



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja.

**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO
MUNICIPAL DEL CANTÓN EL PANGUI.**



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE FIN DE CARRERA PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL.

TEMA: “ESTUDIO HIDROLÓGICO, DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE LAS QUEBRADAS QUE ATRAVIESAN LA CABECERA PARROQUIAL DE PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.”

AUTOR: MARICELA ANDREINA LOJA LITUMA

DIRECTOR DE TESIS:

FERNANDO OÑATE-VALDIVIESO, PH.D.

LOJA, SEPTIEMBRE DE 2011

CERTIFICACIÓN

Ph. D. Fernando Rodrigo Oñate Valdivieso

DOCENTE DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de fin de carrera desarrollado para obtener el título de Ingeniero Civil, titulado “Estudio hidrológico, diseño del alcantarillado pluvial y corrección hidrológica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Pangui.”, realizado por Maricela Andreina Loja Lituma, ha sido elaborado bajo mi dirección y minuciosamente supervisado y revisado, por lo que autorizo su presentación a la Escuela de Ingeniería Civil.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ph.D. Fernando Rodrigo Oñate Valdivieso
DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Las ideas, diseños, cálculos, resultados, conclusiones, tratamiento formal y científico de la metodología de la investigación contemplada en el trabajo de fin de carrera titulado **“Estudio hidrológico, diseño del alcantarillado pluvial y corrección hidrológica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Panguí.”**, previo a la obtención del grado de Ingeniero Civil de la Universidad Técnica Particular de Loja, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Maricela Andreina Loja Lituma

CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Maricela Andreina Loja Lituma, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la universidad”.

Maricela Andreina Loja Lituma

DEDICATORIA

Primero a nuestro Señor Todo Poderoso, por otorgarme su gracia divina al darme la oportunidad de formarme como profesional.

De todo corazón a mis padres Luis David Loja Sánchez y Lilia Rosario Lituma González por el esfuerzo que han hecho para darme una buena educación por apoyarme, por sus consejos, comprensión, cariño y confianza puesta en mi para lograr esta meta a la vez quiero expresarles lo mucho que los quiero, en especial a ti madre que en los momentos malos y buenos siempre estás conmigo, y mis logros principalmente son en honor a ustedes.

A mi hermana Analida a mis hermanos Elwer, Royer, Brayan y muy especialmente a mi querido hermano Fredi por su apoyo, cariño y comprensión.

A toda mi familia que con su cariño me han demostrado su apoyo a través de los momentos compartidos, y a todas aquellas personas que no mencioné, pero que son parte integral de mi vida, por su amistad, consejos y apoyo en los momentos necesarios.

AGRADECIMIENTO

Al Doctor Fernando Rodrigo Oñate Valdivieso, por su calidez profesional, sus implacables críticas y sus sugerencias que contribuyen a mi empeño y aprendizaje.

A mis padres, primordialmente que son las personas más especiales de este mundo a quienes amo y admiro, que siempre han estado conmigo apoyándome en todo momento y dándome la motivación necesaria para alcanzar esta meta además de brindarme todo el aprecio, comprensión y humildad para lograr ser una profesional.

A mi hermano Fredi René Loja Lituma por su apoyo incondicional durante todo el tiempo de estudio.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón El Pangui, por darme la oportunidad de desarrollar mi trabajo de graduación en su municipio y por las facilidades para desarrollar el mismo.

A todos mis amigos y compañeros que me acompañaron en este largo camino de los cuales conservo los mejores recuerdos. Y a todas las personas que de alguna manera me motivaron a terminar éste trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	I
AUTORÍA.....	II
CESIÓN DE DERECHOS.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE CUADROS.....	XIV
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	XV
ARTÍCULO TÉCNICO.....	XVIII
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	1
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.3 ALCANCE DEL PROYECTO.....	3
CAPÍTULO II: INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	4
2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	4
2.2 UBICACIÓN POLÍTICA.....	4
2.3 CLIMA.....	5
2.4 SUELO.....	5
2.5 OROGRAFÍA.....	5
2.6 HIDROGRAFÍA.....	6
2.7 INFORMACIÓN SOCIAL DEL SITIO DE ESTUDIO.....	6

2.7.1 ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	6
2.7.2 POBLACIÓN.....	7
2.7.3 VIVIENDA.....	7
2.8 ASPECTOS SANITARIOS DEL SITIO DE ESTUDIO.....	8
2.8.1 AGUA POTABLE.....	8
2.8.2 ELIMINACIÓN DE EXCRETAS.....	8
2.8.3 ELIMINACIÓN DE AGUAS LLUVIAS.....	8
2.8.4 ELIMINACIÓN DE LA BASURA.....	8
2.9 ASPECTOS EDUCATIVOS E INSTITUCIONES PÚBLICAS.....	9
CAPÍTULO III: ESTUDIO Y CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE QUEBRADAS.....	10
3.1 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.....	10
3.1.1 CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS GENERALES.....	10
3.1.2 LEVANTAMIENTO DE LA FRANJA TOPOGRÁFICA.....	10
3.2 CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE LAS QUEBRADAS.....	11
3.2.1 TAMAÑO DE LA CUENCA.....	11
3.2.2 FORMA.....	11
3.2.3 ELEVACIÓN MEDIA.....	12
3.2.3.1 ANÁLISIS NUMÉRICO.....	12
3.2.4 PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA.....	13
3.2.5 ÍNDICE DE PENDIENTE GLOBAL.....	14
3.2.5.1 RECTÁNGULO EQUIVALENTE.....	15
3.2.6 DESNIVEL ESPECÍFICO	16
3.2.7 DRENAJE DE LA CUENCA.....	17
3.2.7.1 DENSIDAD DE LA RED DE LOS CAUCES.....	17
3.2.7.2 DENSIDAD DE DRENAJE.....	17
3.2.8 PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE.....	18
3.3 ESTACIONES HIDRO-METEOROLÓGICAS SELECCIONADAS.....	19
3.3.1 MÉTODO DE LAS PROPORCIONALIDADES	20
3.3.2 JANSÁ GUARDIOLA.....	21
3.3.3 CÁLCULO DE PRECIPITACIONES MEDIAS	21
3.3.3.1 MÉTODO DEL U.S. WATER SERVICE.....	21
3.4 GENERACIÓN DE LOS CAUDALES MEDIOS MENSUALES.....	22

3.4.1	CURVA DE DURACIÓN GENERAL.....	22
3.4.1.1	MÉTODO DE VEN TE CHOW.....	22
3.4.2	CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL.....	23
3.5	ESTUDIO DE INTENSIDADES.....	25
3.5.1	ELECCIÓN DEL PERÍODO DE RETORNO.....	25
3.5.2	ANÁLISIS DE LA INTENSIDAD DE FRECUENCIA DE LLUVIAS DE CORTA DURACIÓN.....	25
3.5.3	ANÁLISIS DE INTENSIDADES DE LLUVIAS MÁXIMAS.....	26
3.5.4	PARÁMETROS DE DISEÑO.....	26
3.5.4.1	TIEMPO DE DURACIÓN DE LA TORMENTA.....	26
3.5.4.2	CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN.....	27
3.6	CAUDALES MÁXIMOS.....	27
3.6.1	HIDROGRAMA UNITARIO SINTÉTICO DE SNYDER.....	28
3.6.2	MÉTODO DE VEN TE CHOW.....	29
3.6.3	MÉTODO RACIONAL.....	33
3.6.4	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS CAUDALES.....	33
3.7	ESTUDIO DE SEDIMENTOS.....	34
3.7.1	TRABAJOS DE CAMPO.....	34
3.7.2	TRABAJOS DE OFICINA.....	34
3.7.2.1	PESO ESPECÍFICO DE LOS SEDIMENTOS.....	35
3.7.3	MÉTODOS PARA EVALUAR EL VOLUMEN DE SEDIMENTO.....	35
3.7.3.1	ESTIMACIÓN DE LA CARGA EN SUSPENSIÓN GBS.....	36
3.7.3.1.1	MÉTODO DE FLEMING.....	36
3.7.3.2	ESTIMACIÓN EL MATERIAL DE FONDO Y ARRASTRE GB.....	36
3.7.3.2.1	MÉTODO DE SHAMOV.....	36
3.8	MECÁNICA DE SUELOS.....	38
3.8.1	CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	38
3.8.1.1	SUELOS GRANULARES.....	38
3.8.1.2	SUELOS FINOS.....	39
3.8.2	CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS DEL LECHO DE LA QUEBRADA.....	39
3.8.2.1	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD.....	39
3.8.2.2	COEFICIENTE DE CURVATURA.....	40
3.8.3	CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO.....	40

3.8.3.1	CAPACIDAD ADMISIBLE.....	41
3.9	NOCIONES, ANÁLISIS Y CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....	42
3.9.1	IDENTIFICACIÓN DE LOS SITIOS DONDE SE PRODUCE LA SEDIMENTACIÓN Y/O EROSIÓN.....	42
3.9.2	CAUCE REGULADO.....	43
3.9.2.1	TRAZADO DEL EJE NATURAL DE LA QUEBRADA.....	44
3.9.2.2	DIBUJO DE LOS PERFILES TRANVERSALES.....	44
3.9.2.2.1	CÁLCULO DEL PERFIL DE LA SUPERFICIE LIBRE DEL AGUA... 44	
3.9.2.3	CÁLCULO DE LA GEOMETRÍA ADECUADA PARA LA ESTABILIDAD DEL CAUCE.....	46
3.9.2.3.1	CONTROL VERTICAL POR EL MÉTODO DE ALTUNIN.....	46
3.9.2.3.2	COMPROBACIÓN DEL CAUCE REGULADO.....	48
3.9.3	ESTUDIO DE LA SOCAVACIÓN.....	52
3.9.3.1	SOCAVACIÓN GENERAL.....	52
3.10	ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA CUMBIANTSA.....	54
3.11	ENCAUSAMIENTO DE LA QUEBRADA “SIN NOMBRE”.....	55
3.11.1	DIMENSIONES GEOMÉTRICAS DE EMBAULADO.....	56
3.11.2	CAPTACIÓN CON TRANSICIÓN.....	58
3.11.3	DISEÑO DE ALCANTARILLA CAJÓN.....	58
3.11.4	DISEÑO DE LOS MUROS LATERALES DE LA QUEBRADA PARA SU ENCAUSAMIENTO.....	60
CAPÍTULO IV: DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.....		66
4.1	NORMAS Y PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO.....	66
4.1.1	ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.....	66
4.1.2	VELOCIDADES.....	67
4.1.2.1	VELOCIDAD MÍNIMA.....	67
4.1.2.2	VELOCIDAD MÁXIMA.....	67
4.1.3	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n).....	67
4.1.4	PENDIENTE.....	68
4.1.4.1	PENDIENTE MÍNIMA.....	68
4.1.4.2	PENDIENTE MÁXIMA.....	68
4.2	PERÍODO Y ETAPAS DE DISEÑO PARA CADA COMPONENTE.....	68
4.2.1	PERÍODO DE DISEÑO.....	69

4.3.	CRITERIOS DE DISEÑO.....	69
4.3.1	ÁREAS TRIBUTARIAS.....	69
4.3.2	DIÁMETRO Y CAPACIDAD DE LAS TUBERÍAS.....	70
4.3.3	VELOCIDAD.....	70
4.3.4	TUBERÍAS	71
4.3.5	POZOS Y CAJAS DE REVISIÓN	71
4.3.6	SUMIDEROS.....	72
4.3.7	DESCARGAS.....	73
4.3.8	DRENAJE SUPERFICIAL	73
4.4	PARÁMETROS DE DISEÑO.....	73
4.4.1	CAUDAL DE DISEÑO.....	73
4.4.2	AREAS DE DRENAJE Y/O ÁREAS TRIBUTARIAS.....	73
4.4.3	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)	74
4.4.4	INTENSIDAD DE LLUVIA.....	75
4.4.4.1	ECUACIÓN DE INTENSIDAD.....	75
4.4.4.2	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	75
4.4.4.2.1	TIEMPO DE ESCORRENTÍA.....	76
4.4.4.2.2	TIEMPO DE RECORRIDO.....	76
4.4.5	FRECUENCIA DE LLUVIAS.....	77
4.4.6	DURACIÓN DE LA LLUVIA.....	77
4.5	MODELACIÓN HIDRÁULICA DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	77
CAPÍTULO V: ASPECTOS AMBIENTALES.....		81
5.1	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.....	81
5.1.1	OBJETIVOS.....	81
5.1.2	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS EVALUADOS.....	81
5.1.3	DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EXISTENTES EN LA POBLACIÓN DE PACHICUTZA.	82
5.1.4	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y AMBIENTALES.....	83
5.1.4.1	EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO.....	84
5.1.5	ANÁLISIS DE ACTIVIDADES IMPACTANTES.....	87
5.1.6	MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL.....	89

