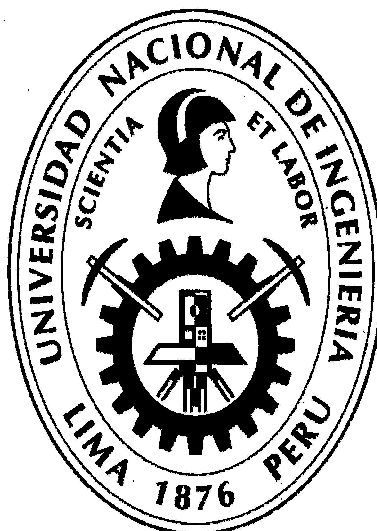


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



TESIS

**“PROPUESTA DE UN DRENAJE PLUVIAL EN LA QUEBRADA IPLLATIA
EN LA CARRETERA PUCALLPA – AA. HH. SAN MARTÍN DE PORRES.”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

MARIANO LEO SALCEDO YANAPA

ASESOR

Ing. LUIS ALFREDO COLONIO GARCÍA

Lima- Perú

2020

DEDICATORIA

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia. A mis padres por haberme apoyado durante todo este extenso proyecto, por su paciencia cuando me quedaba despierto por las madrugadas y también por despertarme cuando me quedaba dormido. A mi hermana por presionarme a su manera y por inspirarme con su responsabilidad, disciplina y puntualidad. Somos dos y ella es la menor. A mis tíos que han estado tan o más preocupados del avance y desarrollo de esta tesis.

En segundo lugar, al ingeniero Eduardo Ríos de Armero (QEPD). Durante la entrevista de trabajo, me dio una extensa explicación de los proyectos en los que había trabajado en vida y recordó anécdotas divertidas que tuvo a mi edad. Se alegró mucho cuando le comenté que era de la UNI. Me aconsejó aprender todo lo que pueda mientras esté joven y sin preocupaciones y se ofreció a enseñarme lo que él había aprendido. No tuvo problemas en brindarme su bibliografía y al finalizar me miró muy serio y me hizo prometer que la titulación debía ser prioridad. “Necesitamos ingenieros”, me dijo. Promesa cumplida, ing. Ríos. Me indicó que su personal me enseñaría muy bien, que confiaba mucho en ellos y que no solo aprendería de ingeniería. Y así ha sido todo este tiempo. Muchas gracias, compañeros.

También debo agradecer al ing. Cesar Augusto Aranís García-Rossell (QEPD). Cuando lo conocí, se mostró sorprendido pues no le parecía común que conociese sobre las estructuras metálicas corrugadas. Aceptó ser mi asesor y me permitió en más de una ocasión su domicilio para enseñarme y organizar los avances. Él pensaba que lo mejor era desarrollar el diseño manualmente para que no lo olvide nunca y luego automatizarlo. Y bajo su supervisión estricta, logramos avanzar mucho en el capítulo de diseño de este documento.

Al ingeniero Luis Alfredo Colonio García, por su paciencia para evaluar y enseñarme a redactar esta tesis. Su ayuda ha sido invaluable y le estoy muy agradecido por estar al tanto de la tesis tanto como yo mismo.

A todas aquellas buenas personas que he conocido en este largo viaje.

ÍNDICE

RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
PRÓLOGO	7
LISTADO DE TABLAS.....	8
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS.....	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1 GENERALIDADES	16
1.2 ANTECEDENTES	17
1.3 REALIDAD PROBLEMÁTICA	21
1.4 PROBLEMA.....	22
1.4.1 PROBLEMA GENERAL.....	22
1.4.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	22
1.5 OBJETIVOS	23
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	23
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
1.6 HIPÓTESIS	24
1.6.1 HIPOTÉISIS GENERAL	24
1.6.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	24
CAPÍTULO II. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	25
2.1 INFORMACIÓN PRELIMINAR.....	25
2.2 ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	26
2.2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE UNA CUENCA.....	26
2.2.2 PERIODO DE RETORNO Y RIESGO DE FALLA.....	26
2.2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA DATA PLUVIOMÉTRICA	28
2.2.4 HIDROGRAMA UNITARIO SCS.....	29
2.2.5 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	31
2.2.6 LLUVIA NETA.....	33
2.2.7 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO	36
2.3 ESTRUCTURAS METÁLICAS CORRUGADAS (EMC).....	39

2.4	ESTRUCTURAS TIPO MARCO DE CONCRETO ARMADO (MCA).....	44
2.5	DISEÑO HIDRÁULICO	45
2.6	DISEÑO ESTRUCTURAL.....	49
2.6.1	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA.....	49
2.6.2	DISEÑO ESTRUCTURAL DE MCA.....	54
2.6.3	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	55
2.7	PRESUPUESTO DE OBRA.....	56
2.7.1	PARTIDA.....	56
2.7.2	METRADO	58
2.7.3	RENDIMIENTO	59
2.8	PROGRAMACIÓN DE OBRA	59
2.8.1	MÉTODO DE LAS PRECEDENCIAS	59
2.8.2	DIAGRAMAS DE RED DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO	60
2.8.3	RUTA CRÍTICA	60
CAPÍTULO III. DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL DRENAJE		61
3.1	UBICACIÓN Y ACCESOS	61
3.1.1	UBICACIÓN.....	61
3.1.2	CUENCA DE DRENAJE	63
3.1.3	ACCESOS.....	64
3.2	TOPOGRAFÍA.....	64
3.3	MECÁNICA DE SUELOS.....	64
3.4	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS	64
3.4.1	PERIODO DE RETORNO DE DISEÑO	64
3.4.2	ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA.....	65
3.4.3	PERIODO DE CONCENTRACIÓN.....	68
3.4.4	DETERMINACIÓN DE CAUDAL DE DISEÑO	70
3.5	DISEÑO HIDRÁULICO	80
3.5.1	DISEÑO HIDRÁULICO DE ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA ...	80
3.5.2	DISEÑO HIDRÁULICO DE MARCO DE CONCRETO ARMADO	84
3.6	DISEÑO ESTRUCTURAL.....	87
3.6.1	DISEÑO DE ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA	87
3.6.2	DISEÑO ESTRUCTURAL DE MARCO DE CONCRETO ARMADO	89
3.7	OBRAS CONEXAS.....	90
3.7.1	CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA.....	90
3.7.2	CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO	90

3.7.3 PROTECCIÓN DE LA QUEBRADA.....	91
3.7.4 GEOMALLAS	91
3.7.5 GEOTEXTILES.....	91
3.7.6 TRANSICIÓN	91
CAPÍTULO IV. PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO DE DRENAJE	92
4.1 PROGRAMACIÓN DE OBRA	92
4.1.1 PROGRAMACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA	92
4.1.2 PROGRAMACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO	94
4.2 PRESUPUESTO DE OBRA.....	96
4.2.1 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA.....	96
4.2.2 PRESUPUESTO DE MARCO DE CONCRETO ARMADO	97
CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	100
5.1 DISCUSIÓN DEL DISEÑO HIDRÁULICO	100
5.2 DISCUSIÓN DEL DISEÑO ESTRUCTURAL.....	100
5.3 DISCUSIÓN DEL CRONOGRAMA DE OBRA.....	101
5.4 DISCUSIÓN DEL PRESUPUESTO DE OBRA.....	101
CONCLUSIONES.....	103
RECOMENDACIONES.....	105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	106
ANEXOS	109
ANEXO 1 : REPORTES HY-8 DE EMC	110
ANEXO 2 : REPORTES HY-8 DE MARCO DE CONCRETO ARMADO	120
ANEXO 3 : CÁLCULOS DE ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA.....	130
ANEXO 4 : CÁLCULO DE CIMIENTOS DE EMC.....	149
ANEXO 5 : CÁLCULO DE MARCO DE CONCRETO ARMADO	157
ANEXO 6 : METRADOS DE ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA	165
ANEXO 7 : METRADOS DE MARCO DE CONCRETO ARMADO	170
ANEXO 8 : ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE EMC	178
ANEXO 9 : ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE MCA	189
ANEXO 10 : COSTOS DIRECTOS DE EMC	201
ANEXO 11 : COSTOS DIRECTOS DE MCA	203
ANEXO 12 : PLANOS	206

P1 - VISTAS DE PROPUESTA CON EMC	207
P2 - VISTAS DE PROPUESTA CON MCA	208
P3 - ALERO DE ENCAUZAMIENTO DE EMC	209
P4 - ALERO DE ENCAUZAMIENTO DE MCA.....	210
P5 - ARMADURA DE MCA	211
P6 - GEOMETRÍA Y DETALLES DE EMC.....	212

RESUMEN

En la actualidad, existe en el mercado de drenajes para carreteras una gran variedad de materiales. Sin embargo, la primera opción suele ser el concreto armado por ser un material universalmente conocido, lo que no siempre resulta en la mejor opción.

El objetivo de este estudio es proponer un drenaje pluvial que permita la ampliación de la carretera que une Pucallpa con el AA. HH. San Martín de Porres, puesto que en el lugar existe un puente de madera con una capacidad de carga muy limitada al paso peatonal y de algunos vehículos ligeros, además de encontrarse muy deteriorada.

En este contexto se proponen dos alternativas de solución: un marco de concreto armado y una estructura metálica corrugada. Ambas alternativas primero se analizan hidráulicamente a fin de obtener un caudal máximo y además se analiza la cota de inundación para obtener el nivel mínimo del fondo de viga del puente. Posteriormente se diseñan estructuralmente, obteniéndose sus geometrías, espesores de losa, espesores de placa y armaduras de refuerzo.

Para determinar la opción óptima se compara ambas alternativas con respecto al presupuesto que se requeriría en cada una y además los tiempos de ejecución estipulados. Las respuestas obtenidas indican que ambas alternativas presentan costos muy similares, pero en lo que respecta a su ejecución la estructura metálica corrugada es mucho más rápida. Sin embargo, debe recordarse que las estructuras metálicas corrugadas son un material de importación y la entrega ha sido indicada por el fabricante con un tiempo de entre 45 a 60 días calendario, por lo que debe solicitarse con anticipación.

Teniendo en cuenta estos resultados, la estructura metálica corrugada resulta en una solución óptima que permite la ampliación de la carretera Pucallpa- AA. HH. San Martín de Porres.

Se recomienda que también se evalúen otras alternativas para drenaje pluvial existentes en el mercado como las tuberías de HDPE, los puentes reticulados metálicos, los puentes Bailey y los puentes de concreto presforzado.

ABSTRACT

Currently, there is a wide variety of materials for road drainage. However, the first option is usually reinforced concrete because it is a well-known material, which does not always result in the best option.

The objective of this study is to propose a road drainage that allows the expansion of the road between Pucallpa and AA. HH. San Martín de Porres, since in the place there is a wooden bridge with a load capacity very limited to the pedestrian crossing and some light vehicles. In addition to this, this bridge is damaged.

In this context, two alternatives are proposed: a reinforced concrete structure and a corrugated steel sheets structure. Both alternatives are first analyzed hydraulically in order to obtain a maximum flow and in addition, the flow level is analyzed to obtain the minimum level of the bridge. Subsequently, they are structurally designed, obtaining their geometries, slab thicknesses, plate thicknesses and reinforcement.

To determine the optimal option, both alternatives are compared with respect to the budget that would be required in each and also the stipulated execution times. The answers obtained indicate that both alternatives have very similar costs, but in terms of their execution the corrugated metal structure is faster. However, it should be remembered that corrugated metal structures are an import material and delivery has been indicated by the manufacturer with a time between 45 to 60 calendar days, so it must be requested in advance.

Taking these results into account, the corrugated metal structure results in a better solution that allows the expansion of the Pucallpa-AA. HH. San Martín de Porres Highway. It is recommended that other existing road drainage materials, such as HDPE pipes, metal cross-linked bridges, Bailey bridges and reinforced concrete bridges, be evaluated as well.

PRÓLOGO

En el presente trabajo de tesis “Propuesta de un drenaje pluvial en la quebrada Ipllatia en la carretera Pucallpa – AA. HH. San Martín de Porres”, se ha analizado dos alternativas de solución para el drenaje pluvial. La primera opción es una alcantarilla marco de concreto armado, la que consiste en las estructuras de concreto con armadura de refuerzo. La segunda opción consiste en una estructura metálica corrugada y que se conforma de placas metálicas.

Este documento está dividido en 5 capítulos. En el primer capítulo se exponen las problemáticas, los objetivos, las hipótesis y se muestra la realidad problemática y las generalidades.

En el segundo capítulo se dan a conocer los fundamentos teóricos que sustentan esta tesis. Se explica el funcionamiento de cada una de las propuestas, mostrando que las estructuras metálicas corrugadas siguen una filosofía de diseño distinta que las estructuras marco de concreto armado y también se explican los conceptos de presupuesto, programación de obra que se utilizarán posteriormente.

El tercer capítulo está enfocado a diseñar la estructura considerando la hidráulica a través de los caudales máximos y la cota de inundación y la resistencia estructural de cada propuesta, tomando la filosofía de diseño AASHTO.

El cuarto capítulo se destina al cálculo de metrados de las partidas consideradas más relevantes, de los presupuestos y los tiempos de ejecución de cada alternativa. Para el presupuesto, se calculan los costos directos y los gastos generales resultantes y el cronograma con el software MS Project.

El quinto capítulo analiza los resultados obtenidos en el cuarto capítulo. Se discuten las dos propuestas de drenaje y se evalúa el logro de los objetivos.

Para realizar este trabajo, se ha utilizado información real y data histórica de la zona. Además, los rendimientos se han tomado de expedientes con condiciones muy similares a las del proyecto.

Luis Alfredo Colonio García

LISTADO DE TABLAS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA TABLA	Pág.
1	Valores máximos recomendados de riesgo admisible por tipo de obra	27
2	Distribuciones de probabilidad para el ajuste de la información pluviométrica	28
3	Valores críticos para la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov - Smirnov	29
4	Coordenadas del hidrograma adimensional del SCS	30
5	Número de curvas para diferentes condiciones de terreno, condición de humedad antecedente II	34
6	Valores de la duración de la lluvia neta en el Perú 36	36
7	Valores de los parámetros a y n del "Estudio hidrológico del Perú"	37
8	Propiedades de la corrugación 381mm x 139.7mm	40
9	Tablas de Cowan para el cálculo de los parámetros η_0 , η_1 , η_2 y η_3 de la ecuación de Manning	47
10	Tablas de Cowan para el cálculo de los parámetros η_4 y m_5 de la ecuación de Manning	47
11	Factores de resistencia de la tabla 12.5.5-1 del AASHTO LRFD Bridge Design Specifications	53
12	Factor de flexibilidad del material placas de acero y la corrugación de 6"x2"	54
13	Factores de carga de acuerdo al capítulo 3 del AASHTO LRFD Bridge Design and Specifications	55
14	Partidas del drenaje con estructura metálica corrugada	56
15	Partidas del drenaje con marco de concreto armado	57
16	Coordenadas UTM del punto crítico	63
17	Parámetros de la cuenca de análisis	63
18	Precipitaciones máximas en 24 horas de la Estación Pucallpa	65
19	Prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov	67
20	Resumen de tiempos de concentración	69
21	Precipitaciones para cada periodo de retorno con distribución log-normal	70
22	Cálculo de la lluvia neta parcial para cada intervalo de tiempo	72

23	Precipitaciones netas parciales de acuerdo al método del bloque alterno	73
24	Parámetros de cálculo para el método SCS del hidrograma unitario	75
25	Determinación de valores de caudal para coordenadas de tiempo en el método de hidrograma unitario del SCS	76
26	Valores de tiempo y caudales unitarios	76
27	Caudales unitarios interpolados para los intervalos de tiempo calculados	77
28	Convolución del hidrograma	79
29	Propiedades geométricas de estructura metálica corrugada 381 mm x 139.7 mm	87
30	Datos para el diseño estructural	88
31	Resumen de presupuestos de cada una de las propuestas	102

LISTA DE FIGURAS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA FIGURA	Pág.
1	Placas metálicas apiladas para facilitar su almacenamiento	18
2	Hidrogramas unitarios sintéticos del SCS. a) Adimensional, b) Triangular	30
3	Plano N 2-C "Subdivisión del territorio en zonas y subzonas pluviométricas"	39
4	Aplicación de la ecuación de convolución discreta	40
5	Geometría de corruga 381mmx139.7mm	41
6	Capas de galvanizado de estructuras metálicas	43
7	Envolvente típica del relleno estructural	48
8	Elementos de perfil de una alcantarilla	50
9	Determinación de la altura mínima de acuerdo al tipo de material del drenaje y al tipo de pavimento	62
10	Plano de ubicación de la cuenca, el puente y la estación pluviométrica de Pucallpa	35
11	Hietograma de precipitaciones netas parciales	74
12	Sección de arco metálico propuesta 13.00mx 4.13m	81
13	Ingreso de datos al programa HY-8 para la estructura metálica corrugada	82
14	Esquema del flujo al interior de la estructura metálica corrugada en perfil longitudinal	83
15	Esquema del flujo en vista frontal de la estructura metálica corrugada	83
16	Ingreso de datos en el programa HY-8 para el marco de concreto armado	85
17	Esquema del flujo al interior del marco de concreto armado en perfil longitudinal	85
18	Esquema del flujo en vista frontal del marco de concreto armado	86
19	Camión de diseño HL-93. Eje delantero de 3.6 toneladas y ejes posteriores de 14.2 toneladas	89
20	Análisis de cargas de la estructura marco de concreto armado	90
21	Programación de obra de estructura metálica corrugada	93
22	Programación de obra de marco de concreto armado	95

23	Gastos generales de estructura metálica corrugada	97
24	Gastos generales de marco de concreto armado	99
25	Diagrama de barras comparativo entre ambos presupuestos	102

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

A	: Área de la sección del canal en m^2 de la ecuación de Manning
A_c	: Área de la cuenca en Km^2
C	: Coeficiente de escorrentía del método del Federal Aviation Administration
C_L	: espesor de la estructura en la cual la carga viva es aplicada paralela a la luz (ft)
CN	: Número de curva
D	: Parámetro de comparación en la prueba Kolmogorov – Smirnov
DC	: Cargas muertas aplicadas al marco de concreto armado en t/m
EH	: Cargas horizontales de la tierra aplicada al marco de concreto armado en t/m
E_m	: Módulo de elasticidad del metal en ksi
EV	: Cargas verticales de la tierra aplicada al marco de concreto armado en t/m
F	: Frecuencia en la prueba Kolmogorov – Smirnov
F_0	: Frecuencia observada en la prueba Kolmogorov – Smirnov
f'_c	: Resistencia a la compresión del concreto
F_{cr}	: Esfuerzo crítico de pandeo en ksi
FF	: Factor de flexibilidad de la estructura metálica corrugada para manipulación e instalación (adimensional)
F_u	: Esfuerzo a la tensión del metal en ksi
F_y	: Esfuerzo a la fluencia del metal en ksi
H_{min}	: Relleno mínimo de cobertura en metros
k	: Factor de rigidez del suelo tomado como 0.22
L_c	: Longitud del cauce principal en kilómetros
L_w	: longitud de huella a la profundidad H de acuerdo a lo especificado en el artículo 3.6.1.2.6 (ft)
LL	: Carga viva de Diseño
LLDF	: Factor de distribución de la carga viva como se especifica en el artículo 3.6.1.2.6 de la norma AASHTO LRFD Bridge Design Specifications 2017

m_s	: Factor de corrección para incorporar efecto de sinuosidad del cauce o presencia de meandros (adimensional)
n	: Vida útil de las estructuras expresada en años
P	: Precipitación mensual total registrada expresada en milímetros en función de la intensidad en mm/hora y la duración en minutos
P_0	: Abstracción inicial del Método SCS Unit Hydrograph
P_{FD}	: Presión de carga muerta factorada aplicada en la corona de la estructura metálica corrugada de acuerdo al artículo 12.12.3.4 con VAF tomado como 1 y el diámetro tomado como S en ksf
P_{FL}	: Presión de la carga viva factorada aplicada en la corona (ksf)
P_n	: Precipitación neta expresada en milímetros
PU	: Precios unitarios
Q	: Caudal expresado en m^3/s
q_p	: Caudal pico del Método SCS UNIT Hydrograph
r	: Radio de giro de corrugación en pulgadas
R	: Riesgo admisible expresado en porcentaje
R_h	: Radio hidráulico de la ecuación de Manning en metros
R_n	: Resistencia factorada axial de la pared de la estructura metálica corrugada en kip/ft
R_{pf}	: Resistencia factorada de la costura en estructuras metálicas corrugadas en kip/ft
R_{pn}	: Resistencia nominal de la costura en kip/ft
s	: Pendiente media del cauce, en m/m (adimensional)
S	: Luz de la estructura metálica corrugada en metros o pies
s_x	: Desviación estándar de datos para distribución normal
s_y	: Desviación estándar de datos para distribución log-normal
t	: Variable de tiempo en el Método SCS UNIT Hydrograph en horas o minutos
T	: Periodo de retorno en años
t_b	: Tiempo base en el Método SCS UNIT Hydrograph
T_c	: Tiempo de concentración expresado en horas o minutos

T_L	: Empuje factorado para diseño de estructuras metálicas enterradas según la norma AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, 2017
T_p	: Tiempo pico en el Método SCS UNIT Hydrograph en horas o minutos
t_r	: Tiempo de retardo en el Método SCS UNIT Hydrograph en horas o minutos
VAF	: Factor de arqueado vertical (adimensional)
w_t	: Ancho de huella de la rueda por carga viva de acuerdo a la norma AASHTO LRFD Bridge Design Specifications en pulgadas o metros
x	: Dato de la distribución normal para la función de densidad
\bar{x}	: Media aritmética del conjunto de datos para distribución normal
x_m	: Dato de la muestra a evaluar en la prueba Kolmogorov – Smirnov
y	: Dato de la distribución log-normal para la función de densidad
\bar{y}	: Media aritmética del conjunto de datos para distribución log-normal
α	: Parámetro de escala para la función de densidad de la distribución de Gumbel
β	: Parámetro relacionado a la media dentro de la función de densidad de la distribución de Gumbel
η	: Coeficiente de rugosidad de la ecuación de Manning (adimensional)
η_0	: Rugosidad base para un canal recto, uniforme, prismático y con rugosidad homogénea (adimensional)
η_1	: Rugosidad adicional debida a irregularidades superficiales del perímetro mojado a lo largo del tramo en estudio (adimensional)
η_2	: Rugosidad adicional equivalente debida a variación de forma y de dimensiones de las secciones a lo largo del tramo en estudio (adimensional)
η_3	: Rugosidad equivalente debida a obstrucciones existentes en el cauce (adimensional)
η_4	: Rugosidad adicional equivalente debida a la presencia de vegetación (adimensional)
μ	: Parámetro de media aritmética de la distribución normal
μ_y	: Parámetro de media aritmética de la distribución log-normal

σ	: Desviación estándar de un conjunto de datos
\emptyset	: Factor de resistencia de acuerdo a lo especificado en el artículo 12.5.5 de la norma AASHTO LRFD Bridge Design Specifications
\emptyset_p	: Factor de resistencia de la costura en estructuras metálicas corrugadas
AA. HH.	: Asentamiento humano
AASHTO	: American Association of State Highway and Transportation Officials
ACI	: American Concrete Institute
ASTM	: American Society of Testing Materials
CAPECO	: Cámara Peruana de la Construcción
CHBDC	: Canadian Highway Bridge Design Code
EMC	: Estructura metálica corrugada
HDPE	: High Density Polythylene o polietileno expandido de alta densidad
IDF	: Siglas de Intensidad – Duración – Frecuencia
LRFD	: Load and Resistance Factor Design
MCA	: Marco de concreto armado
MTC	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones
NTP	: Norma Técnica Peruana
SCS	: Soil Conservation Service (Servicio de Conservación de Suelos)
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
SIMA	: Servicios Industriales de la Marina
TMC	: Tubería metálica corrugada
UTM	: Universal Transverse Mercator

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

Los proyectos de carreteras en el Perú presentan una demanda constante de reposición, mantenimiento y construcción de nuevos drenajes, los cuales están incluidos en los estudios técnicos como las partidas presupuestales de obras de arte y drenaje. Estas estructuras tienen por misión permitir salvar intersecciones entre dos vías, pases de agua y para mejorar la calidad de la vía con respecto a la seguridad de los usuarios.

Siendo el Perú un país de geografía vasta en ríos y quebradas y con una gran necesidad de vías de comunicación y acceso, surge la necesidad de optimizar el diseño de estas estructuras que se traduzcan en beneficios y ventajas técnicas y económicas, tanto para el ejecutor como para el beneficiario de la obra.

Sin embargo, en el mercado actual se proyectan y fabrican soluciones de distintos materiales cuyos criterios no son siempre difundidos; así mismo, las teorías disponibles en la actualidad referentes a las exigencias normativas de cálculo, selección e instalación de alcantarillas conforman un vasto campo de información que demandan de por sí una especialización profesional, dejando el criterio de selección, según los requerimientos particulares del proyecto, supeditado a juicio de los proyectistas, que suelen optar por opciones con las que ellos se encuentren más familiarizados y distorsionando de esta manera la forma de evaluar la solución óptima.

En el mundo, desde hace más de cien años se vienen instalando estructuras metálicas corrugadas (EMC), cuya innovación tecnológica es consecuencia de la interacción entre el suelo y el acero ha permitido a la ingeniería una amplia gama de usos. En el país, desde 1945 se vienen instalando estas estructuras tanto en

el ámbito público como privado. La utilidad y la funcionalidad de recomendar el empleo de estas estructuras frente a otras alternativas requiere exponer un marco de referencia que contraste con el material más utilizado y conocido en drenajes de carreteras: el concreto armado. De esta forma se definirán los criterios técnicos y económicos para la evaluación de estas alternativas que se resumirán en un cuadro comparativo que sirva de base para empleo de estas estructuras en el diseño de carreteras, aplicándolo a un caso real ubicado en el departamento de Ucayali, provincia de Coronel Portillo, en la quebrada de Yumantay para un drenaje transversal pluvial.

1.2 ANTECEDENTES

En un primer momento, la industria incipiente de las planchas corrugadas no era de una fabricación estándar. Alrededor de los años 1930, las estructuras de metal corrugado ya eran elaboradas desde 610 mm de ancho y remachadas en elementos de 610mm de largo. Esto significó un gran avance puesto que facilitó mucho la logística derivada de este producto porque ya podía ser apilado y su transporte fue mucho más simple (ver figura 1). Luego, en 1935, se empezaron a emplear máquinas que permitían la fabricación de alcantarillas de longitudes continuas de planchas de metal y diámetros de 530mm y ya para la década de los 50, se pudo fabricar estructuras de mayor diámetro. (Abdel-Sayed, Bakht, & Jaeger, 1994)



Figura 1: Placas metálicas apiladas para facilitar su almacenamiento. Fuente: Catálogo de productos viales de Siderperú, 2017

En la actualidad, se tiene estandarizadas ciertas corrugaciones como las corrugaciones de 68, 152, 381 y 500 milímetros y el empleo de estas diversas corrugaciones da lugar a un amplio espectro de soluciones de ingeniería. (ASTM International, 2017).

La bibliografía actual con respecto a las estructuras metálicas corrugadas se encuentra orientada a compararlas con las estructuras tipo marco de concreto o los puentes modulares, como el trabajo para optar por el título de ingeniero civil de Vargas Márquez (2015), titulado “Elección y diseño de alternativa de puente sobre el río Chilloroya (Cusco) para acceso a la planta de procesos del proyecto Constancia”, que desarrolla cuatro propuestas para sustituir un puente existente, las compara con una metodología indicada en su trabajo y finalmente diseña estructuralmente la opción elegida que resulta ser la estructura metálica corrugada.

Por otra parte, el concreto armado es un material muy común en los proyectos de irrigación, drenaje y desagüe. Las estructuras diseñadas en concreto armado

requieren un diseño especial adecuado a la geometría y características propias, así como también bajo solicitaciones hidráulicas y de carga únicas.

Según el Manual de Diseño de Carreteras (2008), generalmente los materiales que componen al concreto armado son cemento, agregado grueso, agregado fino, agua, aire y aditivos. El concreto armado suele ser la primera opción dada la experiencia con la que cuentan los ingenieros y el personal obrero con este material de uso masificado en viviendas y edificaciones urbanas.

Una breve reseña acerca del concreto armado es elaborada por Marco Pérez en su obra “Aplicaciones avanzadas de los materiales compuestos en la obra civil y la edificación” y de acuerdo a esta, la historia del concreto se remonta al yeso en el Mediterráneo. Según el historiador Gayo Plinio Segundo, la tradición del uso del yeso viene desde los egipcios, pasando por los griegos y llegando a los romanos quienes aportarían arena a la mezcla, mejorando sus propiedades.

Con este conocimiento del aglomerante, los romanos descubrieron el opus caementicium u hormigón romano, que al ser mezclado con puzolana obtenida de Pozzuoli y mezcladas con arena, piedra y cal era resistente al agua y resistía mucho mejor que otros materiales. Así los romanos se interesaron por estudiar más este material e incluso Vitrubio compiló información sobre el procedimiento de fabricación que consistía en indicaciones para el mezclado en proporciones de acuerdo a los agregados.

Fue debido a estas propiedades que Roma empezó a masificar el uso de este material, lo que le llevó a construir con arcos y bóvedas luces mayores en sus edificaciones. Este conocimiento se fue perdiendo paulatinamente en la Edad Media con la caída de los romanos y fue redescubierto en el siglo XVIII con la creación del cemento Portland. Posteriormente, Vicat, un científico francés admirador del cemento romano, empezó a investigar la cal que debería utilizarse para mejorar las propiedades del material y encontró que el carácter hidráulico provenía de la cal arcilla.

El albañil Joseph Aspdin patentó en 1824 un cemento que él mismo producía y que afirmaba que era tan duro como la piedra de Portland, mediante el proceso de “clinkerización”.

Para la aparición del hormigón armado fueron necesarios estudios en Inglaterra y Francia dedicados a descubrir el secreto de los hormigones romanos. Estos estudios llegaron a la conclusión de que, si bien los hormigones romanos tenían como virtud la resistencia a la compresión elevada, la resistencia a la tracción era muy limitada. El hormigón y el acero tienen un coeficiente de dilatación muy similar y además trabajan muy bien con el acero, protegiendo a este último de la oxidación. Se nombra como “inventor del hormigón armado” a Joseph Monier al utilizar el hormigón con una malla metálica para sus macetas.

En 1853, Coignet edificó el primer inmueble de hormigón reforzado con varillas de acero y posteriormente patentó sus métodos. Así construyó 300 kilómetros de alcantarillas y fue un promotor de esta metodología colaborando con muchos arquitectos. En este sentido, el hormigón armado experimentó un gran auge hasta nuestros días, periodo de tiempo en el que se estudiaron las contracciones por fragua y la fisuración por los esfuerzos de tracción en el hormigón armado, naciendo a partir de estos estudios la idea de comprimir previamente al concreto antes de trabajar bajo las cargas a las cuales será sometida durante su periodo de servicio, logrando que la estructura reduzca sus tracciones y permitía secciones más esbeltas y ahorro en acero. (Pérez M., 2014).

En este sentido, expuestos los antecedentes de ambos materiales, es necesario recalcar que los ingenieros actualmente cuentan una gran variedad de opciones para resolver los problemas que se le presentan en el ejercicio profesional, debiendo realizar análisis exhaustivos que evalúen las ventajas de un sistema con respecto al otro y así optar por la mejor solución.

Al respecto, una publicación del ingeniero Pérez Farrás titulada “Criterios de diseño, cálculo y selección de tuberías en base al criterio de las prestaciones equivalentes” (2007) comenta que en el mercado actual se proyectan y fabrican alcantarillas de distintos materiales, cuyos criterios de diseño no son siempre difundidos. De la misma forma, la publicación indica que más allá del criterio ingenieril basado en economía, diseño y tiempo, la elección de este tipo de estructuras se encuentra supeditada a criterios o simpatías del proyectista a determinado tipo de material, distorsionándose así el criterio de evaluación.

Otra investigación sobre estudios de drenajes en carreteras es la tesis para optar por el título de ingeniero civil, denominada “Control de erosión en obras de drenaje

transversal de carreteras ubicadas en zonas andinas” (Barreto, 2004), la cual detalla ampliamente los criterios de diseño hidráulico de los drenajes transversales y muestra como ejemplo las obras en la carretera La Oroya – Puente Matachico y en la carretera Lima – Canta. Asimismo, en su capítulo 2 clasifica estos drenajes de acuerdo a los tipos de material y a la geometría y menciona que la elección del drenaje más apropiado para un problema específico dependerá de factores como la durabilidad, resistencia, rugosidad, condiciones del terreno, resistencia a la corrosión, abrasión e impermeabilidad.

El presente trabajo de tesis busca mostrar las características técnicas de las estructuras tipo marco de concreto armado y de las estructuras de metal corrugado y definir qué alternativa, entre el concreto y la estructura metálica corrugada, resultaría más conveniente para el drenaje pluvial de la quebrada Ipllatia y a raíz de un análisis y comparación de los costos y tiempos para la ejecución de cada caso, ya que son los parámetros más importantes al momento de definir la efectividad de una tecnología constructiva.

1.3 REALIDAD PROBLEMÁTICA

La vía administrada por la Municipalidad Provincial de Coronel Portillo que conecta la ciudad de Pucallpa con el AA. HH. San Martín de Porres en el distrito de Yarinacocha presenta problemas de transitabilidad debido a que en los cruces con las quebradas solo permite tránsito peatonal y de vehículos ligeros y además presenta trabajos inconclusos en el manejo de quebradas, por lo que se busca proponer una solución en uno de los puntos críticos, conocido como la quebrada Ipllatia, en el Jr. Ipllatia con Jr. Teodoro Binder, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali; tal que permita el cruce de vehículos de mayor tamaño, así como la ampliación de la vía.

En primer lugar, la vía no se encuentra totalmente pavimentada pues su proyección de carga es de vehículos menores y tránsito peatonal, por lo que en la mayor parte de la carretera se conforma por una trocha carrozable. La Municipalidad de Coronel Portillo busca que esta vía supere los problemas de baches y presencia de fangos, así como también mejorar su transitabilidad dado que en la quebrada Ipllatia existe un puente de madera en mal estado y que en

temporadas de lluvia sufre graves daños, llegando incluso a ser desbordado afectando a las poblaciones cercanas.

Por otro lado, el puente de madera existente se encuentra en un tramo en el que la quebrada forma un meandro lo que genera problemas de socavación del suelo en el lado cóncavo y, adicionalmente, el caudal de la quebrada suele estancarse, lo que provoca enfermedades bronco-pulmonares, enfermedades diarreicas, así como también la presencia de insectos. La propuesta de drenaje pluvial busca solucionar este problema canalizando el cauce de la quebrada evitando este meandro, permitiendo que el flujo cruce perpendicularmente a la carretera y alejándolo del AA. HH. San Martín de Porres.

Además, la zona en estudio presenta suelos que son mezcla de arena, limo y arcilla por lo que requiere un adecuado mejoramiento del suelo y un posterior relleno masivo. La propuesta de solución deberá considerar el diseño de una estructura que tome en cuenta la limitada disponibilidad de materiales de construcción de las canteras y que generaría dificultades para el empleo de tecnologías como el concreto armado.

1.4 PROBLEMA

1.4.1 PROBLEMA GENERAL

¿Las alternativas de estructura metálica corrugada y marco de concreto permiten construir la ampliación de la carretera Pucallpa – AA. HH. San Martín de Porres en el cruce con la quebrada Ipllatia?

1.4.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles son las dimensiones hidráulicas y estructurales de las alternativas de estructura metálica corrugada y marco de concreto armado del drenaje pluvial en la quebrada Ipllatia que permita la ampliación de la carretera Pucallpa – AA. HH. San Martín de Porres?

- ¿Cuál es el presupuesto de las alternativas de estructura metálica corrugada y marco de concreto armado del drenaje pluvial en la quebrada Ipllatia que permita la ampliación de la carretera Pucallpa – AA. HH. San Martín de Porres?
- ¿Cuáles son los tiempos de ejecución de las alternativas de estructura metálica corrugada y marco de concreto armado del drenaje pluvial en la quebrada Ipllatia que permita la ampliación de la carretera Pucallpa – AA. HH. San Martín de Porres?

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Seleccionar la mejor alternativa, estructura metálica corrugada o marco de concreto armado para un drenaje pluvial en la quebrada Ipllatia que permiten la ampliación de la carretera Pucallpa – AA. HH. San Martín de Porres.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las dimensiones hidráulicas y estructurales del drenaje pluvial de las alternativas de estructura metálica corrugada y marco de concreto armado en la quebrada Ipllatia que permiten la ampliación de la carretera Pucallpa – AA. HH. San Martín de Porres.
- Determinar los tiempos de ejecución del drenaje pluvial de las dos alternativas en la quebrada Ipllatia que permiten la ampliación de la carretera Pucallpa – AA. HH. San Martín de Porres
- Determinar el presupuesto del drenaje pluvial de las dos alternativas en la quebrada Ipllatia que permiten la ampliación de la carretera Pucallpa – AA. HH. San Martín de Porres.

1.6 HIPÓTESIS

1.6.1 HIPOTÉISIS GENERAL

La alternativa de la estructura metálica corrugada para el drenaje pluvial en la quebrada Ipllatia es la mejor opción para la ampliación de la carretera Pucallpa – AA. HH. San Martín de Porres.

1.6.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Las dimensiones de las alternativas de estructura metálica corrugada y estructura tipo marco de concreto armado son factibles técnicamente por sus diseños hidráulicos y estructurales adecuados
- La estructura metálica corrugada tiene un tiempo de ejecución de obra menor que el marco de concreto armado.
- La estructura metálica corrugada tiene un presupuesto menor que la alternativa con marco de concreto armado

CAPÍTULO II. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 INFORMACIÓN PRELIMINAR

El desarrollo del presente documento tiene una estructura y una serie lógica de pasos a fin de alcanzar los objetivos planteados en el capítulo anterior.

En primer lugar, se realizará un estudio hidrológico el cual consistirá en evaluar información pluviométrica y características de la cuenca con el método del SCS para abstracciones. Con este estudio se desea obtener el caudal de diseño que fluirá por la estructura a elegir.

Luego de determinar el caudal de diseño, se estudiarán dos tipos de estructuras a construir en la quebrada Ipllatia, las cuales serán:

- Estructura metálica corrugada (EMC)
- Estructura tipo marco de concreto armado (MCA)

Con el caudal de diseño se determinarán las dimensiones de estas estructuras. Para el caso de la estructura metálica corrugada se desarrollará el diseño estructural a fin de determinar el espesor de las placas metálicas que la conforman.

Para la estructura tipo marco de concreto armado se desarrollará el diseño estructural a fin de determinar las dimensiones de los elementos de concreto que la conforman y la armadura de refuerzo de acero que necesitará.

Posteriormente se realizará un estudio de costos de cada estructura y los tiempos estimados durante los procesos constructivos. Estos se compararán tomando en cuenta sus presupuestos y los tiempos de sus cronogramas de obra.

2.2 ESTUDIO HIDROLÓGICO

Para el diseño hidráulico de la estructura se requiere el caudal de diseño. En primer lugar, se necesita caracterizar la cuenca. Luego, se requiere información de caudales máximos instantáneos o, en caso de no contar con dichos caudales, de precipitaciones máximas instantáneas de la zona en estudio. Uno de los primeros parámetros que se debe buscar en el diseño hidráulico es el caudal de diseño. Para el estudio hidrológico de la cuenca de la Quebrada Ipllatia de drenaje pluvial se ha optado por utilizar el método del SCS para abstracciones y el método del hidrograma unitario sintético del SCS para caracterizar el escurrimiento superficial.

2.2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE UNA CUENCA

La cuenca hidrográfica es un lugar geográfico en el que se desarrollan todos los cursos superficiales que conducen el agua a un punto de interés. Está delimitado por las cumbres montañosas o divisorias de aguas. Sin embargo, en entornos urbanos, las cuencas también suelen ser delimitadas por otros obstáculos. Por ejemplo, algunas calles funcionan como colectores y algunas manzanas pueden ser atravesadas por divisorias de subcuencas.

Con el motivo de predecir respuestas hidrológicas, se analizan algunos parámetros importantes de la cuenca:

- Área de la cuenca
- Perímetro de la cuenca
- Longitud de la cuenca
- Pendiente de la cuenca
- Diferencia máxima de niveles

2.2.2 PERIODO DE RETORNO Y RIESGO DE FALLA

De acuerdo al Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2019), el periodo de retorno, T , se define como el

tiempo en años para que el valor del caudal pico de una creciente determinada sea igualado o superado. Para determinar el caudal de diseño de una alcantarilla se adopta el criterio de riesgo admisible, el cual se define como la probabilidad de que una estructura sea destruida durante su vida útil. El riesgo admisible es función del periodo de retorno y la vida útil esperada de la estructura a ser construida. La ecuación que liga a las variables riesgo, periodo de retorno y vida útil es la ecuación 1.

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \dots \text{Ec. 1}$$

Donde :

- R : riesgo admisible en fracción. Se suele convertir y expresar en %
n : vida útil de la estructura, expresada en años
T : periodo de retorno de la estructura, expresado en años

El Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje recomienda los valores máximos de riesgos admisibles según el tipo de obra como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1
Valores máximos recomendados de riesgo admisible por tipo de obra

Tipo de obra	Riesgo admisible (%)
Puentes	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso de quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas ribereñas	25

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2019)

2.2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA DATA PLUVIOMÉTRICA

El análisis estadístico nos permite estimar las precipitaciones para ciertos periodos de retorno utilizando ciertos modelos probabilísticos. En la tabla 2 se presentan una selección de distribuciones utilizadas para el ajuste de la información pluviométrica.

Tabla 2

Distribuciones de probabilidad para el ajuste de la información pluviométrica

DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD	Función de densidad	Ecuaciones de los parámetros
Normal	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)$	$\mu = \bar{x}$ $\sigma = s_x$
Log-Normal	$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(y - \mu_y)^2}{2\sigma_y^2}\right)$ donde $y = \log(x)$	$\mu_y = \bar{y}$ $\sigma_y = s_y$
Gumbel	$f(x) = \exp\{-\exp(-\alpha(x - \beta))\}$	$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma}$ $\beta = \bar{x} - 0.45005\sigma$

Fuente: Elaboración propia

Para evaluar el mejor ajuste de los datos hidrológicos a una función de probabilidad, se realizan pruebas de bondad de ajuste. Una de las más utilizadas es la prueba de Kolmogorov – Smirnov, que consiste en comparar la diferencia en valor absoluto de las frecuencias observadas y las frecuencias calculadas con la distribución teórica, tal como se muestra en la ecuación 2.

$$d = \text{máx}|(F_0(x_m) - F(x_m))| \dots\dots\dots \text{Ec. 2}$$

En la tabla 3, se muestran los valores críticos “d” de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov – Smirnov que son usados para el análisis. El valor crítico depende del tamaño de la muestra y del nivel de significancia.

Tabla 3

Valores críticos para la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov - Smirnov

Tamaño de la muestra	Nivel de significancia		
	0.10	0.05	0.01
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.30	0.34	0.40
20	0.26	0.29	0.36
25	0.24	0.27	0.32
30	0.22	0.24	0.29
40	0.19	0.21	0.25
n grande	$1.22/N^{0.5}$	$1.36/N^{0.5}$	$1.63/N^{0.5}$

Fuente: (Aparicio Mijares, 1992)

Si la diferencia entre los valores observados y teóricos no supera los valores críticos indicados en la tabla 3, se dice que la distribución se ajusta con cierta fiabilidad a la distribución indicada.

2.2.4 HIDROGRAMA UNITARIO SCS

A partir de una serie de hidrogramas de escorrentía directa analizados para varios tipos de cuencas, el SCS desarrolló un hidrograma unitario sintético para una duración de lluvia especificada, que en su forma adimensional tiene en el eje de ordenadas la relación del caudal (Q) respecto al caudal pico (q_p) y en el eje de abscisas tiene la relación del tiempo de ocurrencia del caudal dado (t) con respecto al tiempo de ocurrencia del caudal pico (T_p).

También tiene un modelo simplificado que consiste en un hidrograma unitario triangular que no es adimensional. Los hidrogramas mencionados se pueden apreciar en la figura 2.

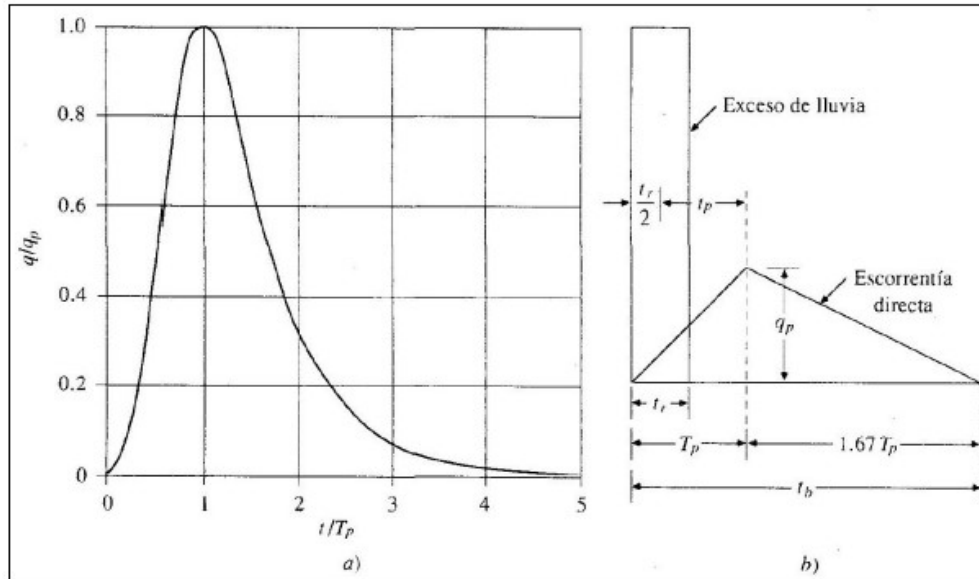


Figura 2: Hidrogramas unitarios sintéticos del SCS. a) Adimensional, b) Triangular. Fuente: (Chow, Maidment, & Mays, 1988)

Los valores de las coordenadas del hidrograma unitario sintético del SCS se encuentran expresados en la tabla 4.

Tabla 4
Coordenadas del hidrograma adimensional del SCS

t/t_p	Q/Q_p
0.0	0.00
0.2	0.075
0.5	0.430
0.8	0.890
1.0	1.000
1.5	0.650
2.0	0.320
3.0	0.075
4.5	0.009
5.0	0.004

Fuente: (Soil Conservation Service, 1985)

El tiempo base, denominado t_b corresponde a la duración del hidrograma unitario y se relaciona con el tiempo pico (T_p) mediante la ecuación 3.

$$t_b = 2.67 * T_p \dots\dots\dots \text{Ec. 3}$$

El tiempo de retardo, denominado T_p se estima mediante el tiempo de concentración (T_c) mediante la ecuación 4.

$$T_p = 0.60 * T_c \dots\dots\dots \text{Ec. 4}$$

El tiempo pico T_p puede expresarse en función del tiempo de retardo y de la duración de la lluvia (t_r) mediante la ecuación 5.

$$T_p = t_r / 2 + T_c \dots\dots\dots \text{Ec.5}$$

El caudal pico denominado q_p ($m^3/s/mm$) se calcula mediante la ecuación 6.

$$q_p = \frac{P * A}{1.8 * t_b} \dots\dots\dots \text{Ec.6}$$

Es importante resaltar que este método requiere el cálculo de una precipitación neta, la cual dependerá también de las condiciones de la zona a analizar.

2.2.5 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Para el cálculo del tiempo de concentración, existen diversas expresiones matemáticas y para la presente investigación se han seleccionado las siguientes:

Método de Kirpich:

El método de Kirpich, desarrollado para cuencas montañosas, considera una fórmula sencilla que solo depende de la longitud de la cuenca y la pendiente y se expresa de la siguiente manera:

$$T_c = 3.97 \times \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \dots\dots \text{Ec. 7}$$

Donde :

- T_c : Tiempo de concentración, en minutos
- L : Longitud del cauce principal desde el inicio del escurrimiento, en km.
- S : Pendiente media del cauce, en m/m (adimensional)

Método de Federal Aviation Administration:

Para evaluar el tiempo de concentración puede emplearse la siguiente ecuación determinada por el Corp of Engineers. El método tiene como finalidad el ser utilizado para problemas de drenaje, pero también se ha usado en flujos superficiales de cuencas urbanas. La expresión matemática de este método es:

$$T_c = 0.7035 \times \frac{(1.1-C)*L^{0.50}}{S^{0.333}} \dots \text{Ec. 8}$$

Donde :

- T_c : Tiempo de concentración, en minutos
- C : Coeficiente de escorrentía del método
- L : Longitud del cauce principal desde el inicio del escurrimiento, en km.
- S : Pendiente media del cauce, en m/m (adimensional)

Método de Témez

El método considera una fórmula sencilla que solo depende de la longitud de la cuenca y la pendiente y se expresa de la siguiente manera:

$$T_c = 0.30 * \frac{L^{0.76}}{S^{0.19}} \dots\dots \text{Ec. 9}$$

Donde :

- T_c : Tiempo de concentración, en minutos
 L : Longitud del cauce principal desde el inicio del escurrimiento, en km.
 S : Pendiente media del cauce, en m/m (adimensional)

Método de Bransby-Williams

El método de Bransby-Williams relaciona el área de la cuenca, la longitud del cauce principal y la pendiente y se expresa de la siguiente manera:

$$T_c = 0.2433 * \frac{L}{S^{0.2} * A_c^{0.1}} \dots\dots \text{Ec. 10}$$

Donde :

- T_c : Tiempo de concentración, en minutos
 L : Longitud del cauce principal desde el inicio del escurrimiento, en km.
 S : Pendiente media del cauce, en m/m (adimensional)
 A_c : Área de la cuenca, en km^2

2.2.6 LLUVIA NETA

La lluvia neta o precipitación neta es aquella que da lugar a la escorrentía directa. Según el método de abstracciones del SCS, para su cálculo se requiere conocer la duración de la lluvia asociada. El cálculo de la precipitación neta se obtiene con la ecuación 11.

$$P_n = \frac{(P - P_0)^2}{P + 4 * P_0} \dots\dots \text{Ec.11}$$

Donde :

- P : precipitación total registrada
 P_n : precipitación neta
 P_0 : abstracción inicial o umbral de escorrentía

El valor de P_0 se encuentra ligado a una serie de tablas o también se puede estimar a partir del número de curva (CN) que se deduce de la tabla 5.

$$P_0 = \frac{5080}{CN} - 50.8 \dots\dots \text{Ec.12}$$

Tabla 5

Número de curvas para diferentes condiciones de terreno, condición de humedad antecedente II

Descripción del Uso de la Tierra	Grupo Hidrológico del Suelo			
	A	B	C	D
Tierra cultivada				
Sin tratamiento de conservación	72	81	88	91
Con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastos y prados				
En malas condiciones	68	79	86	89
En buenas condiciones	39	61	74	80
Pradera				
En buenas condiciones	30	58	71	78
Terreno boscoso				
Poco denso, cubierta forestal pobre o inexistente	45	66	77	83
Buena cubierta forestal	25	55	70	77
Espacios abiertos (césped, parques, campos, etc.)				
En buenas condiciones (75% o más de hierba)	39	61	74	80
En pobres condiciones (50-75% de hierba)	49	69	79	84
Zonas comerciales (85% impermeable)	89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeable)	81	88	91	93
Zona residencial				
Tamaño medio de la parcela (% Impermeabilidad)				
< 500 m2 (65%)	77	85	90	92
1000 m2 (38%)	61	75	83	87
1500 m2 (30%)	57	72	81	86
2000 m2 (25%)	54	70	80	85
4000 m2 (20%)	51	68	79	84
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc.	98	98	98	98
Calles y carreteras				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

Fuente: (Chow, Maidment, & Mays, 1988)

Para el cálculo del hidrograma unitario, el periodo de 16 horas se dividirá en intervalos de 0.5 horas cada uno y se calcularán las precipitaciones totales acumuladas para cada tiempo asumido. Para ello se utilizará la ecuación 13:

$$\text{Precipitación total (para } t \text{ horas)} = \text{constante} * \text{Duración}^n \dots \text{Ec. 13}$$

Donde n es la constante del modelo IILA-UNI-Senamhi. Para determinar el valor de n, es necesario recurrir al Plano N 2-C llamado Subdivisión del territorio en zonas y subzonas pluviométricas, que se muestra en la figura 3.



