES DE VARILLA DE 1" DE DIAM; MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, PROFUNDIDAD DE 2.00 MTS	PZA	18.00	\$1,867.68	\$33,618.24
3.3	SUMINISTRO DE BROCAL Y TAPA DE ACERO PARA POZO DE VISITA.	PZA	18.00	\$289.71	\$5,214.78
AL-03	DESCARGA DOMICILIARIAS DE 6.00 M DE LONGITUD, CON TUBERIA Y PIEZAS ESPECIALES DE PVC PARA ALCANTARILLADO DE AGUAS NEGRAS DE 150 MM (6") SISTEMA METRICO SERIE 20 NORMA DE FABRICACION NMX-E-215/2-1999 RESPECTIVAMENTE O VIGENTE INCLUYE: SUMINISTRO DE TUBERIAS, YEE, CODO Y MANO DE OBRA, CARGA, DESCARGA, MANIOBRAS LOCALES, BAJADO, TENDIDO, NIVELADO, JUNTEADO HERMETICO, PRUEBA HIDROSTATICA, SEGUN NORMA NOM-001-CNA-1995 O VIGENTE, CON TODOS LOS MATERIALES Y HERRAMIENTA PARA LA PRUEBA DE CAMPO NO INCLUYE DERECHOS DE CONEXION.	PZA	10.00	\$174.94	\$1,749.40
AL-04	REGISTRO PARA AGUA NEGRAS DE 40 X 80 CMS Y 1.00 DE ALTURA DE TABIQUE ROJO RECOCIDO 7X14X28 CMS, JUNTEADO CON MEZCLA CEMENTO ARENA 1:5 ACABADO PULIDO EN EL INTERIOR, CONCRETO EN PLANTILLA DE FC= 100 KG/GM2, INCLUYE: MANIOBRAS, EXCAVACION, PLANTILLA, MUROS, APLANADOS, MARCO Y TAPA DE ANGULAR, EQUIPO, HERRAMIENTAS, MATERIALES Y MANO DE OBRA.	PZA	10.00	\$710.08	\$7,100.80
P-02	RETIRO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION A UNA M3 DISTANCIA DE 5 KM, INCLUYE:CARGA Y ACARREO.	M3	730.96	\$9.84	\$7,192.65
Total de REHABILITACION DE ALCANTARILLADO SANITARIO					\$110,267.79

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
 FACULTAD DE INGENIERIA CULIACAN
 POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL
 LICITACION PUBLICA

FECHA DE INICIO:
 01 DE NOVIEMBRE DE 2016
 FECHA DE TERMINACION:
 28 DE FEBRERO DE 2017

FECHA DE APERTURA:
 13 DE OCTUBRE DE 2016
 PLAZO DE EJECUCION:
 120 DIAS NATURALES

OBRA A REALIZAR:
 DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO
 ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y
 MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACAN, ESTADO DE SINALOA.

Presupuesto de Mano de Obra

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO					
P-01	CORTE EN CAJA DEL TERRENO NATURAL DE 20 CMS. CON EQUIPO M3 MECANICO, INCLUYE: MANIOBRAS, EQUIPO, HERRAMIENTAS, CONSUMIBLES, ACAMELLONAMIENTO DEL MATERIAL Y MANO DE OBRA.		1,402.36	\$1.94	\$2,720.58
P-02	RETIRO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION A UNA M3 DISTANCIA DE 5 KM, INCLUYE:CARGA Y ACARREO.		1,402.36	\$9.84	\$13,799.22
P-03	MEJORAMIENTO DE TERRENO NATURAL, CONFORMACION Y M2 COMPACTACION AL 90% PROCTOR, EN UN ESPESOR MINIMO DE 20 CMS, DEL TERRENO DESPUES DEL CORTE, QUEDANDO EL NIVEL DE PROYECTO PARA RECIBIR SUB-BASE Y BASES, SEGUN SEA EL CASO.		2,157.47	\$2.14	\$4,616.99
P-04	FORMACION DE SUB-BASE COMPACTADA AL 95% DE SU PVSM, M3 INCLUYE: ADQUISICION DE MATERIAL PARA SUB-RASANTE EN BANCO		647.24	\$24.88	\$16,103.33
P-05	FORMACION DE BASE COMPACTADA AL 95% DE SU PVSM, INCLUYE: M3 ADQUISICION DE MATERIAL PARA SUB-RASANTE EN BANCO		431.48	\$24.88	\$10,735.22
P-06	CONSTRUCCION DE LOSAS DE CONCRETO DE 15 CMS. DE ESPESOR, M3 INCLUYE : CONCRETO Fc=250 Kg/cm2, T.M.A. DE 1 1/2", PREMEZCLADO, COLOCACION, VIBRADO, ACABADO ESCOBILLADO, CURACRETO, CONTRAJUNTA C-2, CELOTEX IMPREGNADO DE 1/2" DE ESPESOR, PASAJUNTAS DE VARILLA LISA DE 5/8", CASQUILLO DE POLIDUCTO DE 1", CIMBRADO, DESCIMBRADO Y MANO DE OBRA.		323.62	\$300.20	\$97,150.72
Total de PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO					\$145,126.06
Total de Presupuesto					\$3'661,331.65

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
 PROPIETARIO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN**

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

**POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
LICITACIÓN PÚBLICA**

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:

DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.

ANÁLISIS, CÁLCULO E INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

Descripción

Clave: AEQ-03
CORTADORA DE PISO PARA CONCRETO Y ASFALTO MOD. HQS500A, JOPER SUPER DE 14" CIPSA, MOTOR HONDA DE 13 HP MCA. TARGET / CON MOTOR P/AGUA 3500 Unidad : Hora

Datos Generales

Vad = Valor de adquisición =	32500.00 \$	Pnom = Potencia nominal =	13.00000 hp
Pn = Valor de llantas =	0.00 \$	Tipo de combustible:	Gasolina
Pa = Valor de piezas especiales =	3500.00 \$	Pc = Precio del combustible =	12.05 \$ litro
Vm = Valor neto = Vad-Pn-Pa =	29000.00 \$		
r = Factor de rescate =	0.10000		
Vr = Valor de rescate = Vm*r =	2900.00 \$		
i = Tasa de interés =	13.3600 % anual		
s = Prima de seguros =	3.0000 % anual	Pac = Precio del aceite =	68.25 \$ litro
Ko = Factor de mantenimiento =	1.20000	Vn = Vida económica de llantas =	0.00 hrs
Ve = Vida económica =	2000.00 hrs		
Va = Vida económica de piezas especiales =	50.00 hrs	Gh = Cantidad de combustible =	1.92000 lts/hr
Hea = Tiempo trabajado por año =	1000.00 hrs	Ah = Cantidad de aceite =	0.06400 lts/hr
K = Coeficiente de almacenaje =	0.60000		

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Depreciación:	$D = (Vm - Vr) / Ve =$	$(29000.00 - 2900.00) / 2000.00 =$	13.05
Inversión:	$Im = [(Vm + Vr) / 2Hea]i =$	$[(29000.00 + 2900.00) / 2 * 1000.00] * 0.133600 =$	2.13
Seguros:	$Sm = [(Vm + Vr) / 2Hea]s =$	$[(29000.00 + 2900.00) / 2 * 1000.00] * 0.030000 =$	0.48
Mantenimiento:	$Mn = Ko * D =$	$1.20000 * 13.05 =$	15.66
Almacenamiento:	$A = K * D =$	$0.60000 * 13.05 =$	7.83
		Total de Cargos Fijos	39.15
Consumos			
COMBUSTIBLES	$Co = Gh * Pc =$	$1.92000 * 12.05 =$	23.14
LUBRICANTES	$Lb = Ah * Pac =$	$0.06400 * 68.25 =$	4.37
PIEZAS ESPECIALES	$Ae = Pa / Va =$	$3500.00 / 50.00 =$	70.00
		Total de Consumos	97.51
Operación			
	$Sn =$ Salario tabulado = \$287.83		
	$Fsr =$ Factor de salario real = 1.00000		
	$Sr =$ Salario real de operación = $Sn * Fsr =$ \$287.83		
	$Ht =$ Horas efectivas por turno de trabajo = 8.00		
CUADRILLA 80	$Po = Sr / Ht =$	$287.83 / 8.00 =$	35.98

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN**

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

**POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
LICITACIÓN PÚBLICA**

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:

DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.