5.1.7 ACTIVIDADES PUNTUALES DE MITIGACIÓN.....	90
5.1.8 MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	92
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS ECONÓMICO.....	101
6.1 VALOR UNITARIO POR RUBRO	101
6.2 PRESUPUESTO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	102
6.3 PRESUPUESTO DE EMBAULADO DE QUEBRADA CON ALCANTARILLA CAJÓN, B=1.70m x H=1.70m.....	103
6.4 PRESUPUESTO DE EMBAULADO DE QUEBRADA CON MUROS.....	103
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	104
7.1 CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE LA QUEBRADA CUMBIANTSA...	104
7.2 CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE LA QUEBRADA SIN NOMBRE.....	105
7.3 ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107
CAPÍTULO VIII: ANEXOS	
CAPÍTULO IX: PLANOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1: Forma de la cuenca y tendencia a las crecidas.....	12
Tabla 3.2: Características de relieve de la cuenca en función del índice de pendiente global.....	15
Tabla 3.3: Características de relieve de la cuenca en función de desnivel específico...	16
Tabla 3.4: Características de la cuenca en función de la densidad de drenaje.....	17
Tabla 3.5: Determinación del tipo de relieve en función de la pendiente media del río.....	19
Tabla 3.6: Coeficiente de variación (CV).....	24
Tabla 3.7: Período de retorno para diferentes tipos de obra.....	25
Tabla 3.8: Tipo de suelo de la cuenca.....	30
Tabla 3.9: Selección del número de escurrimiento (N).....	30
Tabla 3.10: Valores de a y n en la ecuación [3.47] para varios tipos de cobertura.....	36
Tabla 3.11: Valores de β en función de la probabilidad de que pueda presentarse el caudal de diseño.....	53
Tabla 3.12: Valores de x para suelos no cohesivos.....	53
Tabla 3.13: Valores del coeficiente ψ en función del peso unitario de la mezcla agua sedimento.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación provincial.....	4
Figura 2: Ubicación sitio de estudio.....	4
Figura 3: Mapa hídrico del Cantón el Panguí.....	6
Figura 4: Distribución de la actividad económica.....	6
Figura 5: Distribución de la vivienda.....	8
Figura 6: Ubicación de quebrada Cumbiantsa.....	54
Figura 7: Sección transversal 0+052.64.....	55
Figura 8: Ubicación de quebrada Sin nombre.....	56
Figura 9: Detalle de transición.....	58
Figura 10: Sección propuesta.....	59
Figura 11: Detalle de hierros en alcantarilla cajón.....	60
Figura 12: Dimensiones de muro de hormigón armado.....	61
Figura 13: Ubicación de muros para encausamiento de quebrada.....	63
Figura 14: Análisis de empujes de pantalla.....	64
Figura 15: Detalle de armado de hierro de muro.....	65
Figura 16: Forma geométrica del trazado de las áreas tributarias.....	69
Figura 17: Lavado de caja domiciliaria.....	96
Figura 18: Lavado de pozos.....	97

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1: Distribución de la población por comunidades.....	5
Cuadro 2.2: Resumen del uso del suelo en hectáreas.....	5
Cuadro 2.3: Actividad económica de los moradores de la parroquia Pachicutza.....	6
Cuadro 2.4: Indicadores de población de la parroquia Pachicutza.....	7
Cuadro 2.5: Viviendas en la cabecera parroquial de Pachicutza.....	8
Cuadro 2.6: Centros educativos de la parroquia Pachicutza.....	9
Cuadro 3.1: Datos para calcular de la altitud media microcuenca 1.....	13
Cuadro 3.2: Datos para calcular la altitud media microcuenca 2.....	13
Cuadro 3.3: Datos para representar la pendiente media de la microcuenca 1.....	14
Cuadro 3.4: Datos para representar la pendiente media de la microcuenca 2.....	14
Cuadro 3.5: Datos para calcular la pendiente longitudinal del cauce microcuenca 1...	18
Cuadro 3.6: Datos para calcular la pendiente longitudinal del cauce microcuenca 2...	19
Cuadro 3.7: Estaciones hidrometeorológicas y pluviométricas utilizadas.....	20
Cuadro 3.8: Análisis comparativo de los caudales.....	33
Cuadro 3.9: Caudales de aporte a la quebrada 2.....	33
Cuadro 3.10: Granulometría del material de arrastre.....	34
Cuadro 3.11: Densidad y absorción de agua en los áridos.....	35
Cuadro 3.12: Densidad aparente en los áridos.....	35
Cuadro 3.13: Resultados obtenidos del análisis de las muestras de suelo.....	40
Cuadro 3.14: Resultados obtenidos del análisis de las muestras de suelo.....	40
Cuadro 3.15: Sumatoria de momento resistente y fuerzas verticales.....	61
Cuadro 3.16: Determinación de acero en pantalla.....	64
Cuadro 4.1: Valores de coeficiente de rugosidad.....	67
Cuadro 4.2: Espaciamiento de sumideros en función de la pendiente.....	72
Cuadro 4.3: Valores usuales del coeficiente de escorrentía.....	74
Cuadro 4.4: Valores medios del coeficiente de escorrentía.....	74
Cuadro 5.1: Medidas de prevención de impactos ambientales.....	90
Cuadro 5.2: Medidas de mitigación de impactos ambientales.....	91

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ec 3.1:	Coeficiente de Compacidad de Gravelius (K_c).....	11
Ec 3.2:	Altitud media ponderada de la cuenca (H_m).....	12
Ec 3.3:	Pendiente media de la cuenca (P_m).....	13
Ec 3.4:	Índice de pendiente global de P. Dubré (I_g).....	14
Ec 3.5:	Lado mayor del rectángulo equivalente (L_m).....	15
Ec 3.6:	Lado menor del rectángulo equivalente (L_n).....	16
Ec 3.7:	Desnivel específico (D_s).....	16
Ec 3.8:	Densidad de la red de los cauces (D_r).....	17
Ec 3.9:	Densidad de drenaje (D_d).....	17
Ec 3.10:	Pendiente media del cauce (PL).....	18
Ec 3.11:	Método de las proporcionalidades.....	20
Ec 3.12:	Precipitación mensual existente del mes P_{mi}	20
Ec 3.13:	Precipitación media anual del período P_{am}	20
Ec 3.14:	Valor de a, método Jansa Guardiola.....	21
Ec 3.15:	Valor de b, método Jansa Guardiola.....	21
Ec 3.16:	Valor de c, método Jansa Guardiola.....	21
Ec 3.17:	Valor de z, método Jansa Guardiola.....	21
Ec 3.18:	Precipitación mensual, método Jansa Guardiola.....	21
Ec 3.19:	Precipitación media, método del U.S. Water Service.....	22
Ec 3.20:	Método de Weiball para calcular la probabilidad.....	22
Ec 3.21:	Caudal medio mensual plurianual (Q_m).....	23
Ec 3.22:	Desviación típica δQ (Método de Ven Te Chow).....	23
Ec 3.23:	Coeficiente de variación C_v (Método de Ven Te Chow).....	23
Ec 3.24:	Coeficiente de oblicuidad C_s (Método de Ven Te Chow).....	23
Ec 3.25:	Ecuación para la curva de duración teórica.....	23
Ec 3.26:	Probabilidad con la fórmula de HAZEN.....	23
Ec 3.27:	Ecuación de intensidad para El Pangui, para $5 \text{ min} < 46 \text{ min}$	26
Ec 3.28:	Ecuación de intensidad para El Pangui, para $46 \text{ min} < 1440 \text{ min}$	26
Ec 3.29:	Tiempo de duración de la tormenta, según Kirpich.....	26
Ec 3.30:	Tiempo desde el comienzo del hidrograma hasta su valor pico (Snyder)....	28
Ec 3.31:	Duración normal de la lluvia en horas (Snyder).....	28
Ec 3.32:	Tiempo base del hidrograma. (Snyder).....	28

Ec 3.33:	Caudal pico (Snyder).....	28
Ec 3.34:	Tiempo de retardo modificado, (Snyder).....	29
Ec 3.35:	Caudal máximo pico, (Snyder).....	29
Ec 3.36:	Lluvia en exceso de Ven Te Chow.....	31
Ec 3.37:	Lluvia en exceso en la zona de Ven Te Chow.....	31
Ec 3.38:	Valor t_p de Ven Te Chow.....	31
Ec 3.39:	Valor de Z si d/t_p entre 0.05 y 0.4.....	31
Ec 3.40:	Valor de Z si $0.4 \leq d/t_p \leq 2$	31
Ec 3.41:	Caudal máximo de Ven Te Chow.....	31
Ec 3.42:	Caudal por el Método Racional.....	33
Ec 3.43:	Caudal sólido, método de Fleming.....	36
Ec 3.44:	Caudal de sedimentos, método de Shamov.....	36
Ec 3.45:	Ancho del cauce, método de Shamov.....	37
Ec 3.46:	Caudal unitario de sedimentos, método de Shamov.....	37
Ec 3.47:	Velocidad media calculada, método de Shamov.....	37
Ec 3.48:	Coefficiente de uniformidad (C_u).....	39
Ec 3.49:	Coefficiente de curvatura (C_c).....	40
Ec 3.50:	Máxima capacidad de carga del suelo (q_{ult}).....	41
Ec 3.51:	Coefficiente de curvatura (C_c).....	41
Ec 3.52:	Fuerza tráctiva.....	42
Ec 3.53:	Fuerza tráctiva crítica.....	43
Ec 3.54:	Fórmula de Manning.....	45
Ec 3.55:	Módulo de caudal.....	45
Ec 3.56:	Caudal, método de Leach.....	45
Ec 3.57:	Ancho estable, método de Leach.....	47
Ec 3.58:	Velocidad del flujo en el tramo, Fórmula de Chezy.....	47
Ec 3.59:	Velocidad del flujo en el tramo, Fórmula de Chezy.....	47
Ec 3.60:	Coefficiente de Chezy.....	47
Ec 3.61:	Profundidad media (H_{mr}) (fórmula de Chezy).....	47
Ec 3.62:	Radio hidráulico, fórmula de Chezy.....	48
Ec 3.63:	Profundidad media del cauce natural.....	48
Ec 3.64:	Ancho natural del cauce B_n	48
Ec 3.65:	Velocidad media del torrente regulado.....	48
Ec 3.66:	Primer indicador del método de Altunin.....	48

Ec 3.67:	Segundo indicador del método de Altunin.....	49
Ec 3.68:	Capacidad de transporte del cauce regulado, fórmula Zamarin.....	49
Ec 3.69:	Capacidad de transporte del cauce natural, fórmula Zamarin.....	49
Ec 3.70:	Tercer indicador del método de Altunin.....	49
Ec 3.71:	Caudal de los sedimentos de fondo del cauce regulado.....	49
Ec 3.72:	Caudal de los sedimentos de fondo del cauce natural.....	49
Ec 3.73:	Caudal unitario de sedimentos de fondo cauce regulado, fórmula Shamov..	49
Ec 3.74:	Caudal unitario de sedimentos de fondo cauce natural, fórmula Shamov....	49
Ec 3.75:	Velocidad inicial de los sedimentos de fondo en el cauce regulado.....	50
Ec 3.76:	Velocidad inicial de los sedimentos de fondo en el cauce natural.....	50
Ec 3.77:	Cuarto indicador del método de Altunin.....	50
Ec 3.78:	Velocidad límite superior, fórmula de Shamov.....	50
Ec 3.79:	Velocidad de fondo, fórmula de B.N. Goncharov.....	51
Ec 3.80:	Caudal unitario, fórmula de B.N. Goncharov	51
Ec 3.81:	Desnivel entre la superficie del agua (al pasar la avenida) y el fondo erosionado.....	52
Ec 3.82:	Coeficiente α , para desnivel entre la superficie del agua.....	52
Ec 3.83:	Ecuación de estimación de la socavación general muy difundida.....	54
Ec 3.84:	Área mojada de sección rectangular.....	56
Ec 3.85:	Perímetro mojada de sección rectangular.....	56
Ec 3.86:	Valor de K en función de la geometría del canal.....	56
Ec 3.87:	Altura de seguridad.....	57
Ec 3.88:	Altura de canal.....	57
Ec 3.89:	Longitud de transición, fórmula de Hind.....	58
Ec 3.90:	Control de deflexión.....	59
Ec 3.91:	Momentos flectores.....	59
Ec 3.92:	Acero de refuerzo.....	60
Ec 3.93:	Acero mínimo.....	60
Ec 3.94:	Armadura por retracción y temperatura.....	60
Ec 3.95:	Coeficiente de empuje activo.....	61
Ec 3.96:	Empuje activo.....	61
Ec 4.1:	Velocidad, fórmula de Manning.....	70
Ec 4.2:	Caudal de escurrimiento, método racional.....	73



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja.

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ESTUDIO HIDROLÓGICO, DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE LAS QUEBRADAS QUE ATRAVIESAN LA CABECERA PARROQUIAL DE PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

MARICELA ANDREINA LOJA LITUMA

AUTOR

FERNANDO OÑATE VALDIVIESO, PH.D.