Figura 3: Plano N 2-C "Subdivisión del territorio en zonas y subzonas pluviométricas". Fuente: (Convenio de cooperación Técnica IILA - UNI - SENAMHI, 1982)

2.2.7 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO

Las alcantarillas sirven para derivar un caudal de agua de forma tal que no afecten otras obras importantes, por lo que es necesario conocer este caudal. De acuerdo al Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2019) se pueden aplicar métodos directos cuando se cuenta con información suficiente de caudales de cuencas cercanas al punto de estudio o también calcularlos de forma indirecta utilizando los datos de precipitación como datos de entrada para el cálculo de este caudal máximo.

Para determinar el caudal de diseño se aplicará el método de precipitación – descarga, el cual calcula el hidrograma de escorrentía resultante como la superposición de los hidrogramas correspondientes a intervalos de lluvia neta consecutivos. Estos hidrogramas, a su vez, se calculan aplicando el hidrograma unitario correspondiente a cada intervalo de lluvia neta o precipitación efectiva parcial. Para el cálculo de la duración de la lluvia neta se aplicará el Cuadro I:1-10 del Volumen 3 del Estudio de Hidrología del Perú (Convenio de cooperación Técnica IILA - UNI - SENAMHI, 1982), en el que se presentan valores de la duración de la lluvia neta en el Perú (ver tabla 6). Luego se aplicarán estos hietogramas a los intervalos de tiempo estimados aplicando la convolución.

Tabla 6
Valores de la duración de la lluvia neta en el Perú

COD	ESTACIÓN	t ≡ g	COD	ESTACION	t ≡ g
193	MOYOBAMBA	15.2	696	CHICHICOYA	19.6
244	PORVENIR	13.5	708	PALACO	10.6
248	BAMBAMARCA	15.2	709	RANRA	12.3
321	CONTAMANA	15.3	711	TELLERIA	12.8
384	UCHIZA	15.4	712	ACOSTAMBO	15.3
508	OYON	15.5	713	PAJAYRAGRA	14.4
559	PICOY	15.5	714	HUANCAYOCCASA	13.4
805	QUINCEMIL	19.1	715	LOS NOGALES	13.9
903	PROGRESO	10.5	717	PAMPAS	16.5
968	SIBAYO	15.9	719	CERCAPUQUIO	8.5

958	HUARAYA MOYO	17.5	724	KICHUAS	16.9
557	UPAMAYO	19.4	732	VILLENA	8.7
594	HUEQUE	16.4	745	SANTA ROSA	16.2
653	PACHACAYO	16.1	750	CHILICOCHA	15.7
654	MANTARO	11.9	752	CHURCAMP	15.3
667	YURICOCHA	17.5	757	HUANCVELICA	16.3
674	HUAYTAPALLANA	14.8	769	HUANTA	16.0
679	ANGASMAYO	12.1	771	ASTOBAMBA	20.0

Fuente: (Convenio de cooperación Técnica IILA - UNI - SENAMHI, 1982)

Se calcularán las precipitaciones totales acumuladas para cada tiempo asumido. Para ello se utilizará la ecuación 12:

$$\text{Precipitación total (para } t \text{ horas)} = \text{constante} * \text{Duración}^n$$

Donde el valor de n es un parámetro que depende de la zona y que se encuentra en el Estudio Hidrológico del Perú. Estos valores se encuentran resumidos y adaptados en la tabla 7

Tabla 7

Valores de los parámetros a y n del "Estudio hidrológico del Perú"

Subzona	Valor de n
123 ₁	0.357
123 ₃	0.405
123 ₁₃	0.432
123 ₅	0.353
123 ₆	0.380
123 ₈	0.232
123 ₉	0.242

123 ₁₀	0.254
123 ₁₁	0.286
5 _{a2}	0.301
5 _{a5}	0.303
5 _{a10}	0.434

Fuente: (Convenio de cooperación Técnica IILA - UNI - SENAMHI, 1982)

Las precipitaciones efectivas parciales se calculan a partir de las precipitaciones netas acumuladas restando dos intervalos consecutivos. El hietograma de lluvia neta de diseño se obtiene a partir de los valores calculados ordenándolos de acuerdo al Método de los Bloques Alternos, que consiste en colocar el máximo valor al centro y los restantes de forma simétrica, disminuyendo hacia los extremos.

Luego se calcula el hidrograma correspondiente a cada intervalo de lluvia neta, multiplicando las ordenadas del hidrograma unitario por la lluvia neta. El hidrograma de crecidas resultante se obtiene por la superposición de los hidrogramas anteriores con el método de convolución.

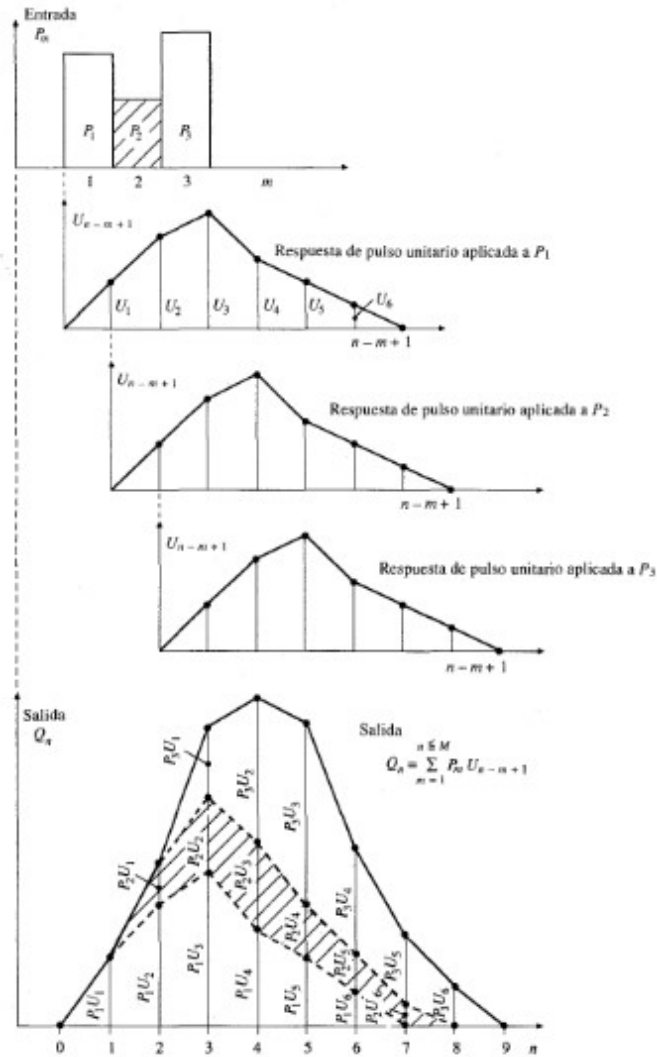


Figura 4: Aplicación de la ecuación de convolución discreta. Fuente: (Chow, Maidment, & Mays, 1988)

El caudal de diseño es el valor máximo del hidrograma de crecidas resultante.

2.3 ESTRUCTURAS METÁLICAS CORRUGADAS (EMC)

La norma internacional bajo la cual se fabrican estas láminas son la AASHTO M-218, M-167 y ASTM A-569, las cuales establecen que el máximo contenido de carbono es de 0.15%, la fluencia mínima de 23kg/mm^2 y rotura de 31kg/mm^2 .

Además del galvanizado, otra propiedad importante es el corrugado. Existen muchos perfiles de corrugación, de formas definidas en las tablas de la norma A796/A796M-17. La tabla 8 muestra las propiedades geométricas y de resistencia a la costura de la corruga 381mmx139.7mm.

La fabricación de este perfil de corrugación no se realiza en el Perú, por lo que es de importación. Las propiedades de la tabla 8 están de acuerdo a la A796/A796M-17 Table 35, ASTM International y en la figura 5 se puede apreciar su forma geométrica.

Tabla 8
Propiedades de la corrugación 381mm x 139.7mm

Espesor mm	Área de la sección mm ² /mm	Momento de inercia mm ⁴ /mm	Resistencia de costuras / 6 pernos por corrugación KN/m	Diámetro de pernos mm
3.56	4.784	11710.7	963	19
4.32	5.846	14332.5	1270	19
4.79	6.536	16037.0	1489	19
5.54	7.628	18740.1	1853	19
6.32	8.716	21441.2	2101	19
7.11	9.807	24124.5	2101	19
6.32	8.716	21441.2	2320	22
7.11	9.807	24124.5	2583	22

Fuente: Tabla 35, norma A796/A796M-17 (ASTM International, 2017)

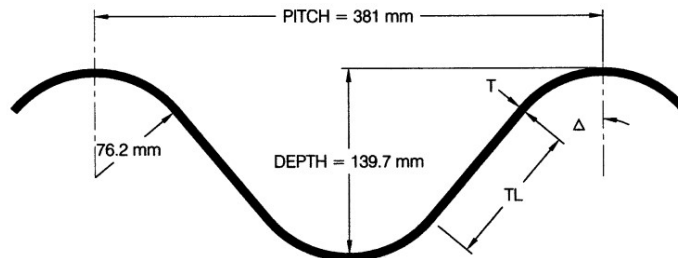


Figura 5: Geometría de corruga 381mmx139.7mm. Fuente: Tabla 35, norma A796/A796M-17 (ASTM International, 2017)

Las estructuras metálicas corrugadas se conforman de placas galvanizadas en caliente. El galvanizado es un método que brinda una protección electroquímica, que sacrifica el recubrimiento para proteger el acero base donde haya sido rayado o expuesto, otorgando resistencia a la abrasión sin afectar toda la estructura. La norma ASTM A-123 regula el galvanizado de estas estructuras, exigiendo un recubrimiento mínimo de 90 micras o 610 gr/m² por lado.

Los recubrimientos que se obtienen por galvanización en caliente están constituidos por varias capas de aleaciones de zinc-hierro, fundamentalmente tres, las cuales se denominan “gamma”, “delta” y “zeta” y una capa externa de zinc prácticamente puro (fase “eta”), que se forma al solidificar el zinc arrastrado del baño y que confiere al recubrimiento su aspecto característico gris metálico brillante (ver figura 6).

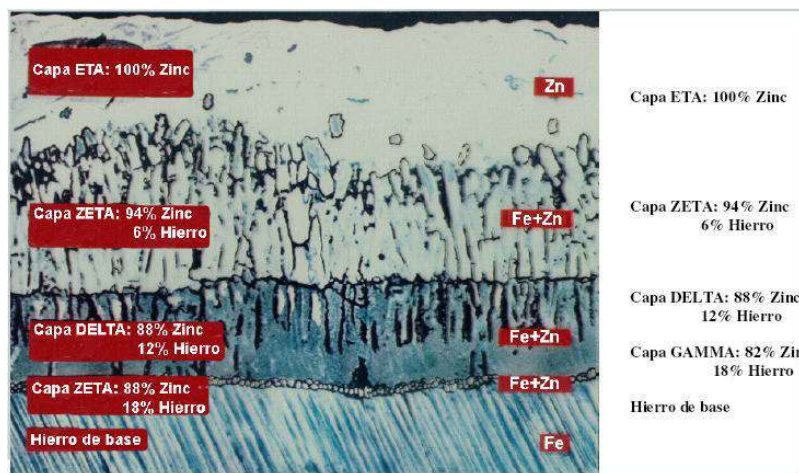


Figura 6: Capas de galvanizado de estructuras metálicas. Fuente: Asociación para la promoción técnica del acero (Flórez & Ruiz, 2019)

La resistencia a la corrosión que brinda el galvanizado proporciona una protección triple por efecto barrera: aíslan al acero del medio agresivo presente en desechos urbanos e industriales, así como cloruros en zonas costeras, otorgan una protección catódica o de sacrificio, la cual se da en forma de una reacción electroquímica en la que el zinc constituye la parte anódica de las pilas de corrosión que puedan formarse y se irá consumiendo lentamente para proteger al acero y finalmente la restauración de zonas desnudas puesto que los productos

de la corrosión del zinc son insolubles, compactos y adherentes y taponan las pequeñas discontinuidades que puedan producirse en el recubrimiento. (Corrugated Steel Pipe Institute, 2007)

En la tabla 8, la cuarta columna hace referencia a la resistencia de la costura. Esa costura se encuentra conformada de pernos y tuercas y por la forma que tiene la corrugación no requiere arandelas. Los pernos deben cumplir con la norma ASTM A-307 y las tuercas se rigen bajo la norma ASTM A 563 Calidad C. La galvanización de estos pernos y tuercas satisfacen la norma ASTM A-153.

Se fabrican de acero con tratamiento térmico que permite la resistencia a un esfuerzo de torsión de 14 a 28 kg-m; su forma ayuda a encajar en las crestas y valles de las corrugaciones, obteniendo un máximo de superficie de contacto, ajuste exacto sin necesidad de emplear arandelas.

Las investigaciones desarrolladas por el Iowa State College condujeron a la clasificación de los conductos enterrados de acuerdo a determinadas características para cada caso:

- Flexibilidad: rígidas (i.e. concreto) o flexibles (i.e. estructuras metálicas)
- Ubicación de su colocación: enterrados, en proyección, en proyección negativa

Además, estas investigaciones destacan la importancia de las condiciones de instalación. Dependiendo de las condiciones de instalación, un método de diseño estructural racional estará sujeto a diversas teorías de carga referidas al comportamiento estructural. Estas condiciones son las propiedades físicas de las estructuras metálicas, las características del material de relleno, las cargas vivas y muertas que soportará durante su vida útil (carga vehicular, camión minero, tránsito peatonal).

También será necesario conocer el proceso constructivo, como el movimiento de tierras aplicado al material de relleno, los equipos y la supervisión de la instalación y la disponibilidad de los materiales a emplear.

Con respecto al empleo de estas estructuras se tendrá que tomar en cuenta también la aplicación que se les vaya a dar, ya sea para pases peatonales o de vehículo, con lo cual las consideraciones se modifican. En la presente investigación se incluye lo relativo al uso para drenajes.

Los detalles constructivos de las estructuras metálicas corrugadas se deben especificar en los planos de armado. En todos los casos es preferible que las costuras (línea de pernos) en el sentido longitudinal se dispongan de una manera escalonada, especialmente en las placas que se ubican en la tapa.

En primer lugar, las alcantarillas de metal corrugado deben ser ubicadas iniciando su ensamblaje desde aguas abajo. Este detalle del ensamblaje explica la eficiencia en tiempo del sistema de placas estructurales puesto que las placas ya vienen listas para empernar. En campo solo sería necesario preparar el cimiento sobre la que se apoyará la estructura metálica corrugada, ensamblar la estructura y rellenar la sección.

Otra consideración constructiva es con respecto al relleno estructural de estas estructuras. La compactación del relleno de estas estructuras debe cumplirse de tal forma que el ensayo Proctor indique una densidad de campo mínima del 90%.

La compactación debe realizarse en capas de 20 a 30 centímetros verificando la densidad de campo indicada anteriormente. El relleno estructural deberá extenderse para las estructuras de gran luz hasta 8 pies más allá de la luz a cada lado, como lo indica la norma AASHTO en la figura 12.8.5.3-1 (ver figura 7). El resto de relleno puede ser de relleno masivo, el cual también constituye un ahorro en costos puesto que el precio unitario del relleno masivo es menor en comparación al concreto armado.

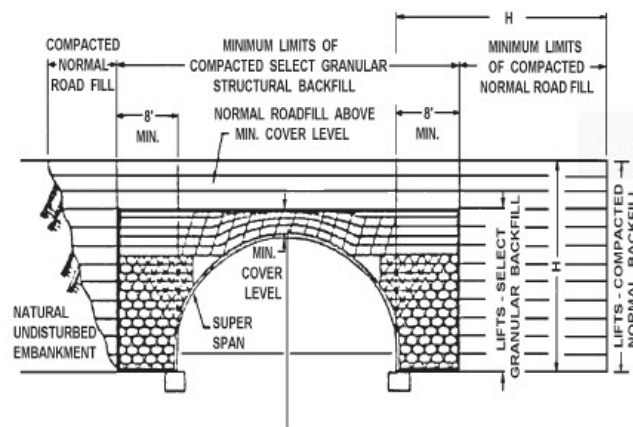


Figura 7: Envoltura típica del relleno estructural. Fuente AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (AASHTO, 2017)

2.4 ESTRUCTURAS TIPO MARCO DE CONCRETO ARMADO (MCA)

Las alcantarillas tipo marco de concreto armado son empleadas comúnmente para proyectos de irrigación, drenaje y desagüe. Esta estructura se diseña en dimensiones especiales, referidas a la altura y espesor, bajo solicitaciones hidráulicas y de carga y dependiendo del criterio del diseñador puede optarse por una alcantarilla marco de concreto monocelda o multicelda, que está en función a la cantidad de ojos que presente la estructura marco de concreto.

Un aspecto a tomar en cuenta de estas estructuras es que la norma AASHTO en su artículo 3.6.1.2.6 indica que estas estructuras pueden tener un relleno estructura sobre la cara superior o no. Si el relleno es menor de 60 cm, la sobrecarga deberá analizarse con anchos de franja equivalente mientras que si el relleno es mayor a 60 centímetros se puede considerar que la sobrecarga se distribuye uniformemente en un rectángulo con un área amplificada por determinados factores, tal y como se haría con una estructura metálica corrugada. Esto reduce la carga viva y ayuda a resistir a la estructura. Sin embargo, en esta investigación se considerará la carga viva aplicada directamente sobre la losa superior por un tema de mantener la cara inferior de la losa superior a cierto nivel del tirante máximo. El diseño de estas estructuras se analizará en la sección 2.5.2.

La instalación de los marcos de concreto armado se pueden hacer también con estructuras prefabricadas, pero en este caso el marco será encofrado y vaciado en obra. El American Concrete Institute en el ACI 211.1-91 brinda recomendaciones para las proporciones de los materiales y componentes para elaborar concreto.

Con respecto al encofrado, es común utilizar madera o estructuras metálicas y deben tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, evitando la formación de cangrejeras entre los soportes y cuidando que no se pueda escapar el mortero. En este caso se utilizará encofrados de madera.

Adicionalmente se puede disponer de equipos necesarios para la ejecución de juntas, corrección superficial del concreto terminado, aplicación de productos de curado, limpieza, etc. Las juntas para este caso serán de suma importancia puesto que pasará agua y las filtraciones podrían dañar el terreno de base de la alcantarilla de concreto armado.

2.5 DISEÑO HIDRÁULICO

El análisis hidráulico de las alcantarillas requiere evaluar las condiciones indicadas en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2019), las cuales son:

- Tirante o profundidad de agua
- Velocidades máximas admisibles
- Velocidad mínima
- Borde libre

Según este manual, para el diseño de alcantarillas se recomienda que el flujo no sea ahogado y que funcione como un canal, por lo que se debe cumplir esta condición en el diseño del área útil de la estructura.

Una de las fórmulas fundamentales para los diseños hidráulicos es la mostrada en la ecuación 14, la cual se conoce como la ecuación de Manning.

$$Q = A \times V = \frac{(A \times R_h^{2/3} \times S^{1/2})}{n} \quad \dots\dots \text{Ec. 14}$$

Donde :

- Q : caudal en (m³/s)
- V : velocidad media en (m/s)
- A : área mojada de la sección en (m²)
- P : perímetro mojado en (m)
- R_h : radio hidráulico, cociente del área mojada y perímetro mojado en (m)
- S : pendiente (adimensional)
- η : coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional)

Para el cálculo del coeficiente de rugosidad de Manning se recomienda utilizar el método de Cowan, que lo calcula usando la ecuación 15. Las tablas 9 y 10 muestran las tablas de Cowan para el cálculo de cada uno de estos parámetros.

$$\eta = m_5 * (\eta_0 + \eta_1 + \eta_2 + \eta_3 + \eta_4) \dots \text{Ec. 15}$$

- η_0 : Rugosidad base para un canal recto, uniforme, prismático y con rugosidad homogénea (adimensional)
- η_1 : Rugosidad adicional debida a irregularidades superficiales del perímetro mojado a lo largo del tramo en estudio (adimensional)
- η_2 : Rugosidad adicional equivalente debida a variación de forma y de dimensiones de las secciones a lo largo del tramo en estudio (adimensional)
- η_3 : Rugosidad equivalente debida a obstrucciones existentes en el cauce (adimensional)
- η_4 : Rugosidad adicional equivalente debida a la presencia de vegetación (adimensional)
- m_5 : Factor de corrección para incorporar efecto de sinuosidad del cauce o presencia de meandros.

Tabla 9

Tablas de Cowan para el cálculo de los parámetros η_0 , η_1 , η_2 y η_3 de la ecuación de Manning.

CONDICIONES DEL CANAL		VALORES	
Material Involucrado	Tierra	η_0	0.020
	Corte en Roca		0.025
	Grava Fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
Grado de Irregularidad	Suave	η_1	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la Sección Transversal	Gradual	η_2	0.000
	Ocasionalmente Alternante		0.050
	Frecuentemente Alternante		0.010-0.015
Efecto Relativo de las Obstrucciones	Insignificante	η_3	0.000

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2019)

Tabla 10

Tablas de Cowan para el cálculo de los parámetros η_4 y m_5 de la ecuación de Manning.

CONDICIONES DEL CANAL		VALORES	
	Menor		0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severo		0.040-0.060
Vegetación	Baja	η_4	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Alta		0.025-0.050
	Muy Alta		0.050-0.100
Grado de los Efectos por Meandro	Menor	m_5	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2019)

Una vez definido el caudal de diseño, se necesita analizar el perfil del flujo y los tirantes que alcanza el agua, así como también las velocidades. La figura 8 muestra los elementos necesarios para el diseño hidráulico de una alcantarilla tales como el ancho del camino, la cobertura, las transiciones, la pendiente de la alcantarilla, su flecha, los tirantes al inicio y al final de la alcantarilla.

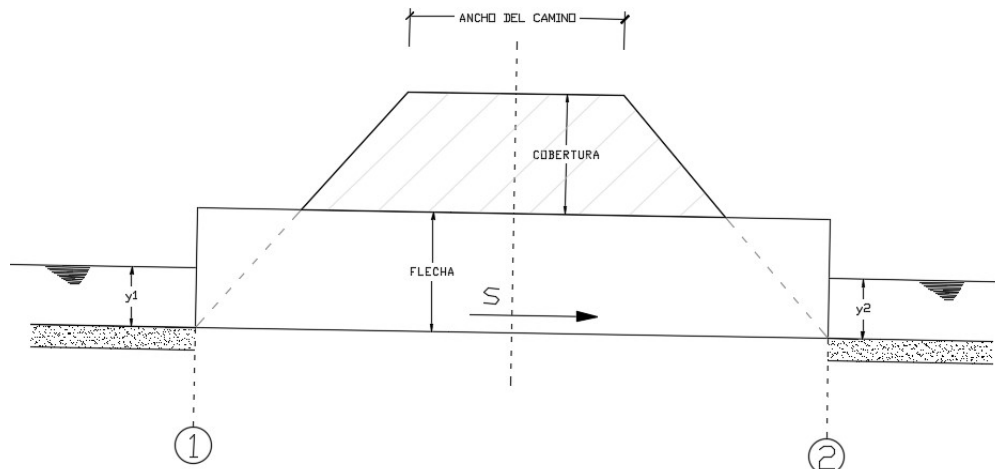


Figura 8: Elementos de perfil de una alcantarilla. Fuente: Elaboración propia adaptado de (Villón, Diseño de estructuras hidráulicas, 2005)

El diseño hidráulico se basa en el análisis del flujo a través de la estructura hidráulica al considerarse como parcialmente llena y que tiene una relativa longitud pequeña en la que no se llega a establecer el flujo uniforme.

El estudio se realiza con ayuda del software HY-8 que fue desarrollado por la Federal Highway Administration que permite realizar cálculos para el análisis de alcantarillas. El software es de uso libre y se puede descargar de la página web de la Federal Highway Administration.

La data de salida que muestra el software incluye la generación de hidrogramas y permite visualizar los perfiles de flujo en la alcantarilla requiriendo data como caudal de diseño, tipo de transición, cota de entrada y salida, pendiente de la alcantarilla, la forma de la sección y el material de la alcantarilla.

En algunos casos se requiere que la alcantarilla consista de conductos paralelos que se conocen como ojos. En esta investigación, se propone una estructura de concreto armado con tres ojos y una estructura metálica corrugada de un solo ojo.

El software también permite visualizar la sección y el perfil longitudinal de la estructura que se ha ingresado a través de su panel de entrada. Esto es muy importante dado que es posible conocer cómo se va editando la estructura de

acuerdo a la información que se va ingresando, por lo que su entorno es muy práctico.

Los reportes del programa son gráficos, cálculos y tablas de tirantes, caudales y velocidades, los cuales se pueden guardar como un documento en pdf o un texto enriquecido.

2.6 DISEÑO ESTRUCTURAL

2.6.1 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA

La norma AASHTO LRFD Bridge Design Specifications 2017 en su sección 12 denominada “Buried Structures and Tunnel Liners” desarrolla los requerimientos para la selección de las propiedades estructurales y las dimensiones de estructuras enterradas. Las estructuras que se consideran en esta sección son las tuberías de metal, estructuras de placas metálicas, estructuras de placas metálicas de gran luz, estructuras de placas metálicas de corruga profunda, estructuras de placas tipo caja, estructuras de concreto armado, tuberías termoplásticas y tuberías de fibra de vidrio.

En el artículo 12.4.2.5 de la norma AASHTO LRFD se mencionan que las estructuras metálicas corrugadas deben cumplir con las normas AASHTO M 36 (ASTM 760) y AASHTO M167M/M 167 (ASTM A761/A761M). En el artículo 12.5 se indican los pasos a seguir para desarrollar el diseño para las estructuras metálicas corrugadas

- Altura de relleno mínimo

La cobertura de una estructura metálica corrugada se encuentra ligado al material y al tipo de pavimento utilizado. En la figura 9 se presenta un esquema sobre cómo se determina la altura mínima dependiendo del pavimento.

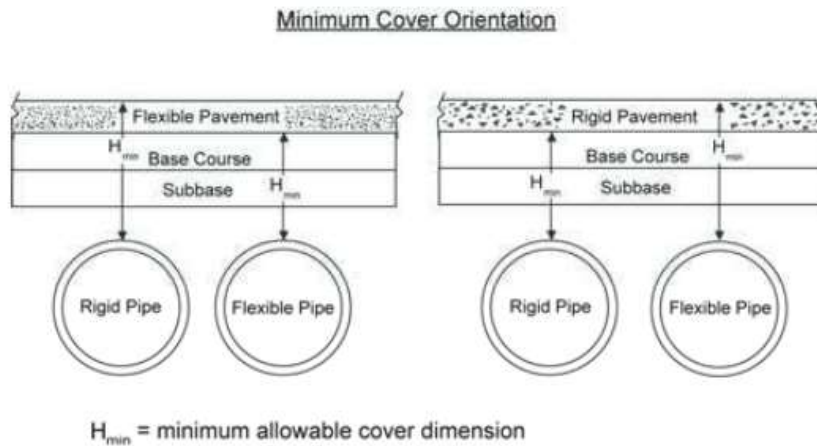


Figura 9: Determinación de la altura mínima de acuerdo al tipo de material del drenaje y al tipo de pavimento. Fuente: AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (AASHTO, 2017)

La tabla 12.6.6.3-1 del AASHTO LRFD Bridge Design Specifications resume las coberturas mínimas para los diversos tipos de materiales y en ella se indica que las estructuras metálicas de corruga profunda rigen su cobertura mínima de acuerdo al artículo 12.8.9.4.

Este artículo indica que “para estructuras de placas de corruga profunda, la cobertura mínima deberá ser el menor de 3 ft y la altura resultante de los límites para las de gran luz basada en el arco de tapa” (AASHTO, 2017)

- **EMPUJE FACTORADO**

El empuje factorado, T_L , por unidad de longitud debe ser tomado como:

$$T_L = \frac{P_{FD}(S)}{2} + \frac{P_{FL}(C_L)F_1}{2}$$

$$C_L = L_w \leq S$$

Para estructuras de metal corrugado:

$$F_1 = \frac{0.75S}{l_w} \geq F_{min}$$

$$F_{min} = \frac{15}{12S} \geq 1$$

Para estructuras de metal corrugado de gran luz:

$$F_1 = \frac{0.54S}{\frac{w_t}{12} + LLDF(H) + 0.03 (S)}$$

Donde :

- C_L : espesor de la estructura metálica en la cual la carga viva es aplicada paralela a la luz (ft)
- $LLDF$: factor de distribución de la carga viva como se especifica en el artículo 3.6.1.2.6
- L_w : longitud de huella a la profundidad H de acuerdo a lo especificado en el artículo 3.6.1.2.6 (ft)
- P_{FD} : presión de la carga muerta factorada aplicada en la corona de acuerdo al artículo 12.12.3.4 con VAF tomado como 1 y D0 tomado como S (ksf)
- P_{FL} : presión de la carga viva factorada aplicada en la corona (ksf)
- S : luz de la alcantarilla (ft)
- T_L : empuje factorado por unidad de longitud (kip/ft)
- w_t : huella de la rueda como se especifica en el artículo 3.6.1.2.5 (in)

• RESISTENCIA DE LA PARED

La resistencia factorada axial, R_n , por unidad de longitud de la pared sin considerar el pandeo debe ser tomado como:

$$R_n = \phi * F_y * A$$

Donde :

- A : área de la pared (in²/ft)
F_y : esfuerzo a la fluencia del metal (ksi)
ϕ : Factor de resistencia especificado en el artículo 12.5.5 del AASHTO

• RESISTENCIA AL PANDEO

El área de la pared calculada en el punto anterior debe ser verificada por pandeo.
Si $f_{cr} < F_y$, A debe ser recalculada usando f_{cr} en lugar de F_y :

$$\text{Si } S < \left(\frac{r}{k}\right) * \sqrt{24 * \frac{E_m}{F_u}}, \text{ entonces } f_{cr} = F_u - \frac{(F_u k S)^2}{48 E_m}$$

$$\text{Si } S > \left(\frac{r}{k}\right) * \sqrt{24 * \frac{E_m}{F_u}}, \text{ entonces } f_{cr} = \frac{12 * E_m}{\left(\frac{k S}{r}\right)^2}$$

Donde :

- S : diámetro de la tubería o luz de la estructura metálica de placas corrugadas (in)
E_m : módulo de elasticidad del metal (ksi)
F_u : esfuerzo a la tensión del metal (ksi)
F_{cr} : esfuerzo crítico de pandeo (ksi)
r : radio de giro de corrugación (in)
k : factor de rigidez del suelo tomado como 0.22

• RESISTENCIA A LA COSTURA

Para las estructuras metálicas corrugadas con costuras longitudinales, la resistencia factorada de la costura debe ser suficiente para soportar el empuje T_L.

Entonces, la resistencia a la costura se rige por la ecuación 16:

$$R_{pf} = \Phi_p * R_{pn} \dots \text{Ec. 16}$$

Donde :

R_{pf} : Resistencia factorada de la costura

Φ_p : Factor de acuerdo a la tabla 12.5.5-1 del AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (ver tabla 11)

R_{pn} : Resistencia nominal de la costura

Tabla 11

Factores de resistencia de la tabla 12.5.5-1 del AASHTO LRFD Bridge Design Specifications

Estructura metálica corrugada	Factores de resistencia
Área mínima del muro	0.67
Esfuerzo mínimo de la costura	0.67

Fuente: (AASHTO, 2017)

• FLEXIBILIDAD PARA MANIPULACIÓN E INSTALACIÓN

El factor de flexibilidad por manipulación se determina con la ecuación 17:

$$FF = \frac{S^2}{E_m * I} \dots \text{Ec. 17}$$

Este factor no debe exceder los valores indicados en el artículo 12.5.6, en la tabla 12.5.6.1-1 del AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (ver tabla 12)

Si bien este parámetro no representa ninguna restricción de tipo estructural, durante el armado las placas al ser elementos esbeltos pueden deformarse.

Tabla 12

Factor de flexibilidad del material placas de acero y la corrugación de 6"x2"

Material utilizado	Forma	Factor de flexibilidad (in. / kip)
Placas de acero	Circular	20
	Abovedada	30
	Arcos	30

Fuente: (AASHTO, 2017)

2.6.2 DISEÑO ESTRUCTURAL DE MCA

Para las consideraciones del diseño de estructuras de concreto armado se considerarán las cargas presentadas en la norma AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, la norma peruana E.060 Concreto armado, la norma E.020 Cargas y la norma E.050 Suelos y cimentaciones. Las cargas típicas aplicadas a los marcos de concreto suelen ser las cargas relacionadas a la carga muerta, carga viva, presiones del terreno y la presión del agua que fluye a través de la alcantarilla marco de concreto armado.

- **CARGA MUERTA (DC)**

La carga muerta está referida a las cargas que se mantienen constantes en magnitud y fijas en posición durante la vida útil de la estructura, siendo estas tales como el peso del marco de concreto, el asfalto, las barreras y cualquier otra carga que será permanente

- **CARGA VIVA (LL)**

Se considera carga viva a aquella carga debida al peso de los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos móviles

- **CARGAS DE TIERRA (EH, EV)**

Las cargas de tierra se refieren a las presiones horizontales y presiones verticales que el suelo ejerce sobre la alcantarilla. Estas cargas se aplican en las paredes

del marco de concreto y se van incrementando proporcionalmente a la profundidad

Para el diseño de las estructuras marcos de concreto se aplicará el diseño por resistencia última, para el cual se necesita mayorar las cargas por determinados factores de acuerdo a la norma AASHTO (ver tabla 13)

Tabla 13

Factores de carga de acuerdo al capítulo 3 del AASHTO LRFD Bridge Design and Specifications

Tipo de carga	Factor de combinación de carga
DC	1.25
EH	1.35
EV	1.30
WA	1.00
LL	1.75

Fuente: AASHTO LRFD Bridge Design and Specifications (AASHTO, 2017)

2.6.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El análisis estructural consiste en estudiar los efectos en la estructura al aplicarse las diversas cargas sobre esta. Estos efectos son las deformaciones, los momentos flectores, las fuerzas cortantes y las fuerzas axiales que se generan en la estructura. En base a lo mencionado anteriormente, se utilizará como apoyo el programa SAP2000. Este es un programa de cálculo estructural en tres dimensiones creado por Computers and Structures Inc. y que permite modelar geometrías variadas, con diversos patrones de carga, generar los pesos propios de cada elemento de forma automática, crear materiales y calcular los desplazamientos, fuerzas y momentos en los elementos.

En primer lugar, se debe definir el sistema de coordenadas sobre el que se trabajará. Luego se deben definir los materiales y las secciones para dibujar la geometría de la estructura que se analizará. Se aplican las cargas sobre la estructura planteada, indicando la naturaleza de estas cargas en el programa.

Cuenta con una versión educativa, la cual se ha utilizado en esta investigación para analizar el marco de concreto armado.

2.7 PRESUPUESTO DE OBRA

2.7.1 PARTIDA

De acuerdo a la publicación de Costos y presupuestos en edificación (CAPECO, 2003), Las partidas en el presupuesto de obra son partes en las que se divide un presupuesto a fin de sistematizarlo, evaluarlo y contabilizarlo. Las partidas típicas se presentan en las tablas 14 y 15. La tabla 14 hace referencia a las partidas que se considerarán para la estructura metálica corrugada. La tabla 15 muestra las partidas que se incluirán en el análisis para el marco de concreto armado.

Tabla 14

Partidas del drenaje con estructura metálica corrugada

ITEM	PARTIDA
1	Movimiento de tierras
1.1	Excavación masiva con maquinaria
1.2	Excavación para cimientos estructura metálica
1.3	Relleno compactado con material de préstamo
1.4	Relleno compactado seleccionado
1.5	Relleno compactado con material propio
2	Obras de concreto simple
2.1	Solado de concreto simple e=4"
3	Obras de concreto armado
3.1	Alero de encauzamiento
3.1.1	Concreto en alero de encauzamiento
3.1.2	Encofrado y desencofrado en alero
3.1.3	Acero de refuerzo
3.2	Cimiento de alero de encauzamiento
3.2.1	Concreto en zapata
3.2.2	Acero de refuerzo

3.3	Cimiento de alcantarilla
3.3.1	Concreto de cimiento de alcantarilla
3.3.2	Acero de cimiento
3.3.3	Encofrado de cimiento de alcantarilla
3.4	Muro de cabezal
3.4.1	Concreto de muro de cabezal
3.4.2	Encofrado de muro de cabezal
3.4.3	Acero de muro de cabezal
4	Estructura metálica
4.1	Montaje de estructura metálica

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15
Partidas del drenaje con marco de concreto armado

ITEM	PARTIDA
1	Movimiento de tierras
1.1	Excavación masiva con equipo pesado
1.2	Relleno con material granular en capas de 0.30m
1.3	Relleno compactado con material de préstamo
1.4	Relleno compactado con material propio
2	Concreto simple
2.1	Solado para cimentaciones armadas
3	Concreto armado
3.1	Muros laterales y central
3.1.1	Concreto de muros laterales y central
3.1.2	Encofrado de muros laterales y central
3.1.3	Acero de refuerzo
3.2	Losa inferior
3.2.1	Concreto de losa inferior
3.2.2	Encofrado de losa inferior

3.2.3	Acero de refuerzo
3.3	Losa superior
3.3.1	Concreto de losa superior
3.3.2	Encofrado de losa superior
3.3.3	Acero de refuerzo
3.4	Alero de encauzamiento
3.4.1	Concreto de alero de encauzamiento
3.4.2	Encofrado de alero de encauzamiento
3.4.3	Acero de refuerzo
3.5	Cimiento de alero de encauzamiento
3.5.1	Concreto de cimiento de alero de encauzamiento
3.5.2	Acero de refuerzo
3.6	Losa de aproximación
3.6.1	Concreto de losa de aproximación
3.6.2	Encofrado de losa de aproximación
3.6.3	Acero de refuerzo
3.6.4	Juntas de dilatación

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente se considerarán las partidas correspondientes a las obras provisionales, seguridad y salud y los trabajos preliminares, pero se asumirán similares para ambas propuestas.

2.7.2 METRADO

El metrado es la información obtenida de la obra y que sirve para medir la cantidad de obra ejecutada que existe en un proyecto. Para el proyecto estos metrados se mostrarán en los anexos. El anexo 6 muestra los metrados de la estructura metálica corrugada y el anexo 7 indica los metrados del marco de concreto armado.

2.7.3 RENDIMIENTO

El rendimiento es la producción por día de las respectivas partidas. Esta información es obtenida de un análisis de la obra y también de la experiencia de proyectos similares. Para el proyecto, estos rendimientos se calcularán de expedientes en zonas similares, que se indican a continuación:

- Proyecto de ampliación de la segunda calzada de la carretera de Tingo María – Aguaytía – Pucallpa – Tramo Dv. Aeropuerto Pucallpa – Altura de Cementerio del Jardín del Buen Recuerdo
- Carretera Bellavista – Mazán – Salvador – El estrecho, tramo I: Bellavista – Santo Tomás “Puente Nanay y viaductos de acceso”

2.8 PROGRAMACIÓN DE OBRA

2.8.1 MÉTODO DE LAS PRECEDENCIAS

En la presente investigación se utilizará el método de las precedencias, el cual permite construir un modelo de programación de forma gráfica y procedimental de acuerdo a lo que debe ser ejecutado.

Según (Rodríguez Castillejo & Valdez Cáceres, 2019), el método de precedencias “(...) ha sido el dominado y ha sido adoptado por todos los softwares de gestión de proyectos en la actualidad”. Para el presente proyecto se utilizará como apoyo al programa MS Project 2016.

El método de las precedencias presenta 4 relaciones lógicas de acuerdo al (Project Management Institute Inc., 2013):

Final a inicio : Esta relación lógica une dos actividades en las cuales una actividad sucesora no puede iniciar si la actividad predecesora no ha concluido

Final a final : Esta relación lógica une dos actividades en las cuales una actividad sucesora no puede terminar si la actividad predecesora no ha concluido

Inicio a inicio : Esta relación lógica une dos actividades en las cuales una actividad sucesora no puede iniciar si la actividad predecesora no ha iniciado

Inicio a final : Esta relación lógica une dos actividades en las cuales una actividad sucesora no puede finalizar si la actividad predecesora no ha iniciado

2.8.2 DIAGRAMAS DE RED DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO

El diagrama de red del cronograma del proyecto grafica las actividades y sus respectivas relaciones lógicas, denominadas dependencias. (Project Management Institute Inc., 2013).

2.8.3 RUTA CRÍTICA

Según (Project Management Institute Inc., 2013), el método de la ruta crítica "(...)" se utiliza para estimar la duración mínima del proyecto y determinar el nivel de flexibilidad en la programación de los caminos de red lógicos dentro del cronograma. Este método busca la secuencia de actividades más larga a través de un proyecto y que determinará el tiempo de duración de este":

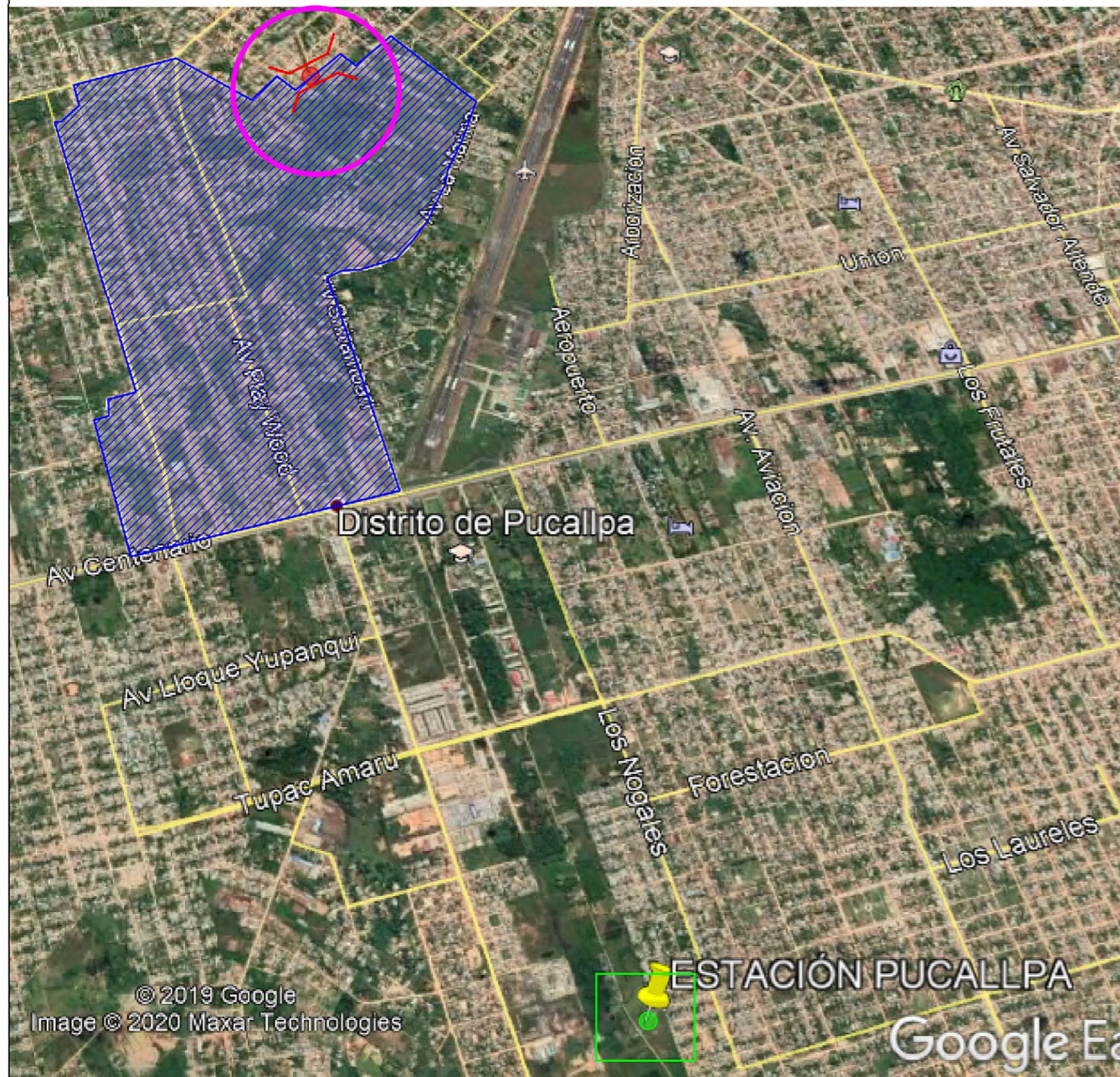
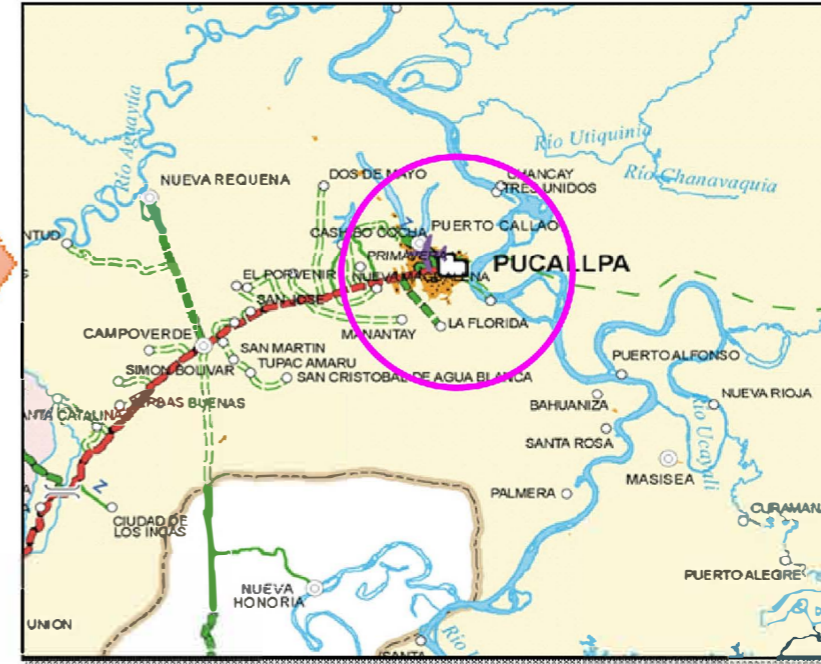
CAPÍTULO III. DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL DRENAJE

3.1 UBICACIÓN Y ACCESOS

3.1.1 UBICACIÓN

La quebrada Yumantay en la intersección con la carretera en la cual se desea desarrollar el estudio y las propuestas de drenaje pluvial se encuentran ubicados en el distrito de Calleria, en la ciudad de Pucallpa, provincia de Coronel Portillo, en la región Ucayali. Este punto de cruce cuenta actualmente con un puente de madera en el Asentamiento Humano San Martín de Porres, el cual se proyecta a ser mejorado con las propuestas del presente trabajo, modificando el alineamiento del drenaje y desviando este cauce a fin de evitar este meandro, alejarlo de la población y lograr una intersección perpendicular entre la quebrada y la carretera.

Las coordenadas geográficas exactas de este punto se encuentran presentadas en la tabla 16 y la ubicación se aprecia desde una imagen satelital obtenida de Google Earth (ver figura 10)



- ALCANTARILLA IPLLATIA (8°22'14.93" S / 74° 34' 59.56" W)
- ESTACIÓN PUCALLPA (°24' 47.62" S - 74° 34' 18.67")
- SUBCUENCA (3.74Km2)

PROYECTO:	PROPUESTA DE DRENAJE PLUVIAL		
PLANO:	PLANO DE UBICACIÓN		
MODELO:	-----		
ELABORAR:	Mariano Salcedo	FECHA:	NOV. 2019
REVISAR:		REVISAR:	A

Figura 9: Plano de ubicación de la cuenca, el puente y la estación pluviométrica de Pucallpa. Fuente: Elaboración propia

Tabla 16

Coordenadas UTM del punto crítico

COORDENADAS	NORTE	ESTE
UTM	9074684.80	545891.83

Fuente: Google Earth

3.1.2 CUENCA DE DRENAJE

La cuenca se encuentra delimitada principalmente por vías principales con sus propios sistemas de drenaje, los cuales constituyen una barrera para las escorrentías. Esta cuenca aporta sus aguas a una cuenca más grande que termina entregando sus aguas a la laguna Yarinacocha a través de la quebrada Ipllatia. Se encuentra entre los 544836 y 546730 de las coordenadas este en el sistema UTM y entre 9074750 y 9071910 de las coordenadas norte, en la zona 18, próximo al aeropuerto de Pucallpa.

Tabla 17

Parámetros de la cuenca de análisis

PARÁMETROS FISIOGRÁFICOS	DESCRIPCIÓN
Cuenca	Quebrada Ipllatia
Área de la cuenca	3.74 Km ²
Perímetro de la cuenca	9.37 Km
Longitud de la cuenca	2930.00 m
Pendiente de la cuenca	0.001 m/m
Ancho promedio	1276.45 m
Índice de compacidad o coeficiente de Gravelius	1.36

Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth

3.1.3 ACCESOS

La zona es accesible por carretera desde la ciudad de Pucallpa y se encuentra a 7 kilómetros de la misma. La vía se encuentra a nivel de afirmado, pero se encuentra muy deteriorada por las lluvias, lo que dificulta la movilidad de vehículos grandes a lo largo de todo el año pues las precipitaciones son constantes. Esta vía cuenta con tránsito fluido a lo largo de todo el día.

3.2 TOPOGRAFÍA

La zona en la que se ubica el proyecto se encuentra entre los 140 y los 160 msnm, y en ella se destaca la presencia de la quebrada Ipllatia. La topografía se puede considerar plana, con una pendiente en la quebrada de aproximadamente 5 en mil. La baja pendiente genera que en las crecidas del río Ucayali, se active el ramal ubicado en la laguna Yarinacocha originando un remanso aguas arriba.

3.3 MECÁNICA DE SUELOS

La zona de estudio presenta un suelo caracterizado por arena arcillosa inorgánica, de baja plasticidad, color crema y en estado semi-compacto. Se clasifica, de acuerdo al sondeo como un suelo A-6 hasta la profundidad de 4 metros y a partir de ahí se caracteriza como un suelo A-2-6, de capacidad admisible de 4.00 kg/cm² a esa cota.

3.4 ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MÁXIMAS AVENIDAS

3.4.1 PERIODO DE RETORNO DE DISEÑO

De acuerdo al Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC, adoptaremos que el riesgo asociado a esta estructura es de 25%. Además, se adoptó un tiempo de vida útil de 40 años. Con estos dos datos, de acuerdo a la ecuación 1, es posible determinar el periodo de retorno T, el que se calcula en la ecuación 18.

$$0.25 = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^{40} \rightarrow T = 139 \text{ años} \dots \text{Ec.18}$$

A fin de ser conservador, se considerará un periodo de retorno de 150 años.