ANÁLISIS, CÁLCULO E INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

Descripción

Clave: AEQ-04
REGLA VIBRATORIA, AE12 (Truss Screed), PARA Unidad : Hora
PISO HASTA 3.10 M (10ft) , MOTOR HONDA 8 HP

Datos Generales

Vad = Valor de adquisición =	120000.00 \$	Pnom = Potencia nominal =	8.00000 hp
Pn = Valor de llantas =	0.00 \$	Tipo de combustible:	Gasolina
Pa = Valor de piezas especiales =	0.00 \$	Pc = Precio del combustible =	12.05 \$ litro
Vm = Valor neto = Vad-Pn-Pa =	120000.00 \$		
r = Factor de rescate =	0.10000		
Vr = Valor de rescate = Vm*r =	12000.00 \$		
i = Tasa de interés =	13.3600 % anual		
s = Prima de seguros =	3.0000 % anual	Pac = Precio del aceite =	68.25 \$ litro
Ko = Factor de mantenimiento =	0.75000	Vn = Vida económica de llantas =	0.00 hrs
Ve = Vida económica =	5200.00 hrs		
Va = Vida económica de piezas especiales =	0.00 hrs	Gh = Cantidad de combustible =	1.92000 lts/hr
Hea = Tiempo trabajado por año =	1000.00 hrs	Ah = Cantidad de aceite =	0.04400 lts/hr
K = Coeficiente de almacenaje =	0.30000		

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Depreciación:	$D = (Vm - Vr) / Ve =$	$(120000.00 - 12000.00) / 5200.00 =$	20.77
Inversión:	$Im = [(Vm + Vr) / 2Hea]i =$	$[(120000.00 + 12000.00) / 2 * 1000.00] * 0.133600 =$	8.82
Seguros:	$Sm = [(Vm + Vr) / 2Hea]s =$	$[(120000.00 + 12000.00) / 2 * 1000.00] * 0.030000 =$	1.98
Mantenimiento:	$Mn = Ko * D =$	$0.75000 * 20.77 =$	15.58
Almacenamiento:	$A = K * D =$	$0.30000 * 20.77 =$	6.23
		Total de Cargos Fijos	53.38
Consumos			
COMBUSTIBLES	$Co = Gh * Pc =$	$1.92000 * 12.05 =$	23.14
LUBRICANTES	$Lb = Ah * Pac =$	$0.04400 * 68.25 =$	3.00
		Total de Consumos	26.14
Operación			
	$Sn =$ Salario tabulado = \$613.32		
	$Fsr =$ Factor de salario real = 1.00000		
	$Sr =$ Salario real de operación = $Sn * Fsr =$ \$613.32		
	$Ht =$ Horas efectivas por turno de trabajo = 8.00		
CUADRILLA 12	$Po = Sr / Ht =$	$613.32 / 8.00 =$	76.67
		Total de Operación	76.67
		Costo Horario	156.19

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN**

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

**POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
LICITACIÓN PÚBLICA**

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:

DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.

ANÁLISIS, CÁLCULO E INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

Descripción

Clave: AEQ-11
APISONADOR BAILARINA WACKER NEUSON MOD. BS604S, MOTOR DE GASOLINA 4 TIEMPOS, DE 5 HP Unidad : Hora

Datos Generales

Vad = Valor de adquisición =	45000.00 \$	Pnom = Potencia nominal =	8.00000 hp
Pn = Valor de llantas =	0.00 \$	Tipo de combustible:	Gasolina
Pa = Valor de piezas especiales =	0.00 \$	Pc = Precio del combustible =	12.05 \$ litro
Vm = Valor neto = Vad-Pn-Pa =	45000.00 \$		
r = Factor de rescate =	0.10000		
Vr = Valor de rescate = Vm*r =	4500.00 \$		
i = Tasa de interés =	13.3600 % anual		
s = Prima de seguros =	3.0000 % anual	Pac = Precio del aceite =	45.00 \$ litro
Ko = Factor de mantenimiento =	0.80000	Vn = Vida económica de llantas =	0.00 hrs
Ve = Vida económica =	2400.00 hrs		
Va = Vida económica de piezas especiales =	0.00 hrs	Gh = Cantidad de combustible =	0.70000 lts/hr
Hea = Tiempo trabajado por año =	1200.00 hrs	Ah = Cantidad de aceite =	0.22000 lts/hr
K = Coeficiente de almacenaje =	0.60000		

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Depreciación:	$D = (Vm - Vr) / Ve =$	$(45000.00 - 4500.00) / 2400.00 =$	16.88
Inversión:	$Im = [(Vm + Vr) / 2Hea] i =$	$[(45000.00 + 4500.00) / 2 * 1200.00] 0.133600 =$	2.76
Seguros:	$Sm = [(Vm + Vr) / 2Hea] s =$	$[(45000.00 + 4500.00) / 2 * 1200.00] 0.030000 =$	0.62
Mantenimiento:	$Mn = Ko * D =$	$0.80000 * 16.88 =$	13.50
Almacenamiento:	$A = K * D =$	$0.60000 * 16.88 =$	10.13
		Total de Cargos Fijos	43.89
Consumos			
COMBUSTIBLES	$Co = Gh * Pc =$	$0.70000 * 12.05 =$	8.44
LUBRICANTES	$Lb = Ah * Pac =$	$0.22000 * 45.00 =$	9.90
		Total de Consumos	18.34
Operación			
	$Sn =$ Salario tabulado = \$287.83		
	$Fsr =$ Factor de salario real = 1.00000		
	$Sr =$ Salario real de operación = $Sn * Fsr =$ \$287.83		
	$Ht =$ Horas efectivas por turno de trabajo = 8.00		
CUADRILLA 80	$Po = Sr / Ht =$	$287.83 / 8.00 =$	35.98
		Total de Operación	35.98
		Costo Horario	98.21

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN**

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

**POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
LICITACIÓN PÚBLICA**

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:

DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.

ANÁLISIS, CÁLCULO E INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

Descripción

Clave: AEQ-22
SOLDADORA RANGER 305-G, TIPO GENERADOR
CON MOTOR KOHLER GASOLINA P/180
Unidad : Hora

Datos Generales

Vad = Valor de adquisición =	185000.00 \$	Pnom = Potencia nominal =	8.00000 hp
Pn = Valor de llantas =	0.00 \$	Tipo de combustible:	Gasolina
Pa = Valor de piezas especiales =	0.00 \$	Pc = Precio del combustible =	12.05 \$ litro
Vm = Valor neto = Vad-Pn-Pa =	185000.00 \$		
r = Factor de rescate =	0.20000		
Vr = Valor de rescate = Vm*r =	37000.00 \$		
i = Tasa de interés =	13.3600 % anual		
s = Prima de seguros =	3.0000 % anual	Pac = Precio del aceite =	68.25 \$ litro
Ko = Factor de mantenimiento =	0.90000	Vn = Vida económica de llantas =	0.00 hrs
Ve = Vida económica =	6000.00 hrs		
Va = Vida económica de piezas especiales =	0.00 hrs	Gh = Cantidad de combustible =	3.02000 lts/hr
Hea = Tiempo trabajado por año =	900.00 hrs	Ah = Cantidad de aceite =	0.10000 lts/hr
K = Coeficiente de almacenaje =	0.70000		

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Depreciación:	$D = (Vm - Vr) / Ve =$	$(185000.00 - 37000.00) / 6000.00 =$	24.67
Inversión:	$Im = [(Vm + Vr) / 2Hea]i =$	$[(185000.00 + 37000.00) / 2 * 900.00] * 0.133600 =$	16.48
Seguros:	$Sm = [(Vm + Vr) / 2Hea]s =$	$[(185000.00 + 37000.00) / 2 * 900.00] * 0.030000 =$	3.70
Mantenimiento:	$Mn = Ko * D =$	$0.90000 * 24.67 =$	22.20
Almacenamiento:	$A = K * D =$	$0.70000 * 24.67 =$	17.27
		Total de Cargos Fijos	84.32
Consumos			
COMBUSTIBLES	$Co = Gh * Pc =$	$3.02000 * 12.05 =$	36.39
LUBRICANTES	$Lb = Ah * Pac =$	$0.10000 * 68.25 =$	6.83
		Total de Consumos	43.22
Operación			
	$Sn =$ Salario tabulado = \$287.83		
	$Fsr =$ Factor de salario real = 1.00000		
	$Sr =$ Salario real de operación = $Sn * Fsr =$ \$287.83		
	$Ht =$ Horas efectivas por turno de trabajo = 8.00		
CUADRILLA 80	$Po = Sr / Ht =$	$287.83 / 8.00 =$	35.98
		Total de Operación	35.98
		Costo Horario	163.52

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN**

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

**POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
LICITACIÓN PÚBLICA**

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:

DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.