DIRECTOR DE TESIS

LOJA – ECUADOR, SEPTIEMBRE DEL 2011

RESUMEN: Realizar el estudio hidrológico, diseño del alcantarillado pluvial y corrección hidrológica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, ha sido el objetivo central de este trabajo. Se recolectó información general del proyecto como: ubicación geográfica, clima, suelo, orografía hidrografía, topografía. Se determinó las características morfométricas de las microcuencas como tamaño, forma, elevación media, pendiente media, desnivel específico y drenaje. Luego se determinaron las estaciones hidro-meteorológicas más aledañas al sitio de estudio para obtener los datos de precipitación considerando las estaciones de El Pangui, Gualaquiza, Yanzatza como principales y como información adicional las estaciones de Los Encuentros y Yacuambi debido a que estas actualmente están retiradas. Al existir faltantes en los datos de precipitación se procedió a completarlos mediante el método de las proporcionalidades y Jansa Guardiola (1969). Posteriormente obtuvimos la curva de variación estacional y los caudales máximos que nos sirvieron como caudales de diseño. Se realizó el estudio de sedimentos y el estudio de suelos que incluye clasificación del material, determinación del tamaño medio de las partículas, pesos específicos y los ángulos de fricción. Posteriormente se realizó el análisis de cauce regulado utilizando el

método de Leach, para obtener los anchos inundables y profundidades de agua máximas. Con el método de Altunin se obtuvo la pendiente para evitar la erosión por ende un ancho y profundidad regulada. Del análisis realizado se propuso la implementación de un parque lineal en la quebrada Cumbiantza y un embaulado en la quebrada “Sin nombre”. El alcantarillado pluvial para Pachicutza se lo realizó basado en las normas vigentes. El trabajo incluye también el análisis financiero, de impacto ambiental y las especificaciones técnicas de construcción.

PALABRAS CLAVE: Intensidad, precipitación, caudal, velocidad, pendiente.

ABSTRACT: The focus of this report is to conduct a hydrologic study, designing a storm drainage and hydrological correction streams of the ravine running through the Pachicutza parish. General project information such as geographic location, climate, soil, topography hydrography, and topography was compiled. I determined the morphometric characteristics of the micro basins like: shape, average elevation, slope, specific slope and drainage. Later I determined the hydro-meteorological installations surrounding the study site further to obtain the precipitation data regarding the installations in El Panguí, Gualaquiza, and Yanzatza as the main sites and additional information was taken from the Los Encuentros and Yacuambi installations due to the fact that these are now removed. There is missing precipitation data so they were completed using the proportionality method and Jansa Guardiola. Then we obtained the curve of seasonal variation and the maximum flow that serves as design flows. A sediment and soil study was conducted, including material classification, determination of average particle size, specific gravity, and friction angles. Later analysis was performed using the Leach regulated channel, in order to find the wide flood and maximum water depths. With the Altunin method we obtained the slope in order to prevent erosion thus regulated width and depth. With the said analysis we proposed the implementation of a linear park in the Cumbiantza ravine and an embaulado in the unnamed creek. The storm sewer to Pachicutza was made based on existing standards. The work also includes financial analysis, environmental impact, and technical construction specifications.

KEY WORDS: Intensity, rainfall, flow, speed, slope.

1. INTRODUCCIÓN

La cabecera parroquial de Pachicutza, actualmente no dispone de alcantarillado pluvial, por lo que en la época invernal las aguas escurren por las calles destruyéndolas. Esto representa ingentes gastos en mantenimiento vial al Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón El Pangui, e incomodidad a la población. Así mismo las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial se encuentran en estado natural, por lo que las zonas ribereñas son vulnerables al eventual desbordamiento de las mismas.

El propósito del presente estudio es obtener una alternativa óptima tanto técnica como económica, para el estudio y diseño del Alcantarillado Pluvial y para la corrección hidrológica de las quebradas de la cabecera parroquial de Pachicutza. La corrección hidrológica de las quebradas mencionadas asegurará todas las obras de infraestructura realizadas y las que están por realizarse en el sector. De esta manera procurándole desarrollo, seguridad y protección necesaria ante eventuales desbordamientos de las quebradas existentes mejorando así sustancialmente la calidad de vida de sus habitantes.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La Parroquia Pachicutza, se encuentra ubicada, a 4 km de la cabecera cantonal El Pangui, en la vía Troncal Amazónica, en dirección hacia a la ciudad de Zamora. Geográficamente está localizada en las coordenadas 17765537 E - 9594420 N con altura promedio de 950 m.s.n.m¹.

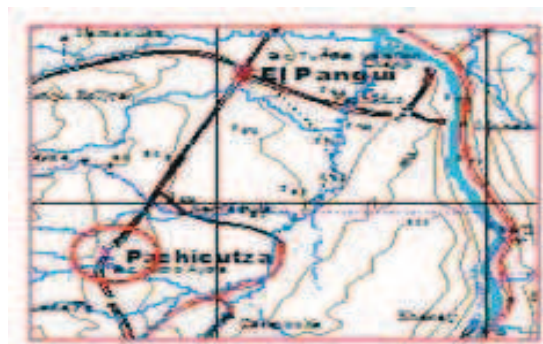


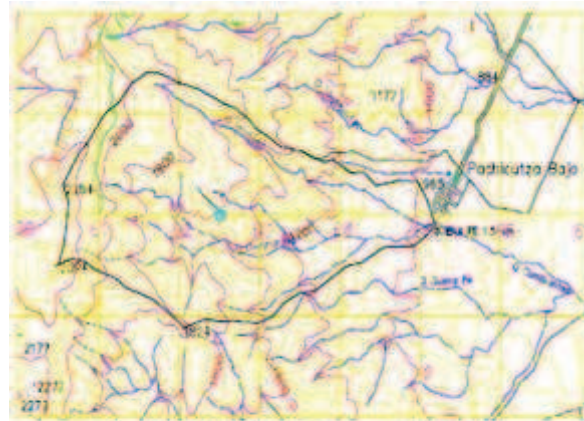
Figura 1: Ubicación del sitio de estudio.

Fuente: El autor.

ESTUDIO Y CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE LAS QUEBRADAS

El trabajo propuesto empezó por el estudio hidrológico de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza que por tener áreas menores a 50 Km² se consideran como microcuencas. En la Figura 2 y 3 encontramos las áreas de la microcuenca 1 y 2 respectivamente, tomados los datos de las cartas IGM de El Pangui y de Los Encuentros.

Con el propósito de ubicar los lugares de mayor riesgo de desbordamiento e inundaciones a lo largo de las dos quebradas en estudio, se realizó el levantamiento topográfico al detalle con su respectiva nivelación y toma de perfiles transversales cada 20 metros, con un ancho fluctuante en sus márgenes de 3 a 6 m en la quebrada 1 y en la quebrada 2 de 1 a 4 m según como se

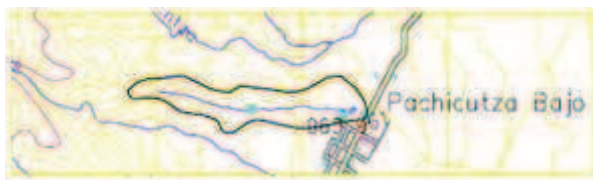


Área = 06.90 Km² Perímetro = 11.67 Km.

Figura 2: Área drenada de la Microcuenca 1

Fuente: El autor

encontró el tramo levantado.



Área = 0.34 Km² Perímetro = 3.65 Km.

Figura 3: Área drenada de Microcuenca 2.

Fuente: El autor.

El estudio hidrológico de las quebradas se desarrolló en base a las precipitaciones de varias estaciones cercanas a nuestro proyecto que encontramos en el cuadro 1.

CUADRO 1: ESTACIONES HIDRO-METEOROLÓGICAS Y PLUVIOMÉTRICAS UTILIZADAS

ESTACION	TIPO	COD.	COORDENADAS GEOGRAFICAS		ALTITUD	PERIODO DE REGISTRO		UBICACIÓN	INSTITUCION
			LATITUD S	LONGITUD W		DESDE	HASTA		
El Pangui	PV.	M-502	03°38'47"	78°34'18'	820	1978	Continúa	El Pangui	INAMHI
Gualaquiza	CO	M-189	03°24'00"	78°34'00"	927	1976	Continúa	Gualaquiza	INAMHI
Yacuambi	PV.	M-680	03°38'03"	78°55'35"	1400	1974	Retirada	Yacuambi	INECEL
Yanzatza	CO	M-190	03°50'15"	78°45'01"	830	1975	Continúa	Yanzatza	INAMHI
Encuentros 1/.	PV.	M-505	03°46'15"	78°36'40"	800	1976	Retirada	Encuentros	INECEL

Fuente: Anuarios Hidrológicos del INHAMI

CO: Climatológica Ordinaria

PV: Pluviométrica

1/. Estación utilizada de apoyo

Para la generación de caudales medios mensuales se utilizara la curva de duración general, también denominada curva de probabilidades. La misma nos indica el porcentaje de tiempo (días, meses o años) en que cierto gasto es igualado o excedido. Su análisis lo realizaremos con métodos analíticos (Ven Te Chow tomado de [2]), tomando en cuenta caudales medios mensuales para un periodo de 29 años (1978 – 2006).

Posteriormente se procedió a encontrar la Curva de variación estacional (tomado de referencias bibliográficas [2]) con la cual definiremos el régimen hidrológico de las

microcuencas en estudio. Además nos señala la distribución de las precipitaciones o caudales en función de la probabilidad de que estos valores sean igualados o superados.

El estudio de intensidades empezó con la elección del periodo de retorno el cual se asumió un $Tr = 25$ años, ya que es el recomendado para obras especiales de protección contra inundaciones, descargas, etc.

El cálculo de las intensidades de lluvia máximas se lo realizo con las ecuaciones de intensidad representativas del sitio, que según datos del INAMHI el sitio de estudio se localiza en la en la Zona 27, con el código M502 correspondiéndole las siguientes ecuaciones de intensidad:

$$5 \text{ min} < 46 \text{ min} \quad I = 76.133 * Id_{TR} * t^{-0.3477}$$

$$46 \text{ min} < 1440 \text{ min} \quad I = 539 * Id_{TR} * t^{-0.8634}$$

Dónde: Tr = Período de retorno adoptado, en años.

Id_{TR} = Intensidad diaria para un periodo de retorno dado en mm/h.

t = Tiempo de duración de la lluvia, en minutos.

El tiempo de duración se lo calcula con la fórmula de Kirpich.

El $Id_{TR} = 3.40$, tomado con respecto al periodo de retorno de la bibliografía [3].

El estudio de las crecidas es fundamental en nuestro proyecto para la determinación de los caudales máximos que puede producir las microcuencas en estudio. Existen varios métodos útiles para el cálculo de la magnitud de una creciente. En el presente estudio utilizaremos los siguientes: Hidrograma unitario.²

Métodos racionales: Método de Ven Te Chow²

Métodos empíricos: Método Racional²

Para evaluar el arrastre de sedimentos se realizó la estimación de la carga en suspensión por el Método de Fleming² y la estimación el material de fondo y arrastre G_b por el Método de Shamov².

En el estudio de suelos se realizaron ensayos del material de arrastre de las quebradas de los cuales obtuvimos parámetros como diámetro medio de las partículas, densidades y coeficientes de fricción entre otros.

Las normas utilizadas para la realización de los diferentes ensayos fueron las ASTM. Así mismo la clasificación del material, se la realizó mediante el sistema de clasificación de suelos S.U.C.S.

Obtenidos todos los datos de las quebradas en estudio se procedió con el estudio final que es el estudio del Cauce Regulado que se resume a continuación:

a) **Identificación de los sitios donde se produce la sedimentación y/o erosión:**

La comparación de los valores de fuerza tractiva y fuerza tractiva crítica nos permite ubicar los probables sitios tanto de sedimentación como erosión.

$$\text{Fuerza tractiva: } \tau = \gamma h_m J$$

Donde, γ = Peso específico del agua (Kg/m^3); h_m = Profundidad media del agua (m);
 J = Gradiente hidráulico.

$$\text{Fuerza tractiva crítica: } \tau_{cr} = (\gamma_s - \gamma) d_m (f - I)$$

Donde, γ_s = Peso específico del material de arrastre; γ = Peso específico del agua;
 d_m = Diámetro medio del material de arrastre; f = Coeficiente de fricción interna; I = Pendiente del fondo del cauce.

En el caso de que $\tau > \tau_{cr}$, se tiene que el fenómeno es erosivo, cuando $\tau < \tau_{cr}$ se tiene el fenómeno de sedimentación, y cuando excepcionalmente $\tau = \tau_{cr}$ se tiene un fenómeno indeterminado.

b) **Método de Leach**, es un método que se adapta a cauces irregulares, proporciona una solución conveniente para los problemas que tratan de canales con una planicie inundada en los desbordamientos o con otras condiciones irregulares que necesiten cálculos separados para las diferentes partes del canal.