3.4.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

Dado que en la zona no existen datos de caudales medidos, se calculará el caudal de diseño usando datos de lluvias máximas. Para ello se seleccionó el valor máximo de la precipitación observada en 24 horas para cada año. Puesto que el rango de observación es a lo largo de 24 horas, se tomará como referencia un estudio de L. L. Weiss de miles de estaciones-año de datos de lluvia en el cual concluye que “los resultados de un análisis probabilístico llevado a cabo con lluvias máximas anuales tomados en un único y fijo intervalo de observación (24 horas) al ser incrementado en un 13% conducía a una magnitud más aproximada a las obtenidas con lluvias máximas verdaderas”. Siguiendo este criterio, se tomará este valor de 1.13 como factor de corrección a las precipitaciones obtenidas para la cuenca definida.

Con la data de precipitaciones máximas a 24 horas, se procedió a seleccionar el modelo probabilístico a utilizar, teniendo como alternativas a la distribución de Gumbel, la distribución normal y la distribución log-normal. Se aplicó a cada una de estas distribuciones la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov y se determinó cuál tiene mejor ajuste para efectuar el correspondiente tratamiento estadístico. Para ello se lista la información correspondiente a la serie de precipitaciones máximas de la Estación Pucallpa con data en el periodo de 1975 a 2016 en la tabla 18 y se prepara para calcular las frecuencias observadas y las teóricas para cada distribución.

Tabla 18

Precipitaciones máximas en 24 horas de la Estación Pucallpa

Año	Mes de	Precipitación (mm)	
	máxima precipitación	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1975	Diciembre	88.70	394.28
1976	Enero	118.90	106.99
1977	Diciembre	200.00	8361.93
1978	Diciembre	105.00	12.65

1979	Marzo	114.00	29.63
1980	Enero	98.90	93.25
1981	Mayo	113.00	19.75
1982	Diciembre	95.00	183.78
1983	Noviembre	111.00	5.97
1984	Noviembre	104.00	20.76
1985	Febrero	140.00	988.70
1986	Marzo	125.00	270.39
1987	Abril	104.00	20.76
1988	Noviembre	70.00	1486.60
1989	Junio	76.00	1059.92
1990	Marzo	55.00	2868.29
1991	Marzo	71.00	1410.48
1992	Octubre	88.00	422.57
1993	Enero	79.00	873.58
1994	Enero	104.00	20.76
1995	Diciembre	78.60	897.39
1996	Enero	137.50	837.73
1997	Marzo	147.70	1532.22
1998	Septiembre	120.20	135.57
1999	Febrero	156.60	2308.19
2000	Febrero	103.00	30.87
2001	Enero	80.30	798.42
2005	Diciembre	106.50	4.23
2006	Febrero	144.00	1256.25
2007	Marzo	101.00	57.10
2008	Abril	117.00	71.29
2009	Enero	142.00	1118.47
2010	Marzo	119.00	109.07
2011	Diciembre	105.20	11.27
2012	Octubre	73.60	1221.95
2013	Noviembre	91.80	280.78
2014	Noviembre	193.50	7215.41

2015	Abril	87.90	426.69
2016	Febrero	67.80	1661.08
	Suma	4233.7	38625.0

Fuente: Elaboración propia usando la data de Senamhi

En la tabla 19 se muestra los valores teóricos y los valores observados de las probabilidades de cada una de las distribuciones posibles. Se muestra, además, para cada distribución teórica el máximo valor absoluto de las diferencias calculadas entre el valor teórico y el valor observado. Se observa que el menor valor se da con la distribución log-normal y no supera el valor crítico de Kolmogorov de 0.21012, indicado para 39 datos y con un nivel de significancia de 0.05.

Tabla 19
Prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov

Data	Muestra	F observado	F teórico Gumbel	F teórico normal	F teórico Log-normal
1	55	0.025	0.008	0.046	0.012
2	67.8	0.05	0.055	0.101	0.064
3	70	0.075	0.071	0.113	0.079
4	71	0.1	0.079	0.119	0.087
5	73.6	0.125	0.101	0.136	0.108
6	76	0.15	0.125	0.154	0.131
7	78.6	0.175	0.154	0.174	0.158
8	79	0.2	0.158	0.177	0.162
9	80.3	0.225	0.174	0.188	0.177
10	87.9	0.25	0.276	0.259	0.272
11	88	0.275	0.277	0.260	0.273
12	88.7	0.3	0.287	0.267	0.283
13	91.8	0.325	0.332	0.300	0.325
14	95	0.35	0.380	0.335	0.370
15	98.9	0.375	0.437	0.381	0.425
16	101	0.4	0.467	0.406	0.454
17	103	0.425	0.496	0.431	0.482
18	104	0.45	0.509	0.443	0.495
19	104	0.475	0.509	0.443	0.495

20	104	0.5	0.509	0.443	0.495
21	105	0.525	0.523	0.456	0.509
22	105.2	0.55	0.526	0.458	0.511
23	106.5	0.575	0.543	0.474	0.529
24	111	0.6	0.601	0.531	0.586
25	113	0.625	0.625	0.555	0.611
26	114	0.65	0.637	0.568	0.623
27	117	0.675	0.670	0.604	0.657
28	118.9	0.7	0.690	0.627	0.678
29	119	0.725	0.692	0.628	0.679
30	120.2	0.75	0.704	0.643	0.691
31	125	0.775	0.748	0.697	0.738
32	137.5	0.8	0.839	0.818	0.835
33	140	0.825	0.853	0.838	0.851
34	142	0.85	0.864	0.853	0.862
35	144	0.875	0.874	0.867	0.873
36	147.7	0.9	0.890	0.890	0.890
37	156.6	0.925	0.922	0.934	0.924
38	193.5	0.95	0.982	0.996	0.986
39	200	0.975	0.986	0.998	0.989
		DMAX	0.0705	0.1075	0.0585

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, se selecciona la distribución log-normal como la de mejor ajuste.

3.4.3 PERIODO DE CONCENTRACIÓN

Se aplicó el método de Kirpich, el método de la Federal Aviation Administration, el método de Témez y el método de Bransby-Williams para la obtención del periodo de concentración.

Método de Kirpich:

Evaluando con los datos de la cuenca en la ecuación 5 se obtiene:

$$T_c = 3.97 \times \frac{\left(\frac{2930}{1000}\right)^{0.77}}{0.001^{0.385}} = 2.59 \text{ horas}$$

Método de Federal Aviation Administration:

Evaluando con los datos de la cuenca en la ecuación 6 se obtiene:

$$T_c = 0.7035 \times \frac{(1.1 - 0.65) * 2.93^{0.50}}{0.001^{0.333}} = 2.85 \text{ horas}$$

Método de Témez

Evaluando con los datos de la cuenca en la ecuación 7 se obtiene:

$$T_c = 0.30 * \frac{2.93^{0.76}}{0.001^{0.19}} = 2.52 \text{ horas}$$

Método de Bransby-Williams

Evaluando con los datos de la cuenca en la ecuación 8 se obtiene:

$$T_c = 0.2433 * \frac{2.93}{0.001^{0.2} * 3.74^{0.1}} = 2.49 \text{ horas}$$

En resumen, tenemos los valores para el tiempo de concentración en la tabla 20.

Tabla 20

Resumen de tiempos de concentración

Método aplicado	Tc (horas)
Kirpich	2.59
Federal Aviation Administration	2.85
Temes	2.52
Bransby-Williams	2.49

Fuente: Elaboración propia

Dada la cercanía entre dichos valores, se tomará como valor al promedio de los cuatro métodos. Por consiguiente:

$$T_c = \frac{2.59 + 2.85 + 2.52 + 2.49}{4} = 2.61 \text{ horas}$$

3.4.4 DETERMINACIÓN DE CAUDAL DE DISEÑO

En el numeral 3.4.2 se ha seleccionado la distribución log-normal como la de mejor ajuste, por lo que se usará para calcular las precipitaciones para periodos de retorno típicos. En este caso se tomarán los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 150 años y sus probabilidades de ocurrencia se pueden ver en la tabla 21.

Tabla 21

Precipitaciones para cada periodo de retorno con distribución log-normal

Periodo de retorno	Precip. máx 24 horas (mm)	Probabilidad de ocurrencia
Años	X _T (mm)	F(x _T)
2	104.3572	0.5000
5	132.3866	0.8000
10	149.9175	0.9000
25	171.1771	0.9600
50	186.4881	0.9800
100	201.4266	0.9900
150	210.0555	0.9933

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de las precipitaciones acumuladas, se requiere la abstracción inicial. Este valor se obtiene de las tablas de número de curva. Según el estudio de mecánica de suelos, algunos sectores tienen suelo franco-areno-arcilloso con cubierta forestal (NC(II)=55) y en su mayor parte el suelo es arenoso-arcilloso con cubierta forestal (NC(II)=70). Debido a ello, con la condición de humedad antecedente II y asumiendo una proporción de 20% de suelo franco-arenoso-arcilloso /80% arenoso - arcilloso se tendrá:

$$NC (II) = 55 * 20\% + 70 * 80\% = 67$$

Con la condición de humedad antecedente III y aplicando la ecuación de conversión de condición de humedad antecedente II a III se obtiene:

$$NC (III) = \frac{23 * NC (II)}{10 + 0.13 * NC (II)} = \frac{23 * 67}{10 + 0.13 * 67} = 83$$

Siendo este valor el número de curva seleccionado para los cálculos de la precipitación neta.

Para el diseño de la alcantarilla se ha considerado el periodo de retorno de diseño de 150 años y para calcular el hietograma correspondiente se aplicará el estudio del IILA-UNI-SENAMHI,

Dado que la quebrada Ipllatia está ubicada en la selva, se asumirán valores del tiempo de duración similares al de la estación Contamana. En este caso se tomó un periodo de análisis de 16 horas.

De este plano, se deduce que la quebrada Ipllatia en Ucayali correspondería a la subzona 123₁₂. Sin embargo, se tomará el valor de n de la subzona 123₃ puesto que se encuentran muy próximos. Debido a ello, el valor de n que se tomará es de 0.405.

Dado que se tiene el dato de la precipitación máxima a las 24 horas, se utilizará este valor para determinar el valor de la constante. Se utilizará la ecuación 13 reemplazando el valor de n = 0.405:

$$210.1 = cte.* 16^{0.405} \rightarrow cte = 33.952$$

Por lo tanto, la ecuación para determinar las precipitaciones totales acumuladas queda expresada como:

$$P = 33.952 * Duración^{0.405} \dots \text{Ec. 19}$$

A estas precipitaciones totales se le aplicará la ecuación 22 para determinar cada una de las lluvias netas acumuladas (ver tabla 22). Finalmente se restan las lluvias netas acumuladas consecutivas a fin de determinar las lluvias netas parciales.

Tabla 22

Cálculo de la lluvia neta parcial para cada intervalo de tiempo

TIEMPO	LLUVIA TOTAL	LLUVIA NETA	LLUVIA NETA
(h)	ACUMULADA (mm)	ACUMULADA (mm)	PARCIAL (mm)
0	0	0	0
0.5	51.61	17.62	17.62
1	68.34	29.76	12.13
1.5	80.54	39.39	9.63
2	90.49	47.59	8.21
2.5	99.05	54.84	7.25
3	106.64	61.40	6.56
3.5	113.51	67.42	6.02
4	119.81	73.01	5.59
4.5	125.67	78.25	5.24
5	131.15	83.19	4.94
5.5	136.31	87.87	4.68
6	141.20	92.33	4.46
6.5	145.85	96.60	4.27
7	150.29	100.69	4.09
7.5	154.55	104.62	3.94
8	158.64	108.42	3.80
8.5	162.59	112.09	3.67
9	166.40	115.64	3.55
9.5	170.08	119.08	3.44
10	173.65	122.43	3.35
10.5	177.12	125.68	3.26
11	180.48	128.86	3.17
11.5	183.76	131.95	3.09
12	186.96	134.96	3.02
12.5	190.07	137.91	2.95
13	193.12	140.80	2.88
13.5	196.09	143.62	2.82
14	199.00	146.38	2.76
14.5	201.85	149.09	2.71

15	204.64	151.75	2.66
15.5	207.38	154.36	2.61
16	210.06	156.92	2.56

Fuente: Elaboración propia

Los datos de lluvias netas parciales se organizan de acuerdo al Método del Bloque Alternativo y de esta forma se obtiene la tabla 23 y la figura 11.

Tabla 23

Precipitaciones netas parciales de acuerdo al método del bloque alternativo

Orden	Precipitaciones netas parciales para Tr= 150 AÑOS
33	0.00
31	2.61
29	2.71
27	2.82
25	2.95
23	3.09
21	3.26
19	3.44
17	3.67
15	3.94
13	4.27
11	4.68
9	5.24
7	6.02
5	7.25
3	9.63
1	17.62
2	12.13
4	8.21
6	6.56
8	5.59
10	4.94
12	4.46
14	4.09
16	3.80
18	3.55
20	3.35
22	3.17

24	3.02
26	2.88
28	2.76
30	2.66
32	2.56

Fuente: Elaboración propia

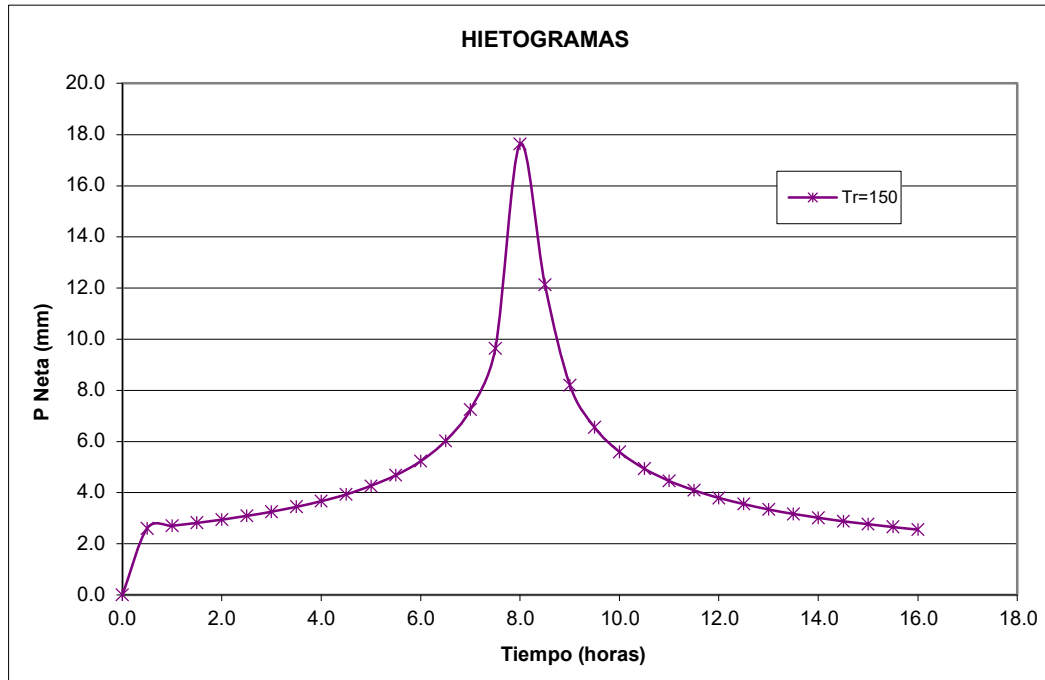


Figura 11: Hietograma de precipitaciones netas parciales. Fuente: Elaboración propia

Para la construcción de hidrograma unitario se calcularán los parámetros indicado en las ecuaciones 3, 4, 9 y 10:

En primer lugar, en la tabla 24 se resumen los valores necesarios para la creación del hidrograma unitario como son duración de lluvia, tiempo de concentración, tiempo de retardo, tiempo al pico, el caudal pico y el tiempo base.

Tabla 24

Parámetros de cálculo para el método SCS del hidrograma unitario

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Duración de lluvia (D)	0.5	h
Tiempo de concentración (T_c)	2.61	h
Tiempo de retardo (T_r)	1.566	h
Tiempo al pico (T_p)	1.816	h
Área de la cuenca (A)	3.74	Km ²
Caudal pico (q_p)	0.428	m ³ /s
Tiempo base (T_b)	10.896	h

Fuente: Elaboración propia

Dado que ya se tienen calculados los parámetros para el hidrograma en forma de triángulo, se calcularán los valores de los tiempos y caudales a partir de los valores adimensionales de la tabla 25. De esta forma obtenemos los valores de los volúmenes parcial y los volúmenes acumulados que nos permitirá calcular el valor de la lluvia neta al dividir el volumen acumulado total entre el área total de la cuenca.

Tabla 25

Determinación de valores de caudal para coordenadas de tiempo en el método de hidrograma unitario del SCS

TIEMPO (h)	CAUDAL (m ³ /s)	VOLUMEN PARCIAL (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)	LLUVIA NETA (mm)
0	0	0	0	
0.363	0.0321	21	21	
0.908	0.1842	212	233	
1.453	0.3812	555	788	
1.816	0.4284	529	1317	
2.724	0.2827	1162	2479	
3.632	0.1371	686	3165	
5.448	0.0321	553	3718	
8.172	0.0039	176	3895	
9.080	0.0017	9	3904	
10.896	0.0000	6	3910	1.05

Fuente: Elaboración propia

Esta lluvia efectiva se debe dividir a cada valor del caudal a fin de obtener el hidrograma unitario con el caudal en ((m³/s) / mm) resultando la tabla 26. La columna del tiempo será las abscisas del hidrograma unitario y la columna de caudales serán las ordenadas.

Tabla 26

Valores de tiempo y caudales unitarios

TIEMPO (h)	CAUDAL (m ³ /s)
0.0	0.0
0.363	0.0307
0.908	0.1762
1.453	0.3647
1.816	0.4098
2.724	0.2705
3.632	0.1311
5.448	0.0307
8.172	0.0037
9.080	0.0016

10.896	0.0
--------	-----

Fuente: Elaboración propia

Los datos de la tabla 26 se interpolaron para los caudales en los tiempos múltiples de 0.5 horas para el periodo de 16 horas determinando los valores de los caudales unitarios (hidrograma unitario) obteniéndose la tabla 27.

Tabla 27

Caudales unitarios interpolados para los intervalos de tiempo calculados

TIEMPO (h)	CAUDAL (m3/s)
0.0	0.00
0.5	0.07
1.0	0.21
1.5	0.37
2.0	0.38
2.5	0.30
3.0	0.23
3.5	0.15
4.0	0.11
4.5	0.08
5.0	0.06
5.5	0.03
6.0	0.03
6.5	0.02
7.0	0.02
7.5	0.01
8.0	0.01
8.5	0.00
9.0	0.00
9.5	0.00
10.0	0.00
10.5	0.00
11.0	0.00
11.5	0.00
12.0	0.00
12.5	0.00
13.0	0.00

13.5	0.00
14.0	0.00
14.5	0.00
15.0	0.00
15.5	0.00
16.0	0.00

Fuente: Elaboración propia

Debido a que ya se cuenta con los valores del hidrograma unitario y con los intervalos de tiempo elegidos se procede a realizar la convolución de caudales. Se buscará el caudal máximo de esta convolución como se ve en la tabla 28. La primera columna corresponde a los caudales unitarios y la primera fila corresponde a los valores de las lluvias netas parciales. Así, se calculan los caudales y se busca el máximo de ellos para ser tomado como el caudal de diseño.

m³/s	0.000	2.615	2.717	2.830	2.957	3.101	3.266	3.457	3.682	3.953	4.285	4.707	5.267	6.061	7.312	9.739	18.214	12.311	8.283	6.605	5.626	4.965	4.482	4.110	3.811	3.565	3.358	3.181	3.027	2.892	2.772	2.665	2.568	Q(m³/s)			
0.00	0.00																																				
0.07	0.00	0.00																																			0.00
0.21	0.00	0.18	0.00																																		0.18
0.37	0.00	0.54	0.18	0.00																																	0.72
0.38	0.00	0.97	0.56	0.19	0.00																																1.72
0.30	0.00	1.00	1.00	0.59	0.20	0.00																															2.78
0.23	0.00	0.80	1.03	1.05	0.61	0.21	0.00																														3.70
0.15	0.00	0.59	0.83	1.08	1.09	0.64	0.22	0.00																													4.45
0.11	0.00	0.39	0.62	0.86	1.12	1.15	0.68	0.23	0.00																												5.05
0.08	0.00	0.29	0.41	0.64	0.90	1.18	1.21	0.72	0.25	0.00																											5.59
0.06	0.00	0.22	0.30	0.43	0.67	0.94	1.24	1.28	0.76	0.26	0.00																										6.11
0.03	0.00	0.14	0.23	0.31	0.45	0.71	0.99	1.31	1.36	0.82	0.29	0.00																									6.61
0.03	0.00	0.08	0.15	0.23	0.33	0.47	0.74	1.05	1.40	1.46	0.89	0.31	0.00																								7.11
0.02	0.00	0.07	0.08	0.16	0.25	0.34	0.49	0.79	1.12	1.50	1.58	0.97	0.35	0.00																							7.70
0.02	0.00	0.05	0.07	0.09	0.16	0.26	0.36	0.52	0.84	1.20	1.63	1.74	1.09	0.40	0.00																						8.40
0.01	0.00	0.04	0.05	0.07	0.09	0.17	0.27	0.38	0.56	0.90	1.30	1.79	1.94	1.25	0.49	0.00																					9.30
0.01	0.00	0.03	0.04	0.06	0.07	0.09	0.18	0.29	0.41	0.60	0.97	1.43	2.00	2.23	1.51	0.65	0.00																				10.55
0.00		0.01	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	0.19	0.30	0.44	0.65	1.07	1.60	2.30	2.69	2.00	1.19	0.00																			12.74
0.00			0.01	0.03	0.05	0.06	0.08	0.10	0.20	0.33	0.47	0.71	1.19	1.84	2.77	3.57	3.67	0.82	0.00																		15.90
0.00				0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.11	0.22	0.35	0.52	0.79	1.37	2.21	3.67	6.53	2.52	0.55	0.00																	19.11
0.00						0.03	0.05	0.07	0.09	0.12	0.24	0.39	0.58	0.91	1.65	2.94	6.72	4.50	1.71	0.44	0.00															20.44	
0.00							0.03	0.05	0.07	0.10	0.13	0.26	0.44	0.67	1.10	2.20	5.37	4.63	3.04	1.36	0.38	0.00															19.83
0.00								0.04	0.06	0.08	0.11	0.14	0.29	0.50	0.80	1.46	4.02	3.70	3.13	2.43	1.16	0.33	0.00														18.25
0.00									0.06	0.09	0.12	0.16	0.33	0.60	1.07	2.67	2.77	2.50	2.50	2.07	1.03	0.30	0.00														16.27
0.00									0.07	0.10	0.13	0.18	0.40	0.80	1.95	1.84	1.87	2.00	2.13	1.83	0.93	0.28	0.00														14.50
0.00									0.07	0.11	0.15	0.22	0.53	1.47	1.34	1.24	1.50	1.70	1.88	1.65	0.85	0.26	0.00														12.98
0.00													0.12	0.18	0.29	0.98	1.01	0.91	0.99	1.28	1.51	1.70	1.52	0.79	0.24	0.00										11.51	
0.00														0.15	0.24	0.53	0.67	0.68	0.73	0.85	1.13	1.36	1.56	1.41	0.74	0.23	0.00									10.27	
0.00															0.20	0.45	0.37	0.46	0.55	0.62	0.75	1.02	1.25	1.45	1.32	0.70	0.21	0.00								9.31	
0.00																	0.31	0.25	0.36	0.46	0.55	0.68	0.93	1.16	1.36	1.24	0.66	0.20	0.00							8.15	
0.00																		0.21	0.20	0.31	0.41	0.49	0.62	0.87	1.08	1.28	1.17	0.63	0.19	0.00						7.46	
0.00																			0.17	0.17	0.27	0.37	0.45	0.57	0.81	1.02	1.21	1.12	0.60	0.19	0.00				6.95		
0.00																					0.15	0.25	0.34	0.42	0.54	0.76	0.97	1.15	1.07	0.58	0.18	0.00			6.40		
0.00																						0.13	0.23	0.32	0.39	0.51	0.72	0.92	1.10	1.02	0.55	0.17			6.07		
0.00																							0.12	0.21	0.30	0.37	0.48	0.69	0.88	1.05	0.98	0.53			5.62		
0.00																								0.20	0.28	0.35	0.46	0.66	0.84	1.01	0.95				4.75		
0.00																									0.19	0.26	0.33	0.44	0.63	0.81	0.98				3.64		
0.00																											0.18	0.25	0.32	0.42	0.61	0.78			2.55		
0.00																													0.24	0.31	0.40	0.58			1.53		
0.00																														0.23	0.29	0.39			0.91		
0.00																															0.22	0.28			0.50		
0.00																																			0.21	0.21	

De la convolución se obtiene que el caudal máximo es de $20.44\text{m}^3/\text{s}$. Este valor será tomado como caudal de diseño.

A continuación, se analiza la condición de rugosidad de Manning del cauce.

Se asume que el cauce será rectangular, por lo que es necesario calcular su coeficiente de rugosidad con la ecuación 14.

De las tablas de Cowan y de acuerdo a las características de la cuenca, se tiene que:

η_0 : 0.02 (El material del cauce es tierra)

η_1 : 0.01 (La irregularidad es menor)

η_2 : 0.05 (La variación de la sección transversal es menor)

η_3 : 0 (No existen obstrucciones)

η_4 : 0.025 (Vegetación media)

m_5 : 1.15 (Apreciable presencia de meandros)

η : $1.15 * (0.02+0.01+0.05+0+0.025) = 0.121$

Con este dato y las cotas indicadas en los planos de los anexos se analizarán las estructuras con el programa HY-8 tanto para el caso del marco de concreto armado como para la estructura metálica corrugada.

3.5 DISEÑO HIDRÁULICO

3.5.1 DISEÑO HIDRÁULICO DE ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA

Se propone un arco de 4.13m de flecha y 13.00m de luz como se muestra en la figura 12 de corruga 381mmx140mm. Este arco será introducido de forma manual en el programa HY-8. De acuerdo a la norma AASHTO este arco metálico necesita una altura de tapa mínima de 0.90m. Además, se tomará como coeficiente de Manning el valor de 0.035 y en el fondo de 0.030. Con estas indicaciones, se calculan las cotas asumiendo y se ingresa esta data al programa HY-8.

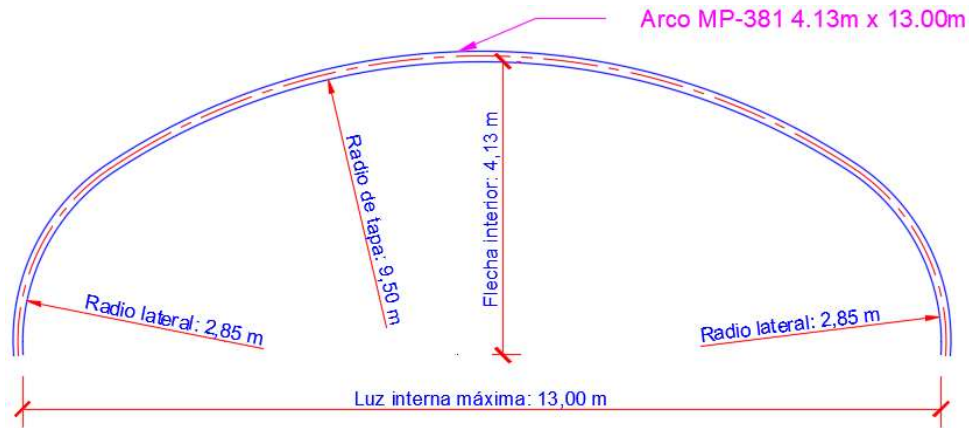


Figura 12: Sección de arco metálico propuesta 13.00mx 4.13m. Fuente: Plano P1 , elaboración propia

Se dibuja la sección en el programa HY-8 de acuerdo a la figura 12 con una nube de puntos en la sección Culvert Data, Define.

Se ingresa en primer lugar los datos en una interfaz como se ve en la figura 13. El caudal calculado se ingresa en la sección de Discharge data. Después se ingresan los datos del cauce en la sección Tailwater Data. En este caso se ingresará una sección rectangular tanto para el MCA como para la EMC. Las propiedades solicitadas son el ancho del cauce, que será de 12 metros, la pendiente del cauce, el coeficiente de Manning y la cota que tiene el cauce en la salida de la alcantarilla.

La sección Roadway data indica la posibilidad de que el caudal sobrepase la alcantarilla y fluya sobre el pavimento y define la cota del pavimento. El reporte de este cálculo se puede ver con mayor detalle en el Anexo 1.

Crossing Properties

Name:

Parameter	Value	Units
DISCHARGE DATA		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	0.000	cms
Design Flow	20.440	cms
Maximum Flow	20.440	cms
TAILWATER DATA		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	13.200	m
Channel Slope	0.0050	m/m
Manning's n (channel)	0.121	
Channel Invert Elevation	147.123	m
Rating Curve	<input type="button" value="View..."/>	
ROADWAY DATA		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	16.300	m
Crest Elevation	152.793	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	16.300	m

Culvert Properties

Parameter	Value	Units
CULVERT DATA		
Name	ARCO METALICO	
Shape	User Defined	
Material	Corrugated Metal Riveted or Welded	
Coordinates	<input type="button" value="Define..."/>	
Span	12987.000	mm
Rise	4133.900	mm
Embedment Depth	0.000	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.035	
Manning's n (Bottom)	0.030	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting	
Inlet Depression?	No	
SITE DATA		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	147.449	m
Outlet Station	16.300	m
Outlet Elevation	147.123	m

Figura 13: Ingreso de datos al programa HY-8 para la estructura metálica corrugada. Fuente: Elaboración propia

Con la data ingresada, el software permitirá calcular el tirante al interior de la alcantarilla, así como también la velocidad del flujo y las fuerzas tractivas. Además, devolverá como resultado el perfil longitudinal (figura 14) y la sección frontal con el tirante dibujado (figura 15).

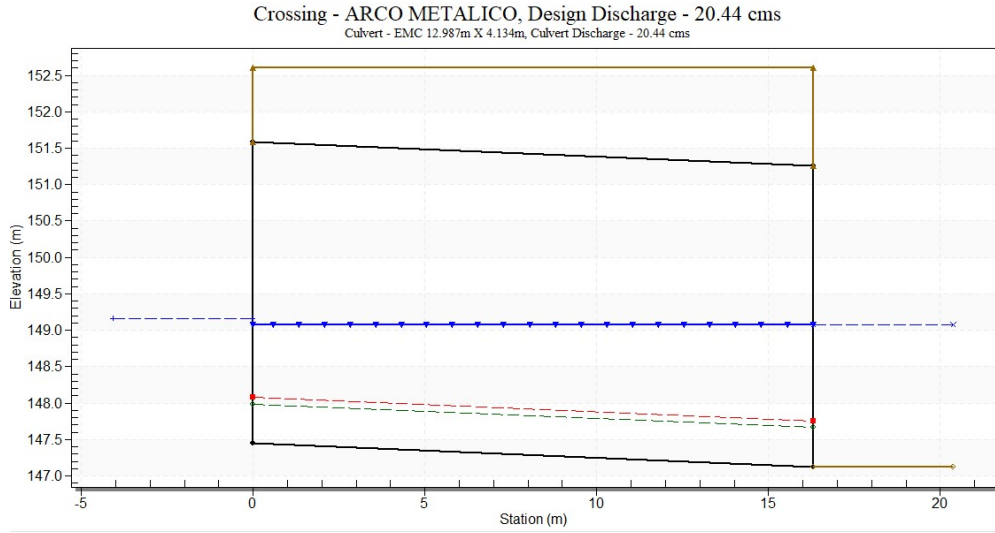


Figura 14: Esquema del flujo al interior de la estructura metálica corrugada en perfil longitudinal.

Fuente: Elaboración propia

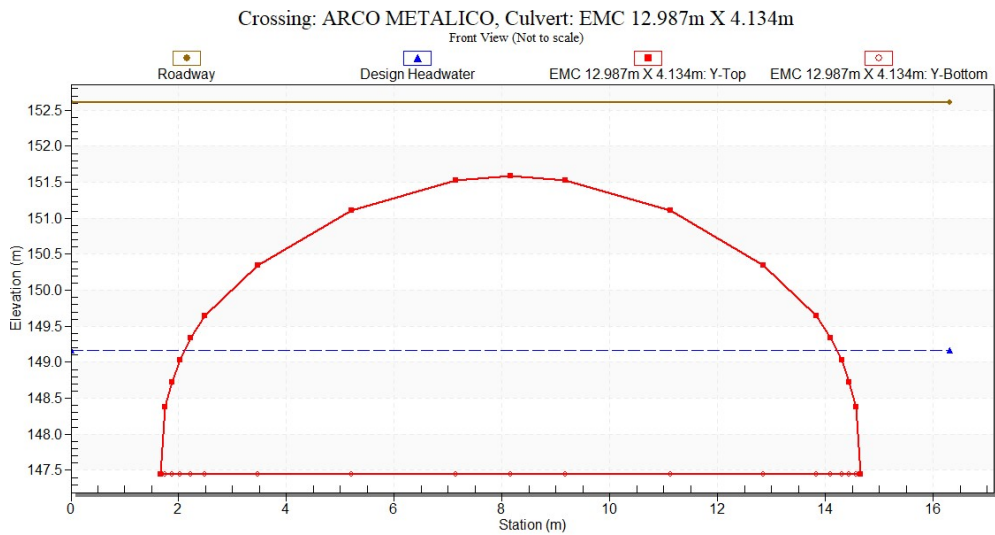


Figura 15: Esquema del flujo en vista frontal de la estructura metálica corrugada. Fuente:

Elaboración propia.

Se observa que la estructura metálica se encuentra funcionando como un canal abierto. La pendiente que se ha considerado al interior de la alcantarilla es de 2%.

- Velocidades máximas admisibles

La velocidad máxima admisible es de 3 m/s. De acuerdo al reporte para el caudal máximo se tiene una velocidad interna de 0.76m/s, por lo que esta velocidad no generará erosión

- Velocidad mínima

La velocidad mínima admisible es de 0.60 m/s de acuerdo al Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC. De acuerdo al reporte para el caudal máximo se tiene una velocidad interna de 0.76m/s, que supera la velocidad mínima.

- Borde libre

El borde libre recomendado debe ser por lo menos el 25% de la flecha de la estructura. La altura de la alcantarilla es de 4.13m por lo que el borde libre debe ser 1.03 m. De acuerdo al reporte del programa HY-8, el tirante en la salida de la estructura metálica corrugada es de 1.95m, por lo que resultaría un borde libre de:

$$4.13 - 1.95 = 2.18m > 1.03m \dots OK!$$

- Corrosión

El agua de la zona no presente zonas de relaves o condiciones químicas que pudieran generar problemas de corrosión en el marco de concreto armado.

3.5.2 DISEÑO HIDRÁULICO DE MARCO DE CONCRETO ARMADO

Se propone un marco de concreto armado de 3 ojos. Cada ojo tiene una dimensión de 4 metros de luz y 3.5 metros de flecha. Además, se adoptó el coeficiente de Manning de 0.014 para el marco de concreto armado. Con estas indicaciones, se calculan las cotas y se ingresa esta data al programa HY-8 de manera similar a como se realizó en la sección 3.5.1 en la figura 16. La figura 17 muestra el perfil longitudinal y la figura 18 muestra la vista frontal del marco de concreto armado.

El reporte de este cálculo se puede ver con mayor detalle en el Anexo 2.

Crossing Properties

Name:

Parameter	Value	Units
DISCHARGE DATA		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	0.000	cms
Design Flow	20.440	cms
Maximum Flow	20.440	cms
TAILWATER DATA		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	13.200	m
Channel Slope	0.0050	m/m
Manning's n (channel)	0.121	
Channel Invert Elevation	147.457	m
Rating Curve	View...	
ROADWAY DATA		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	16.300	m
Crest Elevation	151.703	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	16.300	m

Culvert Properties

Parameter	Value	Units
CULVERT DATA		
Name	MARCO DE CONCRETO ARMADO	
Shape	Concrete Box	
Material	Concrete	
Span	4000.000	mm
Rise	3500.000	mm
Embedment Depth	0.000	mm
Manning's n	0.014	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Square Edge (30-75° flare) Wingwall	
Inlet Depression?	No	
SITE DATA		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	147.783	m
Outlet Station	16.300	m
Outlet Elevation	147.457	m
Number of Barrels	3	

Figura 16: Ingreso de datos en el programa HY-8 para el marco de concreto armado. Fuente: Elaboración propia.

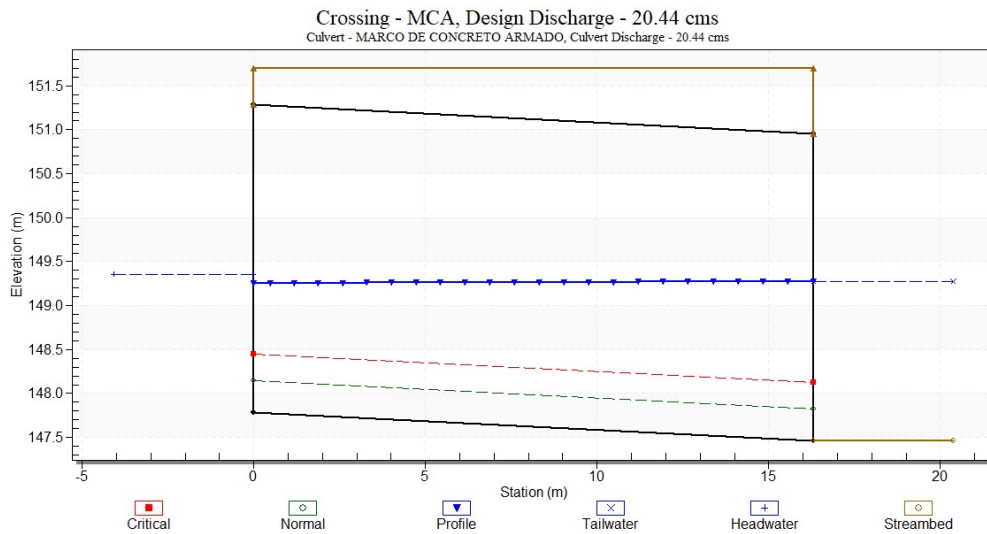


Figura 17: Esquema del flujo al interior del marco de concreto armado en perfil longitudinal. Fuente: Elaboración propia.

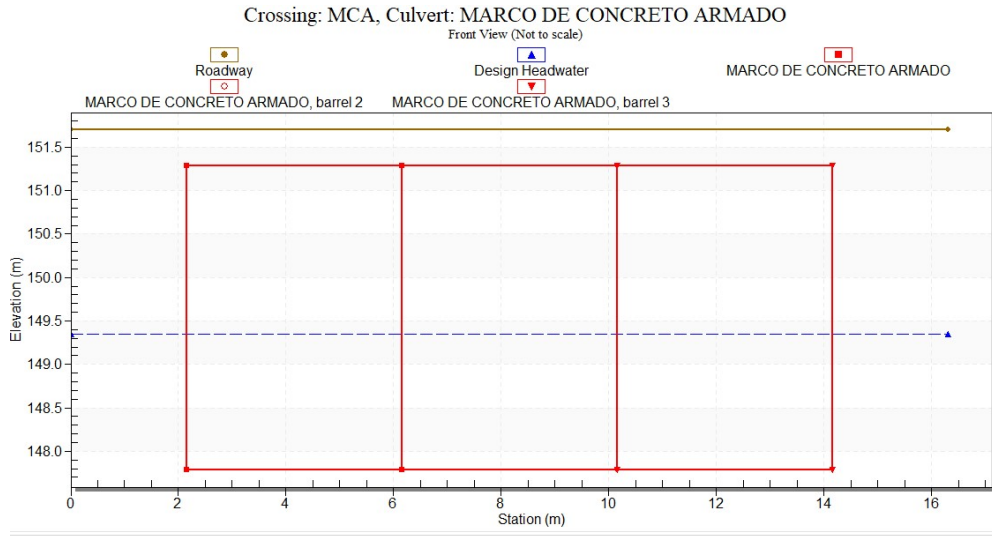


Figura 18: Esquema del flujo en vista frontal del marco de concreto armado. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que la alcantarilla se encuentra funcionando como un canal abierto. La pendiente que se ha considerado al interior de la alcantarilla es de 2%. De acuerdo al reporte del programa HY-8, se enumeran los parámetros que indica el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC.

- Velocidades máximas admisibles

La velocidad máxima admisible es de 3 m/s. De acuerdo al reporte para el caudal máximo se tiene una velocidad interna de 0.85m/s, por lo que esta velocidad no generará erosión

- Velocidad mínima

La velocidad mínima admisible es de 0.25 m/s de acuerdo al Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC. De acuerdo al reporte para el caudal máximo se tiene una velocidad interna de 0.85m/s, que supera la velocidad mínima.

- Borde libre

El borde libre recomendado debe ser por lo menos el 25% de la flecha de la estructura. La altura de la alcantarilla es de 3.50m por lo que el borde libre debe ser 0.875m. De acuerdo al reporte del programa HY-8, el tirante en la salida del marco de concreto armado 1.99m, por lo que resultaría un borde libre de:

$$3.50 - 1.99 = 1.51m > 0.875m \dots OK!$$

- Corrosión

El agua de la zona no presente zonas de relaves o condiciones químicas que pudieran generar problemas de corrosión en el marco de concreto armado.

3.6 DISEÑO ESTRUCTURAL

3.6.1 DISEÑO DE ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA

La sección propuesta para la estructura metálica corrugada será un arco de perfil rebajado de luz 13.00 metros y flecha 4.13 metros en corruga 381. Esta estructura está conformada por dos secciones curvas denominadas sección lateral y tapa, cada una con un radio dado para determinar la forma de la estructura. En la figura 12 se muestra la geometría de esta estructura y las dimensiones de sus componentes y en la tabla 29 se resumen sus propiedades geométricas. Esta opción requerirá modificar la rasante del camino por lo que en el metrado debe considerarse este volumen adicional.

Tabla 29

Propiedades geométricas de estructura metálica corrugada 381 mm x 139.7 mm

Propiedad geométrica	Descripción
Sección	Arco de doble curvatura y perfil rebajado
Flecha	4.13 metros
Luz	13.00 metros
Área geométrica	40 m ²
Radio lateral	2.85 metros

Ángulo lateral	60° 35' 5"
Radio de tapa	9.50 metros
Ángulo de tapa	66° 35' 7"

Fuente: Elaboración propia

Para el dimensionamiento de esta sección se tomará el espesor mínimo de las placas de acero corrugado para la geometría planteada. El cálculo y diseño estructural se realizará siguiendo los lineamientos de la norma AASHTO LRDF Bridge Design Specifications (8th Edition, 2017). El espesor de la placa asumido será de 4.32mm, según la tabla 37 de la norma ASTM A796/A796M-17.

De la sección mostrada en el punto anterior, podemos resumir la data suministrada en la tabla 30, donde se indica la información para desarrollar el diseño estructural.

Tabla 30
Datos para el diseño estructural

Descripción	Información para diseño estructural
Modelo	Arco metálico corruga 381 - 4.13 m x 13.00 m
Densidad de relleno	1970 kg/m ³
Altura de relleno	0.90 m mínimo (AASHTO)
Espesor de la placa	4.32 mm
Luz máxima	13.00 m
Flecha total	4.13 m

Fuente: Elaboración propia

La carga viva que se va a utilizar será la del camión de diseño HL-93 y que tiene como distribución de cargas la mostrada de manera esquemática en la figura 19. Esta carga viva se transmitirá a la estructura generando esfuerzos que se sumarán con los esfuerzos de la carga muerta (el relleno). Este parámetro es muy importante en el cálculo del espesor recomendado sobre todo en secciones donde el relleno es menor a 2.40m pues se encuentra amplificado con un factor de impacto



Figura 19: Camión de diseño HL-93. Eje delantero de 3.6 toneladas y ejes posteriores de 14.2 toneladas. Fuente: Catálogo de metal mecánica de SIMA (Servicios industriales de la Marina)

Con la información dada, en el anexo 3 se desarrolla la memoria de cálculo para la respectiva comparación del empuje factorado con las propiedades indicadas en esta sección. Esta memoria de cálculo permitirá verificar que el espesor asumido será el suficiente y además nos dará las reacciones que la estructura apoyará sobre sus cimientos corridos.

3.6.2 DISEÑO ESTRUCTURAL DE MARCO DE CONCRETO ARMADO

La estructura tipo marco de concreto se diseñará utilizando los conceptos de cargas indicados en el capítulo 2 a fin de determinar los esfuerzos a los que se encuentran sometidos los elementos de cada marco de concreto armado (losa superior, losa inferior, paredes).

Estos esfuerzos serán principalmente por peso propio, carga muerta, carga del vehículo de diseño y empujes del suelo. Dado que la carga viva actúa directamente sobre la losa superior del marco de concreto armado, se debe analizar como carga móvil sobre el tablero.

El detalle del cálculo de cada una de estas cargas aplicadas a la estructura marco de concreto armado se encuentra indicado en el Anexo 5 y se resumen en la figura 20.

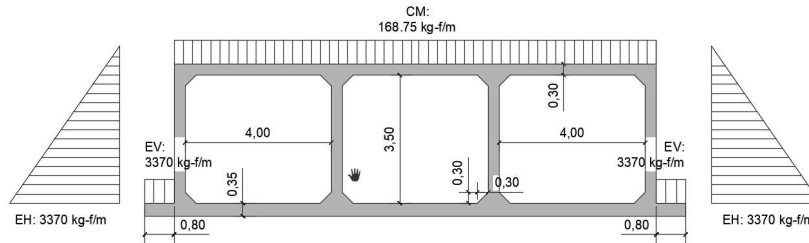


Figura 20: Análisis de cargas de la estructura marco de concreto armado. Fuente: Elaboración propia

Se utilizará como apoyo el programa SAP2000 para determinar los momentos y fuerzas cortantes que se generan en la estructura marco de concreto armado. Los resultados del análisis se encuentran también en la memoria de cálculo de la estructura marco de concreto armado, en el Anexo 5 así como también el diseño de los elementos de concreto armado.

3.7 OBRAS CONEXAS

3.7.1 CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA

La estructura metálica corrugada se diseña en el anexo 3. Como resultado del análisis de la estructura metálica corrugada, se tienen las reacciones en la base del arco metálico. Estas reacciones se toman como cargas aplicadas y en el Anexo 4 se analizan las cargas aplicadas a la cimentación de la estructura metálica corrugada. Se analizan los esfuerzos generados por las reacciones de la estructura metálica corrugada y también los esfuerzos generados por los efectos del suelo. Se diseña como una estructura de concreto armado con un pequeño pedestal en forma de cimiento corrido. Sus dimensiones se encuentran indicadas en el plano P6.

3.7.2 CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO

El marco de concreto armado tiene como cimiento su losa inferior, la cual trabajaría a manera de losa de cimentación. Se analiza en el anexo 5 y se diseña

como una estructura de concreto armado. Sus dimensiones se encuentran indicadas en el plano P2. Además, el diseño de esta cimentación se encuentra ligada al diseño del marco de concreto armado.

3.7.3 PROTECCIÓN DE LA QUEBRADA

En la entrada y la salida de la alcantarilla para ambos casos se colocarán como protección del cauce unas geobolsas cuyas dimensiones son 5.0mx2.5mx1.0m. Esto se debe principalmente a que en la zona no existen canteras para formar enrocados, las dimensiones de las geobolsas propuestas son mucho más grandes que cualquier protección tradicional para este tipo de estructuras. Por otra parte, las velocidades del flujo son bajas por las pendientes de la topografía y se colocará esta protección a modo de diseño conservador.

3.7.4 GEOMALLAS

Para mejorar el suelo, el estudio de suelos del expediente técnico recomienda unas geomallas tipo geoweb GW30V6TP con el geotextil no tejido a fin de mejorar el suelo de 287mmx320mm y altura de 150mm.

3.7.5 GEOTEXTILES

Para mejorar el suelo, el estudio de suelos del expediente técnico recomienda unas geomallas de gramaje 200 para evitar la contaminación del material de mejora y el material inferior.

3.7.6 TRANSICIÓN

La alcantarilla tendrá un cabezal de concreto armado tanto para la EMC como para el MCA. Este tendrá unos aleros a 45 grados con respecto al eje de la alcantarilla y recibirán las aguas del cauce hacia el interior de la alcantarilla. Este dato es sumamente importante puesto que es ingresado en el diseño hidráulico y afecta los cálculos.

CAPÍTULO IV. PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO DE DRENAJE

4.1 PROGRAMACIÓN DE OBRA

4.1.1 PROGRAMACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA

El cronograma de obra se elaborará en función a las partidas mencionadas en el anexo correspondiente a los análisis de precios unitarios. Los rendimientos serán tomados del análisis de precios unitarios y el que corresponde a “Montaje de estructura metálica” será tomado de las indicaciones de rendimiento del fabricante. Los metrados de la estructura metálica corrugada se obtienen del Anexo 6 y los costos unitarios se encuentran en el Anexo 8, en donde se encontrará mayor detalle del análisis realizado.

Este cronograma indica que el tiempo estimado es de 45 días para el armado de la estructura metálica corrugada. Realizando la conversión: $45 \times 7/6 = 53$ días \leftrightarrow 2 meses. Este cronograma se muestra en la figura 21.

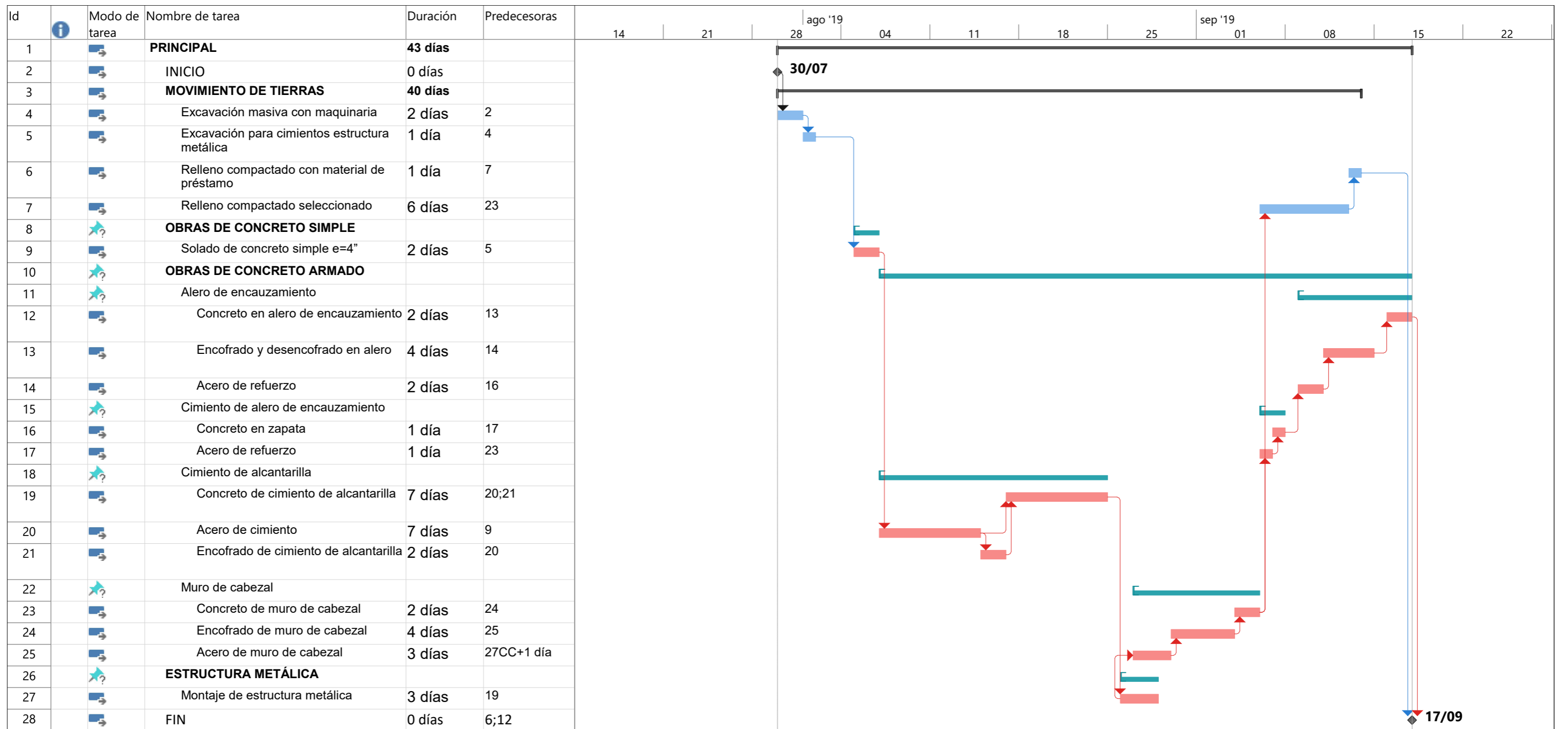


Figura 18: Programación de obra de estructura metálica corrugada. Fuente: Elaboración propia.