ANÁLISIS, CÁLCULO E INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

Descripción

Clave: AMAQ-102
TRACTOR SOBRE ORUGAS CAT D-6R 165 HP, Unidad : Hora
18,000 KG, MOTOR CAT C9 ACERT

Datos Generales

Vad = Valor de adquisición =	3800000.00 \$	Pnom = Potencia nominal =	165.00000 hp
Pn = Valor de llantas =	0.00 \$	Tipo de combustible:	Diesel
Pa = Valor de piezas especiales =	0.00 \$	Pc = Precio del combustible =	12.46 \$ litro
Vm = Valor neto = Vad-Pn-Pa =	3800000.00 \$		
r = Factor de rescate =	0.10000		
Vr = Valor de rescate = Vm*r =	380000.00 \$		
i = Tasa de interés =	13.3600 % anual		
s = Prima de seguros =	4.0000 % anual	Pac = Precio del aceite =	68.25 \$ litro
Ko = Factor de mantenimiento =	0.50000	Vn = Vida económica de llantas =	0.00 hrs
Ve = Vida económica =	10000.00 hrs		
Va = Vida económica de piezas especiales =	0.00 hrs	Gh = Cantidad de combustible =	18.73575 lts/hr
Hea = Tiempo trabajado por año =	2000.00 hrs	Ah = Cantidad de aceite =	0.33750 lts/hr

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Depreciación:	$D = (Vm - Vr) / Ve =$	$(3800000.00 - 380000.00) / 10000.00 =$	342.00
Inversión:	$Im = [(Vm + Vr) / 2Hea]i =$	$[(3800000.00 + 380000.00) / 2 * 2000.00] * 0.133600 =$	139.61
Seguros:	$Sm = [(Vm + Vr) / 2Hea]s =$	$[(3800000.00 + 380000.00) / 2 * 2000.00] * 0.040000 =$	41.80
Mantenimiento:	$Mn = Ko * D =$	$0.50000 * 342.00 =$	171.00
		Total de Cargos Fijos	694.41
Consumos			
COMBUSTIBLES	$Co = Gh * Pc =$	$18.73575 * 12.46 =$	233.45
LUBRICANTES	$Lb = Ah * Pac =$	$0.33750 * 68.25 =$	23.03
		Total de Consumos	256.48
Operación			
	$Sn =$ Salario tabulado = \$871.01		
	$Fsr =$ Factor de salario real = 1.00000		
	$Sr =$ Salario real de operación = $Sn * Fsr =$ \$871.01		
	$Ht =$ Horas efectivas por turno de trabajo = 8.00		
CUADRILLA 82	$Po = Sr / Ht =$	$871.01 / 8.00 =$	108.88
		Total de Operación	108.88
		Costo Horario	1,059.77

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN**

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

**POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
LICITACIÓN PÚBLICA**

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:

DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.

ANÁLISIS, CÁLCULO E INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

Descripción

Clave: AMAQ-105
RETROEXCAVADORA CAT 416E DE 78 HP, Brazo Ext. Unidad : Hora
a 5.50 m. Cucharón de 1.25 yd3 (0.96 m3)

Datos Generales

Vad = Valor de adquisición =	1100000.00 \$	Pnom = Potencia nominal =	78.00000 hp
Pn = Valor de llantas =	30000.00 \$	Tipo de combustible:	Diesel
Pa = Valor de piezas especiales =	0.00 \$	Pc = Precio del combustible =	12.46 \$ litro
Vm = Valor neto = Vad-Pn-Pa =	1070000.00 \$		
r = Factor de rescate =	0.20000		
Vr = Valor de rescate = Vm*r =	214000.00 \$		
i = Tasa de interés =	13.3600 % anual		
s = Prima de seguros =	3.0000 % anual	Pac = Precio del aceite =	68.25 \$ litro
Ko = Factor de mantenimiento =	0.20000	Vn = Vida económica de llantas =	2000.00 hrs
Ve = Vida económica =	12800.00 hrs		
Va = Vida económica de piezas especiales =	0.00 hrs	Gh = Cantidad de combustible =	7.20000 lts/hr
Hea = Tiempo trabajado por año =	1600.00 hrs	Ah = Cantidad de aceite =	0.06000 lts/hr

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Depreciación:	$D = (Vm - Vr) / Ve =$	$(1070000.00 - 214000.00) / 12800.00 =$	66.88
Inversión:	$Im = [(Vm + Vr) / 2Hea]i =$	$[(1070000.00 + 214000.00) / 2 * 1600.00] * 0.133600 =$	53.61
Seguros:	$Sm = [(Vm + Vr) / 2Hea]s =$	$[(1070000.00 + 214000.00) / 2 * 1600.00] * 0.030000 =$	12.04
Mantenimiento:	$Mn = Ko * D =$	$0.20000 * 66.88 =$	13.38
Total de Cargos Fijos			145.91
Consumos			
COMBUSTIBLES	$Co = Gh * Pc =$	$7.20000 * 12.46 =$	89.71
LUBRICANTES	$Lb = Ah * Pac =$	$0.06000 * 68.25 =$	4.10
LLANTAS	$N = Pn / Vn =$	$30000.00 / 2000.00 =$	15.00
LLANTAS-106			7.00
Total de Consumos			115.81
Operación			
	$Sn =$ Salario tabulado = \$359.20		
	$Fsr =$ Factor de salario real = 1.00000		
	$Sr =$ Salario real de operación = $Sn * Fsr =$ \$359.20		
	$Ht =$ Horas efectivas por turno de trabajo = 8.00		
CUADRILLA 81	$Po = Sr / Ht =$	$359.20 / 8.00 =$	44.90
Total de Operación			44.90
Costo Horario			306.62

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN**

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

**POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
LICITACIÓN PÚBLICA**

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:

DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.

ANÁLISIS, CÁLCULO E INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

Descripción

Clave: AMAQ-106
RETROEXCAVADORA CAT 416E DE 78 HP, CON Unidad : Hora
MARTILLO HIDRÁULICO CAT H65E (720-170 Gp/Min)

Datos Generales

Vad = Valor de adquisición =	1700000.00 \$	Pnom = Potencia nominal =	78.00000 hp
Pn = Valor de llantas =	30000.00 \$	Tipo de combustible:	Diesel
Pa = Valor de piezas especiales =	0.00 \$	Pc = Precio del combustible =	12.46 \$ litro
Vm = Valor neto = Vad-Pn-Pa =	1670000.00 \$		
r = Factor de rescate =	0.20000		
Vr = Valor de rescate = Vm*r =	334000.00 \$		
i = Tasa de interés =	13.3600 % anual		
s = Prima de seguros =	3.0000 % anual	Pac = Precio del aceite =	68.25 \$ litro
Ko = Factor de mantenimiento =	0.30000	Vn = Vida económica de llantas =	1500.00 hrs
Ve = Vida económica =	9000.00 hrs		
Va = Vida económica de piezas especiales =	0.00 hrs	Gh = Cantidad de combustible =	16.00000 lts/hr
Hea = Tiempo trabajado por año =	900.00 hrs	Ah = Cantidad de aceite =	0.12000 lts/hr

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Depreciación:	$D = (Vm - Vr) / Ve =$	$(1670000.00 - 334000.00) / 9000.00 =$	148.44
Inversión:	$Im = [(Vm + Vr) / 2Hea]i =$	$[(1670000.00 + 334000.00) / 2 * 900.00] * 0.133600 =$	148.74
Seguros:	$Sm = [(Vm + Vr) / 2Hea]s =$	$[(1670000.00 + 334000.00) / 2 * 900.00] * 0.030000 =$	33.40
Mantenimiento:	$Mn = Ko * D =$	$0.30000 * 148.44 =$	44.53
		Total de Cargos Fijos	375.11
Consumos			
COMBUSTIBLES	$Co = Gh * Pc =$	$16.00000 * 12.46 =$	199.36
LUBRICANTES	$Lb = Ah * Pac =$	$0.12000 * 68.25 =$	8.19
LLANTAS	$N = Pn / Vn =$	$30000.00 / 1500.00 =$	20.03
LLANTAS-106			7.00
		Total de Consumos	234.58
Operación			
	$Sn =$ Salario tabulado = \$359.20		
	$Fsr =$ Factor de salario real = 1.00000		
	$Sr =$ Salario real de operación = $Sn * Fsr =$ \$359.20		
	$Ht =$ Horas efectivas por turno de trabajo = 8.00		
CUADRILLA 81	$Po = Sr / Ht =$	$359.20 / 8.00 =$	44.90
		Total de Operación	44.90
		Costo Horario	654.59

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN**

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

**POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
LICITACIÓN PÚBLICA**

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:

DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.