Utilizando la fórmula de Manning para la determinación del caudal tenemos:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

Donde, n = Coeficiente de rugosidad Manning; A = área (m^2); R = Radio hidráulico (m); S = Pendiente de la línea de carga (m/m).

De lo anterior tenemos: $K_d = \frac{1}{n} AR^{2/3}$; Siendo K_d = Módulo de caudal; Por lo cual la

fórmula se reduce a la siguiente: $Q = K_d \sqrt{S}$. Para (n) constante, K_d varía solamente con el calado.

c) **Método de Altunin**, utiliza 3 ecuaciones, la primera toma en cuenta la resistencia de las márgenes, la segunda el movimiento continuo de las partículas del fondo y la tercera la resistencia al flujo fricción.

Para el trazado del cauce regulado, calculamos el ancho estable y la profundidad media regulada con la ayuda de fórmulas empíricas.

$$\text{Ancho Estable (Br): Para tramos rectos: } Br = \frac{A * Q^{0.5}}{I^{0.2}}$$

Dónde, Q = Caudal de diseño calculado (m³/s); I = Pendiente de la superficie libre del flujo; A = Valor que depende del tipo de la sección transversal así como de las características de tramo y de los materiales que lo conforman.

$$\text{Profundidad media (H mr) (fórmula de Chezy): } V = C * (R * I)^{1/2} = C (h_{mr} * I)^{1/2}.$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{Br * h_{mr}}$$

Si consideramos nuevamente que el radio hidráulico es equivalente a la profundidad media del cauce y tomando en cuenta la fórmula de Manning tendremos:

$$C = \frac{1}{n} * R^{1/6} \approx \frac{1}{n} * h_{mr}^{1/6}$$

Asumimos que $R \approx H_{mr}$.

Despejando el valor de R tendremos que la fórmula para obtener la profundidad media del cauce será:

$$H_{mr} = \left(\frac{Q * n}{Br * \sqrt{I}} \right)^{0.6}$$

Dónde, V = Velocidad del flujo en el tramo (m/s); C = Coeficiente de Chezy; R = Radio hidráulico (m); I = Pendiente de la superficie libre del flujo; Q = Caudal de crecidas o diseño; S = Superficie de la sección del flujo; Br = Ancho estable del cauce; n = Coeficiente de rugosidad.

El radio hidráulico del cauce natural se puede encontrar por la fórmula de Chezy

$$V = C * \sqrt{R * I} = \frac{1}{n} * R^{1/6} * \sqrt{R * I}$$

$$\text{Dónde: } R = \left(\frac{V * n}{\sqrt{I}} \right)^{3/2} \approx h_{m \text{ nat}}$$

H m nat = Profundidad media del cauce natural.

Ancho natural del cauce Bn, se despeja de la ecuación del caudal y es:

$$B_n = \frac{Q}{V * H_{m \text{ nat}}}.$$

Dónde, V = Velocidad media del flujo en el tramo.

Velocidad media (V_{mc}) del torrente regulado: $V_{mc} = \frac{Q}{B_r * h_{mr}}$.

d) **Comprobación del cauce regulado²**, se realiza en función de cuatro indicadores que tiene que cumplir.

Primer indicador.- Se debe cumplir la siguiente condición: $B_r^m = K * h_{mr}$.

Segundo indicador.- La capacidad de transporte de los sedimentos en suspensión del cauce regulado debe ser mayor o igual que la capacidad de transporte del cauce natural, entonces debe cumplir la siguiente condición: $P_{reg} \geq P_{nat}$

Tercer indicador.- La capacidad de arrastre de los sedimentos de fondo del cauce regulado tiene que ser mayor o igual a la capacidad de arrastre del cauce natural y se debe cumplir la siguiente condición: $Q_{fonreg} \geq Q_{fonnat}$

Cuarto indicador.- Se puede producir una erosión en el cauce cuando los valores de la capacidad de arrastre de los materiales de fondo y la capacidad de transporte de los sedimentos en suspensión (reguladas), difiere con los valores del cauce natural (siendo muy mayores). Debido a que se produce que la velocidad de fondo del torrente (del tramo en estudio y regulada) es mayor a la velocidad con la cual se inicia el movimiento masivo de los sedimentos de fondo. En vista de esto se debe tener en consideración que para que esto no suceda se debe cumplir la siguiente condición: $V_{fon} < V_{lim.sup.}$

ALCANTARILLADO PLUVIAL

Como segunda parte del presente estudio tenemos el diseño del alcantarillado pluvial para el desarrollo del mismo se utilizarán entre otras las siguientes normativas de diseño:

- Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN 5 Parte 9: 1997 primera revisión.
- Normas Técnicas de Diseño para los Sistemas de Agua Potable y Eliminación de Residuos Líquidos para poblaciones con más de 1000 habitantes, de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental (SSA) y Ex-Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS).
- Normas de la Organización Mundial de la Salud

3. RESULTADOS

Como resultado del trabajo realizado hemos encontrado datos que cumplen con todos los parámetros para obtener una buena corrección de las quebradas en estudio y del diseño del alcantarillado pluvial, asegurando de esta manera el buen funcionamiento de las infraestructuras durante el periodo de diseño considerado.

Mediante las curvas de variación estacional conocemos que el período de invierno, corresponde a los meses de febrero a julio, y el período de verano corresponde a los meses de agosto a enero.

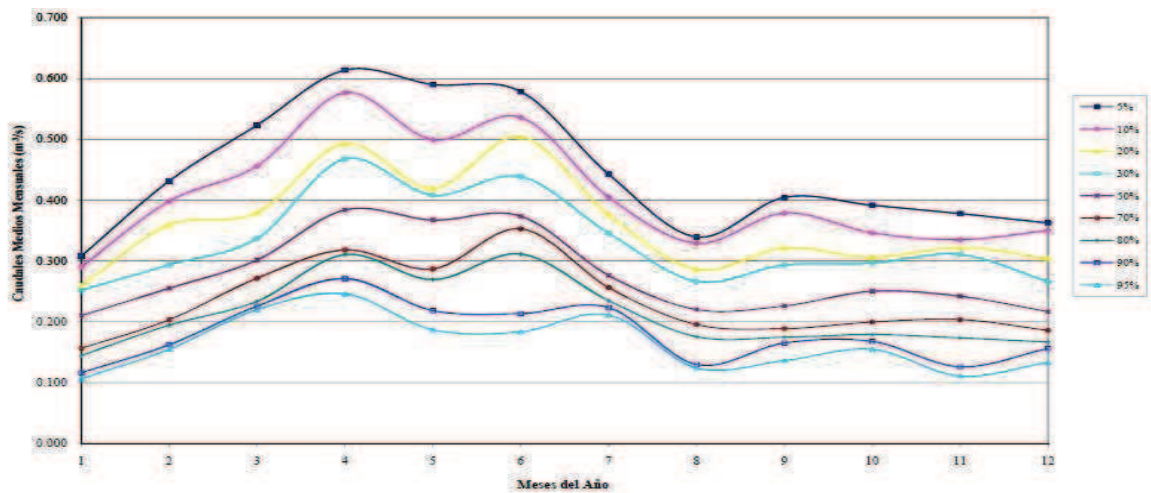


FIGURA 4: CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL QUEBRADA CUMBIANTSA (1978 - 2006).

FUENTE: EL AUTOR

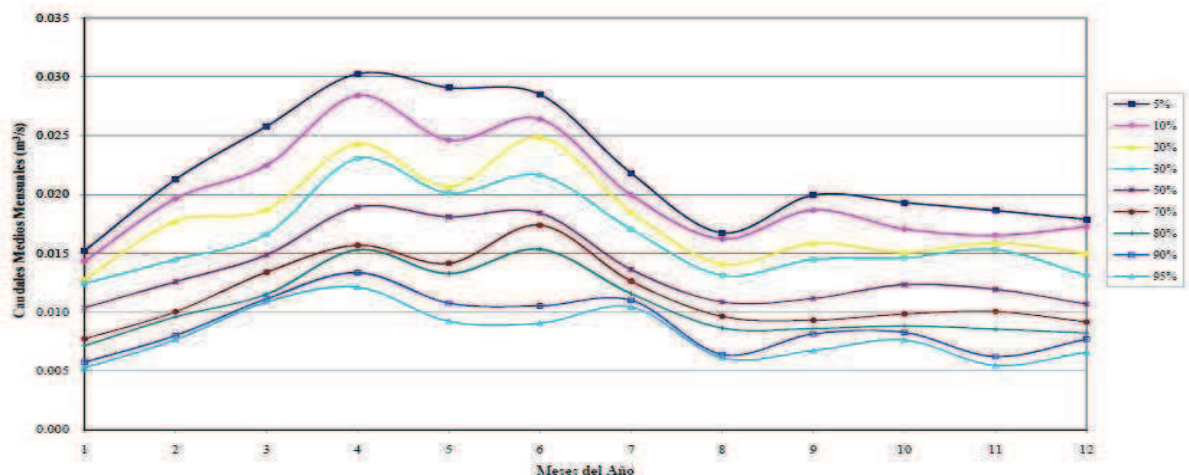


FIGURA 5: CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL QUEBRADA SIN NOMBRE (1978 - 2006).

FUENTE: EL AUTOR

Los cuadros 2 y 3 presentan los parámetros iniciales de cada uno de los tramos en que se dividió las quebradas en estudio. Tenemos las abscisas inicial y final; la longitud, pendiente y caudal del tramo; la rugosidad, diámetro medio y velocidad de caída de las partículas.

CUADRO 1: PARÁMETROS INICIALES DEL CAUCE NATURAL DE LA QUEBRADA SIN NOMBRE

Tramo Número	Polígono por el eje de la quebrada				Caudal Q (m³/s)	Rugosidad	Diámetro Dm (m)	Velocidad de caída W (m/s)
	Abs. inicial	Abs. final	Longitud del tramo (m)	Pendiente ponderada				
1	0+000.00	0+072.33	72.33	0.072	4.91	0.075	0.0245	0.688
2	0+072.33	0+175.52	103.19	0.090	4.55	0.075	0.0245	0.688
3	0+175.52	0+269.14	93.62	0.101	3.23	0.075	0.0245	0.688

Fuente: El autor.

CUADRO 2: PARÁMETROS INICIALES DEL CAUCE NATURAL DE LA QUEBRADA CUMBIANTSA

Tramo Número	Polígono por el eje de la quebrada				Caudal	Rugosidad	Diámetro Dm (m)	Velocidad de caída W (m/s)
	Abs. inicial	Abs. final	Longitud del tramo (m)	Pendiente ponderada	Q (m³/s)			
1	0+000.00	0+052.64	52.64	0.097	30.20	0.075	0.0110	0.585
2	0+052.64	0+230.27	177.63	0.104	30.20	0.075	0.0110	0.585
3	0+230.27	0+369.43	139.16	0.100	30.20	0.075	0.0110	0.585
4	0+369.43	0+483.27	113.83	0.109	30.20	0.075	0.0110	0.585
5	0+483.27	0+544.42	61.16	0.086	30.20	0.075	0.0110	0.585

Fuente: El autor.

Los cuadros 4 y 5 presentan los sitios donde se producen erosión y/o sedimentación, analizado en cada sección transversal cada 20 metros, en los cuadros se calcula la gradiente hidráulica, la cota de nivel de agua, la tensión tractiva y la tensión tractiva crítica. Mediante la condición $\tau > \tau_{cr}$, se tiene que el fenómeno es erosivo, cuando $\tau < \tau_{cr}$ se tiene el fenómeno de sedimentación, y cuando excepcionalmente $\tau = \tau_{cr}$ se tiene un fenómeno indeterminado.

