



**Universidad Técnica
Latinoamericana**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**“DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO
SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO,
DEL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN
SALVADOR”.**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
INGENIERO CIVIL**

PRESENTAN:

**CARLOS EDUARDO MARROQUIN OLMEDO
FERNANDO CARLOS MARROQUIN LEMUS
MARIO ALEJANDRO RODRIGUEZ GUARDADO**

**ASESOR DE TESIS:
ING. LUIS ALFREDO ALVARENGA TEJADA**

SANTA TECLA, 29 DE AGOSTO DE 2025



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

ING. ROSENDO MAURICIO SERMEÑO PALACIOS
RECTOR

DR. FRANCISCO ALFREDO CARRILLO LAREYNAGA
VICE-RECTOR

ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL

LIC. CARLOS ALBERTO COCA MUÑOZ
FISCAL

ING. MAURICIO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ING. MAURICIO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA
DIRECTOR DE ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

SANTA TECLA, 29 DE AGOSTO DE 2025



ASESOR

ING. LUIS ALFREDO ALVARENGA TEJADA

JURADO EVALUADOR

ING. JOSE LUIS GOMEZ COLORADO

ING. MIGUEL ANGEL RUBIO FRANCO

ING. MAURICIO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA

SANTA TECLA, 29 DE AGOSTO DE 2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS CATORCE

A las diecisiete horas del viernes veintinueve de agosto de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por CARLOS EDUARDO MARROQUIN OLMEDO en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

"DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR."

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de OCHO PUNTO CERO (8.0), el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO CIVIL

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.


ING. JOSÉ LUIS GÓMEZ COLORADO


ING. MIGUEL ÁNGEL RUBIO FRANCO


ING. MAURICIO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA


ING. ROOSELVEY ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS QUINCE

A las diecisiete horas del viernes veintinueve de agosto de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por FERNANDO CARLOS MARROQUIN LEMUS en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

**"DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO
SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL
MUNICIPIO DE SAN SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR."**

Se dio por aprobada, la parte escrita.

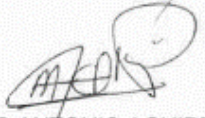
SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de SIETE PUNTO CUATRO (7.4), el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO CIVIL

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.


ING. JOSÉ LUIS GÓMEZ COLORADO


ING. MIGUEL ÁNGEL RUBIO FRANCO


ING. MAURICIO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA


ING. ROOSELVEIT ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS DIESCISEIS

A las diecisiete horas del viernes veintinueve de agosto de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por MARIO ALEJANDRO RODRIGUEZ GUARDADO en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

**"DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO
SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL
MUNICIPIO DE SAN SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR."**

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de SIETE PUNTO SIETE (7.7), el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO CIVIL

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.


ING. JOSE LUIS GOMEZ COLORADO


ING. MIGUEL ANGEL RUBIO FRANCO


ING. MAURICIO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA


ING. ROOSELVEY ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser mi roca y quien me dio las fuerzas para levantarme cada día. Sin su guía y su bendición, terminar este camino y mis estudios no habría sido posible, Gracias a Dios por ponerme a las personas correctas en mi vida, desde mis padres, mi esposa y familia, gracias Dios por este logro y confió en que siempre estarías conmigo en todos los otros logros que estarán.

A mis padres, Fernando Marroquín y Josett Menjívar. Gracias por no soltarme la mano, por el esfuerzo gigante de pagarme parte de la carrera y por estar siempre ahí, dándome ese apoyo incondicional que solo ustedes saben dar. Este triunfo es de ustedes.

A mi esposa, Carolina Bolaños. No tengo palabras suficientes para agradecerte por ser la persona que me mantuvo en pie. Gracias por creer en mí cuando yo estaba por rendirme, por motivarme a seguir adelante a pesar de cualquier circunstancia y por ser la verdadera razón de mi esfuerzo diario. Tú sabes mejor que nadie lo difícil que fue llegar aquí. Eres mi fuerza, mi hogar y el motor de mi vida; sin tu apoyo y tus palabras de aliento y motivación, este logro simplemente no existiría. Gracias por estar a mi lado, te lo agradeceré toda la vida. Te amo.

A mi abuela, Ángela Ávalos, por cada oración y cada bendición. Gracias por estar pendiente de mí en esas madrugadas que me tocaba salir y por cuidarme siempre con tu fe. A mis hermanos, Edwin y Fernando, por estar presentes en toda esta etapa universitaria y ser ese apoyo constante que uno siempre necesita de sus hermanos. A mi tía Lupe, por el gran apoyo que siempre le brindó a mis padres, ayudándonos a que todo esto fuera posible.

A los ingenieros y docentes, por compartir sus conocimientos técnicos conmigo y brindarme las herramientas necesarias para que este proyecto tenga el rigor de un trabajo de grado académico.

Carlos Eduardo Marroquin Olmedo

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso por haberme permitido culminar una de mis metas, de ser un profesional. Cada camino que he tomado a lo largo de mi vida, ha estado acompañándome, en cada decisión, en los fracasos, en los problemas y sobre todo en los triunfos, siempre ha estado presente.

Agradezco a mis abuelos Fernando Lemus Castro (Q.D.D.G) y Clementina González de Lemus (Q.D.D.G), Carlos Marroquín (Q.D.D.G) y Victoria Contreras de Marroquín (Q.D.D.G) quienes me enseñaron el valor del trabajo, por haberme enseñado la humildad, la honestidad y todos esos valores que me han forjado y convertido en la persona que soy. Agradezco a mi madre Ana Gloria Lemus (Q.D.D.G), que por su amor y sacrificio, me dio la oportunidad de seguir adelante en mi formación personal y profesional, sé que celebras junto con mis abuelos que he logrado obtener el título de Ingeniero Civil. Muchas gracias madre querida hasta el cielo. Agradezco a mi padre Oscar René Marroquín, por todos aquellos consejos que me brindo, a tender su mano en los momentos difíciles.

Agradecimientos a mi esposa Ángela Josett Olmedo, que me ha acompañado durante toda mi formación profesional, me ha enseñado a ser padre, juntos hemos superado obstáculos, juntos hemos visto crecer a nuestros hijos, juntos hemos recorrido muchos caminos para salir adelante. Ahora este logro no es solamente mío, es de ambos, gracias por compartir tu vida conmigo, gracias por haberme y seguir dándome lo mejor de ti, con mucho amor. Agradezco a mis hijos Fernando José, Carlos y Edwin, que me han llenado de alegría desde el momento que nacieron, enseñándome desde pequeños lo que es ser un padre, que, a pesar de mis errores, siguen dándome el amor, Gracias por haberme animado a culminar mi formación académica y profesional, Los amo hijos. Agradezco a Lucy Menjívar de Aceituno que más que mi cuñada, es mi hermana que me ha dado ese cariño y apoyo desde muchos años, gracias a su esposo Carlos y a su hijo Alex, por formar parte de mi vida y de mi familia.

Fernando Carlos Marroquín Lemus

AGRADECIMIENTOS

A Dios: Por ser el ingeniero de mi vida, por brindarme la sabiduría, la fortaleza y la perseverancia necesarias para superar cada obstáculo y permitirme culminar con éxito esta etapa profesional.

A mis padres, Andrea Guardado y Fernando Rodríguez: Por ser los cimientos de mi formación. Gracias por su sacrificio incondicional, por creer en mí desde el primer momento y por enseñarme que con esfuerzo y rectitud se construyen los grandes sueños. Este logro es tanto suyo como mío.

A mi esposa, Iris de Rodríguez: Por ser mi apoyo constante y mi mayor motivación. Gracias por tu paciencia infinita en las noches de desvelo, por tus palabras de aliento cuando el camino se tornaba difícil y por caminar a mi lado en la edificación de nuestro futuro. Eres el pilar que sostiene mis metas.

A mi abuelita, Edelmira de Rodríguez: Quien hoy me acompaña desde el cielo. Su recuerdo y sus enseñanzas fueron la luz que guio mis pasos. Aunque no pueda ver este momento físicamente, sé que celebra conmigo desde la gloria de Dios. Su legado de amor vive en este proyecto.

Mario Alejandro Rodríguez Guardado

INDICE

CAPITULO I: GENERALIDADES.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.1 TITULO DESCRIPTIVO DEL ESTUDIO O INVESTIGACIÓN.....	2
1.1.2 ANTECEDENTES Y/O GENERALIDADES DEL PROBLEMA	2
1.1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	3
1.1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.1.5 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1.6 JUSTIFICACIÓN.	5
1.1.7 ALCANCES DEL PROYECTO.....	6
1.1.8 LIMITANTES.	8
1.1.9 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	9
1.2 OBJETIVOS	9
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
1.3 MARCO DE REFERENCIA	10
1.3.1 FUNDAMENTOS SOCIOECONÓMICOS	10
1.3.2 FUNDAMENTOS CONCEPTUALES Y TEÓRICOS.	11
1.3.3 FUNDAMENTOS NORMATIVOS, JURÍDICOS, MEDIOAMBIENTALES E HISTÓRICOS.	13
CAPÍTULO II: MARCO CONCEPTUAL.....	14
2 PAVIMENTOS	15
2.1.1 GENERALIDADES DE PAVIMENTOS	15
2.1.2 FUNCIONES DE UN PAVIMENTO.....	16
2.1.3 PRINCIPALES TIPOS DE PAVIMENTOS	17
2.1.4 CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS	17

2.1.5	PROPIEDADES DE LOS PAVIMENTOS.....	29
2.1.6	MÉTODOS DE DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTOS	32
2.2	SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS.....	61
2.2.1	GENERALIDADES DEL SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS	61
2.2.2	TIPOS DE SISTEMAS DE AGUAS LLUVIAS	62
2.2.3	USOS DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	63
2.2.4	NORMAS TÉCNICAS PARA PROYECTOS DE SISTEMAS DE AGUAS LLUVIAS.....	65
2.3	SISTEMA DE AGUAS NEGRAS.....	66
2.3.1	GENERALIDADES DEL SISTEMA DE AGUAS NEGRAS.....	66
2.3.2	TIPO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	67
2.3.3	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE AGUAS NEGRAS	69
2.3.4	NORMAS TÉCNICAS PARA PROYECTOS DE SISTEMAS DE AGUAS NEGRAS	70
CAPITULO III: INVESTIGACIÓN DE CAMPO		72
3	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	73
3.1.1	GENERALIDADES.	73
3.1.2	DATOS AMBIENTALES DEL PROYECTO.....	73
3.1.3	EVALUACION DEL INMPACTO AMBIENTAL	77
3.2	ANALISIS TECNICO REGISTRAL	80
3.2.1	OBJETIVO DEL ESTUDIO TECNICO REGISTRAL	80
3.2.2	ESTUDIO CATASTRAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO.....	80
3.2.3	UTILIDAD DE LA INFORMACION CATASTRAL	81
3.3	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	82
3.3.1	GENERALIDADES Y OBJETIVOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	82
3.3.2	EQUIPO TOPOGRAFICO UTILIZADO	82
3.3.3	PERSONAL UTILIZADO	83

3.3.4	CRONOGRAMA DE TRABAJO	83
3.3.5	PROCESO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	84
3.3.6	PROCESAMIENTO DE DATOS TOPOGRÁFICOS.....	89
3.4	ESTUDIO DE SUELOS	89
3.4.1	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA.....	89
3.4.2	ENSAYOS APLICADOS A LAS MUESTRAS	90
3.5	ESTUDIO DE TRAFICO	99
3.5.1	GENERALIDADES	99
3.5.2	RECOLECCION DE DATOS	99
3.5.3	COMPOSICION DEL TRAFICO.	106
3.6	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL PROCEDIMIENTO DEL INSTITUTO NORTEAMERICANO DEL ASFALTO.....	107
3.6.1	DISEÑO DEL PAVIMENTO POR EL MÉTODO DEL INA.....	111
3.6.2	DISEÑO DE SECCION TIPICA DE CALLE	116
3.7	RECOLECCION DE DATOS HIDROLOGICOS.....	117
3.7.1	GENERALIDADES DE LOS DATOS HIDROLOGICOS.....	117
3.7.2	OBSERVACIONES PRELIMINIARES	117
3.7.3	FACTIBILIDAD DE AGUAS LLUVIAS.....	118
3.7.4	PUNTOS DE DESCARGA APROBADOS POR OPAMSS.....	119
3.8	ESTUDIO HIDROLOGICO	121
3.8.1	HIDROLOGIA DE QUEBRADA LA QUEBRADONA.....	121
3.8.2	PARAMETROS FISIOGRAFICOS DE CUENCA HIDROGRAFICA EN ESTUDIO.....	122
3.8.3	EVALUACION DE ESTACIONES METEOROLOGICAS EN LA ZONA DEL PROYECTO.	126
3.8.4	METODO DEL POLIGONO DE THIESSEN.....	127
3.8.5	PRECIPÍTACIONES MAXIMAS PREVISIBLES.....	130
3.8.6	MODELO DE ESCURRIMIENTO.	134

3.8.7	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	135
3.8.1	EVALUACIÓN DE COEFICIENTE DE ESCORRENTIA.....	137
3.8.2	CÁLCULO DE CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS.....	143
3.8.3	ANALISIS HIDRÁULICO DE QUEBRADA LA QUEBRADONA.....	143
3.8.4	REVISIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LA SECCIÓN DEL CAUCE EN LOS PUNTOS DE INTERES.	143
3.8.5	CÁLCULO DE CAUDALES GENERADOS POR EL ÁREA DEL PROYECTO. 144	
3.8.6	OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL PROYECTADAS.....	149
3.9	RECOLECCION DE DATOS PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUAS NEGRAS.....	151
3.9.1	OBSERVACIONES PRELIMINARES	151
3.9.2	FACTIBILIDAD DE AGUAS NEGRAS	152
3.9.3	AUTORIZACIÓN DE FACTIBILIDAD DE AGUAS NEGRAS.....	153
3.10	DISEÑO, ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS NEGRAS	155
3.10.1	CONSIDERACIONES TECNICAS PARA EL DISEÑO	155
3.10.2	DETERMINACION DEL CAUDAL DE DISEÑO	156
3.10.3	CALCULOS HIDRAULICOS	162
3.10.4	DISEÑO Y UBICACIÓN DE COLECTORES.....	166
	CAPITULO IV: ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	169
4.1	ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS OBTENIDOS DEL DISEÑO DE PAVIMENTO	170
4.1.1	ANALISIS E INTERPRETACION DEL ESTUDIO DE SUELO	170
4.1.2	OBJETIVO DEL ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO 170	
4.1.3	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS APLICADOS	170
4.1.4	OBJETIVO DEL ESTUDIO DE TRÁFICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO 171	

4.1.5	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN TÉCNICA DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO	172
4.1.6	APLICACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO DE SUELO AL DISEÑO DE PAVIMENTO	173
4.1.7	PLANOS DEL DISEÑO DE PAVIMENTO	174
4.2	ANÁLISIS E INTERPRETACION DE DATOS DEL SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO	174
4.2.1	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS PUNTOS DE DESCARGA OPAMSS	174
4.2.2	SÍNTESIS DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO	176
4.2.3	ANÁLISIS DE RED DE DRENAJE (DISEÑO HIDRÁULICO)	176
4.2.4	ANÁLISIS DEL DERRAMADERO HACIA QUEBRADA LA QUEBRADONA	178
4.2.5	ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA DESCARGA HACIA QUEBRADA LA QUEBRADONA	179
4.2.6	RELACIÓN CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO	180
4.2.7	PLANOS DEL SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS	180
4.3	ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUAS NEGRAS	181
4.3.1	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DEL DIÁMETRO DE TUBERÍAS	182
4.3.2	CRITERIOS TÉCNICOS PARA ELECCIÓN DE TUBERÍAS	183
4.3.3	DISEÑO DE POZOS Y ALINEAMIENTO	183
4.3.4	CONEXIÓN AL COLECTOR EXISTENTE	183
4.3.5	VELOCIDADES: REQUISITOS Y VERIFICACIÓN	184
4.3.6	PLANOS DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUAS NEGRAS	184
4.3.7	PRESUPUESTO DE LA CONSTRUCCION DEL PAVIMENTO, SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS Y SISTEMA DE AGUAS NEGRAS	185
5.1	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	188
5.1.1	CONCLUSIONES	188

5.1.2 RECOMENDACIONES.....	190
BIBLIOGRAFIA.....	191
ANEXOS.....	194

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla para el estudio de suelos.....	7
Tabla 2. Tabla de estudios.	8
Tabla 3. Condiciones de la Sub rasante para pavimentos empedrados	28
Tabla 4. Longitud de kilómetros por tipo de rodadura., año 2001	33
Tabla 5. Tabla de expansiones máximas.....	36
Tabla 6. Factor de distribución por carril	40
Tabla 7. Espesor mínimo del terreno de fundación según el valor de NTD.....	42
Tabla 8. Diferentes relaciones entre los espesores de un pavimento para concreto asfáltico, base granular y sub base granular.	43
Tabla 9. Clasificación del tráfico según el NTI.....	44
Tabla 10. Espesor mínimo de carpeta asfáltica según valor NTD.	45
Tabla 11. Índice de Serviciabilidad en función de calidad de la vía.	50
Tabla 12. Calidad del drenaje conforme al tiempo de evacuación	54
Tabla 13. Coeficientes de drenaje (mi) recomendados.....	54
Tabla 14. Efecto de la Sub base no Tratada sobre los valores k	59
Tabla 15. Valores k de Diseño para Sub base tratadas con cemento	59
Tabla 16. Tasas Anuales de Crecimiento de Tráfico y factores de Proyección Correspondientes.	60
Tabla 17. Datos ambientales del proyecto.....	74
Tabla 18. Categoría de actividades, obras o proyectos con impacto ambiental potencial bajo (PIAB)	79
Tabla 19. Equipo topográfico utilizado.....	82
Tabla 20. Cronograma del levantamiento topográfico.	84
Tabla 21. Resultado de ensayo granulométrico.....	94
Tabla 22. Porcentaje retenido de la granulometría	94
Tabla 23. Resultados de Limites, estación 0+350m	96
Tabla 24. % de Humedad de Proctor, estación 0+350m	96
Tabla 25. Densidad del suelo, estación 0+350m	97
Tabla 26. Diseño propuesto para formato de estudio de trafico.....	102
Tabla 27. Resumen de volumen de tráfico diario y clasificación de tráfico.....	103
Tabla 28. Cálculo del TDPA.....	104
Tabla 29. Resumen del Transito Promedio Diario Anual	104
Tabla 30. Composición de tráfico.	106
Tabla 31. Factor de distribución por carril.	108
Tabla 32. Factores de corrección del NTI	109
Tabla 33. Espesores mínimos de carpeta asfáltica (INA)	110
Tabla 34. Factores de equivalencia entre capas convencionales y capas de concreto asfáltico.....	111
Tabla 35. Análisis de espesor mínimo	115

Tabla 36 Parámetros fisiográficos de sub cuencas de quebrada “La Quebradona”	124
Tabla 37 – Coeficientes morfológicos de subcuenca #1.	124
Tabla 38 – Parámetros morfométricos de subcuenca #1.	125
Tabla 39 – Coeficientes morfológicos de subcuenca #2.	125
Tabla 40 – Parámetros morfométricos de subcuenca #2.	126
Tabla 41 – Estaciones meteorológicas utilizadas para el trazo de polígonos de Thiessen.	128
Tabla 42 – Intensidad de precipitación máxima anual – Estación Boquerón.	131
Tabla 43 – Parámetros fisiográficos y tiempo de concentración de cuencas en estudio.	137
Tabla 44 – Estimación del Coeficiente de Escorrentía.	141
Tabla 45 – Cálculo de C Ponderado de cuencas hidrográficas en estudio.	142
Tabla 46 – Cálculo de caudales máximos instantáneos de cuencas en estudio.	143
Tabla 47 – Áreas de recogimiento impermeables de aporte al drenaje longitudinal.	147
Tabla 48 – Áreas de recogimiento semipermeables de aporte al drenaje longitudinal.	147
Tabla 49 – Caudales áreas de recogimiento impermeables de aporte al drenaje longitudinal.	148
Tabla 50 – Caudales áreas de recogimiento semipermeables de aporte al drenaje longitudinal....	148
Tabla 51 – Cálculo y dimensionamiento hidráulico de colector de drenaje pluvial proyectado en área de proyecto.	150
Tabla 52. Datos de visita de campo para solicitar factibilidad de aguas negras.	151
Tabla 53. Detalle de colectores encontrados.	152
Tabla 54. Especificaciones técnicas para diseño de sistema de aguas negras.	154
Tabla 55. Anuario estadístico del año 2007.	157
Tabla 56. Resumen de población en la zona urbana por San Salvador.	158
Tabla 57. Resultados de la tasa de crecimiento poblacional.	159
Tabla 58. Consumos específicos.	160
Tabla 59. Cuadro de áreas de aportes para cada tramo de pozo a pozo de aguas negras	165
Tabla 60. Resultados de los ensayos	171
Tabla 61. Parámetros finales aplicados al diseño del pavimento	172
Tabla 62. Parámetros de Diseños Aplicados.	173
Tabla 63. Resultados del diseño de pavimento	173
Tabla 64. Puntos de descarga aprobados por OPAMSS	175
Tabla 65. Resumen de parámetros relevantes del estudio.	176
Tabla 66. Caudales máximos estimados	176
Tabla 67. Datos técnicos de tramos de tubería de red principal	176
Tabla 68. Distancias entre pozos	177
Tabla 69. Características técnicas del derramadero	178
Tabla 70. Influencia del estudio hidrológico sobre el diseño vial	180
Tabla 71. Parámetros Generales	181
Tabla 72. Justificación Hidráulica en base en el programa H canales	182
Tabla 73. Detalles de pozos	183
Tabla 74. Cuadro resumen del diseño.	184
Tabla 75. Velocidades calculadas	184
Tabla 76. Volumen y clasificación del tráfico del día miércoles	211
Tabla 77: Volumen y clasificación del tráfico del día jueves	211
Tabla 78: Volumen y clasificación del tráfico del día viernes.	212

Tabla 79: Volumen y clasificación del tráfico del día sábado	212
Tabla 80: Volumen y clasificación del tráfico del día domingo	213
Tabla 81: Volumen y clasificación del tráfico del día lunes.....	213
Tabla 82: Volumen y clasificación del tráfico del día martes.....	214

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Estructura de un pavimento flexible.	20
Ilustración 2. Sección típica de la estructura de un pavimento flexible	21
Ilustración 3. Estructura de un pavimento rígido.....	25
Ilustración 4. Sección típica de la estructura de un pavimento rígido.	26
Ilustración 5. Estructura de pavimento de adoquín	27
Ilustración 6. Espesor completo de concreto asphaltico.....	37
Ilustración 7. Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y los diferentes ensayos.	39
Ilustración 8. Diagramas para la determinación del Índice de Grupo.	48
Ilustración 9. Espesores de pavimento flexible para diferentes índices de grupos.....	49
Ilustración 10. Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica.	53
Ilustración 11. Relación entre la resistencia, la flexión y la edad de diseño.	58
Ilustración 12. Visualizador grafico de VIGEA	77
Ilustración 13. mapa catastral de la comunidad Chanmico.	81
Ilustración 14. Estación total utilizada.....	83
Ilustración 15. Recorrido de levantamiento topográfico.....	85
Ilustración 16, Colocación de PLG 1 - inicio de levantamiento.....	85
Ilustración 17. Nivelación de estación total y verificación de datos	86
Ilustración 18. Levantamiento de niveles de calle	87
Ilustración 19. Levantamiento de sección de calle.....	87
Ilustración 20. Levantamiento de eje de calle.	87
Ilustración 21. Levantamiento de limitación de terrenos	88
Ilustración 22. Levantamiento de Prolongación Alberto Masferrer Norte, calle al volcán. Y calle mano de León.	88
Ilustración 23. Levantamiento de cunetas existente en Prolongación Alberto Masferrer.....	88
Ilustración 24. Levantamiento de arriates centrales y pozos existentes de A.LL.....	89
Ilustración 25. Ubicación Geográfica de las muestras.....	90
Ilustración 26. Piedra pómez.	92
Ilustración 27. Mallas utilizadas para ensayo	93
Ilustración 28. Copa de casa grande para determinación de limite líquido.	95
Ilustración 29. Cilindros para determinar el límite plástico	95
Ilustración 30. Arena Arcillosa de baja plasticidad, color café Claro (SC), ASSHTO A-4.....	97
Ilustración 31. Correlación aproximada entre la clasificación de suelos y los diferentes ensayos...	98
Ilustración 32. Conteo vehicular	101
Ilustración 33. Conteo Vehicular	101
Ilustración 34. Sección de calle y quebradas	118
Ilustración 35. Esquema de ubicación del área con factibilidad de drenaje de aguas lluvias.....	119

Ilustración 36. Punto de Descarga 1 superficial a caja de aguas lluvias.....	120
Ilustración 37. Punto de descarga 2 superficial a caja de aguas lluvias.....	120
Ilustración 38. Punto de descargar 3 adyacente a la quebrada	120
Ilustración 39. Punto de descarga 4 adyacente a la quebrada	121
Ilustración 40. Punto de descarga natural 5. Hacia la quebrada “La Quebradona”	121

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variación diaria de vehículos	103
Figura 2. Conteo del TDPA por vehículo.....	105
Figura 3. Porcentaje de TDPA.....	105
Figura 4. Composición de tráfico.....	106
Figura 5. Análisis de tránsito según NTI.....	113
Figura 6. Análisis del espesor total	114
Figura 7. Cuenca y sub-cuencas de Quebrada La Quebradona.	123
Figura 8. Determinación de Estación de Influencia mediante Polígonos de Thiessen.	129
Figura 9. Curvas I-D-F de Estación Boquerón.	133
Figura 10. Mapa de Pendientes del terreno en área del proyecto.	139
Figura 11. Mapa de Uso de Suelo de cuenca en estudio.	140
Figura 12. Cálculo de C Ponderado de cuencas en estudio.	142
Figura 13. Tirante alcanzado en sección de punto de interés.....	144
Figura 14. Áreas de recogimiento de aporte al drenaje pluvial de la vía.	146
Figura 15. Determinación de diámetro de tubería en Hcanales.....	163

INTRODUCCION

En el contexto urbano actual, caracterizado por un crecimiento demográfico acelerado, una expansión desordenada y una presión constante sobre los recursos y servicios públicos, el desarrollo, mejoramiento y mantenimiento de las infraestructuras urbanas se convierten en pilares fundamentales para el adecuado funcionamiento de las ciudades. Entre estas infraestructuras, destacan por su importancia estratégica los pavimentos viales, los sistemas de aguas lluvias y los sistemas de aguas negras, los cuales desempeñan un papel esencial en la movilidad, la gestión ambiental y la salud pública. La adecuada planificación, diseño y ejecución de estas infraestructuras no solo garantiza la funcionalidad y la eficiencia del entorno urbano, sino que también incide directamente en la seguridad vial, la resiliencia ante eventos climáticos extremos y la calidad de vida de la población.

En este marco, el municipio de San Salvador, presenta zonas urbanas con marcadas deficiencias en materia de infraestructura vial y servicios básicos, especialmente en comunidades periféricas como el cantón Chanmico. Esta localidad, situada estratégicamente en la prolongación norponiente de la Avenida Alberto Masferrer, alberga aproximadamente a 76 familias, lo que representa una población cercana a los 304 habitantes. La configuración demográfica de la comunidad se caracteriza por una diversidad generacional, con un número importante de niños y personas adultas mayores, lo cual incrementa la vulnerabilidad ante condiciones inadecuadas del entorno físico. Las tipologías habitacionales evidencian una heterogeneidad arquitectónica y socioeconómica, con viviendas construidas en bloques de concreto, ladrillo rojo y lámina, alternadas con terrenos baldíos y espacios subutilizados.

La comunidad de Chanmico cuenta con tres accesos principales que la conectan con la red urbana del municipio de San Salvador. Estos accesos incluyen entradas desde la Plaza Nicaragua, frente a los Condominios Vistas de Masferrer, y desde puntos cercanos al restaurante Jade, sobre la Avenida Masferrer Norte. Estas vías de acceso cumplen una función clave no solo en la movilidad interna y externa de los residentes, sino también en la vinculación de la comunidad con centros de trabajo, educación, salud y comercio, subrayando su importancia dentro del sistema urbano metropolitano.

No obstante, a pesar de su ubicación estratégica y de la dinámica comunitaria que se observa en el territorio, la comunidad Chanmico enfrenta desafíos considerables en materia de infraestructura urbana básica. La calle principal, que constituye el eje vial central de la comunidad, se encuentra en un estado avanzado de deterioro. Las fallas estructurales del pavimento, como fisuras, baches, pérdida de material y deformaciones superficiales, afectan negativamente la transitabilidad peatonal y vehicular, aumentando el riesgo de accidentes y dificultando el acceso a servicios públicos esenciales. De igual manera, el sistema de aguas lluvias presenta deficiencias críticas: su diseño actual es insuficiente para gestionar adecuadamente el caudal durante la temporada invernal, provocando anegamientos recurrentes, erosión del suelo y daños a las viviendas, lo que compromete seriamente la habitabilidad del entorno.

A estas problemáticas se suma la falta de un sistema adecuado de aguas negras, lo cual representa un riesgo potencial sanitario para los habitantes y el medio ambiente, debido a la posible infiltración de aguas residuales en el subsuelo y la contaminación de cuerpos receptores. La ausencia de un sistema de aguas negras eficiente incrementa la vulnerabilidad de la comunidad frente a enfermedades de origen hídrico, además de limitar su desarrollo urbano sostenible.

En respuesta a estas problemáticas identificadas, el presente proyecto de tesis se orienta al diseño integral de tres componentes clave de infraestructura urbana: el pavimento de la calle principal, considerando criterios estructurales, funcionales y económicos; un sistema de aguas lluvias técnicamente dimensionado que asegure una adecuada captación del agua lluvias y un sistema de aguas negras que cumpla con las normativas técnicas vigentes, garantizando el manejo seguro y eficiente de las aguas residuales domésticas.

El enfoque metodológico de este estudio combina fundamentos teóricos y prácticos de la ingeniería civil, apoyados en herramientas de análisis estructural, hidráulico e hidrosanitario, junto con una evaluación contextual basada en trabajo de campo.

CAPITULO I: GENERALIDADES

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 TITULO DESCRIPTIVO DEL ESTUDIO O INVESTIGACIÓN

“Diseño de Pavimento, Drenaje Pluvial y Alcantarillado Sanitario de la calle principal de la comunidad Chanmico, del Municipio de San Salvador, Departamento de San Salvador”.

1.1.2 ANTECEDENTES Y/O GENERALIDADES DEL PROBLEMA

La calle principal de la comunidad Chanmico cuenta con 433.00 metros de calle rustica sin drenajes subterráneos ni superficiales y 50 metros de calle de concreto que solamente cuenta con cordón cuneta.

La comunidad se encuentra organizada legalmente como ASOCIACION COMUNAL CASERIO CHANMICO “ASOCHAM” y está en el año 2016 realizo acciones en conjunto con la Alcaldía Municipal de San Salvador para realización del proyecto de “Pavimentación de 50 metros de calle en la comunidad Chanmico, San Salvador, San Salvador” a través de “Una obra x Dia”

La Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), diseñó y construyó el proyecto de introducción de agua potable al Cantón Chanmico, actualmente todos los lotes tienen acceso al agua potable.

En el año 2019, la Alcaldía Municipal de San Salvador (AMSS) realizó trabajos de mantenimiento en la calle, que incluyeron la nivelación y conformación de la vía utilizando material reciclado de pavimento asfáltico y emulsión asfáltica.

Desde el año 2021 la ADESCO “ASOCHAM” ha estado solicitando al Ministerio de Obras Públicas y a la Alcaldía de San Salvador la pavimentación de toda la calle y la construcción de sus drenajes adecuados.

Actualmente los residentes de la comunidad por su propia cuenta reparan tramos de calles para que puedan circular los vehículos.

1.1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La comunidad de Chanmico, ubicada en el Municipio de San Salvador, Departamento de San Salvador, enfrenta desafíos significativos relacionados con la infraestructura vial y los sistemas de drenaje pluvial y alcantarillado sanitario en su calle principal. Actualmente, la falta de un pavimento adecuado y sistemas eficientes de drenaje pluvial y alcantarillado sanitario ha causado una serie de problemas, tales como: Deterioro del Pavimento:

La calle principal presenta un pavimento deteriorado que no solo afecta la movilidad y seguridad de los vehículos y peatones, sino que también incrementa los costos de mantenimiento y reparación. Inundaciones y Estancamiento de Agua.

Durante las temporadas de lluvia, la ausencia de un sistema adecuado de Sistema de aguas lluvias resulta en inundaciones frecuentes y estancamiento de agua, lo cual afecta la calidad de vida de los residentes y puede generar daños estructurales en las viviendas; problemas de saneamiento: La falta de un sistema eficiente de alcantarillado sanitario puede llevar a la acumulación de aguas residuales, lo cual representa un riesgo para la salud pública y el medio ambiente.

1.1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo se puede diseñar un sistema integral de pavimento, drenaje pluvial y alcantarillado sanitario que mejore la infraestructura vial y las condiciones sanitarias de la calle principal de la comunidad de Chanmico, garantizando la durabilidad, funcionalidad y sostenibilidad de las obras?

1.1.5 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

La importancia de investigar y desarrollar un diseño integral de pavimento, drenaje pluvial y alcantarillado sanitario para la calle principal de la comunidad Chanmico radica en varios aspectos críticos:

Mejora de la Infraestructura Vial:

Seguridad Vial: Un diseño adecuado de pavimento mejorará la seguridad para conductores y peatones, reduciendo el riesgo de accidentes causados por el deterioro de la calzada.

Durabilidad: La implementación de técnicas y materiales modernos asegurará una mayor durabilidad del pavimento, disminuyendo los costos de mantenimiento y reparación a largo plazo.

Gestión Eficiente del Agua Lluvia:

Prevención de Inundaciones: Un sistema de drenaje pluvial eficiente mitigará las inundaciones que actualmente afectan la accesibilidad y la calidad de vida en la comunidad durante las temporadas de lluvias intensas.

Protección de Infraestructura: Evitar la acumulación de agua en la superficie prolongará la vida útil del pavimento.

Saneamiento y Salud Pública:

Reducción de Riesgos Sanitarios: Un sistema de alcantarillado sanitario adecuado eliminará la acumulación de aguas residuales en la vía pública, disminuyendo el riesgo de enfermedades transmitidas a través del agua.

Mejora del Entorno: La eliminación de aguas residuales contribuirá a un entorno más limpio y saludable, mejorando la calidad de vida de los residentes.

Impacto Ambiental:

Sostenibilidad: La investigación y el diseño de estos sistemas considerarán prácticas sostenibles y amigables con el medio ambiente, reduciendo la contaminación y el impacto ambiental.

Conservación de Recursos Hídricos: Un manejo adecuado de las aguas pluviales y residuales ayudará a conservar los recursos hídricos y proteger los ecosistemas locales.

Desarrollo Económico y Social:

Fomento del Comercio y la Movilidad: Una infraestructura vial mejorada facilitará el comercio y la movilidad, impulsando el desarrollo económico de la comunidad.

Atracción de Inversiones: La mejora de la infraestructura puede atraer nuevas inversiones y proyectos, generando empleo y desarrollo local.

En resumen, la investigación en el diseño de pavimento, drenaje pluvial y alcantarillado sanitario para la calle principal de Chanmico no solo abordará problemas críticos de infraestructura y saneamiento, sino que también ofrecerá soluciones integrales que mejorarán significativamente la calidad de vida, la salud pública y el desarrollo sostenible de la comunidad.

Esta investigación tiene el potencial de servir como modelo para otras comunidades con desafíos similares, contribuyendo al desarrollo urbano y la mejora de la infraestructura en el país.

1.1.6 JUSTIFICACIÓN.

Con una estructura de pavimento y un adecuado sistema de recolección de aguas lluvias se evitará los problemas de inaccesibilidad por el mal estado de la calle, evitando también posibles accidentes a personas vulnerables como son los ancianos, niños y mujeres embarazadas, así como evitar las inundaciones en la parte más baja de la comunidad, evitar la erosión de los terrenos o de la misma calle, que en un futuro a causa de la escorrentía superficial pueda ocasionar cárcavas. Contribuirá impulsar el desarrollo, ya que conlleva a que incremente la plusvalía de los terrenos y darle un mejor aspecto a la comunidad.

Al diseñar el sistema de alcantarillado, se evitará el uso de letrinas y fosas sépticas lo cual eliminaría el problema de la infiltración de patógenos y contaminantes directos al suelo, que conlleva al deterioro de los mantos acuíferos.

1.1.7 ALCANCES DEL PROYECTO.

Diagnóstico y Evaluación Inicial:

Inspección Visual y Levantamiento Topográfico: Realización de una inspección visual detallada y levantamiento topográfico con estación total de la calle principal para identificar las condiciones actuales del pavimento, drenaje y alcantarillado.

Análisis de Suelos: Realizar estudios de suelos para evaluar las características físicas y mecánicas del suelo.

Diseño del Pavimento:

Desarrollar una estructura de pavimento que soporte las cargas de tráfico previstas en función de TPDA por medio de un estudio de tráfico.

Diseño del sistema de aguas lluvias:

Evaluación Hidrológica: Realización de estudios hidrológicos para determinar las características de precipitación y escorrentía en la zona.

Diseño de Infraestructura de Drenaje: Diseño de sistemas de drenaje de aguas lluvias, incluyendo cunetas, alcantarillas, colectores y sistemas de retención, para prevenir inundaciones y gestionar adecuadamente el agua de lluvia.

Diseño del sistema de aguas negras:

Evaluación de Demanda: Determinación de la capacidad y demanda del sistema de alcantarillado sanitario basado en la población actual y futura de la comunidad.

Diseño de Red de Alcantarillado: Desarrollo del diseño de la red de alcantarillado, incluyendo tuberías y pozos de inspección.

Normativas y Regulaciones: Aseguramiento de que el diseño cumpla con todas las normativas vigentes del país.

Análisis de Impacto Ambiental:

Evaluación Ambiental: Realización de una evaluación de impacto ambiental para identificar y mitigar posibles efectos negativos de las obras de construcción en el entorno natural.

A continuación, se presenta tabla de los estudios de suelos a realizar.

Tabla 1. Tabla para el estudio de suelos.

TABLA PARA EL ESTUDIO DE SUELOS PARA SUB RASANTE			
Ensayo	Norma		Descripción
	ASTM	AASHTO	
Granulometría	D422 y D1140.	T-11 y T-27	Clasificación del material por el tamaño de sus partículas.
Límites de Atterberg	D4318	T88 y T89	Determinación de su consistencia para su clasificación.
Proctor modificado	D1557	T180, METODO D	Densidad en función del contenido humedad.
CBR	D1883 o correlación	T193	Resistencia al corte de un suelo bajo las condiciones de humedad y densidad controladas

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta una tabla detallada que contiene los estudios que se llevarán a cabo como parte del desarrollo del proyecto. Esta recopilación permite visualizar de manera organizada y clara las investigaciones necesarias para cumplir con los objetivos planteados y garantizar la viabilidad técnica, económica y ambiental de la propuesta.

Tabla 2. Tabla de estudios.

TABLA DE ESTUDIOS	
Estudio	Descripción.
Estudio Registral -Catastral	Se trata de la recopilación un conjunto de datos de los inmuebles que sean necesarios según criterio que estén involucrados o en colindancias con el objeto de estudio verificando u obteniendo información de su estructura, titularidad, localización, extensión, uso, o los elementos que sean necesarios. Es decir, su información técnica legal.
Levantamiento topográfico	Se trata de un estudio técnico y descriptivo del terreno para examinar la superficie tomando en cuenta las características físicas del terreno en su planimetría y altimetría.
Estudio Hidrológico	Se enfocará en los procesos naturales que afectan el ciclo del agua en la superficie terrestre, como la precipitación, escorrentía y infiltración.
Estudio Hidráulico	Se centrará en el diseño y análisis de estructuras y sistemas que manejan y controlan el agua. Empleado en la ingeniería para asegurar la eficiencia y seguridad de las infraestructuras hidráulicas.
Estudio de tráfico.	Para determinar la estadística o volumen de tránsito existente. Este servirá para realizar el diseño de la estructura de pavimento.

Fuente: Elaboración propia

1.1.8 LIMITANTES.

No se cuenta con todo el equipo necesario para realizar los ensayos de laboratorio por lo que se tendrá que contratar a un laboratorio de suelos.

Disponibilidad limitada de fondos para la realización de estudios.

El trabajo de investigación se limitará a los tiempos de entregas de resoluciones, factibilidades e información que se requiera por parte las instituciones competentes ya que estos pueden tardarse en tiempo e incurrir en gastos que no se tengan previstos.

Debido a que la mayoría de las casas que se han construido a lo largo de la calle del proyecto, la sección transversal natural de la calle tiene un ancho promedio de 5.00 metros

1.1.9 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.

Tiempo

A partir del mes de noviembre de 2021 hasta octubre de 2023.

Espacio

Se diseñará únicamente la estructura de pavimento flexible, diseño del sistema de aguas lluvias y sistema de aguas negras.

Este documento se limita únicamente al diseño técnico.

Existen diferentes métodos para poder determinar los espesores de la carpeta asfáltica, pero en este documento nos enfocaremos a utilizar solamente el método del Instituto del Asfalto, donde se considera al pavimento como un sistema elástico multicapa (Capa de rodadura y base de concreto asfáltico, capa de rodadura y bases con emulsiones asfálticas, así como capa de rodadura asfáltica con base y sub base granulares)

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL.

Diseñar la estructura de pavimento, sistema de recolección de aguas lluvias y sistema de aguas negras de la calle principal de la comunidad Chanmico del municipio de San Salvador, departamento de San Salvador.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Diseñar un pavimento adecuado que garantice durabilidad, resistencia y seguridad vial, considerando factores como el tráfico vehicular y las condiciones climáticas locales.

2. Evaluar el sistema de drenaje de aguas lluvias actual y proponer un diseño que permitan una gestión eficiente de las aguas lluvias, reduciendo riesgos de inundaciones y mejorando la calidad ambiental.
3. Diseñar un sistema de aguas negras que cumpla con las normativas vigentes y asegure el adecuado manejo de las aguas residuales en la comunidad.

1.3 MARCO DE REFERENCIA

1.3.1 FUNDAMENTOS SOCIOECONÓMICOS

En el contexto actual de nuestro país, al lograr ejecutar un proyecto de pavimentación en un lugar el cual las calles de acceso han permanecido en mal estado, da como resultado a que la población beneficiada realice actividades sociales y económicas en el sector, contribuyendo en gran medida a que los habitantes del sector mejoren la calidad de vida.

La pavimentación de un tramo de calle que por efectos de los inviernos se ve afectada, imposibilitando en la mayor parte de los casos a una libre circulación, tanto peatonal, como vehicular, tiende a la afectación de diferentes comunidades del país, que terminan resintiéndose especialmente a personas con recursos económicos limitados; ocasionando diversos tipos de problemas, entre los cuales se pueden mencionar como: dificultad para traslados de enfermos a un centro asistencial, peligro a los habitantes de sufrir, golpes y fracturas, inundaciones, daños en vehículos particulares generando altos costos en reparaciones.

Con la ejecución del proyecto, las familias de la zona se verán beneficiadas significativamente, ya que se crea un entorno más adecuado para el desarrollo comunitario. Esto permitirá que personas emprendedoras puedan iniciar proyectos económicos locales con mayor facilidad, lo cual no solo dinamiza la economía del sector, sino que también contribuye a la generación de pequeñas fuentes de empleo que impactan positivamente en la calidad de vida de los habitantes.

1.3.2 FUNDAMENTOS CONCEPTUALES Y TEÓRICOS.

Para ampliar nuestro marco de referencia, consideramos algunos de los conceptos fundamentales que dan soporte a la investigación, que pretendemos seguir una secuencia lógica durante el proceso que nos ayude a comprender mejor el tema.

- **Pavimento:** Está formado por multicapas constituida por materiales granulares que se colocan sobre el terreno natural o nivelado, para aumentar su resistencia y servir para la circulación de persona y vehículos.
- **Pavimento rígido:** Se le llama así a la estructura de pavimento que está formada por sub rasante, base y capa de concreto hidráulico.
- **Pavimento flexible:** Se le llama así a una estructura de pavimento que está formada por capas como sub rasante, sub base, base y carpeta de rodamiento asfáltico.
- **Sub rasante:** Se denomina al suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural de un pavimento.
- **Sub base:** Es la capa de material que se construye directamente sobre la terracería y su función es: reducir el costo de pavimento disminuyendo el espesor de la base, proteger a la base aislándola de la terracería, ya que, si el material de la terracería se introduce en la base, puede sufrir cambios volumétricos generados al cambiar las condiciones de humedad dando como resultado una disminución en la resistencia de la base.
- **Base:** Es la capa de material que se construye sobre la sub base, los materiales con los que se construye deben ser de mejor calidad que los de la sub base y su función es la de tener la resistencia estructural para soportar las presiones transmitidas por los vehículos. Tener el espesor suficiente para que pueda resistir las presiones transmitidas a la sub base. Aunque exista humedad la base no debe de presentar cambios volumétricos perjudiciales.
- **Capa de rodamiento:** En el caso de los pavimentos flexibles, está constituida por un material pétreo, al que se adiciona un producto asfáltico que tiene por objeto servir de

aglutinante. Esta capa transmite las cargas inducidas por el tráfico hacia la capa de base en la que se apoya, además que provee una superficie adecuada para el rodamiento del tráfico. También debe poseer la menor permeabilidad posible, con el fin de que el agua superficial drene en su mayor parte sobre ésta, reduciendo la cantidad de agua que llegue a la base. En general, la carpeta de rodamiento de mayor calidad se construye con mezcla asfáltica producida y colocada en caliente.

- **Propiedades Mecánicas de los Suelos:** el suelo es una mezcla de materiales sólidos, líquidos (agua) y gaseosos (aire). La proporción de los componentes determina una serie de propiedades que se conocen como propiedades físicas o mecánicas del suelo como es la textura, estructura, color, permeabilidad, porosidad, drenaje, consistencia, profundidad efectiva, entre otras.
- **AASHTO:** Instituto Americano del Concreto (American Concrete Institute, por sus siglas en inglés) es una organización que desarrolla estándares, normas y recomendaciones técnicas con referencia al concreto reforzado.

ASTM: Sociedad Americana para Pruebas y Materiales es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios.

- **Análisis Granulométrico o Mecánico:** Procedimiento para determinar la granulometría de un material, o la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños.
- **Estudio Topográfico:** Es un estudio técnico y descriptivo de un terreno, examinando la superficie terrestre en la cual se tienen en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno.
- **Estudio Hidrológico:** Un estudio hidrológico es una evaluación sistemática y científica de los recursos hídricos en una determinada área geográfica. Este tipo de estudio se centra en el análisis de las características y el comportamiento de las aguas superficiales y subterráneas, así como en los procesos que afectan su distribución, cantidad y calidad. Los estudios hidrológicos son fundamentales para entender cómo el agua interactúa con el medio ambiente y cómo puede ser gestionada de manera efectiva y sostenible.

- **Estudio de tráfico:** Es el conteo de tráfico para tener una estadística real del volumen de tránsito vehicular diario que pasan por un punto determinado de acuerdo a la clasificación según su capacidad de carga.
- **Estudio de Impacto ambiental:** Este permite evaluar que tanto el proyecto va a afectar el medio ambiente y de qué manera se va a recompensar según su magnitud y características.
- **Estudio Catastral-Registral:** Análisis técnico de los documentos que amparen la legalidad de los inmuebles aledaños al proyecto, determinando sus propietarios legales o los poseedores de acuerdo a lo encontrado en las bases de datos del Centro Nacional de Registros (CNR)

1.3.3 FUNDAMENTOS NORMATIVOS, JURÍDICOS, MEDIOAMBIENTALES E HISTÓRICOS.

- Ley de Carreteras y Caminos Vecinales
- Ley de Urbanismo y Construcción
- Reglamento a la Ley de Urbanismo y Construcción
- Ley del Medio Ambiente
- Normas Técnicas Para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras
- Ley y Reglamento de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
- Ley de Catastro

En lo que respecta al estudio de suelos, estos se llevarán a cabo en un laboratorio certificado, con respaldo profesional de firma responsable, garantizando la validez de los resultados. Los ensayos de laboratorio se realizarán conforme a las normas establecidas por la American Society for Testing and Materials (ASTM) y la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

CAPÍTULO II: MARCO CONCEPTUAL

CAPITULO II: MARCO CONCEPTUAL

2 PAVIMENTOS

2.1.1 GENERALIDADES DE PAVIMENTOS

Pavimento, en muchas ocasiones suele confundirse con la capa superficial de una calle, pero pavimento se le llama a una estructura de capas transpuestas, una sobre otra de materiales granulares que forman una sola capa llamada pavimento.

A continuación, se presentan diferentes definiciones de pavimento:

Pavimento se le conoce, al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. (Arqhys, 2022, p.23).

Tomando en cuenta esta definición, podemos decir que pavimento no está compuesto solo por una capa, sino un conjunto de capas de las cuales son diseñadas para poder soportar todas las diferentes cargas del tráfico para el cual ha sido diseñado, estas capas tienen diferentes nombres y diferentes funciones y como ya conocemos este pavimento se caracteriza por ser de diferentes tipos, condiciones, resistencias, etc.

Otro concepto general que se encuentra es “Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados” (Montejo, 2002, p.1).

Estas capas superpuestas que menciona Montejo se encuentran apoyadas sobre la sub rasante de una calle o carretera; en este contexto vemos que se les da importancia a las características de los materiales y toma en cuenta que estas tienen que estar adecuadamente compactados.

En la actualidad tenemos diferentes tipos de pavimentos, estos varían según las condiciones climáticas, factores económicos y tiempo de construcción.

Las capas de los pavimentos mencionadas con anterioridad son de materiales granulares diseñados para que cada uno de estos cumpla su función.

En este apartado desglosaremos en general los diferentes tipos de pavimentos, que actualmente se conocen; las funcionalidades de este y los métodos para diseño que comúnmente se utilizan en el país.

2.1.2 FUNCIONES DE UN PAVIMENTO.

La función de un pavimento es soportar las cargas de tránsito para un periodo de años determinado bajo las cargas admisibles y condiciones de ambiente por lo que fue diseñado.

Como lo afirma la Universidad de San Simón “Un pavimento de una estructura, asentado sobre una fundación apropiada, tiene por finalidad proporcionar una superficie de rodamiento que permita el tráfico seguro y confortable de vehículos a velocidades operacionales deseadas y bajo cualquier condición climática” (UMMS, 2015, p.2)

En este contexto, podemos apreciar que los pavimentos se diseñan en función del tráfico, es decir del tipo de vehículos que pasaran, sumando a eso es de tomar en cuenta que la carga y la velocidad son constantes muy variables, pero existencias consideraciones a tomar en cuenta donde se determinan cargas y velocidades máximas del pavimento.

El clima es otro factor importante cuando hablamos de una función del pavimento, y esto es como una cadena, si al momento de diseñar el pavimento no se toma en cuentas las condiciones climáticas, los tiempos de precipitación, esta función se podrá ver afectada por este factor.

Podemos agregar otros factores que pueden afectar a la funcionalidad del pavimento, como, por ejemplo: El diseño geométrico, procesos constructivos, materiales inadecuados, diseño no adecuado, niveles de drenajes de aguas lluvias, negras y grises, no existencia de drenajes, etc.

En resumen, la principal función del pavimento es distribuir las cargas del tráfico al suelo de una manera en que esta estructura no sufra daños y esta permita en flujo constante del tráfico; si se consideran todos los factores ingenieriles este tendrá un funcionamiento duradero.

2.1.3 PRINCIPALES TIPOS DE PAVIMENTOS

Los tipos de pavimentos, se pueden ver en base a su función y a las características y generalidades del proyecto, es decir, que existen proyectos que requieren que sea un tipo en específico de pavimento para que pueda ser funcional por otro lado hay proyectos en los cuales se puede colocar pavimentos de diferentes tipos, pero sobre todo hay que tomar en cuenta una línea muy delgada entre el coste y los años de vida útil del pavimento, este es uno de los factores más grandes por el cual se debe conocer los diferentes tipos de pavimentos según la naturaleza del proyecto.

Sin duda alguna en los diferentes libros o referencias podemos encontrar los tipos de pavimento con distintos nombres, pero en este documento tomaremos en cuenta las siguientes definiciones:

- Pavimentos Flexibles.
- Pavimentos semirrígidos.
- Pavimentos rígidos.
- Pavimentos Adoquinados.
- Pavimentos Empedrados.

2.1.4 CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS

2.1.4.1 PAVIMENTOS FLEXIBLES.

Un pavimento flexible, como su nombre lo dice, es aquel que se adapta a las deformaciones que tiene el suelo debido a las repeticiones constantes y variables de las cargas de tránsito este es flexible porque su composición es así. (Montejo, 2002) afirma que *“este tipo de pavimento está formado por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub base. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra”* (Montejo, 2002, p.2)

Los pavimentos flexibles están formados por capas de diferentes materiales, los cuales cada una de ellas contienen diferentes características específicas y estas tienen una función específica entre las cuales tenemos:

- Sub rasante
- Sub-Base
- Base
- Carpeta Asfáltica
- Capa de rodadura
- Rasante

Funciones y propósitos de las capas de un pavimento flexible.

- **Sub rasante**

Se denomina sub rasante al suelo que funciona como fundación para todo un paquete estructural del pavimento.

- **Sub-base**

Una de las principales funciones de esta capa es netamente económica; en efecto, el espesor total que se requiere para que el nivel de esfuerzo en la sub rasante, sea igual o menor que su propia resistencia, puede ser construido con materiales de alta calidad; sin embargo, es preferible distribuir las capas más calificadas en la parte superior y colocar en la parte inferior del pavimento la capa de menor calidad, la cual es frecuentemente la más barata. (Montejo, 2002, p.4). Esta solución puede traer consigo un aumento en el espesor total del pavimento y no obstante resultar más económica.

También es de saber que la sub base, cumple funciones primordiales, ya que también funciona como una capa de transición, como un filtro de la base impidiendo que los finos de la sub rasante la contaminen menoscabando su calidad, otras funciones es la de disminución de las deformaciones, resistencia, como drenaje impidiendo la ascensión capilar.

- **Base**

La función de esta capa es trabajar solamente como una capa de resistencia ya que transmite los esfuerzos de cargas que vienen de la carpeta de rodadura y los transmite a la sub base; otra función como la de la sub base es ser económica.

- **Capa de rodadura**

En esta carpeta, es donde el asfalto juega un papel muy importante debido a que este tiene las propiedades necesarias para poder impermeabilizar la zona superior del pavimento, además de crear una resistencia a la tensión que es la que complementa la capacidad estructural del pavimento, esta capa está constituida por la mezcla de agregados pétreos, asfaltos líquidos o cementos asfálticos.

La capa de rodamiento es de mezcla asfáltica conocida como una mezcla bituminosa, la cual está formada por un material ligante donde los cementos asfálticos funcionan como un aglutinante, esta combinación es de áridos y un ligante hidrocarbonado que están mezclados de una forma homogénea.

Tradicionalmente se conocen dos tipos de mezclas bituminosas entre las cuales tenemos:

- a) Mezcla bituminosa en frío
- b) Mezcla bituminosa en caliente

Mezcla bituminosa en frío

Estas mezclas se dividen en dos categorías:

1. Mezclas en el lugar a través de plantas móviles
2. Mezcla en planta estacionaria.

Para las mezclas bituminosas en frío se pueden utilizar con emulsión o con asfalto rebajado, cuando se ocupa emulsión asfáltica, por lo general es más fácil la movilidad y compactación de la mezcla, ya que al estar mezclado con agua el material es menos viscoso.

La mezcla con asfalto rebajado es aquella que por lo general ha sido disuelto en keroseno, cuando este se evapora causa una contaminación al medio ambiente por los niveles fuertes de gas.

Mezcla bituminosa en caliente

La aplicación de esta mezcla es inmediata ya que la temperatura de la mezcla recurre entre 160°C y estas solo se generan en planta y se transportan con camiones de volteo, está constituida por la combinación de áridos y un ligante Hidrocarbonado.

- **Rasante**

La rasante, se le dice a la línea del nivel terminado de la carpeta de rodadura, es decir que se encuentra sobre el eje de la calle.

A continuación, se presenta isométrico de los componentes estructurales del pavimento flexible.

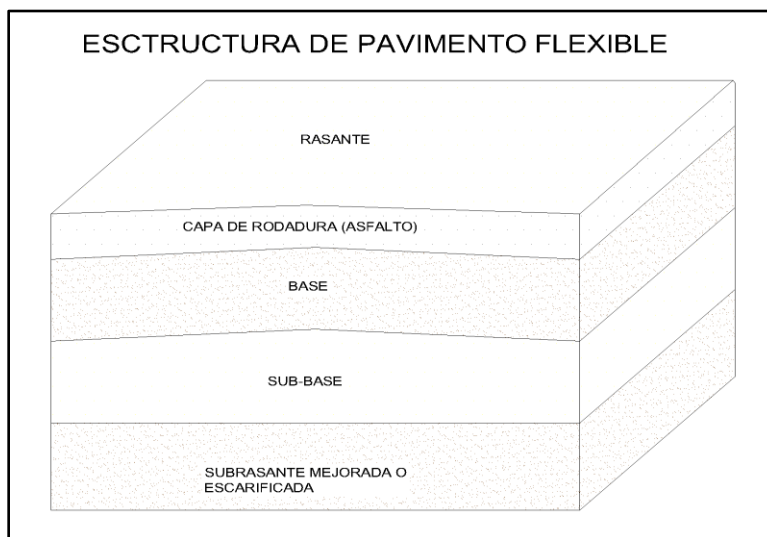


Ilustración 1. Estructura de un pavimento flexible.

Se detalla en orden descendente el tipo de capa que conforman la estructura del pavimento flexible.

Fuente: Ingeniería de Pavimentos

A continuación, se presenta el detalle típico de un pavimento flexible a una carretera.

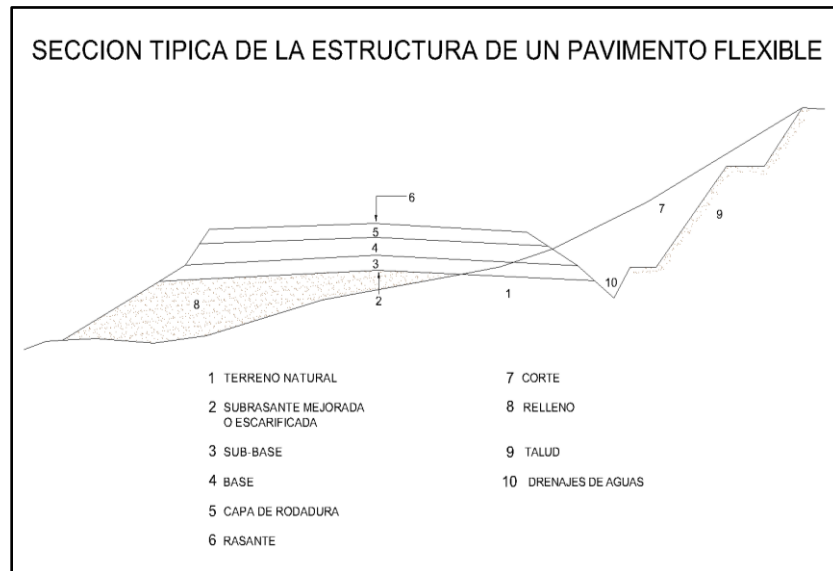


Ilustración 2. Sección típica de la estructura de un pavimento flexible

Se detalla una sección típica de estructura de pavimento flexible

Fuente: Ingeniería de Pavimentos

2.1.4.2 PAVIMENTOS SEMIRÍGIDOS

La estructura de este pavimento, es básicamente la misma estructura que la del pavimento flexible, la única diferencia es en el tratamiento de la base, que se le altera las propiedades mecánicas del material utilizando cemento, emulsión o cal, esto se hace a quedado que no siempre se cuenta con los materiales específicos y necesarios para la elaboración de este es necesario corregir, alterar o modificar las propiedades mecánicas, y esto usualmente es debido a las largas distancias del proyecto en lo que se ahorran los costos de construcción y tiempo.

2.1.4.3 PAVIMENTOS RÍGIDOS

Poseen una base semirrígida, sobre la cual se ha construido una capa de rodamiento y esta fundamentalmente tiene que ser de concreto hidráulico, apoyada sobre una estructura de

suelo llamado pavimento y está usualmente es de material seleccionado, denominada sub base del pavimento rígido.

El concreto hidráulico al tener una alta rigidez y tener un elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos, se puede producir en una zona muy amplia, y ya que esta capa de rodamiento de concreto hidráulico en cierta medida resiste esfuerzos a la tensión, ayuda a la sub rasante en sus zonas débiles.

La capacidad de esta estructura de pavimento rígido depende mucho en la resistencia de la losa de concreto hidráulico.

Dentro de estos pavimentos rígidos tenemos una gran variedad de diferentes tipos

- Pavimentos de concreto simple, sin refuerzo posan juntas.
- Pavimentos de concreto simple. Con refuerzo posan juntas.
- Pavimentos de concreto reforzado (refuerzo continuo.)
- Pavimentos de concreto presforzado.

Funciones de los diferentes pavimentos rígidos

1. Pavimentos de concreto simple sin refuerzo

Estos pavimentos no necesitan un refuerzo de acero, ni ningún otro elemento estructural para la transferencia de cargas, este tipo de pavimento resiste tensiones producidas por el tránsito, variaciones del cambio de humedad y temperatura. Al no tener acero o elementos estructurales para la transferencia de cargas se utiliza para calles de tráfico ligero y generalmente es aplicado en lugares con un clima templado y es necesario que la sub base sea tratada y mejorada sus propiedades físicas o mecánicas para que éste no falle en condiciones severas.

La losa de concreto, simple sin refuerzo tiene que estar constituida por losas de dimensiones pequeñas, por lo general pueden ser menores de 6.00m de largo y 3.50m de ancho, esto

depende del diseño y ya que no cuentan con refuerzo no se pueden controlar las expansiones y contracciones que sufre una losa de concreto.

2. Pavimentos de concreto simple con refuerzo posan juntas.

Los refuerzos en las juntas son barras de acero, que van colocadas en la sección transversal de las losas, y estas tienen como función transmitir las cargas de una losa a otra, para mejorar las condiciones de deformación vertical, continua en cada losa previniendo así los dislocamientos verticales conocidos como escalonamientos.

3. Pavimentos de concreto reforzado (refuerzo continuo)

Es una losa de concreto, la cual cuenta un refuerzo de acero longitudinal y transversal, formando así tipo mallas de refuerzo, este es continuo y los diámetros y espaciamientos de este refuerzo va a depender netamente del diseño propuesto.

Aunque parezca simple como una gran losa de concreto, tiene que tomarse en cuenta que estas cargas a las que está sometido son a una carga variable en movimiento y continúa por lo que el refuerzo continuo es el que trabaja a medida para generar flexibilidad a la losa estructural.

En pavimentos de concreto con refuerzo continuo el refuerzo asume todas las deformaciones y específicamente las de temperatura, con lo cual se eliminan las juntas de contracción. En este tipo de pavimento, se permite que el concreto se agriete en forma aleatoria como resultado de cambios de volumen derivados de variaciones de temperatura y humedad. (Villacorta, 2014, p.25)

4. Pavimentos de concreto presforzado.

Los pavimentos de concreto presforzado, tienen el mismo concepto con los elementos estructurales de concreto presforzado.

Es decir, son colados en compresión por medio de varillas de acero altamente tensadas, para pavimentos se utilizan especialmente en los aeropuertos y también lo podemos encontrar en

edificios de alturas, puentes, paso a desnivel, etc. donde este tipo de concreto se sabe que va a estar sometido a cantidades grandes de cargas.

Las juntas en pavimento rígido

Las juntas tienen como objetivo controlar las fisuras que desarrolla el concreto y prevenir la formación de fisuras transversales y longitudinales mediante un adecuado diseño y ejecución de juntas.

Las normas aplicables son:

- ACI 325.12R: Guide for Design of Jointed Concrete Pavements for Streets and Local Roads.
- ACI 504R: Guide to sealing Joints in Concrete Structures.
- ASTM C 920: Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants. (TOXEMENT, 2019, p.3)

Las juntas tienen funciones como:

- Controlar el agrietamiento transversal y longitudinal generado por la contracción restringida del concreto y por los efectos combinados del alabeo y de las cargas del tránsito.
- Dividir el pavimento en tramos adecuados para facilitar su construcción.
- Permitir los movimientos de la losa.
- Mantener la transferencia de cargas deseables.
- Delinear los carriles de tráfico. (TOXEMENT, 2019, p.4)

Podemos analizar que las juntas no solamente nos ayudan a controlar ese movimiento por la dilatación como usualmente conocemos, sino que permiten una transferencia de cargas.

Las juntas en los pavimentos rígidos pueden ser de tres tipos

- Juntas de contracción
- Juntas de construcción
- Juntas de aislamiento o expansión

Las dos primeras juntas, es decir la de contracción y construcción son longitudinales y transversales y la junta de aislamiento es solamente transversal. La junta transversal de contracción, Sirve para controlar la retracción y cambios de temperatura y la junta longitudinal de contracción, estas juntas' son las que dividen los carriles y controla el agrietamiento cuando se construyen carriles simultáneamente.

Las Juntas transversales de construcción sirven para poder prevenir que el movimiento del pavimento fisure el concreto, estas pueden coincidir con las juntas transversales de contracción. y juntas longitudinales de construcción, Estas juntas se generan longitudinalmente cuando se construyen dos carriles con edades diferentes.

A continuación, se presenta un isométrico de la estructura de pavimento rígido.

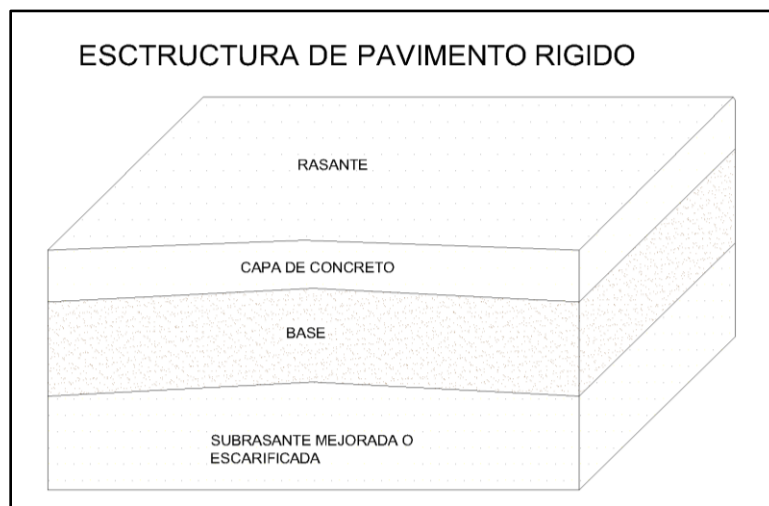


Ilustración 3. Estructura de un pavimento rígido

Se detalla en orden descendente el tipo de capa que conforman la estructura del pavimento rígido.

Fuente: Ingeniería de Pavimentos

A continuación, se presenta el detalle típico de un pavimento rígido de una carretera.

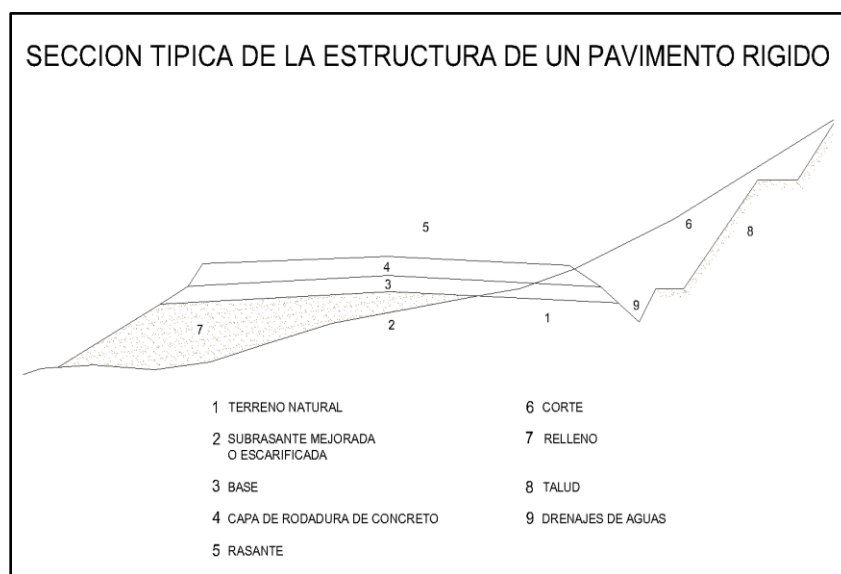


Ilustración 4. Sección típica de la estructura de un pavimento rígido.

Se detalla en orden descendente el tipo de capa que conforman la estructura del pavimento flexible.

Fuente: Ingeniería de Pavimentos

2.1.4.4 PAVIMENTOS ADOQUINADOS

El pavimento de adoquines, consiste en la colocación de bloques de forma hexagonal de concreto hidráulico y estas deben cumplir con requerimientos de resistencia, dimensiones, peso, color, textura, muestreo.

Los componentes del adoquín son escoria, arena, cemento, colorante y chispa. Este se puede colocar sobre una base de suelo cemento con un espesor promedio de 0.20m y es aplicado para calles principales y secundarias, parques, parqueos, naves industriales con un 90% de densidad de compactación, su peso puede variar, pero según especificaciones técnicas un promedio acertado es de 17 lbs. (Bloques de la Peña)

Unos de los aspectos más importantes del adoquín son:

- **Resistencia al desgaste:** donde existe una pérdida de la superficie por una acción mecánica como lo es la abrasión, erosión, fricción, etc.
- **Resistencia a la flexión:** La resistencia a la flexión del adoquín es de 40 kg/cm² (Bloques de la Peña)
- **Resistencia a la compresión:** La resistencia a la ruptura deberá ser de 25 kg/cm² a 350 kg/cm² y deberá cumplir las normas ASTM 140

Estructura de pavimento de adoquín

La estructura del pavimento de adoquín es la siguiente: (Ver ilustración 5)

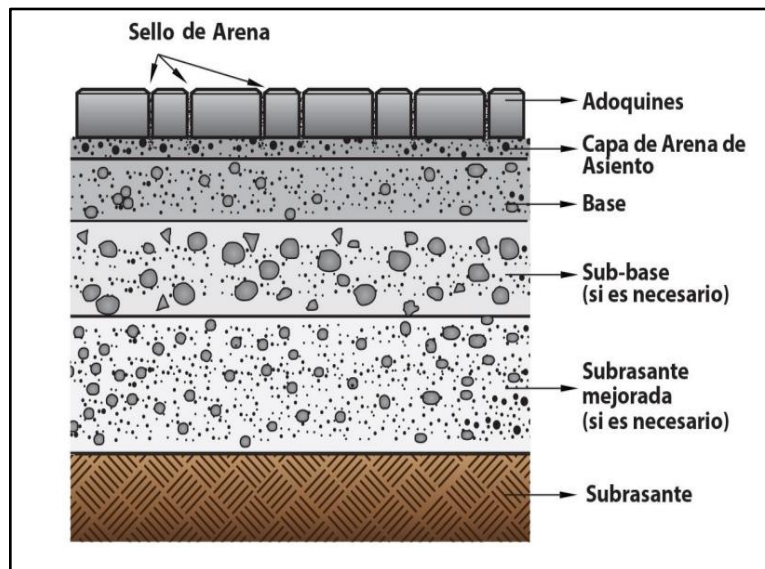


Ilustración 5. Estructura de pavimento de adoquín

La estructura de un pavimento de adoquín está conformada por diferentes similares a las demás, pero su diferencia es la capa de arena.

Fuente: Guía de instalación de adoquines de concreto del Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala

2.1.4.5 PAVIMENTOS EMPEDRADOS

(Godoy, 1994) afirma que: “se conoce como empedrado como a aquella capa de rodadura elaborada con piedra, obtenida de las orillas de los ríos o mediante un proceso de explotación y trituración”. (p.3). La capa de rodadura con piedra tiene que ser con la conocida como piedra cuarta, ésta solo es la capa superficial de una estructura como todos los demás tipos de pavimentos. Esta estructura se configura como: Capa de rodadura (Piedra cuarta) y Sub rasante (Capa de asiento)

- **La sub rasante**

Esta capa tiene la función de absorber las irregularidades y diferencias de tamaño de las piedras. Todos estos requisitos están subordinados al Tráfico Promedio Diario que no será mayor a 200 vehículos, de los cuales se aceptará como máximo el 50% de vehículos pesados. Ningún camino que exceda estos valores de tráfico será apto para ejecutar un empedrado. (Argüello, 1994, p.5). Todas las condiciones de la sub rasante deberán contener lo establecido en la siguiente tabla:

Tabla 3. Condiciones de la Sub rasante para pavimentos empedrados

CARACTERISTICAS	VALOR REQUERIDO
Tipo de suelo clasificación SUCS	ML o CL (Limos Arcillosos)
Tipo de suelo clasificación AASHTO	A4 O A6 (Limos Arcillosos)
CBR mínimo	6%
CBR Recomendado	8%
% de compactación de la sub rasante luego de la reconfomación (Relación a Proctor Modificado)	> 95%
Bombeo Calzada	3-4%
Gradiente longitud mínima	0.50%
Gradiente longitud máxima	15%
Máximo longitud de tramo con pendiente > 15%	500m

Fuente: Argüello, J. (1994). Manual andino para construcción y mantenimiento de empedrados. Recuperado de <https://www.ilo.org/public/spanish/employment/recon/eiip/download/guiacampo.pdf>

2.1.5 PROPIEDADES DE LOS PAVIMENTOS

Los pavimentos son las estructuras más comunes que son diseñadas para estar sometidas a cargas en movimiento, estas se ven afectadas y cada material que la compone se ve afectada por esfuerzo y deformación.