ANÁLISIS, CÁLCULO E INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

Descripción

Clave: AMAQ-121
MOTONIVELADORA (MOTONIVELADORA) CAT 120M, Unidad : Hora
DE 138 hp (vertedera de 3.70 m)

Datos Generales

Vad = Valor de adquisición =	2450000.00 \$	Pnom = Potencia nominal =	125.00000 hp
Pn = Valor de llantas =	45000.00 \$	Tipo de combustible:	Diesel
Pa = Valor de piezas especiales =	0.00 \$	Pc = Precio del combustible =	12.46 \$ litro
Vm = Valor neto = Vad-Pn-Pa =	2405000.00 \$		
r = Factor de rescate =	0.20000		
Vr = Valor de rescate = Vm*r =	481000.00 \$		
i = Tasa de interés =	13.3600 % anual		
s = Prima de seguros =	3.0000 % anual	Pac = Precio del aceite =	68.25 \$ litro
Ko = Factor de mantenimiento =	0.75000	Vn = Vida económica de llantas =	2000.00 hrs
Ve = Vida económica =	12000.00 hrs		
Va = Vida económica de piezas especiales =	0.00 hrs	Gh = Cantidad de combustible =	13.00000 lts/hr
Hea = Tiempo trabajado por año =	1500.00 hrs	Ah = Cantidad de aceite =	0.20700 lts/hr

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Depreciación:	$D = (Vm - Vr) / Ve =$	$(2405000.00 - 481000.00) / 12000.00 =$	160.33
Inversión:	$Im = [(Vm + Vr) / 2Hea]i =$	$[(2405000.00 + 481000.00) / 2 * 1500.00] * 0.133600 =$	128.52
Seguros:	$Sm = [(Vm + Vr) / 2Hea]s =$	$[(2405000.00 + 481000.00) / 2 * 1500.00] * 0.030000 =$	28.86
Mantenimiento:	$Mn = Ko * D =$	$0.75000 * 160.33 =$	120.25
		Total de Cargos Fijos	437.96
Consumos			
COMBUSTIBLES	$Co = Gh * Pc =$	$13.00000 * 12.46 =$	161.98
LUBRICANTES	$Lb = Ah * Pac =$	$0.20700 * 68.25 =$	14.13
LLANTAS	$N = Pn / Vn =$	$45000.00 / 2000.00 =$	22.50
		Total de Consumos	198.61
Operación			
	$Sn =$ Salario tabulado = \$871.01		
	$Fsr =$ Factor de salario real = 1.00000		
	$Sr =$ Salario real de operación = $Sn * Fsr =$ \$871.01		
	$Ht =$ Horas efectivas por turno de trabajo = 8.00		
CUADRILLA 82	$Po = Sr / Ht =$	$871.01 / 8.00 =$	108.88
		Total de Operación	108.88
		Costo Horario	745.45

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN**

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

**POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
LICITACIÓN PÚBLICA**

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:

DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.

ANÁLISIS, CÁLCULO E INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

Descripción

Clave: EQ-1357
CAMIONETA PICK-UP 3/4, MOTOR 6 CILINDROS, Unidad : HORA
MARCA FORD

Datos Generales

Vad = Valor de adquisición =	92500.00 \$	Pnom = Potencia nominal =	0.00000 hp
Pn = Valor de llantas =	8400.00 \$	Tipo de combustible:	Gasolina
Pa = Valor de piezas especiales =	0.00 \$	Pc = Precio del combustible =	12.05 \$ litro
Vm = Valor neto = Vad-Pn-Pa =	84100.00 \$		
r = Factor de rescate =	0.20000		
Vr = Valor de rescate = Vm*r =	16820.00 \$		
i = Tasa de interés =	13.3095 % anual		
s = Prima de seguros =	3.5000 % anual	Pac = Precio del aceite =	68.25 \$ litro
Ko = Factor de mantenimiento =	0.70000	Vn = Vida económica de llantas =	3600.00 hrs
Ve = Vida económica =	8000.00 hrs		
Va = Vida económica de piezas especiales =	0.00 hrs	Gh = Cantidad de combustible =	7.68000 lts/hr
Hea = Tiempo trabajado por año =	2000.00 hrs	Ah = Cantidad de aceite =	0.12000 lts/hr

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Depreciación:	$D = (Vm - Vr) / Ve =$	$(84100.00 - 16820.00) / 8000.00 =$	8.41
Inversión:	$Im = [(Vm + Vr) / 2Hea]i =$	$[(84100.00 + 16820.00) / 2 * 2000.00] * 0.133095 =$	3.36
Seguros:	$Sm = [(Vm + Vr) / 2Hea]s =$	$[(84100.00 + 16820.00) / 2 * 2000.00] * 0.035000 =$	0.88
Mantenimiento:	$Mn = Ko * D =$	$0.70000 * 8.41 =$	5.89
		Total de Cargos Fijos	18.54
Consumos			
COMBUSTIBLES	$Co = Gh * Pc =$	$7.68000 * 12.05 =$	92.54
LUBRICANTES	$Lb = Ah * Pac =$	$0.12000 * 68.25 =$	8.19
LLANTAS	$N = Pn / Vn =$	$8400.00 / 3600.00 =$	2.35
		Total de Consumos	103.08
Operación			
	$Sn =$ Salario tabulado = \$170.00		
	$Fsr =$ Factor de salario real = 1.65993		
	$Sr =$ Salario real de operación = $Sn * Fsr =$ \$282.19		
	$Ht =$ Horas efectivas por turno de trabajo = 8.00		
OP-LIG	$Po = Sr / Ht =$	$282.19 / 8.00 =$	35.27
		Total de Operación	35.27
		Costo Horario	156.89

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN**

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

**POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
LICITACIÓN PÚBLICA**

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:

DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.

ANÁLISIS, CÁLCULO E INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

Descripción

Clave: EQ-1954
NIVEL MARCA WILD

Unidad : HORA

Datos Generales

Vad = Valor de adquisición =	40000.00 \$	Pnom = Potencia nominal =	0.00000 hp
Pn = Valor de llantas =	0.00 \$	Tipo de combustible:	
Pa = Valor de piezas especiales =	0.00 \$	Pc = Precio del combustible =	0.00 \$ litro
Vm = Valor neto = Vad-Pn-Pa =	40000.00 \$		
r = Factor de rescate =	0.20000		
Vr = Valor de rescate = Vm*r =	8000.00 \$		
i = Tasa de interés =	13.3095 % anual		
s = Prima de seguros =	3.5000 % anual	Pac = Precio del aceite =	0.00 \$ litro
Ko = Factor de mantenimiento =	0.50000	Vn = Vida económica de llantas =	0.00 hrs
Ve = Vida económica =	8000.00 hrs		
Va = Vida económica de piezas especiales =	0.00 hrs	Gh = Cantidad de combustible =	0.00000 lts/hr
Hea = Tiempo trabajado por año =	1000.00 hrs	Ah = Cantidad de aceite =	0.00000 lts/hr

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Depreciación:	$D = (Vm - Vr) / Ve =$	$(40000.00 - 8000.00) / 8000.00 =$	4.00
Inversión:	$Im = [(Vm + Vr) / 2Hea]i =$	$[(40000.00 + 8000.00) / 2 * 1000.00] * 0.133095 =$	3.19
Seguros:	$Sm = [(Vm + Vr) / 2Hea]s =$	$[(40000.00 + 8000.00) / 2 * 1000.00] * 0.035000 =$	0.84
Mantenimiento:	$Mn = Ko * D =$	$0.50000 * 4.00 =$	2.00
Total de Cargos Fijos			10.03
Costo Horario			10.03

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN**

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016

**POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
LICITACIÓN PÚBLICA**

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016

PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:

DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.