CUADRO 4: TENSIONES TRACTIVAS, DETERMINACIÓN DE LA EROSIÓN Y/O SEDIMENTACIÓN DEL CAUCE - QUEBRADA 2

Eje Quebrada	Dist. entre secciones	Cota de fondo (m.s.n.m)	Dist. entre secciones	Dif. entre cotas de fondo	Pend. del fondo	Cota nivel de agua	Gradiente Hidráulico	Prof. Agua	Cuad. l Máx.	Φ	Diámetro de las partículas	Peso espec. sedimentos	Φ_{cr}	Condición
0+269.14		1022.9	19.99	1.756	0.088	1023.56	0.078	0.625	3.23	48.962	0.0245	2529.0	23.46	Erosión
0+249.15	19.99	1021.2	20.11	1.862	0.093	1022.00	0.101	0.815	3.23	82.108	0.0245	2529.0	23.28	Erosión
0+229.04	20.11	1019.3	19.63	1.880	0.096	1019.97	0.077	0.651	3.23	50.309	0.0245	2529.0	23.16	Erosión
0+209.41	19.63	1017.4	19.74	2.643	0.134	1018.45	0.135	1.014	3.23	137.36	0.0245	2529.0	21.73	Erosión
0+189.67	19.74	1014.8	14.15	1.378	0.097	1015.78	0.102	0.983	3.23	100.73	0.0245	2529.0	23.10	Erosión
0+175.52	14.15	1013.4	21.36	1.503	0.070	1014.33	0.073	0.911	4.55	66.363	0.0245	2529.0	24.11	Erosión
0+154.16	21.36	1011.9	25.55	2.449	0.096	1012.77	0.093	0.858	4.55	79.688	0.0245	2529.0	23.16	Erosión
0+128.61	25.55	1009.5	18.98	1.209	0.064	1010.40	0.062	0.934	4.55	57.575	0.0245	2529.0	24.36	Erosión
0+109.63	18.98	1008.3	20.67	2.099	0.102	1009.23	0.100	0.973	4.55	97.606	0.0245	2529.0	22.94	Erosión
0+088.96	20.67	1006.2	16.63	1.941	0.117	1007.16	0.137	0.999	2.34	137.17	0.0245	2529.0	22.38	Erosión
0+072.33	16.63	1004.2	34.03	3.273	0.096	1004.87	0.101	0.655	4.91	66.212	0.0245	2529.0	23.15	Erosión
0+038.30	34.03	1000.9	8.40	0.540	0.064	1001.43	0.120	0.488	4.91	58.560	0.0245	2529.0	24.34	Erosión
0+029.90	8.40	1000.4	17.99	1.564	0.087	1000.43	0.075	0.020	4.91	1.494	0.0245	2529.0	23.49	Sedimentación
0+011.91	17.99	998.84	11.91	0.472	0.040	999.08	0.060	0.240	4.91	14.348	0.0245	2529.0	25.26	Sedimentación
0+000.00	11.91	998.37				998.37					0.0245	2529.0	26.75	

Fuente: El autor.

CUADRO 5: TENSIONES TRACTIVAS, DETERMINACIÓN DE LA EROSIÓN Y/O SEDIMENTACIÓN DEL CAUCE - QUEBRADA CUMBIANTSA

Eje Quebrada	Dist. entre seccio	Cota de fondo (m.s.n.)	Dist. entre seccio	Dif. cotas fondo	Pend. del fondo	Cota nivel de agua	Gradie Hidrául	Prof. Agua	Caudal Máx.	Δ	Diám partículas	Peso espec. sedime	Δ_{er}	Condición
0+000.00		1056.92	12.07	1.370	0.113	1058.51	0.1245	1.590	30.20	197.93	0.0110	2539.9	9.371	Erosión
0+012.07	12.07	1055.55	20.70	2.391	0.116	1057.01	0.1328	1.457	30.20	193.45	0.0110	2539.9	9.336	Erosión
0+032.77	20.70	1053.16	19.87	1.242	0.063	1054.26	0.0673	1.100	30.20	74.06	0.0110	2539.9	10.23	Erosión
0+052.64	19.87	1051.92	20.45	2.613	0.128	1052.92	0.1098	1.004	30.20	110.28	0.0110	2539.9	9.128	Erosión
0+073.09	20.45	1049.30	20.12	3.083	0.153	1050.68	0.1463	1.371	30.20	200.63	0.0110	2539.9	8.697	Erosión
0+093.21	20.12	1046.22	18.64	0.870	0.047	1047.73	0.0560	1.510	30.20	84.56	0.0110	2539.9	10.50	Erosión
0+111.85	18.64	1045.35	18.78	1.399	0.075	1046.69	0.0698	1.336	30.20	93.21	0.0110	2539.9	10.03	Erosión
0+130.63	18.78	1043.95	20.18	1.997	0.099	1045.38	0.1180	1.424	30.20	168.04	0.0110	2539.9	9.616	Erosión
0+150.80	20.18	1041.96	18.81	2.166	0.115	1043.00	0.0944	1.040	30.20	98.18	0.0110	2539.9	9.342	Erosión
0+169.62	18.81	1039.79	19.04	2.286	0.120	1041.22	0.1026	1.430	30.20	146.69	0.0110	2539.9	9.259	Erosión
0+188.66	19.04	1037.50	20.90	2.349	0.112	1039.27	0.1225	1.763	30.20	216.04	0.0110	2539.9	9.389	Erosión
0+209.56	20.90	1035.15	20.72	1.724	0.083	1036.71	0.0890	1.551	30.20	138.06	0.0110	2539.9	9.883	Erosión
0+230.27	20.72	1033.43	19.52	2.546	0.130	1034.86	0.1462	1.431	30.20	209.15	0.0110	2539.9	9.083	Erosión
0+249.79	19.52	1030.88	20.46	1.219	0.060	1032.01	0.0627	1.124	30.20	70.49	0.0110	2539.9	10.28	Erosión
0+270.25	20.46	1029.67	20.02	2.126	0.106	1030.73	0.0712	1.060	30.20	75.51	0.0110	2539.9	9.494	Erosión
0+290.27	20.02	1027.54	19.42	1.834	0.094	1029.30	0.1325	1.760	30.20	233.28	0.0110	2539.9	9.693	Erosión
0+309.69	19.42	1025.71	19.70	2.271	0.115	1026.72	0.0864	1.020	30.20	88.07	0.0110	2539.9	9.340	Erosión
0+329.39	19.70	1023.43	20.21	2.667	0.132	1025.02	0.1374	1.589	30.20	218.33	0.0110	2539.9	9.057	Erosión
0+349.60	20.21	1020.77	19.84	1.216	0.061	1022.25	0.0565	1.480	30.20	83.53	0.0110	2539.9	10.25	Erosión
0+369.43	19.84	1019.55	19.29	1.788	0.093	1021.13	0.1117	1.576	30.20	176.03	0.0110	2539.9	9.722	Erosión
0+388.72	19.29	1017.76	19.43	2.387	0.123	1018.97	0.1207	1.209	30.20	145.88	0.0110	2539.9	9.211	Erosión
0+408.15	19.43	1015.38	16.99	1.566	0.092	1016.63	0.0812	1.251	30.20	101.62	0.0110	2539.9	9.731	Erosión
0+425.13	16.99	1013.81	19.03	2.650	0.139	1015.25	0.1273	1.437	30.20	182.92	0.0110	2539.9	8.934	Erosión
0+444.17	19.03	1011.16	19.36	1.620	0.084	1012.82	0.1279	1.665	30.20	212.84	0.0110	2539.9	9.875	Erosión
0+463.52	19.36	1009.54	19.74	2.398	0.121	1010.35	0.1201	0.810	30.20	97.21	0.0110	2539.9	9.235	Erosión
0+483.27	19.74	1007.14	20.77	1.685	0.081	1007.98	0.0483	0.837	30.20	40.44	0.0110	2539.9	9.919	Erosión
0+504.04	20.77	1005.46	19.97	1.514	0.076	1006.97	0.1012	1.518	30.20	153.65	0.0110	2539.9	10.01	Erosión
0+524.01	19.97	1003.94	20.42	2.055	0.101	1004.95	0.0965	1.010	30.20	97.38	0.0110	2539.9	9.588	Erosión
0+544.42	20.42	1001.89	0.00			1002.98		1.095	30.20		0.0110	2539.9	11.29	

Fuente: El autor.

Los cuadros 6 y 7 resumen las condiciones de los cauces regulados por tramos, teniendo en cuenta que se cumplan las cuatro condiciones para que el cauce este perfectamente regulado es decir no se produzcan fenómenos erosivos ni sedimentológicos.

CUADRO 6: CONDICIONES DE ESTABILIDAD DEL CAUCE REGULADO POR EL MÉTODO DE ALTUNIN - QUEBRADA CUMBIANTSA.

Pendiente de	Ancho Estable		Profundidad Media		Indicadores		Condic.	Vel. Media (m/s)	Capacidad Transporte Sedimentos Suspension			Condic.	Velocidad Inicial de Arrastre (m/s)		Caudal Unitario Sedim. de Fondo		Capacidad Arrastre Sedimentos Fondo		Condic.	Caudal Unitario	Velocidad Limite Superior		Condic.
	Regulado	Natural	Regulada	Natural	Br/m-K*Hm	l	Calculada	Regulada	Natural	2	Regulada	Natural	Regulada	Natural	Regulada	Natural	3	(m ² /s)	(m/s)	(m/s)	4		
0.0455	9.18	9.29	1.09	1.08	5.89	6.55	SI	3.02	0.06	0.06	SI	0.86	0.86	2.88	2.84	13.23	13.18	SI	3.29	1.35	1.35	SI	
0.0455	9.18	9.29	1.09	1.08	5.89	6.55	SI	3.02	0.06	0.06	SI	0.86	0.86	2.88	2.84	13.23	13.18	SI	3.29	1.35	1.35	SI	
0.0455	9.18	9.29	1.09	1.08	5.89	6.55	SI	3.02	0.06	0.06	SI	0.86	0.86	2.88	2.84	13.23	13.18	SI	3.29	1.35	1.35	SI	
0.0455	9.18	9.29	1.09	1.08	5.89	6.55	SI	3.02	0.06	0.06	SI	0.86	0.86	2.88	2.84	13.23	13.18	SI	3.29	1.35	1.35	SI	
0.0455	9.18	9.29	1.09	1.08	5.89	6.55	SI	3.02	0.06	0.06	SI	0.86	0.86	2.88	2.84	13.23	13.18	SI	3.29	1.35	1.35	SI	

Fuente: El autor.

CUADRO 7: CONDICIONES DE ESTABILIDAD DEL CAUCE REGULADO POR EL MÉTODO DE ALTUNIN - QUEBRADA SIN NOMBRE.

Pendiente de Compens.	Ancho Estable		Profundidad Media		Indicadores		Condic.	Vel. Media (m/s)	Capacidad Transporte Sedimentos Suspensión		Condic.	Velocidad Inicial de Arrastre (m/s)		Caudal Unitario Sedim. de Fondo		Capacidad Arrastre Sedimentos Fondo		Condic.	Caudal Unitario	Velocidad Límite Superior		Condic.
	Regulado	Natural	Regulada	Natural	$B^*m=K^*Hm$	l	Calculada	Regulada	Natural	2	Regulada	Natural	(V_{0r})	(V_{0n})	$(q_{f,0nr})$	$(q_{f,0nn})$	$(Q_{f,0nr})$	$(Q_{f,0nn})$	3	(m^3/s)	(m/s)	(m/s)
i	Br	Bn	Hnr	Hnn	B^*m	K^*Hnr	B^*m=K^*Hnr	Vnc	pr	pn	pr-pn	(V_{0r})	(V_{0n})	$(q_{f,0nr})$	$(q_{f,0nn})$	$(Q_{f,0nr})$	$(Q_{f,0nn})$	Qfr-Qfn	q	Vfn.	Vprb	Vfn<Vlim sup
0.0718	3.38	4.18	0.58	0.51	2.65	3.50	SI	2.49	0.03	0.03	SI	1.02	1.00	1.47	1.10	2.48	2.29	SI	1.45	1.44	1.59	SI
0.0896	3.23	4.93	0.56	0.43	2.56	3.36	SI	2.71	0.04	0.03	SI	1.01	0.97	2.24	1.27	3.62	3.13	SI	1.52	1.58	1.58	SI
0.0978	2.57	8.71	0.49	0.23	2.13	2.92	SI	2.58	0.03	0.01	SI	0.99	0.87	2.00	0.36	2.58	1.56	SI	1.25	1.54	1.55	SI

Fuente: El autor.

CUADRO 8: MÉTODO LEACH – QUEBRADA SIN NOMBRE.

Abs. Eje Quebrada	Caudal Máx	Long. Sección	Cota fondo	Cota agua	Ancho lámina de agua	Altura al fondo	Área	Perímetro	Radio	Kd	Grad. Hidra.	Q cal	Vel. m/s
0+000.00	4.91	11.91	998.369	998.99	5.225	0.625	2.449	5.414	0.45	19.25	0.06	4.91	2.005
0+011.91	4.91	17.99	998.841	999.66	4.213	0.815	2.563	4.828	0.53	22.41	0.08	4.91	1.917
0+029.90	4.91	8.40	1000.41	1001.06	4.233	0.651	1.806	4.656	0.39	12.81	0.11	4.91	2.720
0+038.30	4.91	34.03	1000.95	1001.96	4.653	1.014	2.233	5.106	0.44	17.16	0.10	4.91	2.199
0+072.33	4.91	16.63	1004.22	1005.20	3.595	0.983	1.879	4.194	0.45	14.66	0.11	4.91	2.614
0+088.96	4.55	20.67	1006.16	1007.07	5.228	0.911	2.119	5.689	0.37	14.63	0.10	4.55	2.147
0+109.63	4.55	18.98	1008.26	1009.12	8.245	0.858	2.476	8.691	0.28	14.29	0.07	4.55	1.839
0+128.61	4.55	25.55	1009.47	1010.40	5.906	0.934	2.701	6.196	0.44	20.71	0.10	4.55	1.686
0+154.16	4.55	21.36	1011.92	1012.89	2.478	0.973	1.207	3.155	0.38	8.49	0.07	4.55	3.774
0+175.52	4.55	14.15	1013.42	1014.42	6.346	0.999	3.173	6.746	0.47	25.58	0.07	4.55	1.434
0+189.67	3.23	19.74	1014.8	1015.45	4.405	0.655	1.367	4.639	0.29	8.07	0.13	3.23	2.363
0+209.41	3.23	19.63	1017.44	1017.93	14.121	0.488	2.455	14.18	0.17	10.17	0.07	3.23	1.320
0+229.04	3.23	20.11	1019.32	1019.34	10.796	0.020	2.693	11.06	0.24	14.00	0.10	3.23	1.200
0+249.15	3.23	19.99	1021.18	1021.42	13.019	0.240	1.744	13.03	0.13	6.09	0.10	3.23	1.857
0+269.14	3.23		1022.94	1023.23	11.588	0.287	2.746	11.71	0.23	13.93		0.00	1.179

Fuente: El autor.