Los pavimentos tienen algo en común ya sean flexibles, semi rígidos, rígidos, adoquinados, empedrados, estos se caracterizan por tener una base donde descansa cada una de las capas de rodadura. Esta base puede ser llamada de diferente manera en cada uno de los tipos de pavimento, pero tiene el mismo fin el cual es poseer las propiedades mecánicas y físicas adecuadas para soportar y transmitir cargas estáticas y en movimiento.

La capa sobre la cual descansa la carpeta de rodadura ya sea base o sub base está compuesta de suelo y este según el tipo y sus propiedades tiene que cumplir con especificaciones técnicas.

2.1.5.1 PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS SUELOS

El suelo contiene tres componentes esenciales y la proporción de cada uno de estos en el suelo determina las propiedades físicas o mecánicas de este, las propiedades del suelo son: materiales sólidos, líquido (agua) y gas (aire). Estos componentes unidos y en cierta medida determinan la textura, color, permeabilidad, drenajes, consistencia, estructura, etc. del suelo.

Las propiedades físicas del suelo son la textura, estructura, porosidad, color, entre otras y las propiedades mecánicas son resistencia, esfuerzo al cortante, resistencia a la compresión, etc.

Para poder determinar las propiedades mecánicas y físicas de estos suelos es necesario realizar una serie de ensayos bajo las normas ASTM o AASHTO, en las cuales encontramos las especificaciones y procedimientos para realizar los ensayos de una manera adecuada.

2.1.5.2 PROPIEDADES MECÁNICAS DE SUELOS GRANULARES

Todos los materiales poseen propiedades elásticas y estos se definen a través del módulo de elasticidad (E) y el coeficiente de Poisson (U). Para los pavimentos es el mismo principio,

pero en este caso reemplazamos el módulo de elasticidad (E) por el módulo resiliente (Mr). Para indicar el comportamiento no lineal.

2.1.5.3 ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS

Una buena estabilización es aquella que toma en cuenta dos cosas: la parte económica y su funcionalidad. La parte económica consiste en conocer qué métodos son los más económicos para estabilizar y esto va amarrado a su funcionalidad.

Cuando hablamos de los métodos para estabilizar un suelo nos referimos a que en el proyecto nos podemos encontrar con diferentes situaciones cuando queremos estabilizar un suelo y en las que se tienen que tomar unas de las diferentes consideraciones como:

- Aceptar el material existente y comprometer la calidad.
- Eliminar el suelo inadecuado y sustituyéndolo por otros que cumplan con las propiedades adecuadas.
- Modificar las propiedades existentes del suelo a tal forma que sea capaz de cumplir con los requisitos o calidad deseada.
- Analizando los primeros dos ítems, la ingeniería nunca comprometería la calidad de una estructura y en la mayoría de los casos sustituir todo el suelo puede salir muy costoso para la obra por lo que modificar las propiedades del suelo existente es un equilibrio entre calidad y economía.

Las propiedades de un suelo se pueden alterar por cualquiera de los siguientes métodos

- Estabilización por métodos mecánicos como compactación.
- Estabilización por drenaje.

- Estabilización por medios electrónicos, de los que la electroósmosis y la utilización de pilotes electromecánicos son probablemente los mejor conocidos.
- Estabilización por empleo de calor y calcinación.
- Una de las formas más conocidas y en muchos casos puede ser más económica es la estabilización por medios químicos “Estabilización por medios químicos, generalmente lograda por la adición de agentes estabilizantes específicos, como el cemento, la cal, el asfalto u otros”. (Montejo, 2002, p. 76).

Como se sabe, en los suelos existe una gran variabilidad y composición de los mismos y cada uno de estos métodos solo se pueden ser aplicables a un número limitado de los suelos.

La principal idea de la estabilización de suelos es que las propiedades cumplan con: Estabilidad volumétrica, Resistencia, Permeabilidad, Compresibilidad y Durabilidad.

A continuación, se explican de las diferentes propiedades.

- **Estabilidad Volumétrica**

Existen suelos expansivos que si no son tratados adecuadamente estos podrían causar deformaciones y/o rupturas de pavimento. Estos suelos son susceptibles a los cambios de humedad, variaciones estacionales, etc. lo que hace que se desarrolle una expansión de forma rápida.

- **Resistencia**

La humedad es un elemento fundamental para poder determinar la resistencia de un suelo. La resistencia de los suelos, con algunas excepciones, es en general más baja cuanto mayor sea su contenido de humedad.

Una de las excepciones son los suelos arcillosos cuando se secan presentan altas resistencias y presentan más altas resistencias cuando estos se calientan como por ejemplo los ladrillos y los tabiques.

Existen otros casos donde la disminución de la humedad puede significar una disminución de la resistencia en los suelos arcillosos por ejemplo cuando estos se secan se agrietan.

Por otra parte, la forma de aplicación de energía de compactación es importante para los suelos finos cuando tiene una humedad mayor que la óptima.

- **Permeabilidad**

La permeabilidad es la capacidad del suelo para transmitir filtraciones de aguas y esto afecta a la cantidad de vacíos y automáticamente a la resistencia del suelo, por ejemplo, si compactamos un suelo arcilloso con una humedad muy poca obtendremos una permeabilidad en el suelo debido a que los grumos no se disgregan, provocando una resistencia a la compactación y provocando una gran cantidad de vacíos.

Por otro lado, mientras más alta sea la humedad de compactación se producirán menores permeabilidades en el suelo compactado ya que este es más susceptible a deformarse.

- **Compresibilidad**

La compresibilidad es un cambio de volumen y estos tienen una importante influencia en las propiedades de los suelos, porque modifica la permeabilidad y esta puede modificar la resistencia del suelo al esfuerzo cortante y provocar desplazamiento.

- **Durabilidad**

La durabilidad es cuando en suelo tiene la resistencia al intemperismo, como la erosión o la abrasión del tráfico.

2.1.6 MÉTODOS DE DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTOS

En El Salvador se utilizan mayormente, concreto asfáltico y el concreto hidráulico. Estos dos tipos representan las soluciones más utilizadas para la construcción de calles. El pavimento

asfáltico es el más utilizado en el país, debido a su menor costo inicial, existen aproximadamente 1,378 kilómetros de calles construidas con concreto asfáltico en contraste, el pavimento hidráulico se utiliza en menor proporción. se contabilizan cerca de 51 kilómetros de calles con este tipo de pavimento en el país.

La siguiente tabla presenta de forma comparativa la cantidad de kilómetros construidos con cada tipo de pavimento:

Tabla 4. Longitud de kilómetros por tipo de rodadura., año 2001

Tipo/País	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua
Mezcla asfáltica	2,135	1,378	2,736	1,934	1,957
Concreto Hidráulico	65	51	60	220	0
Tratamiento superficial	2,271	1,026	2,239	623	2,885
Grava o tierra	3,100	3,070	9,303	10,826	14,040
Adoquín	0	0	0	0	138
TOTAL	7,571	5,525	14,338	13,603	19,020

Los datos reflejados en la tabla datan del año 2001 donde se hace una comparación entre cada país de la región con los diferentes tipos de pavimentos, cabe mencionar que estos datos a la fecha no son iguales. Pero son tomados como referencias.

Fuente: Dictamen Técnico Regional, para la preparación del Manual Centroamericano para Diseño de Pavimento, 2,001.

Dado que los pavimentos de mezcla asfáltica y el concreto hidráulico representan en gran medida el mayor porcentaje de carreteras en nuestro país en este documento veremos los métodos de diseño para pavimentos de concretos asfálticos e hidráulicos.

2.1.6.1 MÉTODOS DE DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTOS DE CONCRETO ASFALTICO.

Los métodos de diseño de concreto asfáltico utilizados en el país son:

- a) Método del C.B.R. (California Bearing Ratio).
- b) Método del I.N.A.
- c) Método del Índice de grupos
- d) Método AASHTO 1993

A continuación, se presentan los métodos:

a) Método Del C.B.R. (California Bearing Ratio).

Este método fue desarrollado por el Departamento de transporte de California antes de la Segunda Guerra Mundial, donde lo utilizaron para comprobar las características mecánicas de un suelo. Este método está basado en la resistencia al corte de un suelo mediante la aplicación de una prueba de penetración. En síntesis, la prueba consiste en medir la presión necesaria para hacer penetrar un pistón en una muestra de suelo. Se calcula en un laboratorio, haciendo penetrar un pistón en una muestra de suelo, a velocidad constante de 1,27 mm/minuto a una profundidad de 0,1 y 0,2 pulgadas. La muestra de suelo se compacta en un molde cilíndrico de 15,24 cm de diámetro y 12,7 cm de altura.

La humedad que tenga la muestra de suelo ha de ser la máxima que probablemente tenga la explanación una vez que la carretera o camino esté en servicio. La prueba dura unos aproximadamente 10 minutos. (San Isidro 1883)

Criterios para tomar en cuenta para un diseño por el método del CBR:

- Determinar el Índice CBR (California Bearing Ratio), utilizando probetas compactadas en laboratorio.

- El CBR es un indicador utilizado para medir la capacidad de soporte de explanadas, bases y sub bases de firmes.
- El ensayo, normalmente, se realiza en condiciones de humedad y densidad controladas.
- El CBR también se puede determinar en el laboratorio sobre muestras inalteradas o directamente en campo sobre la capa a evaluar.
- El ensayo de CBR consiste en hacer penetrar un pistón dentro de la muestra y medir la carga necesaria para alcanzar determinadas profundidades de penetración.
- El Índice CBR se obtiene como la relación entre la presión aplicada en el ensayo y la aplicada en una muestra de referencia, para una profundidad de penetración determinada.

El comportamiento de los suelos va a variar de acuerdo al grado de la alteración de la granulometría y las características físicas.

El método a seguir para determinar el CBR será diferente en cada caso, de los cuales tenemos:

1. Determinación del CBR de suelos perturbados y remodelados.

Gravas y arenas. (Suelos no cohesivos, poco plásticos y poco o nada expansivos).

Suelos cohesivos y expansivos).

2. Determinación del CBR de suelos inalterados.

3. Determinación del CBR In-Situ.

Básicamente en el 1 y el 2 consiste en la realización de tres pruebas.

Determinación del peso volumétrico máximo (P.V.max) y de la humedad óptima del material a estudiar El CBR

Determinación del porcentaje de expansión del material (%E)

Determinación del CBR (valor relativo soporte).

Pruebas para determinación de CBR.

Determinación del peso volumétrico máximo (P.V.max) y de la humedad óptima del material a estudiar El CBR

Se determina en muestras saturadas y compactadas usando el método AASHTO T-180 (D).

Determinación del porcentaje de expansión del material (%E)

Las expansiones máximas son:

Tabla 5. Tabla de expansiones máximas

Material	%E (máx.)
Base	1%
Sub base	2%
Sub corona	3%

Fuente: Método del CBR

La expansión se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$E\% = \frac{h}{Ht} \times 100\%$$

%E= porcentaje de expansión o hinchamiento.

h= deformación de altura.

h= lectura def. x cte. Micrómetro.

Ht= altura inicial del espécimen.

Determinación del CBR (valor relativo soporte).

Este método comprende lo que está descrito en AASHTO T 193

Esta determinación se hace en base al 95% del PV_{max} del proctor mencionado y a la curva $PV_{sat} \times \% CBR$.

Este $\%CBR$ es el correspondiente a cada uno de los especímenes sometidos a penetración y se determina así:

$$\%CBR = \frac{\sigma_{prueba}}{\sigma_{patrón}} \times 100\%$$

En donde:

$$\sigma_{prueba} = \frac{\text{lect.carga} \times \text{cte.microm. de carga}}{\text{área del pistón de penetración}}$$

La lectura de carga es la correspondiente en una penetración de 0.1'', en el ensayo de penetración de los especímenes saturados. El esfuerzo patrón es igual a 1000 psi, y el área del pistón es de 2 pulg² (de sección circular). El proceso de determinación del espesor total del pavimento y de cada una de las capas que lo componen puede reducirse a lo siguiente: Con el uso del ábaco de la ilustración 6 entrando con el valor CBR y las cargas por rueda (en nuestro medio=18000 lbs) se determina el espesor total.

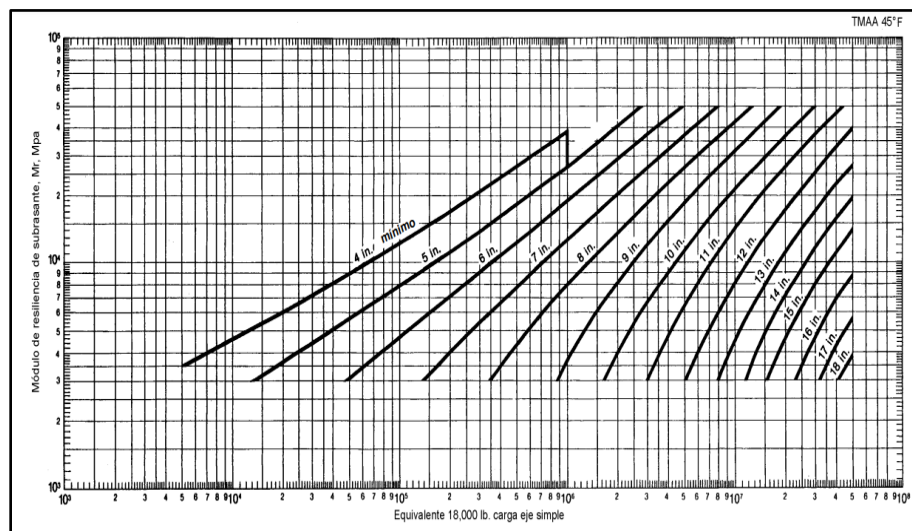


Ilustración 6. Espesor completo de concreto asfáltico

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos (Iturbide, 2002)

Existen diferentes formas para calcular el espesor total, para el método de CBR, el espesor total de concreto asfáltico se puede determinar con la ilustración anterior.

En base al espesor total se formulan las diferentes opciones o alternativas, siguiéndole las siguientes recomendaciones:

- El espesor de la capa de rodamiento oscila entre 4.0 a 10 cm (en nuestro medio=5 cm).
- El espesor de la sub base, en ningún caso debe ser inferior a 10 cm.
- El espesor de la base no debe ser menor a 12 cm (5”), espesor correspondiente a un tránsito menor o igual a 1000 vehículos/día, ni menor de 15 cm cuando el tránsito sea mayor del número antes mencionado.

En el caso de que no se cuente con los equipos necesarios de laboratorio para realizar el ensayo del CBR (California Bearing Ratio), el Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos brinda una alternativa práctica. Este manual proporciona una tabla de referencia que permite estimar el valor del CBR basándose en la clasificación del tipo de suelo encontrado en el área de estudio. Esta opción resulta útil especialmente en contextos donde los recursos son limitados o cuando no es factible llevar a cabo ensayos de laboratorio. Diversos estudios técnicos respaldan esta metodología, señalando que es posible determinar de manera aproximada el valor del CBR mediante correlaciones empíricas entre la clase del suelo y otros ensayos estándar que evalúan la resistencia de los suelos, como los de granulometría, límites de Atterberg o compactación. Estas correlaciones, aunque no sustituyen al ensayo directo, ofrecen una herramienta válida para el diseño preliminar de pavimentos, permitiendo avanzar en el proceso sin comprometer significativamente la precisión del análisis.

A continuación, se presenta cuadro de correlación para determinar el CBR por medio de la clasificación de los suelos y diferentes ensayos como valor de resistencia, módulo de reacción de la subrasante y valor de soporte.

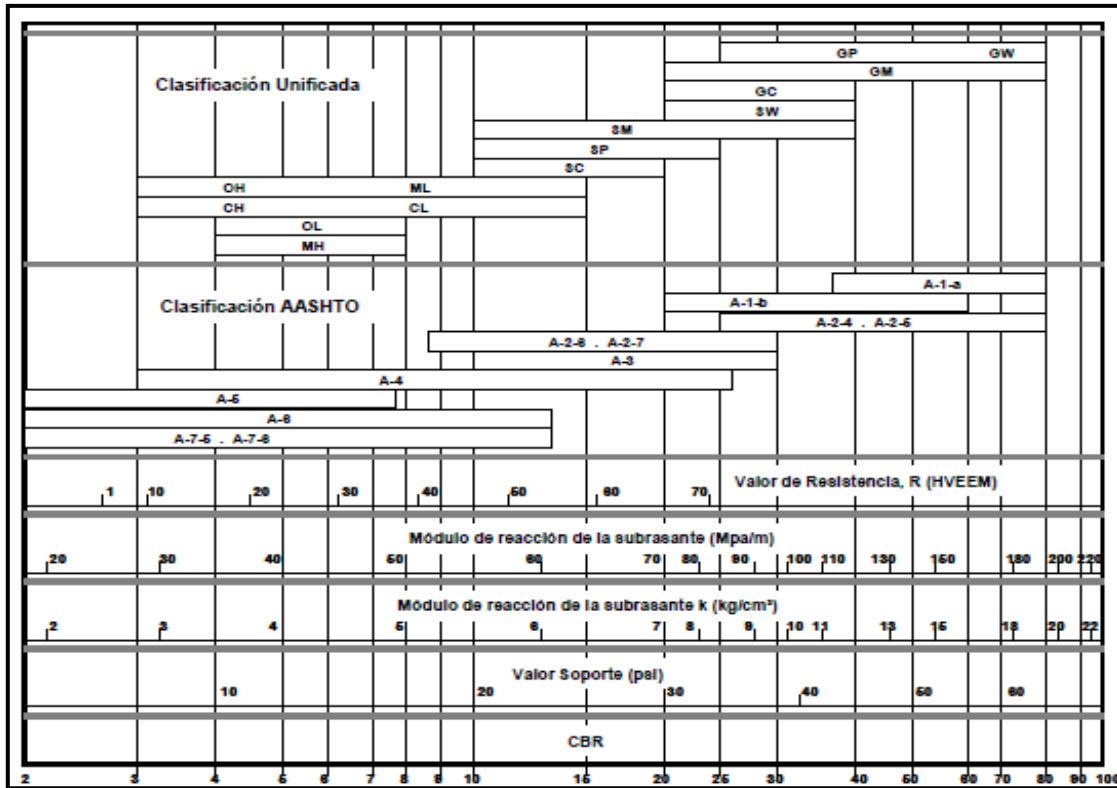


Ilustración 7. Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y los diferentes ensayos.

Fuente: Manual Centro Americano para Diseño de Pavimentos

b) Método De Diseño Del Instituto Norteamericano De Asfalto (INA)

Este método ha venido surgiendo modificaciones de acuerdo a la experiencia y estudios realizados, el método más actualizado por el INA fue editado en 1,991 y publicado en 1,993. Este método está basado en la aplicación de la teoría elástica en multicapas. El método está hecho para que cada capa de estructura cumpla con las condiciones básicas como deformaciones por tracción y deformaciones verticales por compresión. no superen los valores admisibles (AASHTO). El método se basa en investigaciones en pistas de prueba AASHTO

Según Montejo las variables de diseño son las siguientes: Cargas de tránsito por eje, Resistencia de la Sub rasante (valor del CBR.), Materiales de construcción a usar en un pavimento.

Cargas por tránsito por eje

Según el manual de la SIECA, (2002) “la vida útil de un pavimento” o “periodo de análisis”, comienza desde la construcción del mismo hasta el momento que el pavimento alcanza las mínimas condiciones. En condiciones de carga de diseño se deben tomar en cuenta los factores que puedan ocasionar un mayor porcentaje de daño a la estructura de pavimento, estos daños lo ocasionan los vehículos tipo camión, los factores por distribución por carril juegan un papel importante a la hora del diseño, estos factores se dan por el número de carriles a diseñar, como se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 6. Factor de distribución por carril

Número de carriles en ambas direcciones	Porcentaje de camiones en el carril de diseño
2	50
4	45
6 o más	40

Es el factor del total del flujo vehicular censado, en la mayoría de los casos este valor es de 50%; ya que la mitad de los vehículos va en una dirección y la otra mitad en la otra dirección.

Fuente: AASHTO, 1993

Para un diseño de pavimento por el método del INA según el tránsito basado en un periodo de diseño de 20 años y una carga por eje sencillo de 18000 lbs, se le denomina VALOR DE TRANSITO DE DISEÑO (VTD), y es determinado en función del NUMERO DE TRÁNSITO INICIAL (NTI), el cual no es más que el promedio anual, en ambas direcciones del número de vehículos que pasan por un punto específico de carretera, durante el primer año de servicio de la misma.

- **Resistencia de la Sub Rasante**

El módulo de resiliencia (M_r) es necesario para las gráficas de diseño que exige el Instituto del Asfalto y debido a que según estudios del Instituto del Asfalto muchas instituciones carecen del equipo adecuado para determinar el módulo de resiliencia (M_r). Ellos mismos proporcionan una tabla de correlaciones entre el módulo de resiliencia y un valor más conocido y sencillo de obtener como lo es el CBR o el valor R , pues, estos se expresan según las siguientes ecuaciones (Montejo, 2002, p.1)

- $M_r \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 100 \text{ CBR}$
- $M_r \text{ (Lb/pulg}^2\text{)} = 1.500 \text{ CBR}$
- $M_r \text{ (MPa)} = 7.963 + 3.826 R$

Según el Instituto del Asfalto, las expresiones anteriores no son aplicables a sub base o bases granulares. Las correlaciones anteriores son aplicables a materiales clasificados como CL , CH , ML , SC , SM Y SP , o para materiales cuyo módulo Resiliente se estima en 207 MPa (30.000 lb. /pulg²), o menores. Para valores del módulo Resiliente, mayores, se requieren ensayos de laboratorio”

- **Materiales de construcción a usar en un pavimento**

El módulo dinámico de las mezclas de concreto asfáltico es muy dependiente de la temperatura del pavimento. Para simular los efectos de temperatura como los cambios a lo largo del año, fueron utilizadas tres distribuciones típicas de temperatura promedio mensual del aire, representando tres regiones climáticas típicas de América del Norte. (INSTITUTO DEL ASFALTO, 2000, p. 5). Las mezclas de emulsiones asfálticas están caracterizadas por tres tipos de mezclas, dependiendo del tipo de agregado usado:

Tipo I - Mezclas de emulsión asfáltica hechas con agregado procesado, de densa calidad.

Tipo II - Mezclas de emulsión asfáltica hechas con agregado semi procesado, estrujado, aplastado o triturado.

Tipo III – “Mezclas de emulsión asfáltica hechas con arenas o arenas limosas”. (INSTITUTO DEL ASFALTO, 2000, p. 5)

Compactación de los suelos

Para esta metodología tendremos que tomar en cuenta los tipos de suelos que estamos compactando y se toman en cuenta de la manera siguiente: Compactación del terreno de fundación, Compactación de la sub base, Compactación de la base., Espesor del pavimento flexible.

Compactación del terreno de fundación.

Podemos tener en general dos tipos de suelos: Suelos cohesivos y suelos no cohesivos, si los suelos del terreno de fundación son cohesivos, deberá exigirse en campo un G.C=95% como mínimo, del Proctor ASSHTO T 180-D, además el espesor mínimo del terreno de fundación debidamente compactado está en función del NTD de la siguiente manera: (Ver la siguiente tabla)

Tabla 7. Espesor mínimo del terreno de fundación según el valor de NTD

TRANSITO	NTD	ESPESOR MINIMO (pulg)
Reducido	< 10	6 – 12
Mediano	10 – 100	12 – 18
Intenso	> 100	18 – 24

En la tabla anterior se reflejan los espesores mínimos según el transito esto con el fin de lograr el aumento de la resistencia y disminución de la capacidad de deformación.

Fuente: AASHTO, 1993.

Si los suelos del terreno de fundación no son cohesivos, deberá exigirse un G.C.= 100% como mínimo, del método de compactación antes mencionado. El espesor mínimo del terreno de fundación se obtiene de igual forma que para suelos cohesivos.

Compactación de la sub base: Para todos los tipos de tránsito, la sub base ha de compactarse hasta alcanzar un G.C= 100% del método antes mencionado.

Compactación de la base: Esta capa debe compactarse con un C. G= 97% como mínimo del mismo método, o según especificaciones propias del proyecto.

Espesor del pavimento flexible: Se ha podido comprobar que entre las capacidades portantes de los materiales que se usan para las diferentes capas de pavimento, existe una relación definida. el INSTITUTO DEL ASFALTO (INA) sugiere las siguientes relaciones: (ver la siguiente tabla)

Tabla 8. Diferentes relaciones entre los espesores de un pavimento para concreto asfáltico, base granular y sub base granular.

Capas de relación	Relación	Ejemplo
Base granular y base de concreto asfáltico	2:1	Una base granular de 2" equivale a 1" de base de concreto asfáltico.
Sub base granular y sub base de concreto Asfáltico	2:7:1	Una sub base granular de 2.7" equivale a de concreto asfáltico.
Sub base granular y base granular	1.35:1	Una sub base granular de 1.35" equivale Una base de 1".

Fuente: Fuente: AASHTO, 1993

Este método está basado en los siguientes valores:

- Volumen de tránsito (r): Número de vehículos que pasan por un tramo de camino en una unidad de tiempo.

- Densidad de tránsito (D): Número de vehículos que permanecerán en un tramo de camino por unidad de longitud de un instante dado.
- Tránsito diario inicial (TDI): es el promedio diario de vehículos que pasan por un punto específico de la carretera.
- Número de vehículos pesados (NVP): Es el volumen de tránsito de un tramo de carretera.
- Numero de tránsito inicial (NTI): es el valor que indica el tipo de tráfico que tendrá una carreta.

El NTI determina los tipos de tráfico como se detalla a continuación:

Tabla 9. Clasificación del tráfico según el NTI

TRAFICO	NTI
Liviano	1 – 10
Mediano	10 – 100
Pesado	100 – 10000

Determinación del tipo de tráfico según el número tránsito inicial

Fuente: Pavimentos de
Concreto Asfáltico Método del Instituto del Asfal

El NTI está en función de: Peso de vehículos pesados, número de camiones pesados/día, peso por eje sencillo.

- Numero de tránsito de diseño (NTD): Es el valor que define el transito probable de una carretera, el cual está referido a un periodo de diseño de 20 años, el factor de crecimiento anual y a un peso por eje sencillo de 18000 lbs.

$$NTD = NIT \times \text{factor de correccion}$$

Para lograr obtener el factor de corrección se utilizan los siguientes datos:

r = tasa de crecimiento vehicular anual, expresado como numero decimal.

n = periodo de diseño, en años.

El cálculo del espesor del pavimento, usando este método se realiza mediante un monograma y da como resultado un espesor total (Et) el cual debe interpretarse como un espesor total de una sola capa de concreto asfáltico. Por lo que este valor de espesor total puede sufrir modificaciones de acuerdo con la necesidad y al tipo de tránsito para el cual se está diseñando, debido a que según el instituto del asfalto en razón a el resultado del NTD nos habla de espesores mínimos, ver en la siguiente tabla:

Tabla 10. Espesor mínimo de carpeta asfáltica según valor NTD.

ESPESORES MINIMOS PARA CARPETAS DE CONCRETO ASFALTICO SOBRE BASES ASFÁLTICAS	
NUMERO DE TRANSITO DE DISEÑO (NTD)	ESPESOR MINIMO (cm)
Menor que 10 (transito ligero)	5
Entre 10 y 100 (transito medio)	7
Mayor de 100 (transito intenso)	10

El instituto del asfalto especifica los espesores mínimos de concreto asfáltico que deben colocarse en la carpeta del pavimento según el NTD.

Fuente: AASHTO, 1993

c) Método De Índice De Grupos

Para este método es necesario comprender la clasificación de suelos tal como lo propuso Bureau of public Roads en 1929 y esta fue recomendada por el Highway Research Board en

1944 y finalmente adoptada por la American Association of State Highway Officials (AASHO) (Valle Rodas, pág. 169).

Esta clasificación de suelos corresponde a dos grandes grupos los cuales tenemos suelos granulares y suelos con granulometría fina, de estos dos grandes grupos se van dividiendo en subgrupos. Esta clasificación tiene un apartado de “Evaluación” de los suelos por medio de índices. Estos son llamados índices de grupos y dan a conocer la calidad del suelo que tenemos.

Para la realización de este método hay que tomar en cuenta dos variables: Valor del índice de grupo, Tipo de tránsito

Valor de índice de grupo

Todos los suelos tienen plasticidad y cada suelo tienen un porcentaje de material fino como parte de sus características y su clasificación varía en torno al grado de plasticidad del suelo y al porcentaje de fino que pasa el tamiz número 200 como lo dice Valle Rodas

Aquellos suelos que tienen un comportamiento similar se hallan dentro de un mismo grupo, y están representados por un determinado índice. La clasificación de un suelo en un determinado grupo se basa en su grado de plasticidad y en el porcentaje de material fino que pasa el tamiz número 200.

(Rodas, 1963, p.49)

Fórmula empírica

índice de grupo = $0,2 a - 1 - 0,005 a c - k 0,01 b d$

Donde:

a= Porcentaje que pasa el tamiz número 200, comprendido entre 35 como mínimo y 75 como máximo. Se representará únicamente en número entero y variará de 1 a 40.

b - Porcentaje que pasa el tamiz número 200, comprendido: entre 15 como mínimo y 55 como máximo. Se representa solo el número y variará de 1 a 40

c = Parte del límite líquido comprendido entre 40 como mínimo y 60 como máximo. Esta parte se representará sólo en número entero y variará de 1 a 20.

d = Parte del índice de plasticidad comprendida entre 10 como mínimo y 30 como máximo. Esta parte se representará sólo en número entero y variará de 1 a 20.

Los índices de grupo tienen que expresarse en número entero y este tiene que ser el número más cercano después del decimal.

El índice de grupo se puede obtener mediante dos formas, una fórmula empírica o mediante gráfica (ver ilustración 8)

Por medio de la gráfica

Utilizando los gráficos correspondientes, el Índice de Grupo (IG) se determina sumando los valores obtenidos en las ordenadas de las gráficas A y B (véase la siguiente ilustración).

Esta metodología permite establecer una clasificación del suelo en función de sus propiedades físicas y su comportamiento como material de subrasante.

Para poder realizar este procedimiento de manera adecuada, es imprescindible contar previamente con los datos del Límite Líquido (LL) y del Índice Plástico (IP) del suelo analizado, ya que estos parámetros son fundamentales para ubicar los puntos en las gráficas mencionadas.

A continuación, se presenta la gráfica utilizada para la determinación del Índice de Grupo, la cual permite relacionar visualmente los parámetros mencionados y obtener el valor requerido con base en la normativa correspondiente.

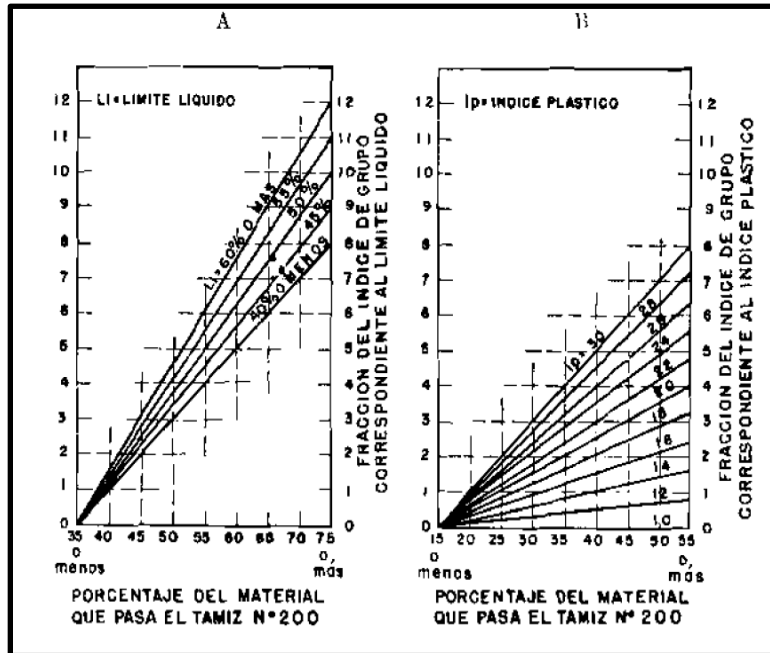


Ilustración 8. Diagramas para la determinación del Índice de Grupo.

Fuente: Carreteras, calles y Aeropistas, Valle Rodas

Tipo de tránsito: Los tipos de tránsito se pueden clasificar en tres grandes grupos.

- ✓ **Transito Liviano:** Aquel que tiene en tránsito comercial menor de 60 camiones y autobuses diarios.
- ✓ **Tránsito mediano:** Aquel cuyo tránsito comercial está comprendido entre 50 y 300 camiones y autobuses diarios.
- ✓ **Tránsito pesado:** Aquel que tiene un tránsito comercial mayor de 300 camiones y autobuses diarios.

En todos los casos anteriores, se supone que un máximo del 15% de los vehículos, tiene una carga por rueda de 9.0001b. (4.086 kilogramos).

Cálculo de espesores de pavimento tomando en cuenta el índice de grupo

Una vez se calculó el índice de grupo de un suelo y teniendo el tipo de tránsito se puede calcular los espesores de Sub base, base y capa de rodamiento por medio de la siguiente ilustración:

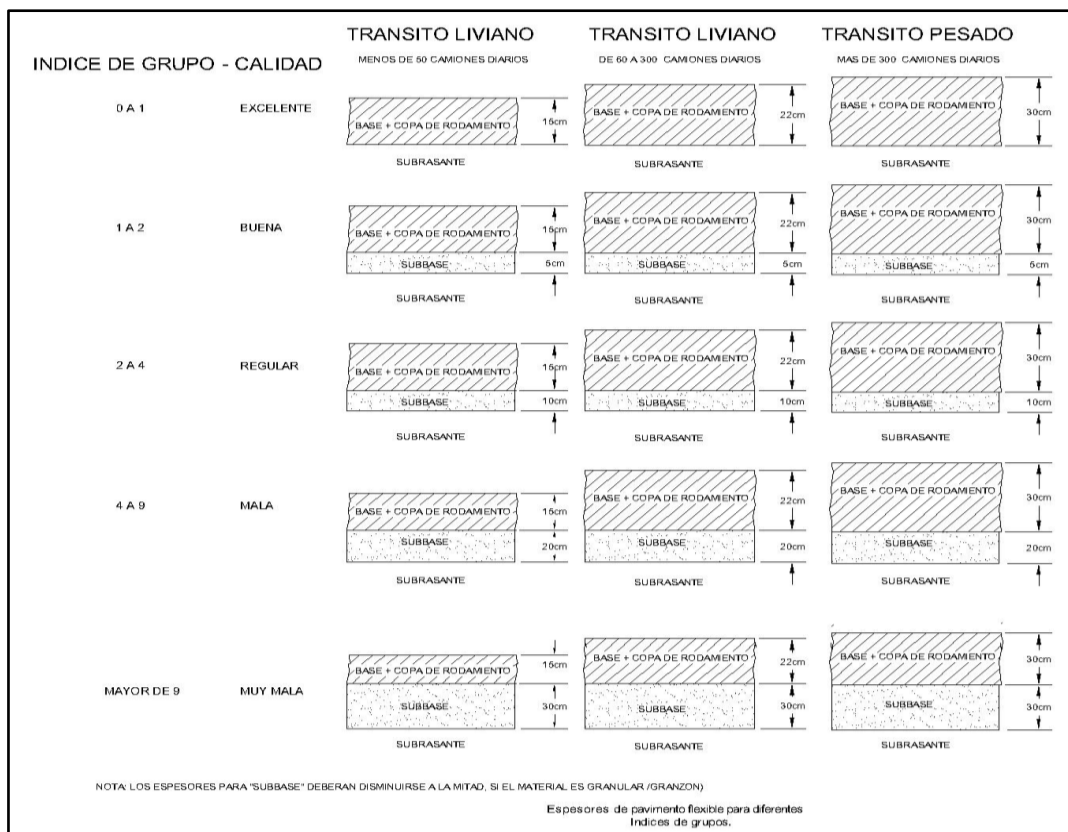


Ilustración 9. Espesores de pavimento flexible para diferentes índices de grupos

Fuente: Carreteras, calles y Aeropistas, Valle Rodas

El método de diseño de pavimento más antiguo y más utilizado se refiere a la guía de diseño AASHTO. Su primera edición fue publicada en 1993 y está orientada tanto al diseño de pavimentos asfálticos como hidráulicos.

Las variables de diseño necesarias para aplicar este método son: Tránsito, Serviciabilidad, Desviación estándar del sistema (SO), Módulo resiliente efectivo (Mr), Módulo resiliente para la subrasante, sub-base, base y concreto asfáltico, Coeficientes estructurales (ai), condiciones de drenaje y el Número Estructural (SN).

Este método se basa en estudios empíricos realizados por la AASHO Road Test, los cuales correlacionaron el comportamiento real de las estructuras de pavimento bajo condiciones controladas de carga y clima. Con el tiempo, el método ha sido perfeccionado e incorporado

a través de modelos y factores de ajuste que permiten una mayor precisión en diferentes condiciones geográficas y de carga. Su aplicación sigue siendo vigente por su versatilidad, adaptabilidad y por la confiabilidad que ofrece al momento de diseñar estructuras de pavimento duraderas y eficientes.

Transito

Las cargas equivalentes acumuladas para el periodo de diseño son fundamentales para determinar el espesor del pavimento.

Para obtener esta variable es necesario realizar un estudio de tráfico donde se determinen la composición vehicular, transito promedio anual, el factor camión, el transito acumulado en número de ejes.

Serviciabilidad

Es un factor que se determina para la seguridad y confortabilidad de un pavimento y se determina con la tabla de la serviciabilidad, tal como se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 11. Índice de Serviabilidad en función de calidad de la vía.

Índice de Serviabilidad (p)	Clasificación
0-1	Muy mala
1-2	Mala
2-3	Regular
3-4	Buena
4-5	Muy buena

Se mide en una escala del 0 al 5 en donde 0 significa una calificación para pavimento intransitable y 5 para un pavimento excelente con la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico

Fuente: AASTHO 1993

Perdida o disminución del índice de Serviciabilidad.

Esta pérdida de índice de Serviciabilidad es utilizado para representar la pérdida gradual de la calidad del servicio.

$$\Delta PSI = p_o - p_t$$

Donde:

PSI = Índice de servicio presente

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final deseado.

p_o = Índice de servicio inicial

p_t = Índice de servicio final (Pereira, 2014)

Confiabilidad.

Esto hace referencia al grado de certidumbre o seguridad de una determinada alternativa de diseño, determinando así la probabilidad de que un pavimento pueda soportar un número de repeticiones de cargas.

Desviación estándar del sistema (S_o)

Es un valor utilizado donde se toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y otros factores que afectan el comportamiento del pavimento.

Módulo Resiliente efectivo M_r

Es el módulo Resiliente promedio que se traduce en un daño del pavimento (U_f) igual al que se alcanzaría si se usaran valores modulares estacionales.

Módulo Resiliente para la sub rasante.

El módulo Resiliente se determina bajo la propia guía de diseño de la AASHTO 93 con los valores siguientes:

Para materiales de sub rasante con $\text{CBR} \leq 7,2\%$. $\text{MR} = 1.500 * \text{CBR}$.

Para materiales de sub rasante con mayo de $7,2\% \leq \text{CBR} \leq 20,0\%$.

$$\text{MR} = 3.000 * (\text{CBR})^{0.65}$$

Para materiales de sub rasante con valores de $\text{CBR} \geq 20,0\%$, se deberán emplear otras formas de correlación, tal como la recomendada por la propia Guía de Diseño (AASHTO)

Módulo Resiliente para la sub base, base y concreto asfáltico

El módulo se determina con base en la relación existente entre el coeficiente estructural de la capa y el módulo elástico del concreto asfáltico. Esta relación permite establecer una correspondencia técnica que facilita la evaluación del comportamiento estructural del pavimento ante las cargas aplicadas, considerando las propiedades mecánicas del material.

Esta herramienta visual no solo permite una comprensión más clara y precisa del proceso de determinación del módulo, sino que también refuerza el entendimiento técnico necesario para aplicar correctamente estos valores en el diseño estructural del pavimento. Además, contribuye a mejorar la toma de decisiones durante la etapa de planificación y ejecución del proyecto, asegurando un diseño más eficiente y duradero.

Por tanto, integrar esta información al proceso de diseño no solo garantiza una mayor durabilidad del pavimento, sino también una distribución más eficiente de las tensiones internas en cada capa estructural. Además, fortalece la toma de decisiones técnicas fundamentadas, permitiendo una mejor planificación de recursos y logrando una relación costo-beneficio más favorable en la ejecución y operación de la infraestructura vial. Finalmente, es importante destacar que la precisión en la obtención de estos parámetros depende en gran medida de la calidad de los ensayos de laboratorio y del criterio técnico aplicado durante la interpretación de los resultados. Una correcta caracterización de los materiales y una evaluación rigurosa del entorno permiten adoptar soluciones constructivas más eficaces, minimizando el riesgo de errores en el diseño y favoreciendo la sostenibilidad

de la infraestructura vial en el tiempo. Este método utiliza los criterios de la siguiente ilustración:

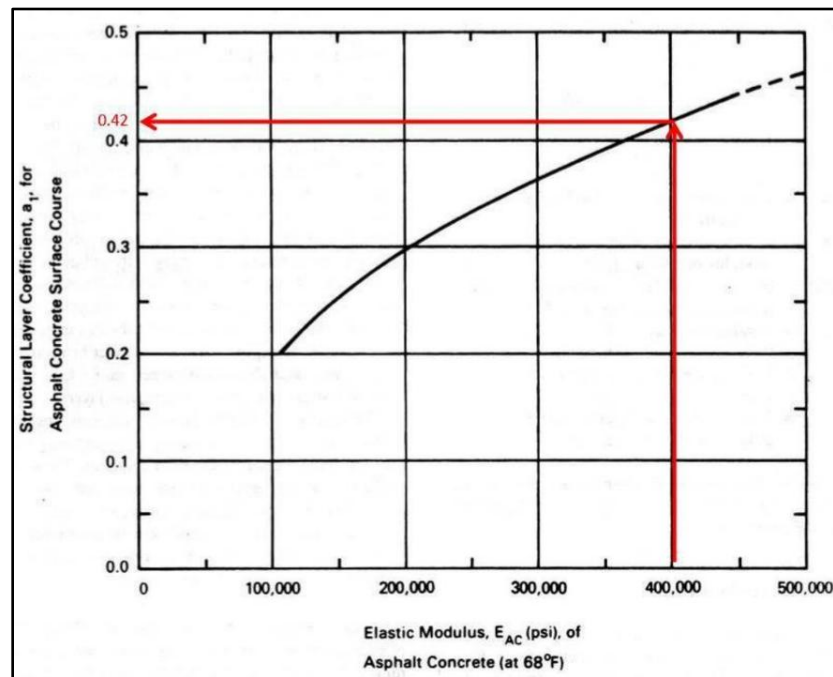


Ilustración 10. Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica.

Entrando con el valor del módulo se obtiene el coeficiente de aporte estructural correspondiente a la capa de material asfáltico.

+

Fuente: AASTHO 1993

Coeficientes estructurales (ai)

El coeficiente estructural se refiere al valor del módulo de elasticidad elástico para Sub bases y bases no tratadas se determina el valor de módulo de elasticidad bajo AASHTO T-274

Para mezclas asfálticas y suelos estabilizados Métodos de ensayo ASTM D4123 o ASTM C469, que permiten determinar el valor del módulo elástico.

Según (AASHTO)

- ✓ Mezcla asfáltica densa en caliente: 0.44 pulgadas
- ✓ Base granular: 0.14 pulgadas
- ✓ Sub base granular: 0.11 pulgadas

Drenaje

Este dato se determina bajo dos parámetros: La capacidad de drenaje y el porcentaje de tiempo durante el cual el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos de saturación.

Tabla 12. Calidad del drenaje conforme al tiempo de evacuación

Calidad de drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	Agua no drena

Fuente: AASTHO 1993

A continuación, se presenta la tabla correspondiente a los coeficientes de drenaje, la cual contiene los valores utilizados para ajustar el diseño estructural del pavimento en función de las condiciones de humedad y eficiencia del sistema de drenaje.

Tabla 13. Coeficientes de drenaje (mi) recomendados

Calidad del drenaje	Porcentaje de tiempo en que la nueva estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación.			
	Menos de 1%	1-5%	5-25%	Más del 25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.2
Buena	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.8
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.6	0.6
Deficiente	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.4

De acuerdo con las capacidades de drenaje la AASHTO establece en función del porcentaje de tiempo a lo largo de un año, en el cual la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación

Número estructural

Se basa en determinar un “numero estructural (SN) para el pavimento, que se refiere a que pueda soportar el nivel de carga solicitado bajo la formula

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

Donde:

a = Coeficiente estructural

D = Espesor en pulgadas

m = Coeficiente de drenaje (AASHTO)

Aplicación de diseño de pavimento flexible por método AASTHO 1993

Este método permite realizarse por medio de dos formas por medio de fórmulas descritas o por medio del programa o Software Ecuación AASTHO 1993. En este documento nos limitaremos a transcribir las fórmulas descritas en la guía **AASTHO 1993**.

Para espesor de carpeta asfáltica:

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$
$$D_1 = \frac{1.28}{0.44} = 2.91 \text{ pul} < 4 \text{ pul}$$

Para cálculo de espesor de la base:

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 * m_2}$$
$$D_2 = \frac{3.85 - 1.76}{0.13 * 0.8} = 20.1 \text{ pul} > 6 \text{ pul}$$

Para cálculo para espesor de la sub base:

$$D_3 = \frac{SN_3 - SN_2}{a_3 * m_3}$$

2.1.6.2 METODOS DE DISEÑO PARA CONCRETO HIDRAULICO.

A continuación, se presenta uno de los métodos más conocidos, el método de la Portland Cement Association (PCA).

Método de Portland Cement Association (PCA)

El método fue propuesto por el profesor Westergaard, posterior a eso, la Portland Cement Association (PCA) en 1933 publicó el procedimiento para el diseño de espesores de concreto, utilizando como fundamento de diseño los conceptos de tráfico, fatiga; que en 1984 actualizó y en 1995 lanzó su reimpresión y es la versión que se aplica hasta estos días. (DURAVIA, Ing. Ccallocunto, 2016) En este apartado veremos el método del PCA para pavimentos que comprende el “*Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements*” editado por “Portland Cement Association de los Estados Unidos de Norte América”.

El principal objetivo del método del PCA es determinar el espesor mínimo que resulta del costo anual más bajo, esto es debido a que si el espesor es mayor de lo necesario los costos serán altos y si el espesor es menos del mínimo los costos de mantenimiento serán demasiado caros.

Los tipos de pavimento de hormigos que aplican para este método son los siguientes:

- ✓ Pavimento simple con o sin pasa juntas,
- ✓ Pavimento reforzado con juntas con pasa juntas,
- ✓ Pavimento continuamente reforzado

Para diseñar los espesores de pavimento rígido bajo el método del PCA es necesario conocer los criterios de diseño.

Se tienen que considerar dos criterios de falla los cuales son: Criterios de erosión de la sub-base y criterios de esfuerzo de fatiga. El criterio de erosión de la sub-base es evaluar que la sub-base puede fallar por un excesivo bombeo y el criterio de esfuerzo de fatiga es el que determina las fallas debidas a excesivas repeticiones de carga,

Las variables que se utilizan para el método de PCA son las siguientes:

- Módulo de rotura del concreto (M_r)
- Resistencia de sub rasante (k) o de la combinación sub rasante – sub base (k_c)
- Cargas de tránsito
- Períodos de diseño (Portland Cement Association , 1995)

Módulo de rotura del concreto (M_r)

El criterio de fatiga es utilizado para controlar el agrietamiento del pavimento bajo cargas constantes de tráfico, el hormigón es sometido bajo cargas axiales que producen esfuerzos a compresión y flexión, las relaciones de los esfuerzos a la flexión son más considerables que los esfuerzos a compresión, ya que para el diseño de espesores se toman más en cuentas los esfuerzos flexores ya que estos exceden los valores de 0.5 (Portland Cement Association , 1995). El módulo de ruptura es obtenido mediante cargas de cantiléver en un punto central o en los centros bajo la norma ASTM C78 y las pruebas de módulo de rotura son realizadas a los 7, 14, 28 y 90 días. Las pruebas de 7 y 14 días son para determinar cuando los pavimentos pueden ser abiertos al tráfico, las pruebas de 28 días son usadas para el diseño de espesores de pavimentos de carreteras y calles, los valores de 90 días son utilizados para diseñar pistas de aterrizaje (Portland Cement Association , 1995)

A medida que pasan los días el hormigón adquiere resistencia tal como lo muestra la ilustración 10.0 donde hace la relación entre la resistencia, la flexión y la edad de diseño.

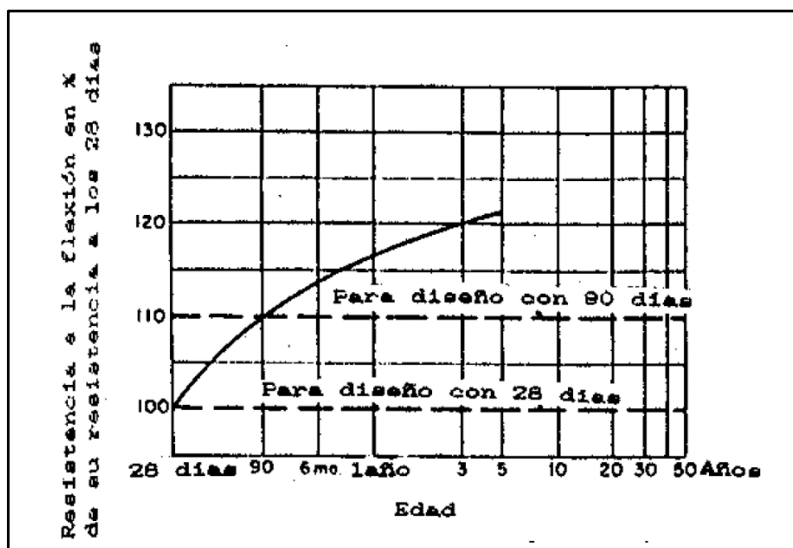


Ilustración 11. Relación entre la resistencia, la flexión y la edad de diseño.

Fuente: Método del Portland Cement Association.

Resistencia de sub rasante (k) o de la combinación sub rasante – sub base (kc)

Este segundo factor de diseño de espesores es definido en términos del módulo de reacción de la sub rasante (k) y este como las cargas en libras por pulgadas cuadradas sobre un área de carga generalmente una placa de 30 pulgadas de diámetro, dividido por la deflexión en pulgadas para esa carga. Para determinar el valor de (K) se tienen que realizar pruebas de cargas y ya que estas toman demasiado tiempo y son demasiado costosas la Portland Cement Association nos muestra valores de (K) para dos tipos de condiciones.

La condición 1 es para efectos de que la sub base no ha sido tratada y la numero 2 es para condiciones donde la sub base ha sido tratada con cemento, como se muestra con la siguiente tabla:

Tabla 14. Efecto de la Sub base no Tratada sobre los valores k

Valor k de la Sub rasante PCI	Valor K de la Sub base, PCI			
	4 pulg.	6 pulg.	9 pulg.	12 pulg.
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Fuente: Método del portland cement association.

Tabla 15. Valores k de Diseño para Sub base tratadas con cemento

Valor k de la Sub rasante PCI	Valor K de la Sub base, PCI			
	4 pulg.	6 pulg.	9 pulg.	10 pulg.
50	170	230	310	390
100	280	400	520	640
200	470	640	830	

Fuente: Método del portland cement association.

Cargas de transito

Las cargas de tránsito son de los factores primordiales para obtener el espesor del pavimento y estos se derivan de tres condiciones.

- Tráfico promedio diario en ambas direcciones, de todos los vehículos (average daily traffic-ADT)

- Tráfico promedio diario de camiones en ambas direcciones (average daily truck traffic-ADTT)
- Cargas axiales de camiones

Generalmente hay métodos de conteo de tráfico presentados por el PCA pero esta admite cualquier método puede dar un valor razonable donde se tomen en cuenta la tasa anual del crecimiento de trafico (Portland Cement Association , 1995)

Las tasas anuales de los camiones son en base a la siguiente tabla:

Tabla 16. Tasas Anuales de Crecimiento de Tráfico y factores de Proyección Correspondientes

Tasa anual de crecimiento de trafico	Factor de Proyección	Factor de Proyección
	20 años	40 años
1	1.1	1.2
1 ½	1.2	1.3
2	1.2	1.5
2 ½	1.3	1.6
3	1.3	1.8
3 ½	1.4	2
5	1.5	2.2
4 ½	1.6	2.4
5	1.6	2.7
5 ½	1.7	2.9
6	1.8	3.2

En la tabla se presenta la relación entre las tasas de crecimiento anual y los factores de proyección para períodos de 20 y 40 años, conforme las recomendaciones de PCA.

Fuente: Método del portland cement association.

Periodos de diseño

El periodo de diseño ha sido estudiado por este método en base a la experiencia y estudios realizados donde existen muchas variables, sobre todo variables en las cuales varían de acuerdo a los factores que no se han tomado en cuenta dentro del diseño, estas variables o

condiciones a las que puedes estar sometido el pavimento puede ser desde el clima a derrames de líquidos o materiales que puedan dañar o alterar las propiedades del pavimento.

Las condiciones de humedad a las que está expuesta un pavimento es tomado en cuenta, pero durante el periodo de funcionamiento de este puede que existan un mal uso o no exista limpieza de los drenajes donde se generan empozamientos y estos pueden erosionar el suelo hasta llegar a una parte estructural del pavimento.

El periodo de diseño es considerado por la P.C.A, como periodo de análisis de tráfico, ya que el transito muchas veces no puede ser predicho con una precisión acertada, para un periodo largo se utiliza comúnmente 20 años, pero todo esto depende de los costos presupuestados para construcción.

El periodo de diseño afecta al espesor del pavimento ya que determina cuantos años y por lo tanto cuantos camiones deben servir al pavimento.

2.2 SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS

2.2.1 GENERALIDADES DEL SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

Un sistema de aguas lluvias es un conjunto de elementos diseñados para recoger, conducir y evacuar el agua de lluvia que cae sobre superficies como calles, techos y patios, con el objetivo de evitar inundaciones, proteger la infraestructura y reducir riesgos para la salud pública.

Un sistema de aguas de recolección de aguas lluvias tiene que ser capaz de transportar las aguas lluvias a un punto de descarga donde no afecte a ninguna infraestructura y prevenga inundaciones que afecten la integridad de las personas.

Los sistemas de recolección de aguas lluvias son diseñados tomando en cuenta la intensidad de las precipitaciones de la zona estos datos obtenidos a través de un instrumento llamado pluviómetro, el cual hace una relación de tiempos e intensidad cuando existen lluvias en la

zona de estudio, este se emplea con las estaciones meteorológicas y se expresa por medio de milímetros de altura equivalentes a litros por metro cuadrado.

Los sistemas de aguas lluvias fueron utilizados desde el imperio Romano, ya que al ellos tener climas semiáridos construían grandes depósitos para captar las aguas lluvias donde las almacenaban y luego las ocupaban para su consumo agrícola o humano, de hecho esta técnica ha venido evolucionando a través del tiempo pero por la contaminación de nuestros recursos naturales ya no es posible debido a que un estudio de investigaciones de la Universidad de Estocolmo y de la Escuela Politécnica Federal de Zurich “las aguas lluvias contienen una sustancia química denominada PFAS que son ácidos sulfónicos (PFHxS) combinados con otros ácidos que son dañinos a la salud”. (Universidad de estocolmo, 2022, p.2)

Para poder diseñar un sistema de drenaje pluvial es necesario entender los conceptos de la Hidrología, donde se pueda analizar la ocurrencia, circulación, distribución y su relación con el medio ambiente y los seres vivos. De igual manera realizar los estudios necesarios para la obtención de los datos como: caudales, tiempo de concentración, intensidades de lluvia, determinación de subcuentas y cuencas, diámetros y dimensiones de estructuras, velocidades, tiempos de retorno, etc.

2.2.2 TIPOS DE SISTEMAS DE AGUAS LLUVIAS

Los tipos de sistemas pueden variar según sus componentes y finalidad y por su tipo de estructura.

Por su finalidad:

Alcantarillado Particular

Es una red descentralizada competente según la zona y diseñado por la empresa constructora conforme a las normas, reglamentos y leyes establecidas en el país y este por lo general se conecta a una red municipal existente.

Alcantarillado pluvial Municipal

Es aquella el cual el diseño, construcción y mantenimiento corresponde al gobierno municipal o central y este sistema recolecta la escorrentía superficial y subterránea de todas las calles y avenidas del país y su disposición a cuerpos de agua naturales.

Por su tipo de estructura:

Sistemas de drenaje pluvial Subterráneos

La función de este es captar las aguas lluvias superficiales y llevarlas a través de tuberías que pueden ser de PVC o concreto hacia un pozo de visita o colector en cual sirve para controlar las velocidades, cambios de direcciones, pendientes del terreno y cambios de diámetro de tuberías, y de esa forma llevarla a su disposición final como lo es ríos, quebradas, riachuelos, tanques de captación o retención.

Sistemas de drenaje pluvial Superficiales.

Existen casos donde la escorrentía y caudales que escurren en el área donde su cantidad es poca, por lo cual solamente se necesita controlar el agua lluvia por sistemas superficiales y luego a su disposición final. Ejemplos de estos pueden ser: canaletas cuadradas, trapezoidales, triangulares, gradas disipadoras de energía, etc.

2.2.3 USOS DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

Todo proyecto de urbanización y parcelación donde se requiera construir un sistema de recolección de aguas lluvias generará un impacto al medio ambiente ya que para la disposición final de estas alteran los ríos o quebradas donde se pretenda desembocar y junto a ello si las aguas lluvias van contaminadas de basura como desechos plásticos u otros tipos de desechos; Es por esto que a través del tiempo se han propuesto diferentes sistemas para el aprovechamiento de esta agua lluvia.

El reusó de las aguas lluvias, es una forma de disminuir el impacto ambiental realizando obras y métodos para poder captar y tratar esa agua para los consumos agrícolas, industrias,

regadíos y los diferentes usos domésticos que se le pueden dar, según el tipo de tratamiento que al agua le proceda de tal forma poder eliminar los metales e hidrocarburos que la contaminan.

Con el reusó del agua estamos colaborando con la campaña “Cultura del Agua” donde la ingeniería busca aprovechar este recurso, el agua lluvia puede ser tratada o no tratada, según su disposición, pero sobre todo se tiene que evaluar la calidad de esta agua y que no contengan metales e hidrocarburos que puedan ser dañinos a la fauna, flora y seres humanos. Existen diferentes formas con las que se pueden almacenar las aguas lluvias, como, por ejemplo:

- Tanques modulares exteriores
- Depósitos dispensadores.
- Tanques bajo tierra

Tanques modulares exteriores

Los tanques modulares normalmente se utilizan para viviendas, su estructura modular permite conectar varios tanques entre sí para aumentar su capacidad y al ser exteriores no es necesario incurrir en gasto de excavaciones.

Depósitos dispensadores

La única diferencia de los tanques exteriores modulares es que no son modulares lo que su capacidad es única.

Tanques bajo tierra

Utilizados en países como Corea del Sur donde el sistema de aguas lluvias está conectado a estos tanques para utilizarlos por medio de dispensadores en los separadores para limpiar las calles y regar los parques.

Otro País que utiliza de esta forma las aguas lluvias provenientes de un sistema de drenaje pluvial es China en la ciudad de Qnli, al tener un problema con las inundaciones por las aguas lluvias optaron por construir un parque conocido como “Esponja Verde” Este es el parque Urbano para retener y filtrar un 70% de las aguas pluviales de esta ciudad, su función es retener todas las aguas lluvias provenientes del sistema de drenaje pluvial.

Al retener y filtrar hasta 500,000.00 m³ de agua al año ayuda a alimentar los mantos acuíferos, mejora la calidad del agua, atrae y preserva especies de aves y genera valor social público agregado, de esta manera se disminuyen las inundaciones. (Urban Ecology, 2016)

Como podemos ver los sistemas de drenaje pluvial pueden generar un gran impacto positivo o negativo a nuestro medio ambiente.

Existen métodos y estructuras con las cuales se pueden controlar los caudales que entran a los sistemas de aguas lluvias para que no colapsen, por ejemplo:

Como otro ejemplo tenemos a la República de Corea, El presidente, Yoon Suk-yeol quien finalizó en el año 2022 una obra de captación de aguas lluvias proveniente del sistema de aguas lluvias con la capacidad de almacenar 320,000.00m³ de agua para luego utilizarla como recurso para limpiar las calles y regar los principales parques.

Debido a que desde el 2020 el país ha sufrido muchas inundaciones y en casos extremos muertos a causa de esto. (Yonhap news agency , 2022). Los sistemas de aguas lluvias necesitan obras de ingeniería con las que no dañen el medio ambiente y no causen inundaciones.

2.2.4 NORMAS TÉCNICAS PARA PROYECTOS DE SISTEMAS DE AGUAS LLUVIAS

La Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS) es la entidad encargada de regular y autorizar los diseños de drenaje de aguas lluvias en proyectos de

desarrollo urbano dentro del Área Metropolitana de San Salvador (AMSS). Su función principal es garantizar que las soluciones propuestas para la gestión de aguas pluviales cumplan con los estándares técnicos y normativos establecidos, asegurando así la sostenibilidad y seguridad de las infraestructuras urbanas.

Para obtener la factibilidad de drenaje de aguas lluvias, los desarrolladores deben presentar una serie de documentos técnicos ante la OPAMSS. Estos incluyen estudios hidrológicos que evalúen el comportamiento del agua en el sitio, levantamientos topográficos detallados y planos del sistema de drenaje propuesto. La OPAMSS revisa estos documentos para verificar que el diseño propuesto sea adecuado y cumpla con las regulaciones vigentes.

Es importante destacar que la OPAMSS puede requerir estudios adicionales o ajustes en el diseño si considera que el proyecto podría generar impactos negativos en el entorno o si se encuentra en zonas con infraestructura insuficiente. Esto asegura que los sistemas de drenaje sean efectivos y que se integren adecuadamente al entorno urbano existente.

Además, la OPAMSS promueve la implementación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), los cuales buscan gestionar las aguas pluviales de manera más natural y eficiente, reduciendo el impacto ambiental y mejorando la resiliencia urbana. Estos sistemas incluyen técnicas como jardines de lluvia, pavimentos permeables y estanques de retención, que ayudan a controlar y filtrar el agua de lluvia en su punto de origen.

2.3 SISTEMA DE AGUAS NEGRAS

2.3.1 GENERALIDADES DEL SISTEMA DE AGUAS NEGRAS

Para mejorar la calidad de vida de una población en específica uno de los servicios más importantes es el abastecimiento de aguas potable, para poder satisfacer las necesidades de cada uno de los habitantes, como consecuencia de la utilización del agua potable se presenta el problema del desalojo de las aguas servidas o aguas residuales, por lo que se requiere así la construcción de un sistema de evacuación de las aguas negras.

Se le conoce como alcantarillado sanitario, a una red integrada de tuberías y estructuras complementarias necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales de la población a su destino final.

El destino final de las aguas servidas va a depender del tratamiento que se realice y de las condiciones particulares de la zona de estudio.

Durante muchos años la red de alcantarillado sanitario no era una preocupación para las autoridades competentes, estaba más ocupada en construir redes de agua potable, dejando para un futuro indefinido la construcción de las redes de alcantarillado, consecuencia que hoy en día genera muchos problemas sanitarios porque no se cuenta con una red que permita tratar de la forma correcta las aguas residuales. Actualmente se considera un servicio básico a la red de alcantarillado sanitario, sin embargo la cobertura de estas redes en las ciudades en desarrollo de nuestro país es ínfima en relación con la cobertura de las redes de agua potable y esto genera importantes problemas sanitarios porque según estudios realizados en nuestro país por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) revela que del total de agua abastecida a la población, un 20% es utilizado netamente para el consumo y un 80% es el porcentaje que entra a las alcantarillas.

2.3.2 TIPO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Sistema convencional de alcantarillado sanitario.

El sistema convencional es aquel que está constituido por redes colectoras que se ubican en calles o avenidas y cuenta con pozos de visita en los casos de cambio de pendiente del colector, cambio de dirección, cambio de material del colector, cambio de diámetro, punto de intersección de dos o más colectores, cada cien metros y al inicio del colector. Para el sistema convencional, el diámetro mínimo es de 200mm (8”) y se deberá cumplir con lo relacionado al alcantarillado de las Normas Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras de ANDA. (ANDA, 1998)

Sistemas no convencionales de alcantarillado sanitario.

Los sistemas de alcantarillado sanitario no convencional son sistemas basados en consideraciones de diseño hidráulico, diámetros mínimos, profundidad de instalación, y accesorios de conexión, entre otros, normalmente son los que se permiten disminuir los costos de construcción, operación y mantenimiento.

Los sistemas no convencionales son: Sistema de Alcantarillado sin arrastre de sólidos, Sistema Simplificado de Alcantarillado y Sistema Condominal de Alcantarillado.

a) Sistema de alcantarillado sin arrastre de sólidos

Un alcantarillado libre de sólidos es una red de tuberías de diámetro pequeño que transporta aguas residuales sin sólidos o aguas pre-tratadas (por ejemplo, el efluente de una fosa séptica). Puede ser instalado a poca profundidad y no requiere un flujo mínimo de aguas residuales o una pendiente para funcionar.

b) Sistema simplificado de alcantarillado

El alcantarillado simplificado es el mismo que el alcantarillado convencional por gravedad, pero con características de diseño que se adaptan mejor a la situación local. Los tubos se colocan dentro de los límites de la propiedad, a través de los jardines frontales o patios, en lugar de debajo del camino principal, lo que permite que los tubos sean menos y más cortos. También pueden instalarse en vías de acceso en donde no pasa el tráfico pesado o por debajo del pavimento (aceras).

c) Sistema condominal de sistemas de aguas negras

El modelo condominal de alcantarillado sanitario es un sistema que recolecta las aguas residuales generadas por un conjunto de viviendas mediante un ramal condominal, el cual descarga a la red de alcantarillado sanitario convencional. Las tuberías podrán ser instaladas en la parte interna (con el respectivo permiso de los propietarios) o externa de los lotes, siguiendo el recorrido más favorable de acuerdo con la topografía del terreno, uniéndose entre sí las instalaciones de cada vivienda.

Cabe mencionar que el modelo de diseño condominal será aplicado solamente previa autorización de la ANDA. (ANDA, 1998)

La operación y mantenimiento del ramal condominal será responsabilidad de la ANDA en los casos en los cuales el ramal se ubique en áreas de acceso público (aceras, pasajes, etc.). En los casos que se ubiquen en la parte interna de los lotes o viviendas, si no se constituye la servidumbre respectiva, la operación y mantenimiento del ramal es responsabilidad de los habitantes de las viviendas que aportan al ramal.

Desde la óptica hidráulica los sistemas alcantarillados son clasificados de la siguiente forma:

Alcantarillados por gravedad:

Se caracterizan por ser del tipo de flujo a gravedad, donde obedece la forma de la topografía del sitio factor que se busca aprovechar para conformar la red en el lugar que se ubique el proyecto; es utilizado para la recolección de aguas residuales de origen doméstico, comercial, industrial e institucional,

Alcantarillados a presión:

Empleado en la recolección de aguas residuales en zonas residenciales donde la construcción de la red por gravedad es problemática, por lo tanto, se hace uso de estaciones de bombeo. Además, se pueden incluir aguas residuales de origen comercial y solo una pequeña fracción de origen industrial. Este tipo de redes son por lo general pequeñas. El tipo de alcantarillado a escoger depende de las características de tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto, por lo tanto, el valor económico del diseño es posible que aumente con este tipo de sistema por la inversión que se realiza para los equipos que realizan la función del bombeo.

2.3.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE AGUAS NEGRAS

Las ventajas del sistema de aguas negras son:

- Aumenta el valor de su vivienda.

- Con el alcantarillado sanitario se cuida la salud de niños y adultos mayores ya que son más propensos a enfermedades, pues las aguas negras son desalojadas por una red especial para el manejo y disposición final.
- Si la obra se realizará en una zona que sus calles aún sean de tierra, una vez construida la red de alcantarillado sanitario las calles ya pueden ser pavimentadas.
- Con un sistema integral de alcantarillado sanitario se disminuye el uso de las fosas sépticas, evitando la contaminación de los mantos acuíferos.

Desventajas del alcantarillado sanitario

- Su costo, la instalación de un sistema de drenaje es una inversión costosa.
- El mantenimiento y prevención de daños de tuberías.
- Construcción de plantas de tratamiento de aguas negras.

2.3.4 NORMAS TÉCNICAS PARA PROYECTOS DE SISTEMAS DE AGUAS NEGRAS

Para llevar a cabo de manera adecuada el diseño y la construcción de sistemas de aguas negras en El Salvador, es imprescindible seguir las directrices establecidas por la institución competente en la materia: la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA). Esta entidad es la encargada de formular, actualizar y velar por el cumplimiento de las normas técnicas que rigen todos los proyectos relacionados con el abastecimiento de agua potable y la evacuación de aguas residuales domésticas, también conocidas como aguas negras.

Las normas técnicas emitidas por ANDA constituyen un marco regulatorio obligatorio que establece los requisitos mínimos que deben cumplir los proyectos de sistemas de aguas negras, tanto en su fase de diseño como en su ejecución. Dichos lineamientos incluyen aspectos fundamentales como el nivel de precisión requerido en los estudios técnicos, los

valores aceptables para coeficientes hidráulicos y parámetros de diseño, así como las fórmulas, criterios de dimensionamiento y procedimientos de cálculo que deben aplicarse en cada etapa del proyecto.

Estas normas fueron oficialmente aprobadas en octubre de 1997, según consta en el acta No. 1705, punto vigésimo, de la sesión celebrada por la Junta de Gobierno el día 9 de octubre del mismo año. Desde esa fecha, el documento ha sido sujeto a actualizaciones y modificaciones que han sido también aprobadas por la Junta de Gobierno, garantizando así que las disposiciones técnicas se mantengan vigentes y acordes a los avances tecnológicos, ambientales y normativos del sector.

Cabe destacar que el cumplimiento de estas normas no solo asegura la viabilidad técnica del proyecto, sino que también garantiza la sostenibilidad del sistema, la protección del medio ambiente y la salud pública. Por lo tanto, cualquier profesional o entidad encargada de la formulación de proyectos de sistemas de aguas negras debe remitirse a este conjunto normativo como base esencial para la elaboración de propuestas que respondan a las necesidades actuales de saneamiento en el país.

CAPITULO III: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

CAPITULO III: INVESTIGACION DE CAMPO

3 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.1.1 GENERALIDADES.

Según la Ley de Medio Ambiente, en el Artículo 18 Decreto No 233, todo proyecto de construcción, actividades u obras tendrán que ser evaluados para determinar si tendrán un impacto ambiental negativo en el ambiente o en la calidad de vida. Ya que, si estas actividades obras o proyectos no están controladas, generan impactos negativos que afectan en primera instancia a los recursos naturales, la calidad de vida humana y al desarrollo sostenible. Es por ello que a continuación presentamos la información recolectada en lo que conlleva a un estudio de impacto ambiental para un proyecto de mejoramiento vial.

3.1.2 DATOS AMBIENTALES DEL PROYECTO

Para llevar a cabo la recolección de los datos ambientales necesarios para el presente estudio, se hizo uso de herramientas digitales especializadas proporcionadas por instituciones oficiales. En particular, se utilizó la Plataforma Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), la cual centraliza información técnica relevante sobre las condiciones naturales del territorio nacional. Utilizando el Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental (VIGEA), una herramienta interactiva que permite acceder a capas de información geoespacial relacionadas con variables ambientales clave.

A través del uso del VIGEA, fue posible obtener una serie de datos geográficos y ambientales pertinentes al área de estudio, tales como características del clima, cobertura vegetal, topografía, suelos, cuerpos de agua, entre otros elementos esenciales para el análisis. La información extraída mediante estas plataformas permitió contar con una base sólida para la toma de decisiones y el diseño de propuestas técnicas adecuadas al entorno.