ANÁLISIS, CÁLCULO E INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

Descripción

Clave: EQ-3280
BOMBA PARA PRUEBA HIDROSTATICA

Unidad : HORA

Datos Generales

Vad = Valor de adquisición =	2000.00 \$	Pnom = Potencia nominal =	0.00000 hp
Pn = Valor de llantas =	0.00 \$	Tipo de combustible:	Diesel
Pa = Valor de piezas especiales =	0.00 \$	Pc = Precio del combustible =	0.00 \$ litro
Vm = Valor neto = Vad-Pn-Pa =	2000.00 \$		
r = Factor de rescate =	0.20000		
Vr = Valor de rescate = Vm*r =	400.00 \$		
i = Tasa de interés =	13.3095 % anual		
s = Prima de seguros =	3.5000 % anual	Pac = Precio del aceite =	0.00 \$ litro
Ko = Factor de mantenimiento =	0.20000	Vn = Vida económica de llantas =	4000.00 hrs
Ve = Vida económica =	3200.00 hrs		
Va = Vida económica de piezas especiales =	0.00 hrs	Gh = Cantidad de combustible =	0.00000 lts/hr
Hea = Tiempo trabajado por año =	800.00 hrs	Ah = Cantidad de aceite =	0.00000 lts/hr

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Depreciación:	$D = (Vm - Vr) / Ve =$	$(2000.00 - 400.00) / 3200.00 =$	0.50
Inversión:	$Im = [(Vm + Vr) / 2Hea]i =$	$[(2000.00 + 400.00) / 2 * 800.00] * 0.133095 =$	0.20
Seguros:	$Sm = [(Vm + Vr) / 2Hea]s =$	$[(2000.00 + 400.00) / 2 * 800.00] * 0.035000 =$	0.05
Mantenimiento:	$Mn = Ko * D =$	$0.20000 * 0.50 =$	0.10
		Total de Cargos Fijos	0.85
		Costo Horario	0.85

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN**

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

**POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
LICITACIÓN PÚBLICA**

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:

DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.

ANÁLISIS, CÁLCULO E INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

Descripción

Clave: EQ-4482
REVOLVEDORA DE 1 SACO, MARCA HOPER

Unidad : HORA

Datos Generales

Vad = Valor de adquisición =	12000.00 \$	Pnom = Potencia nominal =	0.00000 hp
Pn = Valor de llantas =	624.75 \$	Tipo de combustible:	Gasolina
Pa = Valor de piezas especiales =	0.00 \$	Pc = Precio del combustible =	12.05 \$ litro
Vm = Valor neto = Vad-Pn-Pa =	11375.25 \$		
r = Factor de rescate =	0.20000		
Vr = Valor de rescate = Vm*r =	2275.05 \$		
i = Tasa de interés =	13.3095 % anual		
s = Prima de seguros =	3.5000 % anual	Pac = Precio del aceite =	68.25 \$ litro
Ko = Factor de mantenimiento =	0.80000	Vn = Vida económica de llantas =	4800.00 hrs
Ve = Vida económica =	2400.00 hrs		
Va = Vida económica de piezas especiales =	0.00 hrs	Gh = Cantidad de combustible =	4.00000 lts/hr
Hea = Tiempo trabajado por año =	800.00 hrs	Ah = Cantidad de aceite =	0.10000 lts/hr

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Depreciación:	$D = (Vm - Vr) / Ve =$	$(11375.25 - 2275.05) / 2400.00 =$	3.79
Inversión:	$Im = [(Vm + Vr) / 2Hea]i =$	$[(11375.25 + 2275.05) / 2 * 800.00] * 0.133095 =$	1.14
Seguros:	$Sm = [(Vm + Vr) / 2Hea]s =$	$[(11375.25 + 2275.05) / 2 * 800.00] * 0.035000 =$	0.30
Mantenimiento:	$Mn = Ko * D =$	$0.80000 * 3.79 =$	3.03
		Total de Cargos Fijos	8.26
Consumos			
COMBUSTIBLES	$Co = Gh * Pc =$	$4.00000 * 12.05 =$	48.20
LUBRICANTES	$Lb = Ah * Pac =$	$0.10000 * 68.25 =$	6.83
LLANTAS	$N = Pn / Vn =$	$624.75 / 4800.00 =$	0.13
		Total de Consumos	55.16
Operación			
	$Sn =$ Salario tabulado = \$160.00		
	$Fsr =$ Factor de salario real = 1.66660		
	$Sr =$ Salario real de operación = $Sn * Fsr =$ \$266.66		
	$Ht =$ Horas efectivas por turno de trabajo = 8.00		
PEON	$Po = Sr / Ht =$	$266.66 / 8.00 =$	33.33
		Total de Operación	33.33
		Costo Horario	96.75

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN**

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

**POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
LICITACIÓN PÚBLICA**

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:

DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.

ANÁLISIS, CÁLCULO E INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

Descripción

Clave: EQ-4502
GRUA HIAB-650A MONTADA SOBRE CAMION 3 TON. Unidad : HORA

Datos Generales

Vad = Valor de adquisición =	150000.00 \$	Pnom = Potencia nominal =	164.00000 hp
Pn = Valor de llantas =	10710.00 \$	Tipo de combustible:	Gasolina
Pa = Valor de piezas especiales =	0.00 \$	Pc = Precio del combustible =	12.05 \$ litro
Vm = Valor neto = Vad-Pn-Pa =	139290.00 \$		
r = Factor de rescate =	0.20000		
Vr = Valor de rescate = Vm*r =	27858.00 \$		
i = Tasa de interés =	13.3095 % anual		
s = Prima de seguros =	3.5000 % anual	Pac = Precio del aceite =	68.25 \$ litro
Ko = Factor de mantenimiento =	0.60000	Vn = Vida económica de llantas =	3600.00 hrs
Ve = Vida económica =	7200.00 hrs		
Va = Vida económica de piezas especiales =	0.00 hrs	Gh = Cantidad de combustible =	7.87150 lts/hr
Hea = Tiempo trabajado por año =	1440.00 hrs	Ah = Cantidad de aceite =	0.12010 lts/hr

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Depreciación:	$D = (Vm - Vr) / Ve =$	$(139290.00 - 27858.00) / 7200.00 =$	15.48
Inversión:	$Im = [(Vm + Vr) / 2Hea]i =$	$[(139290.00 + 27858.00) / 2 * 1440.00] * 0.133095 =$	7.72
Seguros:	$Sm = [(Vm + Vr) / 2Hea]s =$	$[(139290.00 + 27858.00) / 2 * 1440.00] * 0.035000 =$	2.03
Mantenimiento:	$Mn = Ko * D =$	$0.60000 * 15.48 =$	9.29
		Total de Cargos Fijos	34.52
Consumos			
COMBUSTIBLES	$Co = Gh * Pc =$	$7.87150 * 12.05 =$	94.85
LUBRICANTES	$Lb = Ah * Pac =$	$0.12010 * 68.25 =$	8.20
LLANTAS	$N = Pn / Vn =$	$10710.00 / 3600.00 =$	3.00
		Total de Consumos	106.05
Operación			
	$Sn =$ Salario tabulado = \$170.00		
	$Fsr =$ Factor de salario real = 1.65993		
	$Sr =$ Salario real de operación = $Sn * Fsr =$ \$282.19		
	$Ht =$ Horas efectivas por turno de trabajo = 8.00		
OP-LIG	$Po = Sr / Ht =$	$282.19 / 8.00 =$	35.27
		Total de Operación	35.27
		Costo Horario	175.84

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN**

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

**POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
LICITACIÓN PÚBLICA**

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:

DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.