Proyecto: CRONOGRAMA TMC Fecha: jue 05/12/19	Tarea		Tarea inactiva		Informe de resumen manual		Hito externo		Progreso manual	
	División		Hito inactivo		Resumen manual		Fecha límite			
	Hito		Resumen inactivo		solo el comienzo		Tareas críticas			
	Resumen		Tarea manual		solo fin		División crítica			
	Resumen del proyecto		solo duración		Tareas externas		Progreso			

4.1.2 PROGRAMACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO

El cronograma de obra se elaborará en función a las partidas mencionadas en el anexo correspondiente a los análisis de precios unitarios y se presenta en la figura 22. Los metrados se obtienen del Anexo 7 y los rendimientos serán tomados del análisis de precios unitarios del Anexo 9, en donde se encontrará mayor detalle del análisis realizado.

Se obtiene que se requieren 86 días hábiles. Desarrollando la conversión sería $86 \times 7/6 = 101$ días calendarios \approx 3.5 meses aproximadamente. Este dato se tomará para el desarrollo de los costos indirectos.

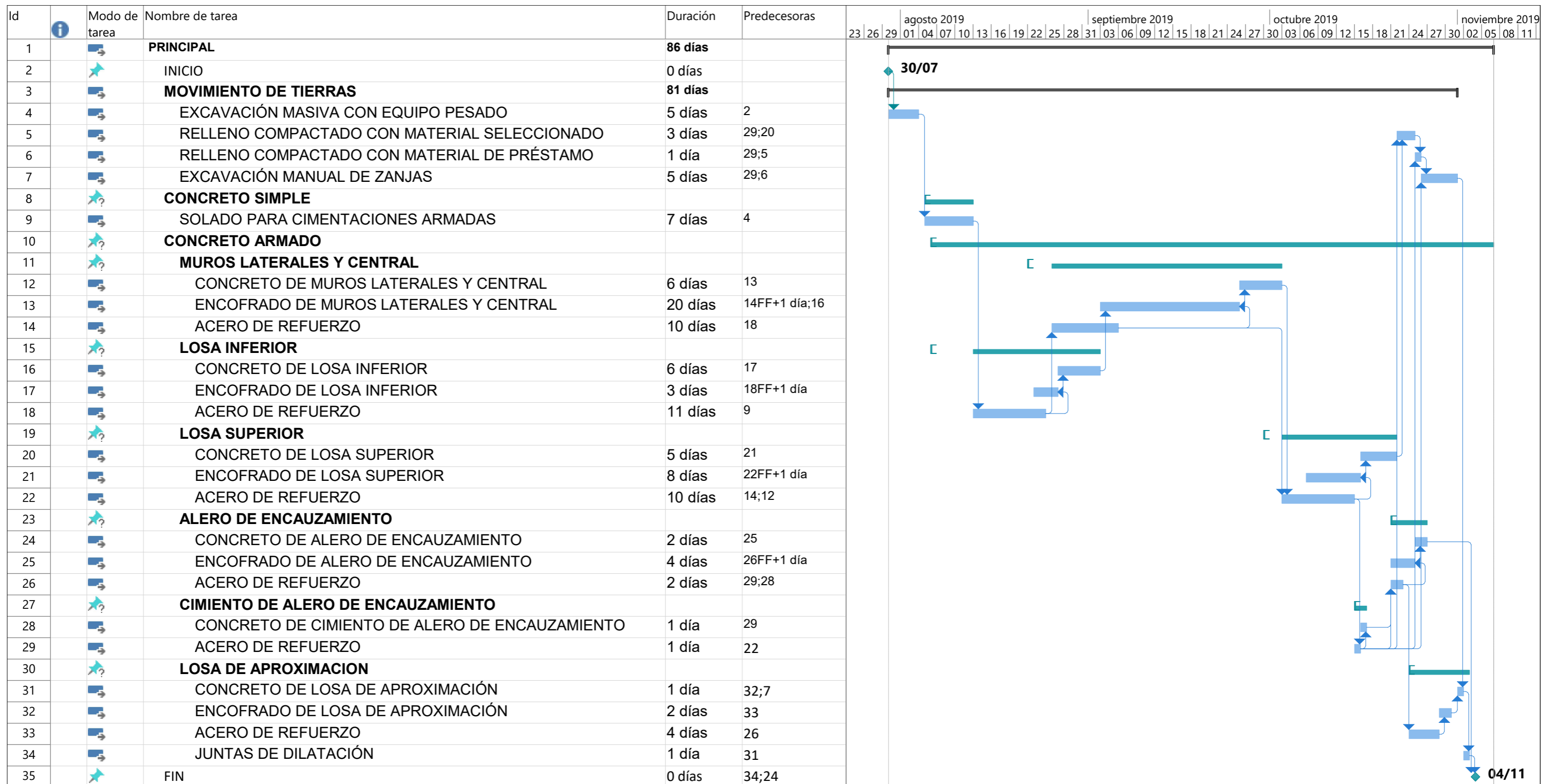


Figura 19: Programación de obra de estructura metálica corrugada. Fuente: Elaboración propia.

Proyecto: CRONOGRAMA TMC Fecha: jue 05/12/19	Tarea		Tarea inactiva		Informe de resumen manual		Hito externo		Progreso manual	
	División		Hito inactivo		Resumen manual		Fecha límite			
	Hito		Resumen inactivo		solo el comienzo		Tareas críticas			
	Resumen		Tarea manual		solo fin		División crítica			
	Resumen del proyecto		solo duración		Tareas externas		Progreso			

4.2 PRESUPUESTO DE OBRA

4.2.1 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA

El presupuesto de las partidas mencionadas anteriormente será calculado utilizando los precios unitarios de expedientes de proyectos para una alcantarilla con similares características a las del proyecto. A partir de estos precios unitarios, se obtiene un presupuesto de obra para la estructura metálica que se puede encontrar en el Anexo 10 como resultado del output del software S10.

El resultado global de costos directos para la alcantarilla metálica corrugada es de S/. 701,857.19.

Dado que se cuenta con el cronograma de obra y el tiempo estimado que se va a ejecutar el proyecto, es posible obtener los gastos generales como se observa en la figura 23.

Los gastos generales observados en la figura 23. son de S/.75,685.05. Adicionando este valor al de los costos directos, se obtendría el presupuesto estimado total de la obra.

$$S/. 701,857.19 + S/.75,685.05 = S/. 777,542.24$$

(Setecientos setenta y siete mil quinientos cuarenta y dos con 24/100)

I GASTOS FIJOS						
1.00 OFICINA, SERVICIOS Y CONTROL DE CALIDAD						
ITEM	DESCRIPCION	INC	TIEMPO	COSTO	TOTAL	
1.01	Utiles de limpieza y mantenimiento	1.00	2.00	300.00	600.00	
1.02	Movilidad local - Alquiler de Camioneta 4 x 4	1.00	2.00	1,500.00	3,000.00	
1.03	Ensayos (Proctor, densidad, Indice de Plasticidad, CBR)	1.00	2.00	4,000.00	8,000.00	
TOTAL					11,600.00	
TOTAL GASTOS FIJOS =					S/.	11,600.00
II GASTOS VARIABLES						
1.00 SUELDOS Y SALARIOS						
ITEM	CARGO	UND	INC	TIEMPO	COSTO	TOTAL
1.01	Ingeniero Residente	MES	1 pers	2.00	5,000.00	10,000.00
1.02	Ing. Asistente de Residente de Obra	MES	1 pers	2.00	3,000.00	6,000.00
1.03	Ing° Especialista de Geotecnia	MES	1 pers	2.00	4,500.00	9,000.00
1.04	Maestro de Obra	MES	1 pers	2.00	2,300.00	4,600.00
1.05	Planillero	MES	1 pers	2.00	1,300.00	2,600.00
1.06	Secretaria	MES	1 pers	2.00	1,200.00	2,400.00
1.07	Almacenero	MES	1 pers	2.00	1,200.00	2,400.00
1.08	Guardian	MES	2 pers	2.00	600.00	2,400.00
TOTAL					S/.	39,400.00
2.00 GASTOS DE OFICINA Y SERVICIOS						
ITEM	DESCRIPCION	UND	INC	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
2.01	Servicios de Energia Electrica, Telefono, Internet, y Agua Potable	MES	1.00	2.00	800.00	1,600.00
2.02	Alquiler de Local	MES	1.00	2.00	900.00	1,800.00
2.03	Fotografia y Copias	EST	1.00	2.00	69.94	139.88
2.04	Planos de Replanteo	EST	1.00	2.00	150.00	300.00
2.05	Utiles de escritorio y oficina para obra	GLB	1.00	2.00	250.00	500.00
TOTAL					4,339.88	
3.00 GASTOS FINANCIEROS						
ITEM	DESCRIPCION	INC	CANTIDAD	MONTOS	TOTAL	
3.01	Plan de Monitoreo Ambiental (PMA)	1	1	5,000.00	5,000.00	
3.02	Carta Fianza de fiel cumplimiento de contrato	1	1	1,431.78	1,431.78	
3.03	Carta fianza por adelanto directo	1	1	1,104.52	1,104.52	
3.04	Carta fianza por adelanto de materiales	1	1	2,209.03	2,209.03	
3.05	Garantía de los Beneficios Sociales de los Trabajadores	1	1	60.88	60.88	
3.06	Gastos Bancarios (ITF)	1	0.005%	779,200.18	38.96	
TOTAL					9,845.17	
4.00 SEGUROS						
ITEM	DESCRIPCION	INC	TIEMPO	COSTO	TOTAL	
4.01	Seguro contra todo riesgo	1.00	3.50	3,000.00	10,500.00	
TOTAL					10,500.00	
TOTAL GASTOS VARIABLES =					S/.	64,085.05
TOTAL						
S/.						
I.- GASTOS FIJOS		S/.	11,600.00	x100	S/. 11,600.00	
II.- GASTOS VARIABLES		S/.	64,085.05	x100	S/. 64,085.05	
TOTAL GASTOS GENERALES %		S/.	75,685.05		S/. 75,685.05	

Figura 23: Gastos generales de estructura metálica corrugada. Fuente: Elaboración propia

4.2.2 PRESUPUESTO DE MARCO DE CONCRETO ARMADO

El presupuesto de las partidas mencionadas anteriormente será calculado utilizando los precios unitarios de expedientes de proyectos para una alcantarilla con similares características a las del proyecto. El análisis de precios unitarios se desarrolla en el Anexo 11 del presente documento. A partir de estos precios

unitarios, se obtiene un presupuesto de obra para la estructura metálica que se puede encontrar en los anexos como resultado del output del software S10.

El resultado global de costos directos para el marco de concreto armado es de S/. 716,615.96.

Dado que se cuenta con el cronograma de obra y el tiempo estimado que se va a ejecutar el proyecto, es posible obtener los gastos generales como se observa en la figura 24.

Los gastos generales observados en la figura 24 son de S/.106,989.96. Adicionando este valor al de los costos directos, se obtendría el presupuesto estimado total de la obra.

$$S/. 716,615.96 + S/.106,989.96 = S/. **823,605.92**$$

(Ochocientos veintitrés mil seiscientos cinco con 92/100)

I GASTOS FIJOS						
1.00 OFICINA, SERVICIOS Y CONTROL DE CALIDAD						
ITEM	DESCRIPCION	INC	TIEMPO	COSTO	TOTAL	
1.01	Utiles de limpieza y mantenimiento	1.00	3.50	300.00	1,050.00	
1.02	Movilidad local - Alquiler de Camioneta 4 x4	1.00	3.50	1,500.00	5,250.00	
1.03	Ensayos (Proctor, densidad, Indice de Plasticidad, CBR)	1.00	1.00	4,000.00	4,000.00	
TOTAL					10,300.00	
TOTAL GASTOS FIJOS =					S/.	10,300.00
II GASTOS VARIABLES						
1.00 SUELDOS Y SALARIOS						
ITEM	CARGO	UND	INC	TIEMPO	COSTO	TOTAL
1.01	Ingeniero Residente	MES	1 pers	3.50	5,000.00	17,500.00
1.02	Ing. Asistente de Residente de Obra	MES	1 pers	3.50	3,000.00	10,500.00
1.03	Ing* Especialista de Geotecnia	MES	1 pers	3.50	4,500.00	15,750.00
1.04	Maestro de Obra	MES	1 pers	3.50	2,300.00	8,050.00
1.05	Planillero	MES	1 pers	3.50	1,300.00	4,550.00
1.06	Secretaria	MES	1 pers	3.50	1,200.00	4,200.00
1.07	Almacenero	MES	1 pers	3.50	1,200.00	4,200.00
1.08	Guardian	MES	2 pers	3.50	600.00	4,200.00
TOTAL					S/.	68,950.00
2.00 GASTOS DE OFICINA Y SERVICIOS						
ITEM	DESCRIPCION	UND	INC	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
2.01	Servicios de Energia Electrica, Telefono, Internet, y Agua Potable	MES	1.00	3.50	800.00	2,800.00
2.02	Alquiler de Local	MES	1.00	3.50	900.00	3,150.00
2.03	Fotografía y Copias	EST	1.00	3.50	69.94	244.79
2.04	Planos de Replanteo	EST	1.00	3.00	150.00	450.00
2.05	Utiles de escritorio y oficina para obra	GLB	1.00	3.00	250.00	750.00
TOTAL					7,394.79	
3.00 GASTOS FINANCIEROS						
ITEM	DESCRIPCION	INC	CANTIDAD	MONTOS	TOTAL	
3.01	Plan de Monitoreo Ambiental (PMA)	1	1	5,000.00	5,000.00	
3.02	Carta Fianza de fiel cumplimiento de contrato	1	1	1,431.78	1,431.78	
3.03	Carta fianza por adelanto directo	1	1	1,104.52	1,104.52	
3.04	Carta fianza por adelanto de materiales	1	1	2,209.03	2,209.03	
3.05	Garantía de los Beneficios Sociales de los Trabajadores	1	1	60.88	60.88	
3.06	Gastos Bancarios (ITF)	1	0.005%	779,200.18	38.96	
TOTAL					9,845.17	
4.00 SEGUROS						
ITEM	DESCRIPCION	INC	TIEMPO	COSTO	TOTAL	
4.01	Seguro contra todo riesgo	1.00	3.50	3,000.00	10,500.00	
TOTAL					10,500.00	
TOTAL GASTOS VARIABLES =					S/.	96,689.96
TOTAL						
S/.						
I.- GASTOS FIJOS		S/.	10,300.00	x100	S/. 10,300.00	
		S/.	779,200.18			
II.- GASTOS VARIABLES		S/.	96,689.96	x100	S/. 96,689.96	
		S/.	779,200.18			
TOTAL GASTOS GENERALES %		S/.			S/. 106,989.96	

Figura 24: Gastos generales de marco de concreto armado. Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 DISCUSIÓN DEL DISEÑO HIDRÁULICO

Las alternativas son factibles técnicamente de las propuestas de drenaje pluvial para la mejora y la ampliación de la carretera Pucallpa – AA. HH. San Martín de Porres. Para ello, se utilizó la data de precipitaciones de Senamhi de la estación Pucallpa. Esta data fue completada y se le realizó un tratamiento estadístico, determinando por medio de las pruebas de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov que la distribución log-normal tenía el mejor ajuste. Para el cálculo del caudal de diseño se utilizó el método de hidrogramas unitarios sintéticos del SCS y con este dato se diseñó la alcantarilla verificando con el software HY-8 que la alcantarilla metálica corrugada y el marco de concreto armado se comportan como canales. Además, se verificaron las condiciones que exige el Manual de Hidráulica, Hidrología y Drenaje que exige el MTC tales como borde libre, velocidad mínima, velocidad máxima entre otros.

5.2 DISCUSIÓN DEL DISEÑO ESTRUCTURAL

El dimensionamiento estructural fue desarrollado siguiendo la metodología de diseño del AASHTO Bridge Design Specifications 2017. En su capítulo 12 se indican los parámetros que deben ser verificados para las estructuras enterradas, tanto como para las estructuras metálicas corrugadas como para las estructuras de concreto armado.

Para las estructuras metálicas corrugadas se analizó el área de la pared, el pandeo, la falla de las costuras, la flexibilidad límite para la construcción y para su cimentación y los aleros de encauzamiento se verificó que el refuerzo de acero era el necesario de acuerdo a la normativa ACI. mientras que para el marco de

concreto armado se utilizan las cargas indicadas en el mismo capítulo tales como empujes del suelo y empuje de agua, además de las cargas vivas y las cargas muertas para calcular los esfuerzos en las secciones del marco de concreto armado.

5.3 DISCUSIÓN DEL CRONOGRAMA DE OBRA

En el presente estudio, la estructura metálica corrugada se puede ejecutar en un menor tiempo que la alcantarilla marco de concreto armado. Este resultado es similar a la tesis titulada “Elección y diseño de alternativa de puente sobre el río Chilloroya (Cusco) puesto que, si bien la estructura metálica corrugada no es la que menor tiempo de construcción requiere, resulta en la segunda mejor opción, por detrás del puente Bailey existente en el sitio. Pese a ello, la estructura metálica corrugada resulta con un mejor tiempo de construcción que las propuestas en concreto.

5.4 DISCUSIÓN DEL PRESUPUESTO DE OBRA

Con respecto a los costos, se utilizaron expedientes técnicos similares de vialidad para las zonas de Pucallpa y Nanay. Estos expedientes corresponden a los proyectos “Ampliación de la segunda calzada de la carretera de Tingo María – Aguaytía – Pucallpa – Tramo Dv. Aeropuerto Pucallpa – Altura de Cementerio del Jardín del Buen Recuerdo” y “Carretera Bellavista – Mazán – Salvador – El estrecho, tramo I: Bellavista – Santo Tomás, Puente Nanay y viaductos de acceso”, de los que se obtuvo también rendimientos típicos por partida, los cuales fueron utilizados también para el cronograma. Esto permitió comparar los presupuestos en los que se evidenció que en lo que respecta a los costos directos, ambas tecnologías presentan costos similares, pero en los costos indirectos, debido a los cronogramas, la estructura metálica corrugada en el presupuesto total resulta más económica que la alcantarilla marco de concreto armado, hasta en un 5% (tabla 31). La figura 25 muestra un diagrama de comparación de costos.

Tabla 31

Resumen de presupuestos de cada una de las propuestas

Material	Costos directos	Costos indirectos	Presupuesto
Estructura metálica corrugada	701,857.19	75,685.05	777542.24
Marco de concreto armado	716,615.96	106,989.96	823,605.92

Fuente: Elaboración propia

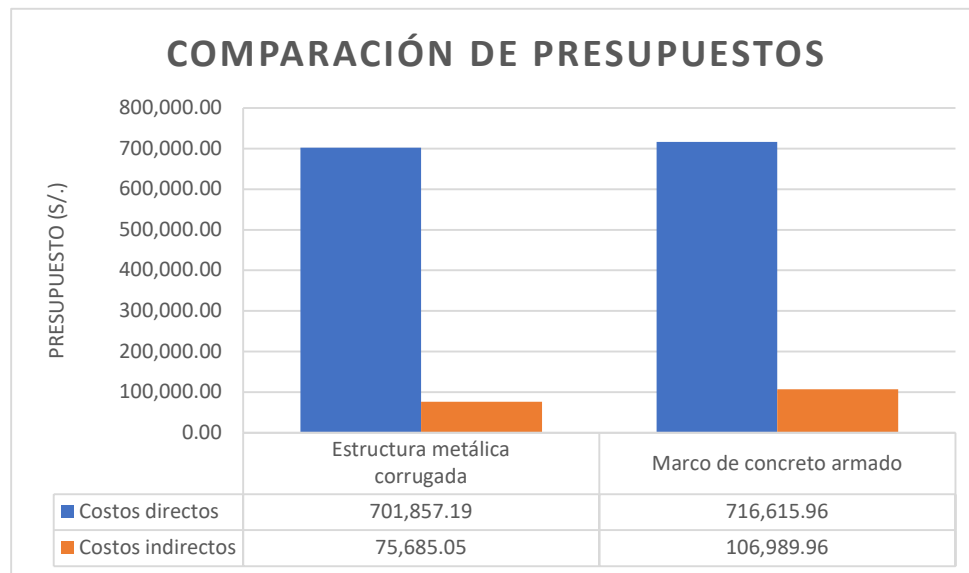


Figura 25: Diagrama de barras comparativo entre ambos presupuestos. Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- Utilizando la estructura metálica corrugada se logra un sistema de drenaje pluvial con costos menores al marco de concreto armado y un menor tiempo de ejecución, y que además permite mejorar y ampliar la carretera Pucallpa – AA. HH. San Martín de Porres.
- Empleando los datos obtenidos por Senamhi de las precipitaciones de la estación Pucallpa y utilizando la metodología de hidrogramas unitarios sintéticos del SCS se determina el caudal máximo de la cuenca el cual resulta de $20.44\text{m}^3/\text{s}$.
- Tomando como dato de entrada el caudal obtenido, así como las características geométricas como cotas y niveles de ambas, se logró dimensionar hidráulicamente las alcantarillas con ayuda del software HY-8, el cual arrojó como resultado que ambas alcantarillas se comportan como canales. Luego se verifica que la flecha sea mayor que la cota de inundación, la cual según el estudio realizado en la zona y que resulta de 3.50m con respecto al fondo (150.96msnm). Para la estructura metálica corrugada resultó una estructura de doble radio con 4.13 metros de flecha y 13.00 metros de luz. Por otro parte, el marco de concreto armado resultó conveniente con una batería de tres ojos en la que cada ojo tenía una dimensión de 4 metros de luz y 3.50 metros de flecha. También se verificaron los parámetros exigidos por el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC.
- Empleando los datos obtenidos y los niveles indicados en el dimensionamiento hidráulico, se logró diseñar estructuralmente la propuesta con estructura metálica corrugada con la altura de relleno por encima de esta tanto a la entrada como a la salida y además la carga viva (HL-93) que

circundaría sobre la estructura metálica obteniendo el calibre de 4.32 mm de la estructura metálica corrugada y dimensionando sus cimientos corridos.

- El costo total del sistema de drenaje pluvial de la estructura metálica corrugada es menor con respecto a la alcantarilla marco de concreto armado hasta en un 5%
- La ejecución del sistema de drenaje es mucho más sencilla que la del marco de concreto armado, llegando incluso a desarrollarse hasta un 50% más rápido asumiendo condiciones similares de cantidad de mano de obra.

RECOMENDACIONES

Se recomienda cumplir con las especificaciones técnicas indicadas en los planos adjuntos y seguir las dimensiones determinadas en los cálculos

Como perspectiva de investigación se puede analizar como alternativa para el drenaje pluvial en el caso de quebradas la aplicación de puentes reticulados, tuberías de plástico corrugado o de losas presforzadas

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (2017). AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (8th ed.). Washington: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Abdel-Sayed, G., Bakht, B., & Jaeger, L. (1994). Soil-Steel Bridges: Design & Construction. New York: McGraw-Hill.
- Aparicio Mijares, F. J. (1992). Fundamentos de hidrología de superficie. México D.F.: Editorial LIMUSA S.A. de C.V.
- Aranís, C. (2006). Análisis y diseño de puentes de concreto armado. Método AASHTO - LRFD.
- ASTM International. (2017). Standard A796/A796M-17: Standard Practice for Structural Design of Corrugated Steel Pipe, Pipe-Arches, and Arches for Storm and Sanitary Sewers. Pennsylvania: ASTM International.
- CAPECO. (2003). Costos y presupuestos en edificación.
- Chique, N. (2017). Diseño de la mejor alternativa de un puente ubicado sobre el río Cangalli para la integración de los centros poblados del tramo Cangalli-Siraya, distrito de llave, provincia del Collao. (Tesis de pregrado).
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). Applied Hidrology. New York: Mc Graw-Hill.
- Convenio de cooperación Técnica IILA - UNI - SENAMHI. (1982). Estudio de hidrología del Perú. Lima, Perú.

- Corrugated Steel Pipe Institute. (2007). Handbook of Steel Drainage and Highway Construction Products. Cambridge, Ontario: Corrugated Steel Pipe Institute & American Iron and Steel Institute.
- Eduardo Ríos y Asociados. (2019). Productos viales ERA. Lima.
- Flórez, M., & Ruiz, J. (2019, agosto 29). APTA - Asociación para la Promoción Técnica del Acero. Retrieved julio 23, 2019, from http://www.apta.com.es/pdf/galva_caliente.pdf
- Martínez Nieto, A. F. (2019, noviembre 18). Slideshare. Retrieved from <https://es.slideshare.net/AxelMartnezNieto/diseo-de-mezcla-de-concreto-mtodo-aci>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2019, enero 29). Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Retrieved from Sistema Peruano de la Información Jurídica: <http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/octubre/10/RD-20-2011-MTC-14.pdf>
- Pérez, M. (2014). Aplicaciones avanzadas de los materiales compuestos en la obra civil y la edificación. Barcelona, España: Omnia Publisher SL.
- Project Management Institute Inc. (2013). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) (Quinta ed.). Newton Square, Pensilvania, Estados Unidos: PMI Publications.
- Rodríguez Castillejo, W., & Valdez Cáceres, D. (2019). El análisis Costo-Tiempo utilizando el método de precedencias mejorado para determinar el presupuesto mínimo y el tiempo óptimo de un proyecto. Santiago de Chile, Chile.
- Soil Conservation Service. (1985). National Engineering Handbook: Section 4. Washington D.C.: U.S. Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service.
- Vargas, E. (2015). Elección y diseño de alternativa de puente sobre el río Chilloroya (Cusco) para acceso a la planta de procesos del proyecto Constancia. (Tesis de Pregrado). Lima.

Villón , M. (2002). Hidrología (Segunda ed.). Lima: Editorial Villón.

Villón, M. (2005). Diseño de estructuras hidráulicas. Lima, Perú: Editorial Villón.

ANEXOS

ANEXO 1: REPORTES HY-8 DE EMC

HY-8 Culvert Analysis Report

Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 0 cfs

Design Flow: 721.832 cfs

Maximum Flow: 721.832 cfs

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: ARCO METALICO

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	ARCO METALICO Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
147.45	0.00	0.00	0.00	1
147.66	2.04	2.04	0.00	1
147.89	4.09	4.09	0.00	1
148.10	6.13	6.13	0.00	1
148.28	8.18	8.18	0.00	1
148.46	10.22	10.22	0.00	1
148.62	12.26	12.26	0.00	1
148.77	14.31	14.31	0.00	1
148.92	16.35	16.35	0.00	1
149.06	18.40	18.40	0.00	1
149.20	20.44	20.44	0.00	1
152.79	83.02	83.02	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: ARCO METALICO

Total Rating Curve

Crossing: ARCO METALICO

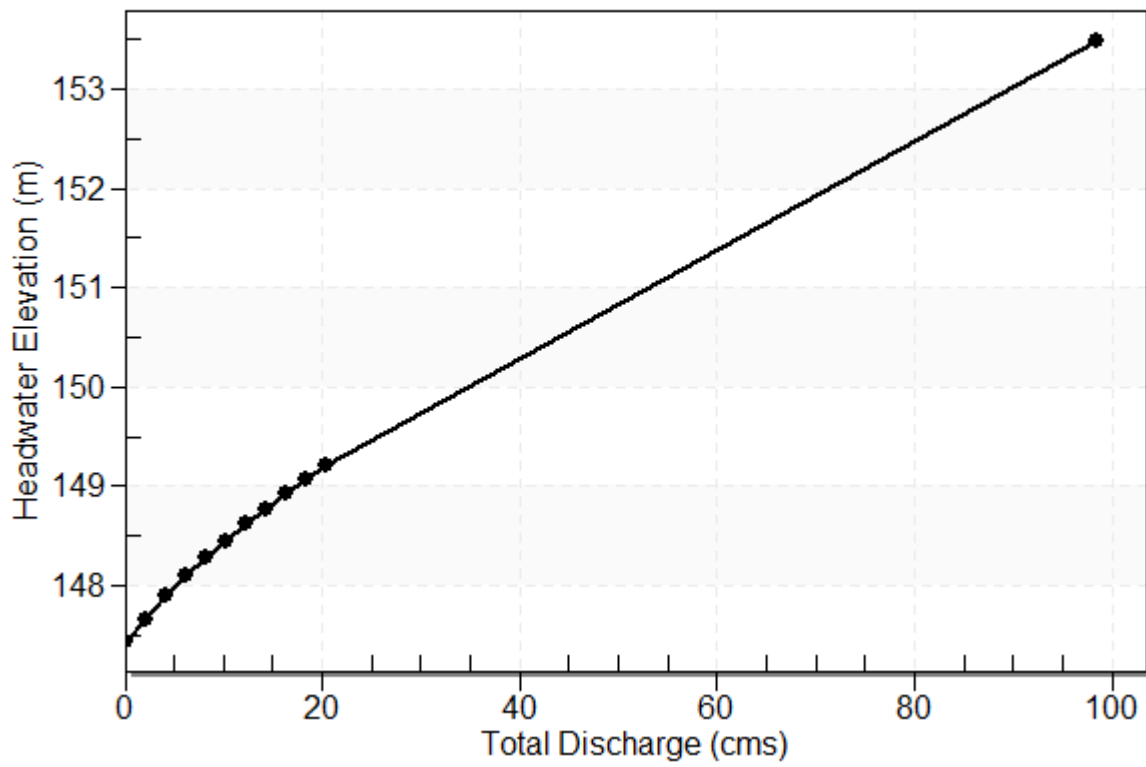


Table 2 - Culvert Summary Table: ARCO METALICO

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	147.45	0.000	0.000	0-NF	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2.04	2.04	147.66	0.209	0.137	1-S2n	0.127	0.136	0.127	0.463	1.239	0.334
4.09	4.09	147.89	0.340	0.444	1-S1t	0.198	0.216	0.712	0.712	0.445	0.435
6.13	6.13	148.10	0.465	0.648	1-S1t	0.253	0.283	0.918	0.918	0.518	0.506
8.18	8.18	148.28	0.600	0.834	1-S1t	0.305	0.343	1.101	1.101	0.577	0.562
10.22	10.22	148.46	0.697	1.006	1-S1t	0.349	0.398	1.270	1.270	0.627	0.610
12.26	12.26	148.62	0.787	1.169	1-S1t	0.391	0.450	1.428	1.428	0.671	0.650
14.31	14.31	148.77	0.872	1.323	1-S1t	0.432	0.499	1.578	1.578	0.710	0.687
16.35	16.35	148.92	0.954	1.471	1-S1t	0.468	0.545	1.722	1.722	0.747	0.719
18.40	18.40	149.06	1.032	1.614	1-S1t	0.505	0.590	1.860	1.860	0.781	0.749
20.44	20.44	149.20	1.107	1.753	1-S1t	0.540	0.633	1.994	1.994	0.813	0.776

Straight Culvert

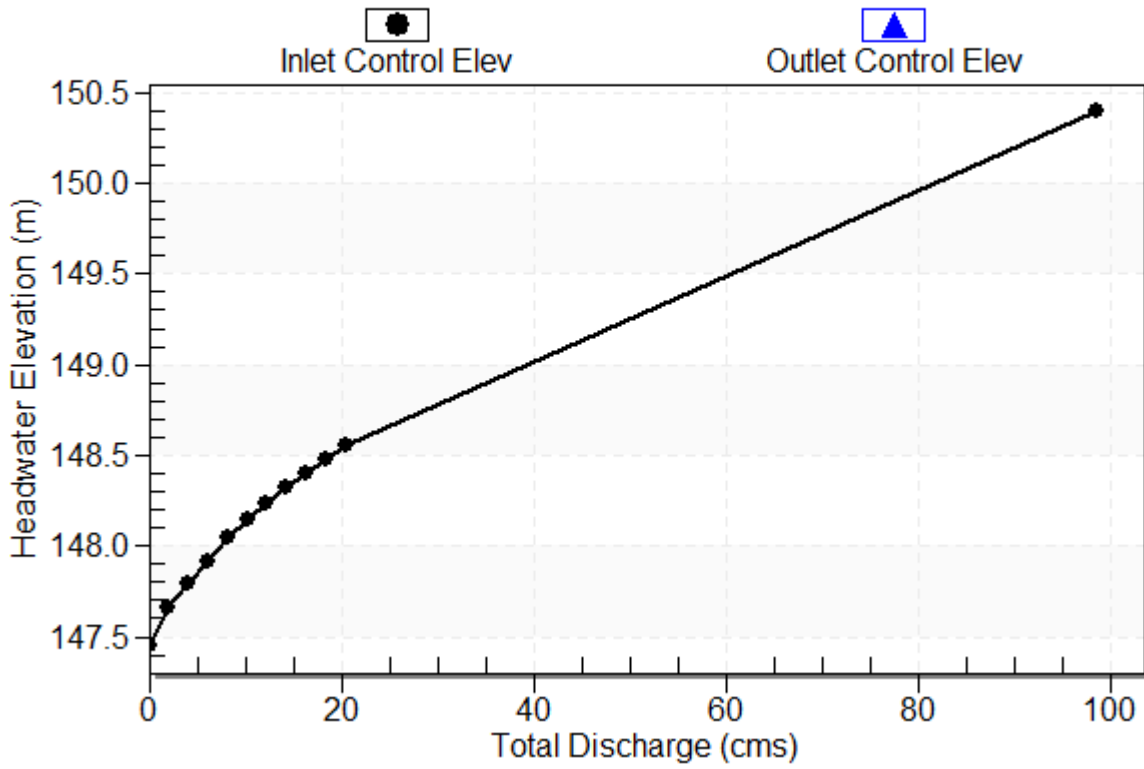
Inlet Elevation (invert): 147.45 m, Outlet Elevation (invert): 147.12 m

Culvert Length: 16.30 m, Culvert Slope: 0.0200

Culvert Performance Curve Plot: ARCO METALICO

Performance Curve

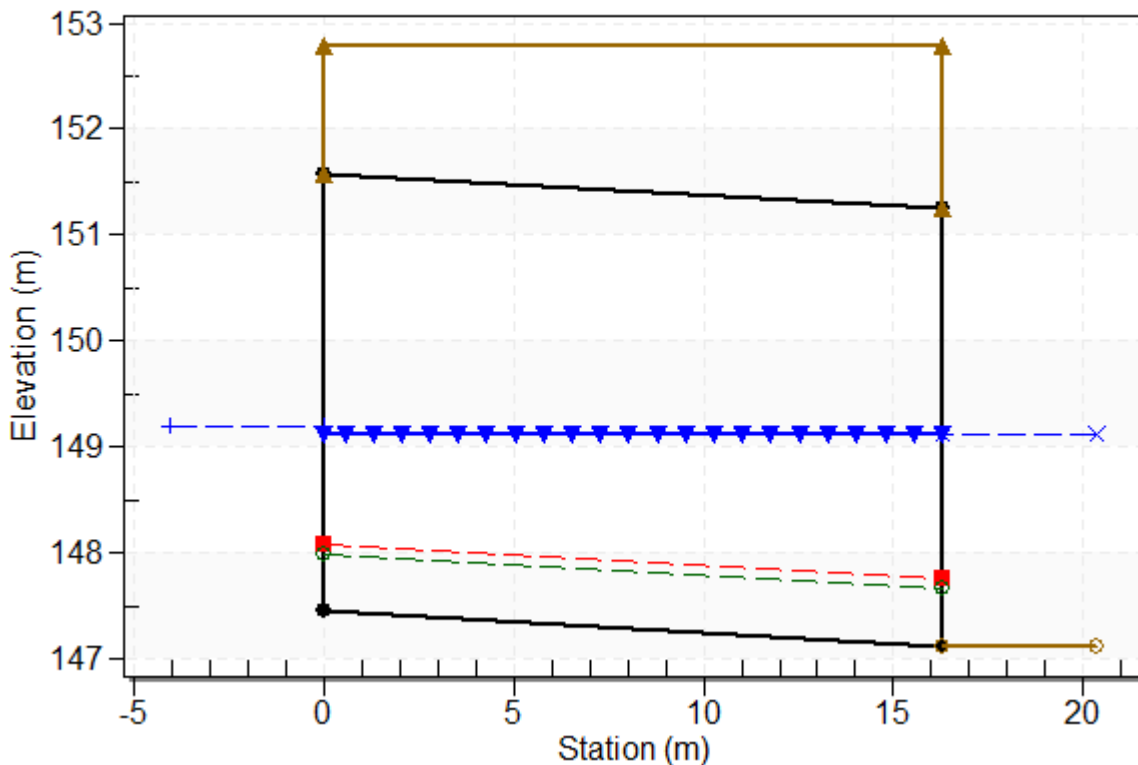
Culvert: ARCO METALICO



Water Surface Profile Plot for Culvert: ARCO METALICO

Crossing - ARCO METALICO, Design Discharge - 20.44 cms

Culvert - ARCO METALICO, Culvert Discharge - 20.44 cms



Site Data - ARCO METALICO

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 147.45 m

Outlet Station: 16.30 m

Outlet Elevation: 147.12 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - ARCO METALICO

Barrel Shape: User Defined

Barrel Span: 12987.00 mm

Barrel Rise: 4133.90 mm

Barrel Material: Corrugated Metal Riveted or Welded

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0350 (top and sides)

Manning's n: 0.0300 (bottom)

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Thin Edge Projecting

Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: ARCO METALICO)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.00	147.12	0.00	0.00	0.00	0.00
2.04	147.59	0.46	0.33	22.70	0.16
4.09	147.83	0.71	0.44	34.88	0.16
6.13	148.04	0.92	0.51	44.99	0.17
8.18	148.22	1.10	0.56	53.98	0.17
10.22	148.39	1.27	0.61	62.25	0.17
12.26	148.55	1.43	0.65	70.01	0.17
14.31	148.70	1.58	0.69	77.36	0.17
16.35	148.85	1.72	0.72	84.40	0.17
18.40	148.98	1.86	0.75	91.18	0.18
20.44	149.12	1.99	0.78	97.74	0.18

Tailwater Channel Data - ARCO METALICO

Tailwater Channel Option: Rectangular Channel

Bottom Width: 13.20 m

Channel Slope: 0.0050

Channel Manning's n: 0.1210

Channel Invert Elevation: 147.12 m

Roadway Data for Crossing: ARCO METALICO

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 16.30 m

Crest Elevation: 152.79 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 16.30 m

ANEXO 2: REPORTES HY-8 DE MARCO DE CONCRETO ARMADO

HY-8 Culvert Analysis Report

Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 0 cfs

Design Flow: 721.832 cfs

Maximum Flow: 721.832 cfs

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: MCA

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	MCA Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
147.78	0.00	0.00	0.00	1
148.00	2.04	2.04	0.00	1
148.17	4.09	4.09	0.00	1
148.34	6.13	6.13	0.00	1
148.51	8.18	8.18	0.00	1
148.67	10.22	10.22	0.00	1
148.82	12.26	12.26	0.00	1
148.96	14.31	14.31	0.00	1
149.09	16.35	16.35	0.00	1
149.22	18.40	18.40	0.00	1
149.35	20.44	20.44	0.00	1
151.70	66.67	66.67	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: MCA

Total Rating Curve

Crossing: MCA

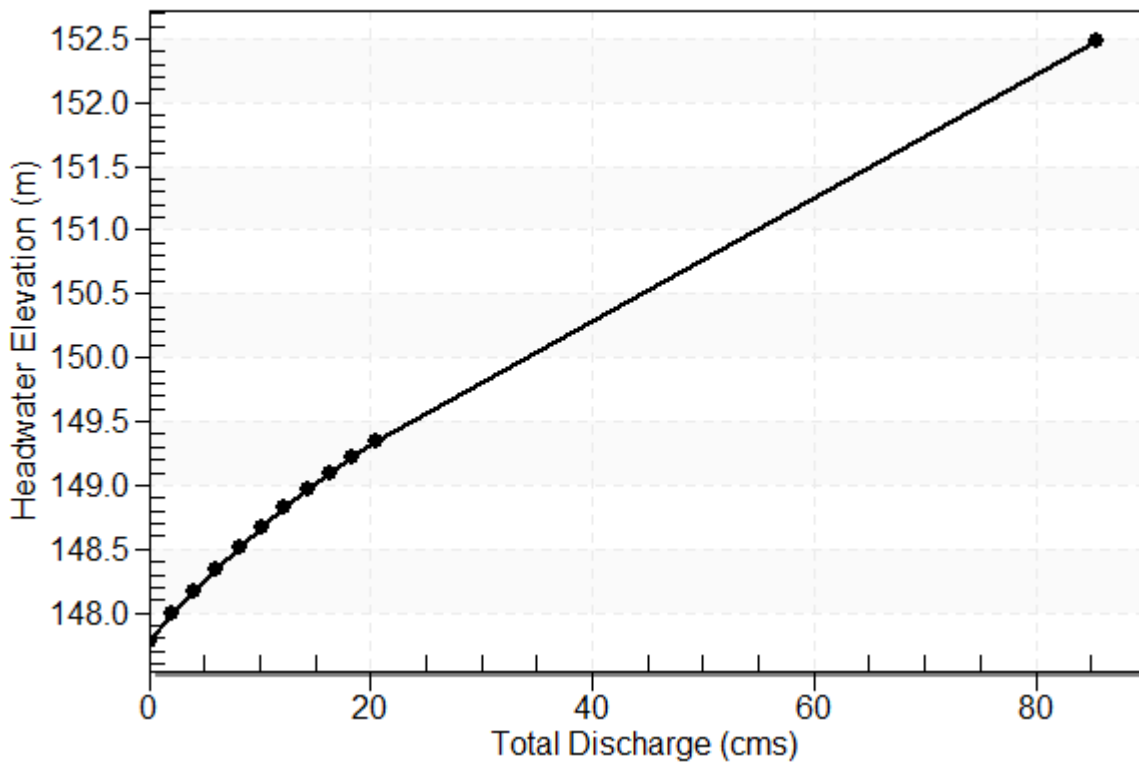


Table 2 - Culvert Summary Table: MCA

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	147.78	0.000	0.000	0-NF	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2.04	2.04	148.00	0.216	0.099	1-JS1t	0.086	0.144	0.424	0.424	0.401	0.365
4.09	4.09	148.17	0.344	0.383	1-S1t	0.130	0.228	0.652	0.652	0.523	0.475
6.13	6.13	148.34	0.450	0.561	1-S1t	0.171	0.299	0.839	0.839	0.609	0.553
8.18	8.18	148.51	0.545	0.731	1-S1t	0.204	0.362	1.007	1.007	0.677	0.615
10.22	10.22	148.67	0.633	0.888	1-S1t	0.235	0.420	1.160	1.160	0.734	0.667
12.26	12.26	148.82	0.715	1.037	1-S1t	0.265	0.474	1.304	1.304	0.784	0.713
14.31	14.31	148.96	0.792	1.177	1-S1t	0.291	0.525	1.440	1.440	0.828	0.753
16.35	16.35	149.09	0.866	1.312	1-S1t	0.317	0.574	1.570	1.570	0.868	0.789
18.40	18.40	149.22	0.936	1.441	1-S1t	0.342	0.621	1.695	1.695	0.904	0.822
20.44	20.44	149.35	1.005	1.566	1-S1t	0.367	0.666	1.816	1.816	0.938	0.853

Straight Culvert

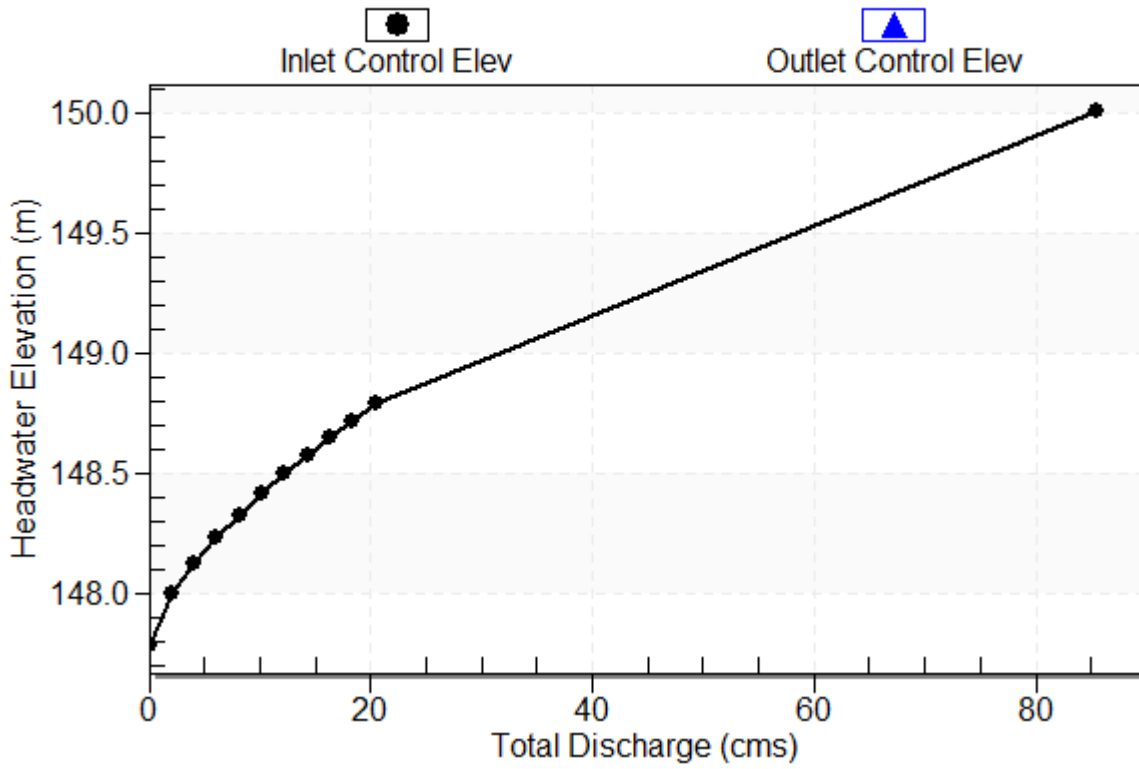
Inlet Elevation (invert): 147.78 m, Outlet Elevation (invert): 147.46 m

Culvert Length: 16.30 m, Culvert Slope: 0.0200

Culvert Performance Curve Plot: MCA

Performance Curve

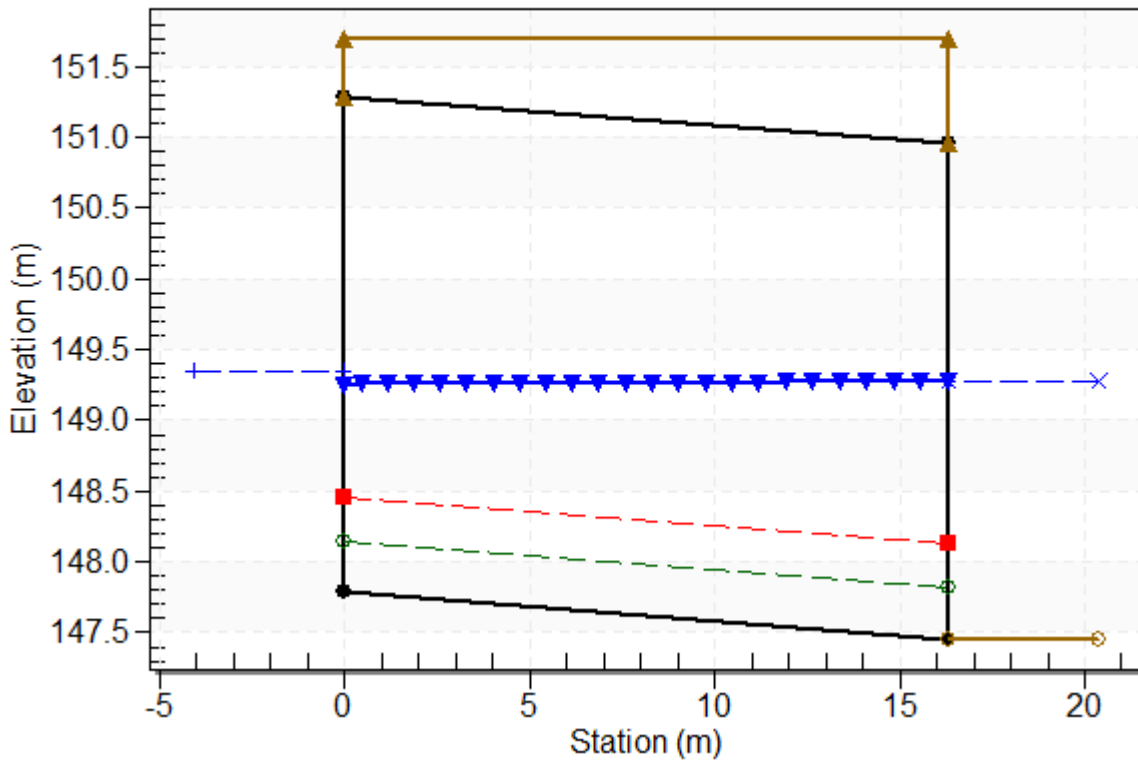
Culvert: MCA



Water Surface Profile Plot for Culvert: MCA

Crossing - MCA, Design Discharge - 20.44 cms

Culvert - MCA, Culvert Discharge - 20.44 cms



Site Data - MCA

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 147.78 m

Outlet Station: 16.30 m

Outlet Elevation: 147.46 m

Number of Barrels: 3

Culvert Data Summary - MCA

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 4000.00 mm

Barrel Rise: 3500.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0140

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (30-75° flare) Wingwall

Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: MCA)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.00	147.46	0.00	0.00	0.00	0.00
2.04	147.88	0.42	0.36	20.80	0.18
4.09	148.11	0.65	0.48	31.93	0.19
6.13	148.30	0.84	0.55	41.14	0.19
8.18	148.46	1.01	0.62	49.33	0.20
10.22	148.62	1.16	0.67	56.85	0.20
12.26	148.76	1.30	0.71	63.89	0.20
14.31	148.90	1.44	0.75	70.56	0.20
16.35	149.03	1.57	0.79	76.94	0.20
18.40	149.15	1.70	0.82	83.08	0.20
20.44	149.27	1.82	0.85	89.02	0.20

Tailwater Channel Data - MCA

Tailwater Channel Option: Rectangular Channel

Bottom Width: 13.20 m

Channel Slope: 0.0050

Channel Manning's n: 0.1050

Channel Invert Elevation: 147.46 m

Roadway Data for Crossing: MCA

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 16.30 m

Crest Elevation: 151.70 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 16.30 m

Project Units: SI Units (Metric)

ANEXO 3: CÁLCULOS DE ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA

CALCULO ESTRUCTURAL (NORMAS AASHTO LRFD)

Proyecto: Arco 4.13mx13.00m - e= 4.32mm - corrugación 381x140

Elaborado por: Mariano Salcedo

Datos:

Modelo alcantarilla:	2G-L-13-F-4.134	
Densidad de relleno:	1970.00	Kg/m ³
Capacidad portante del suelo:	N/C Kg/cm ²	
Altura de relleno (Hr):	0.90	m
Carga viva (S/C):	Camión HS20-44 o HL-93	
Tipo de corrugación:	2G	
Espesor de la plancha (e):	4.32	mm

Resultados:

Esfuerzo normal (TL): **61.25** Ton/m
 AASHTO LRFD - 12.7.2.2-1
 RESISTENCIA I

Seguridad contra las fallas estructurales

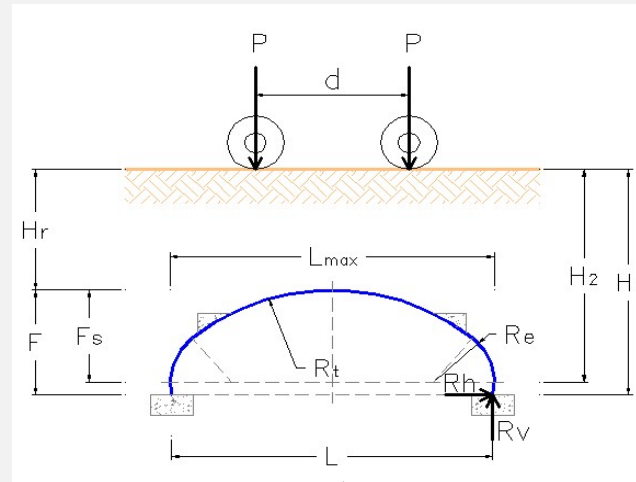
Resistencia de las paredes (Rn): **184.96** Ton/m
 AASHTO LRFD - 12.7.2.3-1
TL < Rn OK!