Los datos obtenidos por medio de esta metodología se detallan a continuación:

Tabla 17. Datos ambientales del proyecto

Descripción	Aplica	Descripción	Aplica
¿Dentro de un cuerpo de agua?	No	¿Dentro de una recarga potencial acuífera alta?	No
¿A una distancia de 100 m de un cuerpo de agua?	No	¿A una distancia de 10 m de una quebrada?	No
¿A una distancia de 300 m de un cuerpo de agua?	No	¿A una distancia de 30 m de un río terciario?	No
¿A una distancia de 500 m de un cuerpo de agua?	Sí	¿A una distancia de 50 m de un río primario o secundario?	No
¿A una distancia de 25 m de un cuerpo de agua?	No	¿Dentro de humedales costeros y continentales?	No
¿Dentro de un área inundación por amenaza oceanográfica?	No	¿En un radio de 500 m de un pozo?	No
¿Recarga potencial acuífera baja?	Sí	¿Índice de explotación subterránea >0.2 y ≤ 0.4 ?	No
¿Recarga potencial acuífera media?	No	¿Índice de explotación subterránea >0.4 y ≤ 0.8 ?	Sí
¿A 300 m de un centro escolar?	No	¿A 500 m de un puente?	No
¿A 500 m de un centro escolar?	No	¿Clase de suelo?	Sí
¿A 100 m de una Unidad de Salud?	No	¿A 500 m de una falla geológica?	No
¿A 100 m de un hospital?	No	¿En un radio de 5 km de un volcán?	No
¿A 100 m de una estación meteorológica?	No	¿Clase agrológica VI?	Sí
¿Clase agrológica V, VI, VII y VIII?	Sí	¿Suelo para cultivo de pastos, ornamentales (I-V)?	No
¿Suelo para cultivo de pastos, ornamentales (VI)?	Sí	¿Área susceptible a inundaciones?	No
¿Suelo para café bajo sol, teca, eucalipto, etc. (I-VI)?	Sí	¿Radio de 500 m de relleno sanitario?	No

Descripción	Aplica	Descripción	Aplica
¿Suelo para hortalizas comerciales y granos (I-IV)?	No	¿Radio de 100 m de relleno sanitario?	No
¿Suelo para hortalizas y granos (V-VIII)?	Sí	¿Área de contaminación por plomo?	No
¿Suelo para caña de azúcar (I-IV)?	No	¿Área de inundación alta o muy alta?	No
¿Pendiente menor a 15°?	No	¿Susceptibilidad a deslizamientos alta o muy alta?	Sí
¿Pendiente entre 15° y 30°?	Sí	¿Zona afectada por flujo de escombros?	No
¿Zona de afectación por amenaza volcánica?	No	¿Franja Costero Marina?	No
¿Área natural protegida?	No	¿Sitio RAMSAR?	No
¿A 100 m de un área natural protegida?	No	¿A 200 m de un bosque de mangle?	No
¿A 200 m de un área natural protegida?	No	¿Bosque de mangle?	No
¿Tipo de vegetación?	Sí	¿Zonificación del Volcán de San Salvador?	Sí
¿A 500 m de un área natural protegida?	No	¿A 500 m de un bosque de mangle?	No
¿Área de Conservación?	No	¿Sitio de relevancia ecosistémica?	No
¿Reserva de Biósfera?	No	¿Área de amortiguamiento Bahía Jiquilisco?	No
¿Centro poblado?	No	¿Zonas de protección ambiental (RZAUS)?	No
Descripción	Aplica	Descripción	Aplica
¿A 100 m de un centro poblado?	No	¿Zonas de rehabilitación/restauración ambiental (RZAUS)?	No
¿A 300 m de un centro poblado?	No	¿Áreas a rehabilitar (RZAUS)?	No
¿A 500 m de un centro poblado?	No	¿Áreas con restricción al desarrollo urbano (RZAUS)?	No

Descripción	Aplica	Descripción	Aplica
¿Radio de 100 m de un centro poblado?	No	¿Áreas de reserva forestal (RZAUSS)?	No
¿Zonificación Subregión Metropolitana de SS?	No	¿Áreas de uso restringido (RZAUSS)?	No
¿Área de Patrimonio Natural?	No	¿Zona de aprovechamiento condicionado (Decreto 51)?	No
¿Zonificación Cordillera del Bálsamo?	No	¿Zona de máxima protección (Decreto 51)?	No
¿Zona de protección y restauración (Decreto 51)?	No	¿Territorio edificado (Decreto 51)?	No

Fuente:

<http://mapas.marn.gob.sv/VIGEA/nepamap.aspx?wherestr=SAN%20SALVADOR&searchtype=municipios>

La información recolectada del VIGEA es congruente con lo visto en campo.

Esta información presentada, es utilizada por el MARN como parte del proceso de categorización de proyectos, para determinar el impacto al medio ambiente según lo visto anteriormente en el capítulo II.

Base Legal

La categorización se fundamenta en el Art. 22 de la Ley del Medio Ambiente en cuya parte final, expresa "El Ministerio categorizará la actividad, obra o proyecto, de acuerdo a su envergadura y a la naturaleza del impacto potencial".

Es preciso señalar, que la envergadura de una actividad, obra o proyecto está referida al tamaño, volumen o extensión de la misma; y la naturaleza del impacto potencial se vincula a la sensibilidad del sitio o estado de conservación del ambiente en donde se pretende instalar y a su vez al tipo o naturaleza de la actividad, obra o proyecto a emprender. Además, se han considerado los artículos 18, 19, 20 y 24 literal b) de la Ley del Medio Ambiente, que literalmente dicen:

“Art. 18.- Es un conjunto de acciones y procedimientos que aseguran que las actividades, obras o proyectos que tengan un impacto ambiental negativo en el ambiente o en la calidad de vida de la población, se sometan desde la fase de pre inversión a los procedimientos que identifiquen y cuantifiquen dichos impactos y recomienden las medidas que los prevengan, atenúen, compensen o potencien, según sea el caso, seleccionando la alternativa que mejor garantice la protección del medio ambiente.”

3.1.3 EVALUACION DEL INMPACTO AMBIENTAL

Para categorizar el proyecto “DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR”. Se realizó un análisis en el Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental. De los aspectos ambientales en el área de influencia del proyecto en la cual se puede observar que no existe impacto alguno, ver la siguiente ilustración.

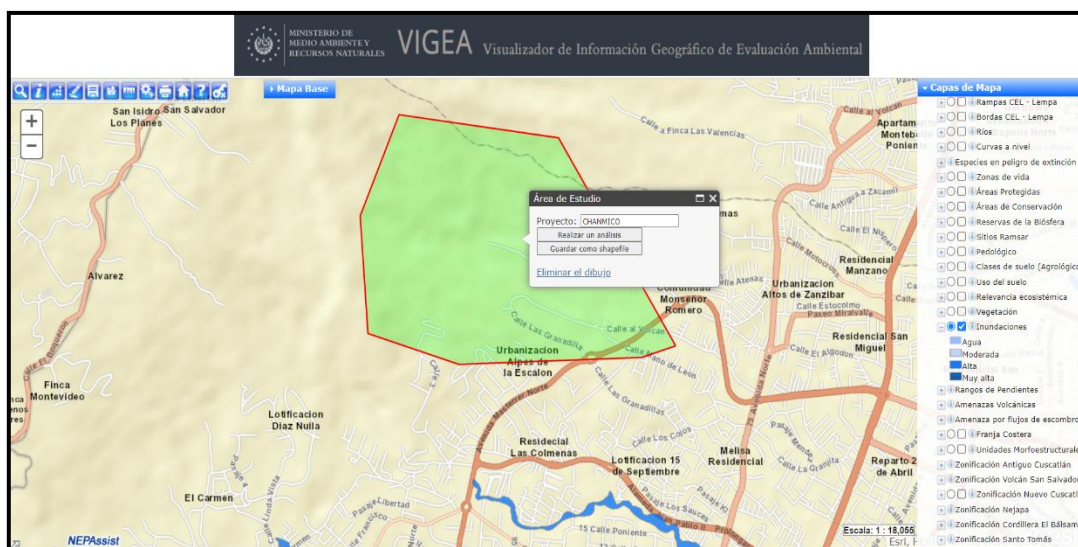


Ilustración 12. Visualizador grafico de VIGEA

Fuente: VIGEA

El alcance de la categorización es establecer los criterios técnicos de cada una de las actividades, obras o proyectos, definidas en el listado del Art. 21 de la Ley del Medio

Ambiente, los cuales deben ser objeto de un proceso sistemático de retroalimentación, lo que permitirá el ajuste de los criterios de categorización.

La categorización de actividades, obras o proyectos se fundamenta en los criterios siguientes:

- Envergadura, criterio asociado al tamaño, extensión, superficie, volumen o magnitud de una actividad, obra o proyecto, según corresponda.
- Naturaleza del impacto potencial, referido a la sensibilidad del sitio, las condiciones de conservación ambiental, el riesgo asociado a las condiciones de lugar o al estado de conservación de los factores ambientales: agua, suelo, aire, flora y fauna, del medio donde se pretende ejecutar una determinada actividad, obra o proyecto; es decir, es la capacidad del medio para asimilar o neutralizar los impactos potenciales a ser generados por las acciones humanas y del mayor o menor tiempo que este requiere para su recuperación sin intervención exógena.
- Naturaleza de la actividad, obra o proyecto, criterio que está relacionado al tipo de proceso a realizar y al riesgo potencial asociado a la misma.

Con relación a la condición de lugar se establecen dos grupos a evaluar: las condiciones de conservación ambiental y condiciones de riesgo. Cuando una misma actividad, obra o proyecto incluya dos o más de las establecidas en esta categorización, la misma será determinada por aquella actividad que esté incluida en la categoría superior.

Por lo tanto, se concluye que con el análisis realizado se establece que es de Impacto Ambiental Potencialmente Bajo (PIAB). En esta categoría se establecen aquellas actividades, obras o proyectos cuyos impactos ambientales potenciales a ser generados en los componentes del medio receptor (suelo, aire y agua) y a la salud de la población o bienestar humano, se prevé serán bajos, es decir, aquellos cuyos impactos potenciales en el medio, sean simples e inmediatos, por tanto “No Requieren Presentar Documentación Ambiental”.

Por lo que se categorizará de acuerdo a lo establecido en el artículo 22 del Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente.

Los impactos ambientales potenciales bajos a que se refiere esta categoría, se fundamentan en los criterios siguientes:

Tabla 18. Categoría de actividades, obras o proyectos con impacto ambiental potencial bajo (PIAB)

Criterios para categorizar los PIAB		
Criterios	Clase	Descripción
Efecto	Secundario	El impacto de una acción sobre el medio se produce como consecuencia del efecto primario el que, por tanto, devendría en causal de segundo orden
Magnitud/intensidad	Baja	Representa la incidencia de la acción causal sobre el factor impactado en el área en la que se produce el efecto
Extensión	Puntual	Alteraciones localizadas en el área del proyecto
Momento	Corto plazo o inmediato	Se refiere al tiempo transcurrido entre la acción y la aparición del impacto.
Persistencia	Fugaz	Produce una alteración en un momento puntual
Reversibilidad	Total, y de corto plazo	Mide la posibilidad de recuperar las condiciones de calidad ambiental iniciales como consecuencia de la aplicación de medidas correctoras
Sinergia	No es sinérgica sobre un factor	Se refiere a que el efecto global de dos o más efectos simples es mayor a la suma de ellos, es decir a cuando los efectos actúan en forma independiente
Acumulación	No existen	Se refiere al aumento del efecto cuando persiste la causa (efecto de las sustancias tóxicas)
Periodicidad	Discontinuos	Este atributo hace referencia al ritmo de aparición del impacto.

Fuente: Categorización de actividades obras o proyectos, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Julio 2017.

Esta categorización fue realizada por la ingeniera Ana Zeneyda Alvarado Monrrov, docente de la Universidad Técnica Latinoamericana y no existe ningún dictamen oficial de parte del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales

3.2 ANALISIS TECNICO REGISTRAL

3.2.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO TECNICO REGISTRAL

El estudio técnico registral consiste en identificar una parcela en el mapa histórico o mapa IGN, consultar el propietario y la inscripción relacionada con dicha parcela y comparar dicha información con los documentos inscritos, para identificar las colindancias, dirección de cada terreno, bienes nacionales, áreas de parcelas, etc.

Para el fin de esta investigación se utilizó para identificar cuantas propiedades se encuentran en colindancia a la calle principal de la comunidad Chanmico, verificar cuantas propiedades conforman la comunidad Chanmico y verificar las delimitaciones de las parcelas para fin del levantamiento topográfico.

3.2.2 ESTUDIO CATASTRAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO

A partir de lo anterior, se realizó la investigación de los inmuebles conforme a la clave catastral de la página web y la consulta de documentos del Centro Nacional de Registros, obteniéndose el siguiente resultado:

- La comunidad Chanmico se encuentra ubicada dentro de un sector rural y dos sectores urbanos 0614R01, 0614U29 y 0614U30, respectivamente. Dentro del mapa sector 0614R01 se encontraron 34 inmuebles inscritos dentro de los cuales 25 cuentan con soporte gráfico o un número de parcela específico y 9 se encuentran formando un solo cuerpo en una sola parcela.
- Dentro del mapa sector 0614U29 se encontraron 27 inmuebles de los cuales 22 cuentan con soporte gráfico y 5 se encuentran formando un solo cuerpo dentro de una parcela. En el mapa 0614U30 se encontraron 21 inmuebles de los cuales 17 cuentan con soporte gráfico y 4 se encuentran formando un solo cuerpo en dos parcelas diferentes.
- De los datos anteriores se puede afirmar que, son 82 inmuebles en total dentro de la comunidad Chanmico, de los cuales 80 se encuentran debidamente inscritos en el Registro de la Propiedad Raíz e Hipotecas y 2 inmuebles que no se les encontró antecedente inscrito, sin embargo, se tiene controlado su poseedor.

3.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

3.3.1 GENERALIDADES Y OBJETIVOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

La topografía explica los procedimientos y operaciones del trabajo de campo, los métodos de cálculo o procesamiento de datos y la representación del terreno en un plano o dibujo topográfico a escala.

Por medio del levantamiento topográfico, se determinó la forma del terreno para representarlo a escala en un plano, es decir la determinación de la planimetría y la altimetría del terreno natural.

De esta manera a través de perfiles, secciones y curvas de nivel analizar las diferencias de niveles, porcentajes de pendientes y elementos existentes en la zona de estudio como postes de alumbrado público, delimitaciones de los terrenos colindantes a la calle, anchos de calle, etc.

3.3.2 EQUIPO TOPOGRAFICO UTILIZADO

De acuerdo con las características del terreno, se utilizó el siguiente equipo topográfico

Tabla 19. Equipo topográfico utilizado

Descripción	Cantidad
Estación Total	1
Prismas (precisión +/- 1mm)	4
Clavos topográficos	1/2 lb
Trompos topográficos	20
Tarjeta reflectora	1
Radio (distancia 50.00m)	5

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se utilizó una Estación Total marca RUIDE, modelo RIS UP, la cual permite obtener un rango de medición de hasta 1,000.00 metros sin prisma y hasta 5,000.00 metros con prisma. Este equipo cuenta con una precisión de 3+2 ppm al trabajar sin prisma, 2+2 ppm con prisma y 3+2 ppm con tarjeta reflectora, además de ofrecer una precisión angular de 2 segundos, lo que garantiza resultados confiables y adecuados para los fines topográficos del estudio.



Ilustración 14. Estación total utilizada

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 PERSONAL UTILIZADO

Para este procedimiento se contó con una brigada de topografía compuesta por un operador y 4 auxiliares con sus respectivos bastones, prismas y equipo de comunicación.

3.3.4 CRONOGRAMA DE TRABAJO

Para la elaboración del cronograma de actividades del levantamiento topográfico, se procedió a verificar las condiciones climáticas de la zona a través del sitio web oficial del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador (www.snet.gob.sv), específicamente en la sección de meteorología y pronóstico del tiempo, con el fin de contar

con información actualizada y confiable que permitiera planificar adecuadamente las jornadas de trabajo de campo. Esta verificación fue fundamental para anticipar posibles factores climáticos adversos, como lluvias intensas, vientos fuertes o cielos nublados, que pudieran afectar la visibilidad o el funcionamiento de los equipos topográficos. y asegurar una correcta recolección de datos sin interrupciones significativas.

Tabla 20. Cronograma del levantamiento topográfico.

Día/Actividad	Planimetría y altimetría			Detalle de pozos	Verificación digital de ángulos y distancias.
Sábado	X				
Domingo		X			
Sábado			X	X	
Domingo				X	
Sábado					X

Fuente: Elaboración propia

3.3.5 PROCESO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

En visita de campo, en la calle de la comunidad Chanmico, se observó que la topografía de la calle se encuentra en 30° a 40° variables. La cantidad de detalles a tomar en cuenta son significativos ya que el ancho de la calle es variable y la topografía de la zona presenta un relieve con diferentes cambios de nivel.

La zona se puede clasificar como un terreno con “ondulaciones fuertes”, provocadas por las redes pluviales relativamente antiguas que forman diferencias de nivel de un 8% a un 16% de inclinación con respecto a un eje plano de un terreno llano.

Para el inicio del levantamiento, se realizó un recorrido de toda la zona para evaluar las características físicas del terreno, el recorrido del levantamiento fue desde el PLG 1 que es el punto más alto de la calle principal de la comunidad Chanmico hasta llegar a la intersección de la prolongación de la calle Mano de León y la calle al Volcán,

Continuando con ambas calles hasta llegar a la Prolongación Alberto Masferrer. En la siguiente ilustración, se presenta un mapa del recorrido de lo anteriormente explicado.



Ilustración 15. Recorrido de levantamiento topográfico

Fuente: Elaboración propia /Google Maps

Se comenzó del PLG 1, que tiene unas coordenadas 289069.63 al Norte y 473545.92 al Este y con una altura de 980.00 msnm, este dato tomado de la información catastral del Centro Nacional de Registros.



Ilustración 16, Colocación de PLG 1 - inicio de levantamiento

Elaboración propia

El método del levantamiento consistió en una poligonal abierta. Se utiliza este tipo de levantamiento, para hacer la topografía esencialmente en obras lineales, como: carreteras, redes eléctricas, acueductos, alcantarillados, oleoductos e incluso para levantar terrenos de forma alargada donde no es posible la aplicación de otro método.

Los detalles que se fueron recopilando en el levantamiento fueron el rodaje existente, límites de colindancias de terreno, frente de casas colindantes a las calles, postes de alumbrado público, cajas de agua potable y nivel de la calle.

Sobre la Avenida Alberto Masferrer, se procedió a efectuar el levantamiento de pozos de Aguas Lluvias, aguas Negras, y cajas tragantes de aguas lluvias que se encuentra en el arriate central, tomando el nivel de tapadera y el nivel profundidad de cada pozo, así como en ambas aceras que conforman la avenida.

A continuación, se presentan una serie de fotografías del proceso del levantamiento topográfico.



Ilustración 17. Nivelación de estación total y verificación de datos

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 18. Levantamiento de niveles de calle
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 19. Levantamiento de sección de calle.
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 20. Levantamiento de eje de calle.
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 21. Levantamiento de limitación de terrenos
Fuente: Elaboración propia

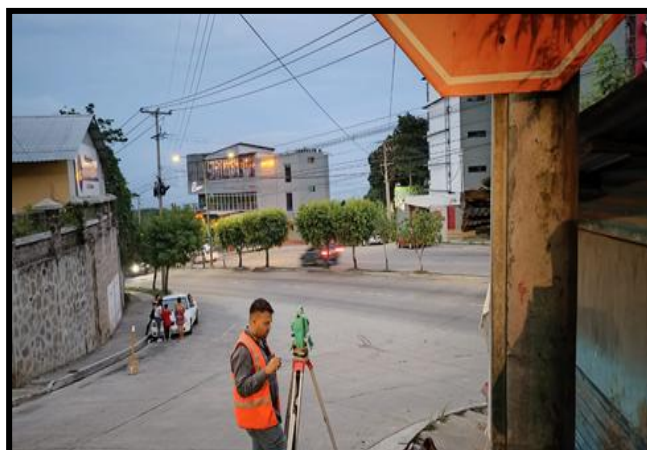


Ilustración 22. Levantamiento de Prolongación Alberto Masferrer Norte, calle al volcán. Y calle mano de León.
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 23. Levantamiento de cunetas existente en Prolongación Alberto Masferrer.
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 24. Levantamiento de arriates centrales y pozos existentes de A.LL.

Fuente: Elaboración propia

3.3.6 PROCESAMIENTO DE DATOS TOPOGRÁFICOS.

El procesamiento de estos datos, fueron procesados en el programa de dibujo CIVIL 3D de AUTODESK y georreferenciados de acuerdo a los datos catastrales de la zona en formato con coordenadas cartesianas 3d absolutas.

El espacio entre las curvas se delimitó a cada metro y todos los otros datos necesarios como perfiles longitudinales y transversales, corredores, ensambles de sección de calles, definición de las rasantes, etc. se realizaron bajo los criterios técnicos de la Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del AMSS y la Ley de Urbanismo y Construcción

Los datos están plasmados en el plano topográfico de los detalles existentes. (Ver anexo 1)

3.4 ESTUDIO DE SUELOS

3.4.1 PROCEDENCIA DE LA MUESTRA

Para esta investigación de campo, se realizaron dos exploraciones o muestreos en la calle principal de la comunidad Chanmico, San Salvador, San Salvador, debido a que la calle tiene una distancia longitudinal de 433.00m los muestreos se realizaron de la siguiente manera:

El primer muestreo se realizó en la estación 0+050.00 y se identificó como **PCA -01** y el segundo muestreo en la estación número 0+350.00 que se identificó como **PCA -02** como se muestra en la siguiente ilustración:

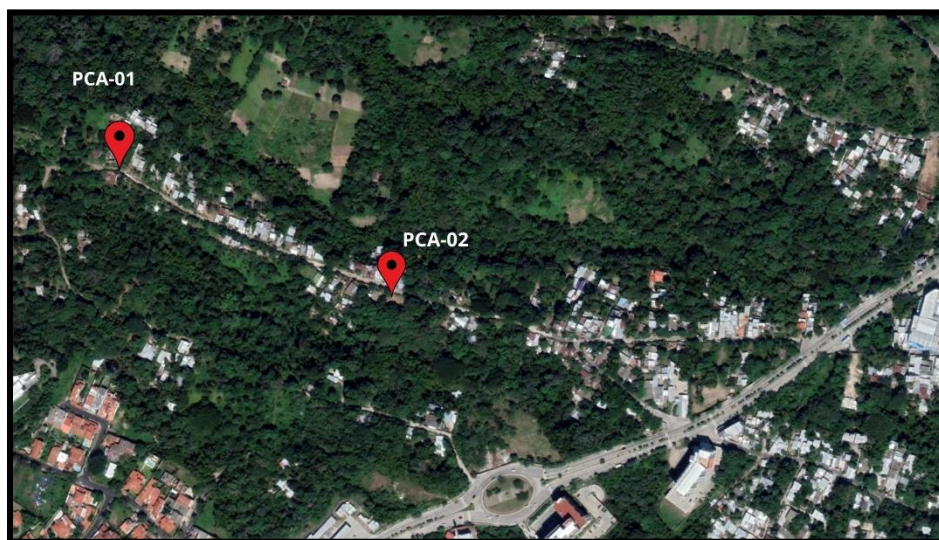


Ilustración 25. Ubicación Geográfica de las muestras

Fuente: Elaboración propia

Luego se procedió a la recolección de muestras de suelo, en agujeros con dimensiones de 1.00m² por 1.50m de profundidad, estas muestras se depositaron en sacos de nylon, para ser transportadas hacia el laboratorio especializados de suelos y realizar los ensayos requeridos.

3.4.2 ENSAYOS APLICADOS A LAS MUESTRAS

Las muestras se llevaron al laboratorio donde se realizaron los siguientes ensayos en base a las normas AASHTO:

- a) Contenido de humedad. AASHTO T265
- b) Granulometría AASHTO T-27
- c) Límites de Atterberg AASHTO T89 Y T90
- d) Proctor modificado AASHTO T180
- e) Clasificación de suelo por el método AASHTO M145

f) California Bearing Ratio (CBR) AASHTO T193

3.4.2.1 ENSAYOS A PCA -01 ESTACION 0+050m

a) Determinación del contenido de humedad AASHTO T265

Alcance de ensayo:

Se utiliza para determinar el contenido de agua (humedad del suelo).

Procedimiento:

Se seleccionó dos muestras para obtener un promedio, para la primera muestra se pesó 684.0 gr y para la segunda muestra se pesó 720.0 gr de suelo húmedo.

Resultado del ensayo:

La determinación de contenido de humedad de la muestra “A” es un 14.9% de agua. (Ver anexo 2)

b) Método De Análisis Del Tamaño De Las Partículas Del Suelos (Granulometría) AASHTO T-27

Procedimiento:

El tamaño del material pomítico en la muestra es tal que se encuentra fuera de los alcances de la normativa que rige los ensayos solicitados razón por la cual no fue realizado este ensayo. (Ver anexo 2)

c) Límites De Atterberg AASHTO T89 Y T90

Procedimiento:

La cantidad y el tamaño del material pomítico en la muestra es tal que se encuentra fuera de los alcances de la normativa que rige el ensayo por esta razón no se pudo realizar el ensayo. (Ver anexo 2)

d) Proctor Modificado AASHTO T180

Procedimiento:

La muestra es un material pomítico y la cantidad y el tamaño del material en la muestra es tal que se encuentra fuera de los alcances de la normativa que rige el ensayo, por lo tanto, no fue posible realizarlo (ver anexo 2)

e) Clasificación De Suelo AASHTO M145

El laboratorio clasifico el suelo como: Piedra Pómez



Ilustración 26. Piedra pómez.

Fuente: Elaboración propia

f) California Bearing Radio (CBR) AASHTO T193

Procedimiento:

Debido a las limitantes con las que se contó como: falta de equipo de laboratorio y recurso económico no fue posible realizar el ensayo de CBR

3.4.2.2 ENSAYOS A PCA -02 ESTACION 0+350m

a) Determinación del contenido de humedad AASHTO T265

Procedimiento:

Se seleccionó dos muestras para sacar un promedio, la primera muestra se pesó 634.0 gr y la segunda muestra se pesó 670.0 gr de suelo húmedo. El resultado de la determinación de contenido de humedad del PCA -02 Est: 0+350 es de un 5.0 % de agua. (Ver anexo 2)

b) Método de análisis del tamaño de las partículas de suelos (granulometría) AASHTO T-27

Alcance de ensayo:

Este ensayo se realizó para la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de las partículas en suelos.

Procedimiento:

Se pesó 5,123.0g de suelo y se colocó en un agitador mecánico de alta velocidad donde se colocaron una serie de mallas según las especificaciones de la norma, tal como se muestra en la siguiente ilustración. A continuación, se presentan las mallas utilizadas para el ensayo de granulometría:



Ilustración 27. Mallas utilizadas para ensayo de granulometría estación 0+350m

Posteriormente se pesó el suelo retenido en cada malla y los valores se colocaron en la gráfica granulométrica donde se obtuvieron los resultados. (ver anexo 2)

Resultado:

Los porcentajes de materiales retenidos se detallan a continuación:

Tabla 21. Resultado de ensayo granulométrico

Tamiz (Malla)	Abertura (mm)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasa
1"	25.00	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.00	0.7%	0.7%	99.3%
1/2"	12.50	0.8%	1.5%	98.5%
3/8"	9.50	1.7%	3.2%	96.8%
Nº4	4.75	8.4%	11.6%	88.4%
Nº10	2.00	8.4%	20.0%	80.0%
Nº40	0.425 (400 µm)	19.2%	39.3%	60.7%
Nº200	0.075 (75 µm)	41.0%	100.0%	0.0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Porcentaje retenido de la granulometría

Componente	Porcentaje
Gravas	11.6%
Arenas	47.4%
Finos	41.0%

Fuente: Elaboración propia

g) Límites De Atterberg AASHTO T89 Y T90

Alcance de ensayo:

Método estándar de ensayo para determinar límite líquido, límite de plástico, y el índice de plasticidad de los suelos

Procedimiento: De una muestra de suelo se procedió a eliminar cualquier material retenido en un tamiz de 425 micras (Malla número 40). Para determinar el límite líquido se utilizó el

método de multipunto en el cual se utilizó la copa de casa grande, donde se realizaron 5 puntos con sus respectivos contenidos de humedad. (Ver anexo 2)



Ilustración 28. Copa de casa grande para determinación de límite líquido.

Fuente: Elaboración propia

Para el límite plástico se hicieron cilindros de 3.2 mm ($\frac{1}{8}$ pulg.) de diámetro, determinando el contenido de agua en el que el suelo no puede ser presionado y laminado. Se muestra en la siguiente ilustración:



Ilustración 29. Cilindros para determinar el límite plástico

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se calculó el índice de plasticidad como lo indica la norma ASTM D4318, según la siguiente formula:

$$\text{Limite liquido} - \text{Limite plástico} = \text{Límite de plasticidad}$$

A continuación, se presentan los resultados obtenidos (ver anexo 2)

Tabla 23. Resultados de Limites, estación 0+350m

Limite plástico	23.0
C. natural de agua	5.0
Limite liquido	31.3
Índice Plástico	8.3

Fuente: Ensayo Limites de Atterberg

c) Proctor Modificado AASHTO T180.

Alcance de ensayo:

Determinar el contenido de humedad y el peso unitario seco de los suelos compactados.

Procedimiento:

Para la determinación de la humedad del suelo, se realizó bajo lo indicado en la norma pesando 4 muestras con los porcentajes de humedad indicados en la siguiente tabla:

Tabla 24. % de Humedad de Proctor, estación 0+350m

Recipiente	% de Humedad
4	14.7
9	16.9
11	19.4
8	21.5

Fuente: Ensayo Densidad- Humedad (Tipo Proctor)

Los resultados del peso volumétrico seco P.V.S (Kg/m^3) del ensayo se detallan a continuación:

Tabla 25. Densidad del suelo, estación 0+350m

Recipiente	P.V.S (kg/m^3)
4	1,569.8
9	1617.6
11	1610.0
8	1552.5

Fuente: Ensayo Densidad- Humedad (Tipo Proctor)

La hoja reporte del laboratorio de suelos en referente al ensayo Densidad – Humedad (Tipo Proctor) se detallan en el anexo. (Ver anexo 2)

Clasificación De Suelo AASHTO M145

El laboratorio clasifico el suelo bajo el método ASSHTO como: Arena Arcillosa de baja plasticidad, color café Claro (SC), ASSHTO A-4



Ilustración 30. Arena Arcillosa de baja plasticidad, color café Claro (SC), ASSHTO A-4.

Fuente: Elaboración propia

a) California Bearing Radio (CBR) AASHTO T193

Alcance de ensayo:

El método de ensayo es para evaluar principalmente la resistencia del suelo para las cargas de tráfico y la capacidad de un pavimento para distribuir sus cargas.

Procedimiento: Debido a las limitantes con las que se contó como: falta de equipo de laboratorio y recurso económico no fue posible realizar el ensayo de CBR en laboratorio, por lo que se optó por determinar el porcentaje del CBR por medio de correlación. tal como lo indica la siguiente tabla del Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos.

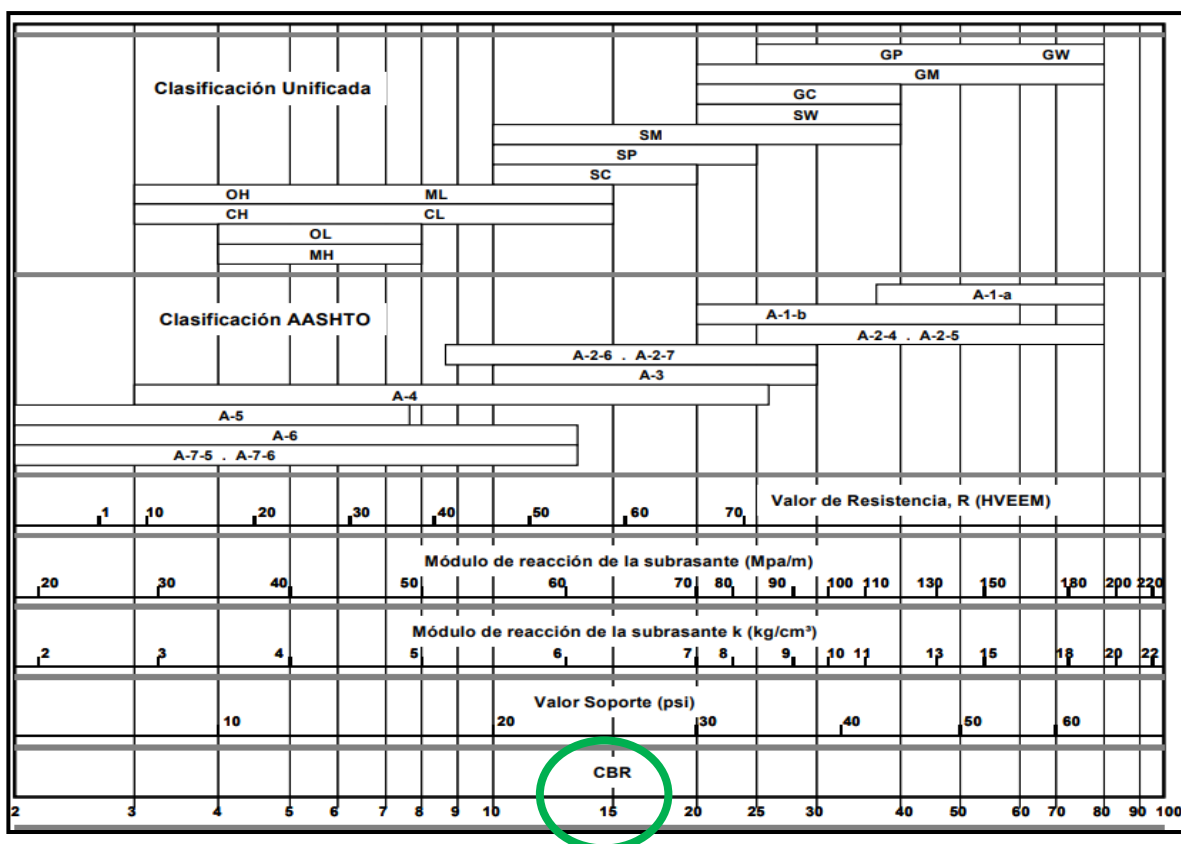


Ilustración 31. Correlación aproximada entre la clasificación de suelos y los diferentes ensayos.

Fuente: Manual de pavimentos

La ilustración anterior, muestra una correlación entre los diferentes ensayos para determinar la resistencia de los suelos y el tipo de suelo que se determinó. El porcentaje de CBR es de 15% ya que tenemos un tipo de suelo SC (A-4).

3.5 ESTUDIO DE TRAFICO

3.5.1 GENERALIDADES

Para detallar la evaluación del volumen y categorización de los vehículos en la comunidad Chanmico de San Salvador, se realizó un estudio de tráfico, el cual para llevarlo a cabo fue importante la planeación previa de dicho estudio donde establecimos el procedimiento a seguir para poder cumplir con los estándares de un estudio de tráfico, siendo un elemento indispensable para la determinación de las características de diseño de pavimento para la comunidad.

3.5.2 RECOLECCION DE DATOS

Para realizar este estudio de manera ordenada en su evaluación previa se contemplan las siguientes etapas claramente definidas:

1. Seleccionar la estación de conteo y método.
2. Tiempo de estudio en campo.
3. Diseño de formatos de estudio
4. Procesamiento de datos
5. Cálculo del índice medio diario (IMD)

1. Selección de estación de conteo y método.

Para realizar el estudio de tráfico se evaluó y se determinó un punto estratégico de aforo de vehículos dentro del área destinada para el proyecto, siendo así en que en la estación **0+570**

se realizó dicha evaluación, de acuerdo al alineamiento del levantamiento topográfico sería el punto adecuado para examinar las condiciones del tráfico, ya que es la zona más transcurrida por los vehículos, durante el periodo en que se llevó a cabo el estudio.

Utilizando el método conteo y clasificación manual, en ambos sentidos de la calle existente, para una mejor apreciación e interpretación del estudio de tráfico, ya que es necesario conocer el volumen y la categoría de cada vehículo para el diseño del pavimento.

2. Tiempo de estudio en campo.

El estudio se efectuó durante el periodo de una semana, a partir del día miércoles 18 de enero al día martes 24 de enero del corriente año, realizando un conteo y una clasificación manual vehicular en intervalos de 60 minutos en un lapso de 12 horas consecutivas diarias a partir 6:00 horas del día hasta las 18:00 horas en el periodo de 7 días consecutivos.

Para poder llevar a cabo el estudio como equipo nos distribuimos de manera equitativa los días que correspondía estar en el lugar donde se realizaba el estudio, fue una manera para poder obtener datos reales sobre el volumen y la clasificación del tráfico en la comunidad Chanmico. Lo ideal fuese que el periodo de estudio abarcara las 24 horas del día. Sin embargo, debido a ciertas limitaciones que se enfrentó como grupo, tales como la disponibilidad de recursos económicos, el factor tiempo y seguridad, vimos a bien llevar a cabo el estudio durante el horario más conveniente y de mayor flujo vehicular, tal como se muestra en las siguientes ilustraciones:

A pesar de las limitaciones mencionadas, se procuró realizar el estudio en distintos días y horarios estratégicos para lograr una muestra representativa del comportamiento vehicular en la zona. Asimismo, se llevó un registro minucioso de cada observación, lo cual permitió identificar patrones de circulación, tipos de vehículos predominantes y horas pico dentro de la comunidad. Esta metodología, aunque adaptada a nuestras posibilidades, proporcionó información valiosa y suficiente para el análisis técnico requerido en el diseño vial propuesto.



Ilustración 32. Conteo vehicular

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 33. Conteo Vehicular

Fuente: Elaboración propia.

3. Diseño de formato de estudio

Los formatos de estudio se diseñaron de acuerdo a la resolución 012-2023 que fue brindada por la Unidad de Acceso a la Información Pública del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte (MOPT). (Ver anexo 3), información que se solicitó por medio de un formulario en las oficinas de la Unidad de Acceso a la Información Pública (UAIP) del MOPT. Por lo tanto, de acuerdo a la información recibida por el MOPT el diseño de formato para el estudio de tráfico quedó de la siguiente manera:

Tabla 26. Diseño propuesto para formato de estudio de tráfico

HORA	L I V I A N O S			P E S A D O S						TOTAL	PORC %
	PASAJEROS		CARGA	PASAJEROS		C A R G A					
	MOTO	AUTO	PICK UP	M. BUS	BUS	C2	C3	T3-S2	T3-S3		
06-07											
07-08											
08-09											
09-10											
10-11											
11-12											
12-13											
13-14											
14-15											
15-16											
16-17											
17-18											
TOTAL											
POR %											

Fuente: Ministerio de Obras Públicas

Donde C2 se refiere a los vehículos comerciales de dos ejes, como camiones ligeros o medianos, C3 se refiere a los vehículos comerciales de tres ejes, T3-S2 indica a vehículos pesados de tres ejes o remolques de 2 ejes que tengan alguna configuración especial de acuerdo a sus ejes

4. Procesamiento de datos.

Volumen de datos de conteo vehicular diarios

Los datos obtenidos del volumen de tráfico por día se detallan en el anexo 4. En la siguiente tabla presentamos el resumen de los datos obtenidos durante los 7 días consecutivos que se realizó el estudio y se muestra el volumen vehicular y su clasificación diaria.

Tabla 27. Resumen de volumen de tráfico diario y clasificación de tráfico.

RESUMEN VOLUMEN DE TRAFICO DIARIO											
PROYECTO:		"DISEÑO DE PAVIMENTO, SISTEMA PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR".									
Tramo :		1				Ubicacion: CALLE AL VOLCAN COMUNIDAD CHANMICO					
Cod Estación:		350				Sentido: AMBOS SENTIDOS					
Estación:		0+350				Fecha: MIER 18/01/2023 A MAR 24/01/2023					
DIA	L I V I A N O S			P E S A D O S							TOTAL
	PASAJEROS		CARGA	PASAJEROS		C A R G A					
	MOTO	AUTO	PICK UP	M. BUS	BUS	C2	C3	T3-S2	T3-S3		
MIERCOLES 18/01/2023 AMBOS SENTIDOS	135	208	76	6	-	12	-	-	-	437	
JUEVES 19/01/2023 AMBOS SENTIDOS	143	189	97	6	-	7	-	-	-	442	
VIERNES 20/01/2023 AMBOS SENTIDOS	143	165	66	5	-	4	-	-	-	383	
SABADO 21/01/2023 AMBOS SENTIDOS	91	106	46	4	-	5	-	-	-	252	
DOMINGO 22/01/2023 AMBOS SENTIDOS	64	70	48	-	-	3	-	-	-	185	
LUNES 23/01/2023 AMBOS SENTIDOS	171	177	141	6	-	11	-	-	-	506	
MARTES 24/01/2023 AMBOS SENTIDOS	176	196	81	6	-	7	-	-	-	466	

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla anterior podemos observar el comportamiento del tráfico, el cual se detalla en la siguiente gráfica:

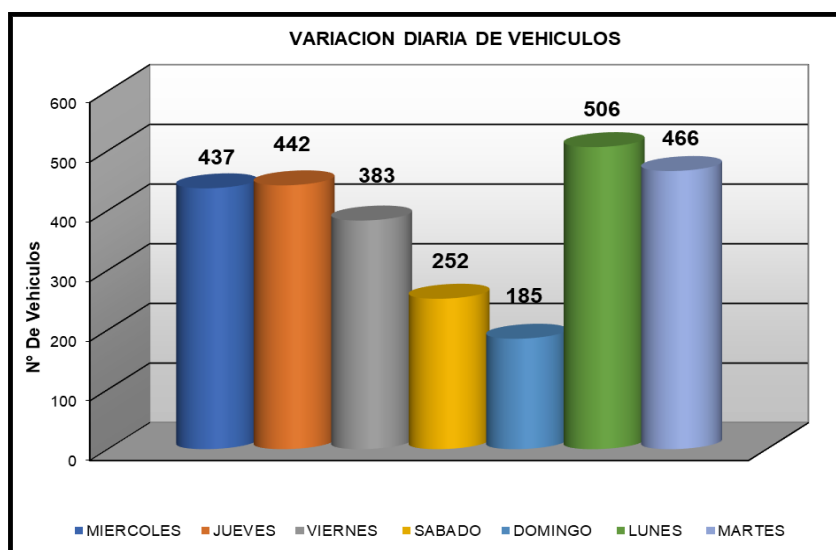


Figura 1. Variación diaria de vehículos

Fuente: Elaboración propia

5. Cálculo del IMD.

Con los resultados obtenidos durante el periodo de 7 días, con el propósito de establecer el número de media diario de vehículos que se esperan durante el primer año de su operación, realizamos a continuación el cálculo del índice medio diario (IMD) su valor también es conocido como Tránsito Promedio Diario Anual (TDPA).

Cálculo de TDPA = Sumatoria total de vehículos por día / 7 (días de la semana). A continuación, se presenta cuadro del cálculo del TDPA

Tabla 28. Cálculo del TDPA

DIA	L I V I A N O S			P E S A D O S						TOTAL	PORC %
	P A S A J E R O S		C A R G A	P A S A J E R O S		C A R G A					
	MOTO	AUTO	PICK UP	M. BUS	BUS	C2	C3	T3-S2	T3-S3		
MIERCOLES	135	208	76	6	0	12	0	0	0	437	16.36
JUEVES	143	189	97	6	0	7	0	0	0	442	16.55
VIERNES	143	165	66	5	0	4	0	0	0	383	14.34
SABADO	91	106	46	4	0	5	0	0	0	252	9.43
DOMINGO	64	70	48	0	0	3	0	0	0	185	6.93
LUNES	171	177	141	6	0	11	0	0	0	506	18.94
MARTES	176	196	81	6	0	7	0	0	0	466	17.45
TOTAL	923	1111	555	33	0	49	0	0	0	2671	
TDPA	132	159	79	5	0	7	0	0	0	382	

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el resultado final obtenido del tránsito promedio diario anual vehicular del estudio de tráfico en la comunidad, el cual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 29. Resumen del Tránsito Promedio Diario Anual

Tipo de Vehículos	TDPA	Distrib. %
MOTO	132	34.56%
AUTO	159	41.59%
PICK UP	79	20.78%
M. BUS	5	1.24%
BUS	0	0.00%
C2	7	1.83%
C3	0	0.00%
T3-S2	0	0.00%
T3-S3	0	0.00%
TOTAL TDPA	382	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Se detalla a través de las siguientes gráficas, los valores obtenidos de la tabla anterior:

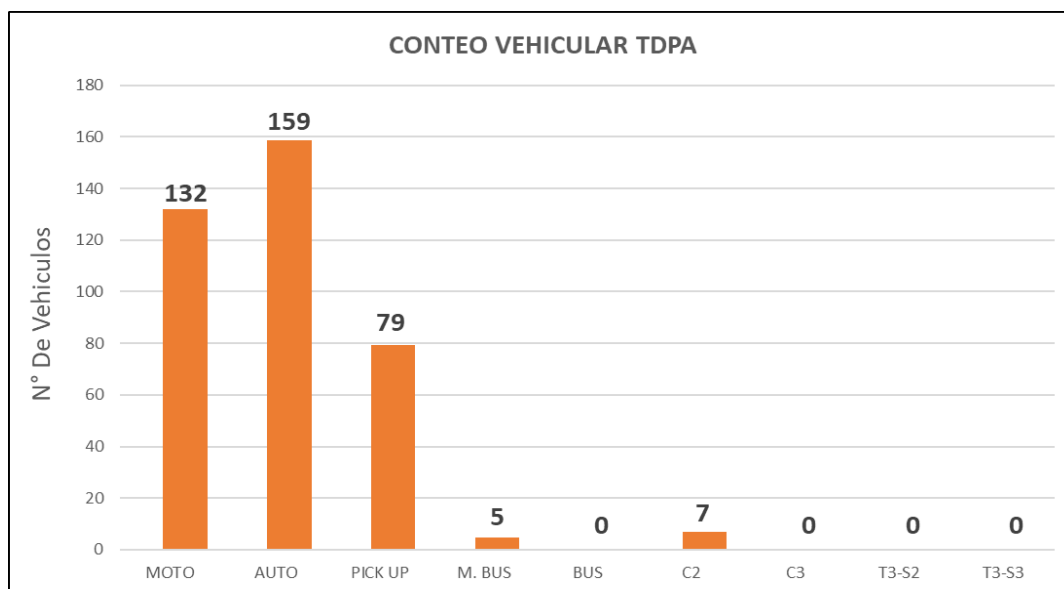


Figura 2. Conteo del TDPA por vehículo.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el gráfico del porcentaje TDPA:

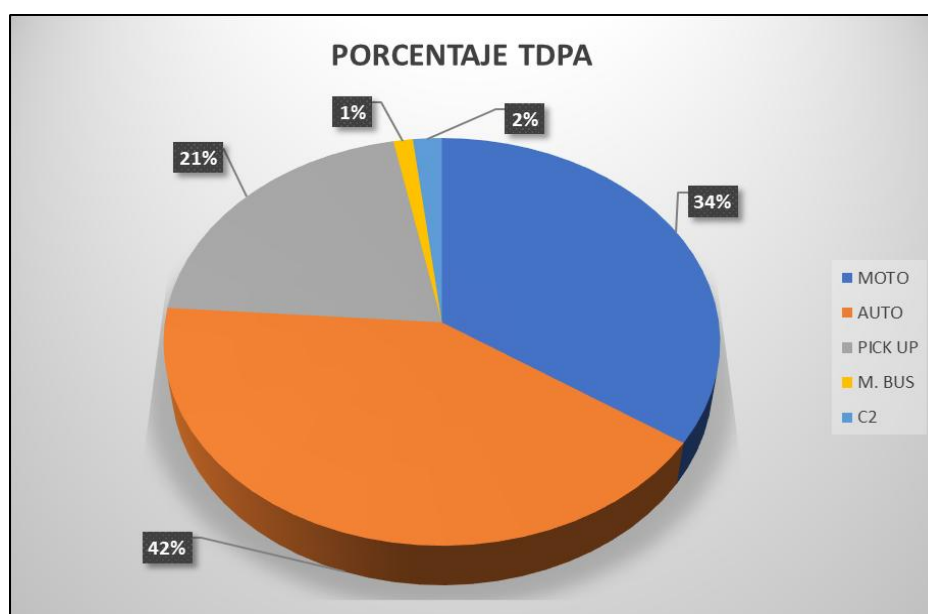


Figura 3. Porcentaje de TDPA

Fuente: Elaboración propia

3.5.3 COMPOSICION DEL TRAFICO.

Como podemos observar en las gráficas anteriores el tráfico liviano es el que predomina durante el periodo de estudio que se realizó, mientras que la cantidad de vehículos pesados es mucho menor,

Por lo tanto, la composición del tráfico en la comunidad Chanmico de San Salvador, queda de la siguiente manera:

Tabla 30. Composición de tráfico.

COMPOSICION DEL TRAFICO		
TIPO DE VEHICULOS	CANTIDAD	PORCENTAJE
VEHICULOS LIVIANOS	370	96.93%
VEHICULOS PESADOS	12	3.07%

Fuente: Elaboración Propia

Presenta la siguiente gráfica de la composición del tráfico:

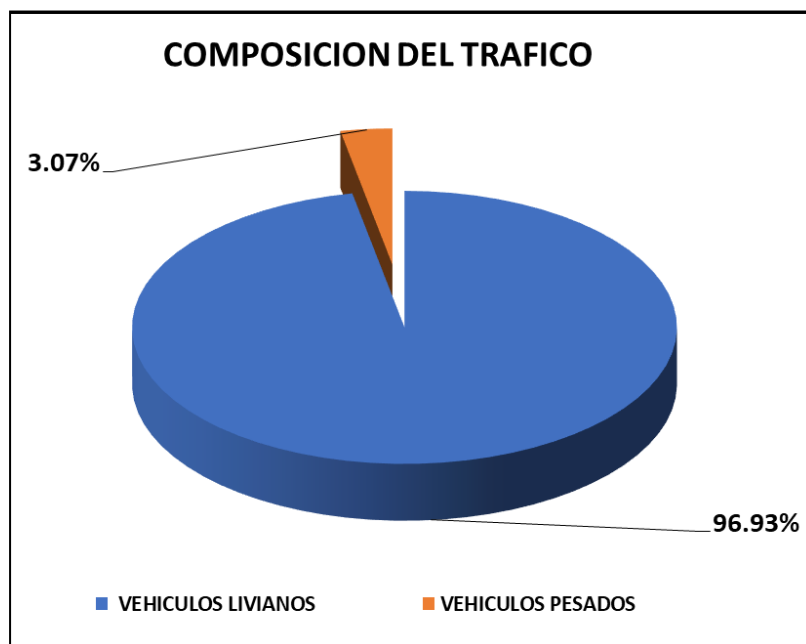


Figura 4. Composición de tráfico.

Fuente: Elaboración propia

3.6 DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL PROCEDIMIENTO DEL INSTITUTO NORTEAMERICANO DEL ASFALTO.

La metodología que vamos a aplicar para el análisis y diseño de los espesores del pavimento flexible, es la del Instituto Norteamericano del Asfalto (INA) ya que, con la información obtenida mediante el estudio de campo, se cumplen los requerimientos que se necesitan para realizar el diseño del pavimento por este método.

El procedimiento propuesto por El Instituto Norteamericano del Asfalto, para el diseño de pavimentos flexibles, propone la metodología de determinar el espesor de la estructura del pavimento, este método requiere de la ejecución ordenada de los siguientes pasos:

A) Evaluación de tránsito de vehículos.

B) Análisis estructural del pavimento

A) Evaluación de tránsito de vehículos.

1- Calculo del tránsito diario inicial (TDI)

El Transito Diario Inicial (TDI) es equivalente al tránsito promedio diario anual (TDPA) Por lo tanto:

$$TDI = TDPA$$

2- Calculo del número promedio diario de variación de vehículos pesados en el carril de diseño, en una dirección (N)

Con los datos obtenidos del aforo y clasificación vehicular del tránsito; se determinó también el porcentaje de vehículos pesados que existirá en ese primer año llegando incluso a definir cuanto de ese porcentaje corresponde al carril del diseño. El Instituto Norteamericano del Asfalto, indica cual es la distribución de vehículos pesados que conviene considerar en el carril de diseño, en los diferentes casos.

$$N = TDI \times A/100 \times B/100$$

En donde:

A: es el porcentaje de camiones pesados en dos direcciones. Se efectúa la suma del número de vehículos pesados (ΣVP), de acuerdo con la clasificación vehicular correspondiente y se calcula el porcentaje de vehículos pesados respecto al TDPA. Con la siguiente expresión

$$A = (\Sigma VP / TDPA) 100$$

B = Es el porcentaje de camiones pesados en el carril de diseño y se obtiene su valor de la siguiente tabla:

Tabla 31. Factor de distribución por carril.

Porcentaje del transito total de vehículo pesados en dos direcciones que deberá considerarse en el carril de diseño	
No. Total de carriles en la carretera	Porcentaje de camiones a considerar en el carril de diseño
2	50
4	45 (Oscila entre 35 y 48)
6 o más	40 (Oscila entre 25 y 48)

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO 199

3- Calculo del peso promedio de los vehículos pesados (Ppc)

$$Ppc = (\text{No. De Vehículos}) (\text{Peso total vehículo}) / \Sigma VP$$

4- Limite de carga legal por eje sencillo según Manual Centroamericano para diseño de pavimentos

En El Salvador, se utiliza como estándar un eje sencillo, soportando una carga total de 8.2 Ton. (18000 lb), es decir, 4.1 toneladas por rueda.

5- Calculo del número de tránsito inicial (NTI)

Con toda la información anterior podrá establecerse el número de tránsito inicial (NTI), haciendo uso de la figura 5 “Análisis de tránsito”. El procedimiento para utilizar la tabla análisis de tránsito es el siguiente: Fíjese en la escala (D) de la figura 5, el peso promedio de la carga de los camiones pesados (Ppc). Únase ese punto con el número de camiones pesados

en el carril de diseño (N), sobre el eje (C) la línea anterior deberá prolongarse hasta cortar el eje (B). Fíjese ahora en el eje (E) el límite de carga legal para eje sencillo (8.2 Ton); ese punto deberá unirse con el anterior encontrando sobre el eje (B), y esa línea deberá prolongarse hasta el eje (A), sobre el que podrá leerse el (NTI).

6- Cálculo del número de tránsito de diseño (NTD)

Con el periodo de diseño del pavimento considerado, que usualmente es de 20 años, y la tasa de crecimiento anual de tránsito, podrá buscarse en la tabla “Factores de corrección del NTI” el factor de corrección que deberá aplicarse al NTI, de manera que el producto de las cantidades es el número de tránsito de diseño (NTD) que se expresa en la figura 6 de espesor total de cubrimiento.

$$\text{NTD} = (\text{NTI}) (\text{FACTOR DE CORRECCIÓN})$$

Tabla 32. Factores de corrección del NTI

FACTORES DE CORRECCIÓN DEL NTI, PARA OBTENER EL NTD						
PERIODO DE DISEÑO	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DEL TRANS.					
AÑOS	0	2	4	6	8	10
1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
4	0.2	0.2	0.21	0.22	0.22	0.23
6	0.3	0.32	0.33	0.35	0.37	0.39
8	0.4	0.43	0.46	0.5	0.53	0.57
10	0.5	0.55	0.6	0.66	0.72	0.8
12	0.6	0.67	0.75	0.84	0.95	1.07
14	0.7	0.8	0.92	1.05	1.21	1.4
16	0.8	0.93	1.09	1.28	1.52	1.8
18	0.9	1.07	1.28	1.55	1.87	2.28
20	1	1.24	1.49	1.84	2.29	2.86
15	1.25	1.6	2.08	2.74	3.66	4.92
30	1.5	2.03	2.8	3.95	5.66	8.22
35	1.75	1.5	3.68	5.57	8.62	13.55

Fuente: Método de la INA

B) Análisis estructural del pavimento

1- Calculo del espesor necesario de cubrimiento de concreto asfáltico (Et)

Con los datos del V.R.S. y el N.T.D., aplicable al caso, se entra en la figura 6 “Análisis del espesor total” y se obtiene el espesor total del pavimento, dado en concreto asfáltico.

2- Calculo del espesor mínimo de carpeta asfáltica (Em)

Mediante la utilización de la tabla titulada “Análisis de espesor mínimo”, es posible determinar el espesor mínimo requerido de la carpeta asfáltica (Em), el cual depende del tipo de base hidráulica que se emplee en la estructura del pavimento. Dicha tabla constituye una referencia fundamental dentro del proceso de diseño estructural del pavimento, ya que permite establecer de manera práctica y fundamentada el espesor óptimo que debe tener la capa superior de concreto asfáltico, según las propiedades mecánicas de la base sobre la cual será colocada.

Tabla 33. Espesores mínimos de carpeta asfáltica (INA)

ESPESORES MINIMOS PARA CARPETAS DE CONCRETO ASFALTICO SOBRE BASES ASFALTICAS	
NUMERO DE TRANSITO DE DISEÑO (NTD)	ESPESOR MINIMO (cm)
Menor que 10 (transito ligero)	5
Entre 10 y 100 (transito medio)	7
Mayor de 100 (transito intenso)	10

Fuente: Instituto del Asfalto

3- Calculo del espesor de la base granular. (EBG)

El espesor de la base se calcula restando el espesor total del recubrimiento (Et) menos el espesor mínimo de la carpeta asfáltica.

$$EBG = Et - Em$$

4- Cálculo del espesor real de la base.

Para conocer el valor real del espesor de la base multiplicamos el espesor de la base granular por el factor de equivalencia, este factor se obtiene de la tabla “Factores de equivalencia entre capas convencionales y capas de concreto asfáltico”

$$\text{Espesor real de la base} = \text{EBG} \times \text{Factor de equivalencia.}$$

Tabla 34. Factores de equivalencia entre capas convencionales y capas de concreto asfáltico

FACTORES DE EQUIVALENCIA ENTRE CAPAS CONVENCIONALES Y CAPAS DE CONCRETO ASFALTICO, EN CUANTO A ESPESOR	
CAPAS CONVENCIONALES	FACTOR DE EQUIVALENCIA
Bases asfálticas de arena, mezcla en planta	1.3
Bases asfálticas elaboradas con asfalto líquido o emulsificados	1.4
Bases granulares de alta calidad (VRS > 100%)	2.0
Bases granulares de baja calidad (VRS > 20%)	2.7

Fuente: Método de la INA

3.6.1 DISEÑO DEL PAVIMENTO POR EL MÉTODO DEL INA.

A. Evaluación de tránsito de vehículos.

1- Cálculo del tránsito diario inicial (TDI)

Transito diario inicial = Transito promedio diario anual

$$\text{TDI} = \text{TDPA} = 382 \text{ vehículos}$$

2- Cálculo del número promedio diario de variación de vehículos pesados en el carril de diseño, en una dirección (N)

$$N = \text{TDI} \times A/100 \times B/100$$

$$A = (S \text{ VP} / \text{TDPA}) 100$$

$$A = (12/382) \times 100$$

$$A = 3.14\%$$

B = Se calcula de la tabla de porcentaje de tránsito total de vehículos pesados para una carretera de dos carriles.

$$B = 50 \%$$

$$\text{Entonces: } N = \text{TDI} \times A/100 \times B/100$$

$$N = 382 (3.14/100) (50/100)$$

$$N = 6 \text{ Vehículos}$$

3- Cálculo del peso promedio de los vehículos pesados (Ppc)

Donde:

$$\text{No. De Vehículos} = 12$$

$$P. \text{ Total vehículos} = 15.5 \text{ Ton}$$

$$S \text{ VP} = 12$$

$$Ppc = (\text{No. De Vehículos}) (\text{Peso total vehículo}) / S \text{ VP}$$

$$Ppc = (12) (15.5) / 12$$

$$Ppc = 15.5 \text{ Ton}$$

4- Límite de carga legal por eje sencillo, establecido por las autoridades

En El Salvador, se utiliza como estándar un eje sencillo, soportando una carga total de **8.2 Ton**

5.- Cálculo del número de tránsito inicial (NTI)

Para el procedimiento del cálculo del NTI, se realiza mediante la siguiente figura, con los datos obtenidos anteriormente:

Ppc = 15.5 Ton

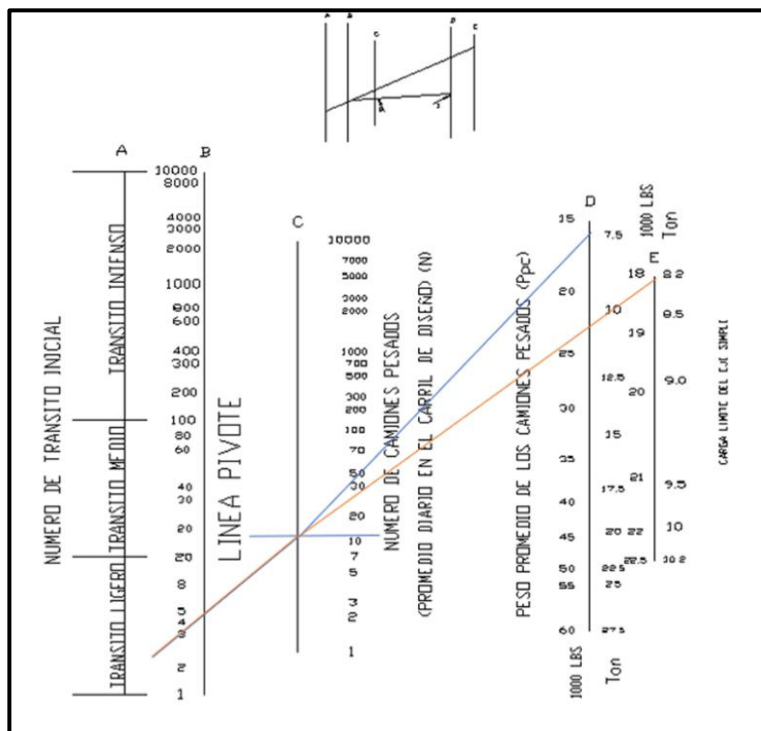
Límite de carga = 8.2 Ton

Número de vehículos pesados = 12

Según la lectura de la figura el NTI seria:

NTI = 5 Vehículos (Transito Ligero)

Figura 5. Análisis de tránsito según NTI



Fuente: Instituto del Asfalto

6- Cálculo del número de tránsito de diseño (NTD)

$$NTD = (NTI) (\text{FACTOR DE CORRECCIÓN})$$

El factor de corrección se obtiene de la tabla “factor de corrección” antes mencionada en la cual se utilizan los siguientes factores:

- Periodo de diseño (n = 20 años)
- Factor de crecimiento anual (r = 6%)

$$\text{NTD} = (5) (1.84)$$

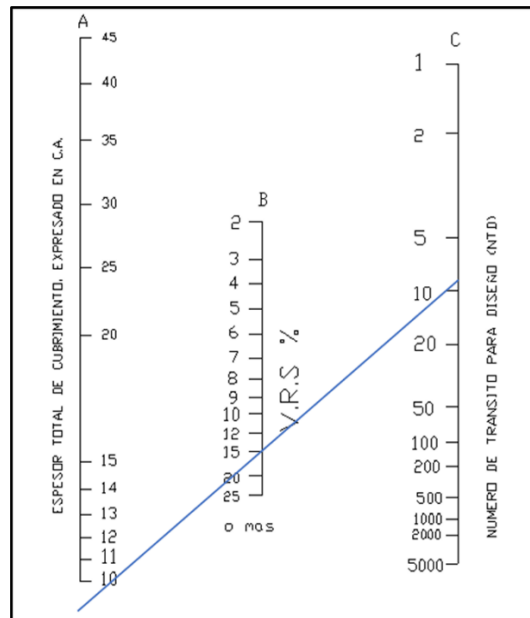
$$\text{NTD} = 9 \text{ Vehículo}$$

B) Análisis estructural del pavimento

1- Cálculo del espesor necesario de cubrimiento de concreto asfaltico (Et)

Para el cálculo del espesor de cubrimiento de concreto asfaltico se considera un valor de VRS sub rasante del 15% y de NTD = 9 vehículos, con estos datos aplicable al caso podemos hacer uso del siguiente monograma:

Figura 6. Análisis del espesor total



Fuente: Instituto del Asfalto

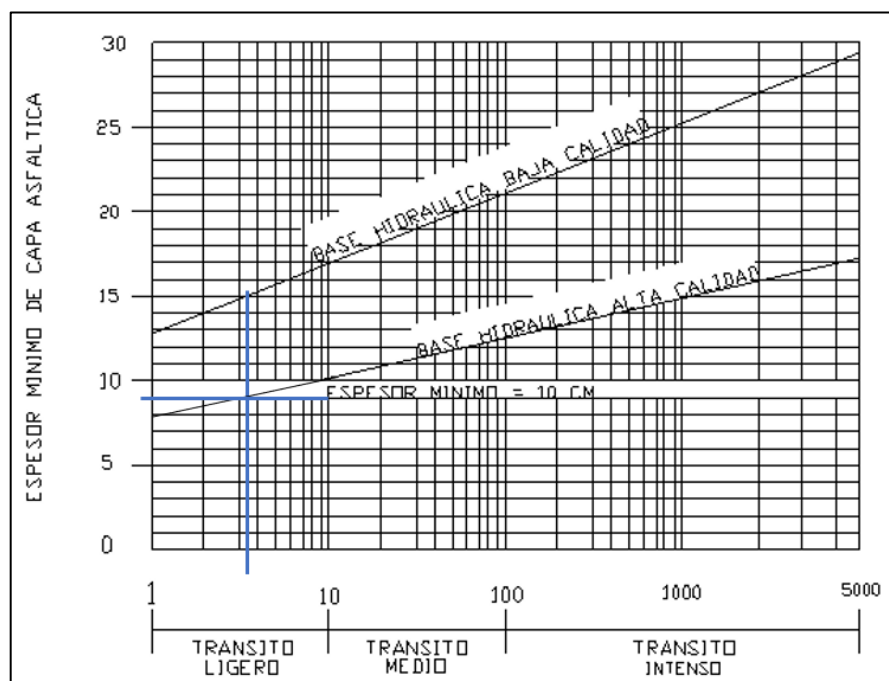
De acuerdo a los datos introducidos se puede observar que, en la figura, el espesor total de carpeta asfáltica está por debajo de lo requerido dentro de este método, por lo tanto, el espesor se toma como el mínimo que sugiere esta figura, por consiguiente:

Espesor Total de Cubrimiento Asfaltico (Et = 10cm)

2- Cálculo del espesor mínimo de carpeta asfáltica (Em)

En la siguiente tabla de espesor mínimo de carpeta asfáltica se podrá obtener el dicho (Em) requerido para una base hidráulica de alta calidad, el cual en este caso se refleja de la siguiente manera:

Tabla 35. Análisis de espesor mínimo



Fuente: Instituto del Asfalto

Mediante el empleo de la figura de espesor mínimo de cubrimiento que se obtuvo es de: 9.8cm

Espesor mínimo de Cubrimiento Asfáltico (Em = 9cm)

3- Cálculo del espesor de la base granular. (EBG)

Para calcular el espesor de la base granular restamos el espesor total menos el espesor mínimo.

$$EBG = Et - Em$$

$$EBG = 10\text{cm} - 9.8\text{cm}$$

$$EBG = 0.2\text{cm}$$

4- Cálculo del espesor real de la base.

El espesor real de la base, se obtiene multiplicando el espesor de la base granular, dado en concreto asfáltico, por un factor de equivalencia correspondiente a una base granular, este factor se obtiene mediante el uso de la tabla “Factores de equivalencia entre capas convencionales y capas de concreto asfáltico” antes mencionada.

$$\text{Espesor real de la base} = \text{EBG} \times \text{Factor de equivalencia}$$

$$\text{Espesor real de la base} = 0.2\text{cm} \times 2.0$$

$$\text{Espesor real de la base} = 0.4 \text{ cm}$$

Las especificaciones, proponen 15 cm de espesor mínimo de base cuando $SVP < 1000$ vehículos y 20cm para la sub base Por lo tanto:

El espesor de la base hidráulica es de 15 cm y 20cm para la sub base.

3.6.2 DISEÑO DE SECCION TIPICA DE CALLE

La rasante del proyecto fue cuidadosamente proyectada tomando como referencia el nivel natural existente de la calle, con el objetivo principal de no generar alteraciones significativas en los accesos actuales de las viviendas ubicadas a lo largo del tramo intervenido. Esta decisión se fundamenta en la necesidad de preservar la conectividad y accesibilidad de los residentes, evitando la ejecución de obras adicionales que pudieran representar una afectación para la comunidad.

Para la elaboración del perfil longitudinal y el trazado de la rasante, se utilizó el software especializado AutoCAD Civil 3D, el cual permite una modelación precisa del terreno natural y facilita la implementación de parámetros de diseño vial. A través de esta herramienta, se trabajó con base en la información topográfica levantada en campo, respetando las pendientes máximas y mínimas recomendadas para asegurar un adecuado comportamiento hidráulico y estructural de la vía, además de proporcionar una conducción segura y confortable para los vehículos que circulen por el sector.

En cuanto a la geometría de la sección transversal de la calle, el ancho de cada carril de circulación será de 2.00 metros, permitiendo el tránsito vehicular en ambos sentidos, De esta manera, se establece un ancho total de rodadura de 4.00 metros. A este se le suma la incorporación de cordones cuneta en ambos extremos de la vía, cada uno con una dimensión de 0.50 metros, alcanzando así un ancho total de sección típica de 5.00 metros. Esta configuración asegura no solo la funcionalidad vial, sino también un sistema adecuado de drenaje superficial. La sección de la vía contará con un bombeo transversal del 2%, direccionado hacia ambos cordones cuneta, lo cual favorece el escurrimiento de las aguas pluviales y contribuye a la protección del pavimento frente a daños por acumulación de agua.

3.7 RECOLECCION DE DATOS HIDROLOGICOS

3.7.1 GENERALIDADES DE LOS DATOS HIDROLOGICOS

Los datos hidrológicos a considerar en este documento servirán para conocer la cantidad y la velocidad de agua que baja en la zona de estudio, así como también las dimensiones y tipos de infraestructura a utilizar para captar la cantidad de agua a una velocidad controlada hasta llegar a un punto hidrológico cero.

3.7.2 OBSERVACIONES PRELIMINIARES

No existe ningún tipo de sistema de drenaje subterráneo para captar las aguas lluvias, se observó e identifiqué que existe drenaje superficial en un tramo de calle de concreto y otro tramo de calle adoquinado. Por otro lado, la comunidad no cuenta con otro tipo de infraestructura hidráulica como gradas disipadoras, tanques receptores u otros elementos que ayuden a evacuar o captar las aguas lluvias. La zona en estudio en su punto más alto se encuentra a 917 msnm y en su punto más bajo se encuentra a 895 msnm, la pendiente media es de 14.07%. La calle de la comunidad Chanmico se encuentra ubicada en medio de dos quebradas, quebrada “Chilismuyo” ubicada al norte y la quebrada la “Quebradona” ubicada al Sur de la calle principal de la comunidad Chanmico. Las quebradas están causadas por el

terreno en forma de vaguada siendo la calle el punto más alto tal como se muestra en la siguiente imagen:

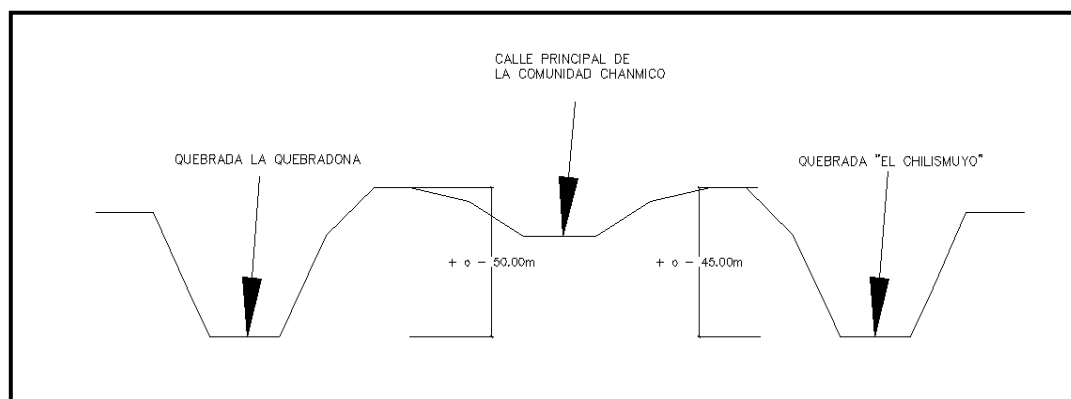


Ilustración 34. Sección de calle y quebradas

Fuente: Elaboración Propia

3.7.3 FACTIBILIDAD DE AGUAS LLUVIAS

Se realizó la investigación en la Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador, a los doce días del mes de septiembre de 2022, una solicitud pública para conocer la existencia o requerimientos de factibilidad de aguas lluvias, de los cual el DEPARTAMENTO DE ATENCIÓN AL USUARIO Y ÁREAS DE APOYO de OPAMSS nos brindó la información pública, basado en el expediente 0006, resolución 0006-2011 en el cual dice lo siguiente:

“Esta oficina cuenta con una FACTIBILIDAD DE DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS 0006-2011, emitido en fecha quince de marzo de 2011, del proyecto denominado “MEJORAMIENTO COMUNAL”, que consiste en mejorar rodamientos y drenajes de las vías en la Comunidad Chanmico, ubicado en Calle al Volcán y Calle Mano de León, al poniente de la prolongación de Avenida Masferrer Norte, San Antonio Abad, municipio y departamento de San Salvador; tal y como en plano presentado”.