ANÁLISIS, CÁLCULO E INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

Descripción

Clave: EQ-4561
RETROEXCAVADORA CASE 680

Unidad : HORA

Datos Generales

Vad = Valor de adquisición =	858360.00 \$	Pnom = Potencia nominal =	0.00000 hp
Pn = Valor de llantas =	25200.00 \$	Tipo de combustible:	Diesel
Pa = Valor de piezas especiales =	0.00 \$	Pc = Precio del combustible =	12.46 \$ litro
Vm = Valor neto = Vad-Pn-Pa =	833160.00 \$		
r = Factor de rescate =	0.20000		
Vr = Valor de rescate = Vm*r =	166632.00 \$		
i = Tasa de interés =	13.3095 % anual		
s = Prima de seguros =	3.5000 % anual	Pac = Precio del aceite =	68.25 \$ litro
Ko = Factor de mantenimiento =	0.80000	Vn = Vida económica de llantas =	3500.00 hrs
Ve = Vida económica =	17500.00 hrs		
Va = Vida económica de piezas especiales =	0.00 hrs	Gh = Cantidad de combustible =	19.20000 lts/hr
Hea = Tiempo trabajado por año =	2000.00 hrs	Ah = Cantidad de aceite =	0.50600 lts/hr

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Depreciación:	$D = (Vm - Vr) / Ve =$	$(833160.00 - 166632.00) / 17500.00 =$	38.09
Inversión:	$Im = [(Vm + Vr) / 2Hea]i =$	$[(833160.00 + 166632.00) / 2 * 2000.00] * 0.133095 =$	33.27
Seguros:	$Sm = [(Vm + Vr) / 2Hea]s =$	$[(833160.00 + 166632.00) / 2 * 2000.00] * 0.035000 =$	8.75
Mantenimiento:	$Mn = Ko * D =$	$0.80000 * 38.09 =$	30.47
		Total de Cargos Fijos	110.58
Consumos			
COMBUSTIBLES	$Co = Gh * Pc =$	$19.20000 * 12.46 =$	239.23
LUBRICANTES	$Lb = Ah * Pac =$	$0.50600 * 68.25 =$	34.53
LLANTAS	$N = Pn / Vn =$	$25200.00 / 3500.00 =$	7.31
		Total de Consumos	281.07
Operación			
	$Sn =$ Salario tabulado = \$365.00		
	$Fsr =$ Factor de salario real = 1.60895		
	$Sr =$ Salario real de operación = $Sn * Fsr =$ \$587.27		
	$Ht =$ Horas efectivas por turno de trabajo = 8.00		
OP-PES	$Po = Sr / Ht =$	$587.27 / 8.00 =$	73.41
		Total de Operación	73.41
		Costo Horario	465.06

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN**

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

**POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
LICITACIÓN PÚBLICA**

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:

DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.

ANÁLISIS, CÁLCULO E INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

Descripción

Clave: EQ-4577

CAMION DOBLE RODADO 3 TON, MARCA FORD

Unidad : HORA

Datos Generales

Vad = Valor de adquisición =	320678.00 \$	Pnom = Potencia nominal =	0.00000 hp
Pn = Valor de llantas =	10710.00 \$	Tipo de combustible:	Gasolina
Pa = Valor de piezas especiales =	0.00 \$	Pc = Precio del combustible =	12.05 \$ litro
Vm = Valor neto = Vad-Pn-Pa =	309968.00 \$		
r = Factor de rescate =	0.20000		
Vr = Valor de rescate = Vm*r =	61993.60 \$		
i = Tasa de interés =	13.3095 % anual		
s = Prima de seguros =	3.5000 % anual	Pac = Precio del aceite =	68.25 \$ litro
Ko = Factor de mantenimiento =	0.60000	Vn = Vida económica de llantas =	4000.00 hrs
Ve = Vida económica =	16000.00 hrs		
Va = Vida económica de piezas especiales =	0.00 hrs	Gh = Cantidad de combustible =	20.16000 lts/hr
Hea = Tiempo trabajado por año =	2000.00 hrs	Ah = Cantidad de aceite =	0.32400 lts/hr

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Depreciación:	$D = (Vm - Vr) / Ve =$	$(309968.00 - 61993.60) / 16000.00 =$	15.50
Inversión:	$Im = [(Vm + Vr) / 2Hea]i =$	$[(309968.00 + 61993.60) / 2 * 2000.00] * 0.133095 =$	12.38
Seguros:	$Sm = [(Vm + Vr) / 2Hea]s =$	$[(309968.00 + 61993.60) / 2 * 2000.00] * 0.035000 =$	3.25
Mantenimiento:	$Mn = Ko * D =$	$0.60000 * 15.50 =$	9.30
		Total de Cargos Fijos	40.43
Consumos			
COMBUSTIBLES	$Co = Gh * Pc =$	$20.16000 * 12.05 =$	242.93
LUBRICANTES	$Lb = Ah * Pac =$	$0.32400 * 68.25 =$	22.11
LLANTAS	$N = Pn / Vn =$	$10710.00 / 4000.00 =$	2.68
		Total de Consumos	267.72
Operación			
	$Sn =$ Salario tabulado = \$365.00		
	$Fsr =$ Factor de salario real = 1.60895		
	$Sr =$ Salario real de operación = $Sn * Fsr =$ \$587.27		
	$Ht =$ Horas efectivas por turno de trabajo = 8.00		
OP-PES	$Po = Sr / Ht =$	$587.27 / 8.00 =$	73.41
		Total de Operación	73.41
		Costo Horario	381.56

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN**

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

**POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
LICITACIÓN PÚBLICA**

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:

DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.

ANÁLISIS, CÁLCULO E INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

Descripción

Clave: EQ-4713
BOMBA AUTOCEBANTE (3") DIAM.

Unidad : HORA

Datos Generales

Vad = Valor de adquisición =	4000.00 \$	Pnom = Potencia nominal =	0.00000 hp
Pn = Valor de llantas =	0.00 \$	Tipo de combustible:	Gasolina
Pa = Valor de piezas especiales =	0.00 \$	Pc = Precio del combustible =	12.05 \$ litro
Vm = Valor neto = Vad-Pn-Pa =	4000.00 \$		
r = Factor de rescate =	0.10000		
Vr = Valor de rescate = Vm*r =	400.00 \$		
i = Tasa de interés =	13.3095 % anual		
s = Prima de seguros =	3.5000 % anual	Pac = Precio del aceite =	68.25 \$ litro
Ko = Factor de mantenimiento =	2.00000	Vn = Vida económica de llantas =	0.00 hrs
Ve = Vida económica =	2000.00 hrs		
Va = Vida económica de piezas especiales =	0.00 hrs	Gh = Cantidad de combustible =	1.79000 lts/hr
Hea = Tiempo trabajado por año =	1000.00 hrs	Ah = Cantidad de aceite =	0.04000 lts/hr

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Depreciación:	$D = (Vm - Vr) / Ve =$	$(4000.00 - 400.00) / 2000.00 =$	1.80
Inversión:	$Im = [(Vm + Vr) / 2Hea]i =$	$[(4000.00 + 400.00) / 2 * 1000.00] * 0.133095 =$	0.29
Seguros:	$Sm = [(Vm + Vr) / 2Hea]s =$	$[(4000.00 + 400.00) / 2 * 1000.00] * 0.035000 =$	0.08
Mantenimiento:	$Mn = Ko * D =$	$2.00000 * 1.80 =$	3.60
Total de Cargos Fijos			5.77
Consumos			
COMBUSTIBLES	$Co = Gh * Pc =$	$1.79000 * 12.05 =$	21.57
LUBRICANTES	$Lb = Ah * Pac =$	$0.04000 * 68.25 =$	2.73
Total de Consumos			24.30
Costo Horario			30.07

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN**

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

**POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
LICITACIÓN PÚBLICA**

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:

DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.