Resistencia al pandeo (fcr): **3529.83** Kg/cm²
 AASHTO LRFD - 12.7.2.4
A' < A OK!

Resistencia a la costura (Rp): **86.74** Ton/m
 AASHTO LRFD - 12.7.2.5
Rp >= TL OK!

Rigidez para el manipuleo (FF): **0.06** cm/Kg
 AASHTO LRFD - 12.7.2.6-1
FF < 0.17 OK!

Detalles Generales:



ALCANTARILLA 2G

Carga por eje (P):	14.78 Ton	Luz en base (L):	12.99 m
Distancia entre ejes (d):	4.30 m	Luz máxima (Lmax):	13.00 m
Ancho del carril (Lw):	3.60 m	Flecha total (F):	4.13 m
Altura desde la base (H1):	5.03 m	Flecha superior (Fs):	3.94 m
Altura línea de arranque (H2):	4.84 m	Radio de la tapa (Rt):	9.50 m
Reacción horiz. zapata (Rh):	- Ton/m	Radio de la esquina (Re):	2.85 m
Reacción verti. zapata (Rv):	- Ton/m	Radio de fondo (Rf):	#N/D m

	PROYECTO: Arco 4.13mx13.00m - e= 4.32mm - corrugación 381x140	CLIENTE: -----
	MEMORIA DE CALCULO DE ESTRUCTURAS METALICAS CORRUGADAS	ELABORADO: Mariano Salcedo REVISADO: ----- FECHA: Ene-20

1.0 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

La presente "Memoria de Cálculo" desarrolla el diseño de la estructura metálica corrugada para: -----

1.2 REGLAMENTO Y NORMAS DE DISEÑO

El proyecto se diseña de acuerdo a las siguientes normas:

- AASHTO LRFD: "Especificaciones para el diseño de Puentes - 8va edición 2017".

1.3 DOCUMENTOS REFERENCIALES

Planos adjuntos.

1.4 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

1.4.1 Suelo (material de relleno)

$\gamma_s =$	1.97	Ton/m ³	Peso específico
$\phi =$	31.00	°	Angulo de fricción
Hr =	0.90	m	Altura de relleno

1.4.2 Plancha corrugada de acero (TMC) AASHTO M 167 ó ASTM A 761

Fy =	310	Mpa	Esfuerzo de fluencia
Fu =	400	Mpa	Esfuerzo de rotura
Em =	206,913	Mpa	Módulo de elasticidad del acero

Tabla A12-10 – Propiedades mecánicas - Placas de acero y aluminio corrugado

Material	Mínima resistencia a la tracción (MPa)	Mínima tensión de fluencia (MPa)	Módulo de elasticidad (MPa)
Espesor de la placa de aluminio ⁽¹⁾ (mm)			
2,54 - 4,44	241	165	69.000
4,45 - 6,35	234	165	69.000
Espesor de la placa de acero ⁽²⁾ (mm)			
Todos los espesores	310	228	200.000

⁽¹⁾ Debe satisfacer los requisitos de AASHTO M 219 (ASTM B 746M), Aleación 5052

⁽²⁾ Debe satisfacer los requisitos de AASHTO M 167 (ASTM A 761)

	PROYECTO: Arco 4.13mx13.00m - e= 4.32mm - corrugación 381x140	CLIENTE: -----
	MEMORIA DE CALCULO DE ESTRUCTURAS METALICAS CORRUGADAS	ELABORADO: Mariano Salcedo REVISADO: ----- FECHA: Ene-20

1.5 GEOMETRIA DE LA ESTRUCTURA

Modelo **2G-L-13-F-4.134**

Luz en base (L) =	12.99 m	Luz máxima (Lmax) =	13.00 m
Flecha total (F) =	4.13 m	Flecha superior (Fs) =	3.941 m
Area =	43.96 m ²	Perímetro =	42 S

2.0 CARGAS

- Cargas permanentes:

EV = Empuje vertical del suelo (peso del material de relleno)

- Cargas transitorias:

LL = Carga viva (sobrecarga vehicular)

2.3 CARGAS MUERTAS (DC) No se aplica

2.4 CARGAS DE LA SUPERFICIE DE RODADURA (DW)

Peso del asfalto = 0.00 Ton/m²

2.5 EMPUJE HORIZONTAL (EH) No se aplica

2.1 EMPUJE VERTICAL (EV)

Peso del suelo = 1.77 Ton/m²

2.2 CARGA VIVA (LL)

Para la determinación de la carga debido al tráfico vehicular, usaremos los efectos del Camión HS20-44 o HL-93.

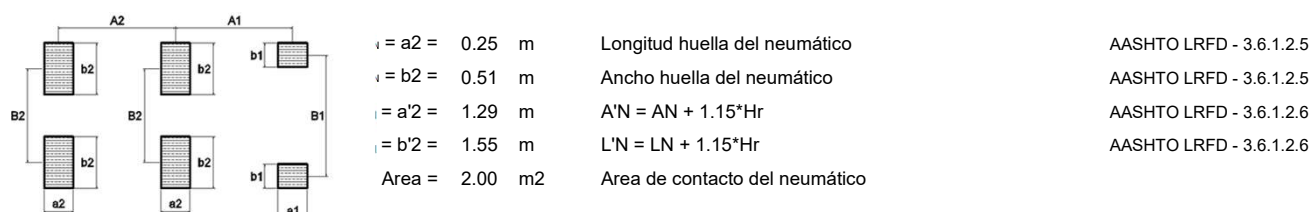
De acuerdo a las recomendaciones de diseño AASHTO LRFD 3.6, considerando los efectos mas desfavorables en la estructura.

El peso del eje posterior es:

Pc =	14.78	Ton	Carga del eje posterior del camión de diseño
IM =	20.82	%	Incremento por carga dinámica
Fimp =	1.21		Factor de impacto
P'c =	17.86	Ton	Carga del eje posterior del camión de diseño con incremento por carga dinámica

2.2.1 Distribución de la carga viva en el relleno

Ya que tenemos un relleno de altura mayor a la mínima recomendada sobre la estructura, se puede considerar que las cargas de las ruedas están uniformemente distribuidas en un área rectangular cuyos lados son iguales a la dimensión del área de contacto de los neumáticos mas 1.15 veces la profundidad del relleno, en el caso de rellenos granulares.



Por tanto la carga viva debido al tráfico de una rueda o Carga Peatonal sobre la estructura será:

$$Wc = 4,470.67 \text{ Kg/m}^2$$

	PROYECTO: Arco 4.13mx13.00m - e= 4.32mm - corrugación 381x140	CLIENTE: -----
	MEMORIA DE CALCULO DE ESTRUCTURAS METALICAS CORRUGADAS	ELABORADO: Mariano Salcedo REVISADO: ----- FECHA: Ene-20

3.0 COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA ALCANTARILLA 2G

Geometría:

Tipo de Tubo (C, A, B1, B2, B3) =	B2
Rigidizadores longitudinales (Si o No) =	NO
Angulo central de la tapa (β) =	80 °
Luz maxima =	13.00 m
Diametro ideal =	19.00 m
Radio superior (Rt) =	9.50 m
Radio de la esquina (Re) =	2.85 m
Altura de relleno (Hr) =	0.90 m
Densidad de Relleno =	1,970.00 Kg/m ³
Carga Viva =	HL93
Dv=	7.88

Corrugación:

Paso =	381.00 mm
Profundidad =	139.70 mm
Espesor =	4.32 mm

Propiedades:

Area (A) =	58.46 cm²/m
Inercia (I) =	1433.25 cm⁴/m
Radio de giro (r) =	4.95 cm
Cantidad de pernos =	4 und
Resistencia de pernos =	129,460 Kg/m

3.1 SEGURIDAD CONTRA LAS FALLAS ESTRUCTURALES

3.1.1 Esfuerzo Normal

$$TL = \max(P_{FD} \cdot (S)/2 + P_{FL} \cdot (C_L) F_1 / 2; T_c) \quad \text{AASHTO LRFD - 12.7.2.2-1}$$

Hw=	0.00 m	Altura de Agua
P _{FW} =	0.00 Ton/m ²	Empuje Hidrostatico por unidad de longitud
P _{DD} =	4.59 Ton/m ²	Empuje no factorado por cargas muertas
P _{FD} =	6.89 Ton/m ²	Empuje factorado por cargas muertas
P _{DL} =	4.04 Ton/m ²	Empuje no factorado por cargas vivas
P _{FL} =	7.08 Ton/m ²	Empuje factorado por cargas vivas
C _L =	1.29 m	Ancho de la estructura en la que se aplica carga viva paralela a la luz
F1 =	3.63	AASHTO LRFD 2017, 12.7.2.2-5

$$TL = 61.25 \text{ Ton/m}$$

$$T_c = 0.00 \text{ Ton/m} \quad \text{No considera sismo.}$$

Comparar analisis AASHTO y CHDBC, y elegir el mas desfavorable

$TL = \max(61.25; 0)$	=	61.25 ton/m	Esfuerzo normal mayorado por u. de long.
-----------------------	---	-------------	--

	PROYECTO: Arco 4.13mx13.00m - e= 4.32mm - corrugación 381x140	CLIENTE: -----
	MEMORIA DE CALCULO DE ESTRUCTURAS METALICAS CORRUGADAS	ELABORADO: Mariano Salcedo REVISADO: ----- FECHA: Ene-20

3.1.1-a Desarrollo del Analisis AASHTO LRFD, 2017

$$P_{FD} = N_{EV} * K_{YE} * K_2 * VAF * P_{SP} = P_{DD} * K_{YE}$$

$N_{EV} =$	1.00	Modificador de cargas como se especifica en el Art. 1.3.2 se aplican como carga vertical de tierra.
$K_{YE} =$	1.50	Factor de instalación típicamente tomado como 1.5 para proporcionar la seguridad.
$K_2 =$	1.00	Coefficiente para tener en cuenta la variación del empuje alrededor de la circunferencia
$VAF =$	1.00	Factor de arqueamiento vertical
$P_{DD} =$	4.59 Ton/m2	Empuje de servicio por unidad de longitud

$$P_{SP} = (H + 0.11 * Do) * gs$$

$P_{SP} =$	4.59 Ton/m2	Presión del suelo (EV), evaluada en el encuentro de curva de tubería, AASHTO LRFD 2017, 12.12.3.7-3
------------	-------------	---

$$H_{int-p} = (Sa - It) / LLDF$$

$Sa =$	4.30 m	Espacio entre ejes
$It =$	0.25 m	Largo de huella de llanta,
$LLDF =$	1.15	Factor de distribución de carga viva como se especifica en la tabla 3.6.1.2.6a-1
$H_{int-p} =$	3.52 m	Profundidad de interacción del eje paralela al tramo de la alcantarilla, AASHTO LRFD, 3.6.1.2.6b-4

$$H_{int-t} = (Sw - wt - 0.06*S) / LLDF$$

$Sw =$	1.8 m	Espaciamiento de ruedas
$wt =$	0.51	Ancho de huella
$H_{int-t} =$	0.443 m	Profundidad de interacción de la rueda transversal al tramo de la alcantarilla, AASHTO LRFD, 3.6.1.2.6b-1

	PROYECTO: Arco 4.13mx13.00m - e= 4.32mm - corrugación 381x140	CLIENTE: -----
	MEMORIA DE CALCULO DE ESTRUCTURAS METALICAS CORRUGADAS	ELABORADO: Mariano Salcedo REVISADO: ----- FECHA: Oct-18

3.1.2-a Análisis de cargas vivas

Análisis longitudinal de las cargas

¿Hint-p<H? **No**

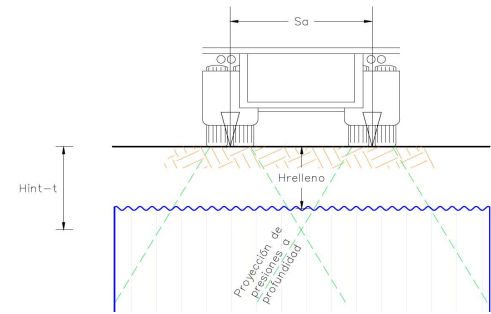
#ejes=	3	Cantidad de ejes aplicados sobre la estructuras
lw=	1.29 m	Distancia longitudinal del área proyectada por la carga viva
Para 1 carril, m=	1.20	Factor de presencia de carga múltiple para 1 carril
Para 2 carriles, m=	1.00	Factor de presencia de carga múltiple para 2 carriles
Paplicado=	14.78 ton	

Para 1 carril

Análisis transversal de las cargas

¿Hint-t<H? **Sí**

Factor de carga=	1	
Ww=	4.13 m	Ancho del área proyectada
P1carril=	14.78 ton	Carga aplicada
PDL-1=	4.04 ton/m2	



Para 2 carriles

Análisis transversal de las cargas

$$H_{int-t} = (S_w - w_t - 0.06 \cdot S) / LLDF$$

St2=	1.2 m	Espaciamiento entre ambos camiones
Hint-t2=	-0.08 m	
¿H<Hint-2?	No	

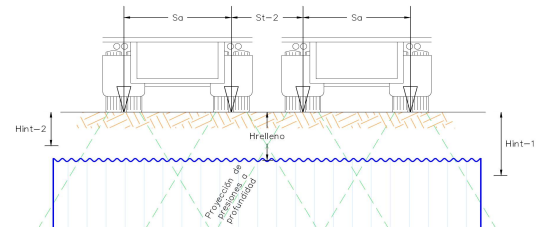
Entonces: Todas las cargas interactúan

P1=	14.78 ton	P2=	14.78 ton
w1=	4.13 m	w2=	3.53 m

Ww= 7.13 m Ancho de la proyección de la carga

Factor de carga= 2

Paplicado=	29.56 ton
PDL-2c=	3.90 ton/m2



	PROYECTO: Arco 4.13mx13.00m - e= 4.32mm - corrugación 381x140	CLIENTE: -----
	MEMORIA DE CALCULO DE ESTRUCTURAS METALICAS CORRUGADAS	ELABORADO: Mariano Salcedo REVISADO: ----- FECHA: Ene-20

3.1.2 Resistencia de las paredes

$$R_n = \phi * F_y * A \quad \text{AASHTO LRFD - 12.7.2.3-1}$$

$F_y = 3,163.81 \text{ Kg/cm}^2$ Tensión de fluencia del metal
 $A = 58.46 \text{ cm}^2/\text{m}$ Area de las paredes
 $\phi = 1.00$ Factor de resistencia AASHTO LRFD - Tabla 12.5.5-1

$R_n = 184.96 \text{ Ton/m}$ Resistencia a la carga axial mayorada por unidad de longitud **> TL OK!**

3.1.3 Resistencia de las costuras

AASHTO LRFD - 12.7.2.5

$\phi p = 3/4 \text{ "}$ Diámetro de los pernos
 $\# p = 4$ pernos @ 0.305m
 $\phi = 0.67$ Factor de resistencia AASHTO LRFD - Tabla 12.5.5-1

$R_p = 86.74 \text{ Ton/m}$ Resistencia nominal de los pernos **>= TL OK!**

3.1.4 Resistencia al pandeo

$$f_{cr} > F_y \quad \text{AASHTO LRFD - 12.7.2.4}$$

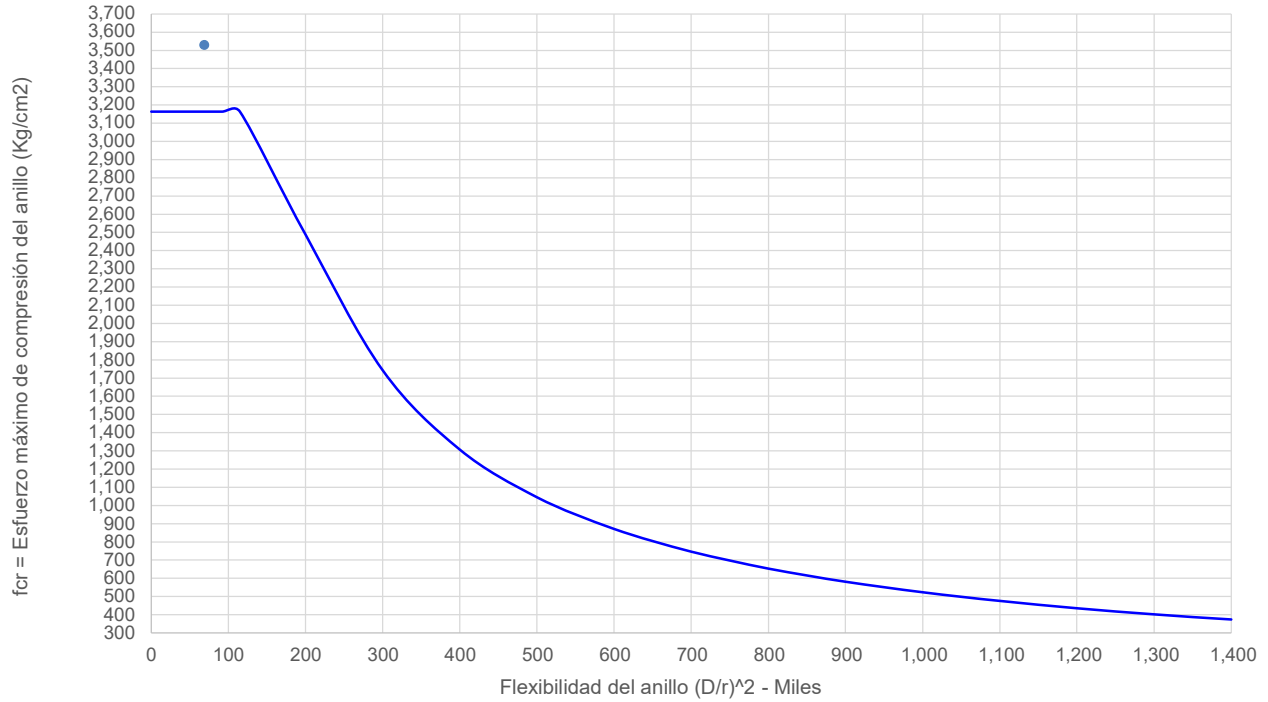
Si: $S < (r/k) * (24 * E_m / F_u)^{0.5} = 25.08 \text{ m}$ entonces $f_{cr} = F_u - ((F_u * k * S / r)^2) / (48 * E_m)$ AASHTO LRFD - 12.7.2.4-1
 $S > (r/k) * (24 * E_m / F_u)^{0.5} = 25.08 \text{ m}$ entonces $f_{cr} = (12 * E_m) / (k * S / r)^2$ AASHTO LRFD - 12.7.2.4-2

$L = S = 13.00 \text{ m}$ Ancho de la estructura
 $E_m = 2,109,208.74 \text{ Kg/cm}^2$ Módulo de elasticidad del metal
 $F_u = 4,077.80 \text{ Kg/cm}^2$ Resistencia a la tracción del metal (Esfuerzo de rotura)
 $r = 0.0495 \text{ m}$ Radio de giro de las corrugaciones
 $k = 0.22$ Factor de rigidez del suelo
 $f_{cr} = 3,529.83 \text{ Kg/cm}^2$ Resistencia al pandeo

$A' = 17.35 \text{ cm}^2/\text{m}$ Area requerida de las paredes **< A OK!**

	PROYECTO: Arco 4.13mx13.00m - e= 4.32mm - corrugación 381x140	CLIENTE: -----
	MEMORIA DE CALCULO DE ESTRUCTURAS METALICAS CORRUGADAS	ELABORADO: Mariano Salcedo REVISADO: ----- FECHA: Ene-20

"ESFUERZOS MAXIMOS DE PARED PARA TUBERIAS DE ACERO CORRUGADO"



3.1.5 Verificación de la rigidez para el manipuleo

$$FF = S^2 / (E \cdot I)$$

AASHTO LRFD - 12.7.2.6-1

AASHTO LRFD - Tabla 12.5.6.1-1

L = S = 1300.00 cm Ancho de la estructura
 Em = 2,109,208.74 Kg/cm² Módulo de elasticidad del metal
 I = 14.33 cm⁴/cm Momento de inercia de la pared

FF = 0.06 cm/Kg Factor de flexibilidad < 0.17 Fli < 0.17 Flexibilidad OK!

3.1.5.1 Uso de Rigidizadores Longitudinales Continuos (Viga de empuje de concreto armado)

FVE = 1.00 cm/Kg Factor de viga de empuje

FF = 0.06 cm/Kg Factor de flexibilidad rigidizado No necesita rigidizadores

	PROYECTO: Arco 4.13mx13.00m - e= 4.32mm - corrugación 381x140	CLIENTE: -----
	MEMORIA DE CALCULO DE ESTRUCTURAS METALICAS CORRUGADAS	ELABORADO: Mariano Salcedo REVISADO: ----- FECHA: Ene-20

3.1.8 Límite para el asentamiento

$$\Delta \leq 0.01 \cdot S^2 / R \quad \text{AASHTO LRFD - 12.8.4.1-1}$$

L = S = 12,987.30 mm Luz en la base de la estructura

F = R = 4,134.00 mm Flecha total de la estructura

$\Delta \leq$ 408.01 mm Asentamiento diferencial máximo

3.2 DISEÑO DE FUNDACION

3.2.1 Reacciones de las zapatas de las estructuras en arco

$$R_v = (VDL + VLL) \cdot \cos \Delta \quad \text{AASHTO LRFD - 12.8.4.2-1}$$

$$R_h = (VDL + VLL) \cdot \sen \Delta \quad \text{AASHTO LRFD - 12.8.4.2-2}$$

$V_{DL} =$ 219.79 N/mm $g \cdot [H2 \cdot (S) - A_T] \cdot \gamma_s / (2 \cdot 10^9)$ = Carga del suelo

$V_{LL} =$ 25.99 N/mm $n \cdot (A_L) / (T + 2 \cdot H1)$ = Carga vehicular

n = 2.00 und Número de carriles

$\Delta =$ 3.83 ° Angulo de retorno de la estructura

P/2 = $A_L =$ 162,500 N Carga por eje, tomada como el 50% de todas las cargas por eje que se puedan colocar sobre la estructura simultáneamente

$A_T =$ 40,190,000 mm² Area de la parte superior de la estructura por encima de la línea de arranque

H1 = 5,034.00 mm Altura de recubrimiento sobre la zapata hasta la superficie transitable

H2 = 4,841.20 mm Altura de recubrimiento desde la línea de arranque hasta la superficie transitable

d = $L_w =$ 3,600.00 mm Ancho del carril

T = 2,438.40 mm Ancho del tren de carga

$\gamma_s =$ 1,970.00 Kg/m³ Peso específico del material de relleno

g = 9.81 m/s² Aceleración de la gravedad

$L_{max} = S =$ 13,000.00 mm Ancho máximo de la estructura

$R_v =$ 245.23 N/mm Componente vertical de la reacción de la zapata

$R_h =$ 16.40 N/mm Componente horizontal de la reacción de la zapata

CALCULO ESTRUCTURAL (NORMAS AASHTO LRFD)

Proyecto: Arco 4.13mx13.00m - e= 4.32mm - corrugación 381x140

Elaborado por: Mariano Salcedo

Datos:

Modelo alcantarilla:	<input type="text" value="2G-L-13-F-4.134"/>	
Densidad de relleno:	<input type="text" value="1970.00"/>	Kg/m3
Capacidad portante del suelo:	<input type="text" value="N/C"/>	Kg/cm2
Altura de relleno (Hr):	<input type="text" value="1.23"/>	m
Carga viva (S/C):	<input type="text" value="Camión HS20-44 o HL-93"/>	
Tipo de corrugación:	<input type="text" value="2G"/>	
Espesor de la plancha (e):	<input type="text" value="4.32"/>	mm

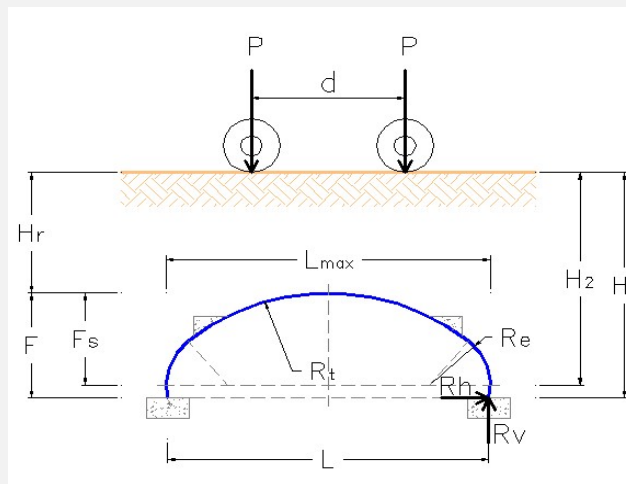
Resultados:

Esfuerzo normal (TL):	<input type="text" value="63.26"/>	Ton/m
AASHTO LRFD - 12.7.2.2-1 RESISTENCIA I		

Seguridad contra las fallas estructurales

Resistencia de las paredes (Rn):	<input type="text" value="184.96"/>	Ton/m
AASHTO LRFD - 12.7.2.3-1 TL < Rn OK!		
Resistencia al pandeo (fcr):	<input type="text" value="3529.83"/>	Kg/cm2
AASHTO LRFD - 12.7.2.4 A' < A OK!		
Resistencia a la costura (Rp):	<input type="text" value="86.74"/>	Ton/m
AASHTO LRFD - 12.7.2.5 Rp >= TL OK!		
Rigidez para el manipuleo (FF):	<input type="text" value="0.06"/>	cm/Kg
AASHTO LRFD - 12.7.2.6-1 FF < 0.17 OK!		

Detalles Generales:



ALCANTARILLA 2G

Carga por eje (P):	<input type="text" value="14.78"/>	Ton	Luz en base (L):	<input type="text" value="12.99"/>	m
Distancia entre ejes (d):	<input type="text" value="4.30"/>	m	Luz máxima (Lmax):	<input type="text" value="13.00"/>	m
Ancho del carril (Lw):	<input type="text" value="3.60"/>	m	Flecha total (F):	<input type="text" value="4.13"/>	m
Altura desde la base (H1):	<input type="text" value="5.36"/>	m	Flecha superior (Fs):	<input type="text" value="3.94"/>	m
Altura línea de arranque (H2):	<input type="text" value="5.17"/>	m	Radio de la tapa (Rt):	<input type="text" value="9.50"/>	m
Reacción horiz. zapata (Rh):	<input type="text" value="-"/>	Ton/m	Radio de la esquina (Re):	<input type="text" value="2.85"/>	m
Reacción verti. zapata (Rv):	<input type="text" value="-"/>	Ton/m	Radio de fondo (Rf):	<input type="text" value="#N/D"/>	m

	PROYECTO: Arco 4.13mx13.00m - e= 4.32mm - corrugación 381x140	CLIENTE: -----
	MEMORIA DE CALCULO DE ESTRUCTURAS METALICAS CORRUGADAS	ELABORADO: Mariano Salcedo REVISADO: ----- FECHA: Ene-20

1.0 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

La presente "Memoria de Cálculo" desarrolla el diseño de la estructura metálica corrugada para: -----

1.2 REGLAMENTO Y NORMAS DE DISEÑO

El proyecto se diseña de acuerdo a las siguientes normas:

- AASHTO LRFD: "Especificaciones para el diseño de Puentes - 8va edición 2017".

1.3 DOCUMENTOS REFERENCIALES

Planos adjuntos.

1.4 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

1.4.1 Suelo (material de relleno)

$\gamma_s =$	1.97	Ton/m ³	Peso específico
$\phi =$	31.00	°	Angulo de fricción
Hr =	1.23	m	Altura de relleno

1.4.2 Plancha corrugada de acero (TMC) AASHTO M 167 ó ASTM A 761

Fy =	310	Mpa	Esfuerzo de fluencia
Fu =	400	Mpa	Esfuerzo de rotura
Em =	206,913	Mpa	Módulo de elasticidad del acero

Tabla A12-10 – Propiedades mecánicas - Placas de acero y aluminio corrugado

Material	Mínima resistencia a la tracción (MPa)	Mínima tensión de fluencia (MPa)	Módulo de elasticidad (MPa)
Espesor de la placa de aluminio ⁽¹⁾ (mm)			
2,54 - 4,44	241	165	69.000
4,45 - 6,35	234	165	69.000
Espesor de la placa de acero ⁽²⁾ (mm)			
Todos los espesores	310	228	200.000

⁽¹⁾ Debe satisfacer los requisitos de AASHTO M 219 (ASTM B 746M), Aleación 5052

⁽²⁾ Debe satisfacer los requisitos de AASHTO M 167 (ASTM A 761)

	PROYECTO: Arco 4.13mx13.00m - e= 4.32mm - corrugación 381x140	CLIENTE: -----
	MEMORIA DE CALCULO DE ESTRUCTURAS METALICAS CORRUGADAS	ELABORADO: Mariano Salcedo REVISADO: ----- FECHA: Ene-20

1.5 GEOMETRIA DE LA ESTRUCTURA

Modelo **2G-L-13-F-4.134**

Luz en base (L) =	12.99 m	Luz máxima (Lmax) =	13.00 m
Flecha total (F) =	4.13 m	Flecha superior (Fs) =	3.941 m
Area =	43.96 m ²	Perímetro =	42 S

2.0 CARGAS

- Cargas permanentes:

EV = Empuje vertical del suelo (peso del material de relleno)

- Cargas transitorias:

LL = Carga viva (sobrecarga vehicular)

2.3 CARGAS MUERTAS (DC)

No se aplica

2.4 CARGAS DE LA SUPERFICIE DE RODADURA (DW)

Peso del asfalto = 0.00 Ton/m²

2.5 EMPUJE HORIZONTAL (EH)

No se aplica

2.1 EMPUJE VERTICAL (EV)

Peso del suelo = 2.42 Ton/m²

2.2 CARGA VIVA (LL)

Para la determinación de la carga debido al tráfico vehicular, usaremos los efectos del Camión HS20-44 o HL-93.

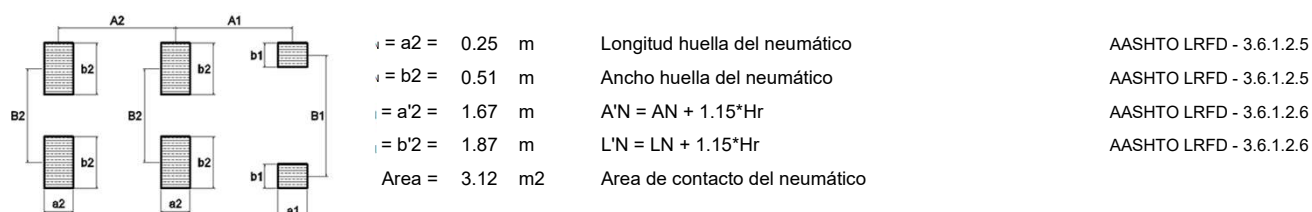
De acuerdo a las recomendaciones de diseño AASHTO LRFD 3.6, considerando los efectos mas desfavorables en la estructura.

El peso del eje posterior es:

Pc =	14.78	Ton	Carga del eje posterior del camión de diseño
IM =	16.36	%	Incremento por carga dinámica
Fimp =	1.16		Factor de impacto
P'c =	17.20	Ton	Carga del eje posterior del camión de diseño con incremento por carga dinámica

2.2.1 Distribución de la carga viva en el relleno

Ya que tenemos un relleno de altura mayor a la mínima recomendada sobre la estructura, se puede considerar que las cargas de las ruedas están uniformemente distribuidas en un área rectangular cuyos lados son iguales a la dimensión del área de contacto de los neumáticos mas 1.15 veces la profundidad del relleno, en el caso de rellenos granulares.



Por tanto la carga viva debido al tráfico de una rueda o Carga Peatonal sobre la estructura será:

$$Wc = 2,760.35 \text{ Kg/m}^2$$

	PROYECTO: Arco 4.13mx13.00m - e= 4.32mm - corrugación 381x140	CLIENTE: -----
	MEMORIA DE CALCULO DE ESTRUCTURAS METALICAS CORRUGADAS	ELABORADO: Mariano Salcedo REVISADO: ----- FECHA: Ene-20

3.0 COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA ALCANTARILLA 2G

Geometría:

Tipo de Tubo (C, A, B1, B2, B3) =	B2
Rigidizadores longitudinales (Si o No) =	NO
Angulo central de la tapa (β t) =	80 °
Luz maxima =	13.00 m
Diametro ideal =	19.00 m
Radio superior (Rt) =	9.50 m
Radio de la esquina (Re) =	2.85 m
Altura de relleno (Hr) =	1.23 m
Densidad de Relleno =	1,970.00 Kg/m3
Carga Viva =	HL93
Dv=	7.88

Corrugación:

Paso =	381.00 mm
Profundidad =	139.70 mm
Espesor =	4.32 mm

Propiedades:

Area (A) =	58.46 cm2/m
Inercia (I) =	1433.25 cm4/m
Radio de giro (r) =	4.95 cm
Cantidad de pernos =	4 und
Resistencia de pernos =	129,460 Kg/m

3.1 SEGURIDAD CONTRA LAS FALLAS ESTRUCTURALES

3.1.1 Esfuerzo Normal

$$TL = \max(P_{FD}*(S)/2 + P_{FL}*(C_L)F_1/2; T_c) \quad \text{AASHTO LRFD - 12.7.2.2-1}$$

Hw=	0.00 m	Altura de Agua
P _{FW} =	0.00 Ton/m2	Empuje Hidrostatico por unidad de longitud
P _{DD} =	5.24 Ton/m2	Empuje no factorado por cargas muertas
P _{FD} =	7.86 Ton/m2	Empuje factorado por cargas muertas
P _{DL} =	2.75 Ton/m2	Empuje no factorado por cargas vivas
P _{FL} =	4.82 Ton/m2	Empuje factorado por cargas vivas
C _L =	1.66 m	Ancho de la estructura en la que se aplica carga viva paralela a la luz
F1 =	3.03	AASHTO LRFD 2017, 12.7.2.2-5
TL =	63.26 Ton/m	
Tc=	0.00 Ton/m	No considera sismo.

Comparar analisis AASHTO y CHDBC, y elegir el mas desfavorable

TL = máx(63.26;0)	=	63.26 ton/m	Esfuerzo normal mayorado por u. de long.
-------------------	---	-------------	--

	PROYECTO: Arco 4.13mx13.00m - e= 4.32mm - corrugación 381x140	CLIENTE: -----
	MEMORIA DE CALCULO DE ESTRUCTURAS METALICAS CORRUGADAS	ELABORADO: Mariano Salcedo REVISADO: ----- FECHA: Ene-20

3.1.1-a Desarrollo del Analisis AASHTO LRFD, 2017

$$P_{FD} = N_{EV} * K_{YE} * K_2 * VAF * P_{SP} = P_{DD} * K_{YE}$$

$N_{EV} =$	1.00	Modificador de cargas como se especifica en el Art. 1.3.2 se aplican como carga vertical de tierra.
$K_{YE} =$	1.50	Factor de instalación típicamente tomado como 1.5 para proporcionar la seguridad.
$K_2 =$	1.00	Coefficiente para tener en cuenta la variación del empuje alrededor de la circunferencia
$VAF =$	1.00	Factor de arqueamiento vertical
$P_{DD} =$	5.24 Ton/m2	Empuje de servicio por unidad de longitud

$$P_{SP} = (H + 0.11 * Do) * gs$$

$P_{SP} =$	5.24 Ton/m2	Presión del suelo (EV), evaluada en el encuentro de curva de tubería, AASHTO LRFD 2017, 12.12.3.7-3
------------	-------------	---

$$H_{int-p} = (Sa - It) / LLDF$$

$Sa =$	4.30 m	Espacio entre ejes
$It =$	0.25 m	Largo de huella de llanta,
$LLDF =$	1.15	Factor de distribución de carga viva como se especifica en la tabla 3.6.1.2.6a-1
$H_{int-p} =$	3.52 m	Profundidad de interacción del eje paralela al tramo de la alcantarilla, AASHTO LRFD, 3.6.1.2.6b-4

$$H_{int-t} = (Sw - wt - 0.06*S) / LLDF$$

$Sw =$	1.8 m	Espaciamiento de ruedas
$wt =$	0.51	Ancho de huella
$H_{int-t} =$	0.443 m	Profundidad de interacción de la rueda transversal al tramo de la alcantarilla, AASHTO LRFD, 3.6.1.2.6b-1

	PROYECTO: Arco 4.13mx13.00m - e= 4.32mm - corrugación 381x140	CLIENTE: -----
	MEMORIA DE CALCULO DE ESTRUCTURAS METALICAS CORRUGADAS	ELABORADO: Mariano Salcedo REVISADO: ----- FECHA: Oct-18

3.1.2-a Análisis de cargas vivas

Análisis longitudinal de las cargas

¿Hint-p<H? **No**

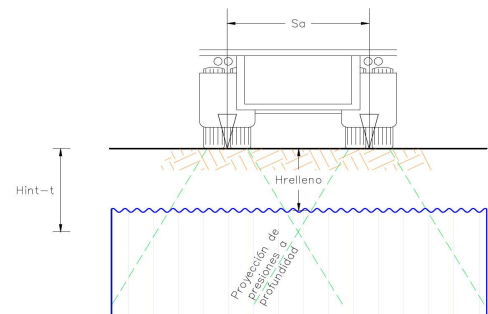
#ejes=	3	Cantidad de ejes aplicados sobre la estructuras
lw=	1.66 m	Distancia longitudinal del área proyectada por la carga viva
Para 1 carril, m=	1.20	Factor de presencia de carga múltiple para 1 carril
Para 2 carriles, m=	1.00	Factor de presencia de carga múltiple para 2 carriles
Paplicado=	14.78 ton	

Para 1 carril

Análisis transversal de las cargas

¿Hint-t<H? **Sí**

Factor de carga=	1	
Ww=	4.50 m	Ancho del área proyectada
P1carril=	14.78 ton	Carga aplicada
PDL-1=	2.75 ton/m2	



Para 2 carriles

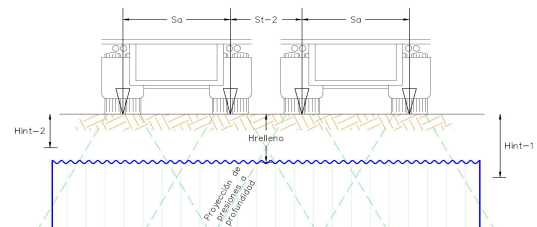
Análisis transversal de las cargas

$$H_{int-t} = (S_w - w_t - 0.06 \cdot S) / LLDF$$

St2=	1.2 m	Espaciamiento entre ambos camiones
Hint-t2=	-0.08 m	
¿H<Hint-2?	No	
Entonces: Todas las cargas interactúan		
	P1= 14.78 ton	P2= 14.78 ton
	w1= 4.50 m	w2= 3.90 m
Ww=	7.50 m	Ancho de la proyección de la carga

Factor de carga= 2

Paplicado=	29.56 ton
PDL-2c=	2.75 ton/m2



	PROYECTO: Arco 4.13mx13.00m - e= 4.32mm - corrugación 381x140	CLIENTE: -----
	MEMORIA DE CALCULO DE ESTRUCTURAS METALICAS CORRUGADAS	ELABORADO: Mariano Salcedo REVISADO: ----- FECHA: Ene-20

3.1.2 Resistencia de las paredes

$$R_n = \phi * F_y * A \quad \text{AASHTO LRFD - 12.7.2.3-1}$$

$F_y = 3,163.81 \text{ Kg/cm}^2$ Tensión de fluencia del metal
 $A = 58.46 \text{ cm}^2/\text{m}$ Area de las paredes
 $\phi = 1.00$ Factor de resistencia AASHTO LRFD - Tabla 12.5.5-1

$R_n = 184.96 \text{ Ton/m}$ Resistencia a la carga axial mayorada por unidad de longitud **> TL OK!**

3.1.3 Resistencia de las costuras

AASHTO LRFD - 12.7.2.5

$\phi p = 3/4 \text{ "}$ Diámetro de los pernos
 $\# p = 4$ pernos @ 0.305m
 $\phi = 0.67$ Factor de resistencia AASHTO LRFD - Tabla 12.5.5-1

$R_p = 86.74 \text{ Ton/m}$ Resistencia nominal de los pernos **>= TL OK!**

3.1.4 Resistencia al pandeo

$$f_{cr} > F_y \quad \text{AASHTO LRFD - 12.7.2.4}$$

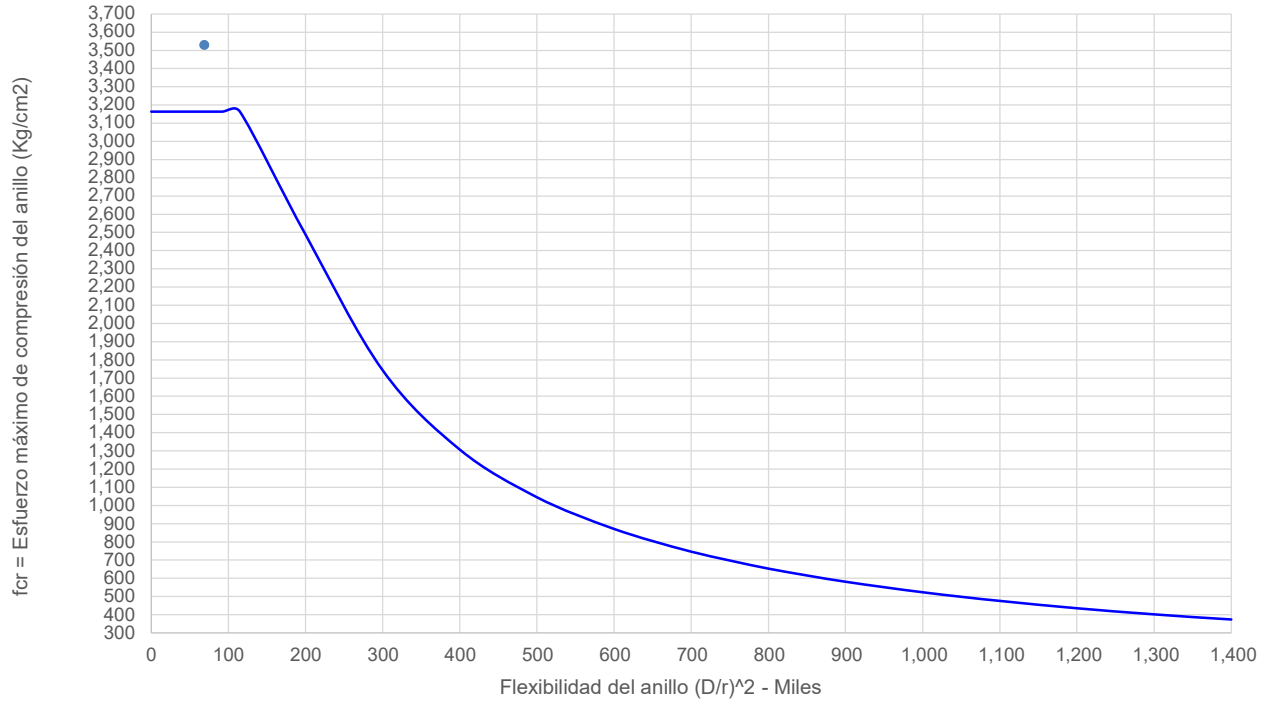
Si: $S < (r/k) * (24 * E_m / F_u)^{0.5} = 25.08 \text{ m}$ entonces $f_{cr} = F_u - ((F_u * k * S / r)^2) / (48 * E_m)$ AASHTO LRFD - 12.7.2.4-1
 $S > (r/k) * (24 * E_m / F_u)^{0.5} = 25.08 \text{ m}$ entonces $f_{cr} = (12 * E_m) / (k * S / r)^2$ AASHTO LRFD - 12.7.2.4-2

$L = S = 13.00 \text{ m}$ Ancho de la estructura
 $E_m = 2,109,208.74 \text{ Kg/cm}^2$ Módulo de elasticidad del metal
 $F_u = 4,077.80 \text{ Kg/cm}^2$ Resistencia a la tracción del metal (Esfuerzo de rotura)
 $r = 0.0495 \text{ m}$ Radio de giro de las corrugaciones
 $k = 0.22$ Factor de rigidez del suelo
 $f_{cr} = 3,529.83 \text{ Kg/cm}^2$ Resistencia al pandeo

$A' = 17.92 \text{ cm}^2/\text{m}$ Area requerida de las paredes **< A OK!**

	PROYECTO: Arco 4.13mx13.00m - e= 4.32mm - corrugación 381x140	CLIENTE: -----
	MEMORIA DE CALCULO DE ESTRUCTURAS METALICAS CORRUGADAS	ELABORADO: Mariano Salcedo REVISADO: ----- FECHA: Ene-20

"ESFUERZOS MAXIMOS DE PARED PARA TUBERIAS DE ACERO CORRUGADO"



3.1.5 Verificación de la rigidez para el manipuleo

$$FF = S^2 / (E \cdot I)$$

AASHTO LRFD - 12.7.2.6-1

AASHTO LRFD - Tabla 12.5.6.1-1

L = S = 1300.00 cm Ancho de la estructura
 Em = 2,109,208.74 Kg/cm² Módulo de elasticidad del metal
 I = 14.33 cm⁴/cm Momento de inercia de la pared

FF = 0.06 cm/Kg Factor de flexibilidad < 0.17 Fli < 0.17 Flexibilidad OK!

3.1.5.1 Uso de Rigidizadores Longitudinales Continuos (Viga de empuje de concreto armado)

FVE = 1.00 cm/Kg Factor de viga de empuje

FF = 0.06 cm/Kg Factor de flexibilidad rigidizado No necesita rigidizadores

	PROYECTO: Arco 4.13mx13.00m - e= 4.32mm - corrugación 381x140	CLIENTE: -----
	MEMORIA DE CALCULO DE ESTRUCTURAS METALICAS CORRUGADAS	ELABORADO: Mariano Salcedo REVISADO: ----- FECHA: Ene-20

3.1.8 Límite para el asentamiento

$$\Delta \leq 0.01 \cdot S^2 / R \quad \text{AASHTO LRFD - 12.8.4.1-1}$$

L = S = 12,987.30 mm Luz en la base de la estructura

F = R = 4,134.00 mm Flecha total de la estructura

$\Delta \leq$ 408.01 mm Asentamiento diferencial máximo

3.2 DISEÑO DE FUNDACION

3.2.1 Reacciones de las zapatas de las estructuras en arco

$$R_v = (VDL + VLL) \cdot \cos \Delta \quad \text{AASHTO LRFD - 12.8.4.2-1}$$

$$R_h = (VDL + VLL) \cdot \sen \Delta \quad \text{AASHTO LRFD - 12.8.4.2-2}$$

$V_{DL} =$ 261.24 N/mm $g \cdot [H2 \cdot (S) - A_T] \cdot \gamma_s / (2 \cdot 10^9)$ = Carga del suelo

$V_{LL} =$ 24.68 N/mm $n \cdot (A_L) / (T + 2 \cdot H1)$ = Carga vehicular

n = 2.00 und Número de carriles

$\Delta =$ 3.83 ° Angulo de retorno de la estructura

P/2 = $A_L =$ 162,500 N Carga por eje, tomada como el 50% de todas las cargas por eje que se puedan colocar sobre la estructura simultáneamente

$A_T =$ 40,190,000 mm² Area de la parte superior de la estructura por encima de la línea de arranque

H1 = 5,364.00 mm Altura de recubrimiento sobre la zapata hasta la superficie transitable

H2 = 5,171.20 mm Altura de recubrimiento desde la línea de arranque hasta la superficie transitable

d = $L_w =$ 3,600.00 mm Ancho del carril

T = 2,438.40 mm Ancho del tren de carga

$\gamma_s =$ 1,970.00 Kg/m³ Peso específico del material de relleno

g = 9.81 m/s² Aceleración de la gravedad

$L_{max} = S =$ 13,000.00 mm Ancho máximo de la estructura

$R_v =$ 285.29 N/mm Componente vertical de la reacción de la zapata

$R_h =$ 19.08 N/mm Componente horizontal de la reacción de la zapata

ANEXO 4: CÁLCULO DE CIMIENTOS DE EMC

	PROYECTO:	CLIENTE:
	MEMORIA DE CALCULO DE CIMIENTOS DE CONCRETO ARMADO	ELABORADO: Mariano Salcedo FECHA: Jun-19

1.0 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

La presente "Memoria de Cálculo" desarrolla el diseño de la estructura metálica corrugada para:

1.2 REGLAMENTO Y NORMAS DE DISEÑO

El proyecto se diseña de acuerdo a las siguientes normas:

- AASHTO LRFD: "Especificaciones para el diseño de Puentes - 8va edición 2017".

1.3 DOCUMENTOS REFERENCIALES

Planos adjuntos.