A continuación, se presenta ilustración de área que cuenta con factibilidad de aguas lluvias por OPAMSS:

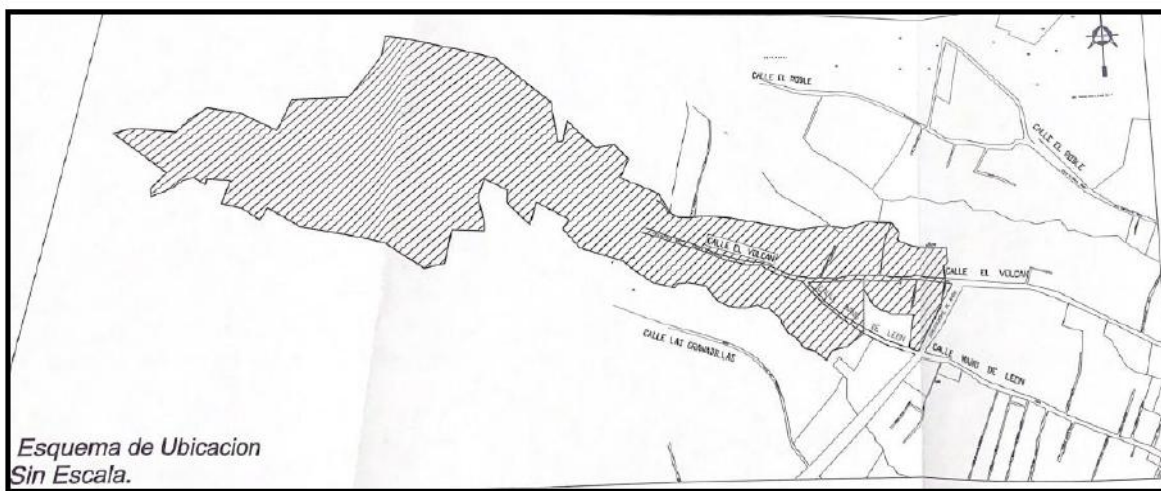


Ilustración 35. Esquema de ubicación del área con factibilidad de drenaje de aguas lluvias

Fuente: OPAMSS

La oficina de OPAMSS, concedió en el año 2011 una factibilidad aguas lluvias especificando que todo en lo aplicable debe cumplir con Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del AMSS y de los Municipios Aledaños – LDOTAMSS, y su reglamento. En la resolución establece los criterios para el diseño y construcción a tomar en cuenta por parte del profesional responsable para su diseño y construcción. (Ver anexo 5) Según la Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del AMSS y de los Municipios Aledaños – LDOTAMSS, y su Reglamento, esta factibilidad de aguas lluvias se encuentra vencida y para renovarla es necesario presentar la documentación correspondiente que solicita la OPAMSS. Para fines de esta investigación, no se presentará a la oficina de OPAMSS los documentos para renovar la factibilidad de aguas lluvias, ya que no se cuenta con las escrituras de propiedad que nos pide como requisito la oficina de OPAMSS.

3.7.4 PUNTOS DE DESCARGA APROBADOS POR OPAMSS

Se solicitó por medio de nota formal, copia de plano versión publica de la factibilidad de aguas lluvias de la comunidad Chanmico a la Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador. Los puntos de descargas que se encuentran aprobados bajo la FACTIBILIDAD DE DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS 0006-2011 de la OPAMSS se presentan en el plano versión pública. (Ver anexo 5).

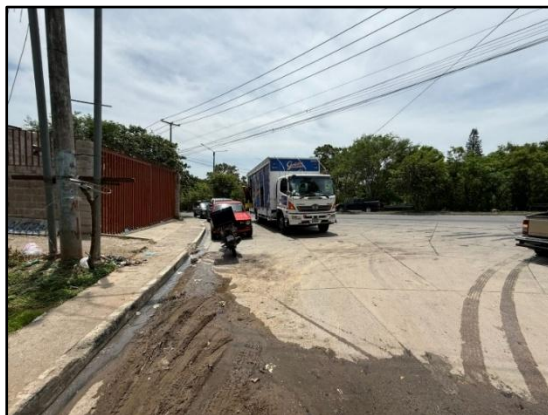


Ilustración 36. Punto de Descarga 1 superficial a caja de aguas lluvias

Fuente: Fuente propia



Ilustración 37. Punto de descarga 2 superficial a caja de aguas lluvias

Fuente: Fuente propia



Ilustración 38. Punto de descargar 3 adyacente a la quebrada

Fuente: Fuente propia



Ilustración 39. Punto de descarga 4 adyacente a la quebrada

Fuente: Fuente Propia



Ilustración 40. Punto de descarga natural 5. Hacia la quebrada “La Quebradona”

Fuente: Fuente propia

3.8 ESTUDIO HIDROLOGICO

3.8.1 HIDROLOGIA DE QUEBRADA LA QUEBRADONA

3.8.1.1 GENERALIDADES

El proyecto se desarrolla en terrenos ondulados, lo que permite que la topografía delimite claramente los pequeños cauces efímeros de la zona. Entre estos cauces destaca la quebrada *La Quebradona*, que será el punto principal para drenar eficientemente toda la esorrentía generada en el área del proyecto.

La ausencia de información hidrométrica específica para los pequeños cauces y la quebrada La Quebradona representa un desafío. Sin embargo, este reto se abordará utilizando métodos hidrometeorológicos para estimar los caudales máximos instantáneos.

El régimen de precipitación en todo el país se caracteriza por tormentas de gran intensidad y corta duración, lo que influye significativamente en el comportamiento hidrológico de los cauces. Estas tormentas generan picos de caudal en los cauces que están directamente asociados a las condiciones atemporales.

En el caso particular de los cauces ubicados en pie de monte, como los presentes en la zona del proyecto, la evacuación del escurrimiento superficial es relativamente rápida debido a la pendiente pronunciada del terreno. Este factor influye en el arrastre del material que conforma la calle.

3.8.2 PARAMETROS FISIOGRAFICOS DE CUENCA HIDROGRAFICA EN ESTUDIO

Con el objeto de delimitar cada una de las cuencas que inciden en los puntos de interés del proyecto se han tomado como base los levantamientos topográficos efectuados y la cartografía 1: 5,000 proporcionada por el CNR, así como el apoyo de recorridos de campo y el análisis de imágenes satelitales disponibles de la zona de trabajo.

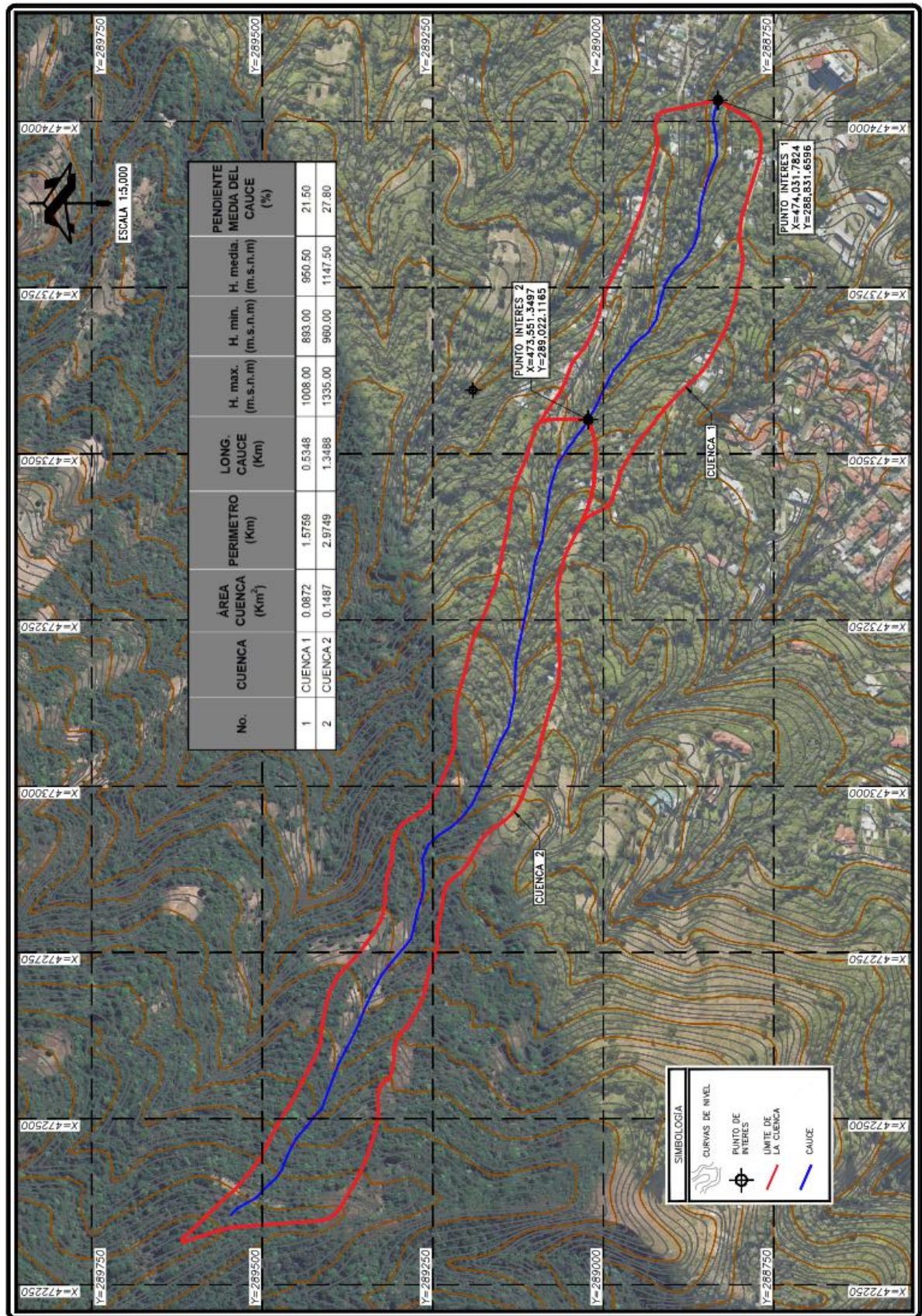
Los puntos de interés antes mencionados se especifican a continuación:

- El Punto ubicado en las coordenadas $X= 474,031.7824$; $Y= 288,831.6596$ para las obras de protección en el punto de descarga del drenaje del proyecto.
- El Punto ubicado en las coordenadas $X= 473,551.3497$; $Y= 289,022.1165$ para la respectiva obra de paso en la parte alta del proyecto.

El trazo de la cuenca y subcuencas de esta se muestra en la Figura 7, así como sus respectivos parámetros fisiográficos en tabla 39, y sus coeficientes morfológicos y parámetros morfométricos de la Tabla 41 hasta la Tabla 43 a continuación.

Figura 7. Cuenca y sub-cuencas de Quebrada La Quebradona.

Fuente: Restitución altimétrica 1:5,000



A continuación, se presentan los parámetros fisiográficos de sub cuencas de Quebrada La Quebradona:

Tabla 36 Parámetros fisiográficos de sub cuencas de quebrada “La Quebradona”

No.	CUENCA	ÁREA CUENCA (Km ²)	PERIMETRO (Km)	LONG. CAUCE (Km)	H. max. (m.s.n.m)	H. min. (m.s.n.m)	H. media. (m.s.n.m)	PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE (%)
1	CUENCA 1	0.0872	1.5759	0.5348	1008.00	893.00	950.50	21.50
2	CUENCA 2	0.1487	2.9749	1.3488	1335.00	960.00	1147.50	27.80

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presentan los parámetros morfológicos de la subcuenca número 1:

Tabla 37 – Coeficientes morfológicos de subcuenca #1.

COEFICIENTES MORFOLÓGICOS - SUBCUENCA #1						
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	EXPRESIÓN CÁLCULO		PARÁMETRO	OBSERVACIÓN
1	COEFICIENTE DE FORMA	ADIMENSIONAL	$C = \frac{P}{2 (\pi \cdot A)^{1/2}}$	Donde: P = Perímetro (km) A = Área cuenca (km²)	1.505	
2	ÍNDICE DE ALARGAMIENTO	ADIMENSIONAL	$I_A = \frac{L}{A_n}$	Donde: L = Línea recta paralela al cauce principal An = A / L An = Ancho de la cuenca	3.28	L=0.5348 km
3	ÍNDICE DE GRAVELIUS (COEFICIENTE DE COMPACIDAD)	ADIMENSIONAL	$C_g = \frac{P}{2 \sqrt{\pi A}}$	Donde: Cg = Índice de Gravelius P = Perímetro (km) A = Área de la cuenca (km²) π = 3.1415	1.505	
4	LONGITUD PROMEDIO DE FLUJO SUPERFICIAL	ADIMENSIONAL				No aplica (cauce efímero)
5	RELACIÓN DE ELONGACIÓN	ADIMENSIONAL	$Re = 1.128 \frac{\sqrt{A}}{L}$	Donde: L = Longitud de la cuenca (km) A = Área cuenca (km²) π = 3.1415	0.6229	
6	RELACIÓN DE HORTON	ADIMENSIONAL	$K_f = \frac{A}{L^2}$	Donde: A = Área cuenca (km²) L = Longitud de la cuenca (km)	0.1631	
7	DENSIDAD DE DRENAJE	ADIMENSIONAL	$D_d = \frac{\text{Longitud Corrientes (km)}}{\text{Área de cuenca (km}^2\text{)}}$		6.132	
8	SINUOSIDAD DEL CAUCE PRINCIPAL	ADIMENSIONAL	$S = \frac{L_c}{L_D}$		1.000	

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presentan los parámetros morfométricos de la subcuenca número 1:

Tabla 38 – Parámetros morfométricos de subcuenca #1.

PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS - SUBCUENCA #1					
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	EXPRESIÓN CÁLCULO	PARÁMETRO	OBSERVACIÓN
1	ÁREA	Km ²		0.0872	Trazo
2	PERÍMETRO	Km		1.576	Trazo
3	COTA NACIMIENTO (ELEVACIÓN MÁXIMA)	m.s.n.m.		1010.00	Restitución
4	COTA SITIO DE ESTUDIO	m.s.n.m.		893.00	Restitución
5	LARGO DEL CURSO DE AGUA	Km			NO APLICA (cauce efímero)
6	ANCHO DEL CURSO DE AGUA	Km		0.00700	Topografía
7	PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE	m/m	$s = \frac{h}{l}$ Donde: h = Hmax - Hmin (m) l = Lcauce (m) [] = m/m	0.219	Cálculo
		%	$s = \frac{h}{l} \times 100$ Donde: h = Hmax - Hmin (m) l = Lcauce (m) [] = %	21.88%	
8	LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	Km		0.535	Restitución
9	LONGITUD TOTAL DE DRENAJE	Km		0.535	Restitución
10	RELACIÓN DE RELIEVE	ADIMENSIONAL	$R = \frac{H}{L_{m\acute{a}x}}$ (Schumm) Donde: H = Desnivel (Hmax - Hmin) L = Longitud máxima	0.219	
			$R = \frac{H}{P}$ (Melton) Donde: H = Desnivel (Hmax - Hmin) P = Perímetro	0.074	
11	PENDIENTE MEDIA DEL CURSO DE AGUA	%			NO APLICA (Cauce efímero)
12	ELEVACIÓN MEDIA	m.s.n.m.	$E = \frac{H_{m\acute{a}x} + H_{m\acute{i}n}}{2}$ Donde: H = Desnivel	951.5	

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presentan los parámetros morfológicos de la subcuenca número 2:

Tabla 39 – Coeficientes morfológicos de subcuenca #2.

COEFICIENTES MORFOLÓGICOS - SUBCUENCA #2					
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	EXPRESIÓN CÁLCULO	PARÁMETRO	OBSERVACIÓN
1	COEFICIENTE DE FORMA	ADIMENSIONAL	$C = \frac{P}{2(\pi \cdot A)^{1/2}}$ Donde: P = Perímetro (km) A = Área cuenca (km ²)	2.176	
2	ÍNDICE DE ALARGAMIENTO	ADIMENSIONAL	$I_a = \frac{L}{A_n}$ Donde: L = Línea recta paralela al cauce principal An = A / L An = Ancho de la cuenca	12.24	L=1.3488 km
3	ÍNDICE DE GRAVELIUS (COEFICIENTE DE COMPACIDAD)	ADIMENSIONAL	$C_g = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$ Donde: Cg = Índice de Gravelius P = Perímetro (km) A = Área de la cuenca (km ²) π = 3.1415	2.176	
4	LONGITUD PROMEDIO DE FLUJO SUPERFICIAL	ADIMENSIONAL			No aplica (cauce efímero)
5	RELACIÓN DE ELONGACIÓN	ADIMENSIONAL	$Re = 1.128 \frac{\sqrt{A}}{L}$ Donde: L = Longitud de la cuenca (km) A = Área cuenca (km ²) π = 3.1415	0.3225	
6	RELACIÓN DE HORTON	ADIMENSIONAL	$K_f = \frac{A}{L^2}$ Donde: A = Área cuenca (km ²) L = Longitud de la cuenca (km)	0.1102	
7	DENSIDAD DE DRENAJE	ADIMENSIONAL	$D_d = \frac{\text{Longitud Corrientes (km)}}{\text{Área de cuenca (km}^2\text{)}}$	9.071	
8	SINUOSIDAD DEL CAUCE PRINCIPAL	ADIMENSIONAL	$S = \frac{L_c}{L_d}$	1.000	

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presentan los parámetros morfométricos de la subcuenca número 2:

Tabla 40 – Parámetros morfométricos de subcuenca #2.

PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS - SUBCUENCA #2						
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	EXPRESIÓN CÁLCULO		PARÁMETRO	OBSERVACIÓN
1	ÁREA	Km²			0.1487	Trazo
2	PERÍMETRO	Km			2.975	Trazo
3	COTA NACIMIENTO (ELEVACIÓN MÁXIMA)	m.s.n.m.			1335.00	Restitución
4	COTA SITIO DE ESTUDIO	m.s.n.m.			960.00	Restitución
5	LARGO DEL CURSO DE AGUA	Km				NO APLICA (cauce efímero)
6	ANCHO DEL CURSO DE AGUA	Km			0.007	Topografía
7	PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE	m/m	$s = \frac{h}{l}$	Donde: h = Hmax - Hmin (m) l = Lcauce (m) [] = m/m	0.278	Cálculo
		%	$s = \frac{h}{l} \times 100$	Donde: h = Hmax - Hmin (m) l = Lcauce (m) [] = %	27.80%	
8	LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	Km			1.349	Restitución
9	LONGITUD TOTAL DE DRENAJE	Km			1.349	Restitución
10	RELACIÓN DE RELIEVE	ADIMENSIONAL	$R = \frac{H}{L_{m\acute{a}x}}$ (Schumm)	Donde: H = Desnivel (Hmax - Hmin) L = Longitud máxima	0.278	
			$R = \frac{H}{P}$ (Melton)	Donde: H = Desnivel (Hmax - Hmin) P = Perímetro	0.126	
11	PENDIENTE MEDIA DEL CURSO DE AGUA	%				NO APLICA (Cauce efímero)
12	ELEVACIÓN MEDIA	m.s.n.m.	$E = \frac{H_{m\acute{a}x} + H_{m\acute{i}n}}{2}$	Donde: H = Desnivel	1147.5	

Fuente: Elaboración Propia

3.8.3 EVALUACION DE ESTACIONES METEOROLOGICAS EN LA ZONA DEL PROYECTO.

Para el desarrollo de los análisis hidrológicos se solicitó información a la Dirección General del Observatorio Ambiental (DGOA), del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), referente a datos Pluviográficos y Pluviométricos de las estaciones cuya localización se encuentren cercana a la cuenca en estudio.

La estación o estaciones más representativas para ser utilizadas responden a varios parámetros para ser escogidas, dentro de ellos:

- Distancia de la zona del proyecto y del promedio de las cuencas en su parte media o alta.
- Elevación respecto al promedio de la elevación de las cuencas en estudio.
- Años de registro de datos.
- Años de registro con datos completos y continuos.
- Datos históricos o actualizados que registren los eventos extremos suscitados.
- Región Hidrográfica a la que pertenece la estación.
- Si la estación se encuentra en funcionamiento o no
- Región climática a la que pertenece.

Algunos de estos parámetros se pueden flexibilizar dependiendo de la disponibilidad de estaciones en el área de estudio, en el país, una de las dificultades más recurrentes, es la falta de continuidad en la medición de las precipitaciones en las estaciones existentes.

3.8.4 METODO DEL POLIGONO DE THIESSEN

El Método del Polígono de Thiessen es ampliamente reconocido y uno de los más empleados en la estimación de precipitaciones medias sobre una cuenca hidrográfica. Este método se distingue por su enfoque en la ponderación de las precipitaciones registradas en cada estación meteorológica, teniendo en cuenta no solo el valor de la precipitación, sino también la extensión del área geográfica o de influencia que rodea a cada estación.

A diferencia del método de la media aritmética simple, que trata a todas las estaciones por igual sin considerar su ubicación o la superficie que cubren, el Método del Polígono de Thiessen proporciona un nivel de exactitud superior. Esto se debe a que toma en cuenta la distribución espacial de las estaciones, reconociendo que las precipitaciones registradas en estaciones ubicadas en áreas más grandes tienen un mayor impacto en la precipitación media total de la cuenca. Sin embargo, esta precisión adicional tiene su precio: en caso de que se

produzcan cambios en la red de estaciones meteorológicas ya sea por la adición de nuevas estaciones, la eliminación de algunas existentes o el desplazamiento de las mismas— es necesario realizar un nuevo trazado y construcción de los polígonos de Thiessen. Este proceso de recalculación puede ser laborioso y requiere un análisis cuidadoso para garantizar que los nuevos polígonos reflejen con precisión la distribución espacial de la red de estaciones actualizada.

Un aspecto fundamental de este método es que no tiene en cuenta las influencias de la orografía en la lluvia.

Para la determinación de las zonas de influencia de las estaciones, se unen las estaciones de tres en tres, trazando las mediatrices de los triángulos y uniéndolas convenientemente se forman unos polígonos, limitados exteriormente por los límites de la cuenca, cuyas superficies se corresponden a las zonas de influencia de cada estación. La imagen siguiente muestra la delimitación de los Polígonos de Thiessen para la ubicación de las Estaciones seleccionadas.

A continuación, se presenta la tabla 41 con las estaciones escogidas para el trazo de dichos polígonos y posteriormente en la siguiente figura la ubicación de cada una de las estaciones superpuestas sobre una imagen satelital de Google Earth con el trazo de los polígonos.

Tabla 41 – Estaciones meteorológicas utilizadas para el trazo de polígonos de Thiessen.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	UBICACIÓN			AÑO DE REGISTRO CON INFORMACIÓN PROCESADA
	LATITUD	LONGITUD	ELEVACIÓN (m.s.n.m)	
SAN ANDRES	13° 48.5' N	88° 24.4' O	460	33
CHILTIUPÁN	13° 35.7' N	89° 29.9' O	680	13
BOQUERÓN	13° 44.1' N	89° 16.9' O	1000	15
APOPA INSINCA	13° 47.8' N	89° 10.8' O	420	4
SAN DIEGO	13° 28.2' N	89° 15.2' O	6	13
AEROPUERTO ILOPANGO	13° 41.9' N	89° 7.1' O	615	56

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente.

A continuación, se presenta la ubicación de cada estación superpuesta sobre una imagen satelital de Google Earth y el trazo de los polígonos:

Fuente: Polígonos de Thiessen

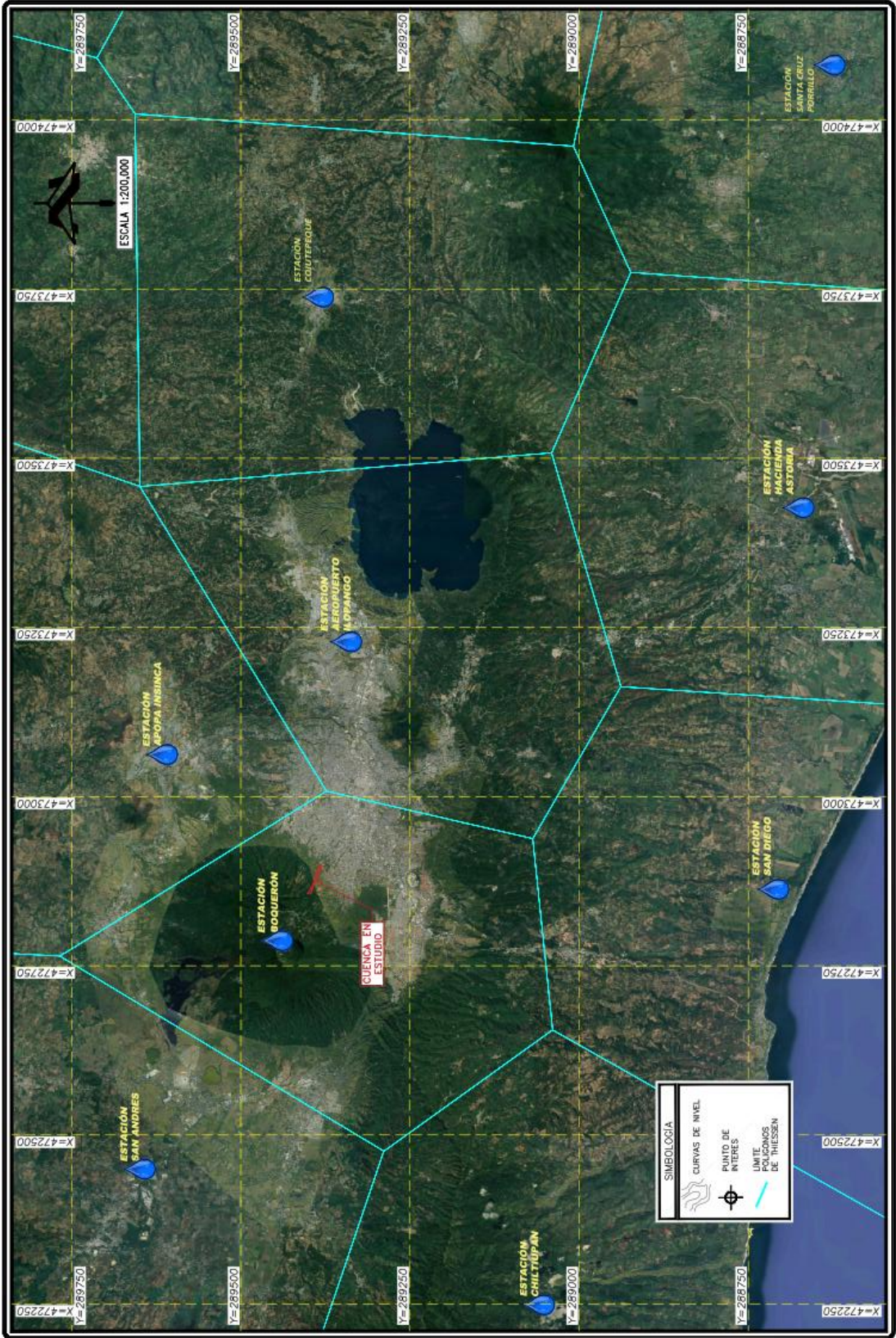


Figura 8. Determinación de Estación de Influencia mediante Polígonos de Thiessen.

De acuerdo con lo que se muestra en la Figura anterior, se determina que toda la cuenca de Quebrada La Quebradona y el área del proyecto son influidas por la Estación Boquerón.

En cuanto al registro de dicha estación se tiene que esta posee 15 de registro, lo cual es muy importante para el presente estudio ya que cuenta con datos actualizados por lo cual las intensidades obtenidas serán muy confiables.

3.8.5 PRECIPITACIONES MAXIMAS PREVISIBLES.

La estimación de precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno constituye uno de los procedimientos fundamentales y más importantes en el campo de la hidrología.

Este proceso es crucial porque su principal objetivo es determinar un caudal de diseño que sea adecuado para una estructura hidráulica específica, como un puente, una presa, un canal o un sistema de drenaje, dentro de una cuenca de estudio que se está analizando. El caudal de diseño, a su vez, es esencial para garantizar que la estructura hidráulica pueda soportar y manejar los eventos de precipitación más intensos que se espera que ocurran con una cierta probabilidad, minimizando así los riesgos de desbordamientos, inundaciones y fallos estructurales.

En este caso particular, se ha recopilado información detallada correspondiente a la estación meteorológica Boquerón, la cual tiene una influencia significativa en la cuenca y en el área del proyecto en cuestión. Esta estación se ha seleccionado debido a su proximidad y relevancia para el análisis, ya que proporciona datos climáticos críticos que permiten modelar y predecir las precipitaciones extremas y, por lo tanto, realizar estimaciones fiables del caudal de diseño.

La información obtenida para la estación Boquerón se presenta de manera estructurada en la tabla que sigue a continuación.

Esta información son datos de intensidad de precipitación máxima anual absoluta en milímetros por minuto para diferentes periodos (5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180,

240 y 360) de intensidades máximas en los años desde 1967 a 1983 para completar 15 años de registro.

Tabla 42 – Intensidad de precipitación máxima anual – Estación Boquerón.

DIRECCIÓN GENERAL DEL OBSERVATORIO AMBIENTAL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL CENTRO DE INFORMACIÓN Y AGROMETEORLOGIA MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES													
ESTACION : EL BOQUERON							INDICE : L-4						
INTENSIDAD DE PRECIPITACION MAXIMA ANUAL (mm/h)							ELEVACION : 1000						
							LATITUD : 13° 44.1' N						
							LONGITUD : 89° 16.9' W						
AÑO	5'	10'	15'	20'	30'	45'	60'	90'	120'	150'	180'	240'	360'
1967	123.60	105.00	94.20	81.00	60.60	52.20	47.40	36.00	23.40	19.80	16.80	13.80	11.40
1968	132.00	125.40	106.80	94.80	75.60	68.40	55.20	38.40	28.80	24.60	18.00	13.80	12.60
1969	156.00	120.60	99.00	86.40	76.20	64.20	53.40	36.60	28.80	16.20	14.40	12.60	7.20
1971	116.40	88.20	76.80	61.80	50.40	40.80	34.20	18.00	11.40	7.80	6.60	6.00	5.40
1973	204.00	150.00	118.20	99.00	78.00	61.20	46.80	36.00	26.40	22.80	22.80	13.80	10.80
1974	186.00	150.00	124.20	114.60	94.80	69.60	55.80	39.60	37.20	34.80	31.80	26.40	22.20
1975	198.00	149.40	123.60	115.20	87.60	67.20	54.60	38.40	32.40	26.40	22.20	16.80	11.40
1976	204.00	141.60	108.60	88.80	73.20	58.20	48.00	33.00	25.80	20.40	20.40	15.60	12.00
1977	225.60	141.60	112.20	94.20	74.40	56.40	45.00	36.60	28.80	24.00	22.20	18.00	15.60
1978	235.20	168.60	132.60	114.00	87.00	64.20	50.40	36.00	25.20	20.40	17.40	13.20	9.00
1979	164.40	112.80	96.60	85.80	72.00	60.60	51.60	43.80	35.40	27.00	22.80	21.00	16.80
1980	170.40	122.40	109.80	97.80	85.20	70.20	59.40	45.00	34.80	28.80	24.00	12.00	10.80
1981	252.00	176.40	148.38	124.80	107.58	79.44	59.88	33.72	26.40	21.78	18.54	14.46	9.84
1982	214.80	139.20	120.60	99.60	78.60	68.40	57.00	39.60	31.80	27.60	24.00	19.20	13.80
1983	212.40	148.20	122.46	108.60	78.60	59.34	45.60	28.80	24.96	20.28	16.08	12.30	5.40

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente

Esta información ha sido analizada, obteniéndose las curvas Intensidad-Duración y Frecuencia para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años, mediante un ajuste probabilístico de Gumbel., la cual se expresa de la manera siguiente:

La función de distribución acumulada de Gumbel es:

$$F(x; \mu, \beta) = e^{-e^{\frac{(x-\mu)}{\beta}}}$$

La mediana es:

$$\mu - \beta \ln \left(-\ln \left(\frac{1}{2} \right) \right)$$

La media es:

$$\mu + \gamma \beta$$

Donde: γ = Constante de Euler-Mascheroni $\approx 0.5772156649015328606$

La desviación estándar es:

$$\frac{\beta \pi}{\sqrt{6}}$$

La moda es:

$$\mu$$

Para efectos prácticos de este modelo de distribución, se ha aplicado en forma gráfica y consiste en el cálculo de la frecuencia (probabilidad de ocurrencia) de cada uno de los datos máximos registrados en la estación para duraciones específicas (5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 120, 150, 160, 180, 210 y 360 minutos), para lo cual se deben de ordenar de mayor a menor, estableciendo su frecuencia mediante la expresión:

$$F = m(N + 1)$$

En donde:

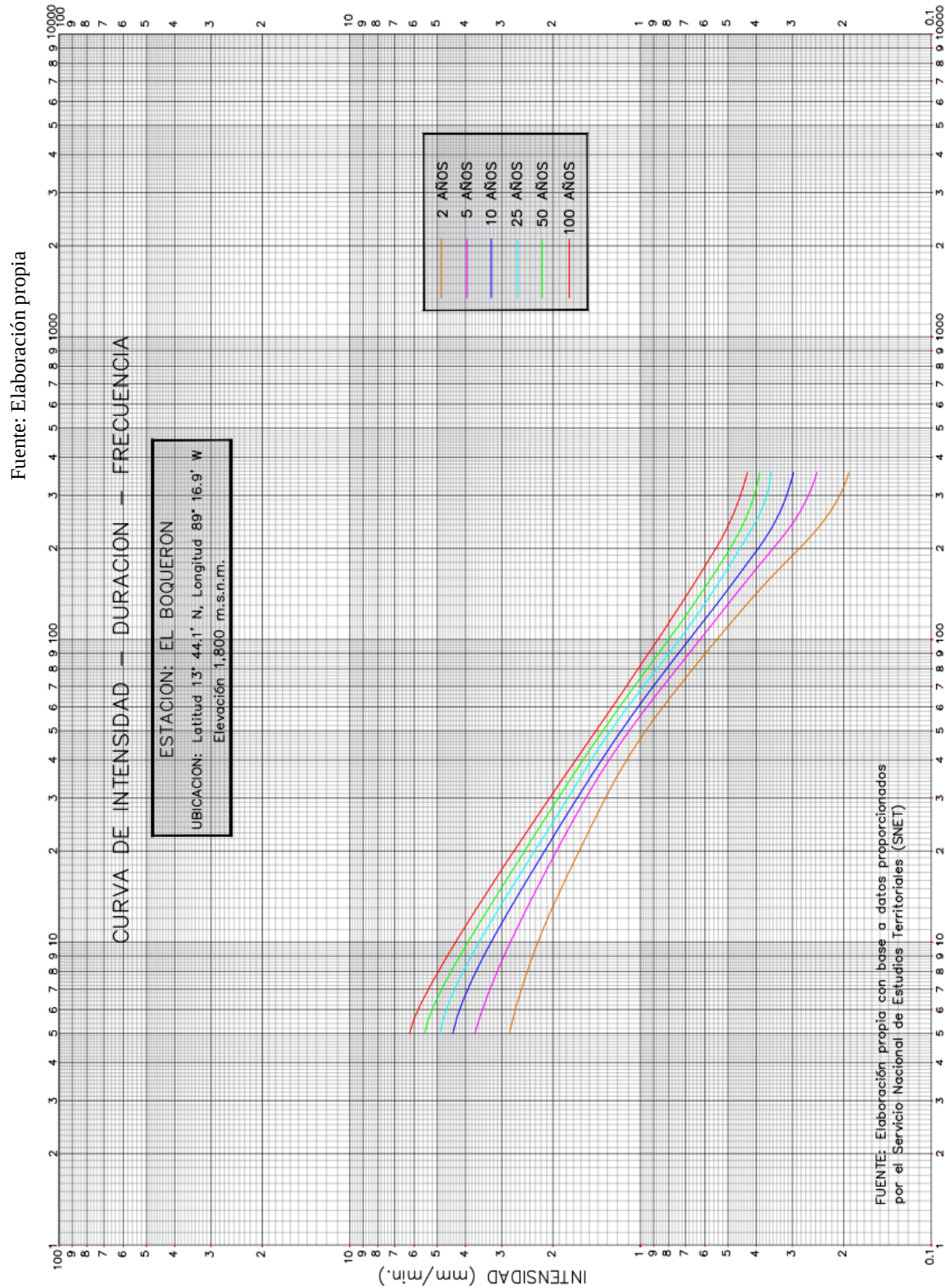
F: Frecuencia de ocurrencia del evento máximo.

m: Posición del evento en el orden establecido.

N: Número de registros con que se cuente por cada serie.

Esta frecuencia y su respectiva intensidad es graficada en Papel Probabilístico de Gumbel, y es a partir de este gráfico de donde se obtiene la información necesaria para definir las Curvas Intensidad – Duración y Frecuencia para cada uno de los períodos de retorno utilizados. Las curvas IDF obtenidas para la serie de datos disponibles son las que se muestran en la Figura 3.

Figura 9. Curvas I-D-F de Estación Boquerón.



3.8.6 MODELO DE ESCURRIMIENTO.

Tomando en cuenta que ninguno de los métodos típicos de análisis se adapta estrictamente a las condiciones predominantes en cada región, y que la selección del modelo a utilizarse depende de los datos disponibles en la zona que se analiza, se ha seleccionado en este caso el modelo que mejor se adapte al tipo de información y tamaño de las cuencas en la zona.

Dado que en el área del proyecto únicamente se cuenta con la información meteorológica y el tamaño de las cuencas hidrográficas en estudio puede considerarse como pequeña, el método de escurrimiento adoptado es la Fórmula Racional ya que trata de reproducir el fenómeno hidrológico con base en la estimación de los parámetros meteorológicos y morfológicos del área de estudio.

Este método, se basa en la hipótesis que las lluvias más desfavorables, pueden ocurrir en cualquier zona de la región y que las crecidas se propagan con velocidad constante a lo largo de los cauces o que los caudales producidos por la precipitación, son función directa de ella.

La fórmula racional, asume que la distribución de la precipitación es uniforme en toda la cuenca y por lo tanto el escurrimiento también lo es.

Se expresa de la manera siguiente:

$$Q = K \times C \times I \times A$$

Donde:

Q = Caudal Máximo Instantáneo.

C = Coeficiente de escorrentía, que depende de la cobertura, permeabilidad y pendiente promedio de la cuenca.

I = Intensidad de la lluvia, para una duración igual al tiempo de concentración y período de retorno determinado.

A = Área de la cuenca.

K = Coeficiente dimensional.

Si expresamos el área en Km², la intensidad en mm/min y el caudal en m³/s, la fórmula Racional se expresa de la manera siguiente:

$$Q = 16.667 \times C \times I \times A$$

Este método, no considera el almacenamiento que puede ocurrir en la cuenca y áreas de recogimiento, lo que lo hace aplicable en nuestro medio hasta un tamaño máximo de cuenca de 1.5 km².

Esta restricción se fundamenta en nuestro régimen de precipitación, ya que, a duraciones de tormentas cortas, se producen precipitaciones altas, lo cual hace que no se genere almacenamiento en la cuenca y por consiguiente que no sea notorio o significativo el retardo de la avenida para cuencas dentro del rango antes mencionado.

3.8.7 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.

El tiempo de concentración T_c, es el tiempo transcurrido desde que comienza la escorrentía superficial, hasta que todas las precipitaciones efectivas sobre la cuenca contribuyen a incrementar el caudal en la sección de desagüe, por lo que constituye uno de los parámetros de mayor incidencia en la estimación de Caudales Máximos Instantáneos, ya que los métodos hidrometeorológicos comúnmente utilizados consideran que la duración de la tormenta de diseño es igual al tiempo de concentración y es en ese tiempo en donde toda la cuenca en estudio aporta al escurrimiento superficial generado ante un evento meteorológico extremo.

Este parámetro está influenciado principalmente por el área de la cuenca, la longitud del cauce más largo y la diferencia de elevación del punto de análisis y el punto más elevado de la cuenca, entre otros como la forma de la cuenca y el sentido de recorrido de la tormenta a lo largo del área a drenar, aspectos que son muy difíciles de evaluar.

Las expresiones para el cálculo del Tiempo de Concentración han sido desarrolladas en forma experimental y se acoplan a las condiciones de las regiones que fueron observadas.

En nuestro medio, se ha desarrollado muy poca investigación al respecto situación que ha llevado a adoptar una serie de ecuaciones las cuales se amoldan razonablemente a la región. En términos generales, estas expresiones se amoldan fundamentalmente a cauces de pie de monte que es la situación predominante en el país y al proyecto en particular; situación que, sumado al tamaño de cuencas, contribuye a que estas expresiones generen resultados satisfactorios.

Para el cálculo del Tiempo de Concentración, se han utilizado las ecuaciones siguientes:

→ ***Ecuación de California:***

$$t_c = 60 \left(\frac{11.9L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde:

L= Longitud del curso de agua más largo expresado en millas.

H= Diferencia de nivel entre H máx. (inicio del cauce) y la H min. (punto de interés) expresada en pies.

→ ***Ecuación de Kirpich:***

$$t_c = 0.0078 \left(\frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \right)$$

Donde:

L= Longitud del curso de agua más largo expresado en pies.

S= Pendiente media del cauce en expresado en pies/pies.

→ ***Ecuación de Giandotti:***

$$t_c = \frac{\sqrt{A} + 1.5 L}{0.85 \sqrt{Hm}}$$

Donde:

A= Área de la cuenca expresada en Km².

L= Longitud del curso de agua más largo expresado en Km.

Hm= Elevación media expresada en metros/metros.

En vista que las áreas de recogimiento son pequeñas, el Tiempo de Concentración también lo es alcanzando valores inferiores a los 5 minutos. Ante tal situación se adoptará una duración de la tormenta de diseño de 5 minutos ya que la información con que se cuenta para la generación de la Curva Intensidad Duración y Frecuencia posee una duración mínima de 5 minutos.

En cuanto a las cuencas hidrográficas en estudio, se obtuvieron los resultados de la siguiente tabla a continuación y de los cuales, en adelante mediante se desarrolla el presente estudio, se utilizarán los resultados de la ecuación de California.

Tabla 43 – Parámetros fisiográficos y tiempo de concentración de cuencas en estudio.

No.	CUENCA	ÁREA CUENCA (Km ²)	PERIMETRO (Km)	LONG. CAUCE (Km)	H. max. (m.s.n.m)	H. min. (m.s.n.m)	H. media. (m.s.n.m)	PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE (%)	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN T _c ECUACIÓN DE CALIFORNIA (en min.)
1	CUENCA 1	0.0872	1.5759	0.5348	1008.00	893.00	950.50	21.50	4.44
2	CUENCA 2	0.1487	2.9749	1.3488	1335.00	960.00	1147.50	27.80	8.21

Fuente: Elaboración propia.

3.8.1 EVALUACIÓN DE COEFICIENTE DE ESCORRENTIA.

El caudal máximo instantáneo se refiere a la cantidad máxima de agua que puede fluir en un punto específico de una cuenca hidrográfica durante un evento meteorológico determinado. Este caudal está directamente relacionado con el volumen total de agua que es capaz de escurrir en dicha cuenca en respuesta a la precipitación recibida durante el evento.

Para calcular este volumen de escurrimiento, se considera la relación existente entre la cantidad de agua precipitada y la cantidad de agua que realmente escurrirá sobre la superficie del terreno. Esta relación se conoce como coeficiente de escorrentía y es un parámetro crucial en la hidrología.

El coeficiente de escorrentía depende de varios factores, como el tipo de suelo, que puede variar en su capacidad de absorción de agua; la cobertura vegetal, que actúa como una barrera

natural reduciendo o facilitando el escurrimiento; y la pendiente media de la cuenca, que influye en la velocidad y cantidad del escurrimiento superficial.

Todos estos factores en conjunto determinan el comportamiento hidrológico de la cuenca ante un evento de precipitación.

En función de todos estos elementos mencionados anteriormente, como primer paso se procederá a determinar un coeficiente para cada tipo de suelo que conforma cada una de las cuencas.

Para esto se analizarán los tipos de suelo donde se encuentran las cuencas para determinar si son suelos permeables, semi permeables o impermeables.

En el caso de los suelos permeables, se espera que estos presenten una alta capacidad para absorber y filtrar el agua, permitiendo que una gran parte del agua precipitada se infiltre en el subsuelo. Los suelos semi permeables, por otro lado, tendrán una capacidad intermedia, permitiendo cierto grado de infiltración, pero también generando escurrimiento superficial. Finalmente, los suelos impermeables se caracterizarán por su escasa o nula capacidad de infiltración, lo que resulta en un mayor escurrimiento superficial y, por lo tanto, una mayor contribución al caudal máximo de la cuenca.

Como segundo paso, en el software ArcMap 10.5 se procedió a la creación de un DEM (modelo digital del terreno) por sus siglas en inglés, a partir de curvas de nivel de la Restitución 1:5,000. Posteriormente, con la utilización del mismo software se genera un mapa de pendientes al cual se superpone un shapefile del trazo de las cuencas.

Esto con el fin de obtener las pendientes que conforman el terreno dentro de las cuencas tal como se muestra en la Figura 10.

Como tercer paso, siempre con la utilización del software, se superpone el shapefile del trazo de las cuencas y el shapefile de uso de suelo, el cual fue generado trazando los polígonos de

uso de suelo a partir del mapa de uso de suelo del Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental (VIGEA) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Lo mencionado anteriormente, puede observarse en la figura 11.

A continuación, se presenta mapa de pendientes del terreno en el área del proyecto:

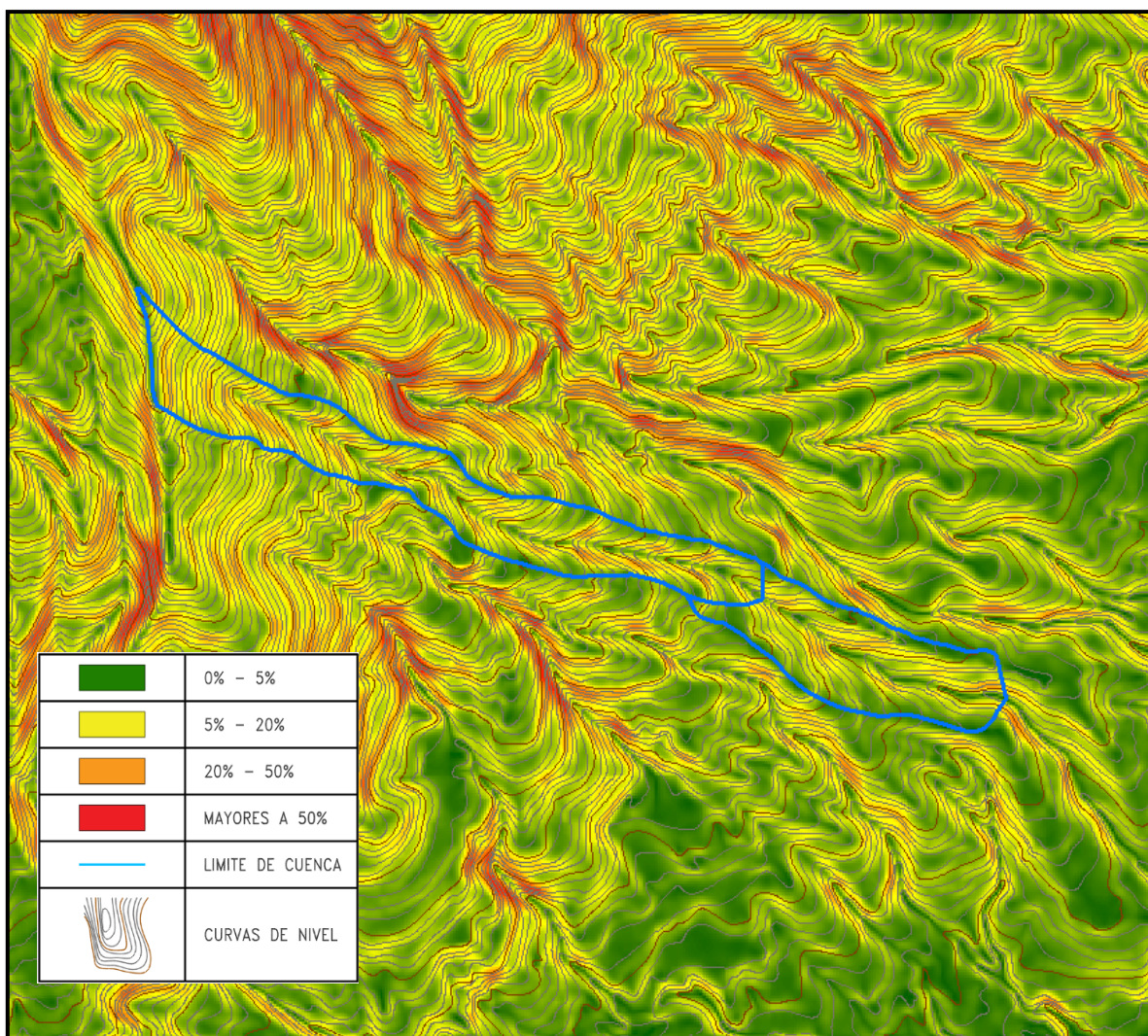


Figura 10. Mapa de Pendientes del terreno en área del proyecto.

Fuente: Elaboración propia en ArcMap 10.5

A continuación, se presenta la superposición del trazo de cuencas y mapa de uso de suelos del Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental (VIGEA) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

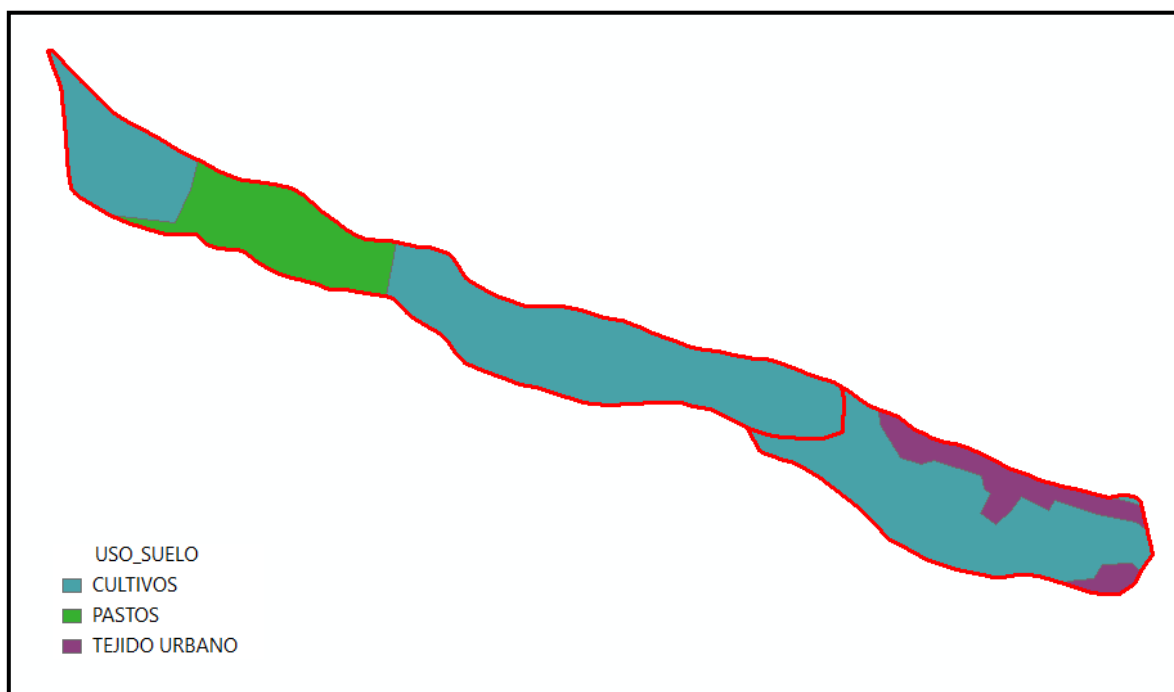


Figura 11. Mapa de Uso de Suelo de cuenca en estudio.

Fuente: Elaboración propia en ArcMap 10.5.

Como cuarto paso, siempre mediante el uso del software se efectúa la superposición entre el shapefile “pendientes - cuencas” y el shapefile “uso de suelo – cuencas”, dando como resultado un conjunto de polígonos a los cuales dependiendo del rango de pendiente y el uso de suelo, se le asigna un valor de C extraído de la Tabla mostrada a continuación.

Como se puede ver en la siguiente tabla la cobertura vegetal se puede calificar como: Sin Vegetación, Cultivos, Vegetación ligera, pastos, hierba corta o grama, vegetación densa y bosques, estos correlacionados entre el tipo de suelo como se muestra a continuación:

Tabla 44 – Estimación del Coeficiente de Escorrentía.

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		FUERTE Mayores a 100%	ALTA 50% - 100%	MEDIA 20% - 50%	SUAVE 5% - 20%	DESPRECIABLE 0% - 5%
Sin vegetación	I - Impermeable	0.9	0.75	0.7	0.65	0.6
	SP - Semi Permeable	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5
	P - Permeable	0.6	0.45	0.4	0.35	0.3
Cultivos	I - Impermeable	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5
	SP - Semi Permeable	0.6	0.55	0.5	0.45	0.4
	P - Permeable	0.4	0.35	0.3	0.25	0.2
Vegetación Ligera, Pastos	I - Impermeable	0.65	0.6	0.55	0.5	0.45
	SP - Semi Permeable	0.56	0.5	0.45	0.4	0.35
	P - Permeable	0.35	0.3	0.25	0.1	0.15
Hierba Corta o Grama	I - Impermeable	0.6	0.55	0.5	0.45	0.4
	SP - Semi Permeable	0.5	0.45	0.4	0.35	0.3
	P - Permeable	0.3	0.25	0.2	0.12	0.1
Vegetación densa, Bosques	I - Impermeable	0.55	0.5	0.45	0.4	0.35
	SP - Semi Permeable	0.45	0.4	0.35	0.3	0.25
	P - Permeable	0.25	0.2	0.15	0.1	0.05

Fuente: “Hidrología y Recursos Hidráulicos”, Rafael Heras.

Como quinto y último paso, habiendo ya asignado el valor de C para cada polígono que contiene igual rango de pendiente y uso de suelo, se extrae del software el cuadro de atributos de las cuencas y así finalmente proceder a calcular el C ponderado para cada una.

El C ponderado se obtiene de la fórmula:

$$C \text{ Ponderado} = \frac{\sum (\text{Área de cada cobertura} \times \text{Valor de C de cada cobertura})}{\text{Área total de la cuenca}}$$

Por lo tanto, el valor de C ponderado obtenido para cada cuenca se muestra a continuación en la siguiente tabla y para una mejor comprensión, lo mencionado en los dos pasos anteriormente, puede observarse en la siguiente figura:

Tabla 45 – Cálculo de C Ponderado de cuencas hidrográficas en estudio.

CÁLCULO DE C PONDERADO - CUENCAS									
No.	CUENCA	ÁREA DE CUENCA (Km2)	RANGO DE PENDIENTE	USO DE SUELO	A' (Km2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	A' * C	Σ {A' * C}	C PONDERADO
1	CUENCA-1	0.08721	0% - 5%	CULTIVOS	0.0002	0.4	0.0001	0.0474	0.54
				TEJIDO URBANO	0.0003	0.6	0.0002		
			5% - 20%	CULTIVOS	0.0106	0.45	0.0048		
				TEJIDO URBANO	0.0078	0.65	0.0051		
			20% - 50%	CULTIVOS	0.0447	0.5	0.0223		
				TEJIDO URBANO	0.0109	0.7	0.0076		
			MAYORES A 50%	CULTIVOS	0.0113	0.55	0.0062		
				TEJIDO URBANO	0.0015	0.75	0.0011		
2	CUENCA-2	0.1487	0% - 5%	CULTIVOS	0.0002	0.4	0.0001	0.0740	0.5
			5% - 20%	CULTIVOS	0.0084	0.45	0.0038		
			20% - 50%	PASTOS	0.0011	0.35	0.0004		
				CULTIVOS	0.0723	0.5	0.0361		
			MAYORES A 50%	PASTOS	0.0243	0.45	0.0109		
				CULTIVOS	0.0303	0.55	0.0166		
				PASTOS	0.0122				

Fuente: Ministerio del medio ambiente.

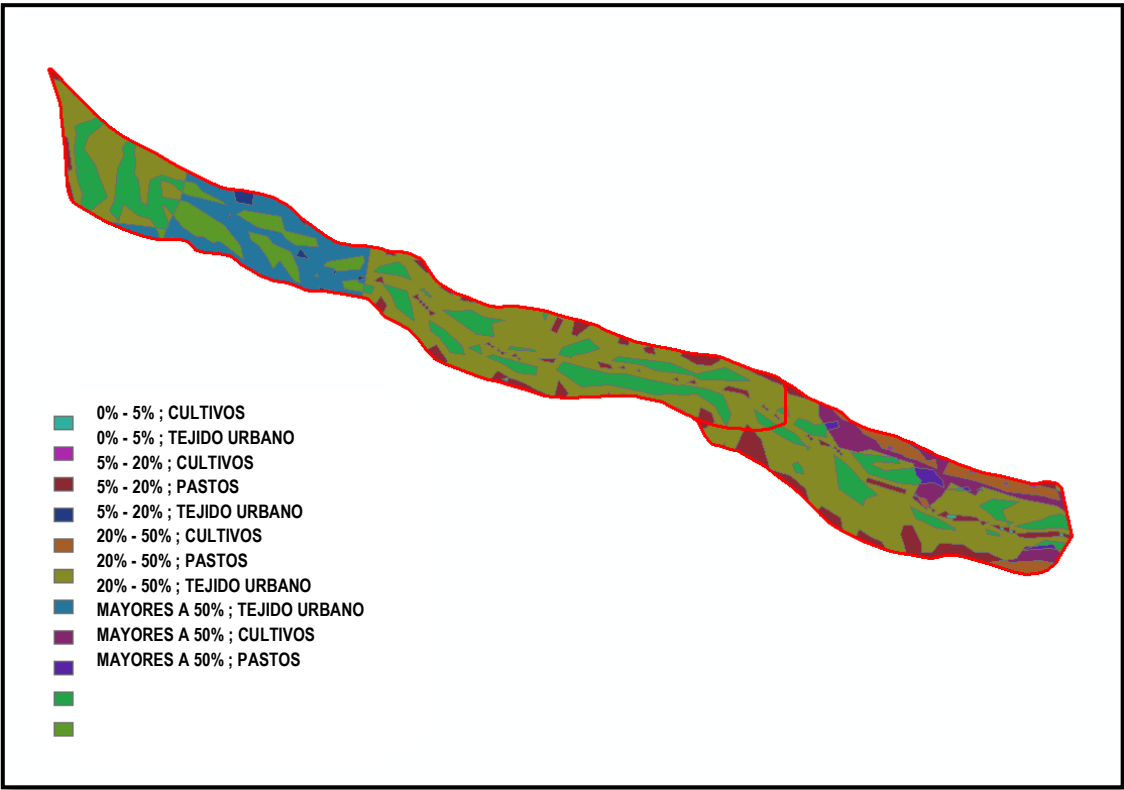


Figura 12. Cálculo de C Ponderado de cuencas en estudio.

Fuente: (Elaboración propia en ArcMap 10.5).

3.8.2 CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS INSTANTANEOS.

Con base a todos los elementos descritos anteriormente, utilizando el modelo de escurrimiento de la Formula Racional, se muestra en la tabla a continuación, los caudales máximos instantáneos generados por las cuencas hidrográficas en estudio.

Tabla 46 – Cálculo de caudales máximos instantáneos de cuencas en estudio.

No	NOMBRE	ÁREA CUENCA Km²	Tc (min)	DURACIÓN (min)	ESTACIÓN DE INFLUENCIA	I (mm/min)	C ESCC	METODO DE	Omax (50)
						50 años			
1	CUENCA 1	0.0872	4.44	5	BOQUERÓN	5.53	0.54	F. RACIONAL	4.340
2	CUENCA 2	0.1487	8.21	8	BOQUERÓN	4.48	0.50	F. RACIONAL	5.552

3.8.3 ANALISIS HIDRÁULICO DE QUEBRADA LA QUEBRADONA.

3.8.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.

En este apartado se ha contemplado la revisión hidráulica correspondiente a la sección del cauce en el punto de interés, debido a que esta zona requiere un análisis más detallado de los parámetros hidráulicos involucrados para garantizar un diseño adecuado.

Con el fin de facilitar la modelación precisa del comportamiento del cauce y evaluar su capacidad hidráulica, se ha utilizado como herramienta de apoyo un programa computacional especializado en el diseño de canales y estructuras hidráulicas, conocido como HCanales, el cual permite realizar cálculos técnicos con mayor eficiencia y precisión.

3.8.4 REVISIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LA SECCIÓN DEL CAUCE EN LOS PUNTOS DE INTERES.

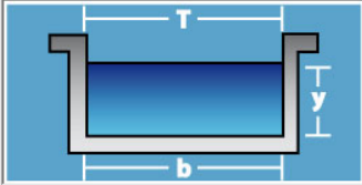
El resultado del nivel de aguas máximas alcanzado en el punto de interés según el modelamiento en HCanales para la quebrada La Quebradona, se muestra en la siguiente figura a continuación:

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **COMUNIDAD CHANMICO** Proyecto: **CALLE COM. CHANMICO**
Tramo: **PUNTO DESCARGA 1** Revestimiento: **CONCRETO**

Datos:

Caudal (Q): **9.892** m³/s
Ancho de solera (b): **5** m
Talud (Z): **0**
Rugosidad (n): **0.015**
Pendiente (S): **0.005** m/m



Resultados:

Tirante normal (y): **0.6516** m
Área hidráulica (A): **3.2581** m²
Espejo de agua (T): **5.0000** m
Número de Froude (F): **1.2009**
Tipo de flujo: **Supercrítico**

Perímetro (p): **6.3032** m
Radio hidráulico (R): **0.5169** m
Velocidad (v): **3.0362** m/s
Energía específica (E): **1.1215** m-Kg/Kg

Calcular Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora Reporte

Genera reporte con los datos y resultados 22:07 3/6/2024

Figura 13. Tirante alcanzado en sección de punto de interés.

Fuente: HCanales v.3.1.

Para el caudal obtenido en el punto de interés, se obtuvo un tirante de 0.65 metros para un periodo de retorno de 50 años.

3.8.5 CÁLCULO DE CAUDALES GENERADOS POR EL ÁREA DEL PROYECTO.

La morfología de la zona donde se desarrollará el proyecto se encuentra en un tramo específico del parteaguas de la cuenca que ha sido objeto de estudio en apartados anteriores. Esta ubicación es de particular importancia debido a que el parteaguas actúa como una línea divisoria que define las áreas de captación de aguas, determinando hacia dónde se dirigirán los flujos de escorrentía durante las precipitaciones.

En este contexto, se hace imprescindible la construcción de obras de drenaje adecuadas que permitan gestionar de manera eficiente el volumen de agua que se genera en el área, asegurando su correcta canalización y evitando que cause daños a la infraestructura vial.

El objetivo principal de estas obras es mantener la vía en óptimas condiciones, preservando su integridad estructural y funcional a lo largo del tiempo.

Además, estas medidas garantizarán que la carretera sea perfectamente transitable durante la estación lluviosa, un periodo en el que el riesgo de deterioro y de condiciones peligrosas para el tránsito aumenta considerablemente, evitando problemas de erosión, inundaciones y otros daños asociados con la acumulación inadecuada de agua en la superficie.

La identificación del punto de descarga del escurrimiento superficial es una tarea que se ha efectuado en campo con el apoyo del levantamiento topográfico y sobre todo de la cartografía generada para el proyecto a escala 1:1,000 y restitución 1:5,000 proporcionada por el CNR.

Esta información ha sido digitalizada mediante el uso de software AutoCAD CIVIL 3D y levantamientos topográficos específicos, determinándose las áreas de recogimiento para el diseño de las obras de drenaje longitudinal proyectadas.

Mediante ese procedimiento y con el uso de las herramientas de cálculo que brinda el software, se procedió al cálculo de las respectivas áreas de recogimiento.

En la Figura 14 se muestran las áreas de recogimiento de aporte al drenaje longitudinal y sus respectivos valores de área en la Tabla 47 y Tabla 48;

A continuación, se presenta plano de áreas de recogimiento de aporte al drenaje pluvial de la vía

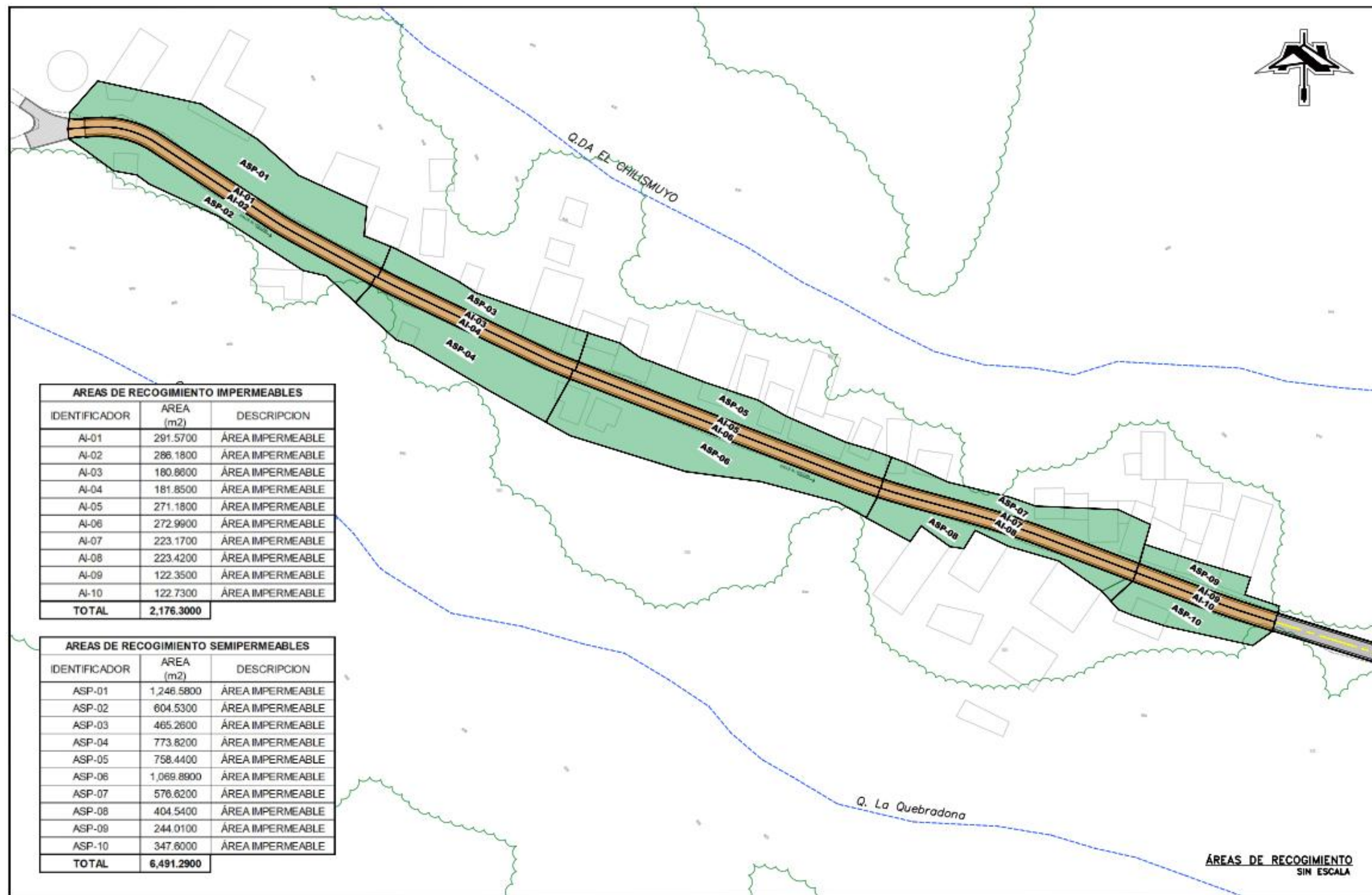


Figura 14. Áreas de recogimiento de aporte al drenaje pluvial de la vía.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47 – Áreas de recogimiento impermeables de aporte al drenaje longitudinal.

ÁREAS DE RECOGIMIENTO IMPERMEABLES		
IDENTIFICADOR	AREA (m2)	DESCRIPCION
AI-01	291.5700	ÁREA IMPERMEABLE
AI-02	286.1800	ÁREA IMPERMEABLE
AI-03	180.8600	ÁREA IMPERMEABLE
AI-04	181.8500	ÁREA IMPERMEABLE
AI-05	271.1800	ÁREA IMPERMEABLE
AI-06	272.9900	ÁREA IMPERMEABLE
AI-07	223.1700	ÁREA IMPERMEABLE
AI-08	223.4200	ÁREA IMPERMEABLE
AI-09	122.3500	ÁREA IMPERMEABLE
AI-10	122.7300	ÁREA IMPERMEABLE
TOTAL	2,176.3000	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48 – Áreas de recogimiento semipermeables de aporte al drenaje longitudinal.

ÁREAS DE RECOGIMIENTO SEMIPERMEABLES		
IDENTIFICADOR	AREA (m2)	DESCRIPCION
ASP-01	1,246.5800	ÁREA IMPERMEABLE
ASP-02	604.5300	ÁREA IMPERMEABLE
ASP-03	465.2600	ÁREA IMPERMEABLE
ASP-04	773.8200	ÁREA IMPERMEABLE
ASP-05	758.4400	ÁREA IMPERMEABLE
ASP-06	1,069.8900	ÁREA IMPERMEABLE
ASP-07	576.6200	ÁREA IMPERMEABLE
ASP-08	404.5400	ÁREA IMPERMEABLE
ASP-09	244.0100	ÁREA IMPERMEABLE
ASP-10	347.6000	ÁREA IMPERMEABLE
TOTAL	6,491.2900	

Fuente: Elaboración propia

En vista que las áreas de recogimiento son pequeñas, el Tiempo de Concentración también lo es, alcanzando valores inferiores a los 5 minutos. Ante tal situación se adoptará una duración de la tormenta de diseño de 5 minutos ya que la información con que se cuenta para la generación de la Curva Intensidad Duración y Frecuencia posee una duración mínima de 5 minutos. En cuanto al coeficiente de escorrentía, por tratarse de áreas con uso de cultivos de café con pendientes medias, se ha utilizado un coeficiente de 0.90 para áreas con pendientes medias en condición de impermeabilidad y de 0.60 con pendientes medias en condición de semipermeabilidad., Por otra parte, el método de escurrimiento adoptado también será la Fórmula Racional.

Con base a todos los elementos descritos anteriormente, utilizando el modelo de escurrimiento de la Formula Racional, se muestran a continuación en la Tabla 49 y Tabla 50 los caudales máximos instantáneos generados para las áreas de recogimiento de aporte al drenaje pluvial de la vía para un periodo de 25 años.

Tabla 49 – Caudales áreas de recogimiento impermeables de aporte al drenaje longitudinal.

ÁREAS DE RECOGIMIENTO IMPERMEABLES					
COLECTOR DE DESCARGA					
(ESTACIÓN BOQUERÓN 5 MINUTOS - 25 AÑOS)					
IDENTIFICADOR	ÁREA	DESCRIPCION	C	I (25 AÑOS)	CAUDAL
	(m2)			(mm/min)	(m3/seg)
AI-01	291.5700	ÁREA IMPERMEABLE	0.90	3.44	0.0150
AI-02	286.1800	ÁREA IMPERMEABLE	0.90	3.44	0.0148
AI-03	180.8600	ÁREA IMPERMEABLE	0.90	3.44	0.0093
AI-04	181.8500	ÁREA IMPERMEABLE	0.90	3.44	0.0094
AI-05	271.1800	ÁREA IMPERMEABLE	0.90	3.44	0.0140
AI-06	272.9900	ÁREA IMPERMEABLE	0.90	3.44	0.0141
AI-07	223.1700	ÁREA IMPERMEABLE	0.90	3.44	0.0115
AI-08	223.4200	ÁREA IMPERMEABLE	0.90	3.44	0.0115
AI-09	122.3500	ÁREA IMPERMEABLE	0.90	3.44	0.0063
AI-10	122.7300	ÁREA IMPERMEABLE	0.90	3.44	0.0063
TOTAL ÁREA	2,176.3000	TOTAL CAUDAL			0.1122

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50 – Caudales áreas de recogimiento semipermeables de aporte al drenaje longitudinal.