CUADRO 9: MÉTODO LEACH – QUEBRADA CUMBIANTSA.

Abs. Eje Quebrada	Caudal Real	Long. Sección	Cota fondo	Cota agua	Ancho lámina de agua	Altura al fondo	Área	Perímetro	Radio	Kd	Grad. Hidra.	Q cal	Vel. m/s
0+544.42	30.20	20.42	1001.89	1003.48	10.528	1.590	9.24	11.05	0.84	109.39	0.09	30.20	3.267
0+524.01	30.20	19.97	1003.94	1005.40	11.555	1.457	8.33	11.92	0.70	87.45	0.06	30.20	3.627
0+504.04	30.20	20.77	1005.46	1006.56	13.792	1.100	13.11	14.48	0.91	163.52	0.08	30.20	2.304
0+483.27	30.20	19.74	1007.14	1008.15	11.417	1.004	6.24	11.64	0.54	54.86	0.14	30.20	4.843
0+463.52	30.20	19.36	1009.54	1010.91	12.482	1.371	9.76	13.17	0.74	106.57	0.09	30.20	3.094
0+444.17	30.20	19.03	1011.16	1012.67	13.123	1.510	9.26	13.98	0.66	93.83	0.13	30.20	3.261
0+425.13	30.20	16.99	1013.81	1015.15	10.236	1.336	7.19	10.68	0.67	73.62	0.10	30.20	4.200
0+408.15	30.20	19.43	1015.38	1016.80	11.746	1.424	10.17	12.24	0.83	119.90	0.10	30.20	2.969
0+388.72	30.20	19.29	1017.76	1018.80	12.912	1.040	7.48	13.25	0.56	68.19	0.11	30.20	4.036
0+369.43	30.20	19.84	1019.55	1020.98	10.013	1.430	9.19	10.58	0.87	111.56	0.08	30.20	3.286
0+349.60	30.20	20.21	1020.77	1022.53	10.004	1.763	8.90	10.77	0.83	104.56	0.12	30.20	3.392
0+329.39	30.20	19.70	1023.43	1024.99	8.238	1.551	6.39	8.81	0.73	68.75	0.11	30.20	4.727
0+309.69	30.20	19.42	1025.71	1027.14	10.365	1.431	9.41	10.85	0.87	114.02	0.08	30.20	3.211
0+290.27	30.20	20.02	1027.54	1028.66	13.807	1.124	9.74	14.11	0.69	101.40	0.10	30.20	3.101
0+270.25	30.20	20.46	1029.67	1030.73	13.455	1.060	8.76	13.67	0.64	86.76	0.09	30.20	3.449
0+249.79	30.20	19.52	1030.88	1032.64	14.487	1.760	10.50	14.97	0.70	110.47	0.09	30.20	2.877
0+230.27	30.20	20.72	1033.43	1034.45	13.718	1.020	8.90	13.92	0.64	88.14	0.11	30.20	3.391
0+209.56	30.20	20.90	1035.15	1036.74	10.323	1.589	8.33	10.81	0.77	93.38	0.11	31.20	3.744
0+188.66	30.20	19.04	1037.50	1038.98	7.3980	1.480	7.77	8.54	0.91	97.22	0.13	30.20	3.888
0+169.62	30.20	18.81	1039.79	1041.36	10.623	1.576	7.31	11.14	0.66	73.52	0.10	30.20	4.133
0+150.80	30.20	20.18	1041.96	1043.16	17.298	1.209	11.86	17.55	0.68	121.78	0.10	30.20	2.546
0+130.63	30.20	18.78	1043.95	1045.20	11.311	1.251	7.02	11.29	0.62	68.23	0.08	30.20	4.301
0+111.85	30.20	18.64	1045.35	1046.79	13.888	1.437	11.92	14.47	0.82	139.69	0.06	30.20	2.533
0+093.21	30.20	20.12	1046.22	1047.89	8.099	1.665	8.59	9.24	0.93	109.17	0.11	31.20	3.631
0+073.09	30.20	20.45	1049.30	1050.11	14.766	0.810	8.58	15.13	0.57	78.37	0.13	30.20	3.521
0+052.64	30.20	19.87	1051.92	1052.75	15.321	0.837	9.50	15.94	0.60	89.76	0.10	30.20	3.179
0+032.77	30.20	20.70	1053.16	1054.68	17.695	1.518	11.06	18.55	0.60	104.44	0.09	30.20	2.732
0+012.07	30.20	12.07	1055.55	1056.56	15.919	1.010	9.93	16.14	0.62	95.80	0.12	30.20	3.041
0+000.00	30.20	0.00	1056.92	1058.02	17.694	1.095	9.21	18.11	0.51	78.17		0.00	3.281

Fuente: El autor.

Los cuadros 8 y 9 indican los parámetros calculados con el método de Leach en cada sección transversal cada 20 metros, como ancho de lámina de agua, altura de agua, área y perímetro mojado, radio hidráulico, módulo de caudal, gradiente hidráulico, caudal calculado con el módulo de caudal el que debe ser igual al caudal de diseño y por último la velocidad.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Mediante el método de Leach, se determinó que la quebrada Cumbiantsa presenta las condiciones hidráulicas necesarias para transportar la crecida de diseño con período de retorno de 25 años, por lo que no se desbordaría ni causaría daños a las calles o pobladores del lugar, excepto en la abscisa 0+052.64. Debido a que en ésta el cauce natural de la quebrada ha sido alterado al rellenarlo con material aluvial, por lo cual al presentarse una crecida máxima la quebrada no posee la capacidad hidráulica para transportar la crecida y se desborda a la calle Sucre. En este caso se recomienda reconformar el cauce en esta abscisa y proyectar un puente que permita el tránsito de los habitantes del lugar.

Se propone la implementación de un parque lineal en las riveras de la quebrada Cumbiantsa, según los estudios realizados la llanura de inundación no afectaría las construcciones existentes, esta planificación además será la base para proyectos de futuro desarrollo de la cabecera parroquial de Pachicutza, recomendándose que vías cercanas deberán ser construidas a partir del ancho inundable de la quebrada.

La quebrada “Sin Nombre”, cruza por lotes de habitantes del sector, al realizar el análisis por el método de Leach, se determinó que la quebrada no posee la capacidad hidráulica para el caudal de crecida máxima, por lo que se desborda causando grandes perjuicios a los habitantes más cercanos.

Teniendo en cuenta el ancho y la altura del cauce regulado que se obtuvo del método de Altunin y considerando la afectación a la población del sector, se propone como solución el embaulado de la misma.

A partir del caudal de diseño se determinó las dimensiones geométricas para el embaulado de la quebrada obteniéndose un área de 2.89 m^2 lo que equivale a una estructura rectangular de base igual a 1.70 m y una altura de 1.70 m.

Se recomienda el embaulado de la quebrada por medio de una alcantarilla de cajón que es la más económica si se la compara con encausamientos realizados con muros de hormigón armado.

La red de drenaje, significa un cambio importante en el nivel de vida de los moradores, ya que inmediatamente se eliminarán focos de contaminación, debido a las aguas estancadas, como también se mejorará el acceso a las viviendas afectadas por la circulación de las aguas lluvias.

La nueva red se proyecta de manera que siga la pendiente natural del terreno aproximándose lo máximo al drenaje que naturalmente tendría, minimizando los problemas ecológicos ambientales debido a la presencia del hombre en la naturaleza.

Se recomienda realizar el mantenimiento de las redes de alcantarillado tal y como se indica en el manual de operación y mantenimiento recordando que las inspecciones se deben realizar solamente en tiempo de estiaje.

En la etapa de construcción se deben cumplir con las especificaciones técnicas y recomendaciones de los fabricantes. Así se tendrá un sistema que cumpla con todas las normativas, garantizando su óptimo funcionamiento.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PATRICIO CONZA SÁNCHEZ (2004), Plan de Desarrollo Cantonal para la Gobernabilidad de El Pangui, GADCP, El Pangui, Zamora Chinchipe, Ecuador, 27.
2. ESPARZA JOSÉ LUIS, ESPINOSA JAVIER EDUARDO, Estudios y Diseños Definitivos para el Encauzamiento de la Quebrada Puliche, UTPL. Loja, Ecuador, 51, 67, 63, 76, 103, 106, 132.
3. INAMHI (1999), Estudio de lluvias intensas, Quito, Ecuador, 7, 12,16, 18, 123.

Capítulo

1

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón El Pangui, GADMCP, provincia de Zamora Chinchipe, a través del departamento de obras públicas municipales viene cumpliendo un amplio programa de obras en beneficio de su cantón con la finalidad de proveer de servicios básicos y bienestar a la población que permanece en constante crecimiento. Mediante la ejecución de proyectos integrales, es así que en colaboración con la Universidad Técnica Particular de Loja, UTPL, se planificó la elaboración del proyecto “ESTUDIO HIDROLÓGICO, DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE LAS QUEBRADAS QUE ATRAVIESAN LA CABECERA PARROQUIAL DE PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI”.

La cabecera parroquial de Pachicutza, actualmente no dispone de alcantarillado pluvial, por lo que en la época invernal el agua producto de las lluvias escurren por las calles destruyéndolas. Esto representa ingentes gastos en mantenimiento vial al municipio, e incomodidad a la población. Las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial se encuentran en estado natural, por lo que las zonas ribereñas son vulnerables al eventual desbordamiento de las mismas.

El propósito del presente estudio es obtener una alternativa óptima tanto técnica como económica, para el estudio y diseño del alcantarillado pluvial y para la corrección hidrológica de las quebradas de la cabecera parroquial de Pachicutza.

La corrección hidrológica de las quebradas mencionadas asegurará todas las obras de infraestructura realizadas y por realizarse en el sector, procurándole de esta manera desarrollo, seguridad y protección necesaria ante eventuales desbordamientos de las quebradas existentes mejorando así sustancialmente la calidad de vida de sus habitantes.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar el estudio hidrológico, diseño del alcantarillado pluvial y corrección hidrológica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Panguí.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar el estudio hidrológico de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Panguí, y obtener los parámetros de diseño necesarios para los estudios de corrección hidrológica y alcantarillado pluvial.
- Determinar la mejor alternativa de restauración hidrológica de las quebradas de la cabecera parroquial de Pachicutza, y realizar el diseño correspondiente.
- Determinar la factibilidad de una alcantarilla de mayor diámetro, en la quebrada ubicada al norte del centro poblado de Pachicutza, en intersección con la vía troncal amazónica, lugar que por el momento cuenta con una alcantarilla.
- Calcular, diseñar y dibujar el sistema de alcantarillado pluvial de la localidad mencionada.
- Determinar el análisis de viabilidad económica – financiera.
- Revisar el impacto ambiental que generará el proyecto, hasta determinar si se requiere un plan de manejo ambiental o licencia ambiental.

1.3 ALCANCE DEL PROYECTO

Al momento la cabecera parroquial de Pachicutza no cuenta con un estudio hidrológico de las microcuencas que atraviesan el sector, ni con obras para la corrección hidrológica de las mismas. Debido a esto se presenta problemáticas como el desbordamiento de las quebradas, lo que ocasiona daño a las calles principales por arrastre de material de lastrado, así mismo la socavación de la vía principal que une la región amazónica “La Troncal Amazónica”.

Por tal razón el alcance de la presente investigación es realizar el diseño del alcantarillado pluvial y el estudio hidrológico de las microcuencas de la cabecera parroquial de Pachicutza. El mismo permitirá dar soluciones para la corrección de las mismas, asegurándonos que estas no afectarán al alcantarillado pluvial propuesto, ni a proyectos futuros de infraestructura, garantizando así la seguridad de las mismas y evitando daños y pérdidas económicas altas por el fracaso de mencionados proyectos.

El proyecto de estudio tiene una área de 30 Ha y beneficiará alrededor de 350 personas que habitan el sector.

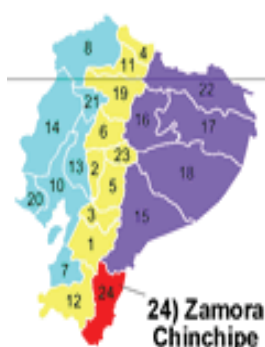
Capítulo

2

DATOS DE PROYECTO

2. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA



El Cantón El Pangui está ubicado en Nor-Este de la provincia de Zamora Chinchipe, a una altitud que oscila entre 748 y 2.150 msnm. Se encuentra limitado de la siguiente manera¹:

- ✧ Norte: Provincia Morona Santiago.
- ✧ Sur: Cantón Yantzaza
- ✧ Este: Límites internacionales con república del Perú.
- ✧ Oeste: Cordilleras Muchime, Oso y Shaimi, cantón Yantzaza.