1.4 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

1.4.1 Suelo (material de relleno)

$\gamma_s =$	1.97	Ton/m3	Peso específico	
$\phi =$	20 °		Ángulo de fricción	0.3491
Cohesión =	0.00	Ton/m2		
Esfuerzo admisible=	40	Ton/m2		
Ángulo de relleno con la horizontal (β) =	0 °			0
Ángulo entre respaldo de muro y la vertical (θ) =	90 °			1.5708
Ángulo de fricción entre relleno y muro (λ)=	20.00 °			0.3491

1.4.2 Concreto AASHTO M 167 ó ASTM A 761

$f_c =$	210	kg/cm2	Esfuerzo de fluencia
Densidad de concreto=	2.40	ton/m3	Esfuerzo de rotura

1.4.3 Barra corrugada de acero

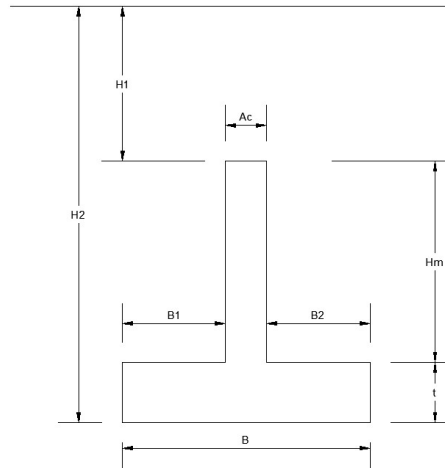
$f_y =$	4200	Kg/cm2	Esfuerzo de fluencia
$E_s =$	2100000	Kg/cm2	Módulo de elasticidad del acero

	PROYECTO:	CLIENTE:
	MEMORIA DE CALCULO DE CIMIENTOS DE CONCRETO ARMADO	

1.5 GEOMETRÍA

1.5.1 DIMENSIONES

Altura de muro	Hm=	1.25 m
Peralte	t=	0.70 m
Ancho de talón	B1=	1.40 m
Ancho de punta	B2=	1.40 m
Ancho de muro	Ac=	0.50 m
Profundidad de cima	H1=	5.20 m
Profundidad de fondo	H2=	7.15 m
Ancho de cimentación	B=	3.30 m
Altura total de cimentación	Ht=	1.95 m
Altura de relleno contracara	Hcc=	0.40 m



1.5.2 ESFUERZOS ACTUANTES

1.5.2.1 PESO PROPIO

El peso propio de la cimentación y el material de relleno produce los siguientes efectos:

Sección	Área (m ²)	Masa (t)	Brazo (m)	Momento (t-m)
1	2.31	P1= 5.54	x1= 1.65	M1= 9.15
2	0.63	P2= 1.50	x2= 1.65	M2= 2.48
3	10.64	P3= 20.97	x3= 2.48	M3= 51.89
4	0.56	P4= 1.10	x4= 0.83	M4= 0.91

MURO

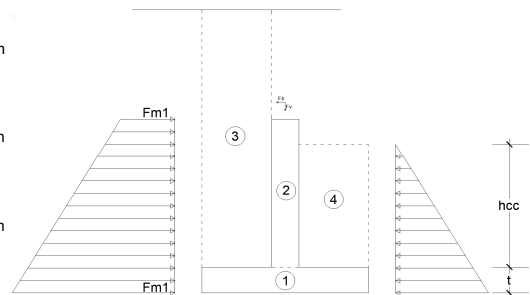
Peso del muro (PDC)	PDC= P1+P2	PDC=	7.04 t
Momento generado por el muro (MDC)	MDC= M1+M2	MDC=	11.62 t-m

RELLENO 3

Peso del material de relleno (PEV)	PEV= P3	PEV=	20.97 t
Momento generado por el relleno (PEV)	MEV= M3	MEV=	51.89 t-m

RELLENO 4

Peso del material de relleno (PEV4)	PEV4= P4	PEV4=	1.10 t
Momento generado por el relleno (PEV)	MEV= M4	MEV=	0.91 t-m



1.5.2.2 TRANSMITIDAS POR LA ESTRUCTURA

Fuerzas transmitidas por la Multiplate		XEJE= $b2+Ac/2=$	1.65 m
Fv=	64.00 ton	Fuerza vertical transmitida por la multiplate	$M_Fv=Fv \times Xeje=$ 105.60 t-m
Fh=	4.50 ton	Fuerza horizontal transmitida por la multiplate	$M_Fh=Fh \times ht=$ 8.775 t-m
RLL	0.00 ton	Carga viva vehicular (Despreciable si la altura de relleno es mayor a 2.40m)	$MRLL= RLL \times Xeje=$ 0 t-m

	PROYECTO:	CLIENTE:
	MEMORIA DE CALCULO DE CIMIENTOS DE CONCRETO ARMADO	ELABORADO: Mariano Salcedo

1.5.2.3 EMPUJE LATERAL DEL SUELO (EH)

Coefficiente de empuje lateral

$$R_a = \left(1 + \sqrt{\frac{(\text{sen}(\theta+\lambda)+\text{sen}(\phi-\beta))^2}{\text{sen}(\theta-\lambda)+\text{sen}(\theta+\beta)}}\right)^2 \quad \text{AASHTO LRFD 2017 3.11.5.3-2}$$

$$R_a = 2.201$$

$$K_a = \frac{(\text{sen}(\phi+\theta))^2}{R_a + ((\text{sen}(\theta))^2 + \text{sen}(\theta-\lambda))} \quad \text{AASHTO LRFD 2017 3.11.5.3-1}$$

$$K_a = 0.427$$

$$F_{h1} = 4.37 \quad \text{t/m} \quad F_{h2} = 6.01 \quad \text{t}$$

$$E_{EH} = 1/2 * (F_{h1} + F_{h2}) * H_t \quad E_{EH} = 10.13 \quad \text{t} \quad X_{EH} = 0.924 \quad \text{m}$$

1.5.3 RESUMEN DE FUERZAS ACTUANTES

Fuerzas resistentes	Cod	Fuerzas (t)	Momentos (t-m)
Estribo	DC	7.04	11.62
Relleno 3	EV	20.97	51.89
Relleno 4	EV	1.10	0.91
Superestructura	EV	64.00	105.60
Carga viva superestructura	LL	0.00	0

Fuerzas de volteo

Empuje de tierras activo	EH	10.13	9.35
Superestructura	EH	4.50	8.7750

1.5.4 VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD	Factor de resistencia al volteo=	0.55
	Factor de resistencia al deslizamiento=	0.85

1.5.4.1 RESISTENCIA I

Volteo

Momentos resistentes	$M_{r_RI} = 1.25 * MDC + 1.35 * MEV + 1.35 * M_{FV} + 1.75 * M_{RLL} + 1.5 * M_{Fh} + 1.35 * MEV4 =$	241.53 t-m
Momentos de volteo	$M_{v_RI} = 1.50 * MEH =$	14.03 t-m
$\phi_v * M_{r_RI} > M_{v_RI}$	$M_{v_RI} / M_{r_RI} =$	0.058 < 0.55 OK

Deslizamiento

Fuerzas verticales	$F_{v_RI} = 1.25 * PDC + 1.35 * PEV + 1.35 * PEV4 + 1.35 * F_v + 1.75 * RLL =$	125.00 t
Fuerzas horizontales	$F_{h_RI} = 1.50 * EEH + 1.50 * F_h =$	21.94 t
$\phi_T * F_{v_RI} * \tan \phi > F_{h_RI}$	$F_{h_RI} / (F_{v_RI} * \tan(\phi)) =$	0.482 < 0.85 OK

	PROYECTO:	CLIENTE:
	MEMORIA DE CALCULO DE CIMIENTOS DE CONCRETO ARMADO	ELABORADO: Mariano Salcedo

1.5.4.2 RESISTENCIA II

Volteo

Momentos resistentes $M_{r_RI}=1.25*MDC+1.35*MEV+1.35*M_FV+1.35*M_RLL+1.50*M_Fh+1.35*MEV4=$ 241.53 t-m

Momentos de volteo $M_{v_RI}=1.50*MEH=$ 14.03 t-m

$\phi_v * Mr_{RI} > Mv_{RI}$ $M_{v_RI}/M_{r_RI}=$ 0.058 < 0.55 OK

Deslizamiento

Fuerzas verticales $F_{v_RI}=1.25*PDC+1.35*PEV+1.35*Fv+1.35*RLL+1.35PEV4=$ 125.00 t

Fuerzas horizontales $F_{h_RI}=1.50*EEH+1.50Fh=$ 21.94 t

$\phi_T * Fv_{RI} * \tan\phi > Fh_{RI}$ $F_{h_RI}/(F_{v_RI}*\tan(\phi))=$ 0.482 < 0.85 OK

1.5.4.3 SERVICIO I

Volteo

Momentos resistentes $M_{r_SI}=1.00*MDC+1.00*MEV+1.00*M_FV+1.00*M_RLL+1.00*M_Fh+1*MEV4=$ 178.80 t-m

Momentos de volteo $M_{v_SI}=1.00*MEH=$ 9.35 t-m

$\phi_v * Mr_{SI} > Mv_{SI}$ $M_{v_SI}/M_{r_SI}=$ 0.052 < 0.55 OK

Deslizamiento

Fuerzas verticales $F_{v_SI}=1.00*PDC+1.00*PEV+1.00*Fv+1.00*RLL+1.00*PEV4=$ 93.11 t

Fuerzas horizontales $F_{h_SI}=1.00*EEH+1.00Fh=$ 14.63 t

$\phi_T * Fv_{SI} * \tan\phi > Fh_{SI}$ $F_{h_SI}/(F_{v_SI}*\tan(\phi))=$ 0.432 < 0.85 OK

$\phi_v * Mr_{SI} > Mv_{SI}$

1.5.4.4 SERVICIO II

Volteo

Momentos resistentes $M_{r_SII}=1.00*MDC+1.00*MEV+1.00*M_FV+1.30*M_RLL+1.00*M_Fh+1.00*MEV4$ 178.80 t-m

Momentos de volteo $M_{v_SII}=1.00*MEH=$ 9.35 t-m

$\phi_v * Mr_{SII} > Mv_{SII}$ $M_{v_SII}/M_{r_SII}=$ 0.052 < 0.55 OK

$\sigma v1 < \sigma_{suelo}$

Deslizamiento

Fuerzas verticales $F_{v_SII}=1.00*PDC+1.00*PEV+1.00*Fv+1.00*RLL+1.00*PEV4=$ 93.11 t

Fuerzas horizontales $F_{h_SII}=1.00*EEH+1.00Fh=$ 14.63 t

$\phi_T * Fv_{RI} * \tan\phi > Fh_{RI}$ $F_{h_RI}/(F_{v_RI}*\tan(\phi))=$ 0.432 < 0.85 OK

	PROYECTO:	CLIENTE:
	MEMORIA DE CALCULO DE CIMIENTOS DE CONCRETO ARMADO	ELABORADO: Mariano Salcedo

1.5.5 VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DEL SUELO

DIMENSIONES

Peralte:	0.70 m	t=	0.70 cm
B=	3.30 m	Ac=	0.50 cm

FUERZAS VERTICALES

		Fuerza (t)	Distancia al centro (m)	Torque (t-m)
Fuerza vertical de la alcantarilla	Fv=	64.00	1.650	105.60
Peso de relleno	P3=	20.97	2.475	51.89
Peso de relleno 4	P4=	1.10	0.825	0.91
Peso propio	PDC=	7.04	1.650	11.62

FUERZA PUNTUAL HORIZONTAL

Fuerza horizontal de alcantarilla	Fh=	4.50	1.95	8.7750	
Fuerzas verticales totales		93.11	Momento total=	178.80	Brazo= 1.92 m

EMPUJES DE TIERRA

		Fuerza (t)	Distancia al centro (m)	Torque (t-m)	
Empuje activo de tierra 1		4.37	0.98	4.26	
Empuje activo de tierra 2		1.64	0.65	1.07	
Total=		6.01	Total=	5.33	Brazo= 0.89 m

Punto de aplicación de la fuerza resultante

Medido desde el extremo derecho de la zapata

$$X_r = \frac{Me - Mv}{Rv} = 1.86 \quad \text{m}$$

Excentricidad de la fuerza resultante (ex)

ex=	0.213 m	B/6=	0.55 m	ex<B/6?	OK
-----	---------	------	--------	---------	----

Presión del contacto Muro - Suelo de fundación

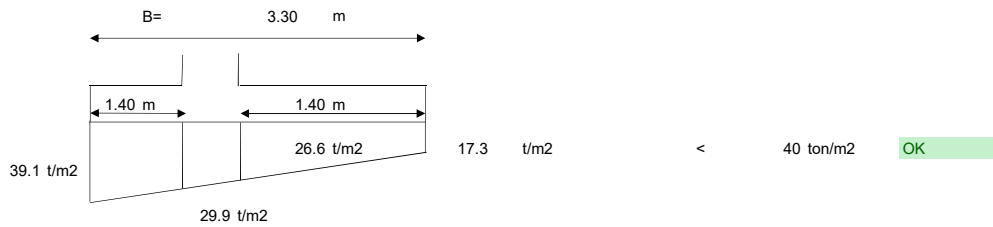
Esfuerzo máximo=	39.1 t/m2	40 t/m2	OK
Esfuerzo mínimo=	17.3 t/m2	40 t/m2	OK

1.5.6 DISEÑO DE REFUERZO DE ACERO

Para el diseño del refuerzo de acero de la cimentación se graficará el diagrama de fuerzas actuantes en este elemento.

La presión del suelo consistirá en una fuerza distribuida trapezoidal con una dimensión desde el esfuerzo máximo hasta el esfuerzo mínimo de presión de contacto.

	PROYECTO:	CLIENTE:
	MEMORIA DE CALCULO DE CIMIENTOS DE CONCRETO ARMADO	



Caso 1 - Puntera

Peso propio por metro lineal de muro	Wpp=	2.35 t/m
Brazo del peso propio	bpp=	0.70 m
Peso del relleno por metro lineal del muro	Wpp=	20.97 t/m
Brazo del relleno	bpp=	0.70 m
Reacción del suelo	Rs1=	48.31 t/m
Fuerza resultante en la puntera	V=	24.99 t/m

El diagrama de presión trapezoidal se puede dividir en:

Un triángulo de altura:	9.3 t/m2
Un rectángulo de altura:	29.9 t/m2
R triángulo= 6.49 t	R rectángulo= 41.82 t
b triángulo= 0.93 m	b rectángulo= 0.70 m
Momento en la sección =	M= 37.21 t-m

Caso 2 - Talón

Peso propio por metro lineal de muro	Wpp=	2.35 t/m
Brazo del peso propio	bpp=	0.70 m
Peso del relleno por metro lineal del muro	Wpp=	1.10 t/m
Brazo del relleno	bpp=	0.70 m
Reacción del suelo	Rs1=	30.69 t/m
Fuerza resultante en la puntera	V=	27.24 t/m

El diagrama de presión trapezoidal se puede dividir en:

Un triángulo de altura:	9.3 t/m2
Un rectángulo de altura:	17.3 t/m2

	PROYECTO:	CLIENTE:
	MEMORIA DE CALCULO DE CIMIENTOS DE CONCRETO ARMADO	ELABORADO: Mariano Salcedo

R triángulo= 6.49 t R rectángulo= 24.20 t
b triángulo= 0.93 m b rectángulo= 0.70 m

Momento en la sección = M= 35.72 t-m

CÁLCULO DE ACERO EN LA ZAPATA

$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $r = 7.5 \text{ cm}$ $b = 100 \text{ cm}$
 $d = 62.50 \text{ cm}$ $t = 70 \text{ cm}$

Momento último en puntera $M_u = 37.21 \text{ t-m}$ $R_u = 10.6 \text{ kg/cm}^2$ Cuantía= 0.00259969

Momento último en talón $M_u = 35.72 \text{ t-m}$ $R_u = 10.2 \text{ kg/cm}^2$ Cuantía= 0.00249185

Acero mínimo de refuerzo por metro lineal de muro $As_{mín} = 11.25 \text{ cm}^2$

Acero requerido en la puntera= 16.2 cm²

Acero requerido en el talón= 15.6 cm²

Detalle	As (cm ² /m)	Espaciado (m)	Diámetro	As (cm ² /m)	Verificación
Puntera	16.25	0.175	3/4	16.29	OK
Talón	15.57	0.175	3/4	16.29	OK
Repartición	11.25	0.25	3/4	11.40	OK

CÁLCULO DE ACERO EN EL MURO

Por presión del terreno $E1 = 4.37 \text{ t/m}$ 0.63 m

Por sobrecarga de terreno $E2 = 1.64 \text{ t/m}$ 0.42 m

Momento de la sección $M_u = 6.66 \text{ t-m}$ $R_u = 1.9 \text{ kg/cm}^2$ Cuantía= 0.00045359

Acero mínimo de refuerzo por metro lineal de muro $As_{mín} = 11.25 \text{ cm}^2$

Acero requerido en el muro 2.83 cm²

Detalle	As (cm ² /m)	Espaciado (m)	Diámetro	As (cm ² /m)	Verificación
Puntera	11.25	0.175	3/4	16.29	OK

VERIFICACION POR CORTE

Vc = Corte Resistente
 $V_c = \phi \cdot 0.53 \cdot \text{Raiz}(F_c) \cdot b \cdot d$ $\phi = 0.85$
 $V_c = 40802 \text{ kg}$
 $V_c = 40.80 \text{ Ton}$

Vu = Corte Actuante

	Qdistribuida	brazo	Factor Amplif	
Reaccion Suelo =	58.3	0.3	1.7	17.490
Concreto =	-1.68	0.3	1.4	-0.504
Relleno =	-12.7065	0.3	1.4	-3.812
Vu =				13.17 Ton

OK

ANEXO 5: CÁLCULO DE MARCO DE CONCRETO ARMADO

	PROYECTO:	CLIENTE:
	MARCO DE CONCRETO ARMADO MULTICELDA	-
	MEMORIA DE CALCULO DE MARCO TRES OJOS DE C°A°	ELABORADO: REVISADO: FECHA:

1.0 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

La presente "Memoria de Cálculo" desarrolla el diseño de la estructura metálica corrugada para:

1.2 REGLAMENTO Y NORMAS DE DISEÑO

El proyecto se diseña de acuerdo a las siguientes normas:

- AASHTO LRFD: "Especificaciones para el diseño de Puentes - 8va edición 2017".

1.3 DOCUMENTOS REFERENCIALES

Planos adjuntos.

1.4 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

1.4.1 Suelo (material de relleno)

$\gamma_s =$	1.90	Ton/m3	Peso específico	
$\phi =$	20 °		Ángulo de fricción	0.3491
Cohesión =	0.00	Ton/m2		
Esfuerzo admisible=	40	Ton/m2		

1.4.2 Concreto AASHTO M 167 ó ASTM A 761

$f_c =$	280	kg/cm2
Densidad de concreto=	2400.00	kg/m3

1.4.3 Barra corrugada de acero

$f_y =$	4200	Kg/cm2	Esfuerzo de fluencia
$E_s =$	2100000	Kg/cm2	Módulo de elasticidad del acero

1.5 GEOMETRÍA

1.5.1 DIMENSIONES

Altura libre del marco	H=	3.50 m
Luz libre	L=	4.00 m
Espesor de losa superior	t _{ls} =	0.30 m
Espesor de losa inferior	t _{li} =	0.35 m
Espesor de pared	t _p =	0.30 m
Largo de punteras	p=	0.80 m
Ancho total de la alcantarilla	L _t =	13.20 m
Alto total de la alcantarilla	H _t =	4.15 m

	PROYECTO:	MARCO DE CONCRETO ARMADO MULTICELDA	CLIENTE:	-
		MEMORIA DE CALCULO DE MARCO TRES OJOS DE C°A°	ELABORADO:	
			REVISADO:	
			FECHA:	

1.6 ESFUERZOS ACTUANTES

1.6.1 PESO PROPIO (

El peso propio de la alcantarilla se encuentra determinado por los siguientes elementos:

Elemento	Área (m2)	Densidad del material (ton/m3)	Peso (ton)	# elementos	Parciales (ton)
Losa superior	3.96	2.40	9.50	1	9.50
Paredes externas	1.05	2.40	2.52	2	5.04
Paredes centrales	1.05	2.40	2.52	2	5.04
Losa inferior	4.62	2.40	11.09	1	11.09
Punteras	0.28	2.40	0.67	2	1.34
				TOTAL	32.02

1.6.2 EMPUJE LATERAL DEL SUELO (EH)

Coefficiente de empuje lateral

$$Ra = \left(1 + \frac{(\text{sen}(\phi + \lambda) + \text{sen}(\phi - \beta))^2}{\text{sen}(\theta - \lambda) + \text{sen}(\theta + \beta)} \right)^2 \quad \text{AASHTO LRFD 2017 3.11.5.3-2}$$

Ra= 2.201

$$Ka = \frac{(\text{sen}(\phi + \theta))^2}{Ra + ((\text{sen}(\theta))^2 + \text{sen}(\theta - \lambda))} \quad \text{AASHTO LRFD 2017 3.11.5.3-1}$$

Ka= 0.427

Fh1= 0 t/m

Fh2= 3.37 t/m

1.6.3 EMPUJE VERTICAL DEL SUELO (EV)

Dado que el flujo vehicular circulará directamente en la losa superior de la alcantarilla marco se considerará que el relleno es cero.

El empuje vertical del suelo actuará en las punteras. Este empuje se calcula de acuerdo al área de relleno y a su densidad.

Peso del suelo en las punteras

Área	3.04 m2
Densidad del relleno	1.90 t/m3
Carga vertical	5.78 t/m

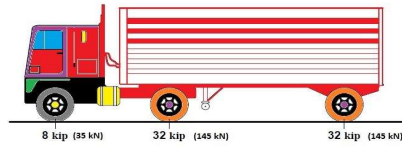
	PROYECTO:	MARCO DE CONCRETO ARMADO MULTICELDA	CLIENTE:	-
		MEMORIA DE CALCULO DE MARCO TRES OJOS DE C°A°	ELABORADO:	
			REVISADO:	
			FECHA:	

1.6.4 CARGA VIVA (CV)

Para el análisis de la carga viva se tomará el camión de diseño HL-93. Este considera aplicar un camión de tres ejes, una carga tipo tándem de dos ejes y combinarlas con una carga distribuida de 0.952t/m

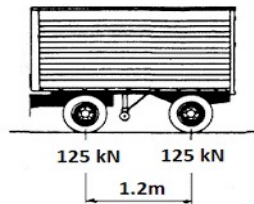
CAMIÓN HL-93

El camión HL-93 consta de tres ejes, uno delantero y dos traseros. El eje delantero tiene un peso de 8 kips y los ejes traseros tienen un peso de 32 kips. La distancia entre el eje delantero y el primer eje trasero es de 14 ft (4.27m) y entre los dos ejes traseros puede variar entre 14 ft (4.27m) y 30 ft (9.14m)



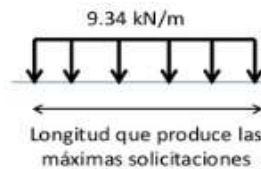
TÁNDEM

La carga tándem consta de dos ejes, uno delantero y un posterior. Tanto el eje delantero como el posterior tienen un peso de 25 kips y la distancia entre ejes es de 4 pies (1.20 m)



CARRIL DE CARGA

El carril de carga consiste en una carga de 0.64 kip/ft (9.34 kN/m o 0.952 t/m) distribuidos de manera uniforme en la dirección longitudinal. En la dirección transversal la carga se encuentra distribuida a lo largo de un carril.



Para el análisis de la carga viva se empleará el programa SAP2000. Se ha definido como línea de vehículo a la losa superior de la alcantarilla.

	PROYECTO:	MARCO DE CONCRETO ARMADO MULTICELDA	CLIENTE:	-
		MEMORIA DE CALCULO DE MARCO TRES OJOS DE C°A°	ELABORADO:	
			REVISADO:	
			FECHA:	

DETERMINACIÓN DEL ANCHO DE INFLUENCIA

El ancho de influencia se calcula de acuerdo a la norma AASHTO 4.6.2.3

Para 1 carril cargado:

$$E = 250 + 0.42 * (L1 \times W1)^{0.5} = 2790 \text{ mm}$$

Para 2 o más carriles cargados:

$$E < W/NL$$

$$E = 2100 + 0.12 * (L1 \times W1)^{0.5} = 3069 \text{ mm}$$

$$L1 = 4000 \text{ mm}$$

W1 = 9144 mm	Para 1 carril	Menor valor entre el ancho del tablero y 30 ft
16300 mm	Para más de 1 carril	Menor valor entre el ancho del tablero y 60 ft

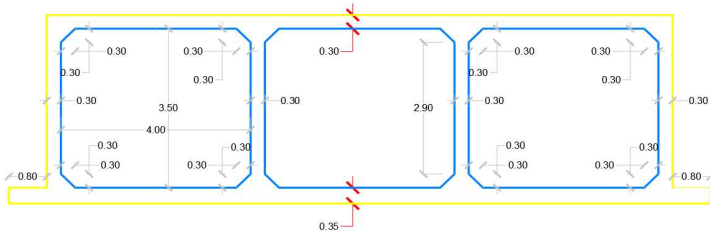
Si E 1 carril/1.2 < E2, usar E1 carril Usar E1

Al momento de la s/c + carga viva se le debe multiplicar por: 0.358 y amplificar con el factor 1.2

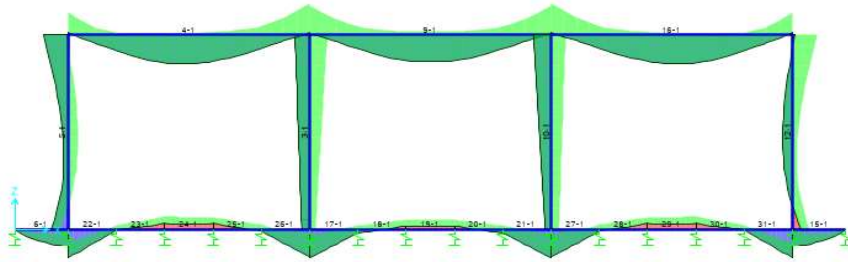
1.7 MODELO ESTRUCTURAL DEL MARCO DE CONCRETO ARMADO

En el programa SAP2000 se analiza el marco de concreto armado el cual permite calcular los momentos flectores, las fuerzas axiales y las fuerzas cortantes.

1.7.1 MODELO ESTRUCTURAL



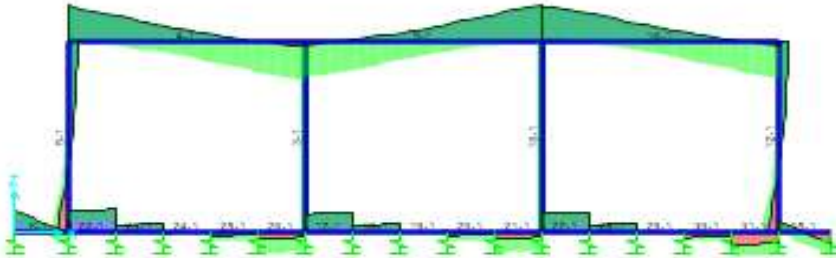
1.7.2 DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES



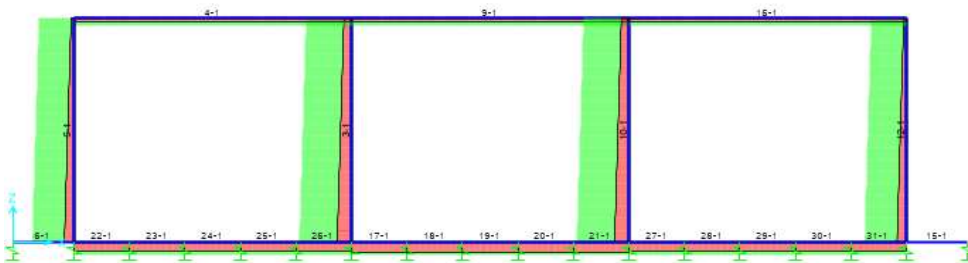
	PROYECTO:	MARCO DE CONCRETO ARMADO MULTICELDA	CLIENTE:	-
		MEMORIA DE CALCULO DE MARCO TRES OJOS DE C°A°	ELABORADO:	

	REVISADO:	
	FECHA:	

1.7.3 DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES



1.7.4 DIAGRAMA DE FUERZAS AXIALES



1.7.5 RESUMEN

ELEMENTO	Mu+	Mu-	Vu
Losa superior	9.5	10.5	18.66
Losa inferior	9.50	4.3	10.3
Paredes	7.5	5.4	7.6

d losa superior= 0.21 m

d losa inferior= 0.26 m

d pared= 0.21 m

	PROYECTO:	CLIENTE:
	MARCO DE CONCRETO ARMADO MULTICELDA	
	MEMORIA DE CALCULO DE MARCO TRES OJOS DE C°A°	ELABORADO: REVISADO: FECHA:

1.7.6

DISEÑO DE ACERO EN FLEXIÓN

Acero de refuerzo en losa superior

Mu+=	9.5 ton/m	Ru=	24.9 kg/cm2	Cuantía=	0.0063	Acero de repartición
						27.5%
Mu=-	10.5 ton/m	Ru=	27.5 kg/cm2	Cuantía=	0.0070	

Acero de refuerzo en losa inferior

Mu+=	9.5 ton/m	Ru=	16.1 kg/cm2	Cuantía=	0.0040	Acero de repartición
						27.5%
Mu=-	4.3 ton/m	Ru=	7.3 kg/cm2	Cuantía=	0.0018	

Acero de refuerzo en paredes

Mu+=	7.5 ton/m	Ru=	19.6 kg/cm2	Cuantía=	0.0049	Acero de repartición
						29.4%
Mu=-	5.4 ton/m	Ru=	14.1 kg/cm2	Cuantía=	0.0035	

Momento de agrietamiento

fcr=	2*fc^0.5=	33.47 kg/cm2				
->	Mcr ls=	6.02 t-m	Ru=	15.8 kg/cm2	Cuantía=	0.0039
->	Mcr li=	8.20 t-m	Ru=	13.9 kg/cm3	Cuantía=	0.0034
->	Mcr p=	6.02 t-m	Ru=	15.8 kg/cm4	Cuantía=	0.0039

Acero por temperatura

Losa superior	3.71 cm2
Losa inferior	4.61 cm2
Paredes	3.71 cm2

Refuerzos

Elemento	Diámetro	Espaciado	Acero suministrado	Acero requerido	
Losa superior (+)	3/4	0.150	19.00	12.92	OK
Losa superior (-)	3/4	0.150	19.00	17.86	OK
Losa inferior (+)	3/4	0.150	19.00	10.18	OK
Losa inferior (-)	3/4	0.150	19.00	8.74	OK
Pared (+)	3/4	0.200	14.25	10.07	OK
Pared (-)	3/4	0.200	14.25	8.01	OK
	(pulgadas)	(m)	(cm2)	(cm2)	

Acero por repartición

	As +	As -	Diámetro	Espaciado	Acero suministrado		
Losa superior	5.23	5.23	1/2	0.200	6.33	OK+	OK-
Losa inferior	5.23	5.23	1/2	0.200	6.33	OK+	OK-
Paredes	4.19	4.19	1/2	0.200	6.33	OK+	OK-
	(cm2)	(cm2)					

Verificación por cortante

Losa superior

$V_c = \Phi \cdot 0.53 \cdot \text{Raiz}(F_c) \cdot b \cdot d$

Vc = 15.5 t

Vu = 18.66 Requiere ochavos

Incremento del d: m Vc= 38.1 t OK

	PROYECTO: MARCO DE CONCRETO ARMADO MULTICELDA	CLIENTE: -
	MEMORIA DE CALCULO DE MARCO TRES OJOS DE C°A°	ELABORADO: REVISADO: FECHA:

Losa inferior

$$V_c = \phi \cdot 0.53 \cdot \text{Raiz}(F_c) \cdot b \cdot d$$

$$V_c = 19.3 \text{ t}$$

$$V_u = 10.3 \quad \text{OK}$$

$$\text{Incremento del d: } \boxed{0.3} \text{ m} \quad V_c = 41.9 \text{ t} \quad \text{OK}$$

Pared

$$V_c = \phi \cdot 0.53 \cdot \text{Raiz}(F_c) \cdot b \cdot d$$

$$V_c = 15.5 \text{ t}$$


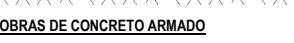

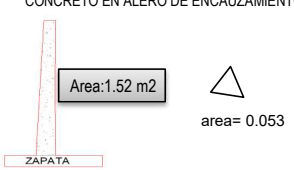

$$V_u = 7.6 \quad \text{OK}$$

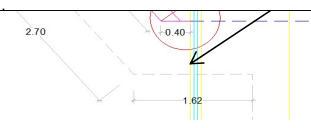
$$\text{Incremento del d: } \boxed{0.3} \text{ m} \quad V_c = 38.1 \text{ t} \quad \text{OK}$$

ANEXO 6: METRADOS DE ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA

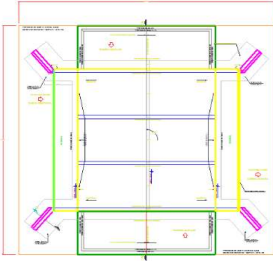
ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
01	<u>OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD</u>							
01.01	<u>OBRAS PROVISIONALES</u>							
01.01.01	ALMACEN, OFICINA Y SS.HH.	mes	2.5				2.50	2.50
01.01.02	TRANSPORTE DE MATERIALES EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1				1.00	1.00
01.01.03	CARTEL DE OBRA DE 2.70X1.80M	und	1				1.00	1.00
01.02	<u>SEGURIDAD Y SALUD</u>							
01.02.01	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL	und	24				24.00	24.00
01.02.02	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1				1.00	1.00
01.02.03	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	glb	1				1.00	1.00
01.02.04	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1				1.00	1.00
01.02.05	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1				1.00	1.00
02	<u>ALCANTARILLA METÁLICA CORRUGADA L=16.30 m</u>							
02.01	<u>TRABAJOS PRELIMINARES</u>							
02.01.01	DESIVIO DE CAUCE LONG. PRY. MS 22.32 + 25 m. (AMBOS LADOS)	m	1	72.32			72.32	72.32
02.01.02	LIMPIEZA DE CAÑO Y ENCAUZAMIENTO LONGITUD : 25 ml x LADO (AGUAS ARRIBA Y AGUAS ABAJO)	m	1	50.00			50.00	50.00
02.01.03	BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES 12 horas de bombeo x día	hm	36				36.00	36.00
02.01.04	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO MEJORAMIENTO DEL TERRENO	m2	1	21.25	15.25		324.06	324.06
02.02	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>							
02.02.01	EXCAVACION MASIVA	m3						1685.72
				VER CUADRO DE EXPLANACIONES - CORTE				
			1	1621.17			1,621.17	
			1	64.55			64.55	
02.02.02	PERFILADO Y NIVELACION EN ZONA DE CORTE AREA DE MEJORAMIENTO DE SUELO CIMIENTO CORRIDO ALERO DE ENCAUZAMIENTO	m2	2	16.30	2.40		78.24	101.84
			4	5.9	1.00		23.60	
02.02.03	COMPACTACIÓN A NIVEL DE BASE AREA DE MEJORAMIENTO DEL SUELO (FONDO)	m2	1	101.84	1.00		101.84	101.84
02.02.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO (TIERRA ROJA) C/EQUIPO RELLENO EN CIMENTOS RELLENO EN ALERO DESCUENTO RELLENO ESPECIAL SOBRE ESTRUCTURA RELLENO EN VIA DE ACCESO	m3	2	16.30	2.40	0.85	66.50	4347.18
			4	5.90	1.00	0.85	20.06	
			-1	16.00	18.70	0.90	-269.28	
				VER CUADRO DE EXPLANACIONES-RELLENO				
			1	4529.90			4,529.90	
02.02.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECCIONADO (80% H. + 20% T.R.) C/EQUIPO RELLENO EN CIMENTOS AFIRMADO DE VIAS - ACCESOS RELLENO EN ALEROS	m3	2	16.30	2.40	0.65	50.86	574.86
			1	163.75	16.00	0.20	524.00	
			4	5.90	1.00	0.85		
			1	57.32	15.50	1.00	888.46	888.46
02.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA EXCAV. MASIVA MEJORAMIENTO DE SUELO(25% ESPONJ.)	m3	1	1685.72	1.25		2107.15	2107.15
02.03	<u>MEJORAMIENTO DEL SUELO Y ESTABILIZACION DE TALUDES</u>							
02.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA	m2						101.84

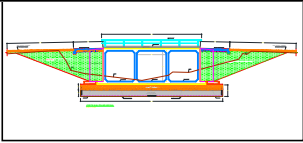
ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
	Colocacion de GEOWEB		2	16.3	2.40		78.24	
	En Losa de Aproximacion		4	5.90	1.00		23.60	

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
02.03.02	COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO ANTICONTAMINANTE DE LA PARTIDA 01.02.02.03 PERFILADO Y NIVELACION EN ZONA DE CORTE Parte Intermedia del Mejoramiento	m2	1	101.84	1.00		101.84	203.68
			2	16.30	2.40		78.24	
			4	5.90	1.00		23.60	
02.03.03	GEOBOLSA 5X2.45X1ML CON FIBRAS DE POLIESTER DE ALTA RESISTENCIA Longitud Total de Estabilizacion con Geobolsas: 44 x 5 ml	ml	1	220.00			220.00	220.00
02.03.04	SUMINISTRO DE ENCOFRADO METALICO PARA GEOBOLSA 5X2.45X1ML	pza	1				1.00	1.00
02.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE							
02.04.01	SOLADO C:H= 1:10 E= 4"	m2	2	16.30	2.40		78.24	101.84
	 SOLADO C:H=1:10 FC=140 KG/CM2 CIMENTO CORRIDO		4	5.90	1.00		23.60	
	 CIMENTO DE ALERO							
02.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO							
02.05.01	CIMIENTO DE ALCANTARILLA							
02.05.01.01	CONCRETO DE CIMIENTO DE ALCANTARILLA F'C= 210 KG/CM2 LOSA INFERIOR	m3	2	16.30	2.40	0.70	54.77	83.29
	PEDESTAL		2	16.30	1.25	0.70	28.53	
02.05.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CIMIENTO DE ALCANTARILLA LOSA INFERIOR	m2	4	16.30		0.70	45.64	127.14
	PEDESTAL		4	16.30		1.25	81.50	
02.05.01.03	ACERO DE REFUERZO FY= 4,200 KG/CM2	kg						6,374.22
				VER METRADO DE ACERO			6,374.22	
02.05.02	MUROS DE CABEZAL							
02.05.02.01	CONCRETO EN MUROS CABEZAL	m3	1	CAD VOL 19.07	Espesor	Longitud	19.07	19.07
02.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS CABEZAL CARA EXTERIOR	m2	2	Area 27.22			54.44	108.94
	CARA INTERIOR		2	27.25			54.50	
02.05.02.03	ACERO DE REFUERZO FY= 4,200 KG/CM2	kg						2,676.02
				VER METRADO DE ACERO			2,676.02	
02.05.03	ZAPATA - ALERO DE ENCAUZAMIENTO							
02.05.03.01	CONCRETO EN ZAPATA - ALERO DE ENCAUZAMIENTO F'C= 210 KG/CM2  ZAPATA-ALERO AREA=7.77 m2	m3	4	7.77	1.00	0.35	10.88	10.88
02.05.03.02	ACERO DE REFUERZO FY= 4,200 KG/CM2	kg						881.67
				VER METRADO DE ACERO			881.67	
02.05.04	ALERO DE ENCAUZAMIENTO							
02.05.04.01	CONCRETO EN ALERO DE ENCAUZAMIENTO F'C= 210 KG/CM2 ALERO DE INGRESO y SALIDA A Δ = Area x Altura Area:1.52 m2 area= 0.053 	m3	2	2.07	2.35		9.73	21.20
			2	0.05		5.17	0.55	
			2	0.05		5.50	0.58	
			2	2.20	2.35		10.34	
02.05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ALERO DE ENCAUZAMIENTO ALERO DE INGRESO y SALIDA A Δ = Area del Alero 1.52 Encaje 	m2	4		2.35	5.17	48.60	117.37
			4		2.35	5.5	51.70	
			2		1.00	2.07	4.14	
			2		0.4	5.17	4.14	
			2		0.40	5.5	4.40	
			2		1.00	2.2	4.40	

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
02.05.04.03	 ACERO DE REFUERZO FY= 4,200 KG/CM2	kg						
			VER METRADO DE ACERO			2,863.35	2863.35	

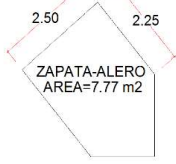
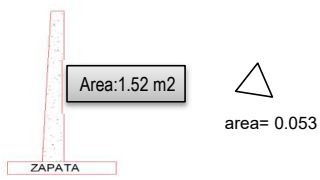
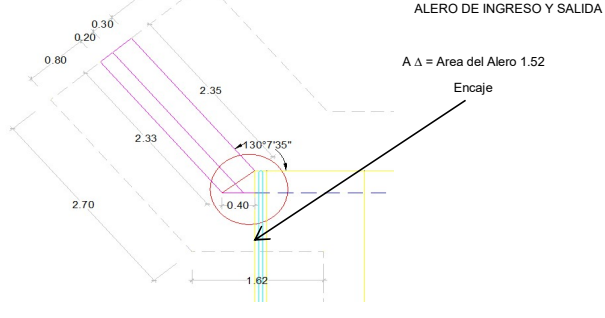
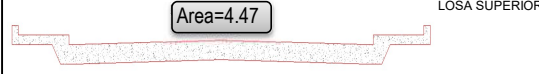
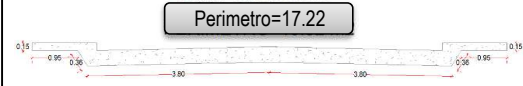
ANEXO 7: METRADOS DE MARCO DE CONCRETO ARMADO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD							
01.01	OBRAS PROVISIONALES							
01.01.01	ALMACEN, OFICINA Y SS.HH.	mes	2.5				2.50	2.50
01.01.02	TRANSPORTE DE MATERIALES EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1				1.00	1.00
01.01.03	CARTEL DE OBRA DE 2.70X1.80M	und	1				1.00	1.00
01.02	SEGURIDAD Y SALUD							
01.02.01	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL	und	24				24.00	24.00
01.02.02	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1				1.00	1.00
01.02.03	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	glb	1				1.00	1.00
01.02.04	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1				1.00	1.00
01.02.05	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1				1.00	1.00
02	ALCANTARILLA RECTANGULAR DE C°A° TRES OJOS DE 4.00 x 3.5 m. L=16.30 m. (Entre el JR. Ipuatia con el Jr. Teodoro Binder)							
02.01	TRABAJOS PRELIMINARES							
02.01.01	DESIVIO DE CAUCE LONG. PRY. MS 22.32 + 25 m. (AMBOS LADOS)	m	1	72.32			72.32	72.32
02.01.02	LIMPIEZA DE CAÑO Y ENCAUZAMIENTO LONGITUD : 25 ml x LADO (AGUAS ARRIBA Y AGUAS ABAJO)	m	1	50.00			50.00	50.00
02.01.03	BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES 12 horas de bombeo x día	hm	36				36.00	36.00
02.01.04	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO MEJORAMIENTO DEL TERRENO LOSA DE APROXIMACION	m2	1	21.25	22.32		474.30	474.30
			2	4.00	12.00		96.00	96.00
								
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
02.02.01	EXCAVACION MASIVA CON MAQUINARIA PARA MEJORAMIENTO DE SUELO	m3						1537.88
				VER CUADRO DE EXPLANACIONES - CORTE				
			1	1537.88			1,537.88	
02.02.02	EXCAVACION DE ZANJA MANUAL UÑAS LOSA INFERIOR UÑAS LOSA DE APROXIMACION	m3	2	14.80	0.35	0.75	7.77	13.34
			2	0.15	19.20		5.57	
02.02.03	PERFILADO Y NIVELACION EN ZONA DE CORTE ALC. BORDE LATERAL D-I ALC. BORDE TRANSVERSAL D-I AREA DE MEJORAMIENTO DE SUELO	m2	2	21.25	1.50		63.75	605.01
			2	22.32	1.50		66.96	
			1	21.25	22.32		474.30	
02.02.04	COMPACTACIÓN A NIVEL DE BASE PARA LOSA INFERIOR AREA DE MEJORAMIENTO DEL SUELO (FONFO)	m2	1	21.25	22.32		474.30	474.30
02.02.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO (TIERRA ROJA) C/EQUIPO RELLENO EN CIMENTOS RELLENO EN VIA DE ACCESO	m3	1	21.25	22.32	0.85	403.16	4148.32
				VER CUADRO DE EXPLANACIONES-RELLENO				
			1	3750.73			3,750.73	
			-2	0.15	19.20		-5.57	
	DESCUENTO DE UÑAS EN LOSA DE APROXIMACION							

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
								

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
02.02.06	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECCIONADO (80% H. + 20% T.R.) C/EQUIPO	m3						838.93
	LOSA INFERIOR		1	21.25	22.32	0.65	308.30	
	AFIRMADO DE VIAS - ACCESOS		1	163.75	16.00	0.20	524.00	
	LOSA DE APROXIMACION		2	4.00	12.00	0.15	14.40	
	DESCUENTO DE UÑAS EN LOSA INFERIOR		-2	14.80	0.35	0.75	-7.77	
02.02.07	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA	m3						1939.02
	EXCAV. MASIVA MEJORAMIENTO DE SUELO(25% ESPONJ.)		1	1537.88	1.25		1922.34	
	EXCAV. ZANJA MANUAL (25% ESPONJ.)		1	13.34	1.25		16.68	
02.03	MEJORAMIENTO DEL SUELO Y ESTABILIZACION DE TALUDES							
02.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA	m2						570.30
	Colocacion de GEOWEB		1	21.25	22.32		474.30	
	En Losa de Aproximacion		2	4.00	12.00		96.00	
02.03.02	COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO ANTICONTAMINANTE	m2						1175.31
	DE LA PARTIDA 01.02.02.03 PERFILADO Y NIVELACION EN ZONA DE CORTE		1	605.01	1.00		605.01	
	Parte Intermedia del Mejoramiento		1	21.25	22.32		474.30	
	En Losa de Aproximacion y Nivel de Afirmado		2	4.00	12.00		96.00	
02.03.03	GEOBOLSA 5X2.45X1ML CON FIBRAS DE POLIESTER DE ALTA RESISTENCIA	ml						220.00
	Longitud Total de Estabilizacion con Geobolsas: 44 x 5 ml		1	220.00			220.00	
02.03.04	SUMINISTRO DE ENCOFRADO METALICO PARA GEOBOLSA 5X2.45X1ML	pza						1.00
			1				1.00	
02.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE							
02.04.01	SOLADO C:H= 1:10 E= 4"	m2						463.94
	LOSA INFERIOR		1	21.25	22.32		474.30	
	DESCUENTO DE UÑAS		-2	14.80	0.35		-10.36	
02.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO							
02.05.01	LOSA INFERIOR							
02.05.01.01	CONCRETO EN LOSA INFERIOR F'C= 210 KG/CM2	m3						92.20
	LOSA INFERIOR		1	16.30	14.80	0.35	84.43	
	UÑAS		2	14.80	0.35	0.75	7.77	
02.05.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA INFERIOR	m2						67.22
	LOSA INFERIOR		2	14.80		0.35	10.36	
			2	16.30		0.35	11.41	
	UÑAS		4	14.80		0.75	44.40	
			4	0.35		0.75	1.05	
02.05.01.03	ACERO DE REFUERZO FY= 4,200 KG/CM2	kg						11,999.02
				VER METRADO DE ACERO			11,999.02	
02.05.02	MUROS LATERALES Y CENTRAL							
02.05.02.01	CONCRETO EN MUROS LATERALES Y CENTRAL F'C= 210 KG/CM2	m3						70.60
	MUROS LATERALES		2	Area	Espesor	Longitud	35.62	
	MUROS CENTRALES		2	59.37	0.30		25.85	
	CARTELAS		8	43.08	0.30		5.87	
			4	0.05		16.30	3.26	
			4	0.05		16.30	3.26	
02.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS LATERALES Y CENTRAL	m2						501.72
	MUROS LATERALES		2	Area			118.74	
	h1=3.80 Entrada		2	59.37			118.74	
	h2=3.86 Salida		4	43.08			172.32	
	MURO CENTRAL		2		0.30	3.80	2.28	

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
	h1=3.5 Entrada		2		0.30	4.14	2.48	
	h2=3.56 Salida		2		0.30	3.50	2.10	
			2		0.30	3.84	2.30	
	CARTELAS CENTRAL		8		16.30	0.42	54.77	
	CARTELAS LATERALES		4		16.30	0.42	27.38	
	AREA CARTELA		12	0.05			0.60	

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
02.05.02.03	ACERO DE REFUERZO FY= 4,200 KG/CM2	kg					10,181.38	
				VER METRADO DE ACERO			10,181.38	
02.05.03	ZAPATA - ALERO DE ENCAUZAMIENTO							
02.05.03.01	CONCRETO EN ZAPATA - ALERO DE ENCAUZAMIENTO FC= 210 KG/CM2	m3	4	7.77	1.00	0.35	10.88	10.88
								
02.05.03.02	ACERO DE REFUERZO FY= 4,200 KG/CM2	kg					881.67	881.67
				VER METRADO DE ACERO			881.67	
02.05.04	ALERO DE ENCAUZAMIENTO							
02.05.04.01	CONCRETO EN ALERO DE ENCAUZAMIENTO FC= 210 KG/CM2	m3	2	1.52	2.35		7.14	7.14
	ALERO DE INGRESO y SALIDA A Δ = Area x Altura		2	0.05		3.80	0.40	0.40
			2	0.05		3.86	0.41	0.41
			2	1.65	2.35		7.76	7.76
02.05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ALERO DE ENCAUZAMIENTO	m2	4		2.35	3.80	35.72	35.72
	ALERO DE INGRESO y SALIDA A Δ = Area del Alero 1.52		4		2.35	4.13	38.82	38.82
			2		1.00	1.52	3.04	3.04
			2		0.4	3.80	3.04	3.04
			2		0.40	4.13	3.30	3.30
			2		1.00	1.65	3.30	3.30
02.05.04.03	ACERO DE REFUERZO FY= 4,200 KG/CM2	kg					1,711.88	1,711.88
				VER METRADO DE ACERO			1,711.88	
02.05.05	LOSA SUPERIOR							
02.05.05.01	CONCRETO EN LOSA SUPERIOR FC= 210 KG/CM2	m3	1	4.47	13.20		59.00	59.00
								
02.05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA SUPERIOR	m2	1	17.22	13.20		227.30	227.30
	LOSA SUPERIOR = Perimetro x Ancho DESCONTAR ESPESOR DE LOS MUROS		2	-0.30	16.30		-9.78	-9.78
	LATERALES Area de Losa Superior Sardinel		2	-0.30	12.00		-7.20	-7.20
			2	4.47	1.00		8.94	8.94
			4	0.15	13.20		7.92	7.92
02.05.05.03	ACERO DE REFUERZO FY= 4,200 KG/CM2	kg					9,852.86	9,852.86
				VER METRADO DE ACERO			9,852.86	
02.05.06	LOSA DE APROXIMACION							
02.05.06.01	CONCRETO EN LOSA DE APROXIMACION FC= 210 KG/CM2	m3	2	12.00	4.00	0.20	19.20	19.20
	AMBOS LADOS DE LA ALC.							