ÁREAS DE RECOGIMIENTO SEMIPERMEABLES					
COLECTOR DE DESCARGA					
(ESTACIÓN BOQUERÓN 5 MINUTOS - 25 AÑOS)					
IDENTIFICADOR	ÁREA	DESCRIPCION	C	I (25 AÑOS)	CAUDAL
	(m2)			(mm/min)	(m3/seg)
ASP-01	1,246.5800	ÁREA SEMIPERMEABLE	0.60	3.44	0.0429
ASP-02	604.5300	ÁREA SEMIPERMEABLE	0.60	3.44	0.0208
ASP-03	465.2600	ÁREA SEMIPERMEABLE	0.60	3.44	0.0160
ASP-04	773.8200	ÁREA SEMIPERMEABLE	0.60	3.44	0.0266
ASP-05	758.4400	ÁREA SEMIPERMEABLE	0.60	3.44	0.0261
ASP-06	1,069.8900	ÁREA SEMIPERMEABLE	0.60	3.44	0.0368
ASP-07	576.6200	ÁREA SEMIPERMEABLE	0.60	3.44	0.0198
ASP-08	404.5400	ÁREA SEMIPERMEABLE	0.60	3.44	0.0139
ASP-09	244.0100	ÁREA SEMIPERMEABLE	0.60	3.44	0.0084
ASP-10	347.6000	ÁREA SEMIPERMEABLE	0.60	3.44	0.0120
TOTAL ÁREA	6,491.2900	TOTAL CAUDAL			0.2233

Fuente: Elaboración propia.

3.8.6 OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL PROYECTADAS.

En la actualidad, el tramo que se proyecta intervenir carece de obras de drenaje longitudinal, lo que significa que la escorrentía generada por las precipitaciones en el área fluye de manera superficial sobre la superficie del camino. Esta situación no solo representa un riesgo para la estabilidad y seguridad de la vía, sino que también puede acelerar su deterioro a causa de la acumulación de agua y la falta de un sistema adecuado para su evacuación.

La ausencia de un drenaje longitudinal eficiente puede llevar a la aparición de baches; Por lo cual es imperativo diseñar obras de drenaje longitudinal para una correcta evacuación de la escorrentía. Con ello se asegura la durabilidad de la vía.

Las obras de drenaje longitudinal proyectadas en este contexto estarán compuestas por un conjunto de elementos estratégicamente diseñados para optimizar el manejo del agua.

Entre estos se incluyen colectores, que serán esenciales para captar el agua superficial y conducirla hacia un sistema más controlado.

Estos colectores estarán conformados por cajas tragantes, tuberías de diámetros considerables que asegurarán el flujo adecuado del agua, pozos que facilitarán el acceso y mantenimiento del sistema, y un cabezal de mampostería en el punto de descarga. Este último elemento es fundamental, ya que su función principal será la de mitigar el impacto del agua en la zona de descarga, reduciendo al máximo la posibilidad de erosión

El cálculo y dimensionamiento hidráulico de las obras se muestran a continuación en la Tabla 51 y para el cual se utilizaron los caudales máximos instantáneos mostrados en la Tabla 49 y Tabla 50 del apartado anterior.

A continuación, se presenta Cálculo y dimensionamiento hidráulico de colector de drenaje pluvial proyectado en área de proyecto.

Tabla 51 – Cálculo y dimensionamiento hidráulico de colector de drenaje pluvial proyectado en área de proyecto.

COLECTOR DE DESCARGA DE PROYECTO																	
TRAMO					CAUDAL DE DISEÑO (m³/s)	MATERIAL	PARÁMETROS HIDRÁULICOS										
No.	DE	HASTA	AREA DE INFLUENCIA	APORTE DE CAUDALES			DIÁMETRO Ø (PULGADAS)	DIÁMETRO Ø (m)	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE S (m/m)	TIRANTE y (m)	RELACIÓN y/Ø	ÁREA HIDRÁULICA A (m²)	ESPEJO DE AGUA T (m)	PERÍMETRO MOJADO P (m)	RADIO HIDRÁULICO R (m)	VELOCIDAD V (m/s)
1	PALL-01	PALL-02	AI-01	0.0150	0.0935	PVC	18	0.4572	0.0120	0.1151	0.0904	0.20	0.0230	0.3642	0.4214	0.0546	4.0677
			AI-02	0.0148													
			ASP-01	0.0429													
			ASP-02	0.0208													
2	PALL-02	PALL-03	TRAMO 1	0.0935	0.1548	PVC	18	0.4572	0.0120	0.1100	0.1176	0.26	0.0334	0.3997	0.4864	0.0687	4.6357
			AI-03	0.0093													
			AI-04	0.0094													
			ASP-03	0.0160													
3	PALL-03	PALL-04	ASP-04	0.0266	0.2458	PVC	18	0.4572	0.0120	0.0696	0.1683	0.37	0.0548	0.4410	0.5961	0.0920	4.4802
			TRAMO 2	0.1548													
			AI-05	0.0140													
			AI-06	0.0141													
4	PALL-04	PALL-05	ASP-05	0.0261	0.2458	PVC	18	0.4572	0.0120	0.0500	0.1841	0.40	0.0619	0.4485	0.6286	0.0984	3.9723
			ASP-06	0.0368													
			TRAMO 3	0.2458													
			TRAMO 4	0.2458													
5	PALL-05	PALL-06	AI-07	0.0115	0.3025	PVC	18	0.4572	0.0120	0.0300	0.2399	0.52	0.0873	0.4566	0.7408	0.1178	3.4682
			AI-08	0.0115													
			ASP-07	0.0198													
			ASP-08	0.0139													
6	PALL-06	CABEZAL DE DESCARGA	TRAMO 5	0.3025	0.3355	PVC	18	0.4572	0.0120	0.0300	0.2556	0.56	0.0944	0.4540	0.7723	0.1222	3.5550
			AI-09	0.0063													
			AI-10	0.0063													
			ASP-09	0.0084													
			ASP-10	0.0120													

3.9 RECOLECCION DE DATOS PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUAS NEGRAS

3.9.1 OBSERVACIONES PRELIMINARES

El 26 de septiembre de 2022, se realizó visita de campo a la comunidad Chanmico donde nos acompañó la presidenta de la directiva de la comunidad Chanmico para hacer un recorrido de campo y hacer la recolección de datos a través de encuestas ver formato de encuestas en el Anexo 6

Se realizaron visitas a 63 familias en la cual se pudo determinar la información necesaria para conocer la situación actual de la comunidad. A continuación, se presenta resumen de encuestas en la siguiente tabla:

Tabla 52. Datos de visita de campo para solicitar factibilidad de aguas negras.

Descripción	Disponibilidad.
Personas promedio por familia	5
Cantidad de letrinas aboneras	0
Cantidad de baño de fosa séptica	63
Red de alcantarillado sanitario	No posee
Red de aguas grises	No posee
Red agua potable	Si
Administrador de agua potable	ANDA

Fuente: Elaboración propia

Toda esta información fue recolectada en inspección de campo en compañía con miembros de la ADESCO de la comunidad Chanmico y demás miembros de la comunidad.

Igualmente, se pudo observar que a un radio 200.00m de la zona en estudio se encontró colectores de aguas negras según el siguiente detalle:

Tabla 53. Detalle de colectores encontrados.

Dirección	Distancia	Diámetro de tubería existente	Tipo de material de tubería	Profundidad de pozo
Calle al Volcán y Prolongación Alberto Masferrer Norte.	66.00m	8"	PVC	4.00m
Calle Mano de León y Prolongación Alberto Masferrer Norte.	42.00m	8"	PVC	5.00m

Fuente: Elaboración propia.

3.9.2 FACTIBILIDAD DE AGUAS NEGRAS

Cuando una comunidad, propietario de un terreno o de un lote quiere conectarse a red existente de ANDA, tiene que hacer una solicitud de factibilidad, ya que según la “NORMATIVA PARA LA SOLICITUD DE SERVICIOS DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS PARA COMUNIDADES Y PROYECTOS” en el romano III establece que:

“III.- Que el artículo 2 de la Ley de Creación de ANDA, expresa que el objeto de dicha Autónoma es proveer y ayudar a proveer a los habitantes de la República de “Acueductos” y “Alcantarillados”, siendo necesario, regular los procedimientos que faciliten a los desarrolladores de proyectos y a las comunidades, la posibilidad de conectarse a los sistemas de acueducto y alcantarillado sanitario”. (ANDA, 2017, p.2)

Para obtener la factibilidad de conexión de aguas negras a la red de ANDA, se presentó la solicitud y la documentación correspondiente de comunidad Chanmico, a las oficinas centrales de ANDA ubicado en sobre la Av. Don Bosco al costado poniente de la Universidad Nacional de El Salvador.

La documentación presentada para obtener la factibilidad de aguas negras por parte de ANDA, están basados en los requerimientos solicitados por la oficina de factibilidades, los cuales son:

- Esquema de ubicación de la comunidad
- Listado de beneficiarios con nombre y número de DUI
- Copia del recibo de pago por trámite de factibilidades.
- Carta de acreditación de la comunidad como una ADESCO o comunidad legalmente constituida.
- Llenar el formulario de solicitud

Para escoger el listado de beneficiarios se verificó los niveles de las casas con respecto a la calle de la información recolectada en el levantamiento topográfico, lo cual se identificaron 63 viviendas que tienen los niveles adecuados para que las aguas negras tengan una salida por gravedad.

El formulario de solicitud con sus anexos fue presentado a ANDA el día 26 de agosto de 2022. (Ver anexo 7)

3.9.3 AUTORIZACIÓN DE FACTIBILIDAD DE AGUAS NEGRAS

El día 22 de noviembre del 2022, se recibió una notificación por parte de la oficina de factibilidad de ANDA, que la solicitud de factibilidad de aguas negras para la comunidad Chanmico de San Salvador, San Salvador obtenía una resolución satisfactoria. (Ver anexo 8).

El documento emitido por ANDA se llama Certificado de factibilidad con Obra Hidráulica No 415/2022 ref. Com.32.680.2022 la que cita lo siguiente:

“De acuerdo al Acta No 1,178 de Comité de Factibilidad de esta fecha, celebrado en las oficinas centrales, se acordó autorizar la factibilidad de conexión del servicio de aguas negras, hacia la red de ANDA mediante la instalación de sesenta y tres (63) servicios tipo domiciliar, para la comunidad Chanmico, ubicada en la Prolongación Av. Masferrer Norte, calle al Volcán, de esta ciudad, haciendo de su conocimiento que esto es posible de acuerdo a opinión técnica del Área de Distribución y redes de esta Gerencia y Gerencia de Saneamiento, el Comité de Factibilidades resuelve:”

A continuación, se presentan los datos emitidos por el comité de ANDA para la factibilidad de aguas lluvias

Tabla 54. Especificaciones técnicas para diseño de sistema de aguas negras.

Descripción	Valor
Número de vivienda	63
Habitantes por vivienda	5
Número de habitantes	315
Dotación	150 l/p/d
Demanda Media Diaria	0.5 l/s
Demanda Máxima Diaria	0.7 l/s (K1=1.3)
Demanda Máxima Horaria	1.2 l/s (K2=2.4)
Caudal de Diseño de Aguas negras	1.9 l/s

Fuente: Factibilidad con Obra Hidráulica de ANDA

Según el Certificado de factibilidad con Obra Hidráulica el alcantarillado, ES FACTIBLE y la descarga de aguas negras tiene que ser $Q_d = 1.9 \text{ l/s}$ y se tendrá que hacer una ampliación de 65.00m de longitud de tubería al colector existente de 8" sobre la calle Al Volcán.

Las especificaciones técnicas, factores y consideraciones de diseño del alcantarillado sanitario en lo que es sistema de drenaje sanitario serán tomadas de las "NORMAS TÉCNICAS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADOS DE AGUAS NEGRAS" de la ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (ANDA).

3.10 DISEÑO, ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS NEGRAS

3.10.1 CONSIDERACIONES TECNICAS PARA EL DISEÑO

Para realizar diseño del sistema de alcantarillado sanitario nos basamos en la información recolectada en campo, en las NORMAS TECNICAS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADOS DE AGUAS NEGRAS y los parámetros técnicos que especifica la factibilidad con obra hidráulica de ANDA, esta información ha permitido seleccionar una alternativa adecuada para la disposición del alcantarillado sanitario en el cual seguimos con los siguientes pasos:

1. Se determinó el Caudal de Diseño en base a las NORMAS TECNICAS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADOS DE AGUAS NEGRAS
2. Con la ayuda del programa para diseño de canales y estructuras hidráulicas HCanales se determinaron los aspectos hidráulicos y diámetros de tuberías propuestos.
3. Tomando como base la rasante de perfil longitudinal y la planimetría presentada en el plano topográfico se delimitaron las elevaciones de los colectores y la ubicación de estos en su altimetría y planimetría.

3.10.2 DETERMINACION DEL CAUDAL DE DISEÑO

Para determinar el caudal de diseño (QD), se utilizó como referencia principal la normativa vigente establecida en las **NORMAS TÉCNICAS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AGUAS NEGRAS**, publicadas en noviembre de 2014; Estas normativas proporcionan una guía detallada y estandarizada para el cálculo y dimensionamiento de sistemas de abastecimiento y drenaje, asegurando que los diseños cumplan con los requisitos técnicos y de seguridad necesarios. La elección de estas normas como base para el cálculo del caudal de diseño garantiza que el proyecto se alinee con las mejores prácticas nacionales, considerando factores críticos como la demanda proyectada, el crecimiento poblacional, y las condiciones específicas del entorno, permitiendo así una planificación adecuada y sostenible del sistema de alcantarillado.

A continuación, se presentan los pasos que se usaron para determinar el caudal de diseño (QD):

- a) Selección del período de diseño
- b) Magnitud, distribución y cálculo de la Población Futura
- c) Población de diseño
- d) Caudal de diseño

a) Selección del período de diseño

El período de diseño para será de 20 años de acuerdo a las normas de ANDA

b) Magnitud, distribución y cálculo de la Población Futura

De acuerdo al Certificado de Factibilidad con Obra Hidráulica, Numero 415/2022 Referencia Com.32.680.2022, emitida por ANDA, con fecha 23 de septiembre de 2022; establece que el número de habitantes a favorecer con el proyecto es de 315 personas es decir un total de 63 casas con un promedio de 5 habitantes por casa. Para determinar la población futura para el período de

diseño de 20 años, se toma de referencia el Anuario Estadístico 2007, publicado por la Dirección General de Estadísticas y Censos (DIGESTYC), tomándose como referencia la población censada en el área urbana de San Salvador, en los años de 1,950, 1,961, 1,971, 1,992 y 2,007. Estos datos históricos, presentados en la tabla siguiente, han sido cruciales para identificar las tendencias de crecimiento demográfico a lo largo del tiempo y proyectar, con un alto grado de confianza, la población futura que deberá ser atendida por la infraestructura planificada. Esta metodología asegura que el diseño tenga la capacidad adecuada para satisfacer las demandas futuras de la población.

Tabla 55. Anuario estadístico del año 2007

Departamento y Área	13 de Junio de 1950			2 de Mayo de 1961			28 de Junio de 1971			27 de Septiembre 1992			12 de Mayo de 2007		
	Total	Masculino	Femenino	Total	Masculino	Femenino	Total	Masculino	Femenino	Total	Masculino	Femenino	Total	Masculino	Femenino
TOTAL	1,855,917	918,469	937,448	2,510,984	1,236,728	1,274,256	3,554,648	1,763,190	1,791,458	5,118,599	2,485,613	2,632,986	5,744,113	2,719,371	3,024,742
Urbana	677,167	314,921	362,246	966,899	451,840	515,059	1,405,532	664,242	741,290	2,581,834	1,220,024	1,361,810	3,598,836	1,676,313	1,922,523
Rural	1,178,750	603,548	575,202	1,544,085	784,888	759,197	2,149,116	1,098,948	1,050,168	2,536,765	1,265,589	1,271,176	2,145,277	1,043,058	1,102,219
01- Ahuachapán	94,646	47,921	46,725	130,710	65,764	64,946	178,472	90,533	87,939	261,188	129,194	131,994	319,503	155,159	164,344
Urbana	28,107	13,203	14,904	34,135	16,068	18,067	41,009	19,252	21,757	58,983	27,914	31,069	134,925	63,620	71,305
Rural	66,539	34,718	31,821	96,575	49,696	46,879	137,463	71,281	66,182	202,205	101,280	100,925	184,578	91,539	93,039
02- Santa Ana	202,455	101,275	101,180	259,155	128,560	130,595	335,853	167,076	168,777	458,587	223,562	235,025	523,655	250,969	272,686
Urbana	74,181	34,450	39,731	103,178	47,843	55,335	143,865	68,343	75,522	205,214	96,937	108,277	332,650	157,229	175,421
Rural	128,274	66,825	61,449	155,977	80,717	75,260	191,988	98,733	93,255	253,373	126,625	126,748	191,005	93,740	97,265
03- Sonsonate	120,327	60,274	60,053	166,932	83,298	83,634	237,059	119,439	117,620	360,183	177,877	182,306	438,960	212,252	226,708
Urbana	46,392	21,768	24,624	60,196	28,315	31,881	86,554	41,927	44,627	140,629	67,651	72,978	261,348	123,954	137,394
Rural	73,935	38,506	35,429	106,736	54,983	51,753	150,505	77,512	72,993	219,554	110,226	109,328	177,612	88,298	89,314
04- Chalatenango	105,859	53,361	52,498	129,897	65,309	64,588	172,845	88,091	84,754	177,320	89,563	87,757	192,788	92,175	100,613
Urbana	27,152	13,249	13,903	35,501	17,222	18,279	47,516	23,637	23,879	60,233	29,770	30,463	64,148	30,173	33,975
Rural	78,707	40,112	38,595	94,396	48,087	46,309	125,329	64,454	60,875	117,087	59,793	57,294	128,640	62,002	66,638
05- La Libertad	144,004	72,901	71,103	203,480	101,743	101,737	285,575	143,211	142,364	513,866	250,527	263,339	660,652	314,066	346,586
Urbana	49,560	23,228	26,332	70,974	33,389	37,585	98,522	47,188	51,334	220,065	102,811	117,254	463,215	216,333	246,882
Rural	94,444	49,673	44,771	132,506	68,354	64,152	187,053	96,023	91,030	293,801	147,716	146,085	197,437	97,733	99,704
06- San Salvador	296,452	139,997	156,455	463,228	218,753	244,475	733,445	346,377	387,068	1,512,125	719,099	793,026	1,567,156	728,797	838,359
Urbana	212,933	97,729	115,204	349,374	161,633	187,741	561,521	260,454	301,067	1,223,472	576,662	646,810	1,462,999	677,705	785,294
Rural	83,519	42,268	41,251	113,854	57,120	56,734	171,924	85,923	86,001	288,653	142,437	146,216	104,157	51,092	53,065
07- Cuscatlán	90,099	43,820	46,279	113,042	55,376	57,666	152,825	75,996	76,829	178,502	86,556	91,946	231,480	111,096	120,384
Urbana	22,179	10,003	12,176	26,766	12,201	14,565	40,885	19,185	21,700	67,330	31,577	35,753	96,692	45,313	51,379
Rural	67,920	33,817	34,103	86,276	43,175	43,101	111,940	56,811	55,129	111,172	54,979	56,193	134,788	65,783	69,005

Fuente: DIGESTYC.

De la tabla anterior se obtienen los siguientes datos:

Tabla 56. Resumen de población en la zona urbana por San Salvador.

AÑO	POBLACION
1950	212,933
1961	349,374
1971	561,521
1992	1,223,472
2007	1,462,999

Fuente: DIGESTYC.

Es importante mencionar que para el presente estudio se utilizó la información proveniente del Censo de Población y Vivienda del año 2007, elaborado por la Dirección General de Estadística y Censos (DIGESTYC). La elección de este censo se debe a que, al momento de realizar la investigación, no existía un censo poblacional más reciente oficialmente publicado por las instituciones competentes.

Para el cálculo de la Población Futura (PF) se utilizó el Método Geométrico con la siguiente fórmula:

$$PF = Pi(1 + r)^{(Tf - Ti)}$$

Donde:

Pi = Población Inicial

r = tasa de crecimiento poblacional

Tf = Tiempo final

Ti = Tiempo inicial

Para encontrar la tasa de crecimiento poblacional despejamos (r) y obtuvimos la siguiente formula:

$$r = (PF - Pi) / Pi(Tf - Ti)$$

A partir de esta fórmula para la tasa de crecimiento poblacional, y tomando los datos de los censos se calcularon las tasas de crecimiento parcial, relacionando las poblaciones con los años correspondientes al censo, como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 57. Resultados de la tasa de crecimiento poblacional.

AÑO	POBLACION (HAB)	r (parcial)
1950	212933	
1961	349374	0.05825
1971	561221	0.06072
1992	1223472	0.05614
2007	1262999	0.01305
Tasa de crecimiento poblacional		0.04704

Fuente: Elaboración propia

El resultado de la tabla anterior, refleja la tasa de crecimiento poblacional para el área urbana de San Salvador, la cual sirve de parámetro para la calcular la población futura para la comunidad Chanmico. Por lo tanto, teniendo la población inicial de 315 habitantes, conforme al Certificado de factibilidad de ANDA podemos calcular la población para dicha comunidad para el año 2043 con la siguiente formula:

$$PF = Pi(1 + r)^{(Tf - Ti)}$$

$$PF = 315(1 + 0.04704)^{(2043 - 2023)}$$

$$PF = 789.90 \text{ habitantes}$$

$$PF = 790 \text{ habitantes}$$

c) Población de diseño

Según las Normas Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, nuestra población de diseño será igual a la Población Futura es decir 790 habitantes.

d) Caudal de diseño

De acuerdo con el **Certificado de Factibilidad con Obra Hidráulica** emitido por la ANDA, se ha establecido que la dotación de agua para el proyecto de la comunidad Chanmico será de 150 litros por persona por día (l/p/d). Esta dotación ha sido determinada basándose en los consumos específicos recomendados por las normas técnicas de ANDA.

Tabla 58. Consumos específicos

Dotación total urbana $\geq$	220	l/p/d
Locales comerciales	20	l/m ² /d
Hoteles	500	l/hab/d
Pensiones	350	l/hab/d
Restaurantes	50	l/m ² /d
Escuelas		
• Externos	40	l/alumno/d
• Internados	200	l/p/d
• Personas no residentes	50	l/p/d
Hospitales	600	l/cama/d
Clínicas		
• Médicas	500	l/consultorio/d
• Dentales	1000	l/consultorio/d
Vivienda		
• Mínima	80 - 125	l/p/d
• Media	125 - 175	l/p/d
• Alta	175- 350	l/p/d
Otros		
• Mercados, puestos	15	l/m ² /d
• Cines, teatros	3	l/asiento/d
• Oficinas	6	l/m ² /d
• Bodegas	20	l/m ² /d
• Gasolineras	300	l/bomba/d
• Estacionamientos	2	l/m ² /d
• Industria	80	l/p/turno
• Jardines	1.5	l/m ² /d
• Lavanderías	50	l/kg/r.sec
• Cantareras $\geq$	30	l/p/d

Fuente: Normas Técnicas Para Abastecimiento De Agua Potable Y Alcantarillados De Aguas Negras

Teniendo los datos de la Población futura para un período de 20 años y la dotación se determina el Caudal medio (Q_m) por medio de la siguiente formula

$$Q_m = (Dotación \times Población \text{ Futura})/86400$$

$$Q_m = (150 \text{ l/hab/dia} \times 790 \text{ habitantes})/86400$$

$$Q_m = 1.37 \text{ l/seg}$$

Donde:

Q_m = caudal medio para aguas residuales en l/seg

Por lo tanto, el Consumo medio (C_m), según la Norma Técnica de ANDA será del 80% del Caudal medio diario, entonces

$$C_m = Q_m \times 80\%$$

$$C_m = 1.37 \text{ l/seg} \times 80\%$$

$$C_m = 1.096 \text{ l/seg}$$

El caudal máximo horario (Q_{mh}) para el periodo de diseño está dado por la fórmula (Normas Técnicas de ANDA)

$$Q_{mh} = Q_m \times k_2$$

$$Q_{mh} = 1.096 \text{ l/seg} \times 2.4$$

$$Q_{mh} = 2.63 \text{ l/seg}$$

Donde

Q_{mh} = Caudal máximo horario

Q_m = Caudal medio

K_2 = Coeficiente de variación horaria

El Caudal de diseño (Q_D), para un período de 20 años está definido por la siguiente expresión

$$Q_D = 1.1K_1Q_{mh} + Q_i \quad (\text{Normas Técnicas de ANDA})$$

Donde:

Q_D = Caudal de diseño

Q_{mh} = Caudal máximo horario

Q_i = Caudal por infiltración

K_1 = Coeficiente de variación diaria

Sustituyendo valores:

$$Q_D = 1.1(1.3) (2.63 \text{ l/seg}) + 0.1 \text{ l/seg}$$

$$Q_D = 3.86 \text{ l/seg}$$

El Caudal de diseño (Q_D) se utilizó para realizar los cálculos hidráulicos y a su vez definir el diámetro de la tubería propuesto.

3.10.3 CALCULOS HIDRAULICOS

Para realizar los cálculos hidráulicos y determinar el diámetro de tubería utilizamos el programa especializado para diseño de canales y estructuras hidráulicas “Hcanales” ya que es una herramienta que permite simplificar los cálculos hidráulicos.

La pendiente utilizada para este diseño de sección circular es del 1% y el material propuesto es de polietileno de alta resistencia es decir que coeficiente de Manning o rugosidad del material utilizado es de 0.0

A continuación, presentamos figura de Hcanales con el diámetro de tubería propuesto.

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar: Proyecto:
Tramo: Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m³/s
Diámetro (d): m
Rugosidad (n):
Pendiente (S): m/m



Resultados:

Tirante normal (y): m
Área hidráulica (A): m²
Espejo de agua (T): m
Número de Froude (F):
Tipo de flujo:

Perímetro mojado (p): m
Radio hidráulico (R): m
Velocidad (v): m/s
Energía específica (E): m-Kg/Kg

Ejecuta las operaciones 12:49 PM 2023-07-23

Figura 15. Determinación de diámetro de tubería en Hcanales

Fuente: Hcanales v3.1

Como podemos ver en la imagen anterior podemos analizar que con un caudal (Q) 0.003885 m³/s y un diámetro de tubería de 0.203m tenemos un tirante normal (y) de 0.0406m y una velocidad de 0.8431 m/s que se encuentra dentro de los valores permisibles por el fabricante.

Para conocer cuál es la capacidad de la tubería de 8" de diámetro con un caudal de 0.003885 m³/s realizamos la siguiente formula:

$$\text{Capacidad de tubería} = (\text{Tirante normal (y)})/(\text{Diámetro de tubería } (\varnothing)) \times 100$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$\text{Capacidad de tubería} = (0.0406 \text{ m})/0.203\text{m} \times 100$$

Capacidad de tubería = 20%

Esto quiere decir que para un periodo de 20 años una tubería de 0.203m que es equivalente a 8" con un caudal de 0.003885 m³/s trabajara a la capacidad de un 20%.

Para este diseño se propone en los primeros 11 tramos tuberías de 6" (Ø) y en los tramos restantes que son 15 tramos una tubería de 8" (Ø).

AREAS DE APORTES

Se elaboró un cuadro detallado de áreas de aporte para cada una de las secciones de tuberías que conforman el sistema de alcantarillado sanitario, con el objetivo de determinar los caudales parciales que serán conducidos por cada colector.

Este proceso fue realizado con base en la información obtenida a través del levantamiento topográfico del área de estudio, el cual permitió identificar con precisión la topografía del terreno, las pendientes naturales, y los puntos más adecuados para la ubicación de las tuberías y estructuras complementarias del sistema.

Además, para una mejor definición de las áreas de aporte, se tomó en consideración la factibilidad técnica proporcionada por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), la cual especifica claramente el número de viviendas que serían conectadas al sistema de aguas negras propuesto. Esta información fue clave para delimitar de manera más exacta los sectores que generarán aguas residuales, permitiendo estimar con mayor precisión los caudales a ser manejados por el sistema en cada tramo.

A continuación, se presentan las áreas de aporte en cada tramo de pozo a pozo.

Tabla 59. Cuadro de áreas de aportes para cada tramo de pozo a pozo de aguas negras

Áreas de aporte										
Estación	Pozo	viviendas	Caudal (Q)				Diametro Propuesto (m)	Diametro (plg)	Tirante Hidraulico (m)	Trabajo (%)
			Población Parcial	Parcial	Acumulado (l/s)	Acumulado (m3/s)				
0+000	1	1	13	0.06	0.063683544	0.0001	0.152	6	0.0043	3%
0+014.89	2	2	26	0.13	0.191050633	0.000191	0.152	6	0.0058	4%
0+026.37	3	1	13	0.06	0.254734177	0.000255	0.152	6	0.0066	4%
0+048.99	4	1	13	0.06	0.318417722	0.000318	0.152	6	0.0073	5%
0+071.60	5	2	26	0.13	0.44578481	0.000446	0.152	6	0.0086	6%
0+107.33	6	2	26	0.13	0.573151899	0.000573	0.152	6	0.0096	6%
0+161.34	7	2	26	0.13	0.700518987	0.000701	0.152	6	0.0106	7%
0+212.81	8	2	26	0.13	0.827886076	0.000828	0.152	6	0.0115	8%
0+264.28	9	3	39	0.19	1.018936709	0.001019	0.152	6	0.0126	8%
0+303.31	10	4	51	0.25	1.268772152	0.001269	0.152	6	0.0144	9%
0+373.15	11	1	13	0.06	1.332455696	0.001332	0.152	6	0.0178	12%
0+428.26	12	3	39	0.19	1.523506329	0.001524	0.203	8	0.0176	9%
0+499.10	13	2	26	0.13	1.650873418	0.001651	0.203	8	0.0196	10%
0+523.04	14	4	52	0.25	1.905607595	0.001906	0.203	8	0.0178	9%
0+575.10	15	3	39	0.19	2.096658228	0.002097	0.203	8	0.0171	8%
0+613.13	16	5	63	0.31	2.405278481	0.002405	0.203	8	0.0176	9%
0+632.15	17	3	39	0.19	2.596329114	0.002596	0.203	8	0.0182	9%
0+651.17	18	2	26	0.13	2.723696203	0.002724	0.203	8	0.0187	9%
0+677.63	19	3	39	0.19	2.914746835	0.002915	0.203	8	0.0193	9%
0+715.02	20	2	26	0.13	3.042113924	0.003042	0.203	8	0.0197	10%
0+752.42	21	2	26	0.13	3.169481013	0.003169	0.203	8	0.0200	10%
0+789.91	22	4	52	0.25	3.42421519	0.003424	0.203	8	0.0213	10%
0+810.57	23	3	39	0.19	3.615265823	0.003615	0.203	8	0.0266	13%
0+831.82	24	4	52	0.25	3.87	0.003870	0.203	8	0.0249	12%
0+889.85	25			0.00	3.87	0.003870	0.203	8	0.0197	10%
0+914.92	26			0.00	3.87	0.003870	0.203	8	0.0197	10%
0+940.00	27			0.00	3.87	0.003870	0.203	8	0.0197	10%

Fuente: Elaboración Propia.

Todos los tirantes hidráulicos se han determinado con Hcanales.

Como se puede analizar en la tabla anterior los porcentajes a lo que cada tramo de tubería estaría trabajando son bajos comparándolos con una máxima de un 50% de su capacidad.

Esto quiere decir que el diámetro ideal para los primeros 11 tramos es de tubería de 6" (Ø) y para los 15 tramos restantes el diámetro ideal es de una tubería de 8" (Ø)

3.10.4 DISEÑO Y UBICACIÓN DE COLECTORES

Tomando en cuenta el presideseño de colocación de pozos de visita elaborado en AutoCAD Civil 3D y con ayuda del programa Hcanales, se procedió a realizar una tabla donde se especifica la elevación de los pozos en cada tramo de la red, la diferencia de niveles de estos, la longitud de cada tramo de tubería, la pendiente de diseño, caudal de diseño (QD), diámetro de tubería en cada tramo y el material propuesto.

En la tabla también se pudo visualizar los siguientes cálculos hidráulicos para cada sección de tubería en condición parcialmente llena y una condición llena.

Para condición parcialmente llena.

Se determinaron los siguientes datos, esto se realizó por medio del programa Hcanales

Tirante (y), tirante relativo (y/D), Área Hidráulica (m²), Perímetro mojado (m), radio hidráulico (m) y velocidad de caudal parcial (m/s) de cada tramo de tubería.

A excepción del tirante relativo que se utilizó la siguiente formula.

$$\text{Tirante Relativo} = y/D$$

Donde:

y = Tirante hidráulico

D = Diámetro de tubería en metros.

Para una condición llena.

Se determinó el Caudal en condición llena (m³/s), velocidad en condición llena (m/s) y el % de trabajo o capacidad en condición llena por medio de la siguientes formulas:

El caudal lleno (Q lleno) (m³/s) se determinó por medio de la siguiente formula:

$$Q \text{ Lleno} = \frac{1}{n} * \pi * \theta, \frac{2}{4} * \frac{\theta}{4}, \left(\frac{2}{3}\right) * \sqrt{s}/100$$

Donde:

n = coeficiente de rugosidad de Manning

Ø = diámetro de tubería en metros

S = Pendiente

La velocidad del caudal lleno (m/s) se determinó por medio de la siguiente formula:

$$Q \text{ lleno} = \frac{1}{n} * \text{radio Hidráulico para condición llena} * \sqrt{S}/100$$

Donde:

n = coeficiente de rugosidad de Manning

Ø = diámetro de tubería en metros

Se sustituyeron los valores de las fórmulas para el caudal y velocidad en condición llena para cada tramo de tubería, estos resultados se pueden ver reflejados en la tabla de diseño de colectores. La velocidad máxima en condición llena para tuberías de 8" es de 3.408 m/s.

Como podemos analizar de la tabla que al dividir el caudal de diseño entre el caudal lleno en cada tramo el porcentaje máximo es 3.66%

El sistema de alcantarillado sanitario se ha diseñado de forma que se encuentra separada del sistema de aguas lluvias, como lo especifica en el apartado II literal nueve de las **NORMAS TECNICAS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADOS DE AGUAS NEGRAS**

CAPITULO IV: ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

CAPITULO IV: ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1 ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS OBTENIDOS DEL DISEÑO DE PAVIMENTO

4.1.1 ANALISIS E INTERPRETACION DEL ESTUDIO DE SUELO

Para el análisis del diseño de la estructura de pavimento es necesario interpretar los estudios de suelos ya que el estudio de suelos nos permite conocer la resistencia, estabilidad y comportamiento del terreno que actuará como subrasante. La calidad del suelo natural influye directamente en los espesores requeridos de las capas superiores (subbase, base y carpeta asfáltica), y en la vida útil del pavimento.

4.1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO

El objetivo principal fue caracterizar geotécnicamente el suelo existente a lo largo del tramo de estudio en la calle principal de la comunidad Chanmico, a fin de: Clasificar los tipos de suelo presentes, determinar su capacidad de soporte estructural (CBR), evaluar la necesidad de mejoramiento o estabilización, proporcionar parámetros técnicos para el diseño del pavimento.

4.1.3 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS APLICADOS

Se realizaron dos muestreos en las estaciones 0+050 (PCA-01) y 0+350 (PCA-02). Las muestras fueron recolectadas manualmente a una profundidad de 1.50 m, almacenadas y trasladadas al laboratorio. Se aplicaron métodos normalizados internacionalmente para garantizar la validez de los resultados, todos bajo condiciones de laboratorio controladas.

En la estación PCA-01 (0+050) el tipo de suelo que se encontró fue: Piedra pómez (material volcánico ligero y poroso) y al ser todo el material de piedra pómez No se pudieron realizar la mayoría de los ensayos (granulometría, Proctor, límites de Atterberg), ya que el suelo no cumple con los requisitos de la muestra mínima ni los rangos normativos.

Este tipo de material posee muy baja cohesión, escasa capacidad portante, y alta permeabilidad. Es inadecuado como subrasante y requiere mejoramiento o sustitución parcial con material granular estabilizado. En la Estación PCA-02 (0+350) el tipo de suelo encontrado es Arena arcillosa de baja plasticidad (SC, AASHTO A-4) ya que los resultados de los ensayos fueron los siguientes:

Tabla 60. Resultados de los ensayos

Parámetro	Valor
Contenido de humedad natural	5.0 %
Límite líquido (LL)	31.3
Límite plástico (LP)	23.0
Índice plástico (IP)	8.3 (baja plasticidad)
Densidad seca máxima (Proctor)	1,617 kg/m ³
Humedad óptima (Proctor)	17 %
Clasificación AASHTO	A-4

Fuente: Elaboración Propia

Para poder determinar el CBR se utilizó el método del Manual Centroamericano de Pavimento en el cual se estima un CBR por correlación (Manual Centroamericano de Pavimentos) el cual indica que es del 15 %

4.1.4 OBJETIVO DEL ESTUDIO DE TRÁFICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO

El objetivo principal del estudio de tráfico fue cuantificar y clasificar el tránsito vehicular que circula por la calle principal de la comunidad Chanmico, San Salvador, para determinar el volumen y tipo de vehículos que generan esfuerzos estructurales sobre el pavimento, y así proporcionar los insumos necesarios para el diseño de su estructura. Se utilizó el método de conteo manual durante 7 días consecutivos en horario de 6:00 a.m. a 6:00 p.m. en la estación 0+570, empleando el formato oficial proporcionado por la Unidad de Acceso a la Información Pública (UAIP)

El diseño del pavimento flexible por el Método INA depende de dos parámetros principales: el NTD obtenido del estudio de tráfico y con un CBR estimado de 15 % se determinó un espesor total de pavimento (Et) de 10 cm y una base granular de 15 cm.

A continuación, se analiza los parámetros finales aplicados al diseño del pavimento

Tabla 61. Parámetros finales aplicados al diseño del pavimento

Parámetro	Valor
TPDA	382 vehículos/día
% Vehículos pesados (A)	3.14 %
N por carril	6 vehículos
Peso promedio (Ppc)	15.5 toneladas
CBR estimado	15 %
NTD	9 vehículos
Espesor total	45 cm
Espesor mínimo carpeta asfáltica (Em)	10 cm
Base granular (normativa)	15 cm
Sub Base granular (normativa)	20 cm

Fuente: Elaboración propia

El análisis del tránsito vehicular en la comunidad Chanmico reveló un comportamiento con tráfico mixto de baja intensidad. El Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) fue de 382 vehículos/día, con una baja proporción de vehículos pesados (3.14 %). Esta información es clave, ya que los vehículos pesados son los que mayor daño estructural causan a un pavimento.

Al calcular el número de tránsito de diseño (NTD), que proyecta la cantidad total de vehículos pesados que circularán en un periodo de 20 años, se obtuvo un valor de 9 vehículos, este valor es relativamente bajo, lo que indica que el pavimento no estará sometido a cargas constantes o excesivas.

4.1.5 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN TÉCNICA DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO

El diseño estructural del pavimento fue desarrollado utilizando el método del Instituto Norteamericano del Asfalto (INA), el cual considera dos variables esenciales: (1) el tránsito

vehicular proyectado durante la vida útil de diseño (NTD), determinado a partir del estudio de tráfico, y (2) la resistencia al corte del suelo expresada mediante el porcentaje del CBR, obtenido del estudio de suelos. Con base en estas variables, se utilizaron las figuras del método INA para definir los espesores mínimos de la carpeta asfáltica, base y estructura total del pavimento. A continuación, se presentan los parámetros aplicados al diseño

Tabla 62. Parámetros de Diseños Aplicados

Parámetro	Valor Obtenido	Fuente
Número de Tránsito de Diseño (NTD)	9 vehículos pesados	Estudio de Tráfico
CBR estimado de subrasante	15 %	Estudio de Suelos

Fuente: Elaboración propia

4.1.6 APLICACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO DE SUELO AL DISEÑO DE PAVIMENTO

Los resultados obtenidos del estudio de suelos fueron fundamentales para aplicar el Método del Instituto Norteamericano del Asfalto (INA). Con el valor del del CBR del 15% y el número de tránsito para diseño (NTD) = 9 se determinó que el espesor es menos de lo mínimo que exige este método por lo que se determinó un espesor de 10cm. A continuación, se presentan los resultados del diseño de pavimento utilizando el método del Instituto del Asfalto (INA)

Tabla 63.Resultados del diseño de pavimento

Elemento del Pavimento	Espesor Calculado	Justificación Técnica
Espesor de la carpeta asfáltica	10cm	Valor mínimo según INA para NTD=9 y CBR 15%
Espesor de la base	15cm	Las especificaciones, proponen 15 cm de espesor mínimo de base cuando $S_{VP} < 1000$
Espesor de la sub base	20 cm	Valor mínimo requerido para sub base

Fuente: Elaboración propia

El valor $NTD=9$ indica que la calle recibirá muy bajo tránsito pesado durante sus 20 años de vida útil. Esto justifica un diseño estructural de bajo espesor, optimizado para economía y funcionalidad local.

La carpeta asfáltica de 10cm proporciona una capa de rodadura suficiente para proteger las capas inferiores, absorber cargas verticales y soportar las condiciones climáticas. La base de 15 cm, aunque supera el mínimo necesario, es técnicamente recomendable para mejorar la distribución de cargas

4.1.7 PLANOS DEL DISEÑO DE PAVIMENTO

El diseño estructural del pavimento, basado en los cálculos del método INA, se ajusta a las condiciones reales del terreno y del uso previsto.

La decisión de adoptar espesores ligeramente superiores a los mínimos recomendados obedece a un enfoque técnico preventivo, que busca prolongar la vida útil del pavimento, minimizar el mantenimiento correctivo y mejorar el desempeño estructural. Este diseño representa una solución eficiente, segura y sostenible para la comunidad.

Las dimensiones detalladas, pendientes, especificaciones técnicas y otros elementos geométricos de esta sección vial se encuentran representados en el plano titulado “PLANO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR” que se encuentran en el anexo 9

4.2 ANÁLISIS E INTERPRETACION DE DATOS DEL SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO

4.2.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS PUNTOS DE DESCARGA OPAMSS

OPAMSS aprobó en la factibilidad 0006-2011 cinco puntos de descarga para el proyecto los cuales se expresan de la siguiente manera:

Tabla 64. Puntos de descarga aprobados por OPAMSS

Punto de Descarga	Ubicación según OPAMSS	Tipo
Punto 1	Superficial a caja de aguas lluvias	Drenaje superficial
Punto 2	Superficial a caja de aguas lluvias	Drenaje superficial
Punto 3	Adyacente a la quebrada	Descarga a cauce natural
Punto 4	Adyacente a la quebrada	Descarga a cauce natural
Punto 5	Descarga natural directa hacia quebrada	Drenaje libre

Fuente: Elaboración Propia

El estudio hidrológico confirma que la mayoría del caudal superficial generado sigue el curso natural del terreno y su mayor recogimiento lo tiene el punto de descarga 5 que es el que va directo a la quebrada de forma libre y natura. Según el Art. V.62 del Reglamento LDOTAMSS, los proyectos que converjan o estén atravesados por quebradas deben contemplar estudios hidrológicos completos, incluyendo la delimitación de la cuenca, capacidad de conducción y puntos de descarga bien definidos. En este diseño, los cinco puntos de descarga aprobados por OPAMSS responden directamente a esta exigencia

El punto de descarga 4 consiste en la salida directa de una tubería de 18 pulgadas de diámetro hacia la quebrada La Quebradona, diseñada para conducir eficientemente los caudales pluviales recolectados en el tramo del sistema. En este punto se construyó un cabezal de descarga de concreto que brinda estabilidad estructural y dirección al flujo. Además, se incorporaron gradas disipadoras de energía elaboradas con piedra, las cuales reducen la velocidad del agua y minimizan el riesgo de erosión en el cauce natural.

4.2.2 SÍNTESIS DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO

A continuación, se presenta una tabla resumen de los aspectos relevantes de estudio hidrológico

Tabla 65. Resumen de parámetros relevantes del estudio

Parámetro	Valor / Fuente
Área de cuenca	~1.5 km ²
Pendiente media	14.07 %
Elevación máxima	917 msnm
Elevación mínima	895 msnm
Cuenca receptora principal	Quebrada La Quebradona
Estación de referencia	Estación Boquerón (15 años de datos)
Método de cálculo de caudales	Fórmula Racional
Método de precipitación	Polígonos de Thiessen
Tiempo de concentración	< 5 minutos
Período de retorno utilizado	10 y 25 años

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 66. Caudales máximos estimados

Subcuenca	Área (km ²)	C ponderado	Intensidad (mm/h)	Caudal (m ³ /s)
SC-1	0.65	0.58	171.2	1.79
SC-2	0.45	0.62	158.6	1.17

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3 ANÁLISIS DE RED DE DRENAJE (DISEÑO HIDRÁULICO)

A continuación, se presenta una tabla resumen del análisis de red del sistema de aguas lluvias

Tabla 67. Datos técnicos de tramos de tubería de red principal

Tramo	Tubería	Pendiente S (%)	Caudal (Q)	Velocidad (V)
PALL-01 a PALL-02	Ø18" PVC	11.51 %	0.0935 m³/s	4.0677 m/s
PALL-02 a PALL-03	Ø18" PVC	11.00 %	0.1548 m³/s	4.6357 m/s
PALL-04	Ø18" PVC	6.96 %	0.2458 m³/s	4.4802 m/s
PALL-05	Ø18" PVC	5.00 %	0.2458 m³/s	3.9723 m/s
PALL-06	Ø18" PVC	3.00 %	0.3025 m³/s	3.4682 m/s
Final hacia quebrada	Ø18" PVC	3.00 %	0.3355 m³/s	3.555 m/s

Fuente: Elaboración Propia

Según el art. V.62 del reglamento LDOTAMSS, la velocidad mínima en tuberías debe ser 1.00 m/s y la máxima permitida es de 5.00 m/s, esto quiere decir que las velocidades cumplen con lo que exige OPAMSS

Según el art. V.62 del reglamento LDOTAMSS, la pendiente mínima permitida para tuberías es de 0.5 %, mientras que la máxima dependerá de la velocidad del flujo y el tipo de material de la tubería. además, el diámetro mínimo para vías vehiculares es ø18". en este diseño se emplean pendientes entre 3 % y 11.5 %, y todas las tuberías son de ø18", cumpliendo con las disposiciones normativas, Las tuberías que van de las cajas tragantes hacia los pozos serán de ø15" como lo estipula el art. V.62 del reglamento LDOTAMSS

Tabla 68. Distancias entre pozos

Tramo	Distancia (m)	Observaciones
PALL-01 a PALL-02	19.54	Intervalo corto
PALL-02 a PALL-03	24.47	Intervalo medio
PALL-03 a PALL-06	88.57	Tramo largo

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presenta cuadro resumen de los datos del sistema de aguas lluvias
Cuadro resumen del sistema de aguas lluvias diseñado

Descripción	Valores
Longitud total del sistema	Aprox. 433.52 m
Número de pozos de aguas lluvias (PALL)	6 pozos (PALL-01 al PALL-06)
Diámetro de tubería	PVC Ø18" ($\approx$ 457.2 mm)
Pendientes de diseño	Rango: 3% a 11.51%
Caudal máximo (Q) diseñado	Hasta 0.3355 m ³ /s
Velocidad del flujo (V)	Hasta 4.6357 m/s, cumpliendo normativa hidráulica
Profundidades de pozos	Elevaciones desde 958.29 m hasta 921.57 m
Sistema de descarga final	Disipador de energía + gradas disipadoras hacia quebrada La Quebradona

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 ANÁLISIS DEL DERRAMADERO HACIA QUEBRADA LA QUEBRADONA

Las características técnicas del derramadero presentado en el diseño del sistema de aguas lluvias son:

Tabla 69. Características técnicas del derramadero

Parámetro	Valor
Tubería de descarga	Ø18" PVC
Caudal final	0.3355 m ³ /s
Velocidad de salida	3.555 m/s
Obra de salida	Gradas disipadoras con mampostería de piedra
Longitud mínima (L2)	6.22 m
Altura máxima de caída (h)	1.50 m
Pendiente adaptada	1 %

Fuente: Elaboración Propia

Según el Art. V.63 del Reglamento LDOTAMSS, toda descarga a quebrada debe contar con cabezal y elementos disipadores como rampas o gradas con chutes en su piso. En este diseño, la obra de descarga contempla gradas disipadoras de mampostería con pendiente de 1 %, altura de

caída de 1.5 m y longitud de 6.22m al comienzo y de 2.30m después lo cual garantiza la disipación de energía y evita erosión en el cauce.

4.2.5 ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA DESCARGA HACIA QUEBRADA LA QUEBRADONA

A continuación, se presenta justificación técnica de la descarga hacia la quebrada

- Existe resolución 0006-2011 emitida por OPAMSS autorizando puntos de descarga hacia quebradas, incluyendo La Quebradona.
- Estudio hidrológico completo con curvas IDF de la estación Boquerón y método de escurrimiento: Fórmula Racional.
- Modelamiento con HCanales v3.1 confirma que el cauce tiene capacidad para recibir el caudal sin desbordamientos.
- Incluye diseño de dissipador de energía y gradas dissipadoras en la descarga final.
- Topografía aprovecha el terreno natural para evacuar rápidamente el agua, evitando acumulaciones.
- La obra reduce zonas de encharcamiento y erosión, mitigando inundaciones.

4.2.5.1 CONCLUSIONES DEL IMPACTO AMBIENTAL

La descarga del sistema de aguas lluvias hacia la Quebrada La Quebradona no genera impacto ambiental negativo significativo, ya que:

- Se controla hidráulicamente el caudal con estructura de disipación.
- El sistema está diseñado con base en normativa, estudios topográficos e hidrológicos locales.
- Se evita erosión, arrastre de sedimentos o desbordamientos del cauce.
- Se mejora la resiliencia urbana de la comunidad al mitigar el riesgo de inundaciones.

4.2.6 RELACIÓN CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO

La relación del diseño del sistemas de aguas lluvias con el diseño de pavimento es importante ya que en los dos aspectos se considera el cordón cuneta que va implementado en la sección típica de la calle y la escorrentía superficial

Tabla 70. Influencia del estudio hidrológico sobre el diseño vial

Aspecto Hidrológico	Impacto en diseño de pavimento
Caudales altos en escorrentía	Se diseña con cordón cuneta
Inclinación natural alta (14.07%)	Pavimento debe resistir erosión
Falta de infraestructura existente	Justifica un diseño con espesores propuestos
Infiltración baja (C alto)	Requiere sistema pozos y tuberías

Fuente: Elaboración propia

El diseño hidráulico y vial cumple con los lineamientos establecidos por OPAMSS en cuanto a velocidades, pendientes, diámetros mínimos, obras de descarga seguras según los artículos 57 al 65 del Capítulo V del Reglamento LDOTAMSS

4.2.7 PLANOS DEL SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

Todos los datos relacionados se encuentran representados en los planos del Diseño del Sistema de Aguas Lluvias de la Calle Principal de la Comunidad Chanmico, San Salvador. El diseño hidráulico de los colectores se ha realizado conforme a normativas de OPAMSS considerando caudales máximos de diseño, pendientes naturales del terreno y parámetros hidráulicos clave como velocidad y capacidad de conducción. Las tuberías, con un total aproximado de 433.00 metros lineales, han sido ubicadas a lo largo del eje vial, manteniendo una separación adecuada respecto a otras infraestructuras y adaptándose a la topografía existente, lo que genera variaciones de profundidad entre tramos.

La profundidad de los pozos varía entre 1.50 m y 3.00 m, en función de la pendiente del terreno y el caudal a conducir. En total, el sistema incluye un conjunto de pozos de inspección, cajas tragantes y descargas controladas, las cuales pueden observarse detalladamente en el plano del Diseño del Sistema de Aguas Lluvias de la Calle Principal de la Comunidad Channmico, San Salvador (Ver Anexo 10).

4.3 ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUAS NEGRAS

ANDA, a través del Certificado de Factibilidad de Obra Hidráulica No. 415/2022, autorizó la conexión del sistema de aguas negras al colector existente, respaldando técnicamente que el sistema propuesto puede conectarse a la red pública sin sobrecargarla. Esta aprobación garantiza que el proyecto cumple con los requisitos técnicos y legales establecidos por la normativa de ANDA. A continuación, se presenta un resumen de los datos clave que se analizaron:

Tabla 71. Parámetros Generales

Concepto	Valor
Número de viviendas	63
Habitantes promedio por vivienda	5
Población actual	315 personas
Dotación de agua	150 l/p/d
Periodo de diseño	20 años
Población futura	790 personas
Caudal medio	1.37 l/s
Caudal máximo horario (Qmh)	2.63 l/s
Caudal por infiltración (Qi)	0.10 l/s
Coeficiente diario (K1)	1.3
Caudal de diseño (QD)	3.86 l/s

Fuente: Elaboración Propia

El diseño hidráulico considera un periodo de diseño de 20 años. Los caudales se calcularon de acuerdo a las Normas Técnicas de ANDA, artículo 4.6 (Capítulo II-B), que define el caudal de diseño como: $QD = 1.1 \times K1 \times Qmh + Qi$.

Fórmula utilizada:

$$QD = 1.1 \times K1 \times Qmh + Qi$$

$$QD = 1.1 \times 1.3 \times 2.63 + 0.1 = \mathbf{3.86 \text{ l/s}}$$

ANDA exige que el sistema de alcantarillado esté diseñado para manejar el **caudal de diseño**: Norma Técnica ANDA, Art. 4 (Capítulo II-A): “La capacidad de las tuberías será igual al caudal de diseño multiplicado por un factor, dependiendo de las variaciones de caudal. El caudal mínimo de diseño será de 1.5 l/s.”

El caudal de diseño es de: **3.86 l/s > 1.5 l/s**, por tanto, cumple.

4.3.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DEL DIÁMETRO DE TUBERÍAS

Distribución de diámetros

Tuberías de 6” (Ø 0.152 m): Primeros 11 tramos

Tuberías de 8” (Ø 0.203 m): Tramos restantes (15 tramos)

Tabla 72. Justificación Hidráulica en base en el programa H canales

Diámetro	Caudal de diseño	Tirante normal (y)	Velocidad (V)	% Capacidad utilizada
8” (0.203 m)	3.86 l/s (0.003886 m³/s)	0.0198	2.3883 m/s	10%

Fuente: Elaboración propia

La velocidad y tirante están dentro del rango permisible (mínimo de 0.6 m/s y máximo de 3.0 m/s), cumpliendo con la normativa de ANDA.

4.3.2 CRITERIOS TÉCNICOS PARA ELECCIÓN DE TUBERÍAS

Los tramos iniciales conducen caudales menores tuberías de 6" a medida que se acumulan los aportes, se requiere mayor capacidad hidráulica y se usan tuberías de 8".

De esta manera se asegura que ningún tramo trabaje a más del 50% de su capacidad al diseñarlo de esa manera se busca eficiencia económica y técnica, evitando sobredimensionamientos innecesarios.

4.3.3 DISEÑO DE POZOS Y ALINEAMIENTO

A continuación, se presenta cuadro de los pozos proyectados con sus elevaciones.

Tabla 73. Detalles de pozos

Pozo	Altura (H)
Proyectado 01 al 05	4.00 - 4.50 m
Proyectado 06 al 12	3.00 - 4.00 m
Proyectado 13 al 26	3.00 - 4.50 m
Pozo final (existente)	4.98 m

Fuente: Elaboración propia

Para el diseño se utilizó AutoCAD Civil 3D y se respetaron pendientes mínimas: en tramos críticos se usa 4%, en la mayoría, 10%, lo cual mejora velocidad de autolimpieza.

4.3.4 CONEXIÓN AL COLECTOR EXISTENTE

El sistema se conecta directamente a un colector existente de 8" ubicado en la Calle al Volcán, a una distancia de 66 m. La autorización por parte de ANDA incluyó esta conexión y validó

técnicamente que: La red existente puede recibir el nuevo caudal., No hay riesgo de sobrecarga, Se cumple la condición de salida por gravedad gracias al diseño altimétrico y topográfico.

Tabla 74. Cuadro resumen del diseño

Concepto	Valor
Número de pozos proyectados	26
Longitud total de red	940 m
Diámetro de tuberías	6" (152 mm) y 8" (203 mm)
Material de tubería	PVC
Pendientes	4% a 16%
Caudal de diseño	3.86 l/s
Conexión a colector existente	Sí (8", PVC, 4.00 m prof.)

Fuente: Elaboración propia

4.3.5 VELOCIDADES: REQUISITOS Y VERIFICACIÓN

Según el apartado 6 (Capítulo II-A) de las Normas Técnicas de ANDA, la velocidad mínima debe ser ≥ 0.5 m/s y la máxima ≤ 5.0 m/s para tuberías de PVC.

Tabla 75. Velocidades calculadas

Tramo	Diámetro	Velocidad Calculada	Cumple Norma
PVC 8"	0.203 m	2.38 m/s	Sí
PVC 6"	0.152 m	1.112 m/s	Sí

Fuente: Elaboración propia

4.3.6 PLANOS DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUAS NEGRAS

Todos estos datos se encuentran representados en los planos del Diseño del Sistema de Aguas Negras de la Calle Principal de la Comunidad Chanmico, San Salvador. Los colectores han sido dimensionados conforme a las normas técnicas establecidas por ANDA, manteniendo una

separación mínima de 1.50 metros respecto a la cuneta diseñada. La red se ha dispuesto a lo largo de toda la calle principal de la comunidad, con variaciones en la profundidad de instalación según la pendiente de la rasante proyectada. En total, se han diseñado 26 colectores, los cuales pueden observarse en detalle en el plano mencionado anteriormente (Ver Anexo 11).

4.3.7 PRESUPUESTO DE LA CONSTRUCCION DEL PAVIMENTO, SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS Y SISTEMA DE AGUAS NEGRAS

En el presente apartado se desarrolla de forma detallada el análisis de los costos unitarios correspondientes a la ejecución de las obras relacionadas con la construcción del pavimento, el sistema de drenaje de aguas lluvias y el sistema de aguas negras, Los precios unitarios, rendimientos, pago de mano de obra calificada y no calificada han sido tomados del Laudo Arbitral 2024 y manual del constructor 2024, de esta manera, el análisis económico permite establecer una proyección realista y transparente del costo total de la obra. A continuación, se presenta el análisis de costos unitarios dividido en partidas de Obras Generales, Pavimentos, Sistema de Aguas Lluvias, Sistema de Aguas Negras, Señalización y Limpieza y desalojo.

Además, es importante destacar que el presupuesto constituye una herramienta fundamental para la gestión y planificación del proyecto, ya que permite determinar los recursos financieros requeridos, optimizar su distribución y garantizar la ejecución eficiente de cada una de las partidas contempladas.

La elaboración del mismo no solo busca estimar los costos directos e indirectos de la obra, sino también establecer un control económico que facilite la toma de decisiones durante las etapas de construcción y supervisión.

Asimismo, el control presupuestario durante la ejecución de la obra es un elemento esencial para asegurar que los recursos económicos sean utilizados de manera eficiente y conforme a lo planificado. Un seguimiento adecuado del presupuesto permite identificar posibles desviaciones en tiempo y costo, facilitando la aplicación de medidas correctivas oportunas.

A continuación, se presenta la tabla resumen del presupuesto y análisis de los costos unitarios de este resumen se puede visualizar en el anexo 12

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".						
PRESENTA: UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA				PLAZO: 150 DIAS HABILES		
FECHA: JUNIO 2025				LONGITUD / M 433.52		
PARTIDA	ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL \$
1		OBRAS GENERALES				
	1.1	INSTALACIONES PROVISIONALES	SG	1.00	\$8,334.14	\$8,334.14
	1.2	SEGURIDAD OCUPACIONAL, BANDERILLEROS Y CONTROL DE TRAFICO	SG	1.00	\$5,443.08	\$5,443.08
2		PAVIMENTOS				
	2.1	TRAZO Y NIVELACION	m2	1,734.08	\$0.40	\$691.78
	2.2	REMOCION DE MATERIAL DE SUB BASE Y MEJORAMIENTO, e=20cm	m3	614.13	\$1.74	\$1,065.52
	2.3	DESALOJO DE MATERIAL	m3	798.73	\$1.29	\$1,030.36
	2.4	RELLENO y COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO 20:1 e=0.15m	M3	470.83	\$21.15	\$9,957.27
	2.5	BADEN CONCRETO f'c=210/cm2, e=10cm x 0.50m DE ANCHO	M2	83.88	\$198.25	\$16,628.90
	2.6	CORDON CUNETA h=0.15m x 0.15m ANCHO	ML	854.29	\$5.99	\$5,115.70
	2.7	REMATE DE PIEDRA 30 x 40cm	M2	13.69	\$9.23	\$126.40
	2.8	IMPRIMACION ASFALTICA PUESTA EN EL LUGAR	M2	1,734.08	\$1.31	\$2,278.39
	2.9	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PUESTA EN EL LUGAR e=0.10m	M2	1,734.08	\$27.09	\$46,970.45
	2.10	TRANSPORTE DE MAQUINARIA	sg	1.00	\$1,754.37	\$1,754.37
3		AGUAS LLUVIAS				
	3.1	REPLANTEO Y NIVELACION PARA POZOS Y TUBERIA DE AGUAS LLUVIAS	M2	578.00	\$16.59	\$9,588.21
	3.2	EXCAVACION CON MAQUINARIA PARA CAJAS DE AGUAS LLUVIAS (1.50x0.65M E=VARIABLE)	M3	74.00	\$1.62	\$120.12
	3.3	EXCAVACION DE RED PRINCIPAL EN SUELO DE BAJA RESISTENCIA (PIEDRA POMEZ Y ARENA ARCILOSA DE BAJA PLASTICIDAD) (E= VARIABLE 1M - 4.50)	M3	2,136.80	\$1.62	\$3,468.67
	3.4	DESALOJO DE MATERIAL	M3	320.52	\$1.29	\$413.47
	3.5	CAMA DE ARENA PARA TUBERIA DE RED PRINCIPAL e=0.15m	M3	36.00	\$39.49	\$1,421.54
	3.6	INSTALACION DE TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA RESISTENCIA DE 12" EMPOTRADA EN CAJAS TRAGANTES Y POZOS	ml	48.00	\$73.17	\$3,512.16
	3.7	INSTALACION DE TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA RESISTENCIA DE 18" PARA RED PRINCIPAL EMPOTRADAS EN POZOS	ml	289.00	\$88.56	\$25,593.12
	3.8	CAJA DE VISITA DE CONCRETO REFORZADO PARA AGUAS LLUVIAS (1.50m x 0.65m x e=0.15m h=1.50m - 2.0m)	U	12.00	\$604.50	\$7,253.94
	3.9	POZO DE VISITA DE h = 3.5 - 4.00 DE COCNETO f'c=280kg/cm2	U	3.00	\$4,340.77	\$13,022.32
	3.10	POZO DE VISITA DE h = 4.00 - 4.50 DE COCNETO f'c=280kg/cm2	U	3.00	\$2,688.48	\$8,065.43
	3.11	ADEMADOS DE PAREDES EN ZANJO DE TUBERIAS	ml	769.28	\$18.53	\$14,255.05
	3.12	ADEMADOS DE PAREDES PARA POZOS	U	6.00	\$36.46	\$218.74
	3.13	CABEZAL DE SALIDA DE CONCRETO f'c=280kg/cm2 H=2.30 b= 0.89	U	2.00	\$1,271.13	\$2,542.26
	3.14	GRADAS DISIPADORAS DE ENERGIA DE PIEDRA h=0.40 huella = 2.5	#¡VALOR!	25.00	\$927.59	\$23,189.73
	3.15	RELLENO CON MATERIAL SELECTO	m3	539.20	\$15.36	\$8,283.51
	3.16	TRANSPORTE DE MAQUINARIA	SG	1.00	\$1,754.37	\$1,754.37
4		AGUAS NEGRAS				
	4.1	REPLANTEO Y NIVELACION DE TUBERIA Y POZOS DE AGUAS NEGRAS	m2	1,880.00	\$16.59	\$31,187.19
	4.2	EXCAVACION DE RED PRINCIPAL Y POZOS EN SUELO DE BAJA RESISTENCIA (PIEDRA POMEZ Y ARENA ARCILOSA DE BAJA PLASTICIDAD) (E= VARIABLE 1M - 3.5)	m3	4,818.34	\$1.62	\$7,821.74
	4.3	DESALOJO DE MATERIAL	m3	722.75	\$1.29	\$932.35
	4.4	CAMA DE ARENA PARA TUBERIA DE RED PRINCIPAL e=0.15m	M3	47.00	\$39.49	\$1,855.90
	4.5	INSTALACION DE TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA RESISTENCIA DE 6" DE DIAMETRO	ML	630.00	\$16.00	\$10,081.86
	4.6	INSTALACION DE TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA RESISTENCIA DE 8" DE DIAMETRO	ML	510.00	\$42.59	\$21,721.13
	4.7	POZOS DE VISITA DE 3.00m A 4.50m DE ALTURA	UNIDAD	24.00	\$2,306.30	\$55,351.19
	4.8	POZOS DE VISITA DE 3.00m A 4.00m DE ALTURA	UNIDAD	7.00	\$2,537.05	\$17,759.36
	4.9	POZOS DE VISITA DE 4.00 m A 4.50m DE ALTURA	UNIDAD	5.00	\$2,761.94	\$13,809.70
	4.10	ADEMADOS DE PAREDES EN ZANJO DE TUBERIAS	m2	769.28	\$0.00	\$0.00
	4.11	ADEMADOS DE PAREDES PARA POZOS	m2	36.00	\$36.46	\$1,312.45
	4.12	CONEXIÓN A POZO EXISTENTE DE AGUAS NEGRAS	U	1.00	\$242.06	\$242.06
	4.13	RELLENO INICIAL CON MATERIAL SELECTO	m3	342.00	\$15.36	\$5,254.01
	4.14	REVOLTURA DE TIERRA BLANCA CON TIERRA DEL LUGAR 50/50	m3	2,409.17	\$88.59	\$213,416.48
	4.15	TRANSPORTE DE MAQUINARIA	sg	1.00	\$1,754.37	\$1,754.37
5		SEÑALIZACION DE PROYECTO				
	5.1	INSTALACION DE SEÑALIZACION	sg	1.00	\$0.00	\$0.00
6		LIMPIEZA Y DESALOJO				
	6.1	LIMPIEZA Y DESALOJO	sg	1.00	\$0.00	\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 604,598.79
IMPREVISTOS 5%						\$ 30,229.94
COSTO DIRECTOS + IMPREVISTOS						\$ 634,828.73
COSTO INDIRECTOS Y UTILIDAD 25%						\$ 158,707.18
SUBTOTAL						\$ 763,305.98
IVA 13%						\$ 99,229.78
COSTO TOTAL DEL PROYECTO: \$						\$ 862,535.75
NOTA: LOS PAGOS DE MANO DE OBRA SE HAN TOMADO DEL LAUDO ARBITRAL 2024 DEL MANUAL DEL CONSTRUCTOR 2024 CLAUSULA 49 ASI TAMBIEN LOS RENDIMIENTOS SE HAN TOMADO DEL MANUAL DEL CONSTRUCTOR 2024 Y DE EXPERIENCIA EN CAMPO						

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.1 CONCLUSIONES

1.0 Respecto al diseño de Pavimento Flexible.

1.1 A pesar que se hace referencia a otras normas como ASTHO 93, se ha seguido lo que aplica a la normativa del Instituto Norteamericano del Asfalto (INA).

1.2 Con base en el comportamiento del tráfico vehicular y en el tipo de pavimento seleccionado, se concluye que un período de diseño de 20 años resulta técnicamente adecuado, tras el cual será necesario realizar una evaluación del estado de la subbase, la base y la capa de rodadura. Asimismo, considerando que el estudio de tráfico evidencia que la mayor parte de la circulación corresponde a vehículos livianos, el diseño estructural definió los espesores de las capas del pavimento de manera que se garantice un desempeño óptimo durante dicho período. En consecuencia, se confirma que, bajo las condiciones de tránsito proyectadas, la estructura propuesta cumple con los criterios de durabilidad y funcionalidad establecidos.

2.0 Respecto al diseño de Aguas Lluvias

2.1 Se concluye que para el diseño del sistema de aguas lluvias se ha dado cumplimiento a las normativas vigente de la OPAMSS de acuerdo con el estudio de factibilidad Emitido en fecha del 2011.

2.2 Respecto al estudio Hidrológico podemos concluir que los métodos utilizados para el cálculo de los parámetros morfométricos de la cuenca y los caudales de aporte son valores que se calcularon usando metodología aceptadas por la norma vigente; considerando que la microcuenca de aporte tiene un área de 0.22km² lo cual es menor al área sugerida para el uso de la formula racional.

2.3 Respecto al diseño hidráulico de los diámetros de los colectores principales y secundarios de aguas lluvias desarrollados a través de hojas electrónicas de Excel cumplen con los parámetros de diseño establecidos para los sistemas de aguas lluvias; vigilándose los valores de tirantes, relación diámetros tirante (d/y) velocidades, pendientes y caudales de aporte.

3.0 Respecto al Diseño de Aguas Negras.

3.1 Respecto a la normativa para el diseño del sistema de evacuación de aguas negras, se considero rigurosamente lo que establece las normas técnicas de ANDA 2014.

3.2 Todo el sistema diseñado cumplió con lo establecido en la factibilidad otorgada por ANDA en fecha 2023. Donde se ha estimado que la vida útil del sistema son 20 años para una cobertura poblacional de 790 habitantes.

4.0 Respecto al presupuesto:

4.1 El presupuesto obtenido tanto en las partidas como sub partidas, responden a precios de mercado del año 2024 en los cuales se ha considerado costos de materiales, mano de obra, imprevistos, impuestos eh indirectos con un valor del 25%

4.2 El Costo per cápita obtenido con el proyecto diseñado asciende a \$1,091.82

5.1.2 RECOMENDACIONES

Para la implementación de la construcción del pavimento flexible se recomienda realizar las siguientes acciones: a) Hacer un replanteo del trazo del alineamiento del área a intervenir. b) Actualizar la tabla de costos y presupuestos para tener indicadores de costos por metros cuadrado de pavimento actualizados.

Respecto al diseño del sistema de aguas lluvias, se recomienda que antes de su implementación, se revise: a) La Normativa vigente para ese tipo de proyecto. b) La Actualización del diseño hidráulico de la red propuesta.

Respecto al sistema de Aguas Negras se recomienda que antes de su implementación, se recomienda que a) Se haga una actualización de la factibilidad emitida por ANDA en fecha tal antes de ejecutar el proyecto. b) Hacer una revisión de los perfiles de con las variables que intervienen del diseño propuesto; actualizando los datos necesarios.

Respecto al Presupuesto se recomienda actualizar todas las partidas existentes con precios de materiales y mano de obra vigentes al momento de su ejecución y es importante que se agreguen dentro del presupuesto otras actividades que se identifiquen como necesarias.

BIBLIOGRAFIA

- AASHTO. (s.f.). AASHTO Guide for Design of Pavement Structures. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- ANDA. (1998). Normas técnicas para el abastecimiento de agua potable y alcantarillado de aguas negras. San Salvador, El Salvador: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados.
- Arqhys. (2022). Concepto de pavimento. Recuperado de <http://www.arqhys.com>
- Bloques de la Peña. (s.f.). Especificaciones técnicas del adoquín. Documento técnico.
- Ccallocunto, I. (2016). Construcción de pavimentos de concreto. DURAVIA.
- Dirección de Ordenamiento y Desarrollo Territorial – VMVDU-MOP. (s.f.).
Lineamientos para el desarrollo territorial. Ministerio de Obras Públicas, El Salvador.
- Godoy, J. A. (1994). Manual andino para construcción y mantenimiento de empedrados: Guía práctica de campo. Secretaría General de la Comunidad Andina.
- Instituto del Asfalto. (2000). Pavimentos de concreto asfáltico: Método del Instituto del Asfalto (MS-1). Cochabamba, Bolivia: UMSS, Facultad de Ciencias y Tecnología.
- Instituto Boliviano del Cemento y el Hormigón. (s.f.). Manual técnico de obras públicas y edificaciones (MTOPE).
- Isidro, C. U. (s.f.). Mecánica de suelos. Manuscrito no publicado.
- Iturbide, I. J. (2002). Manual centroamericano para diseño de pavimentos. Guatemala: Proyecto PRACTICA.
- Ministerio de Obras Públicas. (1991). Reglamento a la ley de urbanismo y construcción en lo relativo a parcelaciones y urbanizaciones habitacionales. San Salvador, El Salvador.