ANÁLISIS, CÁLCULO E INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

Descripción

Clave: EQ-988
CAMION DE VOLTEO 8 TON. INTERNATIONAL Unidad : HORA

Datos Generales

Vad = Valor de adquisición =	350000.00 \$	Pnom = Potencia nominal =	0.00000 hp
Pn = Valor de llantas =	10710.00 \$	Tipo de combustible:	Diesel
Pa = Valor de piezas especiales =	0.00 \$	Pc = Precio del combustible =	12.46 \$ litro
Vm = Valor neto = Vad-Pn-Pa =	339290.00 \$		
r = Factor de rescate =	0.20000		
Vr = Valor de rescate = Vm*r =	67858.00 \$		
i = Tasa de interés =	13.3095 % anual		
s = Prima de seguros =	3.5000 % anual	Pac = Precio del aceite =	68.25 \$ litro
Ko = Factor de mantenimiento =	0.70000	Vn = Vida económica de llantas =	3500.00 hrs
Ve = Vida económica =	17500.00 hrs		
Va = Vida económica de piezas especiales =	0.00 hrs	Gh = Cantidad de combustible =	22.40000 lts/hr
Hea = Tiempo trabajado por año =	2000.00 hrs	Ah = Cantidad de aceite =	0.53200 lts/hr

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Depreciación:	$D = (Vm - Vr) / Ve =$	$(339290.00 - 67858.00) / 17500.00 =$	15.51
Inversión:	$Im = [(Vm + Vr) / 2Hea]i =$	$[(339290.00 + 67858.00) / 2 * 2000.00] * 0.133095 =$	13.55
Seguros:	$Sm = [(Vm + Vr) / 2Hea]s =$	$[(339290.00 + 67858.00) / 2 * 2000.00] * 0.035000 =$	3.56
Mantenimiento:	$Mn = Ko * D =$	$0.70000 * 15.51 =$	10.86
		Total de Cargos Fijos	43.48
Consumos			
COMBUSTIBLES	$Co = Gh * Pc =$	$22.40000 * 12.46 =$	279.10
LUBRICANTES	$Lb = Ah * Pac =$	$0.53200 * 68.25 =$	36.31
LLANTAS	$N = Pn / Vn =$	$10710.00 / 3500.00 =$	3.11
		Total de Consumos	318.52
Operación			
	$Sn =$ Salario tabulado = \$365.00		
	$Fsr =$ Factor de salario real = 1.60895		
	$Sr =$ Salario real de operación = $Sn * Fsr =$ \$587.27		
	$Ht =$ Horas efectivas por turno de trabajo = 8.00		
OP-PES	$Po = Sr / Ht =$	$587.27 / 8.00 =$	73.41
		Total de Operación	73.41
		Costo Horario	435.41

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN**

FECHA DE APERTURA:
13 DE OCTUBRE DE 2016
PLAZO DE EJECUCIÓN:
120 DIAS NATURALES

**POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL
LICITACIÓN PÚBLICA**

FECHA DE INICIO:
01 DE NOVIEMBRE DE 2016
FECHA DE TERMINACIÓN:
28 DE FEBRERO DE 2017

OBRA A REALIZAR:

DREN INTERCEPTOR ARROYO EL PIOJO UBICADA EN LA CALLE ANTONIO SERRANO ENTRE RIO HUMAYA Y CALLE MAR CASPIO EN LAS CUCAS, LOMBARDO TOLEDANO Y MIRADOR, MUNICIPIO DE CULIACÁN, ESTADO DE SINALOA.

ANÁLISIS, CÁLCULO E INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

Descripción

Clave: EQ02
VIBRADOR CHICOTE 4MTS. MAKITA

Unidad : HORA

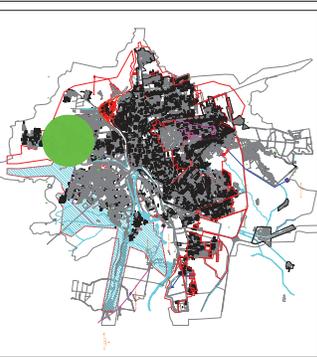
Datos Generales

Vad = Valor de adquisición =	11700.00 \$	Pnom = Potencia nominal =	5.50000 hp
Pn = Valor de llantas =	0.00 \$	Tipo de combustible:	ELECTRICO
Pa = Valor de piezas especiales =	0.00 \$	Pc = Precio del combustible =	0.55 \$ litro
Vm = Valor neto = Vad-Pn-Pa =	11700.00 \$		
r = Factor de rescate =	0.20000		
Vr = Valor de rescate = Vm*r =	2340.00 \$		
i = Tasa de interés =	13.7900 % anual		
s = Prima de seguros =	5.0000 % anual	Pac = Precio del aceite =	0.00 \$ litro
Ko = Factor de mantenimiento =	1.00000	Vn = Vida económica de llantas =	0.00 hrs
Ve = Vida económica =	4800.00 hrs		
Va = Vida económica de piezas especiales =	0.00 hrs	Gh = Cantidad de combustible =	4.10300 lts/hr
Hea = Tiempo trabajado por año =	1200.00 hrs	Ah = Cantidad de aceite =	0.00000 lts/hr

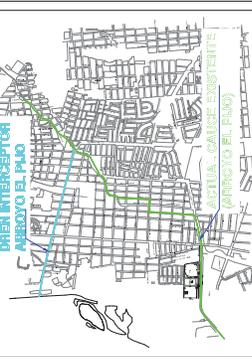
Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Depreciación:	$D = (Vm - Vr) / Ve =$	$(11700.00 - 2340.00) / 4800.00 =$	1.95
Inversión:	$Im = [(Vm + Vr) / 2Hea]i =$	$[(11700.00 + 2340.00) / 2 * 1200.00] * 0.137900 =$	0.81
Seguros:	$Sm = [(Vm + Vr) / 2Hea]s =$	$[(11700.00 + 2340.00) / 2 * 1200.00] * 0.050000 =$	0.29
Mantenimiento:	$Mn = Ko * D =$	$1.00000 * 1.95 =$	1.95
Total de Cargos Fijos			5.00
Consumos			
COMBUSTIBLES	$Co = Gh * Pc =$	$4.10300 * 0.55 =$	2.26
Total de Consumos			2.26
Operación			
	$Sn =$ Salario tabulado = \$160.00		
	$Fsr =$ Factor de salario real = 1.66660		
	$Sr =$ Salario real de operación = $Sn * Fsr =$ \$266.66		
	$Ht =$ Horas efectivas por turno de trabajo = 8.00		
PEON	$Po = Sr / Ht =$	$266.66 / 8.00 =$	33.33
Total de Operación			33.33
Costo Horario			40.59

ING. JOEL BELTRAN RUBIO
PROPIETARIO

CROQUIS DE MACROLOCALIZACIÓN



CROQUIS DE MICROLOCALIZACIÓN



NOTAS DE PROYECTO

1. Todas las cotas están dadas en metros
2. Escale la indicada



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA

PROYECTO:

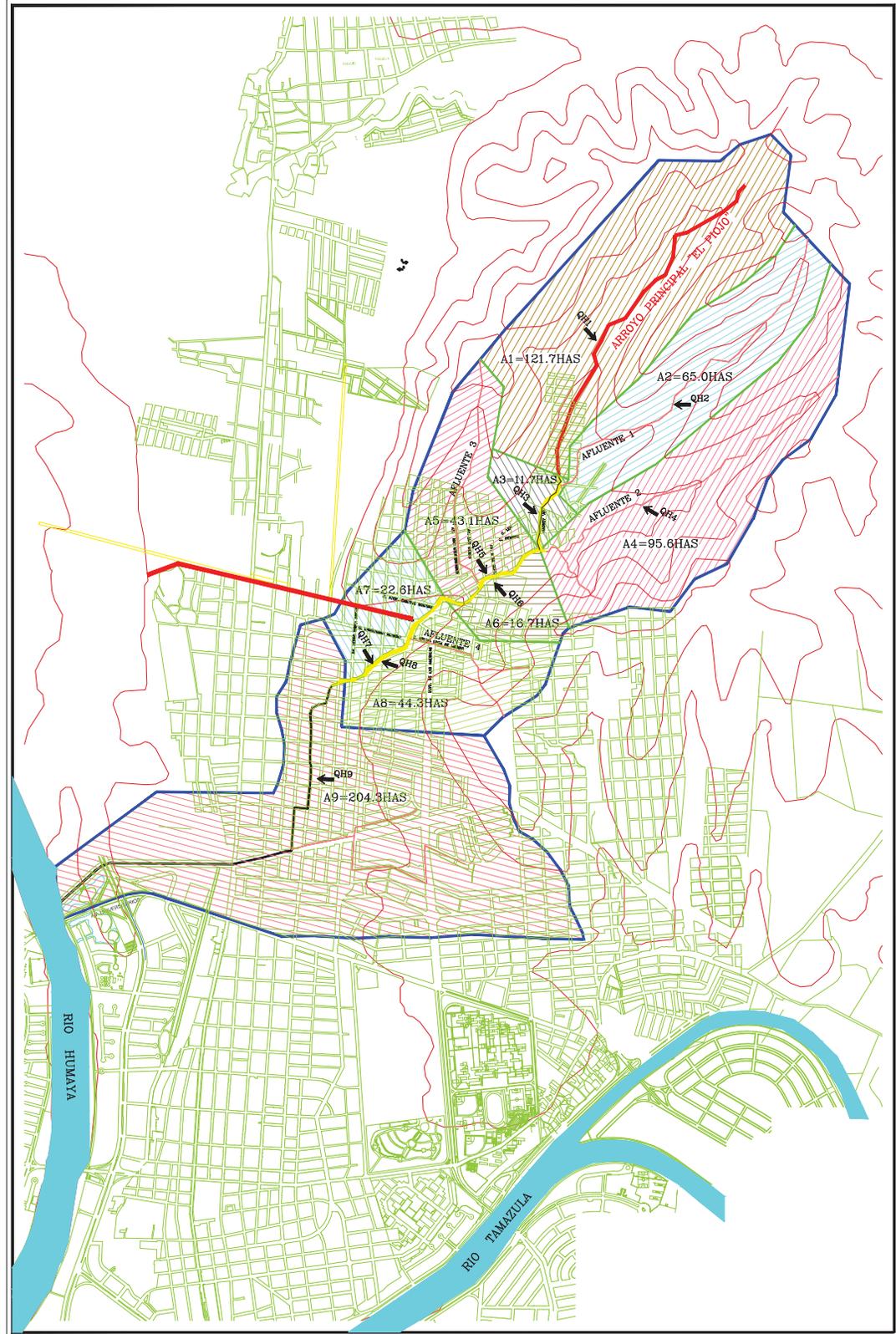
PLANO DE LA CUENCA EN ESTUDIO

ELABORÓ: Ing. Joel Beltrán Rubio

CLAVE DEL PLANO No. PLANO: 1

FECHA: ENERO 2017

A1-UAS



PLANO DE LA CUENCA EN ESTUDIO

CROQUIS DE MACROLOCALIZACIÓN



CROQUIS DE MICROLOCALIZACIÓN



NOTAS DE PROYECTO

- 1. Todas las cotas están dadas en metros
- 2. Escala la indicada



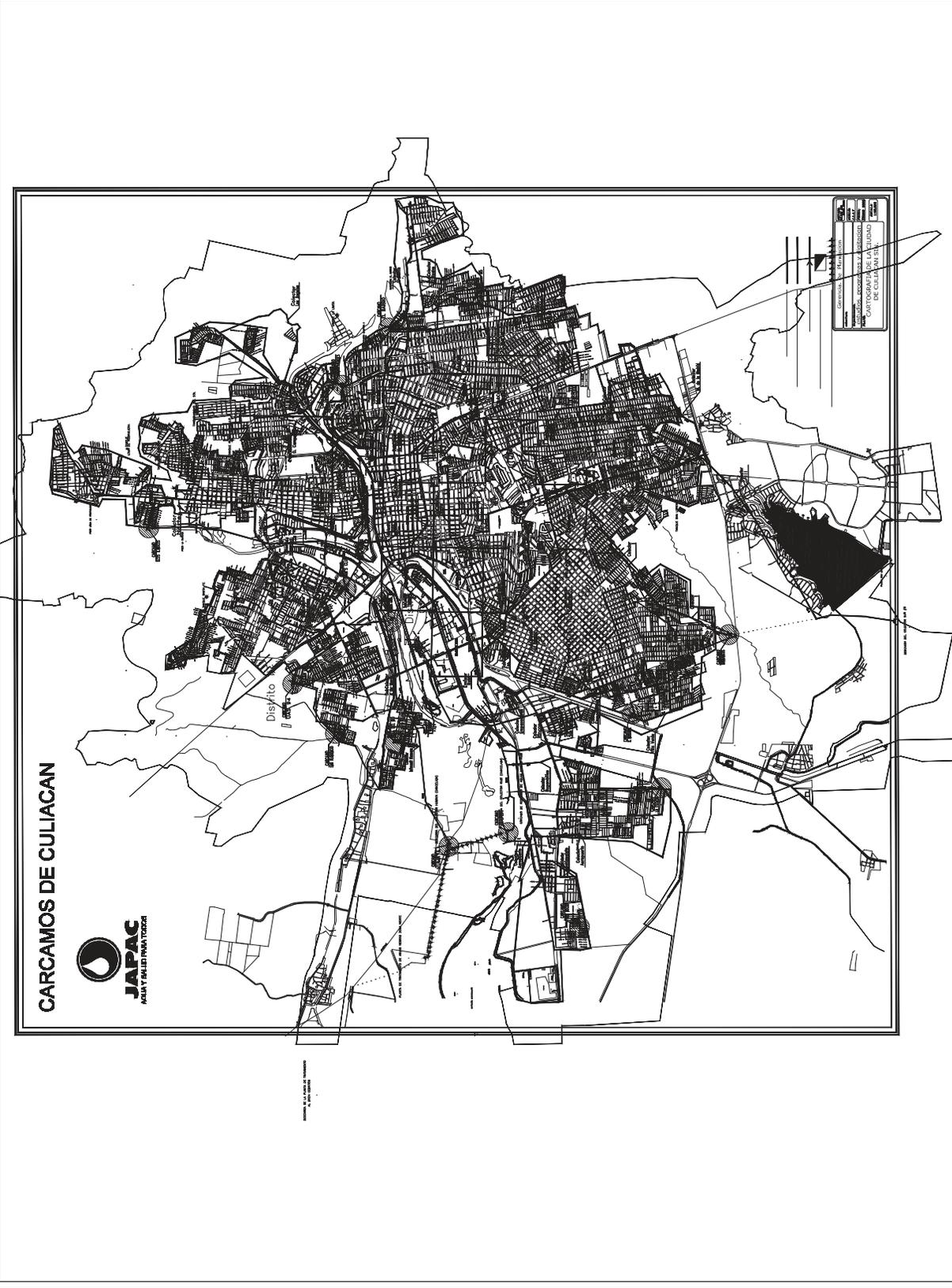
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA

PROYECTO: PLANO URBANO DE LA CIUDAD DE CULIACAN A LA FECHA ACTUAL

ELABORÓ: Ing. Joel Beltrán Rubio

CLAVE DEL PLANO No. PLANO: 4

FECHA: ENERO 2017



CARCAMOS DE CULIACAN



Escala	1:1000
Fecha	2017
Autores	Ing. Joel Beltrán Rubio
Proyecto	PLANO URBANO DE LA CIUDAD DE CULIACAN A LA FECHA ACTUAL
Clave del Plano	No. PLANO: 4

PLANO URBANO DE LA CIUDAD DE CULIACAN A LA FECHA ACTUAL

CROQUIS DE MACROLOCALIZACIÓN



CROQUIS DE MICROLOCALIZACIÓN



NOTAS DE PROYECTO

1. Todas las cotas están dadas en metros
2. Escala la indicada



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

PROYECTO: PLANO DE LA CALLE ANTONIO SERRANO, ESTRUCTURAS SUBTERRANEAS EXISTENTES

ELABORÓ: Ing. Joel Beltrán Rubio

CLAVE DEL PLANO No. PLANO: 5

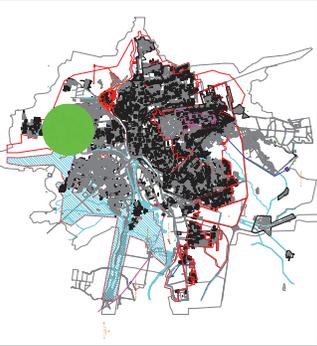
FECHA: ENERO 2017

A5-UAS

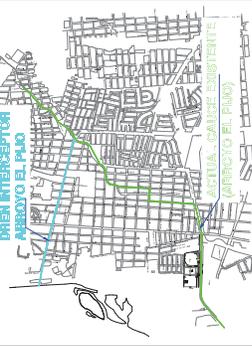


PLANO DE LA CALLE ANTONIO SERRANO, ESTRUCTURAS SUBTERRANEAS EXISTENTES

CROQUIS DE MACROLOCALIZACIÓN



CROQUIS DE MICROLOCALIZACIÓN



NOTAS DE PROYECTO

1. Todas las cotas están dadas en metros
2. Escale la indicada

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA

PROYECTO:
PERFIL TOPOGRAFICO DE LA CALLE ANTONIO SERRANO

ELABORÓ: Ing. Joel Beltrán Rubio

CLAVE DEL PLANO No. PLANO: 6

FECHA: ENERO 2017

A6-UAS