Figura 1: Ubicación provincial
Fuente: El autor.

La Parroquia Pachicutza, Geográficamente está localizada en las coordenadas 17765537 E - 9594420 N con altura promedio de 950 m.s.n.m¹.

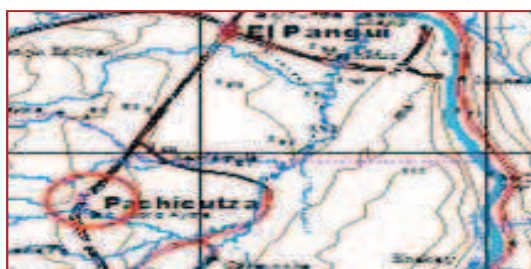


Figura 2: Ubicación sitio de estudio
Fuente: El autor.

2.2 UBICACIÓN POLÍTICA

La Parroquia Pachicutza, se encuentra ubicado a 4 km al sur de la cabecera cantonal El Pangui, en la vía Troncal Amazónica. El área de estudio está conformada por los siguientes barrios:

¹Cuadro 2.1: Distribución de la población por comunidades.

Cantón	Parroquia	Nº	Barrio/comunidad	Descripción
El Pangui	Pachicutza	1	Pachicutza Bajo	Cabecera parroquial
		2	Santa Rita	Barrio
		3	San Roque	Barrio
		4	Catacocha	Barrio
		5	La Delicia	Barrio
		6	El Mirador	Comunidad Shuar *
		7	San Francisco	Barrio
		8	Reina del Cisne	Barrio
		9	Buena Fe	Barrio

Fuente: Plan de desarrollo Cantonal para la Gobernabilidad de El Pangui.

2.3 CLIMA

La temperatura promedio anual es $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, la humedad relativa es 90%. Esta parroquia, debido a su ubicación, presenta dos estaciones: invierno, desde febrero hasta julio; y verano, desde agosto a enero. El clima es cálido húmedo, con una precipitación anual que oscila entre 1750 y 2050 mm¹.

2.4 SUELO

El 74% de la superficie total del cantón corresponde a bosque primario y un 5% a bosque en regeneración y el 21% corresponde a superficie cultivada. De la superficie cultivada el 94,72% corresponde a pastizales extensivos, y el 5,28% restante a cultivos de los cuales predomina el plátano, café, yuca, maíz, naranjilla y caña de azúcar.¹

Cuadro 2.2: Resumen del uso del suelo en hectáreas.¹

PARROQUIA	Cultivos	Pasto	Bosque	TOTAL
Pachicutza	271,07	3570,00	8362,93	12204

Fuente: Plan de desarrollo Cantonal para la Gobernabilidad de El Pangui.

2.5 OROGRAFÍA

La topografía es irregular, sus alturas oscilan entre los 2500 y 732 metros. Entre los accidentes orográficos más significativos se observan las Cordilleras Flor de Los Andes, de Huaywime, La Conga y de Shagmi¹.

¹ Plan de Desarrollo Cantonal para la Gobernabilidad de El Pangui.

2.6 HIDROGRAFÍA

Todas las parroquias del cantón el Pangui son muy ricas en recursos hídricos, cuentan con numerosos ríos y quebradas.

Al sur de la cabecera parroquial de Pachicutza se encuentra la quebrada Cumbiantza, al norte se encuentra la quebrada Sin nombre. Además cuenta con la presencia de las quebradas Natemtza, Cayamaza, Tumbaimi, Santa Rita y Pachicutza, que se dirigen al río Zamora¹.

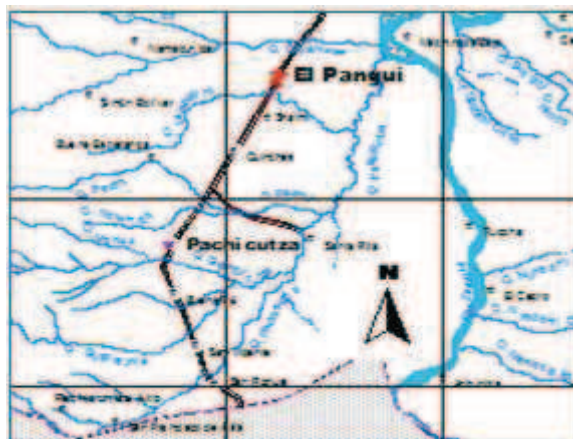


Figura 3: Mapa hidrico del Cantón el Pangui. Fuente: Plan de desarrollo Cantonal para la Gobernabilidad de El Pangui.

2.7 INFORMACIÓN SOCIAL DEL SITIO DE ESTUDIO

La recolección de la información social del sitio de estudio fue obtenida en el campo mediante la aplicación de una encuesta socioeconómica a los habitantes de la cabecera parroquial de Pachicutza, obteniendo los siguientes resultados:

2.7.1 Actividad Económica

Cuadro 2.3: Actividad económica de los moradores de la parroquia Pachicutza.

lores enidos	Porcentaje
79	65 %
17	14%
3	2 %
14	12 %
8	7 %
121	100 %

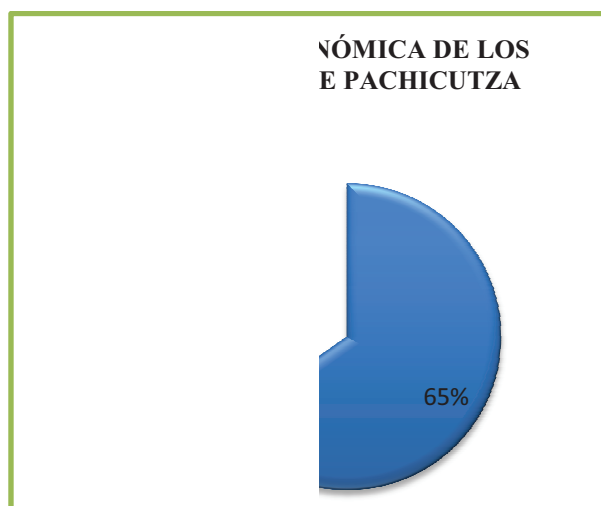


Figura 4: Distribución de la actividad económica. Fuente: El autor.

2.7.2 Población

La población parroquial de 1274 habitantes según el censo del 2001. La población de la parroquia está distribuida de la siguiente manera: el 27.86% de la población parroquial está ubicada en la cabecera parroquial de Pachicutza con 355 habitantes y el 72.14% equivale a el resto de la parroquia con 919 Habitantes.

Cuadro 2.4: Indicadores de población de la parroquia Pachicutza

POBLACION	MEDIDA
Población habitantes	355
Población Hombres	184
Población Mujeres	171
Población 0 - 4 años	45
Población 5 - 9 años	47
Población 10 - 19 años	92
Población 20 - 39 años	91
Población 40 - 59 años	62
Población 60 - 79 años	16
Población 80 años y mas	2

Fuente. INEC, censo 2001.

Mientras que según la información obtenida con la encuesta socioeconómica aplicada en el mes de julio del 2011 a los habitantes del área de estudio, se logró determinar que la cabecera parroquial de Pachicutza posee 262 Habitantes.

2.7.3 Vivienda

Cuadro 2.5: Viviendas en la cabecera parroquial de Pachicutza

VIVIENDA		
Arrendada	Abandonada	En construcción
16	10	3

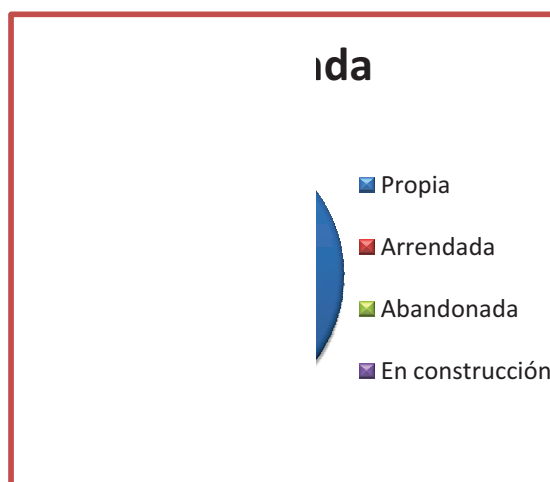


Figura 5: Distribución de la vivienda
Fuente: El autor.

2.8 ASPECTOS SANITARIOS DEL SITIO DE ESTUDIO

2.8.1 Agua potable

La población en estudio se abastece de agua entubada mediante conexiones domiciliarias en su mayoría. Según la encuesta se puede evidenciar que un 99 % de población tiene el servicio de agua entubada mientras que el 1% no le llega el agua.

2.8.2 Eliminación de excretas

En lo que respecta a la eliminación de excretas y aguas servidas se la realiza de la siguiente manera:

Los moradores que viven en la vía principal Av. Iván Riófrío tienen servicio de alcantarillado sanitario para la evacuación de las aguas servidas.

Los de las calles secundarias algunos cuentan con el mismo servicio desde la vía principal, pero otros no por lo que descargan las aguas servidas en las quebradas que atraviesan la parroquia agravando más el problema ya que esta parroquia no posee ninguna planta de tratamiento.

2.8.3 Eliminación de aguas lluvias

Actualmente la cabecera parroquial no cuenta con ningún sistema para la evacuación de las aguas lluvias. Esto causa múltiples daños, debido a esto es la importancia de la construcción del mismo.

2.8.4 Eliminación de la basura

En lo que respecta a la recolección de la basura se lo realiza mediante tachos de metal que se los coloca en las esquinas del parque y lugares específicos. La basura se la lleva en el carro recolector al relleno sanitario del Cantón El Pangui. Hay que destacar que no se realiza ningún tipo de clasificación de la basura.

2.9 ASPECTOS EDUCATIVOS E INSTITUCIONES PÚBLICAS

La parroquia Pachicutza cuenta con una escuela “Isidro Ayora”, con un jardín de infantes, con un subcentro de salud, con un puesto del seguro social campesino donde se dan los primeros auxilios. Con respecto a la infraestructura educativa de la parroquia tenemos que consta de los siguientes centros educativos:

Cuadro 2.6: Centros educativos de la parroquia Pachicutza¹

	BARRIO	ESCUELA	PROFESORES			TIPO DE ESCUELA		
			H	M	T	Unidocente	Pluridocente	Completa
1	Pachicutza	Isidro Ayora	2	1	3		x	
2	San Roque	Leónidas García	1	2	3		x	
3	San Roque	Eugenio espejo (escuela bilingüe)	1	1	2		x	
4	Catacocha	Galo S. Rojas	0	1	1	x		
5	San Francisco	Princesa Toa	0	1	1	x		
7	El Mirador	Jaime Hurtado	0	1	1	x		
TOTAL			4	7	11			

Fuente: Sección Estadística de la Dirección de Educación Bilingüe

Fuente: Supervisión Hispana del Cantón El Pangui.

Capítulo

3

ESTUDIO DE QUEBRADAS

3. ESTUDIO Y CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE QUEBRADAS.

3.1 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

En las cartas topográficas, 3883-II, 3882-I del Instituto Geográfico Militar, IGM, a escala 1:50000 correspondiente al cantón El Pangui y la parroquia Los Encuentros se localizó la zona de estudio, lo cual permitió el reconocimiento completo del proyecto de diseño.

Los límites de la zona a levantarse, así como las áreas de mayor riesgo de inundación se determinaron con un reconocimiento del proyecto, el cual se realizó mediante un recorrido a pie, con personal técnico del GADMCP y de la UTPL en el mes de diciembre del 2010.

3.1.1 CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS GENERALES

El levantamiento topográfico estuvo a cargo de los topógrafos del GADMCP. Con el propósito de ubicar los lugares de mayor riesgo de desbordamiento e inundaciones a lo largo de las quebradas en estudio, se realizó el levantamiento topográfico al detalle con su respectiva nivelación y toma de perfiles transversales cada 20 metros, con anchos fluctuantes en sus márgenes de 3 a 5 m en la quebrada 1 y en la quebrada 2 de 1 a 4m.

3.1.2 LEVANTAMIENTO DE LA FRANJA TOPOGRÁFICA

Se procedió al levantamiento topográfico con un estacado cada 20 metros, la misma que abarca alrededor de 550 metros de longitud en la quebrada 1, en donde se colocó un

BM, siendo necesarios 18 puntos de cambio. En la Quebrada 2 se levantó 280 metros de longitud con un BM y 10 puntos de cambio.

Los datos del levantamiento topográfico se encuentran en el anexo 3.1 hojas 1 a 5. En el anexo 3.2 hoja 6 se encuentran los datos de los perfiles de los ejes de las quebradas. En el anexo 3.3 hoja 7 a 8 encontramos los perfiles de las quebradas. En el anexo 3.4 hojas 9 a 10 contiene los datos de las secciones transversales de las quebradas.