- Ministerio de Obras Públicas. (2019). *Lagunas de laminación*. Dirección de Hidráulica.
- Montejo, J. (2002). Ingeniería de pavimentos. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- Pereira, U. L. (2014). Diseño de un pavimento flexible por método AASHTO y racional (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua.
- Portland Cement Association. (1995). Thickness design for concrete highway and street pavements. Illinois, EE. UU.
- Rodas, R. V. (1963). Carreteras, calles y autopistas. Caracas, Venezuela: El Ateneo.
- TOXEMENT. (2019). Juntas de pavimento de concreto. Documento técnico. Ecuador.
- UMSS – Universidad Mayor de San Simón. (2015). Facultad de Ciencias y Tecnología, Departamento de Ingeniería Civil. Cochabamba, Bolivia.
- Universidad de Estocolmo. (2022). Cuerpos dañinos en el agua de lluvias. Departamento de Ingeniería Ambiental.
- Urban Ecology. (2016). Ankita 1218: Water systems. CMU School of Architecture, Carnegie Mellon University.
- Villacorta, L. (2014). Infraestructura vial. Editorial Trillas.
- Yonhap News Agency. (2022). Captación de aguas pluviales e inundaciones. Seúl, Corea del Sur.
- MOPT. (2023). Formato para elaboración de estudios de tráfico y transporte urbano. Resolución Técnica No. 012-2023. Unidad de Análisis de Infraestructura Pública.
- MARN. (2023). Visualizador Geoespacial VIGEA. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado de: <https://vigea.marn.gob.sv>

- ANDA. (2022). Certificado de Factibilidad de Obra Hidráulica N.º 415/2022. San Salvador: Gerencia de Saneamiento.
- CNR. (2022). Información catastral digital de la Comunidad Chanmico. Centro Nacional de Registros, San Salvador.
- LAUDO ARBITRAL. (2024). Laudo Arbitral 2024 El Salvador, Manual del Constructor 2024

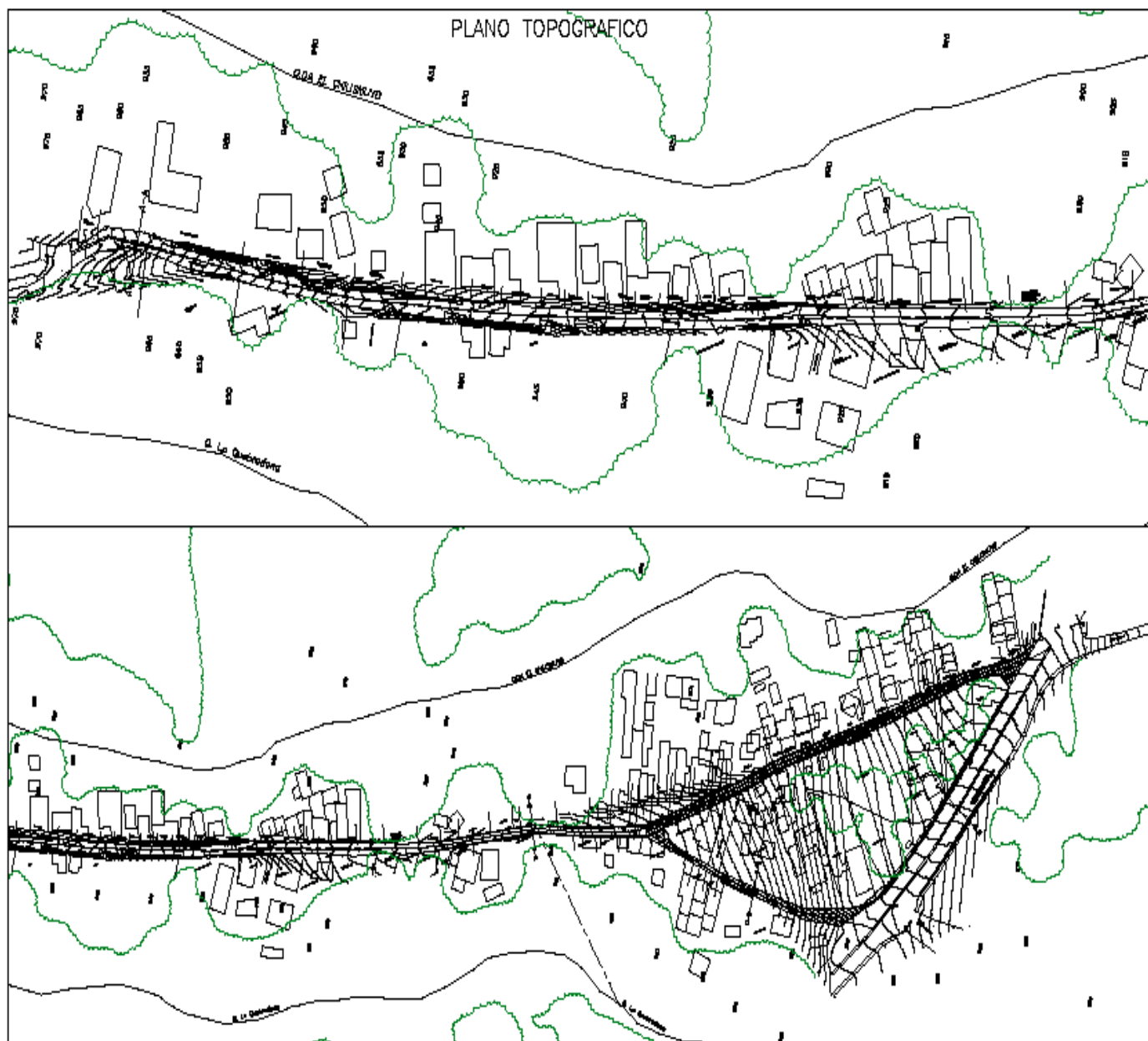
WEBGRAFIAS

- ANDA – Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados:
<https://www.anda.gob.sv>
- OPAMSS – Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador:
<https://www.opamss.org.sv>
- MARN – Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales: <https://vigea.marn.gob.sv>
- MOPT – Ministerio de Obras Públicas: <https://www.mop.gob.sv>
- CNR – Centro Nacional de Registros: <https://www.cnr.gob.sv>
- DIGESTYC – Dirección General de Estadísticas y Censos: <https://www.digestyc.gob.sv>

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1. PLANO TOPOGRAFICO



ANEXO 2 ESTUDIOS DE SUELOS

	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO ASTM D 2216
---	---

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO		
CONTRATISTA:			
SUPERVISION:			
PROCEDENCIA:	CALLE PRINCIPAL DE COMUNIDAD CHANMICO (CALLE AL VOLCAN) PCA -01 Est: 0+050 Profundidad (0.00 A 1.50) Mtrs.		
FECHA DE MUESTREO:	14/11/2022	CORRELATIVO:	001
FECHA DE ENSAYO:	5/12/2022	CONTROL DE MUESTRA:	S-01

Determinación N°	1	2	3	4	5
Profundidad de la muestra (m)	(0.00 A 1.50) Mtrs.	(0.00 A 1.50) Mtrs.			
Peso Rec. + Peso Suelo Húmedo (gr)	684.0	720.0			
Peso Rec. + Peso Suelo Seco (gr)	610.0	644.0			
Peso de Agua, Ww (gr)	74.0	76.0			
Peso del Recipiente (gr)	124.0	121.0			
Peso de Suelo Seco (gr)	486.0	523.0			
Contenido de Agua %	15.2%	14.5%		Promedio=	14.9%

f. 
 Saul Garcia
 Laboratorista

f. 
 Ing. Hugo Tobar
 Ing. Aseguramiento de Calidad





ICIA S.A de C. V.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE GRANULOMETRIA
AASHTO T-11

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO		
SOLICITANTE:			
CLASIFICACIÓN:			
PROCEDENCIA:	CALLE PRINCIPAL DE COMUNIDAD CHANMICO (CALLE AL VOLCAN) PCA -01 Est: 0+050 Profundidad 0.00 A 1.50 Mtrs.		
FECHA DE MUESTREO:	14/11/2022	FECHA DE ENSAYO:	5/12/2022

CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200

PESO SECO DE LA MUESTRA ORIGINAL..... B= _____ grs.

PESO SECO DE LA MUESTRA DESPUÉS DEL LAVADO..... C= _____ grs.

PESO DEL MATERIAL LAVADO D = B - C = _____ grs.

PORCENTAJE DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200
POR LAVADO..... $A = \frac{D}{B} \times 100 =$ _____ %

PORCENTAJE DE MATERIAL MAYOR QUE LA MALLA
N° 200..... $100 - A =$ _____ %

Nota:	Material Ligero,
	La cantidad y el tamaño del material pomico en la muestra es tal que se encuentra fuera de los alcances de la normativa que rige los ensayos solicitados razon por la cual no fueron realizados

Nota: Tec. Saul Garcia

Revisó:
Ing Hugo Tobar





ICIA S.A de C. V.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE GRANULOMETRIA
AASHTO T-11

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO		
SOLICITANTE:			
CLASIFICACIÓN:			
PROCEDENCIA:	CALLE PRINCIPAL DE COMUNIDAD CHANMICO (CALLE AL VOLCAN) PCA -01 Est: 0+050 Profundidad 0.00 A 1.50 Mtrs.		
FECHA DE MUESTREO:	14/11/2022	FECHA DE ENSAYO:	5/12/2022

CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200

PESO SECO DE LA MUESTRA ORIGINAL..... B= _____ grs.

PESO SECO DE LA MUESTRA DESPUÉS DEL LAVADO..... C= _____ grs.

PESO DEL MATERIAL LAVADO D = B - C = _____ grs.

PORCENTAJE DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200
POR LAVADO..... $A = \frac{D}{B} \times 100 =$ _____ %

PORCENTAJE DE MATERIAL MAYOR QUE LA MALLA
N° 200..... $100 - A =$ _____ %

Nota:	Material Ligero,
	La cantidad y el tamaño del material pomitico en la muestra es tal que se encuentra fuera de los alcances de la normativa que rige los ensayos solicitados razon por la cual no fueron realizados

Nota:

Tec. Saul Garcia

Revisó:

Ing Hugo Tobar





ICIA S.A de C. V.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D 4318

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO
PROPIETARIO:	-
CONTRATISTA:	-
PROCEDENCIA:	CALLE PRINCIPAL DE COMUNIDAD CHANMICO (CALLE AL VOLCAN) PCA -01 Est: 0+050 Profundidad 10.00 A 1.50 Mtrs.
DESCRIPCIÓN DEL SUELO:	

MUESTRA N°:	-
No ENSAYO:	-
FECHA MUESTREO:	-
FECHA DE ENSAYO:	05/12/22

LIMITE PLASTICO

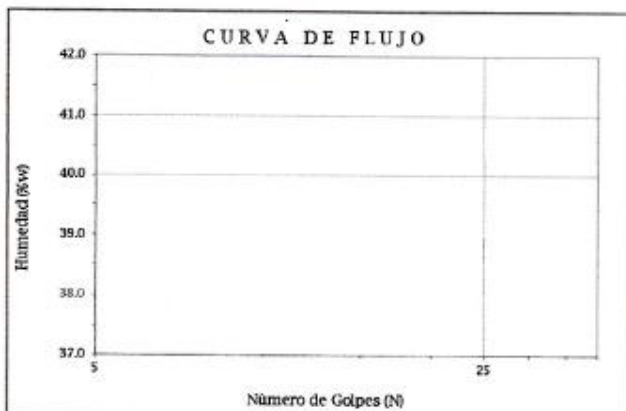
Determinación N°	1	2	3
Recipiente N°			
Peso Rec. + Peso Suelo Húmedo			
Peso Rec. + Peso Suelo Seco			
Peso de Agua, Ww			
Peso del Recipiente			
Peso de Suelo Seco			
Contenido de Agua %			
X=			

CONTENIDO DE HUMEDAD

Determinación N°	1	2	3
Recipiente N°			
Peso Rec. + Peso Suelo Húmedo			
Peso Rec. + Peso Suelo Seco			
Peso de Agua, Ww			
Peso del Recipiente			
Peso de Suelo Seco			
Contenido de Agua %			
X=			

LIMITE LIQUIDO

Determinación N°	1	2	3
N° de Golpes		Nota:	Material Ligero,
Recipiente N°			La cantidad y el tamaño del material pomítico en la muestra es tal que se encuentra fuera de los alcances de la normativa que rige los ensayos solicitados razón por la cual no fueron realizados
Peso Rec. + Peso Suelo Húmedo			
Peso Rec. + Peso Suelo Seco			
Peso de Agua, Ww			
Peso del Recipiente			
Peso de Suelo seco			
Contenido de Agua %			



RESULTADOS OBTENIDOS

Límite Plástico	C. Natural de Agua
Límite Líquido	Límite de Contracción
Índice Plástico	Valor B
Índice de Flujo	Índice de Tenacidad

Elaboró:

Tec. Saul garcia

Ing. Hugo Tobar



ICIA S.A de C. V.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DENSIDAD - HUMEDAD (TIPO PROCTOR)

PROYECTO:	DESEÑO DE PAVIMENTO DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANSMICO
SOLICITANTE:	
DESCRIPCION DEL SUELO:	
PROCEDENCIA:	CALLE PRINCIPAL DE COMUNIDAD CHANSMICO (CALLE AL VOLCAN) PCA -01 Est: 0+050 Profundidad 10.00 A 1.50 Mtrs.
FECHA DE ENSAYO:	05/12/22

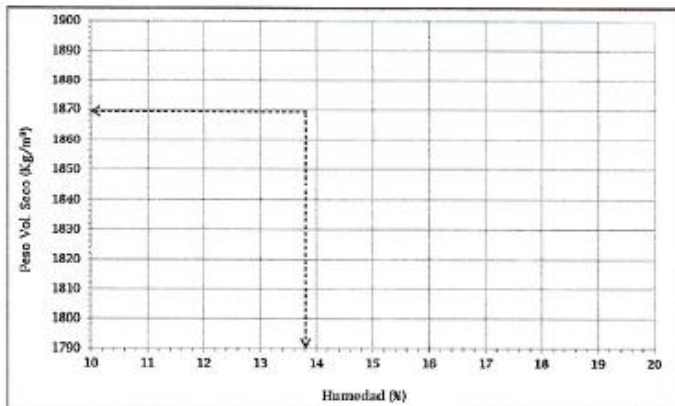
NORMA DE LA PRUEBA:	AASHTO T-180
METODO:	C
DIÁMETRO DEL MOLDE:	4"
PESO DEL MARTILLO:	10.0 lbs
Nº DE CAPAS:	5
GOLPES POR CAPAS:	56

DETERMINACION DE LA HUMEDAD

MARCA DEL RECIENTE	A	B	C	D	
PESO SUELO HUMEDO + RECIENTE (gr.)					
PESO SUELO SECO + RECIENTE (gr.)	Nota:	Material Ligero,			
PESO DEL AGUA (gr.)		La cantidad y el tamaño del material pomitico en la muestra es tal que se encuentra fuera de los alcances de la normativa que rige los ensayos solicitados razon por la cual no fueron realizados			
PESO DEL RECIENTE (gr.)					
PESO DEL SUELO SECO (gr.)					
% DE HUMEDAD					

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

AGUA AGREGADA (C.C)					
HUMEDAD DE PRUEBA					
PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE (gr.)	Nota:	Material Ligero,			
PESO MOLDE (gr.)		La cantidad y el tamaño del material pomitico en la muestra es tal que se encuentra fuera de los alcances de la normativa que rige los ensayos solicitados razon por la cual no fueron realizados			
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)					
CAPECIDAD DEL MOLDE (cm³)					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO P.V.M. (kg/m³)					
PESO VOLUMETRICO SECO P.V.S. (kg/m³)					



RESULTADOS OBTENIDOS

Contenido de Humedad Óptimo (%)	%
Peso Volumétrico Húmedo Máximo:	(kg/m³)
Peso Volumétrico Seco Máximo:	(kg/m³)

Elaboró: B
Téc. Saul Gargu

Revisó: [Signature]
Ing. [Signature]





DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

ASTM D 2216

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO		
CONTRATISTA:			
SUPERVISION:			
PROCEDENCIA:	CALLE PRINCIPAL DE COMUNIDAD CHANMICO (CALLE AL VOLCAN) PCA -02 Est: 0+350 Profundidad (0.00 A 1.50) Mtrs.		
Descripción del suelo:	Arena Arcillosa de Baja Plasticidad, Color café Claro (SC) ASSHTO A-4(0)		
FECHA DE MUESTREO:	14/11/2022	CORRELATIVO:	002
FECHA DE ENSAYO:	5/12/2022	CONTROL DE MUESTRA:	S-02

Determinación N°	1	2	3	4	5
Profundidad de la muestra (m)	(0.00 A 1.50) Mtrs.	(0.00 A 1.50) Mtrs.			
Peso Rec. + Peso Suelo Húmedo (gr)	634.0	670.0			
Peso Rec. + Peso Suelo Seco (gr)	610.0	644.0			
Peso de Agua, Ww (gr)	24.0	26.0			
Peso del Recipiente (gr)	124.0	121.0			
Peso de Suelo Seco (gr)	486.0	523.0			
Contenido de Agua %	4.9%	5.0%		Promedio =	5.0%

f. 
Saul García
Laboratorista

f. 
Ing. Hugo Tobar
Ing. Aseguramiento de Calidad





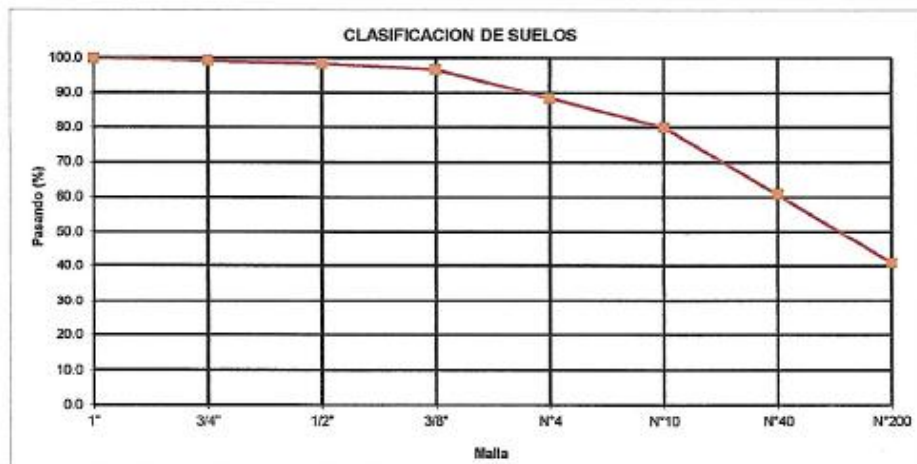
ICIA S.A de C. V.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
ENSAYO DE GRANULOMETRIA
AASHTO T-27

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO
SOLICITANTE:	
CLASIFICACIÓN:	Arena Arcillosa de Baja Plasticidad, Color café Claro (SO ASSHTO A-4(0))
PROCEDENCIA:	CALLE PRINCIPAL DE COMUNIDAD CHANMICO (CALLE AL VOLCAN) PCA -02 Est: 0+350 Profundidad 0.00 A 1.50 Mtrs.
FECHA DE MUESTREO:	14/11/2022
FECHA DE ENSAYO:	5/12/2022

MALLA		PESO	PORCENTAJE	PORCENTAJE	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	
NÚMERO	MM.	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUM.	QUE PASA	Mín	Máx
1"	25	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19	34.0	0.7	0.7	99.3		
1/2"	12.50	42.0	0.8	1.5	98.5		
3/8"	9.50	86.0	1.7	3.2	96.8		
N°4	4.75	431.0	8.4	11.6	88.4		
N°10	2.00	431.4	8.4	20.0	80.0		
N°40	400µm	984.8	19.2	39.3	60.7		
N°200	75 µm	1012.9	19.8	59.0	41.0		
fondo		2100.9	41.0	100.0	0.0		
TOTALES		5123.0					

Peso inicial 5123.0

Gravas	11.6	%
Arenas	47.4	%
Finos	41.0	%



Elaboró:

Tec. Saul Garcia

Revisó:

Ing Hugo Tobar





ICIA S.A de C. V.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE GRANULOMETRIA
AASHTO T-11

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANDECO		
SOLICITANTE:			
CLASIFICACIÓN:			
PROCEDENCIA:	CALLE PRINCIPAL DE COMUNIDAD CHANDECO (CALLE AL VOLCAN) PCA -02 Est: 0+350 Profundidad 10.00 A 1.50 Mtrs.		
FECHA DE MUESTREO:	14/11/2022	FECHA DE ENSAYO:	5/12/2022

CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200

PESO SECO DE LA MUESTRA ORIGINAL..... 5123.00 grs.

PESO SECO DE LA MUESTRA DESPUÉS DEL LAVADO..... 3022.10 grs.

PESO DEL MATERIAL LAVADO D - B - C = 2100.90 grs.

PORCENTAJE DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200

POR LAVADO..... $A = \frac{D}{B} \times 100 = 41.0 \%$

PORCENTAJE DE MATERIAL MAYOR QUE LA MALLA

N° 200..... $100 - A = 59.0 \%$

Elaboró:


Tec. Saul García

Revisó:


Ing. Hugo Tober





ICIA S.A de C. V.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D 4318

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO
PROPIETARIO	-
CONTRATISTA	-
PROCEDENCIA	CALLE PRINCIPAL DE COMUNIDAD CHANMICO (CALLE AL VOLCAN) PCA +02 Est: 0+350 Profundidad 10.00 A 1.50 Mtrs.
DESCRIPCIÓN DEL SUELO	Arena Arcillosa de Baja Plasticidad, Color café Claro (SC) ASSHETO A-4(0)

MUESTRA N°	2
No ENSAYO	5-2
FECHA MUESTREO	14/11/2022
FECHA DE ENSAYO	5/12/2022

LIMITE PLASTICO

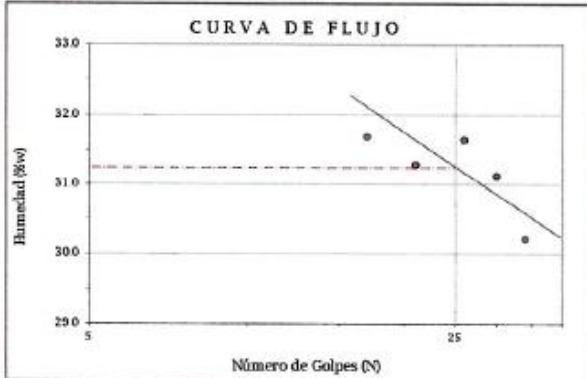
Determinación N°	1	2	3
Recipiente N°	4	9	
Peso Rec. + Peso Suelo Húmedo	19.81	13.74	
Peso Rec. + Peso Suelo Seco	18.53	12.73	
Peso de Agua, Ww	1.28	1.01	
Peso del Recipiente	13.01	8.20	
Peso de Suelo Seco	5.52	4.44	
Contenido de Agua %	23.2	22.7	
X=	23.0		

CONTENIDO DE HUMEDAD

Determinación N°	1	4(0)	3
Recipiente N°	11	12	
Peso Rec. + Peso Suelo Húmedo	634	670.00	
Peso Rec. + Peso Suelo Seco	610	644.00	
Peso de Agua, Ww	24	26.00	
Peso del Recipiente	124	121.00	
Peso de Suelo Seco	486	523.00	
Contenido de Agua %	4.9	5.0	
X=	5.0		

LIMITE LIQUIDO

Determinación N°	1	2	3	4	5
N° de Golpes	17	21	26	30	34
Recipiente N°	8	817	5	8	8
Peso Rec. + Peso Suelo Húmedo	25.14	27.56	23.05	27.25	30.34
Peso Rec. + Peso Suelo Seco	21.03	24.04	19.42	23.87	26.34
Peso de Agua, Ww	4.11	3.52	3.63	3.38	4.00
Peso del Recipiente	8.06	12.79	7.05	13.01	13.10
Peso de Suelo seco	12.97	11.25	11.47	10.86	13.24
Contenido de Agua %	31.7	31.3	31.6	31.1	30.2



RESULTADOS OBTENIDOS

Límite Plástico	C. Natural de Agua
23.0	5.0
Límite Líquido	Límite de Contracción
31.3	
Índice Plástico	Valor B
8.3	
Índice de Flujo	Índice de Tenacidad

Elaboró:

Tec. Saul García

Revisó:

Ing. Hugo To'bar





ICIA S.A. de C. V.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DENSIDAD - HUMEDAD (TIPO PROCTOR)

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO
SOLICITANTE:	
DESCRIPCION DEL SUELO:	Arena Arcillosa de Baja Plasticidad, Color café Claro (SC) ASSHTO A-4(0)
PROCEDECIA:	CALLE PRINCIPAL DE COMUNIDAD CHANMICO (CALLE AL VOLCAN) PCA -02 Est: 0+350 Profundidad 0.00 A 1.50 Mtrs.
FECHA DE ENSAYO:	5/12/2022

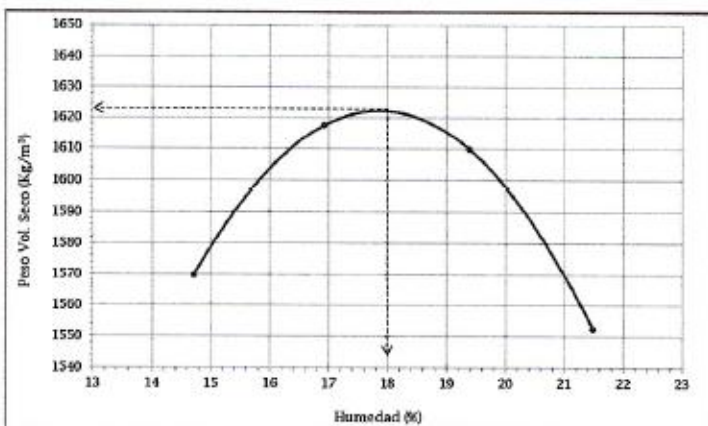
NORMA DE LA PRUEBA:	AASHTO T-180
METODO:	C
DIÁMETRO DEL MOLDE:	4"
PESO DEL MARTILLO:	10.0 lbs
Nº DE CAPAS:	5
GOLPES POR CAPAS:	25

DETERMINACION DE LA HUMEDAD

MARCAS DEL RECIPIENTE	4	9	11	8	
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE (gr.)	699.0	579.0	701.0	633.0	
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr.)	625.0	513.0	607.0	543.0	
PESO DEL AGUA (gr.)	74.0	66.0	94.0	90.0	
PESO DEL RECIPIENTE (gr.)	122.0	123.0	122.0	124.0	
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	503.0	390.0	485.0	419.0	
% DE HUMEDAD	14.7	16.9	19.4	21.5	

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

AGUA AGREGADA (C.C)	350	420	490	560	
HUMEDAD DE PRUEBA	14.7	16.9	19.4	21.5	
PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE (gr.)	5598	5682	5710	5677	
PESO MOLDE (gr.)	3951	3951	3951	3951	
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	1648	1731	1759	1726	
CAPACIDAD DEL MOLDE (cm³)	915.2	915.2	915.2	915.2	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO P.V.M. (kg/m³)	1800.7	1891.4	1922.0	1885.9	
PESO VOLUMETRICO SECO P.V.S. (kg/m³)	1569.8	1617.6	1610.0	1552.5	



RESULTADOS OBTENIDOS

Contenido de Humedad Óptimo: (%)

18.0 %

Peso Volumétrico Húmedo Máximo:

1914.0 (kg/m³)

Peso Volumétrico Seco Máximo:

1622.0 (kg/m³)

Elaboró:

Téc. Saul García

Revisó:

Ing. H. García



ANEXO 3 RESOLUCION 012-023 DE ESTUDIO DE TRAFICO DEL MOPT



MINISTERIO DE
OBRAS PÚBLICAS
Y DE TRANSPORTE

**VICEMINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN DE LA OBRA PÚBLICA
SUBDIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN DE OBRAS DE PASO Y DE INVENTARIOS
VIALES**

INFORME DE SOLICITUD No. 012-2023

En relación a solicitud No. 012-2023 presentada en la oficina de información y respuesta (OIR) de este Ministerio, en la cual solicita 1- Información del estudio de tráfico (cantidad de vehículos, tipos, ejes, factores) para el tramo de calle "Prolongación Av. Alberto Masferrer Norte entre Plaza Nicaragua y Plaza Libano, San Salvador, con las coordenadas 13.720862, -89.238435 y 2- Información d estudio de tráfico (volumen de tránsito, MD, TPD, clasificación de vehículos) del tramo de calle "Calle al Volcán desde la Prolongación Av. Alberto Masferrer Norte hacia el Poniente buscando el tanque de ANDA en comunidad Chanmico". 13.722457, -89.242583.

Al respecto, el Departamento de Estudios de Tránsito de la Subdirección de Administración de Obras de Paso y de Inventarios Viales de esta Dirección, proporciona el Transito Promedio Diario Anual (TPDA) y factores de expansión, diario, nocturno y mensual año 2015 en la zona solicitada, que es el último dato disponible. Se informa que únicamente se cuenta con datos del tramo 1, debido a que el 2 no es parte de la Red Vial Nacional competencia de este Ministerio.

Lo que se informa para los fines consiguientes.

Téc. Miguel Ángel González
Enlace DPOP-OIR



Plaza La Lechura, km 5.5 Alameda Manuel Enrique Arango,
contiguo a Hospital El Salvador, San Salvador.
Teléfonos: 2528-3016 y 2528-3018.

26/01/2023

En la Unidad de Acceso a la Información Pública del MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y DE TRANSPORTE, San Salvador, a las diez horas con dieciséis minutos del día veintisiete de enero de dos mil veintitrés.

La suscrita Oficial de Información, **CONSIDERANDO:**

- I. Que el día dieciocho de enero de dos mil veintitrés, se recibió la solicitud de acceso a la información número doce (012-2023), presentada por el ciudadano **Carlos Eduardo Marroquín Olmedo**, en la que manifestó y solicitó específicamente lo siguiente:
“1- Se solicita información del estudio de tráfico (cantidad de vehículos, tipos, ejes, factores) para el tramo de calle ‘Prolongación Ave. Alberto Masferrer Norte entre plaza Nicaragua y plaza Líbano, San Salvador, San Salvador. Con las coordenadas 13.720662, -89. 238435.
2- Se solicita estudio de tráfico (volumen de tránsito, MD, TPDA, clasificación de vehículos) del tramo de calle ‘Calle al Volcán desde la prolongación Av. Alberto Masferrer Norte hacia el poniente buscando el tanque de ANDA en comunidad Chanmico’. 13.722457, -89.242583”.
- II. Con base en las atribuciones de las letras d), i) y j) del artículo 50 de la Ley de Acceso a la Información Pública -en adelante LAIP- le corresponde al Oficial de Información realizar los trámites necesarios para la localización y entrega de la información solicitada, resolver sobre las solicitudes de información que se reciben y notificar a los particulares.
- III. El acceso a la información en poder de las instituciones públicas es un derecho reconocido en el ordenamiento jurídico nacional, lo que supone el cumplimiento del “Principio de Máxima Publicidad”, plasmado en el art. 4 LAIP, por el cual, la información en poder de los entes obligados es pública y su difusión irrestricta, salvo las excepciones contenidas en la Ley.

datos del tramo 1, debido a que el 2 no es parte de la Red Vial Nacional competencia de este Ministerio”.

Se anexa la respuesta elaborada y remitida por la Dirección de Planificación de la Obra Pública.

- VIII. La Unidad de Acceso a la Información Pública advierte y hace saber al ciudadano **Carlos Eduardo Marroquín Olmedo** que, conforme a lo solicitado, a lo manifestado y remitido por la referida unidad administrativa y en cumplimiento de los artículos 6, 18 y 86 inc.3 de la Cn. y artículos 62, 71 inc.1 y 72 de la LAIP, esta entidad pública brinda respuesta y entrega la información que tiene en su poder.

Por tanto,

Con base en las facultades legales previamente señaladas y a las razones antes expuestas, se **RESUELVE:**

- a) **Declárese** procedente la solicitud de acceso a la información presentada por el ciudadano **Carlos Eduardo Marroquín Olmedo**.
- b) **Entréguese**, con base en los arts. 4 letra “a”, 62, 71 y 72 de la LAIP, al petionario **Marroquín Olmedo**, la respuesta elaborada y remitida por la Dirección de Planificación de la Obra Pública.
- c) **Notifíquese** al interesado en el medio y forma señaladas para tales efectos.


Oficial de Información 

- IV. Con base en lo establecido en los arts. 65 y 72 LAIP, las decisiones de los entes obligados deben entregarse por escrito al solicitante, con mención breve pero suficiente de los fundamentos, el suscrito debe establecer los razonamientos de su decisión sobre el acceso a la información.
- V. Para el presente caso, la suscrita Oficial de Información de esta institución pública, después de analizar la solicitud de acceso a la información pública y con base en lo establecido en el artículo 66 LAIP y artículos 50, 54 y 55 RELAIP, consideró pertinente admitir y dar el trámite correspondiente.
- VI. Las peticiones referentes a la información solicitada fueron trasladadas a la **Dirección de Planificación de la Obra Pública del Ministerio de Obras Públicas -en adelante MOP-** para la localización y remisión de la información requerida.
- VII. En respuesta a la solicitud planteada por el ciudadano **Carlos Eduardo Marroquín Olmedo**, la **Dirección de Planificación de la Obra Pública** respondió a través de una nota de fecha veintiséis de enero de dos mil veintitrés, entre otros puntos lo siguiente:
- “En relación a solicitud No. 012-2023 presentada en la oficina de información y respuesta (OIR) de este Ministerio, en la cual solicita 1- Información del estudio de tráfico (cantidad de vehículos, tipos, ejes, factores) para el tramo de calle ‘Prolongación Av. Alberto Masferrer Norte entre Plaza Nicaragua y Plaza Líbano, San Salvador, con las coordenadas 13.720662, -89.238435 y 2- Información d estudio de tráfico (volumen de tránsito, MD, TPDA, clasificación de vehículos) del tramo de calle ‘Calle al Volcán desde la Prolongación Av. Alberto Masferrer Norte hacia el Poniente buscando el tanque de ANDA en comunidad Channmico’. 13.722457, -89.242583.

Al respecto, el Departamento de Estudios de Tránsito de la Subdirección de Administración de Obras de Paso y de Inventarios Viales de esta Dirección, proporciona el Transito Promedio Diario Anual (TPDA) y factores de expansión, diario, nocturno y mensual año 2015 en la zona solicitada, que es el último dato disponible. Se Informa que únicamente se cuenta con



MINISTERIO DE
OBRAS PÚBLICAS
Y DE TRANSPORTE

DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN DE LA OBRA PÚBLICA
SUBDIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN DE
OBRAS DE PASO Y DE INVENTARIOS VIALES
ÁREA DE ESTUDIOS DE TRÁNSITO - SAOPV

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (AÑO 2015)

DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR		L I V I A N O S		P E S A D O S						TPDA
LISTADO DE LA RED VIAL NACIONAL		PASAJ.	CARGA	PASAJEROS		C A R G A				
CODIGO (Via/Eje)	TRAMO	AUTO	PICK-UP	M. BUS	BUS	C2	C3	T3-S2	T3-S3	
46	De Prolongación Juan Pablo II a Redondel	25383	4552	0	0	685	129	24	0	30773
	De Redondel a la 75 Avenida Norte	26931	4850	14	24	731	150	28	0	32728

FACTORES DE EXPANSIÓN DIARIO, NOCTURNO Y MENSUAL (AÑO 2015)

NOMBRE DE LA ESTACION: SALUSC003

UBICACIÓN:

Av. Jerusalen: De Redondel Naciones Unidas a Calle La Mascota

FECHAS DE CONTEO:

DE: domingo, 19 de abril de 2015

A: sábado, 25 de abril de 2015

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
TD	52632	53271	44703	52962	51430	54641	38112
FACTOR NOCTURNO	1.404	1.405	1.521	1.477	1.509	1.592	1.677
FACTOR DIARIO	1.059	1.072	0.900	1.066	1.035	1.100	0.767

FACTOR MENSUAL	FACTORES MENSUALES ESTACION PERMANENTE DE:								LIBUPC001 (BOULEVARD SANTA ELENA)			
									Ubicación: Boulevard Santa Elena, La Libertad			
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	0.7472	1.0468	1.0491	1.1475	0.9991	0.9511	0.9693	1.2104	1.0371	1.0403	0.9782	0.9765

FACTOR MENSUAL	FACTORES MENSUALES ESTACION PERMANENTE DE:								SALUPC002 (ALAMEDA JUAN PABLO II)			
									Ubicación: Alameda Juan Pablo II, San Salvador			
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	0.9507	0.9056	0.9481	1.2892	0.9837	1.0699	1.0024	0.975	0.9499	0.9798	0.9909	1.0456

ANEXO 4 VOLUMEN DE DATOS DE CONTEO VEHICULAR DIARIOS

Tabla 76. Volumen y clasificación del tráfico del día miércoles

VOLUMEN DE TRAFICO DIARIO												
PROYECTO:		"DISEÑO DE PAVIMENTO, SISTEMA PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR".										
Tramo :		1		Ubicacion: CALLE AL VOLCAN COMUNIDAD CHANMICO								
Cod Estación:		350		Sentido: AMBOS SENTIDOS								
Estación:		0+350		Fecha: MIERCOLES, 18 DE ENERO 2023								
HORA	L I V I A N O S			P E S A D O S							TOTAL	PORC %
	PASAJEROS		CARGA PICK UP	PASAJEROS		C A R G A						
	MOTO	AUTO		M. BUS	BUS	C2	C3	T3-S2	T3-S3			
06-07	20	22	6	1	-	-	-	-	-	49	11.21	
07-08	16	17	11	1	-	-	-	-	-	45	10.30	
08-09	11	17	7	-	-	1	-	-	-	36	8.24	
09-10	10	17	2	-	-	2	-	-	-	31	7.09	
10-11	5	12	5	-	-	1	-	-	-	23	5.26	
11-12	4	22	4	1	-	2	-	-	-	33	7.55	
12-13	12	22	9	1	-	2	-	-	-	46	10.53	
13-14	4	12	5	-	-	-	-	-	-	21	4.81	
14-15	8	12	4	-	-	1	-	-	-	25	5.72	
15-16	8	16	5	1	-	3	-	-	-	33	7.55	
16-17	16	19	10	-	-	-	-	-	-	45	10.30	
17-18	21	20	8	1	-	-	-	-	-	50	11.44	
TOTAL	135	208	76	6	0	12	0	0	0	437	100.00	
POR %	30.89	47.60	17.39	1.37	0.00	2.75	0.00	0.00	0.00	100.00		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 77: Volumen y clasificación del tráfico del día jueves

VOLUMEN DE TRAFICO DIARIO											
PROYECTO:		"DISEÑO DE PAVIMENTO, SISTEMA PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR".									
Tramo :		1		Ubicacion: CALLE AL VOLCAN COMUNIDAD CHANMICO							
Cod Estación:		350		Sentido: AMBOS SENTIDOS							
Estación:		0+350		Fecha: JUEVES, 19 DE ENERO 2023							
HORA	L I V I A N O S			P E S A D O S						TOTAL	PORC %
	PASAJEROS		CARGA	PASAJEROS		C A R G A					
	MOTO	AUTO	PICK UP	M. BUS	BUS	C2	C3	T3-S2	T3-S3		
06-07	15	21	10	1	-	-	-	-	-	47	10.63
07-08	21	20	11	-	-	1	-	-	-	53	11.99
08-09	13	12	8	1	-	-	-	-	-	34	7.69
09-10	6	11	4	-	-	-	-	-	-	21	4.75
10-11	9	7	5	-	-	2	-	-	-	23	5.20
11-12	9	10	8	1	-	2	-	-	-	30	6.79
12-13	19	30	11	1	-	-	-	-	-	61	13.80
13-14	9	13	4	-	-	1	-	-	-	27	6.11
14-15	4	16	4	-	-	1	-	-	-	25	5.66
15-16	7	10	7	-	-	-	-	-	-	24	5.43
16-17	13	18	11	2	-	-	-	-	-	44	9.95
17-18	18	21	14	-	-	-	-	-	-	53	11.99
TOTAL	143	189	97	6	0	7	0	0	0	442	100.00
POR %	32.35	42.76	21.95	1.36	0.00	1.58	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78: Volumen y clasificación del tráfico del día viernes

VOLUMEN DE TRAFICO DIARIO											
PROYECTO:		"DISEÑO DE PAVIMENTO, SISTEMA PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR".									
Tramo :		1		Ubicacion:		CALLE AL VOLCAN COMUNIDAD CHANMICO					
Cod Estación:		350		Sentido:		AMBOS SENTIDOS					
Estación:		0+350		Fecha:		VIERNES, 20 DE ENERO 2023					
HORA	L I V I A N O S			P E S A D O S						TOTAL	PORC %
	PASAJEROS		CARGA	PASAJEROS		C A R G A					
	MOTO	AUTO	PICK UP	M. BUS	BUS	C2	C3	T3-S2	T3-S3		
06-07	14	17	7	-	-	-	-	-	-	38	9.92
07-08	18	15	5	2	-	-	-	-	-	40	10.44
08-09	13	12	4	-	-	2	-	-	-	31	8.09
09-10	8	10	3	-	-	-	-	-	-	21	5.48
10-11	6	12	3	-	-	-	-	-	-	21	5.48
11-12	9	9	5	1	-	1	-	-	-	25	6.53
12-13	17	25	9	1	-	-	-	-	-	52	13.58
13-14	2	10	4	1	-	-	-	-	-	17	4.44
14-15	8	11	2	-	-	1	-	-	-	22	5.74
15-16	9	11	6	-	-	-	-	-	-	26	6.79
16-17	21	16	10	-	-	-	-	-	-	47	12.27
17-18	18	17	8	-	-	-	-	-	-	43	11.23
TOTAL	143	165	66	5	0	4	0	0	0	383	100.00
POR %	37.34	43.08	17.23	1.31	0.00	1.04	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 79: Volumen y clasificación del tráfico del día sábado

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO												
PROYECTO:		"DISEÑO DE PAVIMENTO, SISTEMA PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR".										
Tramo :		1		Ubicacion:		CALLE AL VOLCAN COMUNIDAD CHANMICO						
Cod Estación:		350		Sentido:		AMBOS SENTIDOS						
Estación:		0+350		Fecha:		SABADO, 21 DE ENERO 2023						
HORA	L I V I A N O S			P E S A D O S							TOTAL	PORC %
	PASAJEROS		CARGA	PASAJEROS		C A R G A						
	MOTO	AUTO	PICK UP	M. BUS	BUS	C2	C3	T3-S2	T3-S3			
06-07	10	15	4	-	-	-	-	-	-	29	11.51	
07-08	12	11	2	1	-	-	-	-	-	26	10.32	
08-09	6	8	4	-	-	-	-	-	-	18	7.14	
09-10	4	8	3	1	-	1	-	-	-	17	6.75	
10-11	5	5	5	-	-	3	-	-	-	18	7.14	
11-12	4	8	2	1	-	1	-	-	-	16	6.35	
12-13	12	13	7	1	-	-	-	-	-	33	13.10	
13-14	5	5	4	-	-	-	-	-	-	14	5.56	
14-15	7	7	3	-	-	-	-	-	-	17	6.75	
15-16	8	8	2	-	-	-	-	-	-	18	7.14	
16-17	8	8	5	-	-	-	-	-	-	21	8.33	
17-18	10	10	5	-	-	-	-	-	-	25	9.92	
TOTAL	91	106	46	4	-	5	-	-	-	252	100.00	
POR %	36.11	42.06	18.25	1.59	0.00	1.98	0.00	0.00	0.00	100.00		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 80: Volumen y clasificación del tráfico del día domingo

VOLUMEN DE TRAFICO DIARIO

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, SISTEMA PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR".

Tramo : 1

Cod Estación: 350

Estación: 0+350

Ubicacion: CALLE AL VOLCAN COMUNIDAD CHANMICO

Sentido: AMBOS SENTIDOS

Fecha: DOMINGO, 22 DE ENERO 2023

HORA	L I V I A N O S			P E S A D O S						TOTAL	PORC %
	PASAJEROS		CARGA	PASAJEROS		C A R G A					
	MOTO	AUTO	PICK UP	M. BUS	BUS	C2	C3	T3-S2	T3-S3		
06-07	4	6	1	-	-	-	-	-	-	11	5.95
07-08	7	7	2	-	-	-	-	-	-	16	8.65
08-09	4	3	4	-	-	-	-	-	-	11	5.95
09-10	3	6	2	-	-	-	-	-	-	11	5.95
10-11	6	6	7	-	-	-	-	-	-	19	10.27
11-12	5	3	4	-	-	-	-	-	-	12	6.49
12-13	10	10	8	-	-	3	-	-	-	31	16.76
13-14	5	5	4	-	-	-	-	-	-	14	7.57
14-15	2	5	2	-	-	-	-	-	-	9	4.86
15-16	5	2	5	-	-	-	-	-	-	12	6.49
16-17	6	10	4	-	-	-	-	-	-	20	10.81
17-18	7	7	5	-	-	-	-	-	-	19	10.27
TOTAL	64	70	48	0	0	3	0	0	0	185	100.00
POR %	34.59	37.84	25.95	0.00	0.00	1.62	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 81: Volumen y clasificación del tráfico del día lunes

VOLUMEN DE TRAFICO DIARIO												
PROYECTO:		"DISEÑO DE PAVIMENTO, SISTEMA PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR".										
Tramo :		1		Ubicacion: CALLE AL VOLCAN COMUNIDAD CHANMICO								
Cod Estación:		350		Sentido: AMBOS SENTIDOS								
Estación:		0+350		Fecha: LUNES, 23 DE ENERO 2023								
HORA	L I V I A N O S			P E S A D O S							TOTAL	PORC %
	PASAJEROS		CARGA	PASAJEROS		C A R G A						
	MOTO	AUTO	PICK UP	M. BUS	BUS	C2	C3	T3-S2	T3-S3			
06-07	20	17	8	-	-	-	-	-	-	45	8.89	
07-08	19	19	10	-	-	2	-	-	-	50	9.88	
08-09	13	16	6	2	-	-	-	-	-	37	7.31	
09-10	15	11	9	-	-	2	-	-	-	37	7.31	
10-11	8	13	6	-	-	-	-	-	-	27	5.34	
11-12	9	16	10	-	-	3	-	-	-	38	7.51	
12-13	24	21	18	2	-	1	-	-	-	66	13.04	
13-14	15	9	15	1	-	-	-	-	-	40	7.91	
14-15	9	6	7	-	-	2	-	-	-	24	4.74	
15-16	6	14	9	-	-	-	-	-	-	29	5.73	
16-17	14	18	23	1	-	-	-	-	-	56	11.07	
17-18	19	17	20	-	-	1	-	-	-	57	11.26	
TOTAL	171	177	141	6	0	11	0	0	0	506	100.00	
POR %	33.79	34.98	27.87	1.19	0.00	2.17	0.00	0.00	0.00	100.00		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 82: Volumen y clasificación del tráfico del día martes

VOLUMEN DE TRAFICO DIARIO												
PROYECTO:		"DISEÑO DE PAVIMENTO, SISTEMA PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR".										
Tramo :		1				Ubicacion: CALLE AL VOLCAN COMUNIDAD CHANMICO						
Cod Estación:		350				Sentido: AMBOS SENTIDOS						
Estación:		0+350				Fecha: MARTES, 24 DE ENERO 2023						
HORA	L I V I A N O S			P E S A D O S							TOTAL	PORC %
	P A S A J E R O S		C A R G A	P A S A J E R O S		C A R G A						
	MOTO	AUTO	PICK UP	M. BUS	BUS	C2	C3	T3-S2	T3-S3			
06-07	19	17	9	-	-	-	-	-	-	45	9.66	
07-08	18	15	8	1	-	-	-	-	-	42	9.01	
08-09	14	12	2	1	-	-	-	-	-	29	6.22	
09-10	12	7	3	-	-	2	-	-	-	24	5.15	
10-11	9	14	4	1	-	1	-	-	-	29	6.22	
11-12	6	19	7	-	-	-	-	-	-	32	6.87	
12-13	22	19	11	1	-	1	-	-	-	54	11.59	
13-14	13	10	6	1	-	-	-	-	-	30	6.44	
14-15	8	11	4	-	-	2	-	-	-	25	5.36	
15-16	10	17	6	-	-	1	-	-	-	34	7.30	
16-17	20	30	11	-	-	-	-	-	-	61	13.09	
17-18	25	25	10	1	-	-	-	-	-	61	13.09	
TOTAL	176	196	81	6	0	7	0	0	0	466	100.00	
POR %	37.77	42.06	17.38	1.29	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	100.00		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5 FACTIBILIDAD DE DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS 0006-2011



DEPARTAMENTO DE ATENCIÓN AL USUARIO Y ÁREAS DE APOYO
Diagonal San Carlos, 25º. C. Pte., 15º. Av. Nte.
Col. Layco, San Salvador, El Salvador, C.A.
Teléfonos: 2234-0610 y 2234-0611
E-MAIL: direccion@opamss.org.sv

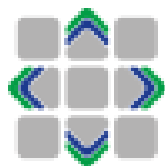
VERSIÓN PÚBLICA
EXPEDIENTE 0006
RESOLUCIÓN 0006-2011

Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador, a los doce días del mes de septiembre de 2022, vista la solicitud de información pública relacionada al **FACTIBILIDAD DE DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS 0006-2011**, emitido en fecha quince de marzo de 2011, del proyecto denominado **"MEJORAMIENTO COMUNAL"**, que consiste en mejorar rodamientos y drenajes de las vías en la **Comunidad Chanmico**, ubicado en Calle al Volcán y Calle Mano de León, al poniente de la prolongación de Avenida Masferrer Norte, San Antonio Abad, municipio y departamento de San Salvador; tal y como en plano presentado



Por tanto, esta Oficina **CONCEDE** la **FACTIBILIDAD DE DRENAJES DE AGUAS LLUVIAS** solicitada, a través de la resolución N° 0006-2011, debiendo cumplir en lo aplicable con lo estipulado en la Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de AMSS y de los Municipios Aledaños – LDOTAMSS, y su Reglamento, que en adelante se denominará RLDOTAMSS:

1. El nivel de las edificaciones será superior al de los cordones para que el agua lluvia drene hacia la calle. En caso que el nivel de los cordones sea superior al de las edificaciones, deberá proveerse de los medios necesarios para los drenajes de aguas lluvias, de acuerdo a las circunstancias especiales de cada caso. En ningún momento esta agua descargará en terrenos privados, sin el consentimiento o autorización de los propietarios.
2. Antes de romper el recubrimiento de una vía, cordón, cuneta, arriate y otros, el profesional responsable de la ejecución del proyecto deberá obtener el permiso extendido por la institución correspondiente y presentarlo cuando le sea requerido. Las obras afectadas deberán ser reparadas como originalmente se encontraban.
3. En vías vehiculares el diámetro mínimo de conexión de caja tragante a pozos de visita será de 15 pulgadas y a partir del segundo tragante el diámetro mínimo de conexión será de 18 pulgadas.
4. Cuando las tuberías de aguas lluvias tengan un cambio de dirección de 45 grados o mas con respecto al eje horizontal, el pozo de visita deberá contar con una calda de 30 cm, como mínimo;



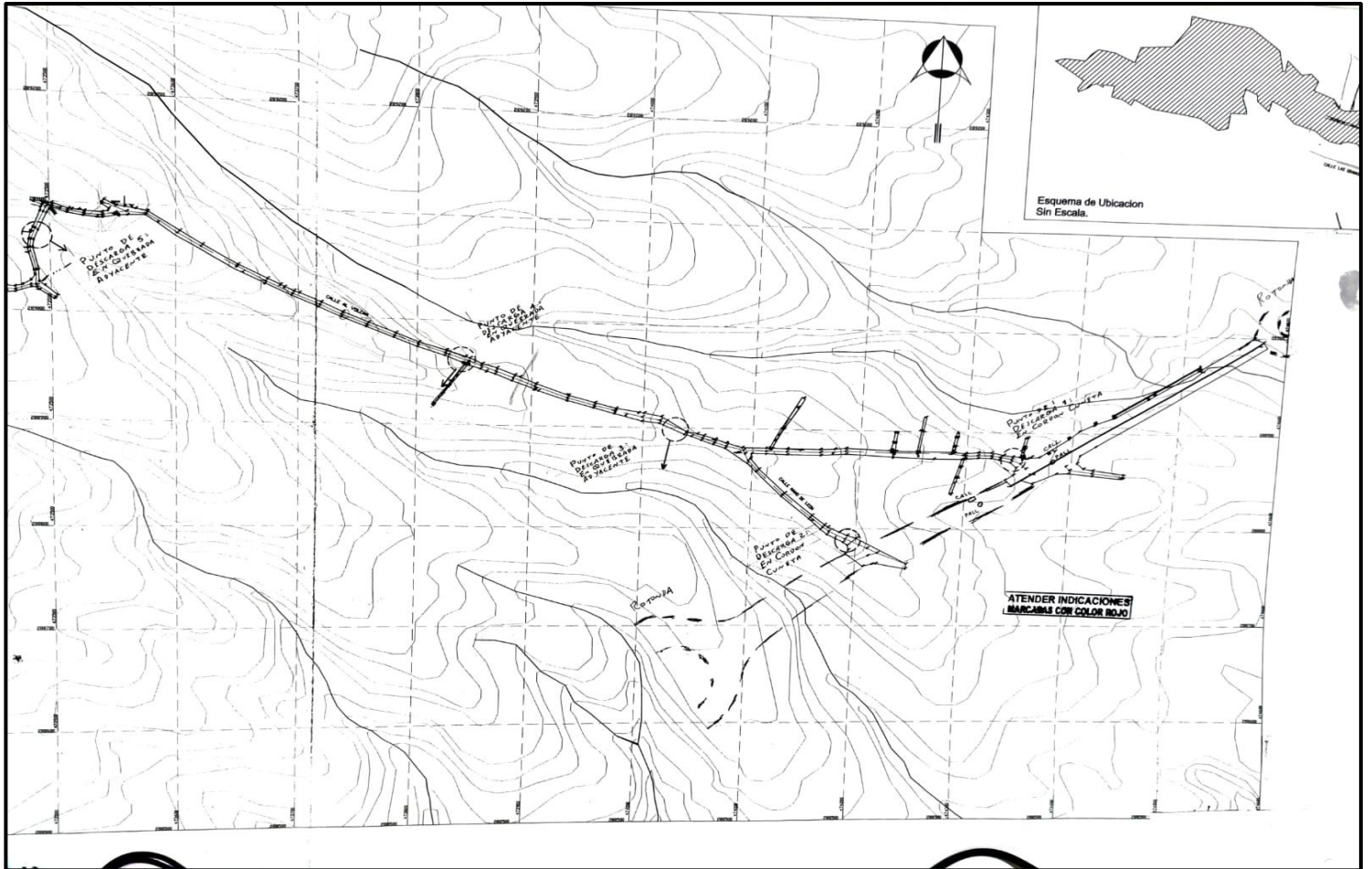
COAMSS
OPAMSS

Consejo de Alcaldes y Oficina de Planificación
del Área Metropolitana de San Salvador

DEPARTAMENTO DE ATENCIÓN AL USUARIO Y ÁREAS DE APOYO
Diagonal San Carlos, 25^a. C. Pta., 15^a. Av. Nte.
Col. Layco. San Salvador, El Salvador, C.A.
Teléfonos: 2234-0810 y 2234-0811
E-MAIL: direccion@opamss.org.sv

- para tuberías con un diámetro máximo de 30 pulgadas y para tuberías de mayor diámetro, la caída deberá ser de un metro como mínimo.
5. Las cajas de registro para el sistema de aguas lluvias se permitirán únicamente en accesos peatonales en sustitución de pozos de visita y para tuberías con un diámetro máximo de 24 pulgadas. Estas deberán reforzarse adecuadamente cuando tengan una profundidad mayor de un metro.
 6. Para el diseño del sistema de drenaje de aguas lluvias, el profesional responsable del diseño deberá tomar en cuenta cualquier caudal que llegue al terreno en forma natural de las propiedades colindantes. También se deberá considerar en el diseño, el desarrollo de proyectos futuros en su área de influencia por lo que el sistema de drenaje de aguas lluvias deberá tener la capacidad de recolectar las aguas lluvias del proyecto, más las áreas aledañas y es responsabilidad del profesional el buen funcionamiento del sistema.
 7. **Lugar de Descarga:** Con un sistema hidráulico adecuado hasta puntos de descarga parciales, indicados en el plano topográfico anexo, detallados a continuación:
 - 7.1. **Punto de descarga 1:** A condón cuneta existente, sobre Calle Al Volcán.
 - 7.2. **Punto de descarga 2:** A condón cuneta existente, sobre Calle Mano de León.
 - 7.3. **Puntos de descarga 3, 4 y 5:** Hasta quebrada ubicada al costado sur de la Calle Al Volcán, para lo cual el interesado deberá realizar las obras correspondientes de canalización, protección y disipación de la descarga.
 - 7.4. No se permitirá el sobrepaso del caudal **más allá de un punto de descarga parcial.**
 8. En todo momento, las obras proyectadas deberán proteger los terrenos de la erosión.
 9. Deberá adquirirse servidumbre de paso, en caso de atravesar terrenos privados con infraestructura de aguas lluvias.
 10. Esta resolución no incluye el área de rodamiento de la **prolongación de la Avenida Masferrer Norte**, ni altera los drenajes de la misma.
 11. Deberá atender las indicaciones en color **ROJO** presentadas en plano topográfico.

La Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador, OPAMSS ACLARA: que la presente es una copia de su original, en versión pública de conformidad a los artículos 24 letra "c" de la Ley de Acceso a la Información Pública.



ANEXO 6 FORMATO DE ENCUESTAS

ENCUESTA PARA EL PROYECTO “DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR”.

1. ¿Cuál es el nombre del encargado de la familia?

R_____

2. ¿Cuántas personas viven en su casa?

R_____

3. ¿Cuántos niños viven en su casa?

R_____

4. ¿Cuántas personas adultas viven en su casa?

R_____

5. ¿Posee drenajes de aguas negras?

Si_____ No_____

6. ¿Qué tipo de baño posee?

Baño lavable_____ Baño de fosa séptica_____ Letrina abonera_____

7. ¿Posee agua potable?

Si_____ No_____

8. ¿Si su respuesta si especifique de que administración?

R_____

9. ¿Posee drenajes de aguas grises?

n

ANEXO 7 SOLICITUD DE FACTIBILIDAD

COMUNIDADES

FECHA 26-08-2022

SEÑORES
UNIDAD DE FACTIBILIDADES
ANDA
PRESENTE

ATENTAMENTE SOLICITAMOS A UDS., CERTIFICADO DE FACTIBILIDAD DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y AGUAS NEGRAS X PARA LA COMUNIDAD Chonmico UBICADA EN Prolongación Av. Masferrer Norte, Calle al volcán final MUNICIPIO San Salvador DEPARTAMENTO San Salvador No. DE SERVICIOS SOLICITADOS _____ DOMICILIAR.

En caso cuente con factibilidad vencida, favor especificar los siguientes datos y adjuntar copia de la misma:
NUMERO DE FACTIBILIDAD: _____
REFERENCIA: _____
FECHA DE EMISIÓN: _____

DATOS CARACTERISTICOS DE LA COMUNIDAD

NUMERO DE VIVIENDAS 63
AREA PROMEDIO DE VIVIENDA 70 M²
DIRECCION P/ NOTIFICAR: Prolongación Av. Masferrer Norte Calle al volcán final C. Chonmico casa #12
TELS.: (LINEA FIJA): 73 96-7550 710 7155-6406

NOMBRE Y FIRMA DE REPRESENTANTE DE LA COMUNIDAD:
Silvia Arcey Rodriguez de Melara  SELLO: 

SE ANEXA LA SIGUIENTE DOCUMENTACION:
1-ESQUEMA DE UBICACIÓN DE LA COMUNIDAD (CON UBICACIÓN DEL NORTE)
2-LISTADO DE LOS BENEFICIARIOS CON NOMBRE Y NUMERO DE DUI
3-COPIA DEL RECIBO DE PAGO POR TRÁMITE: \$ 13.56.
4. PARA LAS COMUNIDADES QUE SE ENCUENTREN LEGALMENTE CONSTITUIDAS PRESENTAR LA DOCUMENTACION QUE LOS ACREDITA.

NOTA: SI ESTA SOLICITUD ES PRESENTADA POR ALCALDIAS MUNICIPALES, FAVOR DE PRESENTAR **SOLVENCIA DE ANDA** (TRAMITAR ESTE REQUISITO EN AGENCIAS DE ATENCION AL CLIENTE).

1

ANEXO 8 CERTIFICADO DE FACTIBILIDAD CON OBRA HIDRAULICA



ADMINISTRACIÓN
NACIONAL DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS

Ref.Ur.32.680.2022

Aclarando que, para realizar la conexión de los servicios solicitados, deberán presentar a esta Autónoma planos a aprobación, solicitar la recepción de campo de la instalación del sistema y hacer la donación de la infraestructura a ANDA, que se han cumplido los trámites y requisitos para la habilitación y conexión de los servicios domiciliarios solicitados. Debiendo cumplirse además con la normativa para la conexión de nuevos servicios.

Los interesados deberán presentar dos (2) copias de planos conteniendo el proyecto propuesto, con sus respectivas memorias de cálculo (2), debidamente firmadas y selladas por un Ingeniero Civil o Arquitecto, **debiendo indicar en los planos presentados la ubicación de las sesenta y tres (63) familias beneficiadas**

Alcance: Este Certificado de Factibilidad con Obra Hidráulica no constituye autorización para instalar el sistema propuesto.

Validez: Este Certificado de Factibilidad con Obra Hidráulica tiene validez por el término de **dos (2) años calendario** a partir de esta fecha. En caso de finalizar la vigencia podrá solicitar una nueva factibilidad.

NOTA: ANDA garantiza el mantenimiento de las condiciones bajo las cuales se otorga la viabilidad de los servicios por el plazo de validez indicado en la presente factibilidad. En caso de vencimiento se deberá presentar una nueva solicitud; la nueva resolución podría variar de acuerdo a las condiciones del sector

Declaración especial: La presente resolución no constituye reconocimiento de derecho de propiedad alguno y/o Título de Propiedad sobre el inmueble indicada en la misma, limitándose únicamente a establecer las condiciones técnicas que debe cumplir el solicitante para el diseño y construcción del proyecto y que son exigidas por la ANDA para la prestación del servicio que aquí se indica.

Nota: Este Certificado de Factibilidad con Obra Hidráulica establece únicamente la capacidad de ANDA para prestar el servicio solicitado y no constituye autorización ni compromiso futuro de ANDA sobre la ejecución de proyectos de ayuda mutua.

Es pertinente informar que la ANDA cumplirá con lo establecido en los Artículos 31, 32 y 33 de la Ley de Acceso a la Información Pública, en el que se constituye el derecho a la protección de datos personales, vinculado con lo establecido en el Artículo 24 literales b, c y d de la Ley en referencia.



ADMINISTRACIÓN
NACIONAL DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS

San Salvador, 23 de septiembre de 2022
Certificado de Factibilidad con Obra Hidráulica
No.415/2022 Ref.Com.32.680.2022

Señores
Comunidad **Chanmico**
Municipio de San Salvador
Departamento de San Salvador
Presente.

De acuerdo al Acta No.1,178 del Comité de Factibilidades de esta fecha, celebrado en las Oficinas Centrales, se acordó autorizar la factibilidad de conexión del servicio de aguas negras, hacia la red de ANDA, mediante la instalación de sesenta y tres (63) servicios tipo domiciliario, para la Comunidad **Chanmico**, ubicada en Prolongación Avenida Masferrer Norte, Calle al Volcán, de esta ciudad, haciendo de su conocimiento que esto es posible de acuerdo a opinión técnica del Área de Distribución y Redes de esta Gerencia y Gerencia de Saneamiento, el Comité de Factibilidades resuelve:

1. Datos Característicos:

Número de viviendas	63	
Habitantes por vivienda	5	
Número de habitantes	315	
Dotación	150	l/p/d
Demanda Media Diaria	0.5	l/s
Demanda Máxima Diaria	0.7	l/s (K1=1.3)
Demanda Máxima Horaria	1.2	l/s (K2=2.4)
Caudal de Diseño de aguas negras	1.9	l/s

Esta Gerencia, previo el análisis del estudio preparado por el Área de Factibilidades, la opinión técnica emitida por el Área de Distribución de Redes de esta Gerencia y Gerencia de Saneamiento, el Comité de Factibilidades, resuelve:

2. Acueducto: **No lo solicitan.** La Comunidad cuenta con servicio de agua potable.
3. Alcantarillado: **Es factible:** La descarga de aguas negras ($Q_d = 1.9$ l/s) puede realizarse al sistema $\varnothing 8"$ existente en Calle al Volcán, de esta ciudad. Los interesados deberán realizar una ampliación aproximada de 65 m de colector $\varnothing 8"$, conforme a la Normativa de ANDA vigente, más los pozos que sean necesarios desde el proyecto hasta el punto de descarga.

Nota: Es de considerar que las ampliaciones requeridas en este Certificado, podrán variar de acuerdo a las condiciones reales de campo en el lugar de las obras

Área de Factibilidades – Gerencia Región Metropolitana
4ª. Calle Poniente y 17ª. Avenida Sur N°1015
San Salvador, El Salvador Tel (503) 2247-2605 | <https://www.anda.gob.sv>

Pág. 1 de 3

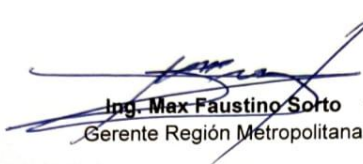


ADMINISTRACIÓN
NACIONAL DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS

Ref.Ur.32.680.2022

La información contenida en el presente certificado únicamente podrá ser divulgada a terceros, mediante el consentimiento expreso y libre del titular de la misma.

Atentamente,


Ing. Max Faustino Sorto
Gerente Región Metropolitana



S.L/

tramites.anda.gob.sv

factibilidades.info@anda.gob.sv



ADMINISTRACIÓN
NACIONAL DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS

Ref.Ur.32.680.2022

La información contenida en el presente certificado únicamente podrá ser divulgada a terceros, mediante el consentimiento expreso y libre del titular de la misma.

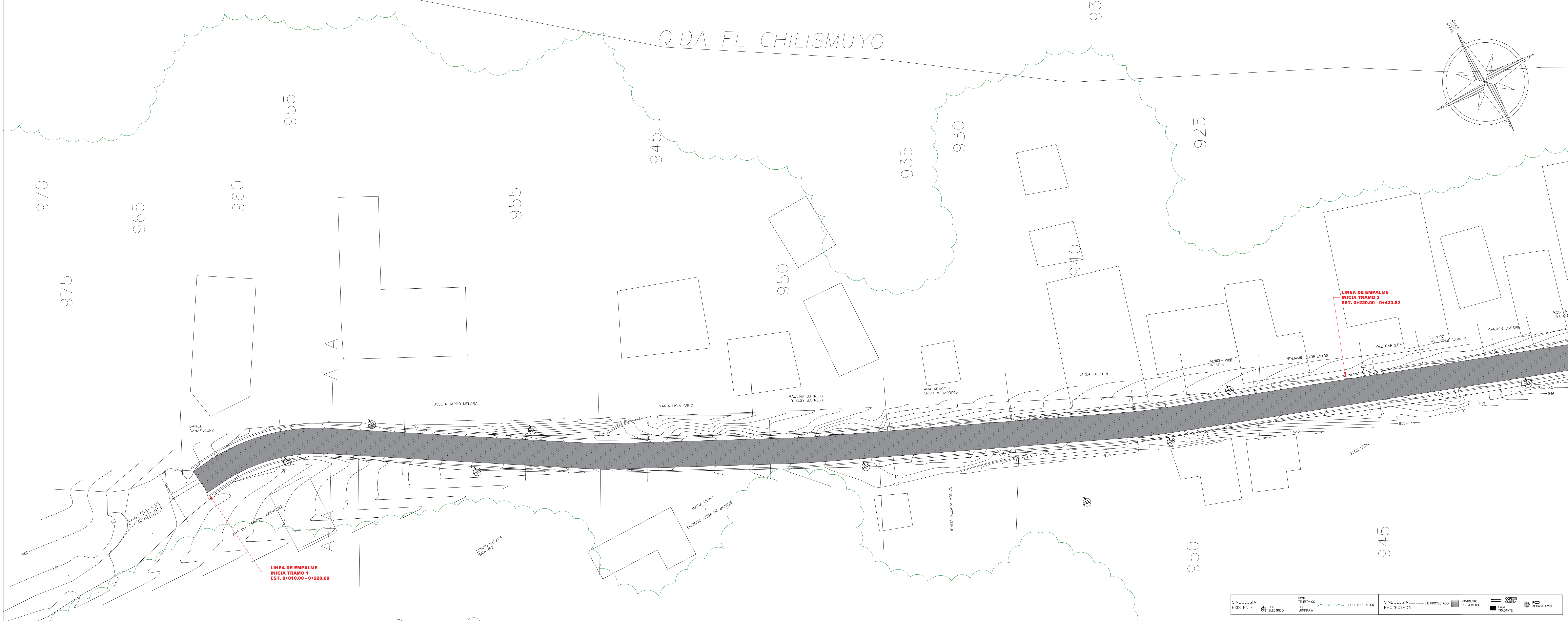
Atentamente,


Ing. Max Faustino Sorto
Gerente Región Metropolitana



S.L./

ANEXO 9. PLANOS DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR.



ESQUEMA DE UBICACION

UBICACION DEL LUGAR

SIN ESCALA

NOTAS GENERALES:

SELLOS:

PRESENTA: UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA

UTA

UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA

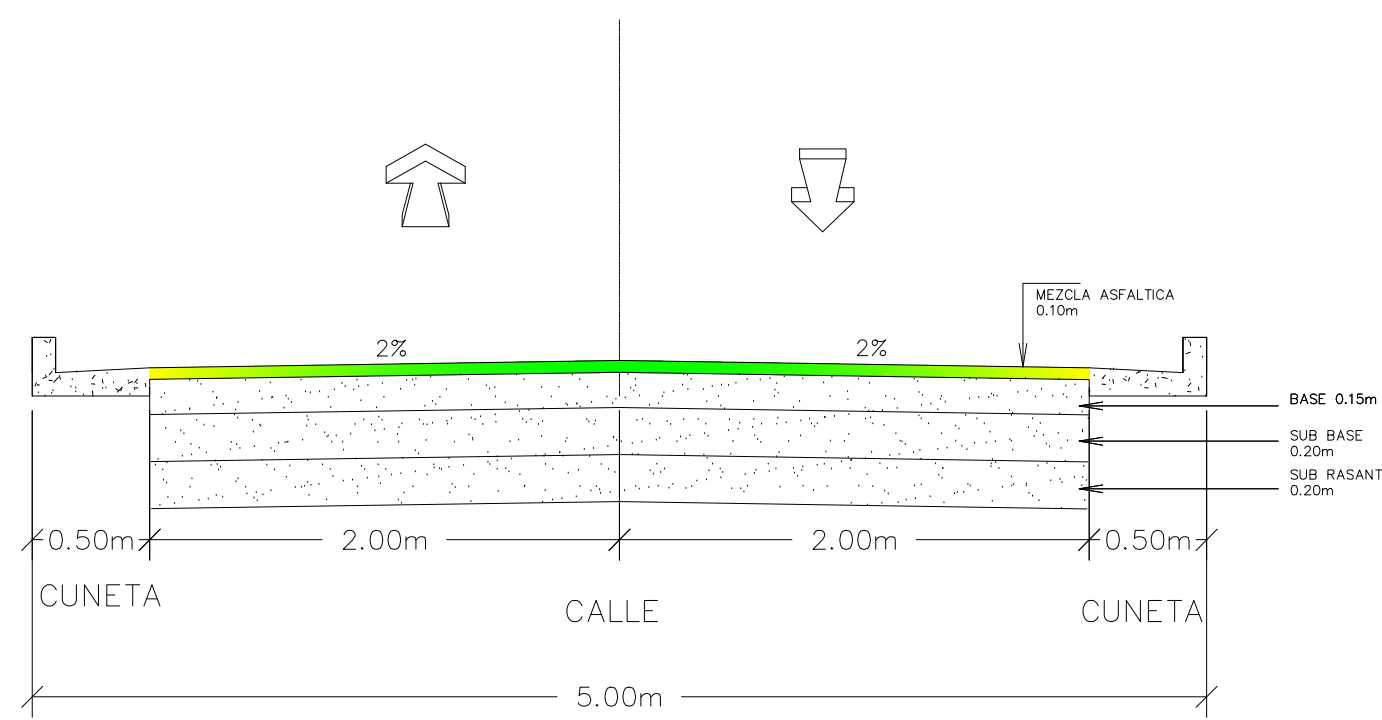
FIRMA Y SELLO:

PROYECTO: DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR.