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
	AREA DE UÑA		2	0.15	19.20		5.57	
02.05.06.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN LOSA DE APROXIMACION LATERAL	m2	2	20.00	0.20		8.00	8.00
02.05.06.03	ACERO DE REFUERZO FY= 4,200 KG/CM2	kg						1422.18
				VER METRADO DE ACERO			1,422.18	

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
02.05.06.04	ACERO GRADO 60 Ø 1" LISO @ 0.045 M. C/TUB+PINT., BASTONES EN JUNTAS JUNTA DE DILACION	kg	Longitud Total de Junta = 7.2				145.44	145.44
			Cant.	Nº de Barra	Long. Barra	Peso (Ø1")		
			2	40	0.45	4.04		
02.05.06.05	ACERO GRADO 60 Ø 1/2" CORRUGADO @ 0.60 M. BASTONES EN JUNTAS JUNTA DE DILACION	kg	Longitud Total de Junta = 4				9.79	9.79
			Cant.	Nº de Barra	Long. Barra	Peso (Ø1/2")		
			2	6	0.80	1.02		
02.05.06.06	JUNTA DE DILACION Junta Longitudinal Junta Transversal	ml	2	12			24.00	32.00
			2	4			8.00	

ANEXO 8: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE EMC

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201001** ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS
 Subpresupuesto **001** ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS Fecha presupuesto **30/07/2019**

Partida **01.01.01** MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Rendimiento **glb/DIA** MO. **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : glb **1,500.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0203030002	TRANSPORTE DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb		1.0000	1,500.00	1,500.00
						1,500.00

Partida **01.01.02** ALMACEN, OFICINA Y SSHH

Rendimiento **glb/DIA** MO. **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : glb **800.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0102020014	ALMACEN	glb		1.0000	800.00	800.00
						800.00

Partida **01.01.03** CARTEL DE OBRA

Rendimiento **und/DIA** MO. **0.5000** EQ. **0.5000** Costo unitario directo por : und **400.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
02901500260002	CARTEL DE OBRA	und		1.0000	400.00	400.00
						400.00

Partida **01.02.01** CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD

Rendimiento **glb/DIA** MO. **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : glb **880.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0103020006	CAPACITADOR	glb		1.0000	800.00	800.00
						800.00
	Equipos					
0301230002	ALQUILER DE PROYECTOR	glb		1.0000	80.00	80.00
						80.00

Partida **01.02.02** EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Rendimiento **und/DIA** MO. **24.0000** EQ. **24.0000** Costo unitario directo por : und **85.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
02670100010004	CASCO TIPO JOCKEY AZUL	und		1.0000	30.00	30.00
0267050001	GUANTES DE CUERO	par		1.0000	15.00	15.00
0267060018	CHALECO REFLECTIVO	und		1.0000	20.00	20.00
0267070005	BOTAS DE CAUCHO	par		1.0000	20.00	20.00
						85.00

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS**
 Subpresupuesto **001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS** Fecha presupuesto **30/07/2019**

Partida **01.02.03 ELABORACION E IMPLEMENTACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

Rendimiento **glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000** Costo unitario directo por : glb **1,053.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0103020006	CAPACITADOR	glb		1.0000	800.00	800.00
800.00						
Materiales						
02410100020008	CINTA AUTOADHESIVA PARA EMBALAJE 100 X 50 m	pza		1.0000	3.50	3.50
0290080004	PLUMONES - MARCADORES	und		3.0000	3.50	10.50
02901500060003	CUADERNILLO INFORMATIVO DE SEGURIDAD Y SALUD	und		24.0000	6.00	144.00
02901500120001	PAPEL BOND A4 75 gr X 500 HJ	pqt		2.0000	25.00	50.00
0290150029	PAPEL SABANA	und		10.0000	0.50	5.00
02901700010017	FOTOCOPIAS	und		250.0000	0.10	25.00
02901700010018	IMPRESION DE PLANOS	und		3.0000	5.00	15.00
253.00						

Partida **01.02.04 SEÑALIZACIÓN TEMPORAL**

Rendimiento **glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000** Costo unitario directo por : glb **1,365.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0210030001	MALLA CERCADORA NARANJA	rl		3.0000	50.00	150.00
0267110001	CINTA DE SEÑALIZACION	und		3.0000	30.00	90.00
0267110002	CONO DE SEÑALIZACION NARANJA DE 28" DE ALTURA	und		25.0000	45.00	1,125.00
1,365.00						

Partida **01.03.01 LIMPIEZA DE CAÑO Y ENCAUZAMIENTO**

Rendimiento **m/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000** Costo unitario directo por : m **79.29**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.8000	16.15	12.92
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.4000	23.14	9.26
22.18						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	22.18	1.11
0301170003	RETROEXCAVADORA DE 75-110 HP	hm	1.0000	0.4000	140.00	56.00
57.11						

Partida **01.03.02 TRAZO Y REPLANTEO INICAL**

Rendimiento **m2/DIA MO. 600.0000 EQ. 600.0000** Costo unitario directo por : m2 **2.35**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0133	22.25	0.30
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0133	16.15	0.21
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0133	26.50	0.35
0.86						
Materiales						
02130300010002	YESO BOLSA 18 kg	bol		0.0500	18.00	0.90
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		0.1000	3.50	0.35
1.25						
Equipos						
0301000020	ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0133	15.00	0.20
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.86	0.04
0.24						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS
 Subpresupuesto 001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS Fecha presupuesto 30/07/2019

Partida 01.03.03 DESVIO DE CAUCE

Rendimiento m/DIA MO. 60.0000 EQ. 60.0000 Costo unitario directo por : m 26.30

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1333	22.25	2.97
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.2667	16.15	4.31
7.28						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	7.28	0.36
0301170003	RETROEXCAVADORA DE 75-110 HP	hm	1.0000	0.1333	140.00	18.66
19.02						

Partida 01.03.04 BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES

Rendimiento hm/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : hm 55.32

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	22.25	22.25
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.0000	16.15	16.15
38.40						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	38.40	1.92
0301040003	MOTOBOMBA	hm	1.0000	1.0000	15.00	15.00
16.92						

Partida 02.02 EXCAVACION MASIVA CON EQUIPO PESADO

Rendimiento m3/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000 Costo unitario directo por : m3 5.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	24.50	0.06
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0229	17.88	0.41
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0457	16.15	0.74
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0229	23.14	0.53
1.74						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.74	0.05
0301170003	RETROEXCAVADORA DE 75-110 HP	hm	1.0000	0.0229	140.00	3.21
3.26						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS**
 Subpresupuesto **001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS** Fecha presupuesto **30/07/2019**

Partida **02.03 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **1,500.0000** EQ. **1,500.0000** Costo unitario directo por : m3 **39.53**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0053	22.25	0.12
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0107	16.15	0.17
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	3.0000	0.0160	23.14	0.37
0.66						
Materiales						
0207050003	MATERIAL DE RELLENO	m3		1.2000	30.00	36.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0180	5.00	0.09
36.09						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.66	0.03
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 TON	hm	1.0000	0.0053	153.19	0.81
0301200002	MOTONIVELADORA DE 125HP	hm	1.0000	0.0053	209.15	1.11
0301220009	CAMION CISTERNA 4 x 2 (AGUA) 2,000 gl	hm	1.0000	0.0053	156.34	0.83
2.78						

Partida **02.04 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECCIONADO**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **1,200.0000** EQ. **1,200.0000** Costo unitario directo por : m3 **82.71**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0067	22.25	0.15
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0133	16.15	0.21
0.36						
Materiales						
0207030001	HORMIGON	m3		1.0400	70.00	72.80
0207050006	TIERRA ROJA PARA LIGANTE	m3		0.2600	25.00	6.50
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0180	5.00	0.09
79.39						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.36	0.01
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 TON	hm	1.0000	0.0067	153.19	1.03
0301200002	MOTONIVELADORA DE 125HP	hm	1.0000	0.0067	209.15	1.40
0301220009	CAMION CISTERNA 4 x 2 (AGUA) 2,000 gl	hm	0.5000	0.0033	156.34	0.52
2.96						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS**
 Subpresupuesto **001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS** Fecha presupuesto **30/07/2019**

Partida **02.05 RELLENO CON MATERIAL GRANULAR EN CAPAS DE 0.30 m**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **80.0000** EQ. **80.0000** Costo unitario directo por : m3 **86.11**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	22.25	2.23
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.3000	16.15	4.85
7.08						
Materiales						
0207040001	MATERIAL GRANULAR	m3		1.0400	50.00	52.00
0290130021	AGUA	und		0.0180	5.00	0.09
52.09						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	7.08	0.35
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.1000	34.48	3.45
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 TON	hm	1.0000	0.1000	153.19	15.32
0301220009	CAMION CISTERNA 4 x 2 (AGUA) 2,000 gl	hm	0.5000	0.0500	156.34	7.82
26.94						

Partida **03.01 SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **70.0000** EQ. **70.0000** Costo unitario directo por : m2 **34.90**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1143	22.25	2.54
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.6857	16.15	11.07
13.61						
Materiales						
0207030001	HORMIGON	m3		0.1300	70.00	9.10
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.4440	23.50	10.43
0290130021	AGUA	und		0.0018	5.00	0.01
19.54						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.61	0.41
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.1143	11.73	1.34
1.75						

Partida **04.01.01 ENCOFRADO DE ALERO DE ENCAUZAMIENTO**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m2 **42.58**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	22.25	14.83
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.88	11.92
26.75						
Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	4.50	1.35
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3000	3.80	1.14
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2		5.7000	2.20	12.54
15.03						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	26.75	0.80
0.80						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS**
 Subpresupuesto **001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS** Fecha presupuesto **30/07/2019**

Partida **04.01.02 CONCRETO ALERO DE ENCAUZAMIENTO f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : m3 **508.16**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	24.50	1.31
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.0667	22.25	23.73
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	1.6000	17.88	28.61
0101010005	PEON	hh	3.0000	1.6000	16.15	25.84
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.5333	22.92	12.22
91.71						
Materiales						
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-1m3			1.0200	402.00	410.04
410.04						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	91.71	2.75
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.5333	6.87	3.66
6.41						

Partida **04.01.03 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : kg **4.80**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	22.25	0.71
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.88	0.57
1.28						
Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	4.50	0.27
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	3.00	3.21
3.48						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.28	0.04
0.04						

Partida **04.02.01 CONCRETO CIMIENTO DE ALERO DE ENCAUZAMIENTO f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m3 **519.24**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	24.50	1.63
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	22.25	29.67
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.88	11.92
0101010005	PEON	hh	4.0000	2.6667	16.15	43.07
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.6667	22.92	15.28
101.57						
Materiales						
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-1m3			1.0200	402.00	410.04
410.04						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	101.57	3.05
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.6667	6.87	4.58
7.63						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS**
 Subpresupuesto **001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS** Fecha presupuesto **30/07/2019**

Partida **04.02.02 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : kg **4.80**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	22.25	0.71
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.88	0.57
1.28						
Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	4.50	0.27
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	3.00	3.21
3.48						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.28	0.04
0.04						

Partida **04.03.01 CONCRETO CIMIENTO DE ALCANTARILLA f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : m3 **497.39**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	24.50	1.31
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.0667	22.25	23.73
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	17.88	9.54
0101010005	PEON	hh	4.0000	2.1333	16.15	34.45
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.5333	22.92	12.22
81.25						
Materiales						
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-1m3			1.0200	402.00	410.04
410.04						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	81.25	2.44
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.5333	6.87	3.66
6.10						

Partida **04.03.02 ENCOFRADO DE CIMIENTO DE ALCANTARILLA**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m2 **36.64**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	22.25	14.83
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.88	11.92
26.75						
Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	4.50	1.35
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3000	3.80	1.14
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2		3.0000	2.20	6.60
9.09						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	26.75	0.80
0.80						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS**
 Subpresupuesto **001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS** Fecha presupuesto **30/07/2019**

Partida **04.03.03 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : kg **4.80**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	22.25	0.71
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.88	0.57
1.28						
Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	4.50	0.27
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	3.00	3.21
3.48						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.28	0.04
0.04						

Partida **04.04.01 CONCRETO DE MURO DE CABEZAL fc=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m3 **519.24**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	24.50	1.63
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	22.25	29.67
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.88	11.92
0101010005	PEON	hh	4.0000	2.6667	16.15	43.07
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.6667	22.92	15.28
101.57						
Materiales						
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-Im3			1.0200	402.00	410.04
410.04						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	101.57	3.05
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.6667	6.87	4.58
7.63						

Partida **04.04.02 ENCOFRADO DE MURO DE CABEZAL**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m2 **42.58**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	22.25	14.83
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.88	11.92
26.75						
Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	4.50	1.35
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3000	3.80	1.14
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2		5.7000	2.20	12.54
15.03						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	26.75	0.80
0.80						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS**
 Subpresupuesto **001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS** Fecha presupuesto **30/07/2019**

Partida **04.04.03 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : kg **4.80**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	22.25	0.71
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.88	0.57
1.28						
Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	4.50	0.27
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	3.00	3.21
3.48						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.28	0.04
0.04						

Partida **05.01 MONTAJE DE ALCANTARILLAS**

Rendimiento **m/DIA** MO. **7.0000** EQ. **7.0000** Costo unitario directo por : m **11,472.54**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	1.1429	24.50	28.00
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.1429	22.25	25.43
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	2.2857	17.88	40.87
0101010005	PEON	hh	4.0000	4.5714	16.15	73.83
168.13						
Materiales						
0204290002	ALCANTARILLA ARCO MULTIPLATE	m		1.0000	11,000.00	11,000.00
11,000.00						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	168.13	8.41
0301210001	GRUA	hm	1.0000	1.1429	254.99	291.43
03013400010009	ANDAMIO METALICO	hm	2.0000	2.2857	2.00	4.57
304.41						

Partida **06.01 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMALLA**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **100.0000** EQ. **100.0000** Costo unitario directo por : m2 **60.81**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	22.25	1.78
1.78						
Materiales						
0210020003	GEOMALLA DE ALTA RESISTENCIA GEOWEB 30V6	m2		1.1500	51.29	58.98
58.98						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.78	0.05
0.05						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS**
 Subpresupuesto **001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS** Fecha presupuesto **30/07/2019**

Partida **06.02 COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO ANTICONTAMINANTE**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **70.0000** EQ. **70.0000** Costo unitario directo por : m2 **8.02**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1143	22.25	2.54
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1143	16.15	1.85
4.39						
Materiales						
0210020004	GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 200gr/m2	m2		1.0500	3.33	3.50
3.50						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.39	0.13
0.13						

Partida **06.03 GEOBOLSA**

Rendimiento **m/DIA** MO. **80.0000** EQ. **80.0000** Costo unitario directo por : m **197.88**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	22.25	2.23
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	17.88	1.79
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.8000	16.15	12.92
16.94						
Materiales						
0207050005	MATERIAL DE RELLENO PARA GEOBOLSA	m3		3.1800	15.00	47.70
0210020005	GEOBOLSA CON FIBRA DE POLIESTER	m		0.2000	592.74	118.55
0210020006	HILO PARA GEOBOLSA	m		1.8200	0.10	0.18
166.43						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	16.94	0.51
0301170003	RETROEXCAVADORA DE 75-110 HP	hm	1.0000	0.1000	140.00	14.00
14.51						

Partida **06.04 ENCOFRADO METALICO PARA GEOBOLSAS 5x2.45x1.0**

Rendimiento **pza/DIA** MO. **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : pza **850.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Equipos						
0301030011	ENCOFRADO METÁLICO PARA GEOBOLSA	pza		1.0000	850.00	850.00
850.00						

ANEXO 9: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE MCA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201002 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO**
 Subpresupuesto **001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO** Fecha presupuesto **30/07/2019**

Partida **01.01.01 BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES**

Rendimiento **hm/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000** Costo unitario directo por : hm **55.32**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	22.25	22.25
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.0000	16.15	16.15
38.40						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	38.40	1.92
0301040003	MOTOBOMBA	hm	1.0000	1.0000	15.00	15.00
16.92						

Partida **01.01.02 DESVIO DE CAUCE**

Rendimiento **m/DIA MO. 60.0000 EQ. 60.0000** Costo unitario directo por : m **26.30**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1333	22.25	2.97
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.2667	16.15	4.31
7.28						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	7.28	0.36
0301170003	RETROEXCAVADORA DE 75-110 HP	hm	1.0000	0.1333	140.00	18.66
19.02						

Partida **01.01.03 LIMPIEZA DE CAÑO Y ENCAUZAMIENTO**

Rendimiento **m/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000** Costo unitario directo por : m **79.29**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.8000	16.15	12.92
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.4000	23.14	9.26
22.18						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	22.18	1.11
0301170003	RETROEXCAVADORA DE 75-110 HP	hm	1.0000	0.4000	140.00	56.00
57.11						

Partida **01.01.04 TRAZO Y REPLANTEO INICAL**

Rendimiento **m2/DIA MO. 600.0000 EQ. 600.0000** Costo unitario directo por : m2 **2.35**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0133	22.25	0.30
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0133	16.15	0.21
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0133	26.50	0.35
0.86						
Materiales						
02130300010002	YESO BOLSA 18 kg	bol		0.0500	18.00	0.90
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		0.1000	3.50	0.35
1.25						
Equipos						
0301000020	ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0133	15.00	0.20
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.86	0.04
0.24						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201002 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO**
 Subpresupuesto **001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO** Fecha presupuesto **30/07/2019**

Partida **01.02.01 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

Rendimiento **und/DIA** MO. **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : und **85.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
02670100010004	CASCO TIPO JOCKEY AZUL	und		1.0000	30.00	30.00
0267050001	GUANTES DE CUERO	par		1.0000	15.00	15.00
0267060018	CHALECO REFLECTIVO	und		1.0000	20.00	20.00
0267070005	BOTAS DE CAUCHO	par		1.0000	20.00	20.00
						85.00

Partida **01.02.02 SEÑALIZACIÓN TEMPORAL**

Rendimiento **glb/DIA** MO. **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : glb **1,365.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0210030001	MALLA CERCADORA NARANJA	rl		3.0000	50.00	150.00
0267110001	CINTA DE SEÑALIZACION	und		3.0000	30.00	90.00
0267110002	CONO DE SEÑALIZACION NARANJA DE 28" DE ALTURA	und		25.0000	45.00	1,125.00
						1,365.00

Partida **01.02.03 CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD**

Rendimiento **glb/DIA** MO. **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : glb **880.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0103020006	CAPACITADOR	glb		1.0000	800.00	800.00
						800.00
Equipos						
0301230002	ALQUILER DE PROYECTOR	glb		1.0000	80.00	80.00
						80.00

Partida **01.02.04 ELABORACION E IMPLEMENTACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

Rendimiento **glb/DIA** MO. **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : glb **1,053.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0103020006	CAPACITADOR	glb		1.0000	800.00	800.00
						800.00
Materiales						
02410100020008	CINTA AUTOADHESIVA PARA EMBALAJE 100 X 50 m	pza		1.0000	3.50	3.50
0290080004	PLUMONES - MARCADORES	und		3.0000	3.50	10.50
02901500060003	CUADERNILLO INFORMATIVO DE SEGURIDAD Y SALUD	und		24.0000	6.00	144.00
02901500120001	PAPEL BOND A4 75 gr X 500 HJ	pqt		2.0000	25.00	50.00
0290150029	PAPEL SABANA	und		10.0000	0.50	5.00
02901700010017	FOTOCOPIAS	und		250.0000	0.10	25.00
02901700010018	IMPRESION DE PLANOS	und		3.0000	5.00	15.00
						253.00

Partida **01.03.01 ALMACEN, OFICINA Y SSHH**

Rendimiento **glb/DIA** MO. **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : glb **800.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0102020014	ALMACEN	glb		1.0000	800.00	800.00
						800.00

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201002 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO**
 Subpresupuesto **001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO** Fecha presupuesto **30/07/2019**

Partida	01.03.02		CARTEL DE OBRA			
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und		400.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Materiales					
02901500260002	CARTEL DE OBRA	und		1.0000	400.00	400.00
						400.00
Partida	01.03.03		MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS			
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb		1,500.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Materiales					
0203030002	TRANSPORTE DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb		1.0000	1,500.00	1,500.00
						1,500.00
Partida	02.01		EXCAVACION MASIVA CON EQUIPO PESADO			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3		4.62
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	24.50	0.06
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0229	17.88	0.41
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0229	16.15	0.37
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0229	23.14	0.53
						1.37
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.37	0.04
0301170003	RETROEXCAVADORA DE 75-110 HP	hm	1.0000	0.0229	140.00	3.21
						3.25
Partida	02.02		RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m3		40.64
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0053	22.25	0.12
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0107	16.15	0.17
						0.29
	Materiales					
0207050003	MATERIAL DE RELLENO	m3		1.2500	30.00	37.50
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0180	5.00	0.09
						37.59
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.29	0.01
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 TON	hm	1.0000	0.0053	153.19	0.81
0301200002	MOTONIVELADORA DE 125HP	hm	1.0000	0.0053	209.15	1.11
0301220009	CAMION CISTERNA 4 x 2 (AGUA) 2,000 gl	hm	1.0000	0.0053	156.34	0.83
						2.76

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201002 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO
 Subpresupuesto 001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO Fecha presupuesto 30/07/2019

Partida 02.03 EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMENTOS

Rendimiento m3/DIA MO. 3.0000 EQ. 3.0000 Costo unitario directo por : m3 51.09

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2667	24.50	6.53
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.6667	16.15	43.07
49.60						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	49.60	1.49
1.49						

Partida 02.04 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECCIONADO

Rendimiento m3/DIA MO. 1,200.0000 EQ. 1,200.0000 Costo unitario directo por : m3 82.71

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0067	22.25	0.15
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0133	16.15	0.21
0.36						
Materiales						
0207030001	HORMIGON	m3		1.0400	70.00	72.80
0207050006	TIERRA ROJA PARA LIGANTE	m3		0.2600	25.00	6.50
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0180	5.00	0.09
79.39						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.36	0.01
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 TON	hm	1.0000	0.0067	153.19	1.03
0301200002	MOTONIVELADORA DE 125HP	hm	1.0000	0.0067	209.15	1.40
0301220009	CAMION CISTERNA 4 x 2 (AGUA) 2,000 gl	hm	0.5000	0.0033	156.34	0.52
2.96						

Partida 03.01 SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS

Rendimiento m2/DIA MO. 70.0000 EQ. 70.0000 Costo unitario directo por : m2 34.90

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1143	22.25	2.54
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.6857	16.15	11.07
13.61						
Materiales						
0207030001	HORMIGON	m3		0.1300	70.00	9.10
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.4440	23.50	10.43
0290130021	AGUA	und		0.0018	5.00	0.01
19.54						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.61	0.41
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.1143	11.73	1.34
1.75						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201002 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO**
 Subpresupuesto **001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO** Fecha presupuesto **30/07/2019**

Partida **04.02 ENCOFRADO DE MUROS LATERALES Y CENTRAL**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m2 **42.58**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	22.25	14.83
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.88	11.92
26.75						
Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	4.50	1.35
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3000	3.80	1.14
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2		5.7000	2.20	12.54
15.03						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	26.75	0.80
0.80						

Partida **04.03 CONCRETO DE MUROS LATERALES Y CENTRAL f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m3 **519.24**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	24.50	1.63
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	22.25	29.67
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.88	11.92
0101010005	PEON	hh	4.0000	2.6667	16.15	43.07
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.6667	22.92	15.28
101.57						
Materiales						
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-Im3			1.0200	402.00	410.04
410.04						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	101.57	3.05
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.6667	6.87	4.58
7.63						

Partida **04.04 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : kg **4.80**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	22.25	0.71
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.88	0.57
1.28						
Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	4.50	0.27
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	3.00	3.21
3.48						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.28	0.04
0.04						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201002 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO**
 Subpresupuesto **001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO** Fecha presupuesto **30/07/2019**

Partida **04.06 CONCRETO DE LOSA INFERIOR f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **14.0000** EQ. **14.0000** Costo unitario directo por : m3 **503.64**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	24.50	1.40
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.1429	22.25	25.43
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	17.88	10.22
0101010005	PEON	hh	4.0000	2.2857	16.15	36.91
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.5714	22.92	13.10
87.06						
Materiales						
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-Im3			1.0200	402.00	410.04
410.04						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	87.06	2.61
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.5714	6.87	3.93
6.54						

Partida **04.07 ENCOFRADO DE LOSA INFERIOR**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : m2 **37.59**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	22.25	11.87
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	17.88	9.54
21.41						
Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	4.50	1.35
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3000	3.80	1.14
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2		5.9300	2.20	13.05
15.54						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	21.41	0.64
0.64						

Partida **04.08 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : kg **4.80**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	22.25	0.71
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.88	0.57
1.28						
Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	4.50	0.27
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	3.00	3.21
3.48						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.28	0.04
0.04						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201002 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO**
 Subpresupuesto **001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO** Fecha presupuesto **30/07/2019**

Partida **04.10 CONCRETO DE LOSA SUPERIOR f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **14.0000** EQ. **14.0000** Costo unitario directo por : m3 **503.64**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	24.50	1.40
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.1429	22.25	25.43
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	17.88	10.22
0101010005	PEON	hh	4.0000	2.2857	16.15	36.91
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.5714	22.92	13.10
87.06						
Materiales						
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-Im3			1.0200	402.00	410.04
410.04						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	87.06	2.61
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.5714	6.87	3.93
6.54						

Partida **04.11 ENCOFRADO DE LOSA SUPERIOR**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : m2 **37.08**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	22.25	11.87
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	17.88	9.54
21.41						
Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	4.50	1.35
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3000	3.80	1.14
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2		5.7000	2.20	12.54
15.03						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	21.41	0.64
0.64						

Partida **04.12 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : kg **4.80**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	22.25	0.71
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.88	0.57
1.28						
Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	4.50	0.27
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	3.00	3.21
3.48						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.28	0.04
0.04						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201002 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO**
 Subpresupuesto **001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO** Fecha presupuesto **30/07/2019**

Partida **04.14 CONCRETO ALERO DE ENCAUZAMIENTO f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m3 **519.24**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	24.50	1.63
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	22.25	29.67
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.88	11.92
0101010005	PEON	hh	4.0000	2.6667	16.15	43.07
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.6667	22.92	15.28
101.57						
Materiales						
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-1m3			1.0200	402.00	410.04
410.04						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	101.57	3.05
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.6667	6.87	4.58
7.63						

Partida **04.15 ENCOFRADO DE ALERO DE ENCAUZAMIENTO**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m2 **42.58**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	22.25	14.83
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.88	11.92
26.75						
Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	4.50	1.35
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3000	3.80	1.14
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2		5.7000	2.20	12.54
15.03						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	26.75	0.80
0.80						

Partida **04.16 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : kg **4.80**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	22.25	0.71
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.88	0.57
1.28						
Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	4.50	0.27
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	3.00	3.21
3.48						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.28	0.04
0.04						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201002 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO**
 Subpresupuesto **001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO** Fecha presupuesto **30/07/2019**

Partida **04.18 CONCRETO CIMIENTO DE ALERO DE ENCAUZAMIENTO f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **18.0000** EQ. **18.0000** Costo unitario directo por : m3 **482.84**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0444	24.50	1.09
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8889	22.25	19.78
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4444	17.88	7.95
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.7778	16.15	28.71
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4444	22.92	10.19
67.72						
Materiales						
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-Im3			1.0200	402.00	410.04
410.04						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	67.72	2.03
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4444	6.87	3.05
5.08						

Partida **04.19 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : kg **4.80**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	22.25	0.71
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.88	0.57
1.28						
Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	4.50	0.27
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	3.00	3.21
3.48						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.28	0.04
0.04						

Partida **04.21 CONCRETO DE LOSA DE APROXIMACIÓN f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **14.0000** EQ. **14.0000** Costo unitario directo por : m3 **503.64**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	24.50	1.40
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.1429	22.25	25.43
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	17.88	10.22
0101010005	PEON	hh	4.0000	2.2857	16.15	36.91
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.5714	22.92	13.10
87.06						
Materiales						
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-Im3			1.0200	402.00	410.04
410.04						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	87.06	2.61
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.5714	6.87	3.93
6.54						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201002 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO**
 Subpresupuesto **001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO** Fecha presupuesto **30/07/2019**

Partida **04.22 ENCOFRADO DE LOSA DE APROXIMACIÓN**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **18.0000** EQ. **18.0000** Costo unitario directo por : m2 **33.41**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4444	22.25	9.89
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4444	17.88	7.95
17.84						
Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	4.50	1.35
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3000	3.80	1.14
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2		5.7000	2.20	12.54
15.03						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	17.84	0.54
0.54						

Partida **04.23 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : kg **4.80**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	22.25	0.71
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.88	0.57
1.28						
Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	4.50	0.27
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	3.00	3.21
3.48						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.28	0.04
0.04						

Partida **04.24 JUNTAS DE DILATACIÓN**

Rendimiento **m/DIA** MO. **200.0000** EQ. **200.0000** Costo unitario directo por : m **5.63**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0800	22.25	1.78
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0800	16.15	1.29
3.07						
Materiales						
0210040005	TECNOPOP E=1/2"	m2		0.0220	5.20	0.11
0222030005	CORDON DE RESPALDO DE POLIESTIRENO	m		1.0000	1.20	1.20
02221600010024	SELLADOR ELASTICO POLIURETANO	und		0.0066	27.00	0.18
0240150001	IMPRIMANTE	gal		0.0040	230.00	0.92
2.41						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	3.07	0.15
0.15						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201002 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO
 Subpresupuesto 001 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO Fecha presupuesto 30/07/2019

Partida 05.01 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMALLA

Rendimiento m2/DIA MO. 100.0000 EQ. 100.0000 Costo unitario directo por : m2 60.81

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	22.25	1.78
1.78						
Materiales						
0210020003	GEOMALLA DE ALTA RESISTENCIA GEOWEB 30V6	m2		1.1500	51.29	58.98
58.98						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.78	0.05
0.05						

Partida 05.02 COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO ANTICONTAMINANTE

Rendimiento m2/DIA MO. 70.0000 EQ. 70.0000 Costo unitario directo por : m2 8.02

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1143	22.25	2.54
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1143	16.15	1.85
4.39						
Materiales						
0210020004	GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 200gr/m2	m2		1.0500	3.33	3.50
3.50						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.39	0.13
0.13						

Partida 05.03 GEOBOLSA

Rendimiento m/DIA MO. 80.0000 EQ. 80.0000 Costo unitario directo por : m 197.88

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	22.25	2.23
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	17.88	1.79
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.8000	16.15	12.92
16.94						
Materiales						
0207050005	MATERIAL DE RELLENO PARA GEOBOLSA	m3		3.1800	15.00	47.70
0210020005	GEOBOLSA CON FIBRA DE POLIESTER	m		0.2000	592.74	118.55
0210020006	HILO PARA GEOBOLSA	m		1.8200	0.10	0.18
166.43						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	16.94	0.51
0301170003	RETROEXCAVADORA DE 75-110 HP	hm	1.0000	0.1000	140.00	14.00
14.51						

Partida 05.04 ENCOFRADO METALICO PARA GEOBOLSAS 5x2.45x1.0

Rendimiento pza/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : pza 850.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos						
0301030011	ENCOFRADO METÁLICO PARA GEOBOLSA	pza		1.0000	850.00	850.00
850.00						

ANEXO 10: COSTOS DIRECTOS DE EMC

Presupuesto

Presupuesto 0201001 CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS
 Subpresupuesto 001 CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS CORRUGADAS
 Cliente SALCEDO YANAPA, MARIANO LEO
 Lugar UCAYALI - CORONEL PORTILLO - YARINACOCHA

Costo al 30/07/2019

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				16,657.58
01.01	OBRAS PROVISIONALES				2,700.00
01.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	1,500.00	1,500.00
01.01.02	ALMACEN, OFICINA Y SSHH	glb	1.00	800.00	800.00
01.01.03	CARTEL DE OBRA	und	1.00	400.00	400.00
01.02	SEGURIDAD Y SALUD				5,338.00
01.02.01	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	880.00	880.00
01.02.02	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	und	24.00	85.00	2,040.00
01.02.03	ELABORACION E IMPLEMENTACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.00	1,053.00	1,053.00
01.02.04	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL	glb	1.00	1,365.00	1,365.00
01.03	TRABAJOS PRELIMINARES				8,619.58
01.03.01	LIMPIEZA DE CAÑO Y ENCAUZAMIENTO	m	50.00	79.29	3,964.50
01.03.02	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	324.06	2.35	761.54
01.03.03	DESVIO DE CAUCE	m	72.32	26.30	1,902.02
01.03.04	BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES	hm	36.00	55.32	1,991.52
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				304,048.11
02.01	EXCAVACION MASIVA CON EQUIPO PESADO	m3	1,621.17	5.00	8,105.85
02.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECCIONADO	m3	574.86	82.71	47,546.67
02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	4,347.00	39.53	171,836.91
02.04	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR EN CAPAS DE 0.30 m	m3	889.08	86.11	76,558.68
03	CONCRETO SIMPLE				3,982.09
03.01	SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS	m2	114.10	34.90	3,982.09
04	CONCRETO ARMADO				137,957.01
04.01	ALERO DE ENCAUZAMIENTO				29,514.68
04.01.01	ENCOFRADO DE ALERO DE ENCAUZAMIENTO	m2	117.37	42.58	4,997.61
04.01.02	CONCRETO ALERO DE ENCAUZAMIENTO f _c =210 kg/cm ²	m3	21.20	508.16	10,772.99
04.01.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	2,863.35	4.80	13,744.08
04.02	CIMIENTO DE ALERO DE ENCAUZAMIENTO				9,881.35
04.02.01	CONCRETO CIMIENTO DE ALERO DE ENCAUZAMIENTO f _c =210 kg/cm ²	m3	10.88	519.24	5,649.33
04.02.02	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	881.67	4.80	4,232.02
04.03	CIMIENTO DE ALCANTARILLA				73,702.74
04.03.01	CONCRETO CIMIENTO DE ALCANTARILLA f _c =210 kg/cm ²	m3	83.29	497.39	41,427.61
04.03.02	ENCOFRADO DE CIMIENTO DE ALCANTARILLA	m2	45.86	36.64	1,680.31
04.03.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	6,373.92	4.80	30,594.82
04.04	MURO DE CABEZAL				24,858.24
04.04.01	CONCRETO DE MURO DE CABEZAL f _c =210 kg/cm ²	m3	19.07	519.24	9,901.91
04.04.02	ENCOFRADO DE MURO DE CABEZAL	m2	110.94	42.58	4,723.83
04.04.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	2,131.77	4.80	10,232.50
05	ESTRUCTURA METALICA				187,002.40
05.01	MONTAJE DE ALCANTARILLAS	m	16.30	11,472.54	187,002.40
06	MEJORAMIENTO DEL SUELO				52,210.00
06.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMALLA	m2	101.84	60.81	6,192.89
06.02	COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO ANTICONTAMINANTE	m2	203.68	8.02	1,633.51
06.03	GEOBOLSA	m	220.00	197.88	43,533.60
06.04	ENCOFRADO METALICO PARA GEOBOLSAS 5x2.45x1.0	pza	1.00	850.00	850.00
	Costo Directo				701,857.19

SON : SETECIENTOS UNO MIL OCHOCIENTOS CINCUENTISIETE Y 19/100 NUEVOS SOLES

ANEXO 11: COSTOS DIRECTOS DE MCA

Presupuesto

Presupuesto **0201002 CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO**
 Subpresupuesto **001 CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO**
 Cliente **SALCEDO YANAPA, MARIANO LEO**
 Lugar **UCAYALI - CORONEL PORTILLO - YARINACOCHA**

Costo al **30/07/2019**

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				17,236.25
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				9,198.25
01.01.01	BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES	hm	36.00	55.32	1,991.52
01.01.02	DESVIO DE CAUCE	m	72.32	26.30	1,902.02
01.01.03	LIMPIEZA DE CAÑO Y ENCAUZAMIENTO	m	50.00	79.29	3,964.50
01.01.04	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	570.30	2.35	1,340.21
01.02	SEGURIDAD Y SALUD				5,338.00
01.02.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	und	24.00	85.00	2,040.00
01.02.02	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL	glb	1.00	1,365.00	1,365.00
01.02.03	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	880.00	880.00
01.02.04	ELABORACION E IMPLEMENTACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.00	1,053.00	1,053.00
01.03	OBRAS PROVISIONALES				2,700.00
01.03.01	ALMACEN, OFICINA Y SSHH	glb	1.00	800.00	800.00
01.03.02	CARTEL DE OBRA	und	1.00	400.00	400.00
01.03.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	1,500.00	1,500.00
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				245,749.17
02.01	EXCAVACION MASIVA CON EQUIPO PESADO	m3	1,537.88	4.62	7,105.01
02.03	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS	m3	13.34	51.09	681.54
02.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECCIONADO	m3	838.93	82.71	69,387.90
	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	4,148.00	40.64	168,574.72
03	CONCRETO SIMPLE				16,191.51
03.01	SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS	m2	463.94	34.90	16,191.51
04	CONCRETO ARMADO				348,949.50
04.01	MUROS LATERALES Y CENTRAL				
04.02	ENCOFRADO DE MUROS LATERALES Y CENTRAL	m2	501.72	42.58	21,363.24
04.03	CONCRETO DE MUROS LATERALES Y CENTRAL $f_c=210$ kg/cm ²	m3	70.60	519.24	36,658.34
04.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	10,181.38	4.80	48,870.62
04.05	LOSA INFERIOR				
04.06	CONCRETO DE LOSA INFERIOR $f_c=210$ kg/cm ²	m3	92.20	503.64	46,435.61
04.07	ENCOFRADO DE LOSA INFERIOR	m2	67.20	37.59	2,526.05
04.08	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	11,999.02	4.80	57,595.30
04.09	LOSA SUPERIOR				
04.10	CONCRETO DE LOSA SUPERIOR $f_c=210$ kg/cm ²	m3	59.00	503.64	29,714.76
04.11	ENCOFRADO DE LOSA SUPERIOR	m2	227.18	37.08	8,423.83
04.12	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	9,852.86	4.80	47,293.73
04.13	ALERO DE ENCAUZAMIENTO				
04.14	CONCRETO ALERO DE ENCAUZAMIENTO $f_c=210$ kg/cm ²	m3	15.71	519.24	8,157.26
04.15	ENCOFRADO DE ALERO DE ENCAUZAMIENTO	m2	87.23	42.58	3,714.25
04.16	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	1,711.88	4.80	8,217.02
04.17	CIMIENTO DE ALERO DE ENCAUZAMIENTO				
04.18	CONCRETO CIMIENTO DE ALERO DE ENCAUZAMIENTO $f_c=210$ kg/cm ²	m3	10.88	482.84	5,253.30
04.19	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	881.67	4.80	4,232.02
04.20	LOSA DE APROXIMACIÓN				
04.21	CONCRETO DE LOSA DE APROXIMACIÓN $f_c=210$ kg/cm ²	m3	24.77	503.64	12,475.16
04.22	ENCOFRADO DE LOSA DE APROXIMACIÓN	m2	8.00	33.41	267.28
04.23	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	1,577.41	4.80	7,571.57
04.24	JUNTAS DE DILATACIÓN	m	32.00	5.63	180.16
05	MEJORAMIENTO DEL SUELO				88,489.53
05.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMALLA	m2	570.30	60.81	34,679.94
05.02	COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO ANTICONTAMINANTE	m2	1,175.31	8.02	9,425.99
05.03	GEOBOLSA	m	220.00	197.88	43,533.60
05.04	ENCOFRADO METALICO PARA GEOBOLSAS 5x2.45x1.0	pza	1.00	850.00	850.00
	Costo Directo				716,615.96

Presupuesto

Presupuesto 0201002 CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO
Subpresupuesto 001 CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO
Cliente SALCEDO YANAPA, MARIANO LEO
Lugar UCAYALI - CORONEL PORTILLO - YARINACOCHA

Costo al 30/07/2019

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
------	-------------	------	---------	------------	-------------

SON : SETECIENTOS DIECISEIS MIL SEISCIENTOS QUINCE Y 96/100 NUEVOS SOLES

ANEXO 12: PLANOS

P1 - VISTAS DE PROPUESTA CON EMC

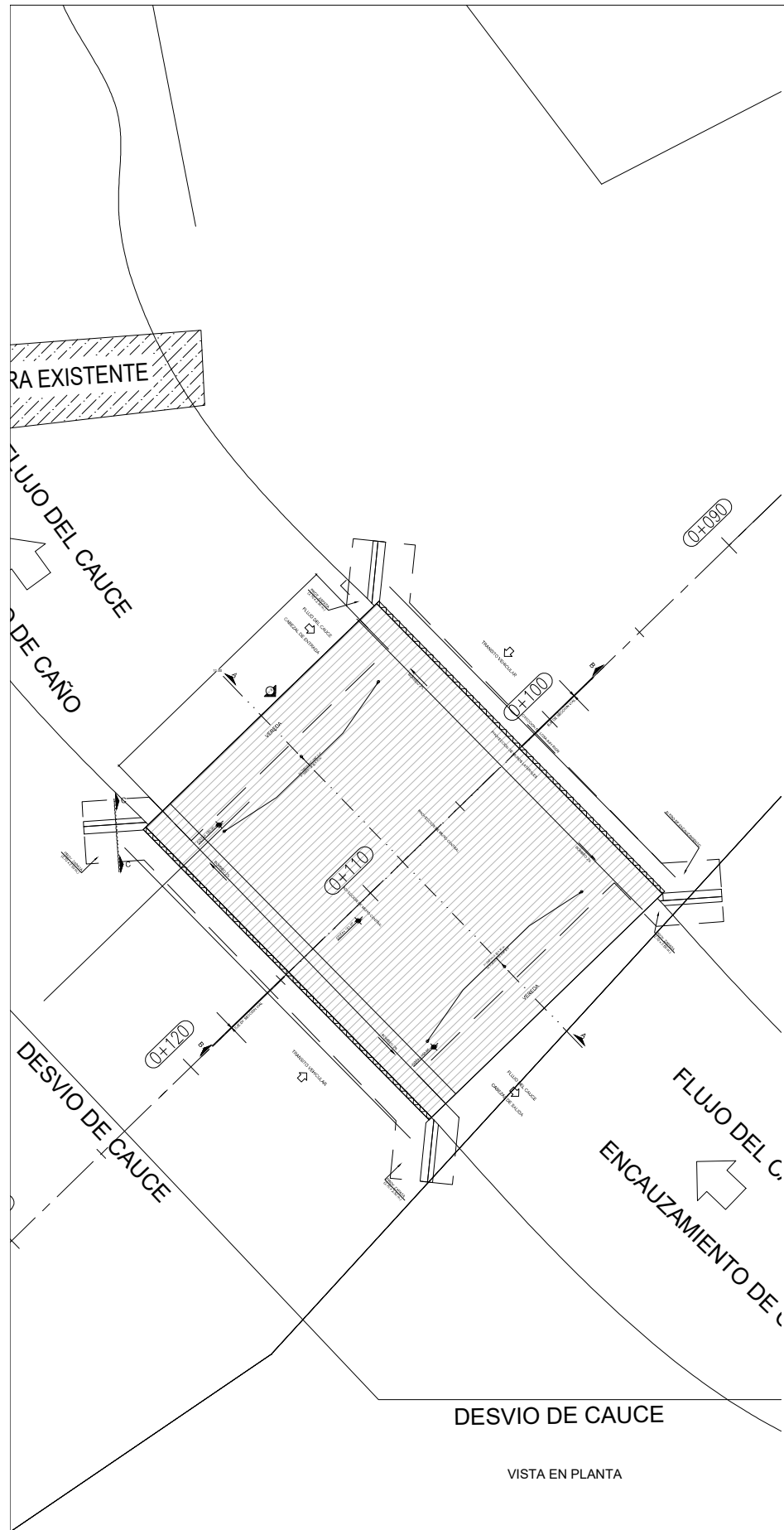
P2 - VISTAS DE PROPUESTA CON MCA

P3 - ALERO DE ENCAUZAMIENTO DE EMC

P4 - ALERO DE ENCAUZAMIENTO DE MCA

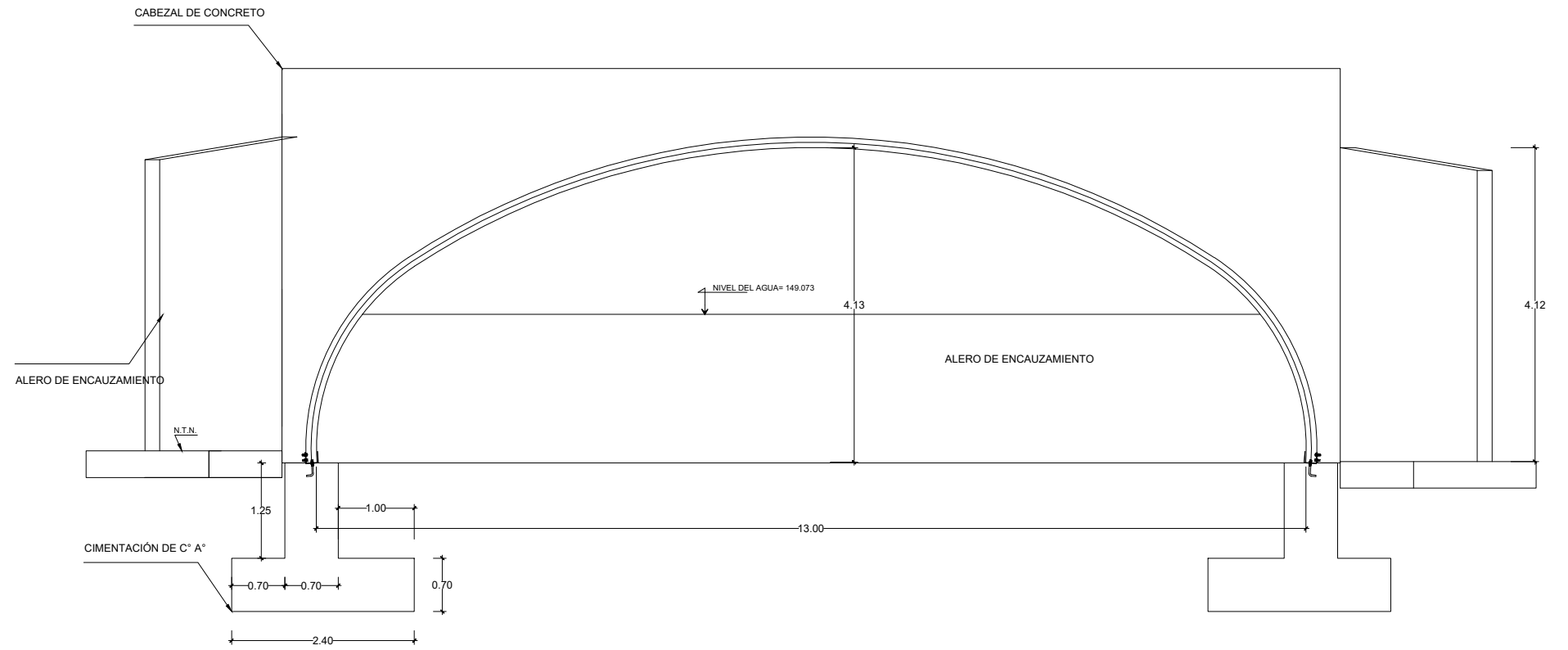
P5 - ARMADURA DE MCA

P6 - GEOMETRÍA Y DETALLES DE EMC

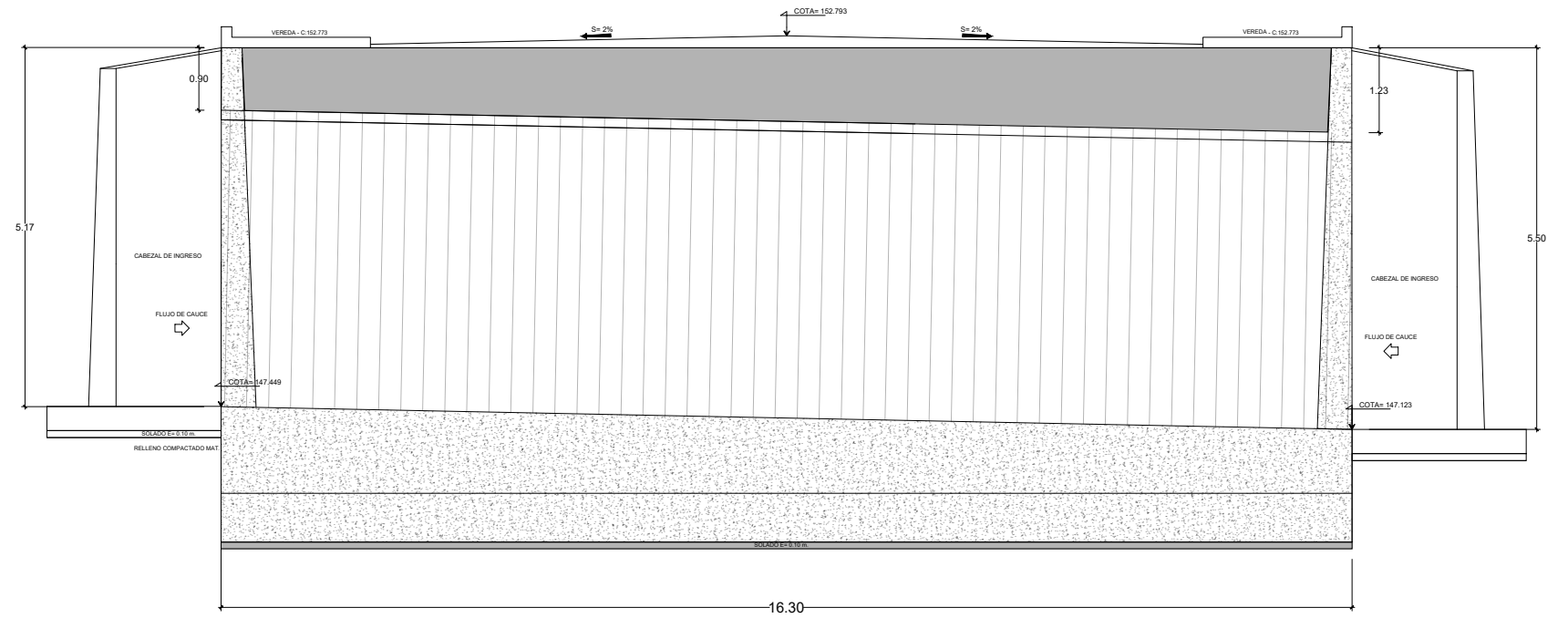


VISTA EN PLANTA

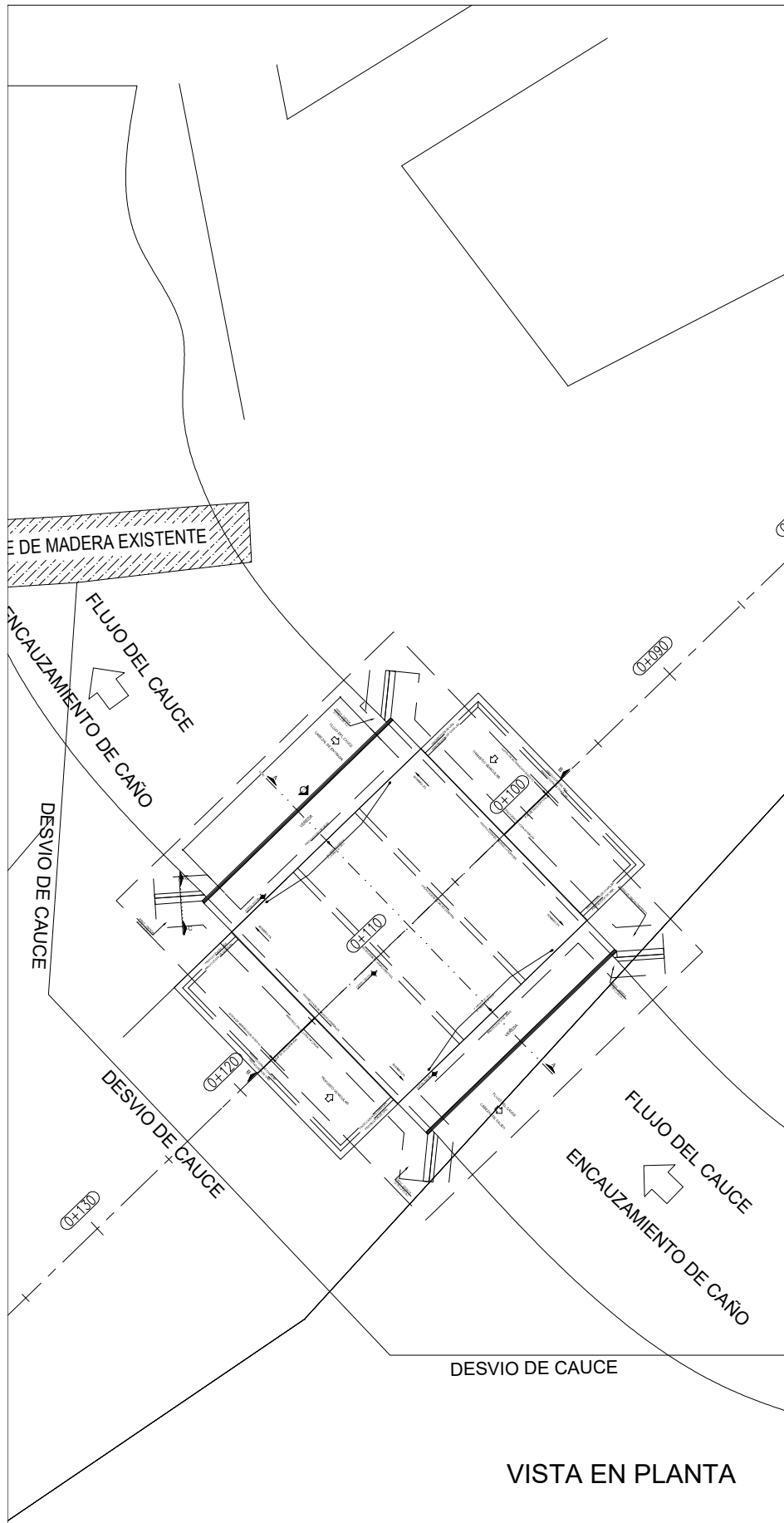
SECCIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA



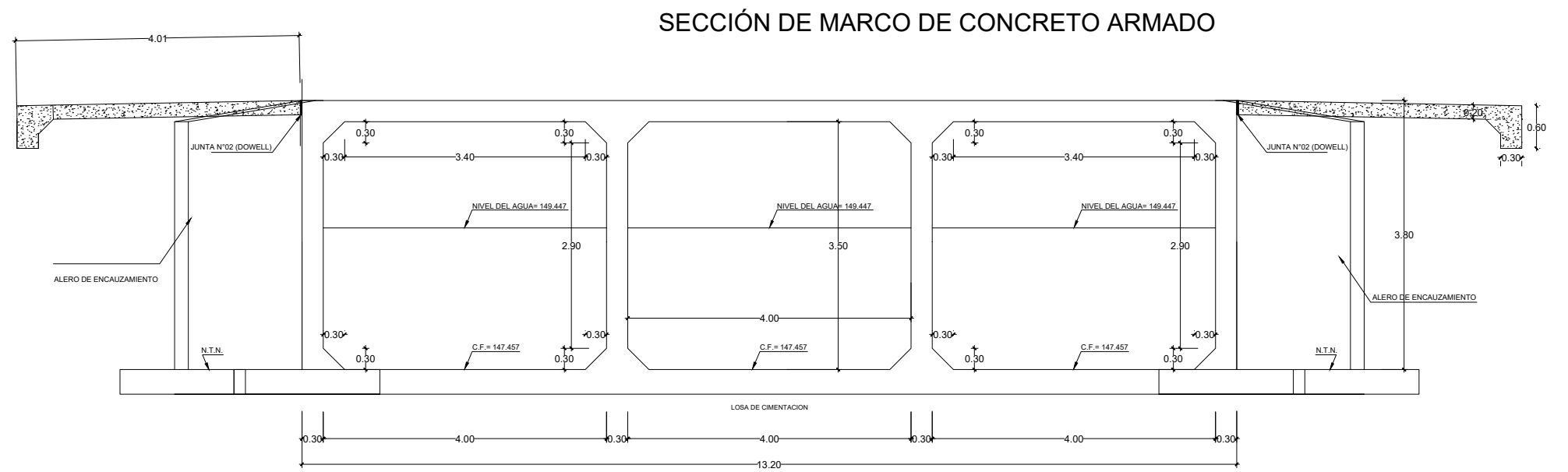
PERFIL LONGITUDINAL



PROYECTO:	PROPUESTA DE DRENAJE PLUVIAL		
PLANO:	VISTAS DE PROPUESTA CON ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA		
MODELO:	ESTRUCTURA METÁLICA ARCO DE PERFIL REBAJADO 4.13mx13.00m L=16.30m		
DIBUJÓ:	Mariano Salcedo	FECHA:	NOV. 2019
CÓDIGO:	P1		

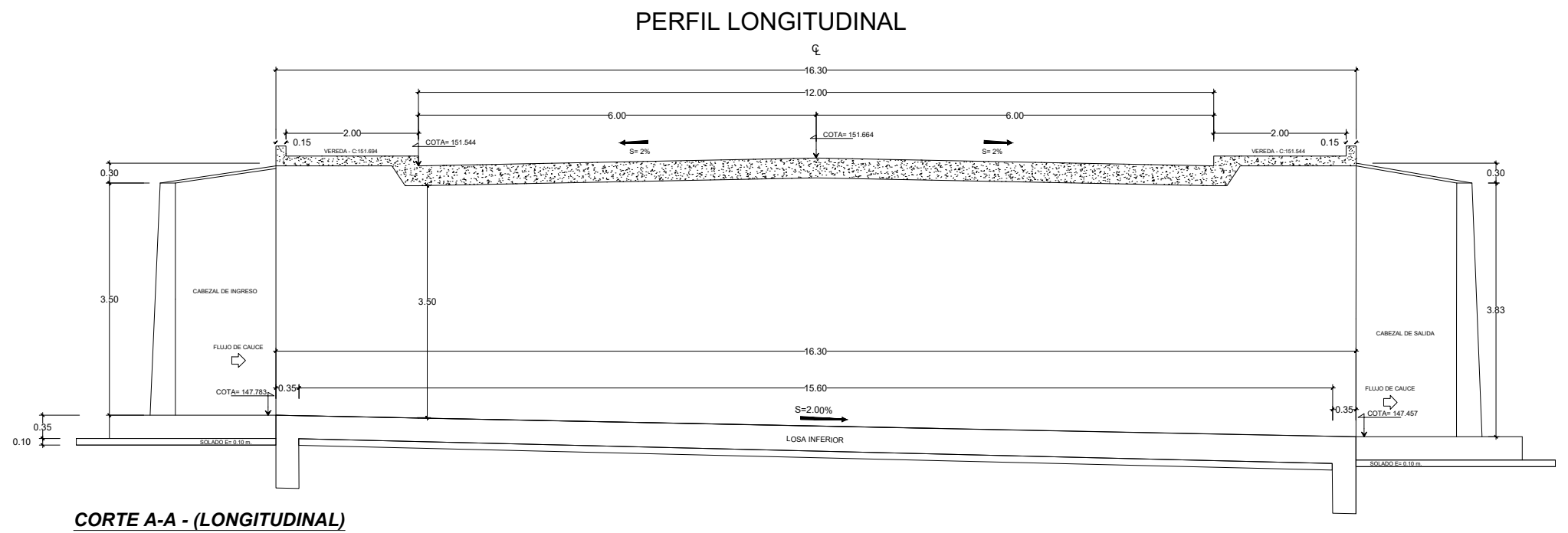


VISTA EN PLANTA



SECCIÓN DE MARCO DE CONCRETO ARMADO

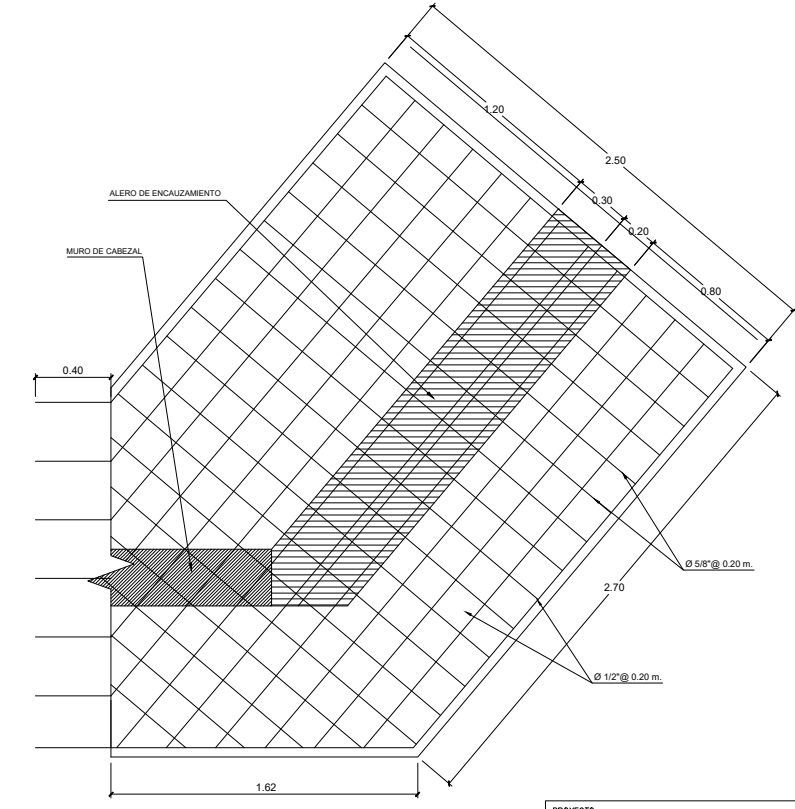
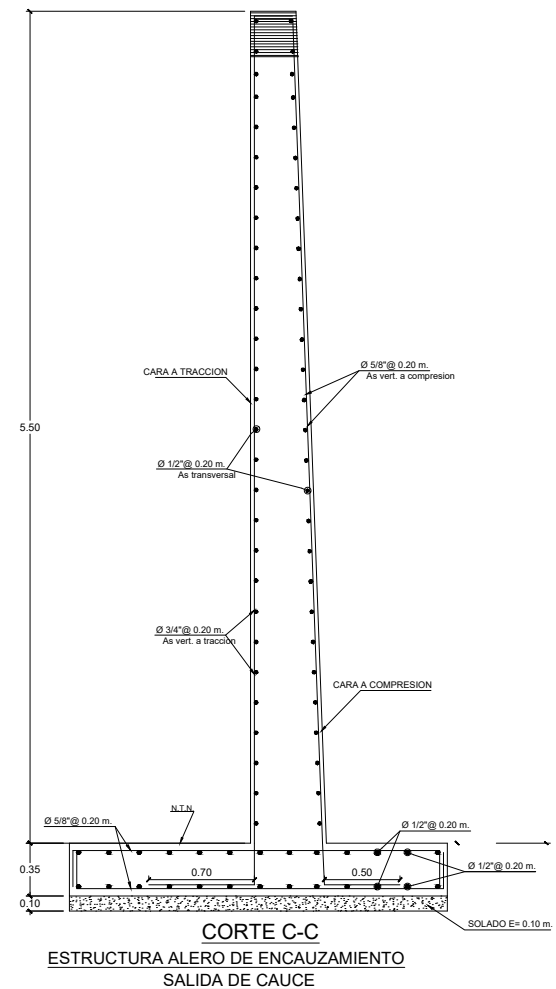
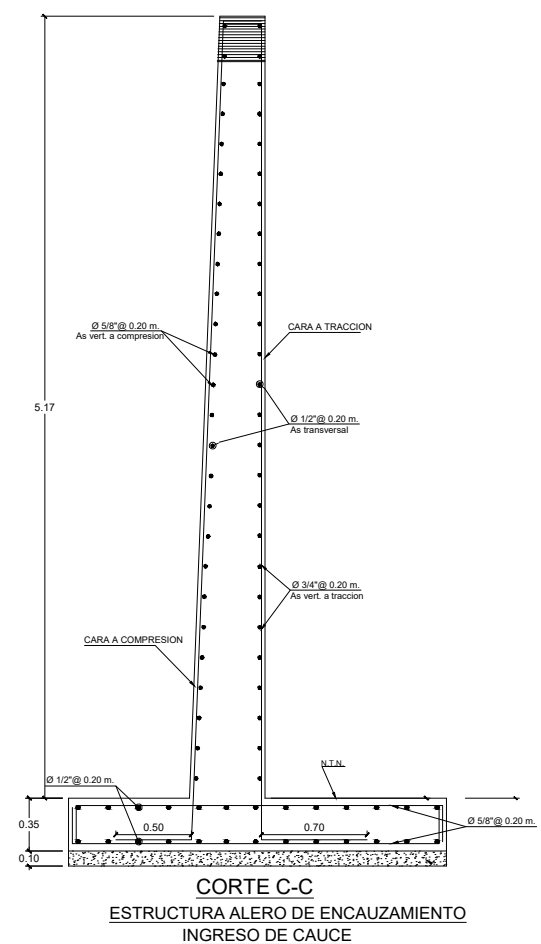
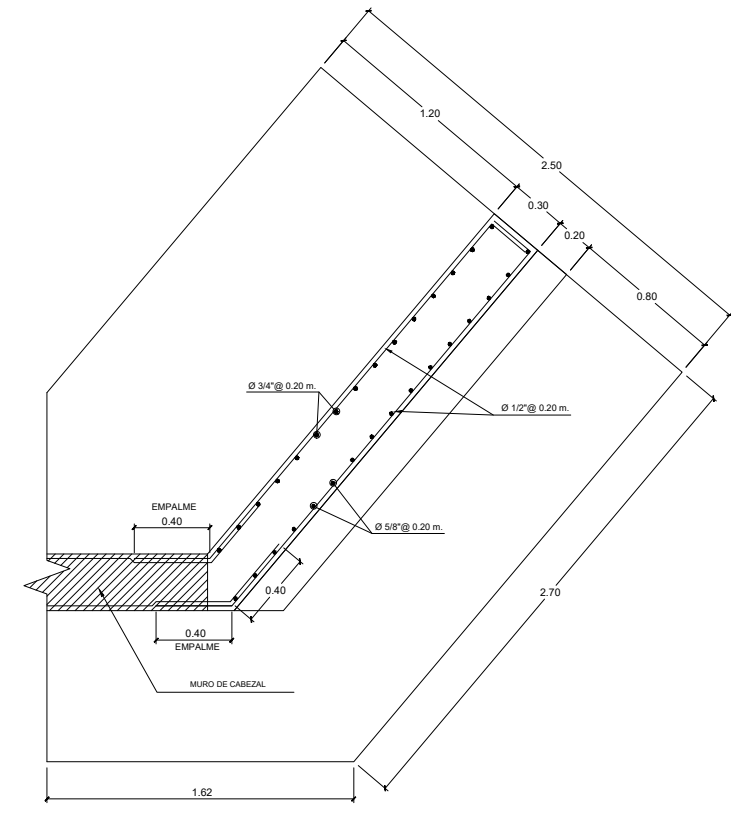
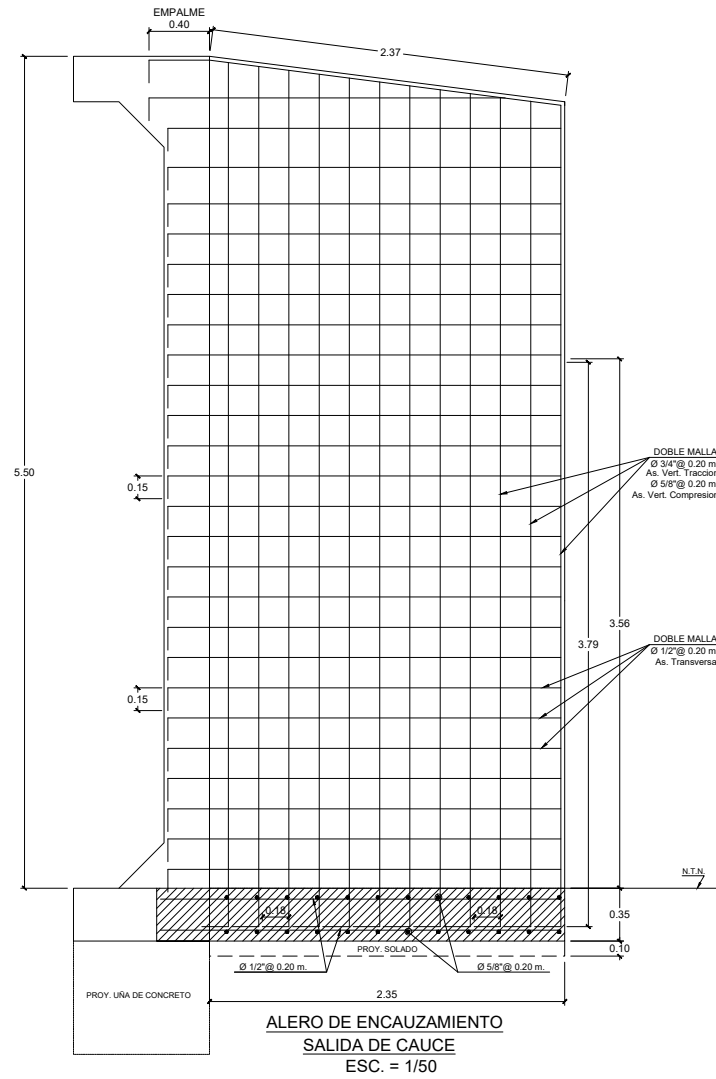
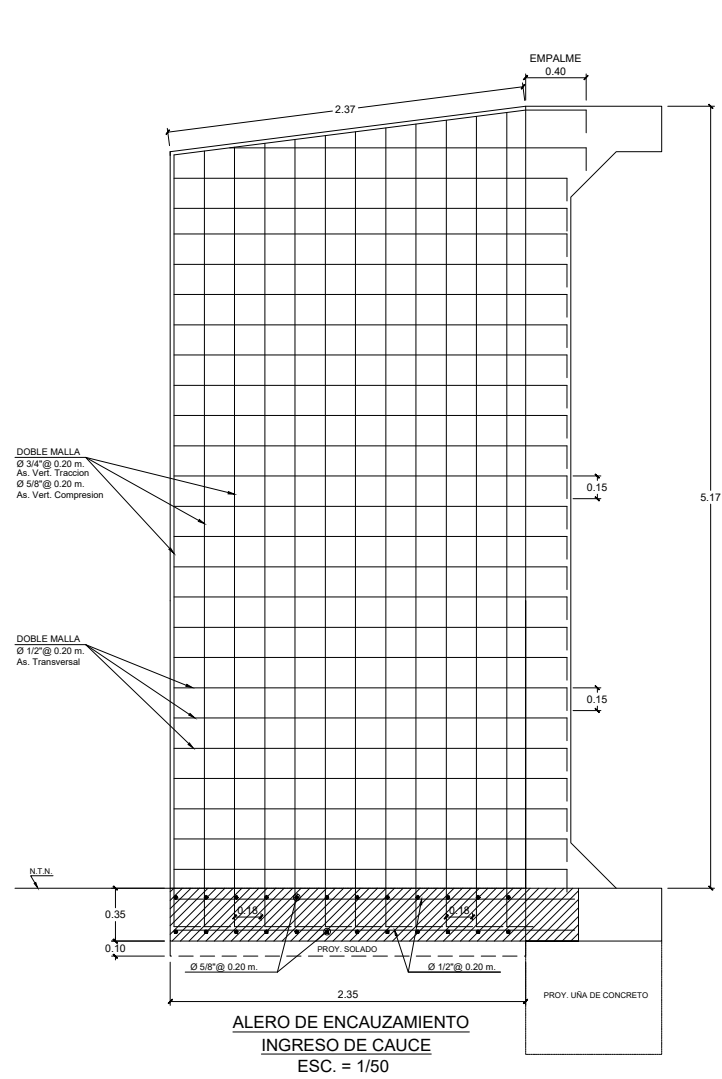
**ELEVACION ALCANTARILLA RECTANGULAR
TRES OJOS (4.00 x 4.00 m.)**



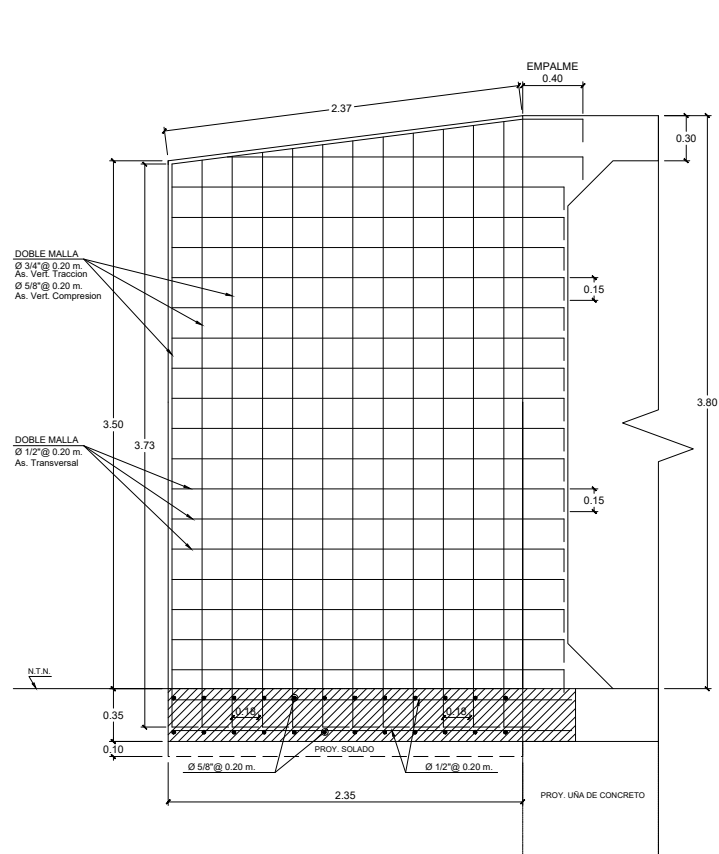
PERFIL LONGITUDINAL

CORTE A-A - (LONGITUDINAL)

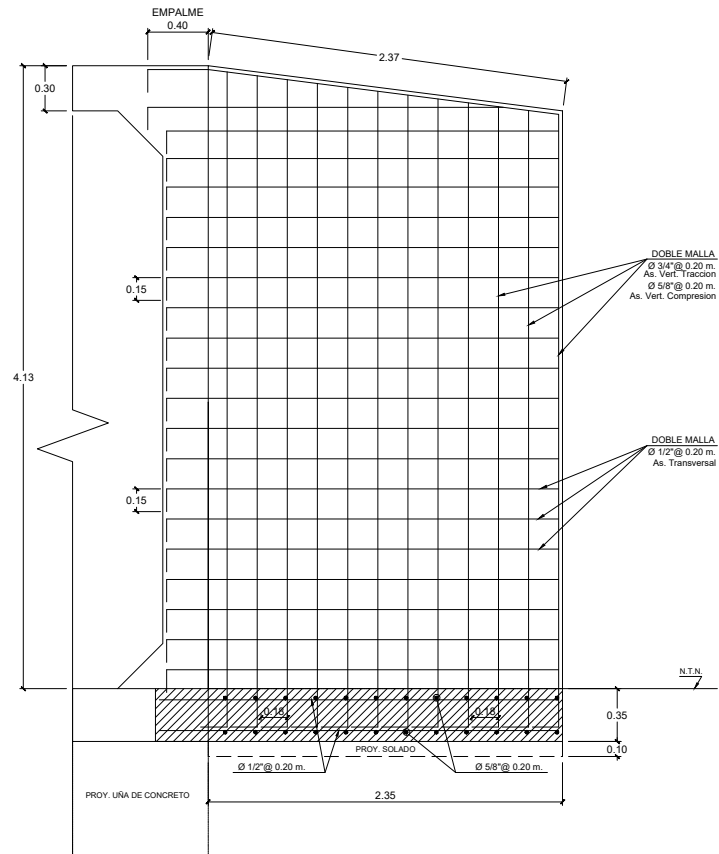
PROYECTO:	PROPUESTA DE DRENAJE PLUVIAL		
PLANO:	VISTAS DE PROPUESTA CON MARCO DE CONCRETO ARMADO		
MODELO:	MARCO DE CONCRETO ARMADO 3 OJOS L=16.30m		
DRUJOS:	Mariano Salcedo	FECHA:	NOV. 2019
		CODIGO:	P2



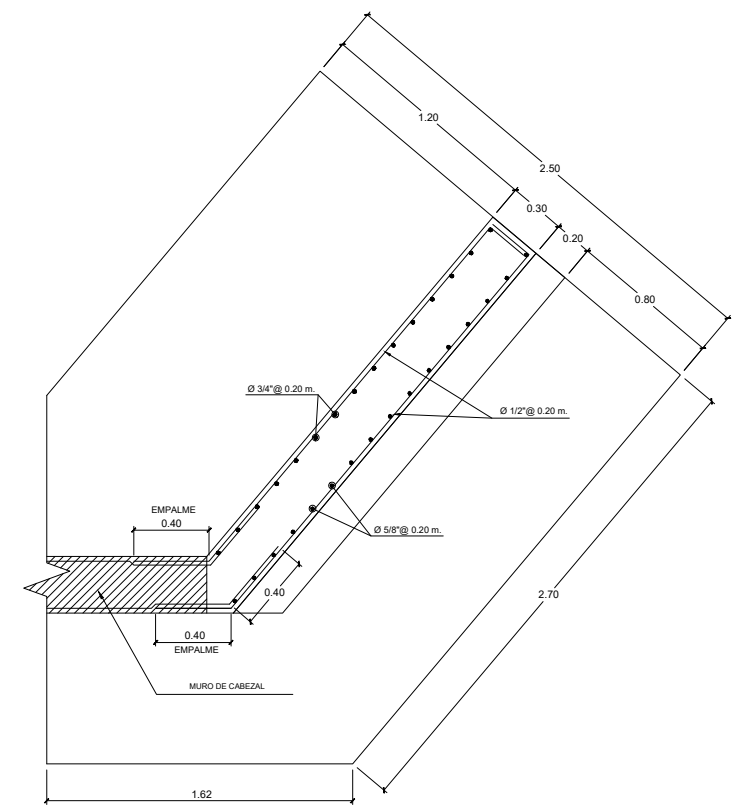
PROYECTO:	PROPUESTA DE DRENAJE PLUVIAL		
PLANO:	ALERO DE ENCAUZAMIENTO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA		
MODELO:	ESTRUCTURA METÁLICA ARCO DE PERFIL REBAJADO 4.13mx13.00m L=16.30m		
DEJUR:	Mariano Salcedo	FECHA:	NOV. 2019
CÓDIGO:			P3



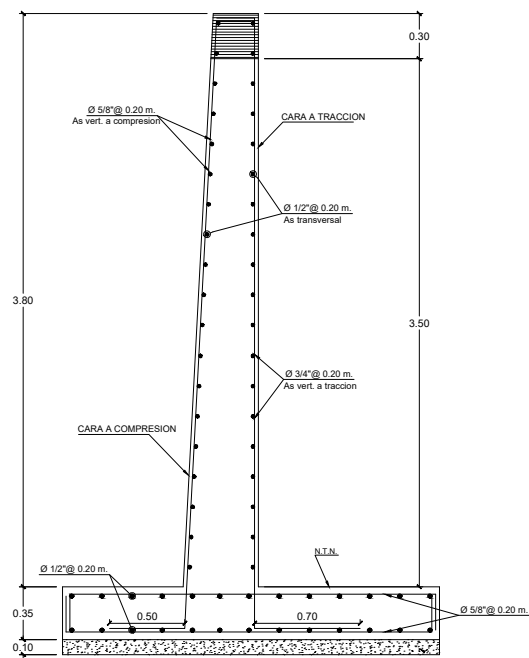
ALERO DE ENCAUZAMIENTO
INGRESO DE CAUCE
ESC. = 1/50



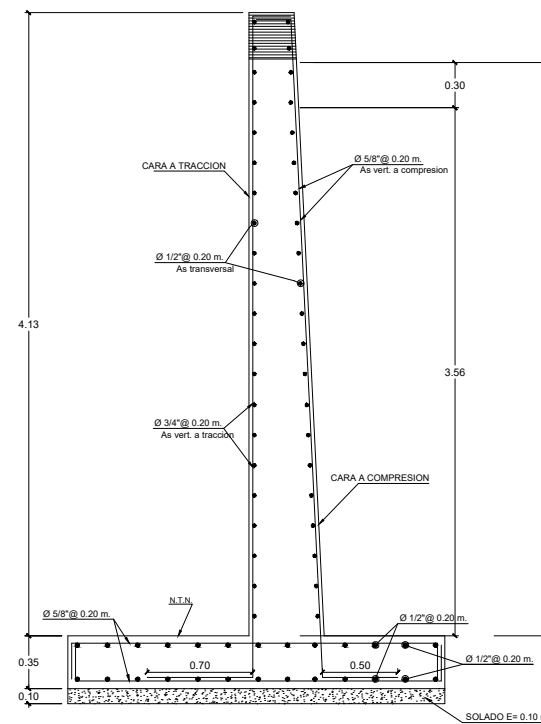
ALERO DE ENCAUZAMIENTO
SALIDA DE CAUCE
ESC. = 1/50



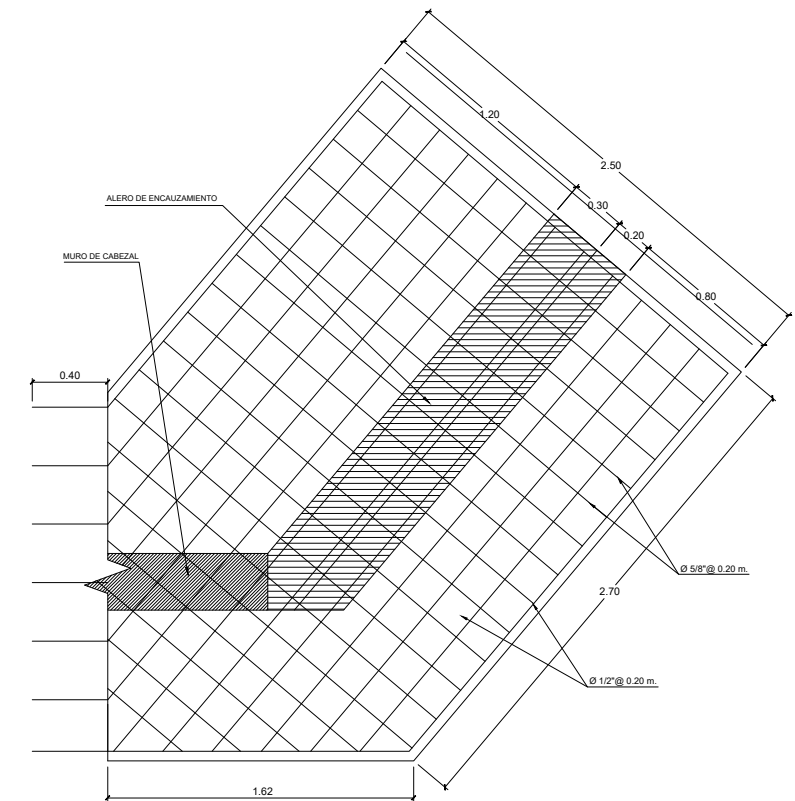
EMPALME DE ALERO DE ENCAUZAMIENTO
ESC. = 1/40



CORTE C-C
ESTRUCTURA ALERO DE ENCAUZAMIENTO
INGRESO DE CAUCE
ESC. = 1/50

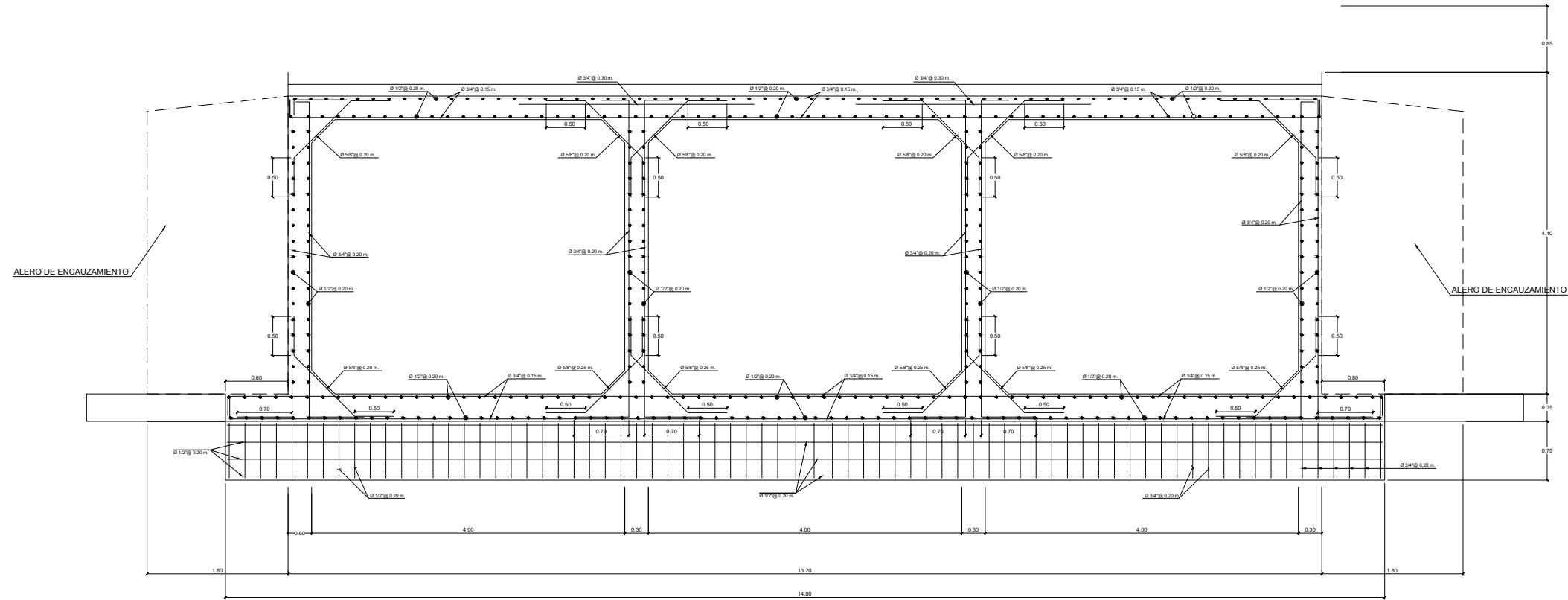


CORTE C-C
ESTRUCTURA ALERO DE ENCAUZAMIENTO
SALIDA DE CAUCE
ESC. = 1/50



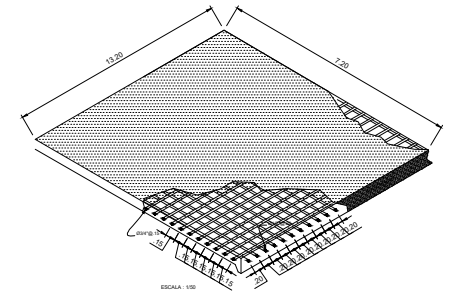
PLANTA ZAPATA EN ALERO DE ENCAUZAMIENTO
ESC. = 1/40

PROYECTO:	PROPUESTA DE DRENAJE PLUVIAL		
PLANO:	ALERO DE ENCAUZAMIENTO DEL MARCO DE CONCRETO ARMADO		
MODELO:	MARCO DE CONCRETO ARMADO 3 OJOS L=16.30m		
DIBUJADO:	Mariano Salcedo	FECHA:	NOV. 2019
		CÓDIGO:	P4



ELEVACION CABEZAL "E-1" DETALLE DE ACERO

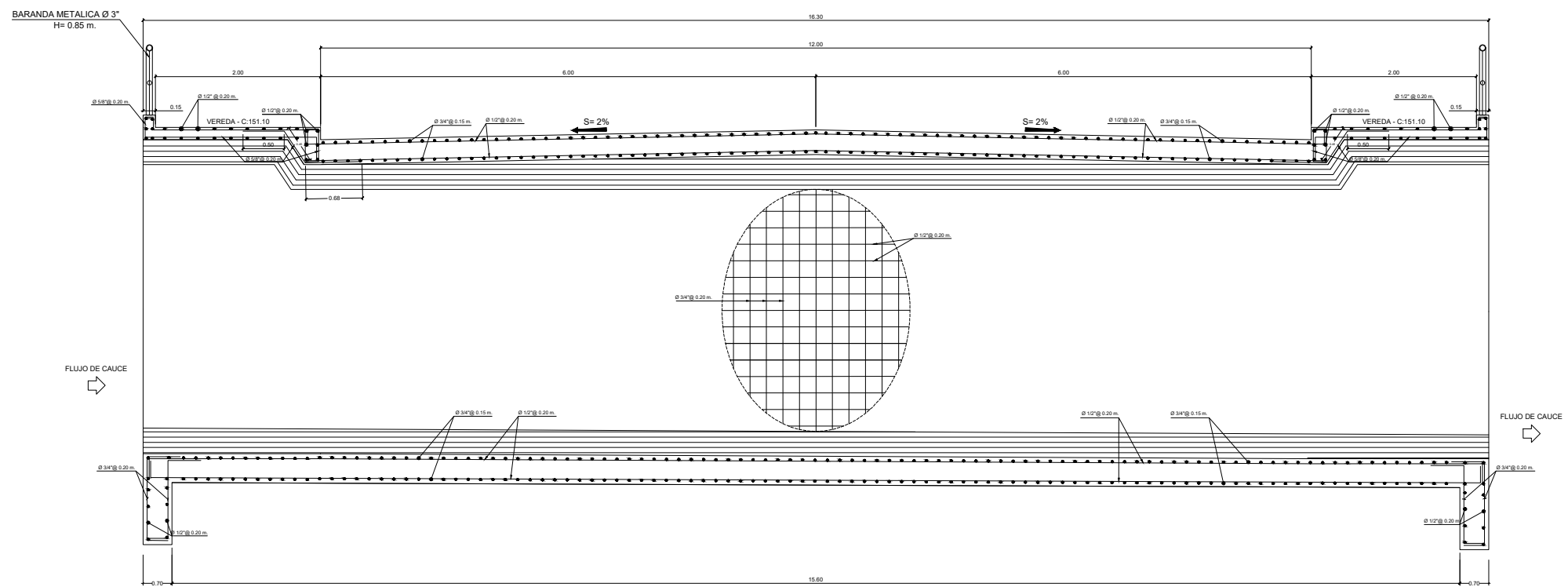
ESC. = 1/25



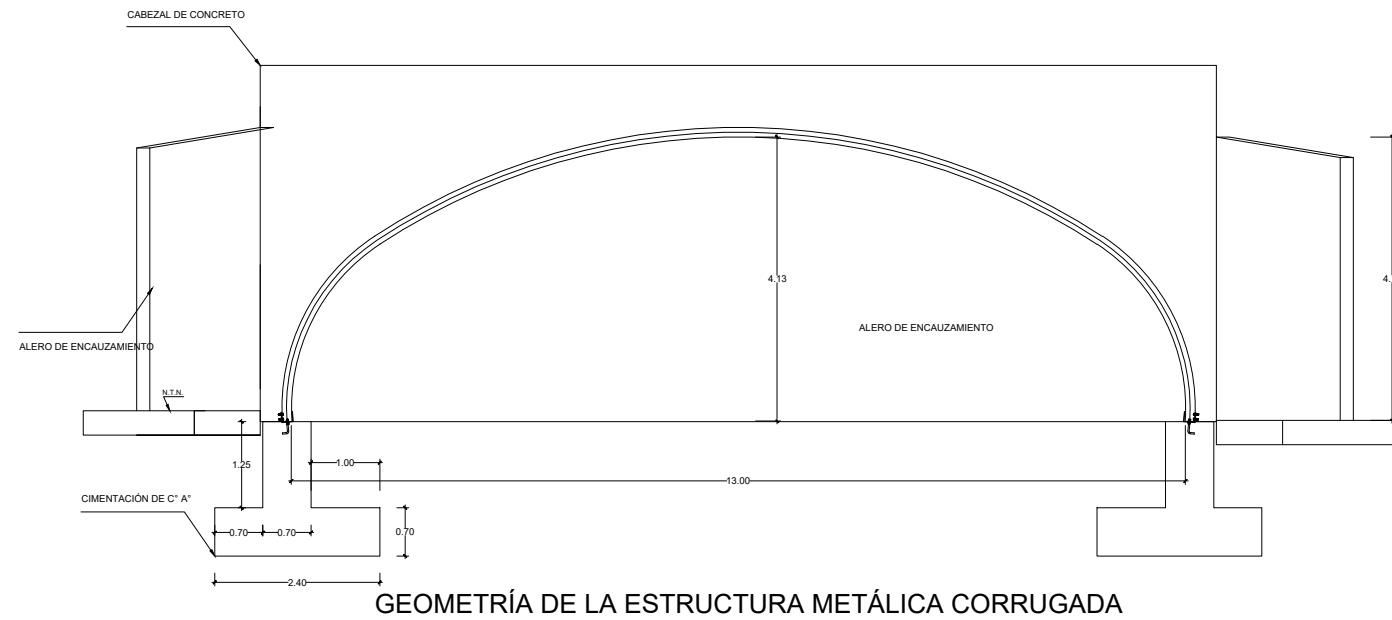
VISTA ISOMÉTRICA DE LOSA SUPERIOR

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- 1.0.- DE LOS MATERIALES:**
- 1.1.- CONCRETO**
- a)- CONCRETO SIMPLE
 - Sólido e= 0.10 m. = C/H= 1:10, Fc = 140 Kg/cm²
 - b)- CONCRETO ARMADO
 - Losa Superior = Fc = 210 Kg/cm²
 - Muros Laterales y Central = Fc = 210 Kg/cm²
 - Losa Inferior = Fc = 210 Kg/cm²
 - Muro Sardinell = Fc = 210 Kg/cm²
 - Zapatas = Fc = 210 Kg/cm²
 - Aleros de Encauzamiento = Fc = 210 Kg/cm²
- 1.2.- ACERO:**
- Llave de Fluencia = Fy = 4,200 Kg/cm²
- 2.0.- DE LOS RECRUBRIMIENTOS**
- Losa Inferior = 5.00 cm.
 - Muros Laterales = 3.00 cm.
 - Losa Superior = 3.00 cm.
 - Muro Sardinell = 3.00 cm.
 - Aleros de Encauzamiento = 5.00 cm.
 - Zapatas = 5.00 cm.
 - Uñas = 5.00 cm.
- 3.0.- DE LOS EMPALMES:**
- Ø 3/8" : 30 cm.
 - Ø 1/2" : 40 cm.
 - Ø 5/8" : 50 cm.
 - Ø 3/4" : 70 cm.
- 4.0.- DE LOS RELLENOS**
- Relleno Compactado Con Material de Prestamo Mejorado (80% H. 20% T.R.) con ligante Tierra roja
 - Relleno Compactado Con Material de Prestamo (Tierra Roja)
 - Compactar en capas de 0.20 cm, hasta alcanzar 95% maximo de Densidad Proctor modificado

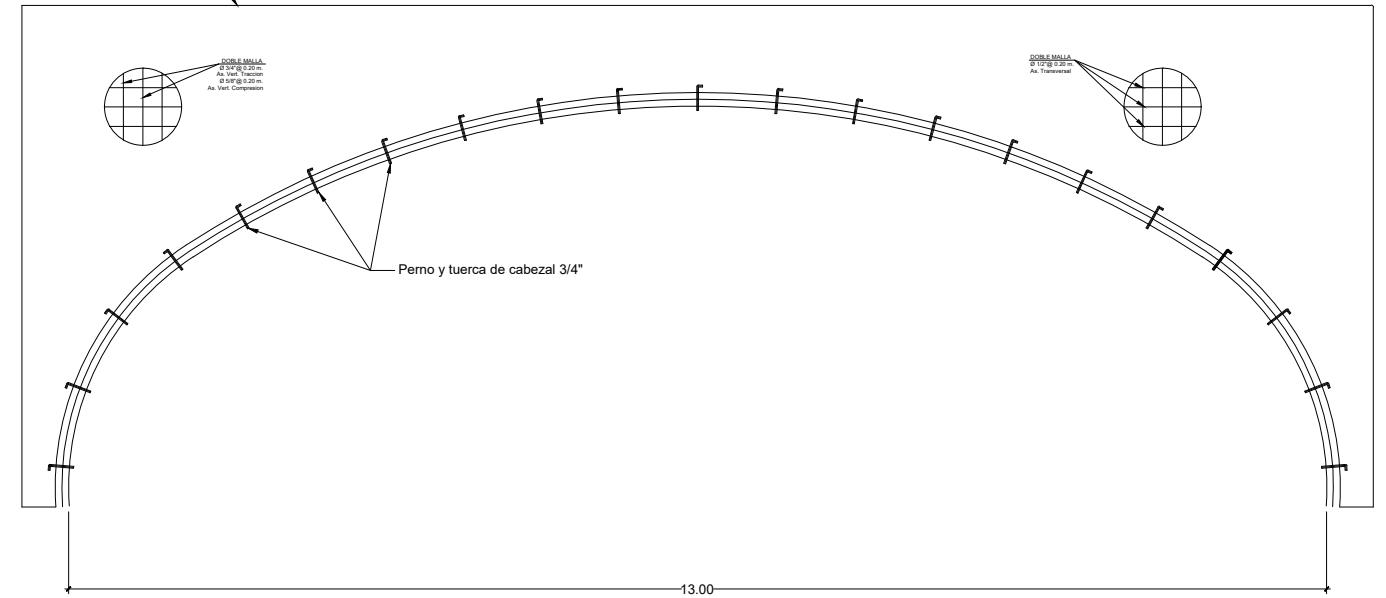


PROYECTO:	PROPUESTA DE DRENAJE PLUVIAL		
PLANO:	ARMADURA DE MARCO DE CONCRETO ARMADO		
MODELO:	MARCO DE CONCRETO ARMADO 3 OJOS L=16.30m		
DRUJUR:	Mariano Salcedo	FECHA:	NOV. 2019
		CÓDIGO:	P5

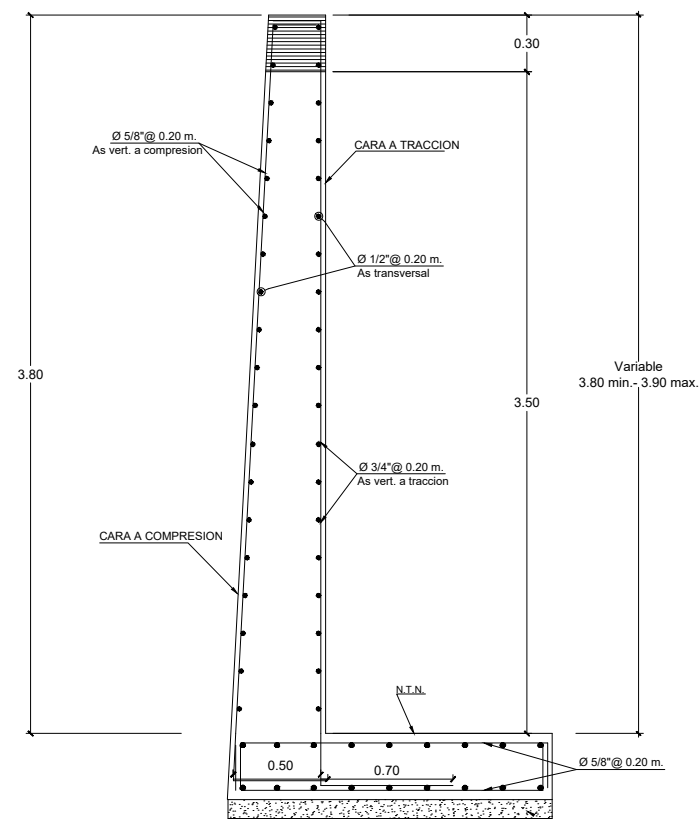


GEOMETRÍA DE LA ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA

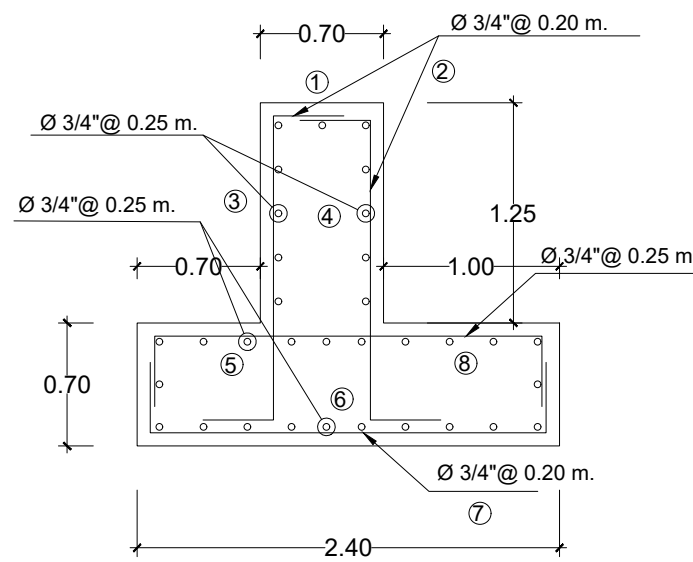
MURO CABEZAL DE CONCRETO ARMADO
ANCHO VARIABLE: 0.30m - 0.50 m



VISTA FRONTAL DE CABEZAL DE CONCRETO ARMADO Y REFUERZO



VISTA LATERAL DE CABEZAL DE CONCRETO ARMADO Y REFUERZO



SECCIÓN DE CIMIENTO CORRIDO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1.0.- DE LOS MATERIALES:

1.1.- CONCRETO:

a)- CONCRETO SIMPLE = C.H= 1:10, Fc = 140 Kg/cm²

- Solado = 0.10 m.

b)- CONCRETO ARMADO = Fc = 210 Kg/cm²

- Losa Superior = Fc = 210 Kg/cm²

- Muros Laterales y Central = Fc = 210 Kg/cm²

- Losa Inferior = Fc = 210 Kg/cm²

- Muro Sardinel = Fc = 210 Kg/cm²

- Zapatas = Fc = 210 Kg/cm²

- Aleros de Encauzamiento = Fc = 210 Kg/cm²

1.2.- ACERO: = Fy = 4,200 Kg/cm²

- Límite de Fluencia

2.0.- DE LOS RECUBRIMIENTOS

- Losa Inferior = 5.00 cm.

- Muros Laterales = 3.00 cm.

- Losa Superior = 3.00 cm.

- Muro Sardinel = 3.00 cm.

- Aleros de Encauzamiento = 5.00 cm.

- Zapatas = 5.00 cm.

- Uñas = 5.00 cm.

3.0.- DE LOS EMPALMES:

- Ø 3/8" : 30 cm.

- Ø 1/2" : 40 cm.

- Ø 5/8" : 50 cm.

- Ø 3/4" : 70 cm.

4.0.- DE LOS RELLENOS

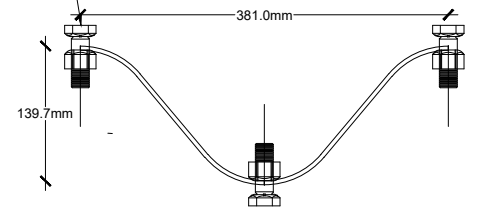
- Relleno Compactado Con Material de Prestamo Mejorado (80% H. 20% T.R.) con ligante tierra roja

- Relleno Compactado Con Material de Prestamo (Tierra Roja)

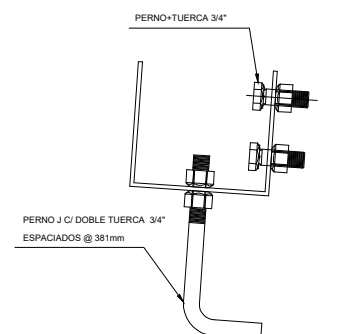
- Compactar en capas de 0.20 cm. hasta alcanzar 95% maximo de Densidad Proctor modificado

PERFIL DE CORRUGACIÓN

En el empalme van 3 pernos.
Los pernos son de Ø3/4"



CANAL DE ARRANQUE



PROYECTO:	PROPUESTA DE DRENAJE PLUVIAL		
PLANO:	GEOMETRÍA Y DETALLES DE LA ESTRUCTURA METÁLICA CORRUGADA		
MODELO:	ESTRUCTURA METÁLICA ARCO DE PERFIL REBAJADO 4.13mx13.00m L=16.30m		
DRUJUR:	Mariano Salcedo	FECHA:	NOV. 2019
		CÓDIGO:	P6