CONTENIDO: PLANTA – PERFIL Y DETALLES

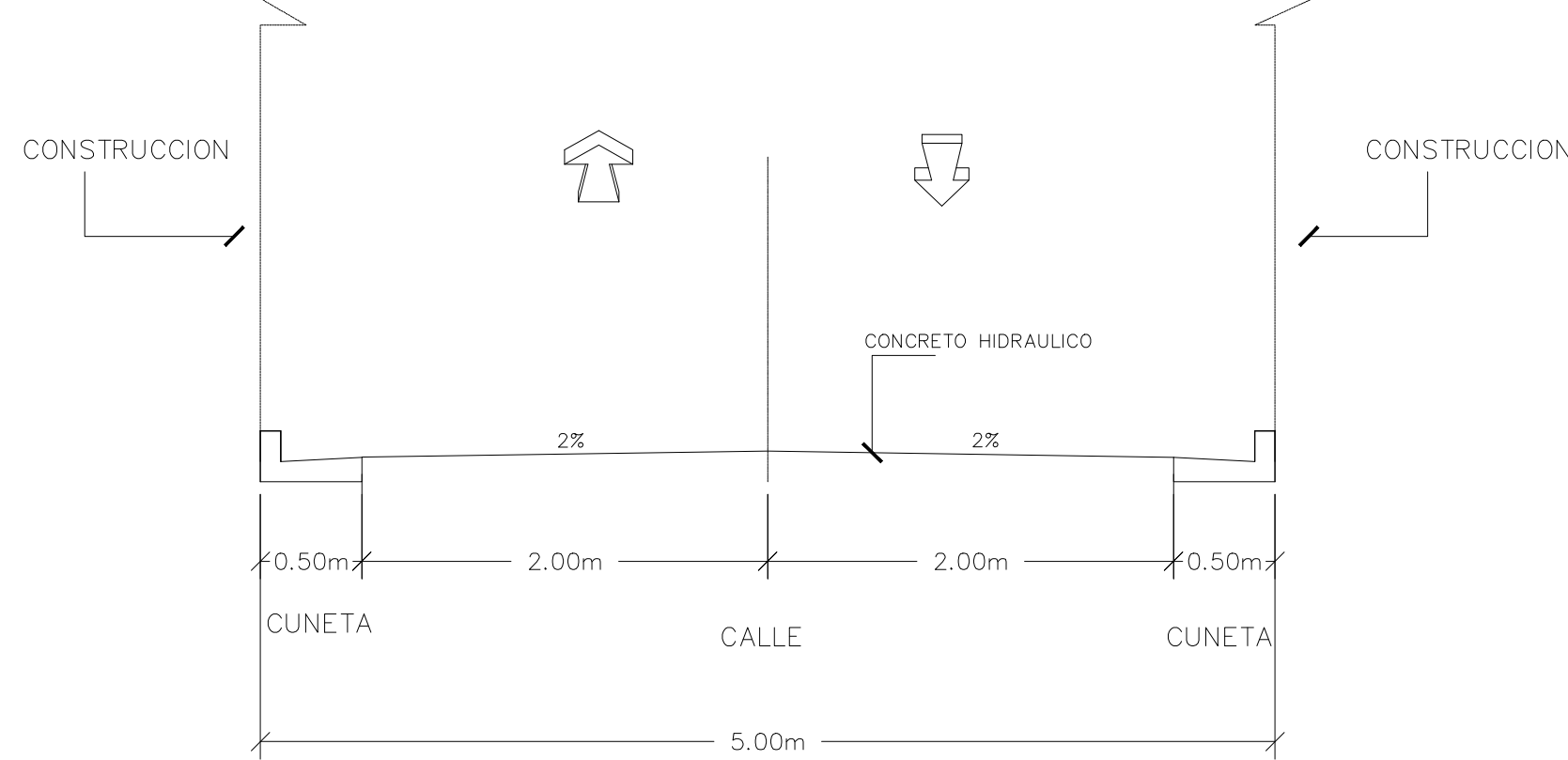
AREAS: INDICADAS EN CUADROS	ESCALA: 1:500	HQ: 1/2
UBICACION: COMUNIDAD CHANMICO, SOBRE PROLONGACION ALBERTO MASFERRER NORTE, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR.	LEVANTADO POR: ESTACION TOTAL	FECHA: ABRIL 2025
MATRICULAS: 60511179-00000	LEVANTO: CARLOS MARROQUIN FERNANDO MARROQUIN MARIO GUARDADO	
UBICACION CATASTRAL: 0609R10 55 Y MAS	DIBUJO: CARLOS MARROQUIN	

SECCION DE CALLE PROYECTADA



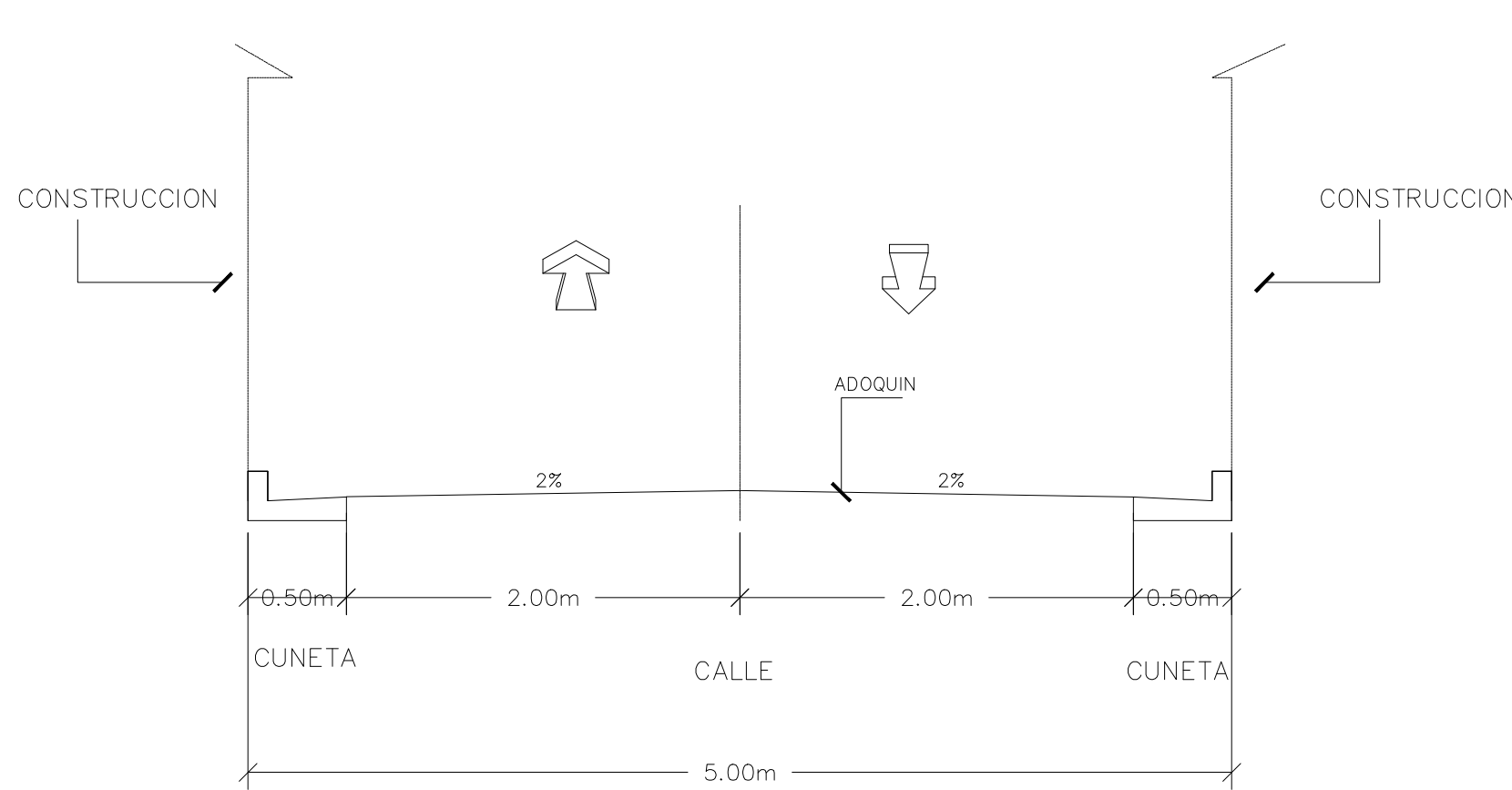
A-A DETALLE TIPOICO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO
ESCALA 1:25

SECCION DE CALLE EXISTENTE



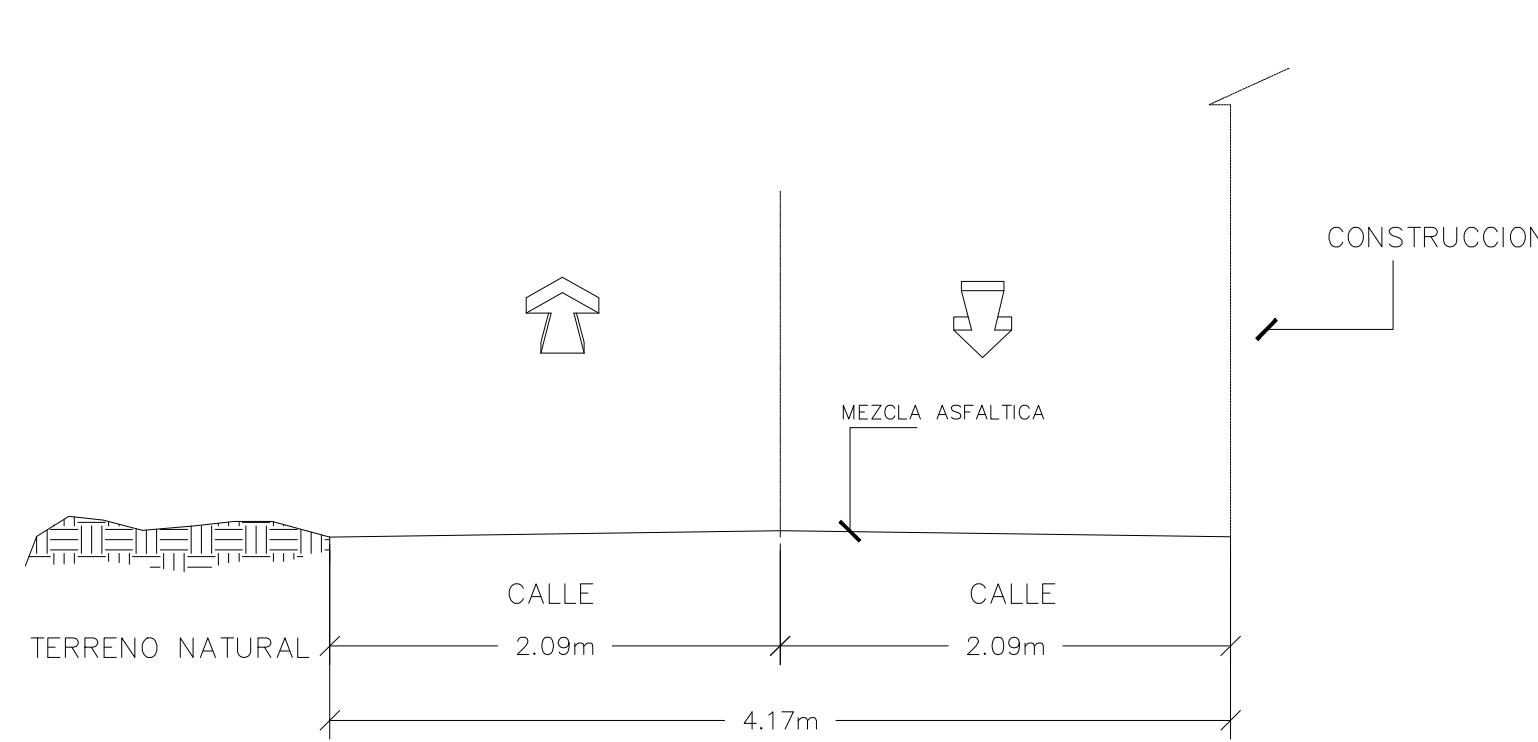
B-B CALLE EXISTENTE DE CONCRETO HIDRAULICO
ESCALA 1:25

SECCION DE CALLE EXISTENTE



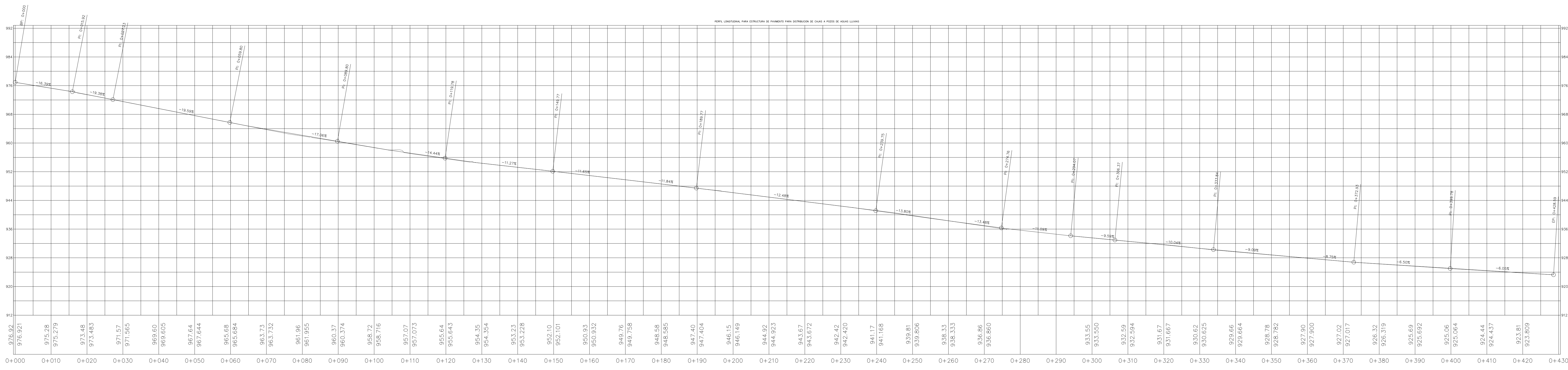
C-C CALLE EXISTENTE DE ADOQUIN
ESCALA 1:25

SECCION DE CALLE EXISTENTE



D-D CALLE MANO DE LEON
ESCALA 1:25

PERFIL LONGITUDINAL DE EJE CALLE

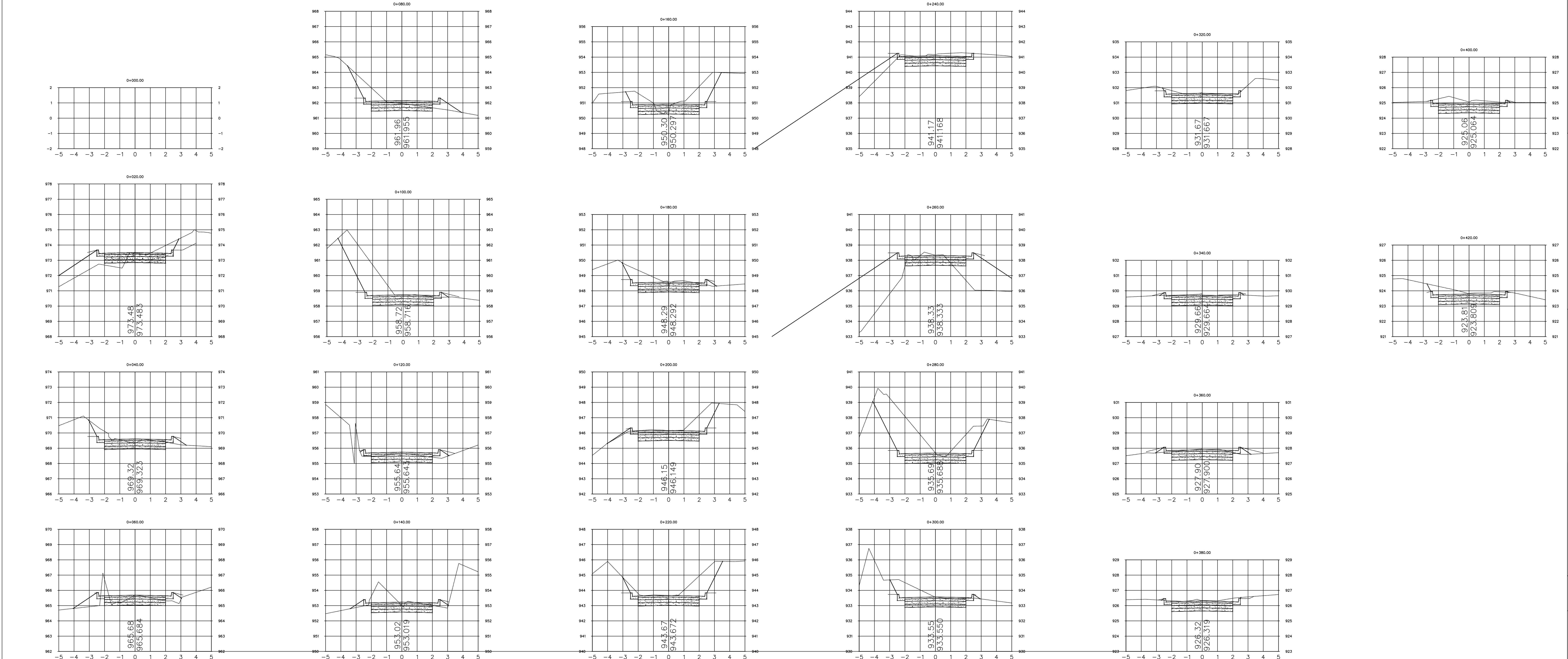




NOTAS GENERALES:

SELLOS:

SECCIONES TRANSVERSALES



PRESENTA: UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA



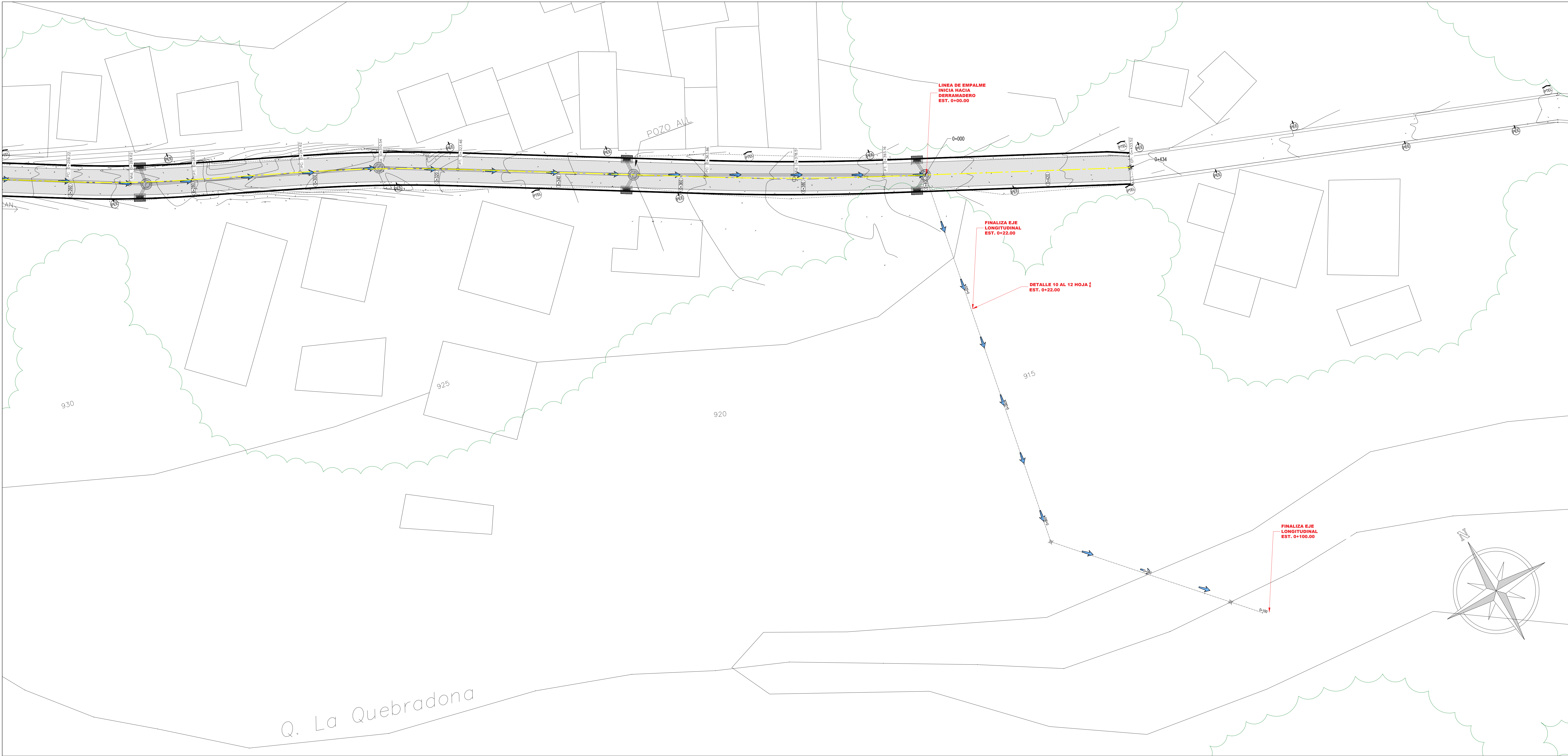
FIRMA Y SELLO:

PROYECTO:
DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHÁNMIICO, SOBRE PROLONGACIÓN ALBERTO MASFERRER NORTE, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR.

CONTENIDO:
PLANTA Y SECCIONES TRANSVERSALES

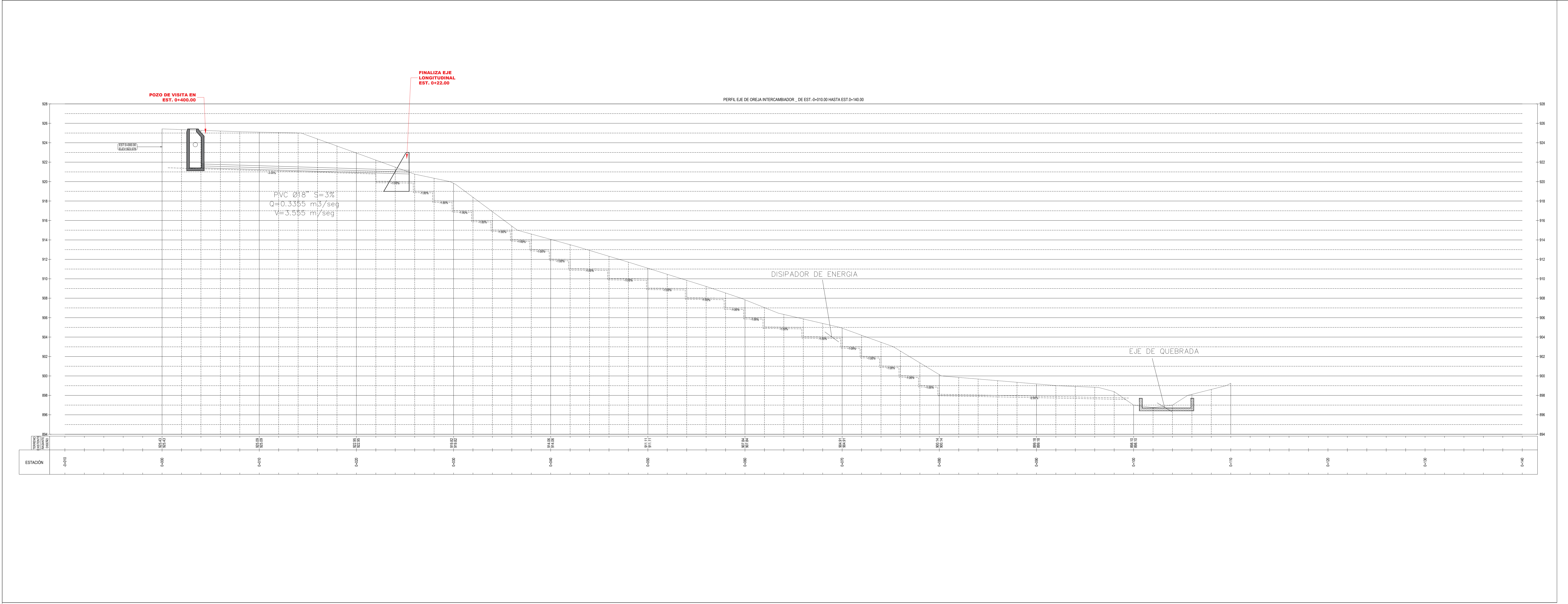
ÁREAS: INDICADAS EN CUADROS	ESCALA: 1:500	Hojas: 2/2
UBICACIÓN: COMUNIDAD CHÁNMIICO, SOBRE PROLONGACIÓN ALBERTO MASFERRER NORTE, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR.	LEVANTADO POR: ESTACION TOTAL	FECHA: ABRIL 2025
MATRICULAS: 60511179-00000	LEVANTO: CARLOS MARROQUIN FERNANDO MARROQUIN MARIO GUARDADO	
UBICACIÓN CATASTRAL: 0609R10 55 Y MAS	OBJETO: CARLOS MARROQUIN	

**ANEXO 10. PLANOS DISEÑO DE SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS DE LA
CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, SAN SALVADOR, SAN
SALVADOR**



NOTAS GENERALES:

SELLOS:



PRESENTA: UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA



FIRMA Y SELLO:

PROYECTO:
DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR.

CONTENIDO:
PLANTA

AREA:
INDICADAS EN CUADROS

ESCALA:
1:500

HORA:
3/5

UBICACION:
COMUNIDAD CHANMICO, SOBRE PROLONGACION ALBERTO MASERRER NORTE, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR.

LEVANTADO CON:
ESTACION TOTAL

FECHA:
ABRIL 2025

MATRICULAS:
60511179-00000

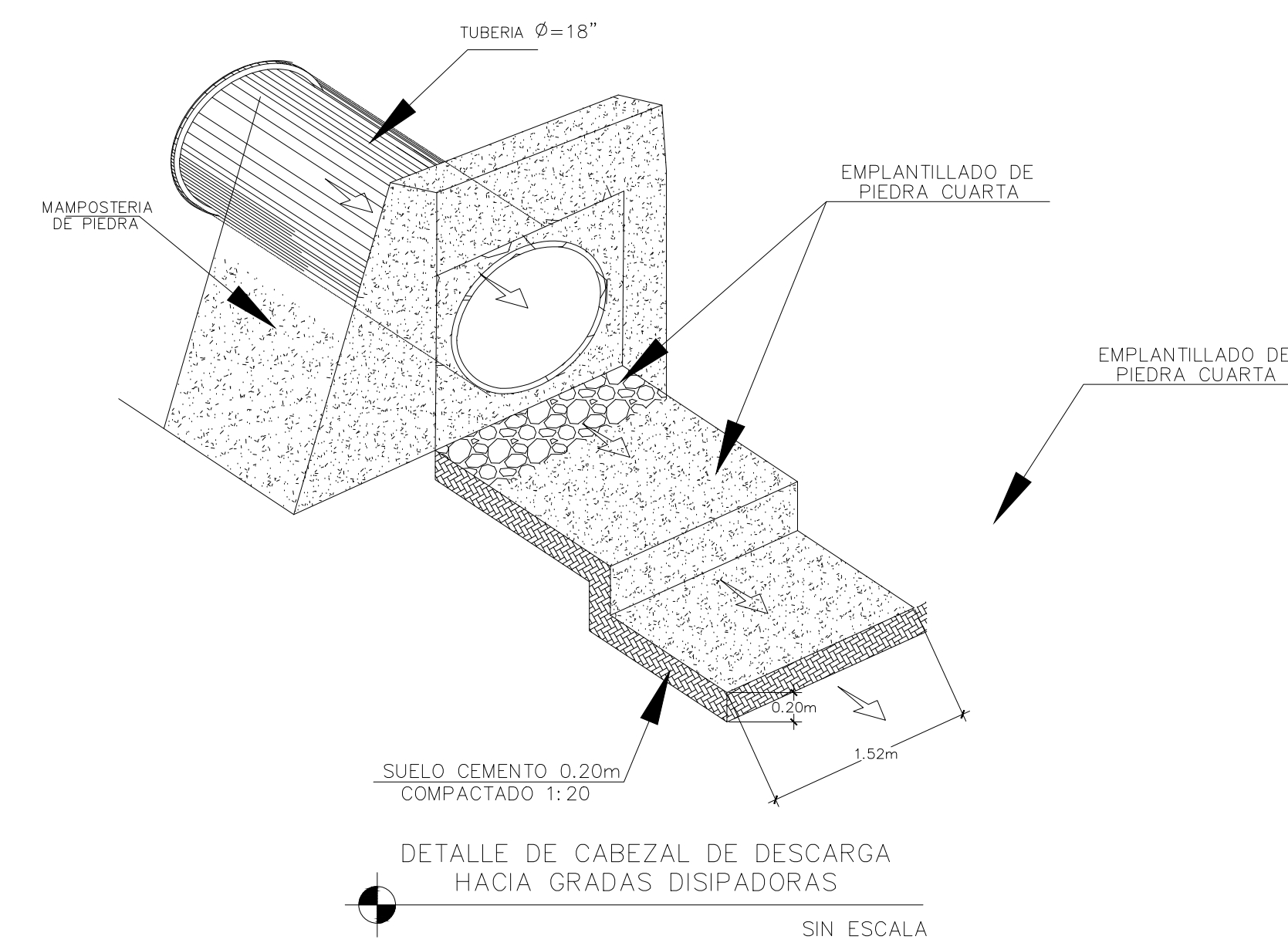
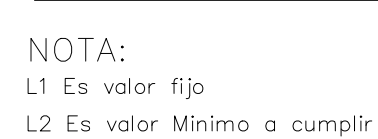
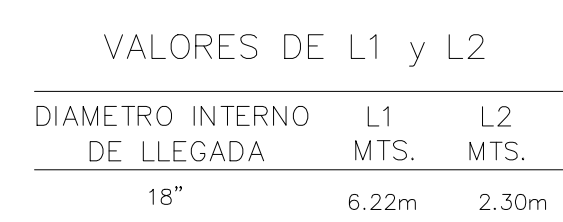
LEVANTO:
CARLOS MARROQUIN FERNANDO MARROQUIN MARIO GUARDADO

UBICACION CATASTRAL:
0609R10 55 Y MAS

DIBUJO:
CARLOS MARROQUIN



NOTAS GENERALES:



PRESENTA: UNIVERSIDAD TECNICA
LATINOAMERICANA



FIRMA Y SELLO:

PROYECTO:

DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL DE LA CALLE PRINCIPAL
DE LA COMUNIDAD CHANNICO,
SAN SALVADOR, SAN SALVADOR.

CONTENIDO: DETALLES

AREAS: INDICADAS EN CUADROS ESCALA: 1:250

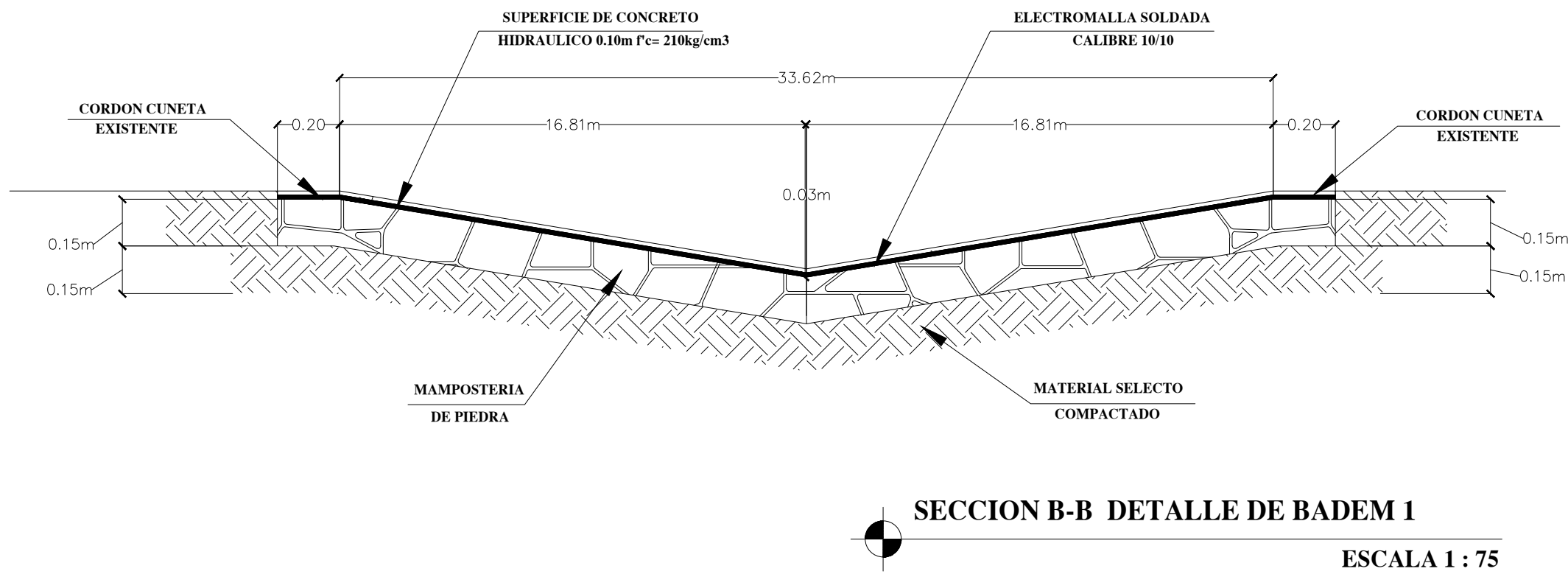
UBICACION:	LEVANTADO CON:
COMUNIDAD CHANMICO, SOBRE PROLONGACION ALBERTO MASFERRER NORTE, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR.	ESTACION TOTAL

MATRICULAS :	LEVANTO :
60511179-00000	CARLOS MARROQUIN FERNANDO MARROQUIN JUAN CARLOS MARROQUIN

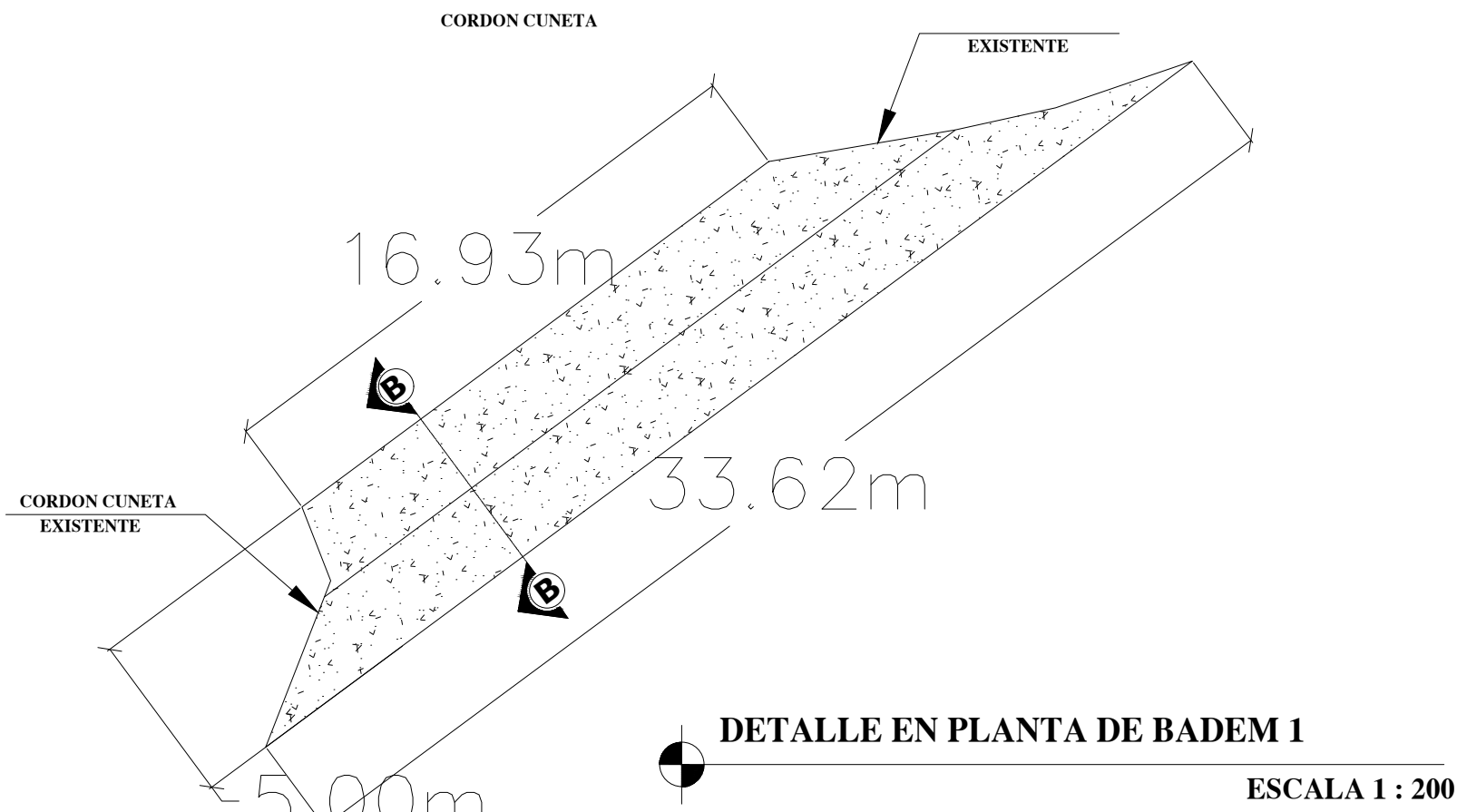
UBICACION CATASTRAL
0609R10 55 Y MAS

DIBUJO:
CARLOS MARROQUI

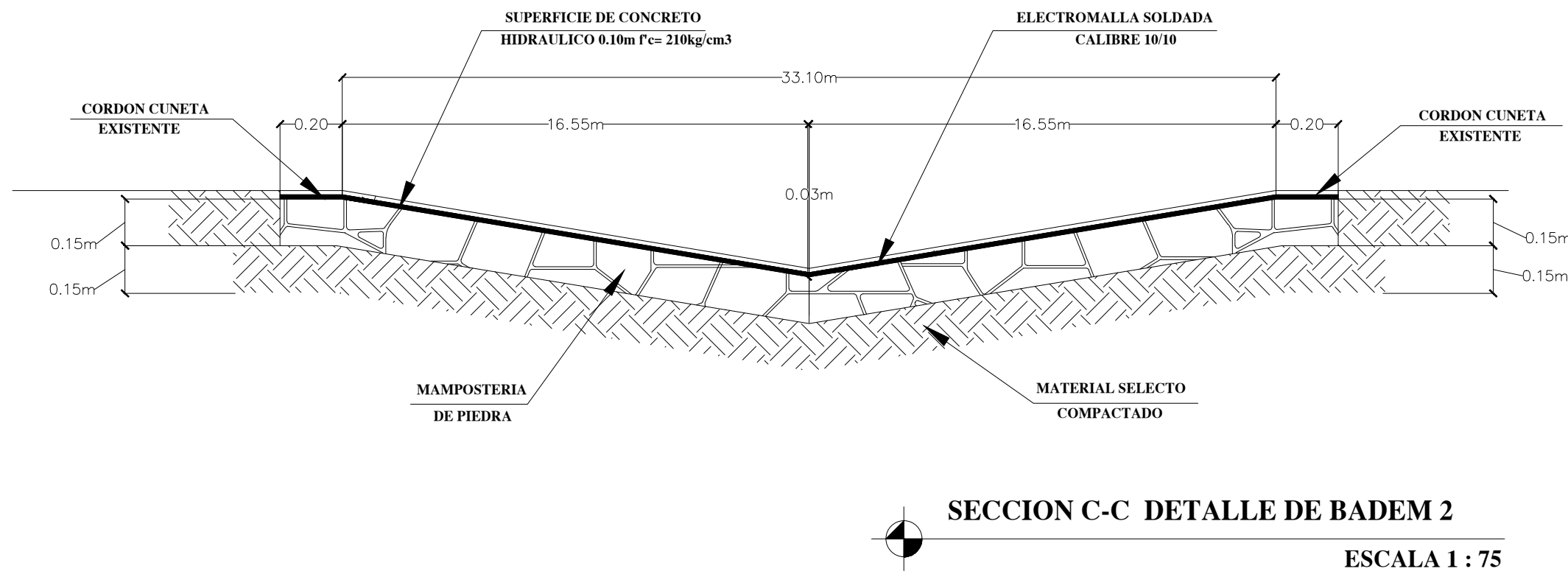
1



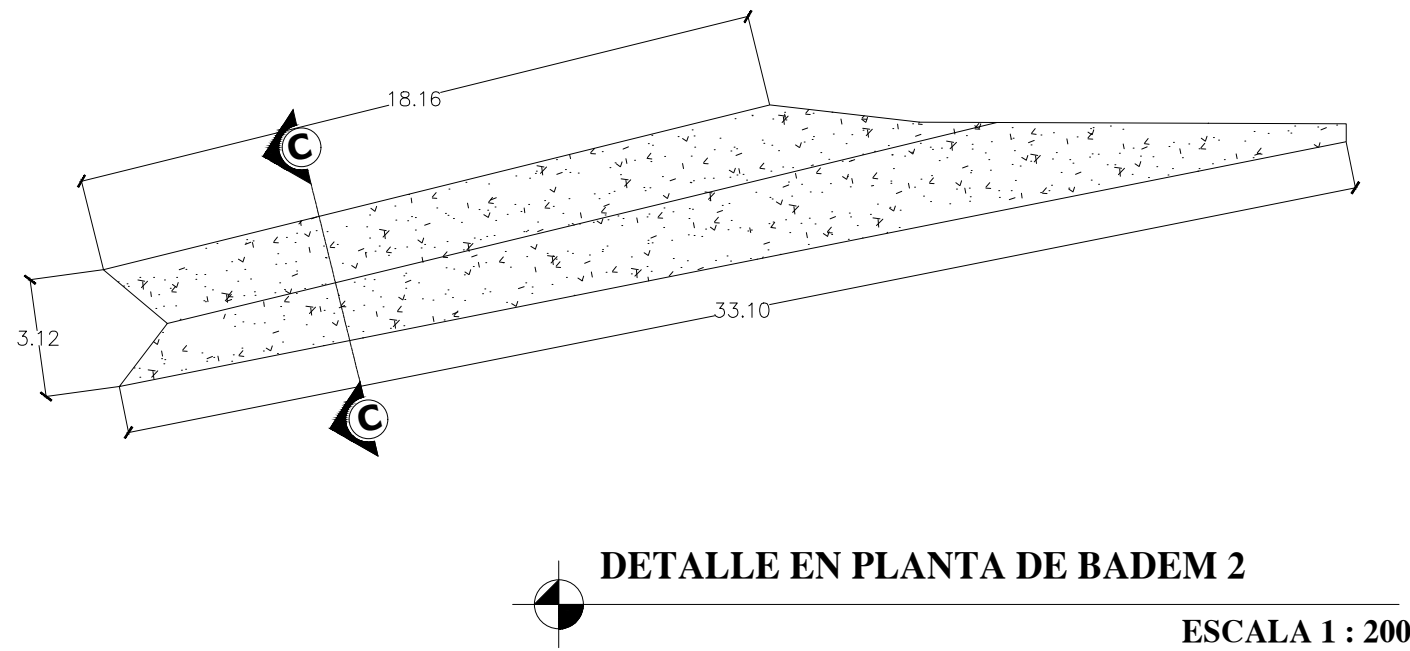
2



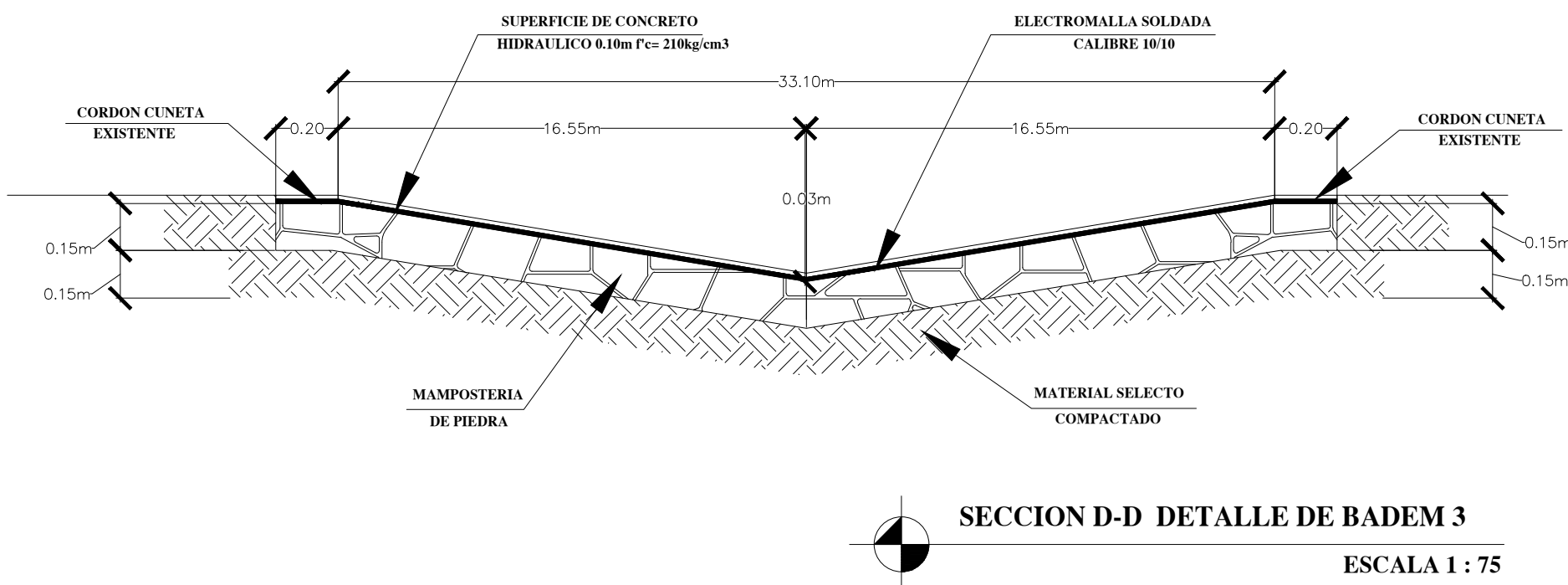
3



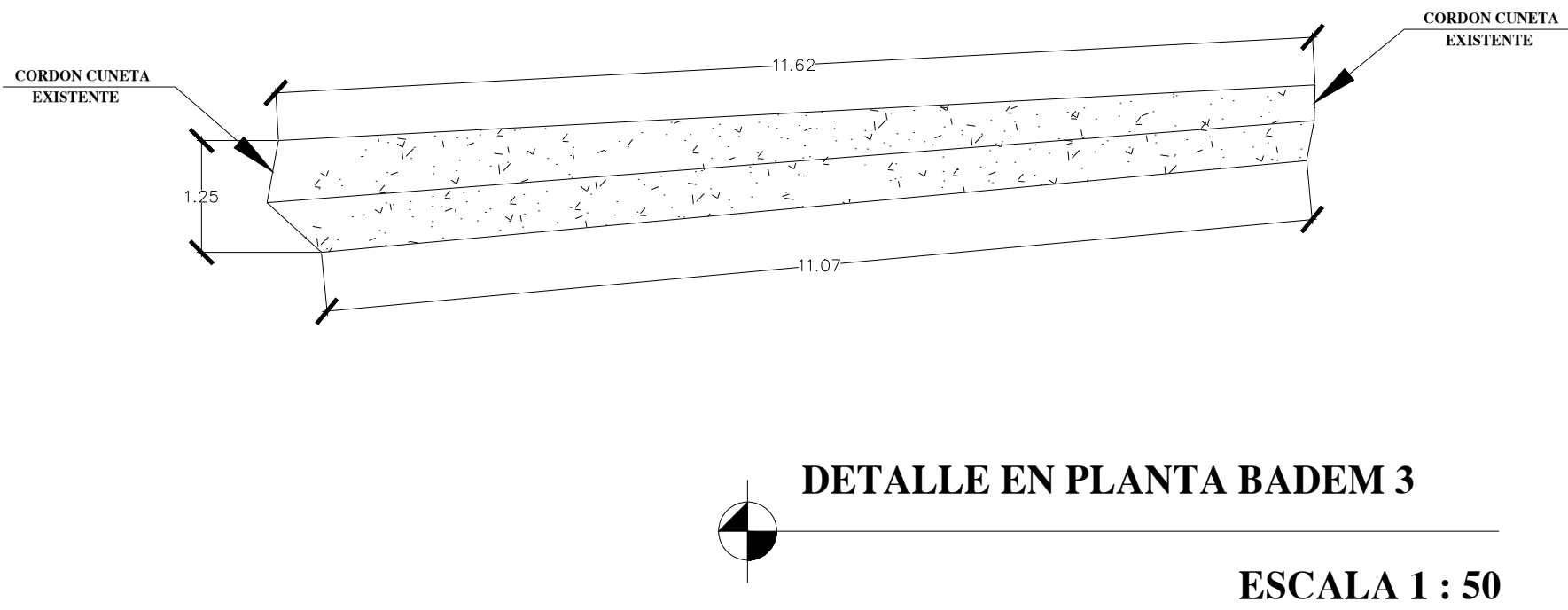
4



5



6



SELLOS:



NOTAS GENERALES:

PRESENTA: UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA



FIRMA Y SELLO:

PROYECTO:
DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR.

CONTENIDO:
DETALLES

AREAS:
INDICADAS EN CUADROS

ESCALA:
1:250

HOJA:
5/5

UBICACION:
COMUNIDAD CHANMICO, SOBRE PROLONGACION ALBERTO MASFERRER NORTE, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR.

LEVANTADO CON:
ESTACION TOTAL

FECHA:
ABRIL 2025

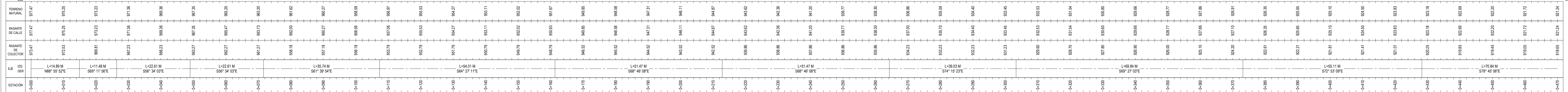
MATRICULAS :
60511179-00000

LEVANTO :
CARLOS MARROQUIN
FERNANDO MARROQUIN
MARIO GUARDADO

UBICACION CATASTRAL:
0609R10 55 Y MAS

DIBUJO:
CARLOS MARROQUIN

**ANEXO 11. PLANOS DISEÑO DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUAS NEGRAS
DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, SAN
SALVADOR, SAN SALVADOR**



SELLOS:



FIRMA Y SELLO:

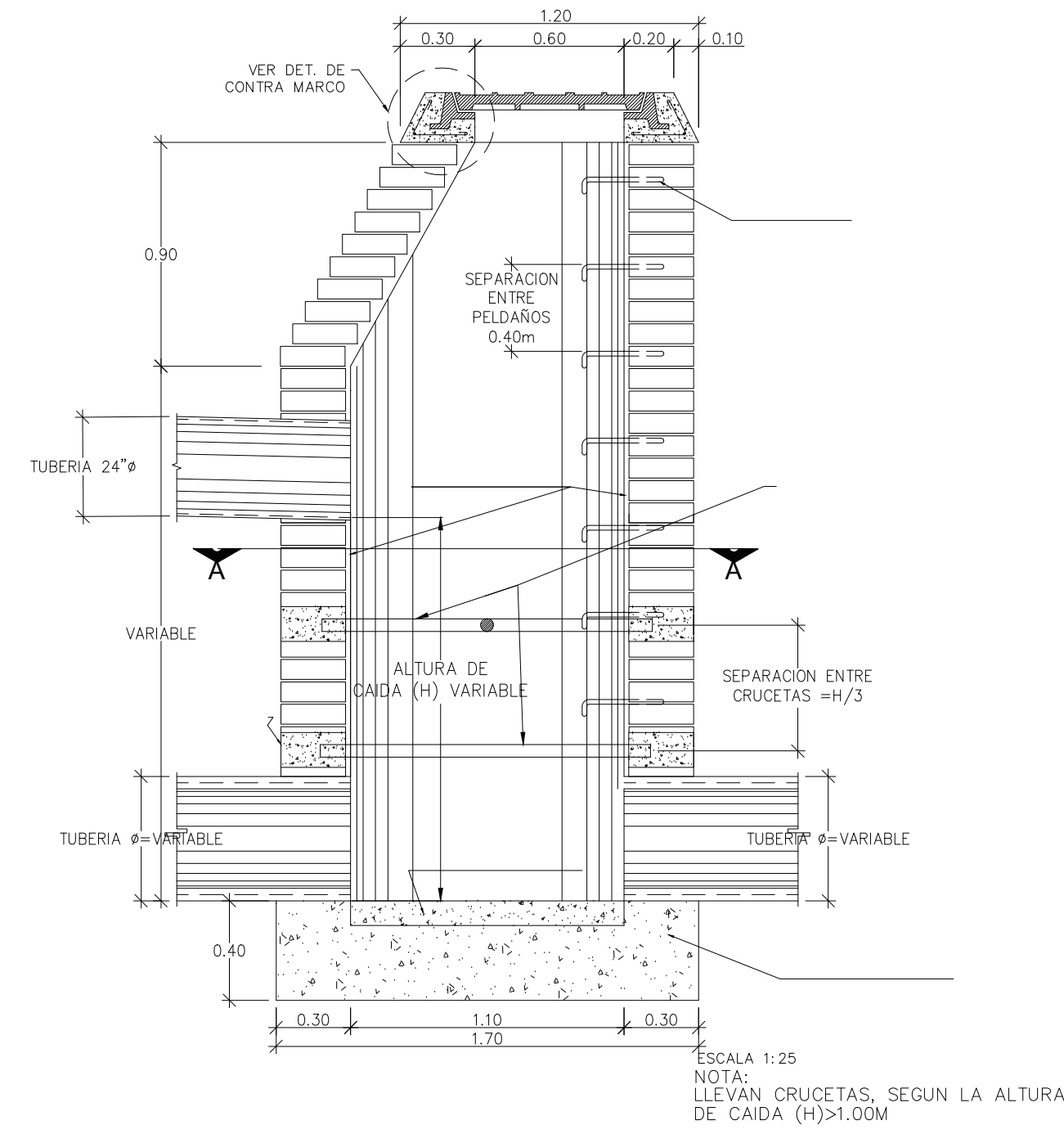
CONTENDO: PLANTA

MATRICULAS :	LEVANTO :
60511179-00000	CARLOS MARROQUIN FERNANDO MARROQUIN MARIO GUARDADO
UBICACION CATASTRAL	DIBUJO:
0609R10 55 Y MAS	CARLOS MARROQUIN

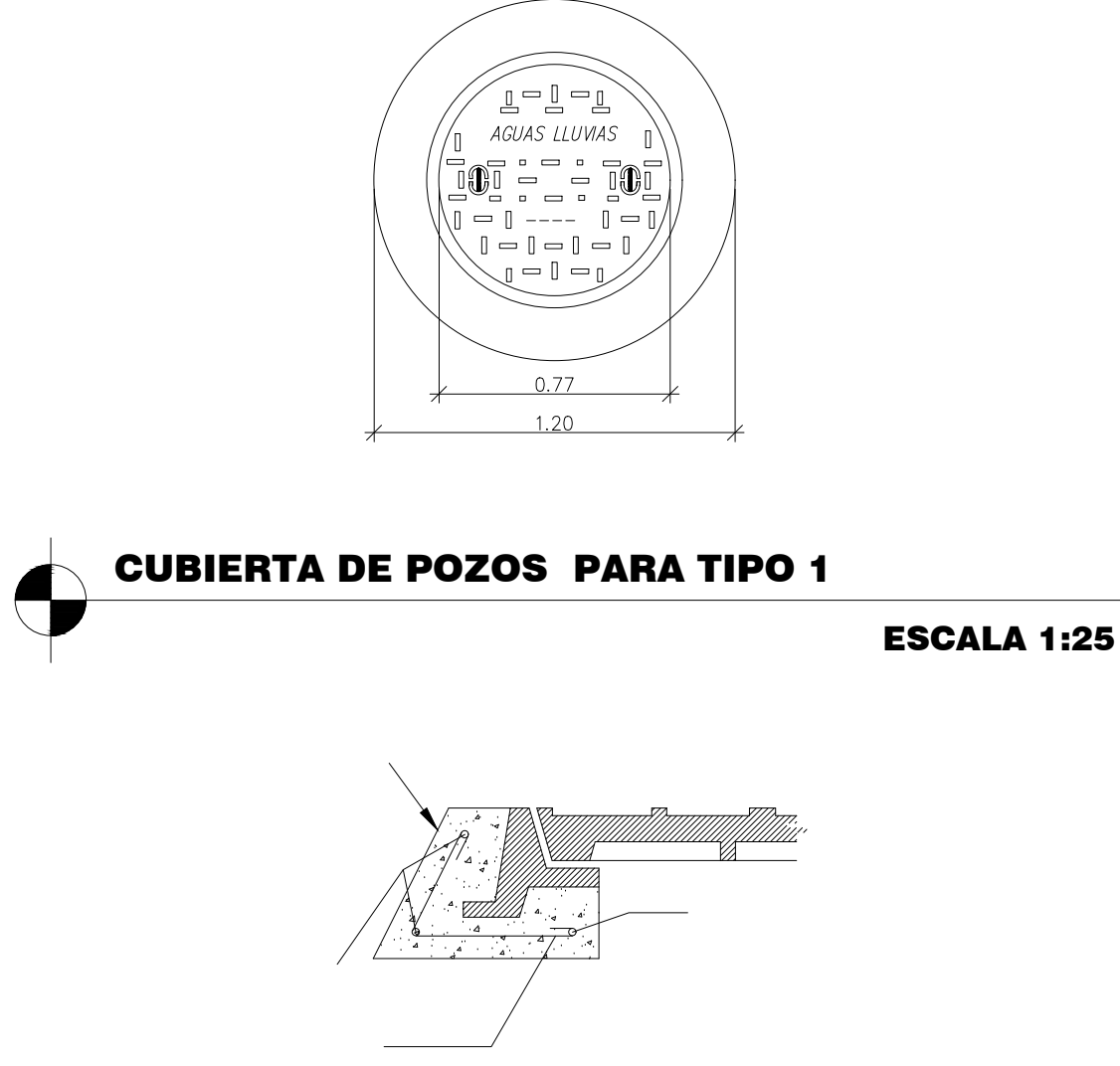


NOTAS GENERALES:

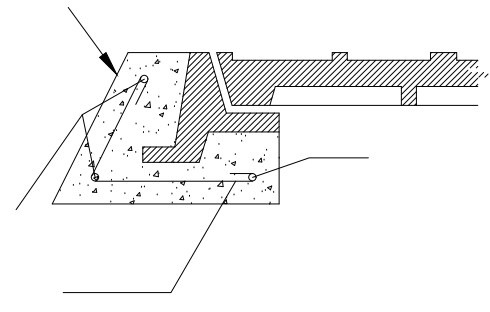
SELLOS:



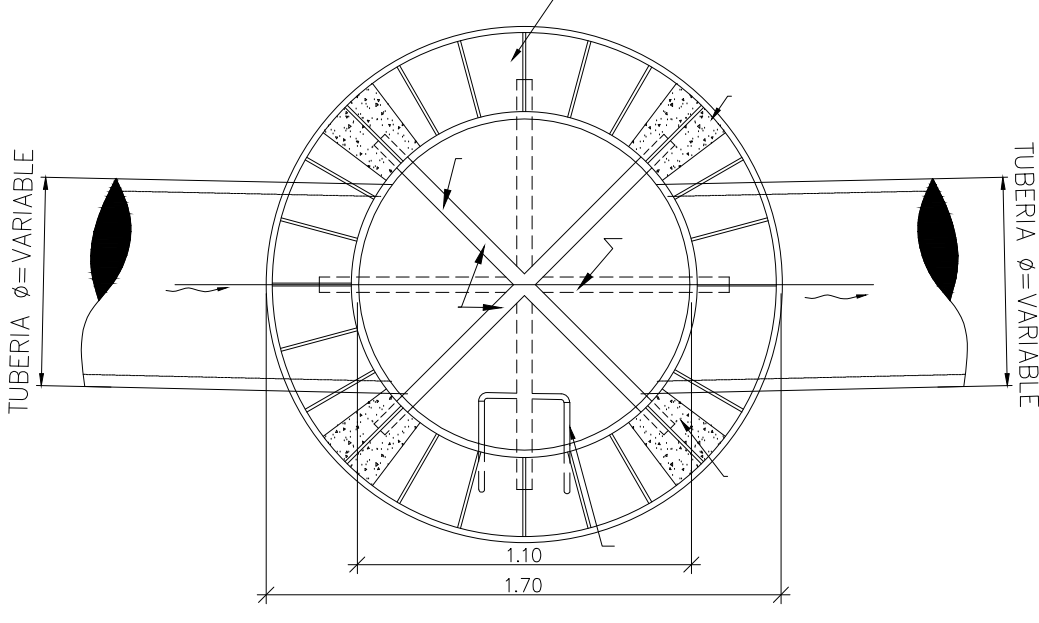
POZO PARA AGUAS NEGRAS TIPO 1
PARA ALTURA DE CAIDAS DESDE 3.00m HASTA 5.00m
ESCALA 1 : 25



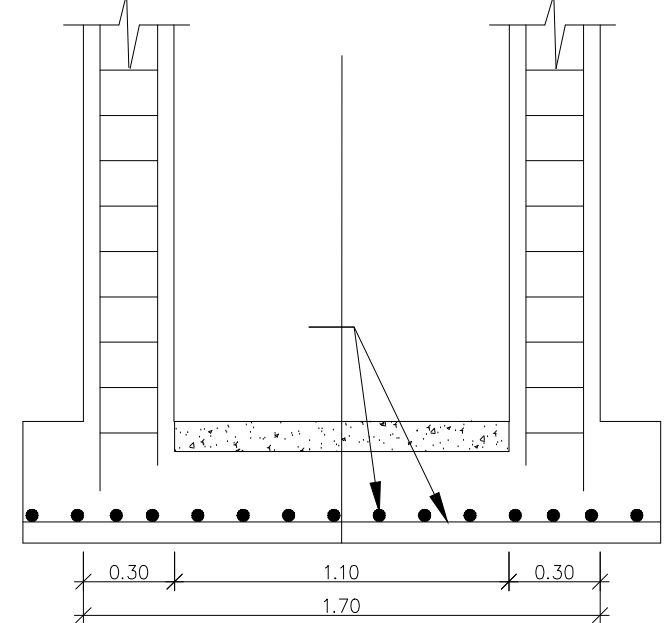
CUBIERTA DE POZOS PARA TIPO 1
ESCALA 1:25



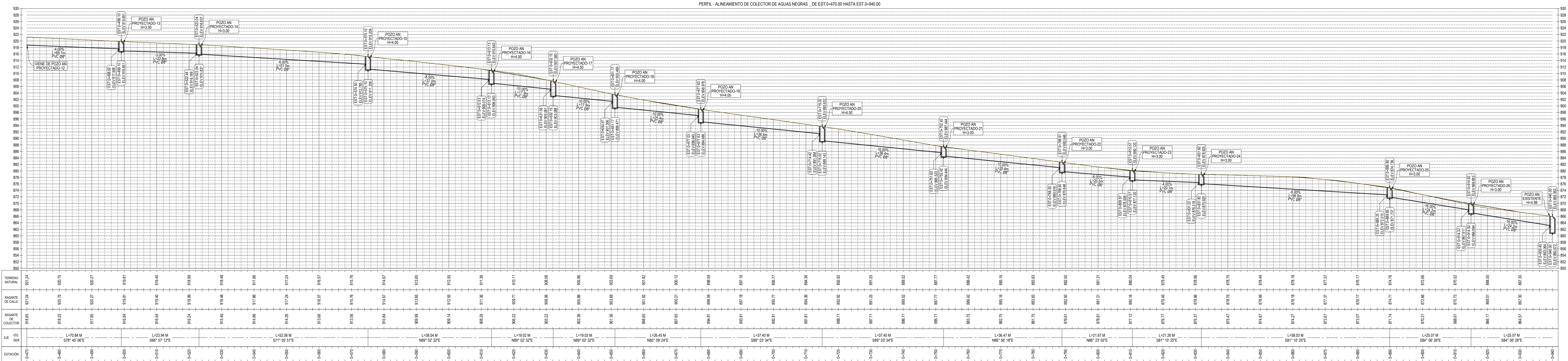
APOYO DE CONTRAMARCO PARA POZO
CON TAPADERA DE HIERRO FUNDIDO
SIN ESCALA



SECCION TRANSVERSAL POZO PARA AGUAS
NEGRAS TIPO 1 CAIDAS MAYORES DE 3.00 M.
ESCALA 1:25



DETALLE LOSA DE POZO
PARA AGUAS LLUVIAS
ESCALA 1:25



PRESENTA: UNIVERSIDAD TECNICA
LATINOAMERICANA



FIRMA Y SELLO:

PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE DE AGUAS NEGRAS DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR.			
CONTENIDO: PLANTA			
AREAS: INDICADAS EN CUADROS	ESCALA: 1:500	HOJA: 2/3	
UBICACION: COMUNIDAD CHANMICO, SOBRE PROLONGACION ALBERTO MASFERRER NORTE, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR.	LEVANTADO CON: ESTACION TOTAL	FECHA: ABRIL 2025	
MATERIAS: 60511179-00000	LEVANTO: CARLOS MARROQUIN FERNANDO MARROQUIN MARIO GUARDADO	DIBUJO: CARLOS MARROQUIN	

CUADRO DE CÁLCULO Y
DIMENSIONAMIENTO DE COLECTOR

Areas de aporte										
Estación	Pozo	viviendas	Caudal (Q)				Diametro Propuesto (m)	Diametro (plg)	Tirante Hidraulico (m)	Trabajo (%)
			Población Parcial	Parcial	Acumulado (l/s)	Acumulado (m3/s)				
0+000	1	1	13	0.06	0.063683544	0.0001	0.152	6	0.0043	3%
0+014.89	2	2	26	0.13	0.191050633	0.000191	0.152	6	0.0058	4%
0+026.37	3	1	13	0.06	0.254734177	0.000255	0.152	6	0.0066	4%
0+048.99	4	1	13	0.06	0.318417722	0.000318	0.152	6	0.0073	5%
0+071.60	5	2	26	0.13	0.44578481	0.000446	0.152	6	0.0086	6%
0+107.33	6	2	26	0.13	0.573151899	0.000573	0.152	6	0.0096	6%
0+161.34	7	2	26	0.13	0.700518987	0.000701	0.152	6	0.0106	7%
0+212.81	8	2	26	0.13	0.827886076	0.000828	0.152	6	0.0115	8%
0+264.28	9	3	39	0.19	1.018936709	0.001019	0.152	6	0.0126	8%
0+303.31	10	4	51	0.25	1.268772152	0.001269	0.152	6	0.0144	9%
0+373.15	11	1	13	0.06	1.332455696	0.001332	0.152	6	0.0178	12%
0+428.26	12	3	39	0.19	1.523506329	0.001524	0.203	8	0.0176	9%
0+499.10	13	2	26	0.13	1.650873418	0.001651	0.203	8	0.0196	10%
0+523.04	14	4	52	0.25	1.905607595	0.001906	0.203	8	0.0178	9%
0+575.10	15	3	39	0.19	2.096658228	0.002097	0.203	8	0.0171	8%
0+613.13	16	5	63	0.31	2.405278481	0.002405	0.203	8	0.0176	9%
0+632.15	17	3	39	0.19	2.596329114	0.002596	0.203	8	0.0182	9%
0+651.17	18	2	26	0.13	2.723696203	0.002724	0.203	8	0.0187	9%
0+677.63	19	3	39	0.19	2.914746835	0.002915	0.203	8	0.0193	9%
0+715.02	20	2	26	0.13	3.042113924	0.003042	0.203	8	0.0197	10%
0+752.42	21	2	26	0.13	3.169481013	0.003169	0.203	8	0.0200	10%
0+789.91	22	4	52	0.25	3.42421519	0.003424	0.203	8	0.0213	10%
0+810.57	23	3	39	0.19	3.615265823	0.003615	0.203	8	0.0266	13%
0+831.82	24	4	52	0.25	3.87	0.003870	0.203	8	0.0249	12%
0+889.85	25			0.00	3.87	0.003870	0.203	8	0.0197	10%
0+914.92	26			0.00	3.87	0.003870	0.203	8	0.0197	10%
0+940.00	27			0.00	3.87	0.003870	0.203	8	0.0197	10%

IDENTIFICACION	TRAMO		DATOS DE POZOS						ELEVACIONES DE ALCANTARILLA		Dif. Niveles [m.]	Long. [m.]	Pend [%]	Q _{Diseño}		Diámetro		MATERIAL	n de Manning	CONDICIÓN PARCIALMENTE LLENO							CONDICIÓN LLENA		Q _{DISEÑO} /Q _{LLENO}
			ELEVACIÓN DE TAPADERA		ELEVACIÓN DE FONDO		ALTURA TOTAL	INICIAL						FINAL	m³/s					lts/s	Pulg.	metros	TIRANTE Y [m.]	Y/D	TETA [rad]	ÁREA HIDRÁULICA [m2]	PERÍMETRO MOJADO [m]	RADIO HIDRÁULICO [m]	
	ESTACION	DESDE	HASTA	INICIAL	FINAL	INICIAL			FINAL	INICIAL						FINAL													
0+000	Pozo 1	Pozo 2	977.475	974.26	973.475	970.262	4.00	4.00	973.475	972.106	1.369	13.80	10	0.000064	0.064	6	0.152	Polietileno	0.009	0.0043	0.03	2.8040	0.0001	0.0514	0.0028	0.700	0.072	2.813	0.09
0+014.89	Pozo 2	Pozo 3	974.26	972.037	970.262	967.536	4.00	4.50	970.262	969.234	1.028	10.30	10	0.000191	0.191	6	0.152	Polietileno	0.009	0.0058	0.03806	2.7489	0.0002	0.0598	0.0038	0.854	0.073	2.813	0.26
0+026.37	Pozo 3	Pozo 4	972.037	967.556	967.536	963.311	4.50	4.25	967.536	965.395	2.141	21.50	10	0.000255	0.255	6	0.152	Polietileno	0.009	0.0066	0.04331	2.7223	0.0003	0.0639	0.0043	0.928	0.072	2.813	0.35
0+048.99	Pozo 4	Pozo 5	967.556	963.457	963.311	958.957	4.25	4.50	963.311	961.169	2.142	21.50	10	0.000318	0.318	6	0.152	Polietileno	0.009	0.0073	0.0479	2.7003	0.0003	0.0673	0.0048	0.992	0.072	2.813	0.44
0+071.60	Pozo 5	Pozo 6	963.457	957.466	958.957	954.00	4.50	3.47	958.957	955.504	3.453	34.70	10	0.000446	0.446	6	0.152	Polietileno	0.009	0.0086	0.05643	2.6619	0.0004	0.0731	0.0056	1.103	0.072	2.813	0.62
0+107.33	Pozo 6	Pozo 7	957.466	950.786	954.00	947.324	3.47	3.46	954.00	948.719	5.281	53.10	10	0.000573	0.573	6	0.152	Polietileno	0.009	0.0096	0.06299	2.6342	0.00048	0.0773	0.00621	1.184	0.072	2.813	0.79
0+161.34	Pozo 7	Pozo 8	950.786	944.520	947.324	940.52	3.46	4.00	947.324	942.297	5.027	50.50	10	0.000701	0.701	6	0.152	Polietileno	0.009	0.0106	0.06955	2.6078	0.00056	0.0813	0.00683	1.262	0.072	2.813	0.97
0+212.81	Pozo 8	Pozo 9	944.52	937.744	940.52	934.744	4.00	3.00	940.52	935.492	5.028	50.50	10	0.000828	0.828	6	0.152	Polietileno	0.009	0.0115	0.07546	2.5850	0.00063	0.0848	0.00739	1.331	0.072	2.813	1.14
0+264.28	Pozo 9	Pozo 10	937.744	933.143	934.744	930.143	3.00	3.00	934.744	930.961	3.783	38.00	10	0.001019	1.019	6	0.152	Polietileno	0.009	0.0126	0.08268	2.5583	0.00072	0.0889	0.00807	1.411	0.072	2.813	1.41
0+303.31	Pozo 10	Pozo 11	933.143	926.863	930.143	922.863	3.00	4.00	930.143	923.965	6.178	68.90	9	0.001269	1.269	6	0.152	Polietileno	0.009	0.0144	0.09449	2.5167	0.00087	0.0952	0.00917	1.458	0.069	2.813	1.85
0+373.15	Pozo 11	Pozo 12	926.863	923.292	922.863	920.292	4.00	3.00	922.863	920.707	2.156	54.00	4	0.001332	1.332	6	0.152	Polietileno	0.009	0.0178	0.1168	2.4440	0.00119	0.1063	0.01121	1.112	0.046	2.813	2.91
0+428.26	Pozo 12	Pozo 13	923.292	919.851	920.292	916.851	3.00	3.00	920.292	917.506	2.786	69.70	4	0.001524	1.524	8	0.203	Polietileno	0.009	0.0176	0.08661	2.5441	0.00137	0.1214	0.01125	1.115	0.099	3.408	1.54
0+499.10	Pozo 13	Pozo 14	919.851	918.837	916.851	915.837	3.00	3.00	916.851	916.169	0.682	22.80	3	0.001651	1.651	8	0.203	Polietileno	0.009	0.0196	0.09646	2.5100	0.00160	0.1283	0.01247	1.033	0.085	3.408	1.93
0+523.04	Pozo 14	Pozo 15	918.837	915.206	915.837	911.206	3.00	4.00	915.837	912.785	3.052	51.00	6	0.001906	1.906	8	0.203	Polietileno	0.009	0.0178	0.0876	2.5407	0.00139	0.1221	0.01137	1.375	0.121	3.408	1.58
0+575.10	Pozo 15	Pozo 16	915.206	910.843	911.206	906.843	4.00	4.00	911.206	908.074	3.132	37.00	8.5	0.002097	2.097	8	0.203	Polietileno	0.009	0.0171	0.08415	2.5529	0.00131	0.1196	0.01095	1.594	0.144	3.408	1.46
0+613.13	Pozo 16	Pozo 17	910.843	907.583	906.843	903.088	4.00	4.50	906.843	905.061	1.782	17.90	10	0.002405	2.405	8	0.203	Polietileno	0.009	0.0176	0.08661	2.5441	0.00137	0.1214	0.01125	1.760	0.156	3.408	1.54
0+632.15	Pozo 17	Pozo 18	907.583	903.469	903.088	899.471	4.50	4.00	903.088	901.306	1.782	17.90	10	0.002596	2.596	8	0.203	Polietileno	0.009	0.0182	0.08957	2.5337	0.00144	0.1235	0.01162	1.798	0.156	3.408	1.66
0+651.17	Pozo 18	Pozo 19	903.469	898.978	899.471	894.986	4.00	3.99	899.471	896.945	2.526	25.40	10	0.002724	2.724	8	0.203	Polietileno	0.009	0.0187	0.09203	2.5252	0.00149	0.1253	0.01192	1.829	0.156	3.408	1.75
0+677.63	Pozo 19	Pozo 20	898.978	893.632	894.986	889.143	3.99	4.5	894.986	891.388	3.598	36.40	10	0.002915	2.915	8	0.203	Polietileno	0.009	0.0193	0.09498	2.5150	0.00156	0.1273	0.01229	1.860	0.155	3.408	1.88
0+715.02	Pozo 20	Pozo 21	893.632	887.444	889.143	884.444	4.49	3.00	889.143	885.523	3.62	36.40	10	0.003042	3.042	8	0.203	Polietileno	0.009	0.0197	0.09695	2.5083	0.00161	0.1287	0.01253	1.890	0.156	3.408	1.95
0+752.42	Pozo 21	Pozo 22	887.444	882.646	884.444	879.646	3.00	3.00	884.444	880.916	3.528	35.40	10	0.003169	3.169	8	0.203	Polietileno	0.009	0.02	0.09843	2.5034	0.00165	0.1297	0.01271	1.911	0.156	3.408	2.03
0+789.91	Pozo 22	Pozo 23	882.646	880.12	879.646	877.12	3.00	3.00	879.646	878.008	1.638	20.50	8	0.003424	3.424	8	0.203	Polietileno	0.009	0.0213	0.10482	2.4822	0.00181	0.1340	0.01350	1.780	0.140	3.408	2.45
0+810.57	Pozo 23	Pozo 24	880.12	878.925	877.12	875.925	3.00	3.00	877.12	876.318	0.802	20.10	4	0.003615	3.615	8	0.203	Polietileno	0.009	0.0266	0.13091	2.4012	0.00250	0.1505	0.01663	1.446	0.099	3.408	3.66
0+831.82	Pozo 24	Pozo 25	878.925	874.736	875.925	871.737	3.00	3.00	875.925	872.515	3.41	56.90	6	0.003870	3.870	8	0.203	Polietileno	0.009	0.0249	0.12254	2.4263	0.00227	0.1453	0.01564	1.701	0.121	3.408	3.20
0+889.85	Pozo 25	Pozo 26	874.736	869.883	871.737	866.884	3.00	3.00	871.737	867.917	3.82	24.20	16	0.003870	3.870	8	0.203	Polietileno	0.009	0.0197	0.09695	2.5083	0.00161	0.1287	0.01253	2.382	0.196	3.408	1.97
0+914.92	Pozo 26	Pozo 27	869.883	865.952	866.884	860.972	3.00	4.98	866.884	863.064	3.82	24.20	16	0.003870	3.870	8	0.203	Polietileno	0.009	0.0197	0.09695	2.5083	0.00161	0.1287	0.01253	2.382	0.196	3.408	1.97

**ANEXO 12 PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION DE PAVIMENTO, SISTEMA DE
DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS Y SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS
NEGRAS**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS SIN IVA

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No 1: OBRAS GENERALES

PRODUCCION 1
DIARIA:
UNIDAD: SG
CANTIDAD 1
ANALIZADA:

ITEM No.: 1.1 INSTALACIONES PROVISIONALES

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Cuartón	u 4 varas	30	\$ 8.45	\$ 253.50
Costanera pino rústico 2x2 plg x 3 vara	u 4 varas	25	\$ 4.33	\$ 108.25
Clavo para concreto 3.5mm x 2"	u	100	\$ 0.06	\$ 6.00
Clavo cabeza 2-1/2"	lb	5	\$ 0.81	\$ 4.05
Martillo	u	0.5	\$ 6.59	\$ 3.30
Almódana 4lb	u	0.5	\$ 7.52	\$ 3.76
Lamina galvanizada troquelada de 5M	u	44	\$ 13.65	\$ 600.60
Alambre de amarre	lb	20	\$ 1.25	\$ 25.00
Hilo Nylon para trazo	u	2	\$ 2.00	\$ 4.00
SUB - TOTAL:				\$ 1,008.46

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO/DIA	SUB TOTAL
1 Albañil	\$ 17.27	\$ 4.66	\$ 21.93	1.0	\$ 21.93
4 Auxiliar	\$ 15.38	\$ 4.15	\$ 19.53	1.0	\$ 78.13
SUB - TOTAL:					\$ 100.06

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Pulidora de 9"	Mecanica	1	1.68	\$ 5.00	\$ 8.40
Sierra circular	Mecanica	1	1.68	\$ 4.00	\$ 6.72
Andamio	Manual	3	1.5	\$ 7.00	\$ 10.50
Herramientas varias	Manual	2	3	\$ 1.20	\$ 3.60
SUB - TOTAL:					\$ 25.62

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Arrendamiento de sanitarios portátiles (3 meses)	U	6	\$ 1,200.00	\$ 7,200.00
SUB - TOTAL:				\$ 7,200.00

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 8,334.14
--------------------------------	-------------

f. _____

FECHA:

Junio, 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No. 1: OBRA GENERALES

PRODUCCION 1
DIARIA:
UNIDAD: SG
CANTIDAD 1
ANALIZADA:

ITEM No.: 1.2 SEGURIDAD OCUPACIONAL

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Chalecos reflectivos	u	50	\$ 3.10	\$ 154.87
Mascarillas	u	200	\$ 0.88	\$ 176.99
Hidratación	u	200	\$ 2.21	\$ 442.48
Conos	u	50	\$ 25.66	\$ 1,283.19
Cinta precaución	rollo	30	\$ 7.52	\$ 225.66
Botiquin primeros auxilios	u	1	\$ 150.00	\$ 150.00
Señalización provisional	u	1	\$ 80.00	\$ 80.00
SUB - TOTAL:				\$ 2,513.19

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
2 Auxiliares	\$ 15.38	\$ 4.15	\$ 19.53	0.50	\$ 1,757.93
SUB - TOTAL:					\$ 1,757.93

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$ -

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				

COSTO UNITARIO = A + B + C + D \$ 4,271.12

f. _____

FECHA: Junio, 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 2 PAVIMENTOS

PRODUCCION 500
DIARIA:
UNIDAD: M2
CANTIDAD 1
ANALIZADA:

ITEM No.: 2.1 TRAZO Y NIVELACION

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Costanera de madera de pino	varas	0.06	\$ 0.46	\$ 0.03
Regla pacha de madera de pino	varas	0.07	\$ 0.35	\$ 0.02
Clavo con cabeza 2 1/2"	libra	0.01	\$ 0.45	\$ 0.01
Alambre de amarre	lb	0.01	\$ 1.25	\$ 0.01
Hilo Nylon para trazo	u	0.02	\$ 1.75	\$ 0.04
SUB - TOTAL:				\$ 0.11

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1 Albañil	\$ 17.27	\$ 4.66	\$ 21.93	0.002	\$ 0.04
1 Auxiliar	\$ 15.38	\$ 4.15	\$ 19.53	0.002	\$ 0.04
SUB - TOTAL:					\$ 0.08

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIA	SUB TOTAL
Herramientas varias	Manual	2	0.002	\$ 3.00	\$ 0.01
SUB - TOTAL:					\$ 0.01

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Topografia para construccion (Incluye cuadrilla)	u	1	\$ 0.20	\$ 0.20
SUB - TOTAL:				\$ 0.20

COSTO UNITARIO = A + B + C + D \$ 0.40

f. _____

FECHA: Junio, 2025

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 2 PAVIMENTOS

PRODUCCION 400
DIARIA:
UNIDAD: M3
CANTIDAD 1
ANALIZADA:

ITEM No.: 2.2 REMOCION DE MATERIAL DE SUB BASE Y MEJORAMIENTO, e=20CM

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1 Auxiliar	\$ 15.38	\$ 4.15	\$ 19.53	0.003	\$ 0.05
SUB - TOTAL:					\$ 0.05

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIA	SUB TOTAL
Matoniveladora (Incluye operador)	Maquinaria	1	0.003	\$ 371.00	\$ 0.93
Herramientas varias	Manual	1	0.003	\$ 3.00	\$ 0.01
Rodo Vibratorio (Incluye operador)	Maquinaria	1	0.003	\$ 300.00	\$ 0.75
SUB - TOTAL:					\$ 1.69

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 1.74
--------------------------------	---------

f. _____

FECHA: Junio, 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 2 PAVIMENTOS

PRODUCCION 500
DIARIA:
UNIDAD: M3
CANTIDAD 1
ANALIZADA:

ITEM No.: 2.3 DESALOJO DE MATERIAL

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$ -

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIA	SUB TOTAL
Cargador frontal de llanta (Incluye operador)	Maquinaria	1	0.002	\$ 345.00	\$ 0.69
Camion de volteo (Incluye motorista)	Maquinaria	1	0.002	\$ 300.00	\$ 0.60
SUB - TOTAL:					\$ 1.29

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 1.29
--------------------------------	---------

f. _____

FECHA: Junio, 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 2 PAVIMENTOS

PRODUCCION 600
DIARIA:
UNIDAD: M3
CANTIDAD 1
ANALIZADA:

ITEM No.: 2.4 RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO 20:1 e=0.15M

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Material selecto (Puesto en el lugar)	m3	1.10	\$ 13.00	\$ 14.30
Cemento gris corriente. Tipo I Portland	Bolsa	0.50	\$ 9.30	\$ 4.65
Agua potable trasladada en pipa	Lts	50.00	\$ 0.010	\$ 0.50
SUB - TOTAL:				\$ 19.45

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1 Auxiliar	\$ 15.38	\$ 4.15	\$ 19.53	0.0017	\$ 0.03
SUB - TOTAL:					\$ 0.03

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Motor niveladora (Incluye operador)	Maquinaria	1	0.0017	\$ 371.00	\$ 0.62
Rodo Vibratorio (Incluye operador)	Maquinaria	1	0.0017	\$ 287.00	\$ 0.48
Cargador frontal de llanta (Incluye operador)	Maquinaria	1	0.0017	\$ 343.00	\$ 0.57
SUB - TOTAL:					\$ 1.67

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 21.15
--------------------------------	----------

f. _____

FECHA: Junio, 2025

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS SIN IVA

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 2 PAVIMENTOS

PRODUCCION 8
DIARIA:
UNIDAD: m3
CANTIDAD 1
ANALIZADA:

ITEM No.: 2.5 BADEN CONCRETO f'c=210KG/CM2, e=10CM x 0.50m DE ANCHO CON BASE DE PIEDRA

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Cemento fuerte Tipo I Portland	bolsa	9.80	\$ 9.30	\$ 91.14
Arena puesta en el lugar	m3	0.55	\$ 34.24	\$ 18.83
Grava # 1 puesta en el lugar	m3	0.55	\$ 46.01	\$ 25.31
Agua potable trasladada en pipa	lts	227.00	\$ 0.05	\$ 11.35
Aditivo para concreto sika antisol	gl.	0.1	\$ 13.90	\$ 1.39
Costanera de pino 2"x2" 3V	varas	0.80	\$ 0.75	\$ 0.60
Regla pacha de pino 1"x3" 3V	varas	0.40	\$ 0.50	\$ 0.20
clavos 2"	lbs	0.10	\$ 0.95	\$ 0.10
Piedra puesta en e lugar	m3	1.00	\$ 35.00	\$ 35.00
SUB - TOTAL:				\$ 183.92

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1 Albañil	\$ 17.27	\$ 4.66	\$ 21.93	0.13	\$ 2.74
3 Auxiliar	\$ 15.38	\$ 4.15	\$ 19.53	0.13	\$ 7.32
SUB - TOTAL:					\$ 10.07

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIARIO	SUB TOTAL
Concretera 1 bolsa	Maquinaria	1	0.13	\$ 29.96	\$ 3.75
Carretilla	Maquinaria	2	0.13	\$ 0.56	\$ 0.14
Herramientas varias	Manual	1	0.13	\$ 3.00	\$ 0.38
SUB - TOTAL:					\$ 4.26

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 198.25
--------------------------------	-----------

f. _____

FECHA: Junio, 2025

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS SIN IVA

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 2 PAVIMENTOS

PRODUCCION 80
DIARIA:
UNIDAD: ML
CANTIDAD 1
ANALIZADA:

ITEM No.: 2.6 CORDON CUNETA h=0.15m x 0.15m ANCHO

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Cemento gris corriente. Tipo I Portland	bolsa	0.22	\$ 9.30	\$ 2.05
Arena de rio puesta en el lugar	m3	0.01	\$ 34.24	\$ 0.34
Grava # 1 puesta en el lugar	m3	0.01	\$ 46.01	\$ 0.46
Agua potable trasladada en pipa	lts	4.20	\$ 0.05	\$ 0.21
Tabla de pino 4 varas	varas	0.26	\$ 1.25	\$ 0.32
Costanera de pino 2"x2" 3V	varas	0.40	\$ 0.75	\$ 0.30
Clavo con cabeza 2 1/2"	libra	0.20	\$ 0.80	\$ 0.16
Alambre de amarre 1 1/2 mm	quintal	0.00	\$ 45.00	\$ 0.05
Aditivo para concreto sika antisol	gl.	0.05	\$ 13.90	\$ 0.70
SUB - TOTAL:				\$ 4.59

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1 Albañil	\$ 17.27	\$ 4.66	\$ 21.93	0.013	\$ 0.27
3 Auxiliar	\$ 15.38	\$ 4.15	\$ 19.53	0.013	\$ 0.72
SUB - TOTAL:					\$ 0.99

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIARIA	SUB TOTAL
Concretera (1 bolsa)	Maquinaria	1	0.013	\$ 29.96	\$ 0.37
Carretilla	Maquinaria	2	0.013	\$ 0.70	\$ 0.01
Herramientas varias	Manual	1	0.013	\$ 1.20	\$ 0.02
SUB - TOTAL:					\$ 0.40

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 5.98
--------------------------------	---------

f. _____

FECHA: Junio, 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 2 PAVIMENTOS

PRODUCCION 60
DIARIA:
UNIDAD: M2
CANTIDAD 1
ANALIZADA:

ITEM No.: 2.7 REMATE DE PIEDRA 30X40CM

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Piedra cuarta	m.3	0.13	\$ 12.00	\$ 1.56
Cemento gris corriente. Tipo I Portland	bolsa	0.35	\$ 9.30	\$ 3.26
Arena de rio puesta en el lugar	m.3	0.08	\$ 34.24	\$ 2.57
Agua potable trasladada en pipa	lts	5.00	\$ 0.05	\$ 0.25
SUB - TOTAL:				\$ 7.64

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1 Albañil	\$ 17.27	\$ 4.66	\$ 21.93	0.02	\$ 0.37
2 Auxiliar	\$ 15.38	\$ 4.15	\$ 19.53	0.02	\$ 0.66
SUB - TOTAL:					\$ 1.03

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIARIA	SUB TOTAL
Concretera 1 bolsa	Maquinaria	1	0.02	\$ 29.96	\$ 0.50
Carretilla	Maquinaria	2	0.02	\$ 0.70	\$ 0.02
Herramientas varias	Manual	1	0.02	\$ 3.00	\$ 0.05
SUB - TOTAL:					\$ 0.57

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				

COSTO UNITARIO = A + B + C + D \$ 9.24

f. _____

FECHA: Junio, 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 2 PAVIMENTOS

PRODUCCION 1800
DIARIA:
UNIDAD: M2
CANTIDAD
ANALIZADA: 1

ITEM No.: 2.8 IMPRIMACION ASFALTICA PUESTA EN EL LUGAR

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Emulsión Asfáltica	gl	0.25	\$ 3.50	\$ 0.88
SUB - TOTAL:				\$ 0.88

B-MANO DE OBRA

+

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
2 Auxiliar	\$ 15.38	\$ 4.15	\$ 19.53	0.0006	\$ 0.02
SUB - TOTAL:					\$ 0.02

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIARIA	SUB TOTAL
Escoba mecánica (Incluye operador)	HORA	7	0.0006	\$ 21.00	\$ 0.08
Compresor aire	Maquinaria	2	0.0006	\$ 196.00	\$ 0.22
Distribuidor asfalto (Incluye operador)	Maquinaria	1	0.0006	\$ 203.00	\$ 0.11
Herramientas varias	Manual	1	0.0006	\$ 3.00	\$ 0.00
					\$ -
					\$ -
SUB - TOTAL:					\$ 0.41

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO UNITARIO = A + B + C + D

\$ 1.31

f. _____

FECHA:

Junio, 2025

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS SIN IVA

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: PAVIMENTOS

PRODUCCION 600
DIARIA:
UNIDAD: M2
CANTIDAD 1
ANALIZADA:

ITEM No.: 2.9 MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PUESTA EN EL LUGAR e=0.10m

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Mezcla asfaltica en caliente tipo III-C	Ton	0.26	95.00	\$ 25.08
SUB - TOTAL:				\$ 25.08

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
3 Auxiliares	\$ 15.38	\$ 4.15	\$ 19.53	0.002	\$ 0.09
SUB - TOTAL:					\$ 0.09

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Pavimentadora de mezcla asfaltica	Maquinaria	1	0.002	\$ 525.00	\$ 0.88
Rodo neomatico	Maquinaria	1	0.002	\$ 329.00	\$ 0.55
Rodo vibratorio liso doble	Maquinaria	1	0.002	\$ 287.00	\$ 0.48
Herramientas varias	Manual	1	0.002	\$ 3.00	\$ 0.01
SUB - TOTAL:					\$ 1.91

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 27.08
--------------------------------	----------

f. _____

FECHA: Junio, 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.:2 PAVIMENTOS

PRODUCCION 1
DIARIA:
UNIDAD: S6
CANTIDAD 1
ANALIZADA:

ITEM No.: 2.10 TRANSPORTE DE MAQUINARIA

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
SUB - TOTAL:				\$ -

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
SUB - TOTAL:					\$ -

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
SUB - TOTAL:					\$ -

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Transporte y movilizacion de maquinaria (Incluye motorista)	sg	1.00	\$1,754.37	\$ 1,754.37
SUB - TOTAL:				\$ 1,754.37

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 1,754.37
---------------------------------------	--------------------

f. _____

FECHA: Junio, 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 3 AGUAS LLUVIAS

PRODUCCION 500
DIARIA:
UNIDAD: ml
CANTIDAD
ANALIZADA: 1

ITEM No.: 3.1 REPLANTEO Y NIVELACION PARA POZOS Y TUBERIA DE AGUAS LLUVIAS

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Costanera de madera de pino de 3 avras	varas	0.25	\$ 4.75	\$ 1.19
Regla pacha de madera de pino	varas	0.25	\$ 4.80	\$ 1.20
Clavo con cabeza 2 1/2"	libra	0.15	\$ 0.87	\$ 0.13
Hilo Nylon para trazo	u	0.10	\$ 1.75	\$ 0.18
SUB - TOTAL:				\$ 2.70

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1 Albañil	\$ 18.46	\$ 4.89	\$ 23.35	0.0020	\$ 0.05
1 Auxiliar	\$ 13.00	\$ 3.45	\$ 16.45	0.0020	\$ 0.03
SUB - TOTAL:					\$ 0.08

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Herramientas varias	Manual	2	0.002	\$ 3.00	\$ 0.01
SUB - TOTAL:					\$ 0.01

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Topografia para construccion (Incluye cuadrilla y estacion total)	sg	1	\$ 8.09	\$ 8.09
Nivel fijo	u	1	\$ 5.71	\$ 5.71
SUB - TOTAL:				\$ 13.80

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 16.59
--------------------------------	----------

f. _____

FECHA: Junio, 2025

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -

PARTIDA No.: 3 SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

PRODUCCION 200
DIARIA:
UNIDAD: m3
CANTIDAD
ANALIZADA: 1

ITEM No.: 3.2 EXCAVACION CON MAQUINARIA PARA CAJAS DE AGUAS LLUVIAS (1.50x0.65M E=VARIABLE)

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Auxiliar	\$ 13.00	\$ 3.51	\$ 16.51	0.005	\$ 0.17
SUB - TOTAL:					\$ 0.17

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIARIO	SUB TOTAL
Retroexcavadora (incluye operador)	Maquinaria	1	0.005	\$ 280.00	\$ 1.40
Herramientas varias	Manual	1	0.005	\$ 3.00	\$ 0.03
SUB - TOTAL:					\$ 1.43

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				

COSTO UNITARIO = A + B + C + D

\$ 1.59

f. _____

FECHA:

Junio, 2025

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS SIN IVA
--

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -

PARTIDA No.: 3 SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

PRODUCCION 200
DIARIA:
UNIDAD: m3
CANTIDAD
ANALIZADA: 1

ITEM No.: 3.3 EXCAVACION DE RED PRINCIPAL EN SUELO DE BAJA RESISTENCIA (PIEDRA POMEZ Y ARENA ARCIOSA DE BAJA PLASTICIDAD) (E= VARIABLE 1M - 4.50)

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Auxiliar	\$ 15.38	\$ 4.15	\$ 19.53	0.0050	\$ 0.20
SUB - TOTAL:					\$ 0.20

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIA	SUB TOTAL
Retroexcavadora (Incluye operador)		1	0.005	\$ 280.00	\$ 1.40
Herramientas menores		1	0.005	\$ 3.00	\$ 0.03
SUB - TOTAL:					\$ 1.43

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 1.62
--------------------------------	---------

f. _____

FECHA: Junio, 2025

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS SIN IVA

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -

PARTIDA No.: 3 SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

ITEM No.: 3.4 DESALOJO DE MATERIAL

PRODUCCION 500
DIARIA:
UNIDAD: m3
CANTIDAD
ANALIZADA: 1

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$ -

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIA	SUB TOTAL
Cargador frontal de llanta (Incluye operador)	Maquinaria	1	0.002	\$ 345.00	\$ 0.69
Camion de volteo (Incluye motorista)	Maquinaria	1	0.002	\$ 300.00	\$ 0.60
SUB - TOTAL:					\$ 1.29

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 1.29
--------------------------------	---------

f. _____

FECHA: Junio, 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -

PARTIDA No.: 3 SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

ITEM No.: 3.5 CAMA DE ARENA PARA TUBERIA DE RED PRINCIPAL e=0.15m

PRODUCCION 200
DIARIA:
UNIDAD: m3
CANTIDAD 1
ANALIZADA:

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Arena de rio puesta en el lugar	m3	1.10	\$ 34.24	\$ 37.66
SUB - TOTAL:				\$ 37.66

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Auxiliar	\$ 13.00	\$ 3.45	\$ 16.45	0.005	\$ 0.08
SUB - TOTAL:					\$ 0.08

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIA	SUB TOTAL
Herramientas varias	Manual	1	0.005	\$ 3.00	\$ 0.02
Cargador frontal de llanta (Incluye operador)	Maquinaria	1	0.005	\$ 343.00	\$ 1.72
SUB - TOTAL:					\$ 1.73

D- SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 39.47
---------------------------------------	-----------------

f. _____

FECHA: Junio, 2025

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -

PARTIDA No.:3 SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

PRODUCCION 20
DIARIA:
UNIDAD: ml
CANTIDAD
ANALIZADA: 1

ITEM No.: 3.6 INSTALACION DE TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA RESISTENCIA DE 15" EMPOTRADA EN CAJAS TRAGANTES Y POZOS

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Tuberias RIB LOC Diam 300mm (15") x 6m (Incluye accesorios - Storm Sewer para la instalacion, pega y acoples)	u	0.17	\$ 324.00	\$ 55.08
SUB - TOTAL:				\$ 55.08

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1 Albañil	\$ 18.46	\$ 4.89	\$ 23.35	0.05	\$ 0.92
2 Auxiliar	\$ 13.00	\$ 3.45	\$ 16.45	0.05	\$ 1.30
SUB - TOTAL:					\$ 2.22

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIA	SUB TOTAL
Retroexcavadora		1	0.05	\$ 280.00	\$ 14.00
Herramientas varias		1	0.05	\$ 3.00	\$ 0.15
SUB - TOTAL:					\$ 14.15

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 71.45
--------------------------------	----------

f. _____

FECHA: Junio, 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -

PARTIDA No.: 3 SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

PRODUCCION 16
DIARIA:
UNIDAD: ml
CANTIDAD
ANALIZADA: 1

ITEM No.: 3.7 INSTALACION DE TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA RESISTENCIA DE 18" PARA RED PRINCIPAL
EMPOTRADAS EN POZOS

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Tuberias RIB LOC Diam 300mm (12") x 6m (Incluye accesorios - Storm Sewer para la instalacion, pega y acoples)	u	0.17	\$ 392.00	\$ 66.64
Varilla de 1/2" corrugada grado 40º	qq	0.04	\$ 6.29	\$ 0.25
Alambre de amarre	lbs	0.02	\$ 1.10	\$ 0.02
SUB - TOTAL:				\$ 66.91

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1 Abañil	\$ 18.46	\$ 4.89	\$ 23.35	0.06	\$ 1.15
3 Auxiliar	\$ 13.00	\$ 3.45	\$ 16.45	0.06	\$ 0.81
SUB - TOTAL:					\$ 1.96

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Retroexcavadora		1	0.06	\$ 280.00	\$ 17.50
Herramientas varias		1	0.06	\$ 3.00	\$ 0.19
SUB - TOTAL:					\$ 17.69

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 86.56
--------------------------------	----------

f. _____

FECHA: Junio, 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -

PARTIDA No.: 3 SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

PRODUCCION 0.2
DIARIA:
UNIDAD: c/u
CANTIDAD 1
ANALIZADA:

ITEM No.: 3.8 CAJA DE VISITA DE CONCRETO REFORZADO PARA AGUAS LLUVIAS (1.50m x 0.65m x e=0.15m h=1.50m - 2.0m)

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Cemento gris corriente. Tipo I Portland	bolsa	15.00	\$ 9.30	\$ 139.50
Arena puesta en el lugar	m3	1.00	\$ 34.24	\$ 34.24
Grava # 1 puesta en el lugar	m3	1.00	\$ 46.01	\$ 46.01
Agua potable trasladada en pipa	lts	314.00	\$ 0.05	\$ 15.70
Aditivo para concreto sika antisol	gl.	1.5	\$ 13.90	\$ 20.85
Costanera de pino 2"x2" 3V	u	8.00	\$ 1.73	\$ 13.84
Plywood 3/4"	u	3.00	\$ 17.00	\$ 51.00
Cuarton de pino rustico 2x4" 3V	u	8.00	\$ 3.41	\$ 27.28
Clavos de 2" para madera	lbs	0.70	\$ 1.00	\$ 0.70
Varilla de 1/2" corrugada grado 60º	qq	1.50	\$ 44.00	\$ 66.00
Varilla de 5/8" corrugada grado 60º	qq	0.50	\$ 48.75	\$ 24.38
Alambre de amarre	lbs	20.00	\$ 1.00	\$ 20.00
Suministro de tapadera de hierro fundido de 1.50 x 65m	Unidad	1.00	\$ 145.00	\$ 145.00
SUB - TOTAL:				\$ 604.50

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
2 Albañiles	\$ 18.46	\$ 4.89	\$ 23.35	5.00	\$ 233.52
4 Auxiliares	\$ 13.00	\$ 3.45	\$ 16.45	5.00	\$ 328.90
2 Armadores	\$ 16.00	\$ 4.24	\$ 20.24	5.00	\$ 202.40
SUB - TOTAL:					\$ 764.82

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIARIO	SUB TOTAL
Herramienta menor	Manual	1	0.8	\$ 3.00	\$ 2.40
Vibrador	Maquinaria	1	0.8	\$ 28.25	\$ 22.60
Concretera 1 bolsa	Maquinaria	1	0.8	\$ 29.96	\$ 23.97
Carretilla	Manual	2	0.8	\$ 0.26	\$ 0.21
SUB - TOTAL:					\$ 49.18

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 1,418.49
--------------------------------	-------------

f. _____

FECHA: Junio, 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -

PARTIDA No.: 3 SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

PRODUCCION 0.25
DIARIA:
UNIDAD: C/U
CANTIDAD
ANALIZADA: 1

ITEM No.:3.9 POZO DE VISITA DE h = 3.5 - 4.00 DE COCNETO f'c=280kg/cm2

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
PRELIMINARES				
Trazo				
Hilo nylon para trazo	u	0.01	\$ 1.65	\$ 0.02
Clavo para concreto 3.5mm x2"	lb	0.50	\$ 1.70	\$ 0.85
Cuartón	u 4 varas	0.33	\$ 8.45	\$ 2.82
BASE DE CONCRETO				
Concreto f' c=280kg/cm2, tipo bomba	M3	0.34	\$ 135.00	\$ 45.96
Curador KURAC	Cubeta	0.02	\$ 15.93	\$ 0.29
PARED POZO				
Acero #3 grado 60	qq	2.46	\$ 56.61	\$ 139.27
Acero #5 grado 60	qq	3.00	\$ 57.18	\$ 171.53
Concreto f' c=280kg/cm2, tipo bomba	M3	2.73	\$ 135.00	\$ 368.55
Ferro de plywood de 3/4", 1.22x2.44m	pliego	16.66	\$ 49.47	\$ 824.15
Desenmoldante	gal	0.12	\$ 21.90	\$ 2.58
Curador KURAC	Cubeta	0.01	\$ 15.93	\$ 0.12
BROQUEL				
Concreto f' c=280kg/cm2, tipo bomba	M3	1.04	\$ 135.00	\$ 140.40
Acero #5 grado 60	qq	4.85	\$ 57.18	\$ 277.30
Ferro de plywood de 3/4", 1.22x2.44m	pliego	0.11	\$ 49.47	\$ 5.22
Desenmoldante	gal	0.12	\$ 21.90	\$ 2.58
Curador KURAC	Cubeta	0.01	\$ 15.93	\$ 0.12
TAPADERA				
Tapadera y marco de HoFo	u	1	\$ 246.85	\$ 246.85
SUB - TOTAL:				\$ 2,228.60

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
2 Albañiles	\$ 17.27	\$ 4.66	\$ 21.93	4.00	\$ 175.46
4 Auxiliares	\$ 15.35	\$ 4.14	\$ 19.49	4.00	\$ 311.91
2 Armadores	\$ 15.35	\$ 4.14	\$ 19.49	4.00	\$ 155.96
SUB - TOTAL:					\$ 643.33

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	UNIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Herramientas menores			4.00	\$ 3.00	\$ 12.00
Andamios		modulo	4.00	\$ 15.00	\$ 60.00
Vibrador	Maquinaria	1	4.00	\$ 28.25	\$ 113.00
Carretilla	Manual	2	4.00	\$ 0.26	\$ 1.04
SUB - TOTAL:					\$ 186.04

D-OTROS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO UNITARIO = A + B + C + D \$ 3,057.97

f. _____

FECHA: Junio, 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 3 SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

PRODUCCION 0.25
DIARIA:
UNIDAD: C/U
CANTIDAD 1
ANALIZADA:

ITEM No.: 3.10 POZO DE VISITA DE h = 4.00 - 4.50 DE COCNETO f' c=280kg/cm2

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
PRELIMINARES				
Trazo				
Hilo nylon para trazo	u	0.10	\$ 1.65	\$ 0.17
Clavo para concreto 3.5mm x2"	lb	0.50	\$ 1.70	\$ 0.85
Cuartón	u 4 varas	0.33	\$ 8.45	\$ 2.82
BASE DE CONCRETO				
Concreto f' c=280kg/cm2, tipo bomba	m3	0.34	\$ 135.00	\$ 45.96
Curador KURAC	Cubeta	0.02	\$ 15.93	\$ 0.29
PARED POZO				
Acero #3 grado 60	qq	3.44	\$ 56.61	\$ 194.98
Acero #5 grado 60	qq	4.20	\$ 57.18	\$ 240.14
Concreto f' c=280kg/cm2, tipo bomba	M3	3.75	\$ 135.00	\$ 506.25
Forro de plywood de 3/4", 1.22x2.44m	pliego	11.90	\$ 49.47	\$ 588.68
Desenmoldante	gal	0.12	\$ 21.90	\$ 2.58
Curador KURAC	Cubeta	0.01	\$ 15.93	\$ 0.12
BROQUEL				
Concreto f' c=280kg/cm2, tipo bomba	M3	1.04	\$ 135.00	\$ 140.40
Acero #5 grado 60	qq	4.85	\$ 57.18	\$ 277.30
Forro de plywood de 3/4", 1.22x2.44m	pliego	0.11	\$ 49.47	\$ 5.22
Desenmoldante	gal	0.12	\$ 21.90	\$ 2.58
Curador KURAC	Cubeta	0.01	\$ 15.93	\$ 0.12
TAPADERA				
Tapadera y marco de HoFo	u	1	\$ 246.85	\$ 246.85
SUB - TOTAL:				\$ 2,255.29

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Albañil	\$ 17.27	4.66	21.93	4.00	\$ 87.73
Auxiliar	\$ 15.38	4.15	19.53	4.00	\$ 78.13
Armador	\$ 17.27	4.66	21.93	4.00	\$ 87.73
SUB - TOTAL:					\$ 253.59

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	UNIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Herramientas menores			4.00	\$ 3.00	\$ 12.00
Andamios		modulo	4.00	\$ 15.00	\$ 60.00
Vibrador	Maquinaria	1	4.00	\$ 28.25	\$ 113.00
Carretilla	Manual	2	4.00	\$ 0.26	\$ 1.04
SUB - TOTAL:					\$ 186.04

D-OTROS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 2,694.93
---------------------------------------	--------------------

f. _____

FECHA: Junio, 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 3 SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

PRODUCCION
DIARIA: 8
UNIDAD: ml
CANTIDAD
ANALIZADA: 1

ITEM No.: 3.11 ADEMADOS DE PAREDES EN ZANJO DE TUBERIAS

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Ferro de plywood de pino	pliego	0.33	\$ 28.76	\$ 9.49
Cuartón	vr	0.25	\$ 8.45	\$ 2.11
Costanera pino rústico 2x2 plg x 3 vara	vr	0.25	\$ 4.33	\$ 1.08
Clavos 1/2"	lb	0.25	\$ 1.15	\$ 0.29
SUB - TOTAL:				\$ 12.97

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Carpintero	\$17.27	\$ 4.66	\$ 21.93	0.125	\$ 2.74
Auxiliar	\$15.35	\$ 4.14	\$ 19.49	0.125	\$ 2.44
SUB - TOTAL:					\$ 5.18

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Herramientas menores			0.125	\$ 3.00	\$ 0.38
SUB - TOTAL:					\$ 0.38

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
				\$ -
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 18.53
---------------------------------------	-----------------

f. _____

FECHA: Junio, 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 3 SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

PRODUCCION 4
DIARIA:
UNIDAD: U
CANTIDAD
ANALIZADA: 1

ITEM No.: 3.12 ADEMADOS DE PAREDES PARA POZOS

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Ferro de plywood de pino	pliego	0.75	\$ 28.76	\$ 21.57
Cuartón	vr	0.25	\$ 8.45	\$ 2.11
Costanera pino rústico 2x2 plg x 3 vara	vr	0.25	\$ 4.33	\$ 1.08
Clavos 1/2"	lb	0.5	\$ 1.15	\$ 0.58
SUB - TOTAL:				\$ 25.34

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Carpintero	\$ 17.27	\$ 4.66	\$ 21.93	0.25	\$ 5.48
Auxiliar	\$ 15.35	\$ 4.14	\$ 19.49	0.25	\$ 4.87
SUB - TOTAL:					\$ 10.36

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Herramientas menores			0.25	\$ 3.00	\$ 0.75
SUB - TOTAL:					\$ 0.75

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
				\$ -
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 36.45
---------------------------------------	-----------------

f. _____

FECHA: Junio, 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 3 SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

PRODUCCION 0.5
DIARIA:
UNIDAD: C/U
CANTIDAD 1
ANALIZADA:

ITEM No.: 3.13 CABEZAL DE SALIDA DE CONCRETO f' c=280kg/cm2 H=1.86 b= 0.89

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
PRELIMINARES				
Trazo				
Hilo nylon para trazo	u	0.15	\$ 1.65	\$ 0.25
Clavo para concreto 3.5mm x2"	lb	0.50	\$ 1.70	\$ 0.85
Cuartón	u 4 varas	0.50	\$ 8.45	\$ 4.23
FUNDACION				
Acero #5 grado 60	qq	0.50	\$ 56.12	\$ 28.06
Acero #4 grado 60	qq	1.00	\$ 56.12	\$ 56.12
Concreto f' c=280kg/cm2, tipo bomba	M3	0.50	\$ 145.00	\$ 72.50
Alambre de Amarre	lb	0.50	\$ 1.10	\$ 0.55
PARED				
Acero #5 grado 60	qq	1.00	\$ 56.12	\$ 56.12
Acero #4 grado 60	qq	1.50	\$ 56.12	\$ 84.18
Alambre de Amarre	lb	0.50	\$ 1.10	\$ 0.55
Concreto f' c=280kg/cm2, tipo bomba	M3	1.70	\$ 145.00	\$ 246.50
Ferro de plywood de 3/4", 1.22x2.44m	pliego	4.05	\$ 49.47	\$ 200.35
Desenmoldante	gal	1.00	\$ 21.90	\$ 21.90
Curador KURAC	Cubeta	0.50	\$ 15.93	\$ 7.96
SUB - TOTAL:				\$ 780.13

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Albañil al día	\$ 17.27	4.66	\$ 21.93	2.00	\$ 43.87
Armador	\$ 17.27	4.66	\$ 21.93	2.00	\$ 43.87
Auxiliar	\$ 15.35	4.14	\$ 19.49	2.00	\$ 38.99
Auxiliar	\$ 15.35	4.14	\$ 19.49	2.00	\$ 38.99
SUB - TOTAL:					\$ 165.71

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Andamio	Modulo	1	2.00	\$ 15.00	\$ 30.00
Herramientas menores		0.3	2.00	\$ 3.00	\$ 1.80
SUB - TOTAL:					\$ 31.80

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 977.64
COSTO INDIRECTO (30 % C. D.)	\$ 293.29
PRECIO UNITARIO	\$ 1,270.93

f. _____

FECHA: Junio, 2025

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 3 SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

PRODUCCION
DIARIA: 0.8
UNIDAD: m3
CANTIDAD
ANALIZADA: 1

ITEM No.: 3.14 GRADAS DISIPADORAS DE ENERGIA DE PIEDRA h=0.40 huella = 2.5

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Piedra puesta en el lugar	m3	1.25	\$ 40.00	\$ 50.00
Cemento fuerte portland 42.5 kg puesto en el lugar	bl	3.42	\$ 9.80	\$ 33.52
Arena puesta en el lugar	m3	15.00	\$ 35.00	\$ 525.00
Agua puesta en el lugar	lt	60.00	\$ 0.01	\$ 0.60
SUB - TOTAL:				\$ 609.12

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Albañil al día	\$ 17.27	4.66	\$ 21.93	1.25	\$ 27.42
Auxiliar	\$ 15.35	4.14	\$ 19.49	1.25	\$ 24.37
Auxiliar	\$ 15.35	4.14	\$ 19.49	1.25	\$ 24.37
Auxiliar	\$ 15.35	4.14	\$ 19.49	1.25	\$ 24.37
SUB - TOTAL:					\$ 100.52

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Herramientas menroes	Manuales	1	1.25	\$ 3.00	\$ 3.75
SUB - TOTAL:					\$ 3.75

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 713.39
COSTO INDIRECTO (30 % C. D.)	\$ 214.02
PRECIO UNITARIO	\$ 927.41

f. _____

FECHA: Junio, 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 3 SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

PRODUCCION 200
DIARIA:
UNIDAD: m3
CANTIDAD 1
ANALIZADA:

ITEM No.: 3.15 RELLENO INICIAL CON MATERIAL SELECTO

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Material selecto (Puesto en el lugar)	m3	1.10	\$ 13.00	\$ 14.30
SUB - TOTAL:				\$ 14.30

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1 Auxiliar	\$ 15.38	\$ 4.15	\$ 19.53	0.005	\$ 0.10
SUB - TOTAL:					\$ 0.10

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIARIO	SUB TOTAL
Mini cargador	Maquinaria	1	0.005	\$ 164.99	\$ 0.82
Vibrocompactadora	Maquinaria	1	0.005	\$ 25.00	\$ 0.13
Herramientas varias	Manual	1	0.005	\$ 3.00	\$ 0.02
SUB - TOTAL:					\$ 0.96

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 15.36
---------------------------------------	-----------------

f. _____

FECHA: Junio, 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 3 SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

PRODUCCION 1
DIARIA:
UNIDAD: SG
CANTIDAD 1
ANALIZADA:

ITEM No.: 3.16 TRANSPORTE DE MAQUINARIA

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
SUB - TOTAL:				\$ -

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
SUB - TOTAL:					\$ -

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
SUB - TOTAL:					\$ -

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Transporte y movilizacion de maquinaria (Incluye motorista)	sg	1.00	\$1,754.37	\$ 1,754.37
SUB - TOTAL:				\$ 1,754.37

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 1,754.37
---------------------------------------	--------------------

f. _____

FECHA: Junio, 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 4 SISTEMAS DE AGUAS NEGRAS

PRODUCCION 500
DIARIA
UNIDAD ml
CANTIDAD
ANALIZADA 1

ITEM No.: 4.1 REPLANTEO Y NIVELACION DE TUBERIA Y POZOS DE AGUAS NEGRAS

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Costanera de madera de pino 2x2 plg de 3 varas	m	0.25	\$ 4.75	\$ 1.19
Regla pacha de madera de pino 1x3 8 pies	m	0.25	\$ 4.80	\$ 1.20
Clavo con cabeza 2 1/2"	libra	0.15	\$ 0.87	\$ 0.13
Hilo Nylon para trazo	u	0.1	\$ 1.75	\$ 0.18
SUB - TOTAL:				\$ 2.70

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1 Albañil	\$ 17.27	4.66	21.93	0.002	\$ 0.04
1 Auxiliar	\$ 15.38	4.15	19.53	0.002	\$ 0.04
SUB - TOTAL:					\$ 0.08

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIA	SUB TOTAL
Herramientas menores	Manuales	1	0.002	\$ 3.00	\$ 0.01
SUB - TOTAL:					\$ 0.01

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Topografia para construccion (Incluye cuadrilla y estacion total)	sg	1	\$ 8.09	\$ 8.09
Nivel fijo	u	1	\$ 5.71	\$ 5.71
SUB - TOTAL:				\$ 13.80

COSTO DIRECTO = A + B + C + D

\$ 16.59

f. _____

FECHA: Junio 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 4 SISTEMAS DE AGUAS NEGRAS

PRODUCCION 200
DIARIA
UNIDAD M2
CANTIDAD
ANALIZADA 1

ITEM No.: 4.2 EXCAVACION DE RED PRINCIPAL Y POZOS EN SUELO DE BAJA RESISTENCIA (PIEDRA POMEZ Y ARENA
ARCILOSA DE BAJA PLASTICIDAD) (E= VARIABLE 1M - 3.5)

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
2 Auxiliar	\$ 15.38	\$ 4.15	\$ 19.53	0.005	\$ 0.20
SUB - TOTAL:					\$ 0.20

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIA	SUB TOTAL
Retroexcavadora (incluye operador)	Maquinaria	1	0.005	\$ 280.00	\$ 1.40
Herramientas varias	Manual	1	0.005	\$ 3.00	\$ 0.03
SUB - TOTAL:					\$ 1.43

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO DIRECTO = A + B + C + D	\$ 1.62
-------------------------------	---------

f. _____

FECHA: Junio 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 4 SISTEMAS DE AGUAS NEGRAS

PRODUCCION 500
DIARIA
UNIDAD M3
CANTIDAD
ANALIZADA 1

ITEM No.: 4.3 DESALOJO DE MATERIAL

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Desalojo de material sobrante de excavaciones				
SUB - TOTAL:				\$ -

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$ -

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIA	SUB TOTAL
Cargador frontal de llanta (Incluye operador)	Maquinaria	1	0.002	\$ 345.00	\$ 0.69
Camion de volteo (Incluye motorista)	Maquinaria	1	0.002	\$ 300.00	\$ 0.60
SUB - TOTAL:					\$ 1.29

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				

COSTO DIRECTO = A + B + C + D	\$ 1.29
-------------------------------	---------

f. _____

FECHA: Junio 2025

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 4 SISTEMA DE AGUAS NEGRAS

PRODUCCION 200
DIARIA:
UNIDAD: m3
CANTIDAD
ANALIZADA: 1

ITEM No.: 4.4 CAMA DE ARENA PARA TUBERIA DE RED PRINCIPAL e=0.15m

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Arena de rio puesta en el lugar	m3	1.10	\$ 34.24	\$ 37.66
SUB - TOTAL:				\$ 37.66

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Auxiliar	\$ 13.00	\$ 3.45	\$ 16.45	0.005	\$ 0.08
SUB - TOTAL:					\$ 0.08

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIA	SUB TOTAL
Herramientas varias	Manual	1	0.005	\$ 3.00	\$ 0.02
Cargador frontal de llanta (Incluye operador)	Maquinaria	1	0.005	\$ 343.00	\$ 1.72
SUB - TOTAL:					\$ 1.73

D- SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO UNITARIO = A + B + C + D

\$ 39.47

f. _____

FECHA: Junio 2025

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 4 SISTEMAS DE AGUAS NEGRAS

PRODUCCION
DIARIA
UNIDAD
CANTIDAD
ANALIZADA
40
ml
1

ITEM No.: 4.5 INSTALACION DE TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA RESISTENCIA DE 6" DE DIAMETRO

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Tuberias RIB LOC diametro 152mm (6") (incluye accesorios como acoples y pega)	u de 6m	0.17	\$ 43.82	\$ 7.45
SUB - TOTAL:				\$ 7.45

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1 Albañil	\$ 17.27	4.66	21.93	0.025	\$ 0.55
Auxiliar al dia	\$ 15.38	4.15	19.53	0.025	\$ 0.49
Auxiliar al dia	\$ 15.38	4.15	19.53	0.025	\$ 0.49
SUB - TOTAL:					\$ 1.52

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIA	SUB TOTAL
Herramientas varias		1	0.025	\$ 3.00	\$ 0.03
Retroexcavadora (Incluye operador)		1	0.025	\$ 280.00	\$ 7.00
SUB - TOTAL:					\$ 7.03

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				

COSTO DIRECTO = A + B + C + D	\$ 16.00
-------------------------------	----------

f. _____

FECHA: Junio 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -

PARTIDA No.: 4 SISTEMAS DE AGUAS NEGRAS

PRODUCCION 35
DIARIA
UNIDAD ml
CANTIDAD
ANALIZADA 1

ITEM No.: 4.6 INSTALACION DE TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA RESISTENCIA DE 8" DE DIAMETRO

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Tuberias RIB LOC de (8") de diametro (Incluye accesorios -Storm Sewer para la instalacion, pega y acoples)	u	0.17	\$ 196.00	\$ 33.32
SUB - TOTAL:				\$ 33.32

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Albañil	\$ 17.27	\$ 4.66	\$ 21.93	0.029	\$ 0.63
Auxiliar al dia	\$ 15.38	\$ 4.15	\$ 19.53	0.029	\$ 0.56
SUB - TOTAL:					\$ 1.18

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIA	SUB TOTAL
Retroexcavadora		1	0.029	\$280.00	\$ 8.00
Herramientas varias		1	0.029	\$3.00	\$ 0.09
SUB - TOTAL:					\$ 8.09

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				

COSTO DIRECTO = A + B + C + D	\$ 42.59
-------------------------------	----------

f. _____

FECHA: Junio 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -

PARTIDA No.: 4 SISTEMAS DE AGUAS NEGRAS

PRODUCCION 0.25
DIARIA
UNIDAD C/U
CANTIDAD
ANALIZADA 1

ITEM No.: 4.7 POZOS DE VISITA DE 3.00m A 4.50m DE ALTURA

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
PRELIMINARES				
Trazo				
Hilo nylon para trazo	u	0.01	\$ 1.65	\$ 0.02
Clavo para concreto 3.5mm x2"	u	2.00	\$ 0.06	\$ 0.12
Cuartón	u 4 varas	0.33	\$ 8.45	\$ 2.82
BASE DE CONCRETO				
Concreto f' c=280kg/cm2, tipo bomba	m3	0.34	\$ 135.00	\$ 45.96
Curador KURAC	Cubeta	0.02	\$ 15.93	\$ 0.29
PARED POZO				
Acero #3 grado 60	qq	1.54	\$ 56.61	\$ 87.18
Acero #5 grado 60	qq	2.40	\$ 57.18	\$ 137.22
Concreto f' c=280kg/cm2, tipo bomba	m3	7.04	\$ 135.00	\$ 950.40
Forro de plywood de 3/4", 1.22x2.44m	pliego	4.00	\$ 49.47	\$ 197.88
Desenmoldante	gal	0.12	\$ 21.90	\$ 2.58
Curador KURAC	Cubeta	0.01	\$ 15.93	\$ 0.12
BROQUEL				
Concreto f' c=280kg/cm2, tipo bomba	m3	1.04	\$ 135.00	\$ 140.40
Acero #5 grado 60	qq	0.25	\$ 57.18	\$ 14.29
Forro de plywood de 3/4", 1.22x2.44m	pliego	0.11	\$ 49.47	\$ 5.22
Desenmoldante	gal	0.12	\$ 21.90	\$ 2.58
Curador KURAC	Cubeta	0.01	\$ 15.93	\$ 0.12
TAPADERA				
Tapadera y marco de HoFo	u	1	\$ 246.85	\$ 246.85
SUB - TOTAL:				\$ 1,834.05

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Albañil	\$ 17.27	\$ 4.66	\$ 21.93	4.000	\$ 87.73
4 Auxiliar	\$ 15.35	\$ 4.14	\$ 19.49	4.000	\$ 311.91
SUB - TOTAL:					\$ 399.64

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Andamios		1	4.00	\$ 15.00	\$ 60.00
Herramientas menores		1	4.00	\$ 3.00	\$ 12.00
SUB - TOTAL:					\$ 72.00

D-OTROS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO DIRECTO = A + B + C + D	\$ 2,305.69
--------------------------------------	--------------------

f. _____

FECHA: Junio 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 4 SISTEMAS DE AGUAS NEGRAS

PRODUCCION 0.25
DIAIRA
UNIDAD C/U
CANTIDAD
ANALIZADA 1

ITEM No.: 4.8 POZOS DE VISITA DE 3.00m A 4.00m DE ALTURA

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
PRELIMINARES				
Trazo				
Hilo nylon para trazo	u	0.01	\$ 1.65	\$0.02
Clavo para concreto 3.5mm x2"	u	2.00	\$ 0.06	\$0.12
Cuartón	u 4 varas	0.33	\$ 8.45	\$2.82
BASE DE CONCRETO				
Concreto f' c=280kg/cm2, tipo bomba	m3	0.34	\$ 135.00	\$45.96
Curador KURAC	Cubeta	0.02	\$ 15.93	\$0.29
PARED POZO				
Acero #3 grado 60	qq	1.89	\$ 56.61	\$107.00
Acero #5 grado 60	qq	2.90	\$ 57.18	\$165.81
Concreto f' c=280kg/cm2, tipo bomba	m3	7.50	\$ 135.00	\$1,012.50
Forro de plywood de 3/4", 1.22x2.44m	pliego	5.00	\$ 49.47	\$247.35
Desenmoldante	gal	0.20	\$ 21.90	\$4.38
Curador KURAC	Cubeta	0.01	\$ 15.93	\$0.12
BROQUEL				
Concreto f' c=280kg/cm2, tipo bomba	m3	1.46	\$ 135.00	\$196.56
Acero #5 grado 60	qq	0.40	\$ 57.18	\$22.87
Forro de plywood de 3/4", 1.22x2.44m	pliego	0.15	\$ 49.47	\$7.42
Desenmoldante	gal	0.18	\$ 21.90	\$3.94
Curador KURAC	Cubeta	0.05	\$ 15.93	\$0.80
TAPADERA				
Tapadera y marco de HoFo	u	1	\$ 246.85	\$246.85
SUB - TOTAL:				\$ 2,064.80

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Albañil	\$ 17.27	\$ 4.66	\$ 21.93	4.000	87.73
4 Auxiliar	\$ 15.35	\$ 4.14	\$ 19.49	4.000	311.91
SUB - TOTAL:					\$ 399.64

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Andamios		modulo	4.00	\$ 15.00	\$ 60.00
Herramientas menores			4.00	\$ 3.00	\$ 12.00
SUB - TOTAL:					\$ 72.00

D-OTROS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO DIRECTO = A + B + C + D

\$ 2,536.44

f. _____

FECHA: Junio 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 4 SISTEMAS DE AGUAS NEGRAS

PRODUCCION 0.25
DIARIA
UNIDAD C/U
CANTIDAD
ANALIZADA 1

ITEM No.: 4.9 POZOS DE VISITA DE 4.00 m A 4.50m DE ALTURA

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
PRELIMINARES				
Trazo				
Hilo nylon para trazo	u	0.01	\$ 1.65	\$ 0.02
Clavo para concreto 3.5mm x2"	u	2.00	\$ 0.06	\$ 0.12
Cuartón	u 4 varas	0.33	\$ 8.45	\$ 2.82
BASE DE CONCRETO				
Concreto f' c=280kg/cm2, tipo bomba	m3	0.34	\$ 135.00	\$ 45.96
Curador KURAC	Cubeta	0.02	\$ 15.93	\$ 0.29
PARED POZO				
Acero #3 grado 60	qq	2.20	\$ 56.61	\$ 124.55
Acero #5 grado 60	qq	3.30	\$ 57.18	\$ 188.68
Concreto f' c=280kg/cm2, tipo bomba	m3	8.50	\$ 135.00	\$ 1,147.50
Forro de plywood de 3/4", 1.22x2.44m	pliego	6.00	\$ 49.47	\$ 296.81
Desenmoldante	gal	0.20	\$ 21.90	\$ 4.38
Curador KURAC	Cubeta	0.01	\$ 15.93	\$ 0.12
BROQUEL				
Concreto f' c=280kg/cm2, tipo bomba	m3	1.46	\$ 135.00	\$ 196.56
Acero #5 grado 60	qq	0.40	\$ 57.18	\$ 22.87
Forro de plywood de 3/4", 1.22x2.44m	pliego	0.15	\$ 49.47	\$ 7.42
Desenmoldante	gal	0.18	\$ 21.90	\$ 3.94
Curador KURAC	Cubeta	0.05	\$ 15.93	\$ 0.80
TAPADERA				
Tapadera y marco de HoFo	u	1	\$ 246.85	\$ 246.85
SUB - TOTAL:				\$ 2,289.69

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Albañil	\$ 17.27	4.66	21.93	4.000	\$ 87.73
4 Auxiliar	\$ 15.35	4.14	19.49	4.000	\$ 311.91
SUB - TOTAL:					\$ 399.64

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Andamios		modulo	4.00	\$ 15.00	\$ 60.00
Herramientas menores			4.00	\$ 3.00	\$ 12.00
SUB - TOTAL:					\$ 72.00

D-OTROS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO DIRECTO = A + B + C + D **\$ 2,761.33**

f. _____

FECHA: Junio 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 4 SISTEMA DE AGUAS NEGRAS

PRODUCCION 8
DIARIA:
UNIDAD: ml
CANTIDAD
ANALIZADA: 1

ITEM No.: 4.10 ADEMADOS DE PAREDES EN ZANJO DE TUBERIAS

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Forno de plywood de pino	pliego	0.33	\$ 28.76	\$ 9.49
Cuartón	vr	0.25	\$ 8.45	\$ 2.11
Costanera pino rústico 2x2 plg x 3 vara	vr	0.25	\$ 4.33	\$ 1.08
Clavos 1/2"	lb	0.25	\$ 1.15	\$ 0.29
SUB - TOTAL:				\$ 12.97

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Carpintero	\$ 17.27	\$ 4.66	\$ 21.93	0.125	\$ 2.74
Auxiliar	\$ 15.35	\$ 4.14	\$ 19.49	0.125	\$ 2.44
SUB - TOTAL:					\$ 5.18

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Herramientas menores			0.125	\$ 3.00	\$ 0.38
SUB - TOTAL:					\$ 0.38

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
				\$ -
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 18.53
--------------------------------	----------

f. _____

FECHA: Junio 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -

PARTIDA No.: 4 SISTEMA DE AGUAS NEGRAS

PRODUCCION 4
DIARIA:
UNIDAD: U
CANTIDAD
ANALIZADA: 1

ITEM No.: 4.11 ADEMADOS DE PAREDES PARA POZOS

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Forro de plywood de pino	pliego	0.75	\$ 28.76	\$ 21.57
Cuartón	vr	0.25	\$ 8.45	\$ 2.11
Costanera pino rústico 2x2 plg x 3 vara	vr	0.25	\$ 4.33	\$ 1.08
Clavos 1/2"	lb	0.5	\$ 1.15	\$ 0.58
SUB - TOTAL:				\$ 25.34

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Carpintero	\$ 17.27	\$ 4.66	\$ 21.93	0.25	\$ 5.48
Auxiliar	\$ 15.35	\$ 4.14	\$ 19.49	0.25	\$ 4.87
SUB - TOTAL:					\$ 10.36

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Herramientas menores			0.25	\$ 3.00	\$ 0.75
SUB - TOTAL:					\$ 0.75

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
				\$ -
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 36.45
---------------------------------------	-----------------

f. _____

FECHA: Junio 2025

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 4 SISTEMAS DE AGUAS NEGRAS

PRODUCCION 1
DIARIA:
UNIDAD: SG
CANTIDAD
ANALIZADA: 1

ITEM No.: 4.12 CONEXIÓN DE POZO EXISTENTE DE AGUAS NEGRAS

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Tubería PVC SDR 17 de diámetro 8"	u de 6m	1.25	\$ 123.39	154.24
Sierra para marco bimetal	u	0.01	\$ 0.84	0.01
Accesorios	%	0.3	\$ 154.40	46.32
SUB - TOTAL:				\$ 200.57

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Albañil	\$ 17.27	\$ 4.66	\$ 21.93	1.000	\$ 21.93
Auxiliar al día	\$ 15.38	\$ 4.15	\$ 19.53	1.000	\$ 19.53
					0.00
					0.00
SUB - TOTAL:					\$ 41.47

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIA	SUB TOTAL
herramientas varias		1	1.000	\$3.00	\$0.03
					\$0.00
					\$0.00
					\$0.00
					\$0.00
SUB - TOTAL:					\$0.03

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
				\$0.00
SUB - TOTAL:				\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D	\$ 242.06
-------------------------------	-----------

f. _____

FECHA: Junio 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -

PARTIDA No.: 4 SISTEMAS DE AGUAS NEGRAS

PRODUCCION 200
DIAIRA
UNIDAD M3
CANTIDAD 1
ANALIZADA

ITEM No.: 4.13 RELLENO CON MATERIAL SELECTO

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Material selecto (Puesto en el lugar)	m3	1.10	\$ 13.00	14.30
SUB - TOTAL:				\$ 14.30

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1 Auxiliar	\$ 15.38	\$ 4.15	\$ 19.53	0.005	\$ 0.10
SUB - TOTAL:					\$ 0.10

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIA	SUB TOTAL
Mini cargador	Maquinaria	1	0.005	\$ 164.99	\$ 0.82
Vibrocompactadora	Maquinaria	1	0.005	\$ 25.00	\$ 0.13
Herramientas varias	Manual	1	0.005	\$ 3.00	\$ 0.02
SUB - TOTAL:					\$0.96

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D	\$ 15.36
-------------------------------	----------

f. _____

FECHA:

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 4 SISTEMAS DE AGUAS NEGRAS

PRODUCCION 400
DIARIA
UNIDAD M3
CANTIDAD 1
ANALIZADA

ITEM No.: 4.14 REVULTURA CON TIERRA BLANCA DEL LUGAR 50/50

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Tierra blanca (puesta en el lugar)	m3	1.00	\$ 14.29	\$ 14.29
SUB - TOTAL:				\$ 14.29

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1 Auxiliar	\$ 15.38	\$ 4.15	\$ 19.53	0.002	\$ 0.04
SUB - TOTAL:					\$ 0.04

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Herramientas menores			0.002	\$ 3.00	\$ 0.01
SUB - TOTAL:					\$ 0.01

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIARIO	SUB TOTAL
Minicargador (Incluye operador)	1	0.45	\$165.00	\$ 74.25
SUB - TOTAL:				\$ 74.25

COSTO DIRECTO = A + B + C + D	\$ 88.59
-------------------------------	----------

f. _____

FECHA: Junio 2025

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -

PARTIDA No.: 4 SISTEMA DE AGUAS NEGRAS

PRODUCCION 1
DIARIA:
UNIDAD: SG
CANTIDAD 1
ANALIZADA:

ITEM No.: 3.15 TRANSPORTE DE MAQUINARIA

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
SUB - TOTAL:				\$ -

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
SUB - TOTAL:					\$ -

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIA	SUB TOTAL
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
SUB - TOTAL:					\$ -

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Transporte y movilizacion de maquinaria (Incluye motorista)	sg	1.00	\$1,754.37	\$ 1,754.37
SUB - TOTAL:				\$ 1,754.37

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 1,754.37
--------------------------------	-------------

f. _____

FECHA: Junio 2025

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS SIN IVA

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".

PRESENTA: -

PARTIDA No.: 5 SEÑALIZACION DE PROYECTO

PRODUCCION 1
DIARIA:
UNIDAD: SG
CANTIDAD
ANALIZADA: 1

ITEM No.: 5.1 INSTALACION DE SEÑALIZACION

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Señal vertical de restriccion	u	1.00	\$ 139.66	\$ 139.66
Señal vertical de prevencion	u	1.00	\$ 139.66	\$ 139.66
Señal vertical informativa, 1 tablero (1.00 x 0.30 m)	u	1.00	\$ 149.98	\$ 149.98
Cemento portland	bls	1.70	\$ 9.30	\$ 15.81
Arena de rio puesta en el lugar	m3	0.16	\$ 9.30	\$ 1.49
Grava #1 puesta en el lugar	m3	0.16	\$ 31.41	\$ 5.03
Agua	lts	33.60	\$ 0.05	\$ 1.68
				\$ -
SUB - TOTAL:				\$ 453.31

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1 Albañil	\$ 17.27	\$ 4.58	\$ 21.85	0.07	\$ 1.46
2 Auxiliar	\$ 15.38	\$ 4.08	\$ 19.46	0.07	\$ 2.60
					\$ -
					\$ -
SUB - TOTAL:					\$ 4.06

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIA	SUB TOTAL
Camion de estaca	Maquina	1	0.07	\$175.00	\$ 11.67
Herramientas varias	Manual	1	0.07	\$3.00	\$ 0.20
					\$ -
					\$ -
					\$ -
SUB - TOTAL:					\$ 11.87

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 469.24
--------------------------------	-----------

o

f. _____

FECHA:

1-jun-25

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
SIN IVA**

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO. DEL MUNICIPIO DE SAN

PRESENTA: -
PARTIDA No.: 6 LIMPIEZA Y DESALOJO

PRODUCCION 1
DIARIA:
UNIDAD: \$6
CANTIDAD
ANALIZADA: 1

ITEM No.: 6.1 LIMPIEZA Y DESALOJO

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
5 Auxiliares	\$ 15.38	\$ 4.08	\$ 19.46	1.00	\$ 97.30
					\$ -
					\$ -
SUB - TOTAL:					\$ 97.30

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/DIA	SUB TOTAL
Camion de estaca	Maquina	1	1.00	\$175.00	\$ 175.00
Herramientas varias	Manual	1	1.00	\$3.00	\$ 3.00
					\$ -
					\$ -
					\$ -
SUB - TOTAL:					\$ 178.00

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO UNITARIO = A + B + C + D

\$ 275.30

o

f. _____

FECHA:

1-jun-25

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO, DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD CHANMICO, DEL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR".						
PRESENTA: UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA				PLAZO: 90 DIAS HABILES		
FECHA: JUNIO 2025				LONGITUD / M 433.52		
PARTIDA	ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$	PRECIO PARCIAL \$
1		OBRAS GENERALES				
	1.1	INSTALACIONES PROVISIONALES	SG	1.00	\$8,334.14	\$8,334.14
	1.2	SEGURIDAD OCUPACIONAL, BANDERILLEROS Y CONTROL DE TRAFICO	SG	1.00	\$4,271.12	\$4,271.12
2		PAVIMENTOS				
	2.1	TRAZO Y NIVELACION	m2	1,734.08	\$0.40	\$691.78
	2.2	REMOCION DE MATERIAL DE SUB BASE Y MEJORAMIENTO, e=20cm	m3	614.13	\$1.74	\$1,065.52
	2.3	DESALOJO DE MATERIAL	m3	798.73	\$1.29	\$1,030.36
	2.4	RELLENO y COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO 20:1 e=0.15m	M3	470.83	\$21.15	\$9,957.27
	2.5	BADEN CONCRETO f _c =210/cm2, e=10cm x 0.50m DE ANCHO	M2	83.88	\$198.25	\$16,628.90
	2.6	CORDON CUNETA h=0.15m x 0.15m ANCHO	ML	854.29	\$5.98	\$5,107.16
	2.7	REMATE DE PIEDRA 30 x 40cm	M2	13.69	\$9.24	\$126.53
	2.8	IMPRIMACION ASFALTICA PUESTA EN EL LUGAR	M2	1,734.08	\$1.31	\$2,278.39
	2.9	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PUESTA EN EL LUGAR e=0.10m	M2	1,734.08	\$27.08	\$46,953.11
	2.10	TRANSPORTE DE MAQUINARIA	sg	1.00	\$1,754.37	\$1,754.37
3		AGUAS LLUVIAS				
	3.1	REPLANTEO Y NIVELACION PARA POZOS Y TUBERIA DE AGUAS LLUVIAS	M2	578.00	\$16.59	\$9,586.47
	3.2	EXCAVACION CON MAQUINARIA PARA CAJAS DE AGUAS LLUVIAS (1.50x0.65M E=VARIABLE)	M3	74.00	\$1.59	\$117.89
	3.3	EXCAVACION DE RED PRINCIPAL EN SUELO DE BAJA RESISTENCIA (PIEDRA POMEZ Y ARENA ARCILOSA DE BAJA PLASTICIDAD) (E= VARIABLE 1M - 4.50)	M3	2,136.80	\$1.62	\$3,468.67
	3.4	DESALOJO DE MATERIAL	M3	320.52	\$1.29	\$413.47
	3.5	CAMA DE ARENA PARA TUBERIA DE RED PRINCIPAL e=0.15m	M3	36.00	\$39.47	\$1,421.00
	3.6	INSTALACION DE TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA RESISTENCIA DE 12" EMPOTRADA EN CAJAS TRAGANTES Y POZOS	ml	48.00	\$71.45	\$3,429.60
	3.7	INSTALACION DE TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA RESISTENCIA DE 18" PARA RED PRINCIPAL EMPOTRADAS EN POZOS	ml	289.00	\$86.56	\$25,015.12
	3.8	CAJA DE VISITA DE CONCRETO REFORZADO PARA AGUAS LLUVIAS (1.50m x 0.65m x e=0.15m h=1.50m - 2.0m)	U	12.00	\$604.50	\$7,253.94
	3.9	POZO DE VISITA DE h = 3.5 - 4.00 DE COCNETRO f _c =280kg/cm2	U	3.00	\$3,057.97	\$9,173.91
	3.10	POZO DE VISITA DE h = 4.00 - 4.50 DE COCNETRO f _c =280kg/cm2	U	3.00	\$2,694.93	\$8,084.78
	3.11	ADEMADOS DE PAREDES EN ZANJO DE TUBERIAS	ml	769.28	\$18.53	\$14,252.27
	3.12	ADEMADOS DE PAREDES PARA POZOS	U	6.00	\$36.45	\$218.68
	3.13	CABEZAL DE SALIDA DE CONCRETO f _c =280kg/cm2 H=2.30 b= 0.89	U	2.00	\$1,270.93	\$2,541.86
	3.14	GRADAS DISIPADORAS DE ENERGIA DE PIEDRA h=0.40 huella = 2.5	m3	25.00	\$927.41	\$23,185.16
	3.15	RELLENO CON MATERIAL SELECTO	m3	539.20	\$15.36	\$8,283.51
	3.16	TRANSPORTE DE MAQUINARIA	SG	1.00	\$1,754.37	\$1,754.37
4		AGUAS NEGRAS				
	4.1	REPLANTEO Y NIVELACION DE TUBERIA Y POZOS DE AGUAS NEGRAS	m2	1,880.00	\$16.59	\$31,187.19
	4.2	EXCAVACION DE RED PRINCIPAL Y POZOS EN SUELO DE BAJA RESISTENCIA (PIEDRA POMEZ Y ARENA ARCILOSA DE BAJA PLASTICIDAD) (E= VARIARI F 1M - 3.5)	m3	4,818.34	\$1.62	\$7,821.74
	4.3	DESALOJO DE MATERIAL	m3	722.75	\$1.29	\$932.35
	4.4	CAMA DE ARENA PARA TUBERIA DE RED PRINCIPAL e=0.15m	M3	47.00	\$39.47	\$1,855.20
	4.5	INSTALACION DE TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA RESISTENCIA DE 6" DE DIAMETRO	ML	630.00	\$16.00	\$10,081.86
	4.6	INSTALACION DE TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA RESISTENCIA DE 8" DE DIAMETRO	ML	510.00	\$42.59	\$21,721.13
	4.7	POZOS DE VISITA DE 3.00m A 4.50m DE ALTURA	UNIDAD	24.00	\$2,305.69	\$55,336.56
	4.8	POZOS DE VISITA DE 3.00m A 4.00m DE ALTURA	UNIDAD	7.00	\$2,536.44	\$17,755.09
	4.9	POZOS DE VISITA DE 4.00 m A 4.50m DE ALTURA	UNIDAD	5.00	\$2,761.33	\$13,806.65
	4.10	ADEMADOS DE PAREDES EN ZANJO DE TUBERIAS	m2	769.28	\$18.53	\$14,252.27
	4.11	ADEMADOS DE PAREDES PARA POZOS	m2	36.00	\$36.45	\$1,312.10
	4.12	CONEXIÓN A POZO EXISTENTE DE AGUAS NEGRAS	U	1.00	\$242.06	\$242.06
	4.13	RELLENO INICIAL CON MATERIAL SELECTO	m3	342.00	\$15.36	\$5,254.01
	4.14	REVOLTURA DE TIERRA BLANCA CON TIERRA DEL LUGAR 50/50	m3	2,409.17	\$88.59	\$213,416.48
	4.15	TRANSPORTE DE MAQUINARIA	sg	1.00	\$1,754.37	\$1,754.37
5		SEÑALIZACION DE PROYECTO				
	5.1	INSTALACION DE SEÑALIZACION	sg	1.00	\$469.24	\$469.24
6		LIMPIEZA Y DESALOJO				
	6.1	LIMPIEZA Y DESALOJO	sg	1.00	\$275.30	\$275.30
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 613,872.96
COSTO INDIRECTOS Y UTILIDAD 25%						\$ 153,468.24
SUBTOTAL						\$ 767,341.20
IVA 13%						\$ 99,754.36
COSTO TOTAL DEL PROYECTO: \$						\$ 867,095.56

NOTA: LOS PAGOS DE MANO DE OBRA SE HAN TOMADO DEL LAUDO ARBRITAL 2024 DEL MANUAL DEL CONSTRUCTOR 2024 ASI TAMBIEN LOS RENDIMIENTOS SE HAN TOMADO DEL MANUAL DEL CONSTRUCTOR 2024 Y DE EXPERIENCIA EN CAMPO