3.2 CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE LAS QUEBRADAS

3.2.1 TAMAÑO DE LA CUENCA

El tamaño de la cuenca se puede determinar de algunas maneras, como son: a través de planímetro, por pesadas, por descomposición geométrica, por digitalización, etc.

En nuestro caso hemos utilizado la digitalización mediante AutoCad de las cartas topográficas del IGM, obteniendo los siguientes resultados:

Quebrada Cumbiantsa: Área = 6.90 Km² Perímetro = 11.67 Km. Anexo 3.5 hoja 11

Quebrada “Sin nombre”: Área = 0.34 Km² Perímetro = 3.65 Km. Anexo 3.5 hoja 12

Por tener un área menor a 50 Km² se trata de microcuencas.

3.2.2 FORMA

La forma de la cuenca es de fundamental importancia para el trazo del hidrograma de salida, pues este depende directamente de la forma de la hoya. El índice admitido para representar esta característica es el *Coefficiente de Compacidad de Gravelius (Kc)*, que relaciona el perímetro del impluvio con el de un círculo de área equivalente a la de drenaje².

$Kc = Pc / Po = \text{Perímetro de la cuenca} / \text{Perímetro de un círculo.}$

$$Po = 2 \pi R \rightarrow R = (A/\pi)^{0.5} \rightarrow A = \pi R^2$$

$$Po = 2 (\pi A)^{0.5}$$

$Ac = \text{Área de la cuenca en Km}^2$

$$Kc_1 = \frac{Pc}{2 * (\pi * A)^{0.5}} = \frac{11.67}{2 * (\pi * 6.90)^{0.5}} = 1.253 \quad (\text{Ec. 3.1})$$

$$Kc_2 = \frac{Pc}{2 * (\pi * A)^{0.5}} = \frac{3.65}{2 * (\pi * 0.34)^{0.5}} = 1.755$$

La tabla 3.1, indica que la microcuenca 1 es de forma oval redonda a oval oblonga y posee una tendencia media a las crecidas. La microcuenca 2 es de forma oval oblonga a rectangular oblonga y posee una tendencia baja a las crecidas.

TABLA 3.1. FORMA DE LA CUENCA Y TENDENCIA A LAS CRECIDAS

Kc₁₋₂	FORMA DE LA CUENCA	TENDENCIA A CRECIDAS
1.00 a 1.25	De casi redonda a oval redonda	Alta
1.25 a 1.50	De oval redonda a oval oblonga	Media
1.50 a 1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga	Baja

Fuente: Hidrología, apuntes de clase, Dr. Fernando Oñate Valdivieso.

3.2.3 ELEVACIÓN MEDIA

La elevación media de la cuenca es un factor que se relaciona con la temperatura y la precipitación³. A su vez la variación de temperatura influye en la variación de las pérdidas de agua por evaporación. Es por ello que este parámetro es representativo en hidrología. Su determinación la realizaremos por análisis numérico:

3.2.3.1 ANÁLISIS NUMÉRICO

Este método es más preciso, ya que se calcula la altitud media ponderada. El factor de ponderación viene a ser la superficie de cada faja entre curvas de nivel contiguas y la elevación a la cual ponderan es la altitud promedio de las cotas que conforman dicha faja. Matemáticamente se representa así⁴:

$$H_m = \frac{\sum_{i=1}^n (H_i \times A_i)}{A} \quad (\text{Ec. 3.2})$$

Dónde:

H_m = altitud media ponderada de la cuenca, en m.s.n.m.

H_i = altitud promedio de cada faja, en msnm

A_i = área de cada faja, en Km²

A = área de la cuenca, en Km²

Mientras menor sea la equidistancia entre curvas de nivel, más preciso será el cálculo de la altitud media (Ver Cuadro 3.1)

CUADRO 3.1 DATOS PARA CALCULAR LA ALTITUD MEDIA MICROCUENCA 1

CURVAS DE NIVEL m.s.n.m	ÁREA ENTRE FAJAS Ai (Km ²)	ALTITUD PROMEDIO Hi (m.s.n.m.)	Hi * Ai
2394 - 2200	0.16	2297	367.520
2200 - 2080	0.29	2140	620.600
2080 - 1960	0.42	2020	848.400
1960 - 1840	0.65	1900	1235.000
1840 - 1720	0.92	1780	1637.600
1720 - 1600	1.05	1660	1743.000
1600 - 1480	0.76	1540	1170.400
1480 - 1360	0.67	1420	951.400
1360 - 1240	0.59	1300	767.000
1240 - 1120	0.61	1180	719.800
1120 - 1000	0.68	1060	720.800
1000 - 952	0.10	976	97.600
SUMATORIA	6.90		10879.120

Fuente: El autor.

$$H_{media} = 1576.684 \text{ msnm}$$

CUADRO 3.2 DATOS PARA CALCULAR LA ALTITUD MEDIA MICROCUENCA 2

CURVAS DE NIVEL msnm	ÁREA ENTRE FAJAS Ai (Km ²)	ALTITUD PROMEDIO Hi (m.s.n.m.)	Hi * Ai
1280 - 1240	0.01	1260	6.300
1240 - 1200	0.01	1220	6.100
1200 - 1160	0.02	1180	23.600
1160 - 1120	0.03	1140	34.200
1120 - 1080	0.04	1100	44.000
1080 - 1040	0.07	1060	74.200
1040 - 1000	0.06	1020	61.200
1000 - 961	0.11	980.5	107.855
SUMATORIA	0.34		357.455

Fuente: El autor.

$$H_{media} = 1051.338 \text{ msnsm}$$

3.2.4 PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA

La infiltración, el escurrimiento superficial, humedad del suelo y la contribución de agua subterránea al caudal de la corriente, tienen una estrecha y compleja dependencia de la pendiente de la cuenca. Se la obtiene de la siguiente expresión³:

$$P_m = \frac{\sum (L_i \times D_{subi})}{A} \times 100 \quad (\text{Ec. 3.3})$$

- Dónde:
- P_m = pendiente media de la cuenca, en %.
 - L_i = longitud de cada curva de nivel de la cuenca (Km)
 - D_i = diferencia entre curvas de nivel, en (Km)
 - A = área de la cuenca, en (Km²)

CUADRO 3.3 DATOS PARA REPRESENTAR LA PENDIENTE MEDIA DE LA MICROCUENCA 1

CURVAS DE NIVEL m.s.n.m	ÁREA ENTRE FAJAS Ai (Km ²)	DESNIVEL Hi (m.s.n.m.)	LONGITUD CURVA MEDIA Li (Km)	Li * Di
2394 - 2200	0.16	0.194	0.497	0.096
2200 - 2080	0.29	0.120	1.251	0.150
2080 - 1960	0.42	0.120	1.840	0.221
1960 - 1840	0.65	0.120	2.652	0.318
1840 - 1720	0.92	0.120	3.927	0.471
1720 - 1600	1.05	0.120	5.231	0.628
1600 - 1480	0.76	0.120	5.100	0.612
1480 - 1360	0.67	0.120	4.010	0.481
1360 - 1240	0.59	0.120	4.020	0.482
1240 - 1120	0.61	0.120	3.130	0.376
1120 - 1000	0.68	0.120	2.310	0.277
1000 - 952	0.10	0.048	0.780	0.037
SUMATORIA	6.90			4.150

Fuente: El autor.

$$P_m = \frac{4.15}{6.90} \times 100 = 60.15\%$$

CUADRO 3.4: DATOS PARA REPRESENTAR LA PENDIENTE MEDIA DE LA MICROCUENCA 2

CURVAS DE NIVEL m.s.n.m	ÁREA ENTRE FAJAS Ai (Km ²)	DESNIVEL Hi (m.s.n.m.)	LONGITUD CURVA MEDIA Li (Km)	Li * Di
1280 - 1240	0.01	0.04	0.014	0.001
1240 - 1200	0.01	0.04	0.131	0.005
1200 - 1160	0.02	0.04	0.194	0.008
1160 - 1120	0.03	0.04	0.472	0.019
1120 - 1080	0.04	0.04	0.611	0.024
1080 - 1040	0.07	0.04	0.585	0.023
1040 - 1000	0.06	0.04	0.553	0.022
1000 - 961	0.11	0.039	0.582	0.023
SUMATORIA	0.34			0.125

Fuente: El autor.

$$P_m = \frac{0.125}{0.34} \times 100 = 36.76\%$$

3.2.5 ÍNDICE DE PENDIENTE GLOBAL

Se trata de un valor aproximado y rápido de cálculo, valiéndonos para ello de la Curva hipsométrica y del rectángulo equivalente. Matemáticamente se expresa por la fórmula³:

$$I_g = \frac{H_5 - H_{95}}{L_m} \quad (\text{Ec. 3.4})$$

Dónde:

I_g = Índice de pendiente global de P. Dubré, en m/Km.

H_5 = Altitud sobre la cual se encuentra el 5% de superficie de la cuenca, en msnm

H_{95} = Altitud sobre la cual se encuentra el 95% de superficie de la cuenca, en msnm

L_m = Longitud del lado mayor del rectángulo equivalente, en Km

	<u>Microcuenca 1</u>	<u>Microcuenca 2</u>
Ig =	255.37 m/Km	135.17 m/Km
H ₅ =	2123.45 m.s.n.m	1186.0 m.s.n.m.
H ₉₅ =	1043.24 m.s.n.m.	967.03 m.s.n.m.
Lm =	4.23 Km	1.62 Km

Los términos H5% y H95% se los obtuvo de la curva hipsométrica, que se encuentra en el Anexo 3.6 hoja 13. El valor de Lm ha sido obtenido directamente con la fórmula en virtud de que la elaboración del rectángulo equivalente no tiene mayor importancia.

Tabla 3.2 Características de relieve de la cuenca en función del índice de pendiente global

TIPO DE RELIEVE	RANGO PARA Ig.
Relieve muy débil	Ig < 2m/Km
Relieve débil	2 m/Km < Ig < 5 m/Km
Relieve débil moderado	5 m/Km < Ig < 10 m/Km
Relieve moderado	10 m/Km < Ig < 20 m/Km
Relieve moderado fuerte	20 m/Km < Ig < 50 m/Km
Relieve fuerte	50 m/Km < Ig < 100 m/Km
Relieve muy fuerte	100 m/Km < Ig < 200 m/Km
Relieve moderadamente fuerte	200 m/Km < Ig

Fuente: **Hidrología, apuntes de clase**, Dr. Fernando Oñate Valdivieso, página 10.

De acuerdo con la tabla 3.2 se clasifica a la Microcuenca 1 como de relieve moderadamente fuerte y la Microcuenca 2 como relieve muy fuerte.

3.2.5.1 RECTÁNGULO EQUIVALENTE

Mediante el rectángulo equivalente se intenta establecer un esquema simple de comparación de la cuenca, a través de su transformación geométrica. Esto se logra convirtiendo las curvas de nivel en rectas paralelas al lado menor del rectángulo de tal manera que los lados menores lindantes del rectángulo corresponden a la primera y última curva de nivel. Para el cálculo del mismo partimos del perímetro y área de la cuenca, y con esto se calculan los dos lados del rectángulo. Los valores de utilidad son Lm y Ln, y a continuación los calculamos⁴:

$$L m = \frac{K_C \sqrt{\pi A}}{2} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K_C} \right)^2} \right] \quad (\text{Ec. 3.5})$$

$$L_n = \frac{K_c \sqrt{\pi A}}{2} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K_c} \right)^2} \right] \quad (\text{Ec. 3.6})$$

Dónde:	<u>Microcuenca 1</u>	<u>Microcuenca 2</u>
Lm = lado mayor del rectángulo equivalente, en Km =	4.23	1.62
Ln = lado menor del rectángulo equivalente, en Km =	1.61	0.21
Kc = Coeficiente de compacidad =	1.2533	1.7658
A = Área de la cuenca, en Km ² =	6.90	0.34

El área obtenida en función de los lados del rectángulo equivalente son de 6.81 Km² y de 0.34 Km² es igual al área de la cuenca calculada anteriormente.

3.2.6 DESNIVEL ESPECÍFICO

Analíticamente se ha encontrado que el índice de pendiente (I_g) disminuye conforme la superficie aumenta, variación que está sujeta a una relación lineal entre los logaritmos del índice y la superficie. Su expresión matemática es⁴:

$$D_s = I_g \sqrt{A} \quad (\text{Ec. 3.7})$$

Dónde:	Microcuenca 1	Microcuenca 2
D _s = desnivel específico (m) =	670.80	78.82
I _g = índice de pendiente global (m/Km) =	255.37	135.17
A = área de la cuenca (Km ²) =	6.90	0.34

La tabla 3.3, indica según los rangos de fluctuación de D_s, que la microcuenca 1 posee un relieve muy fuerte y la microcuenca 2 un relieve moderado.

Tabla 3.3 Características de relieve de la cuenca en función del desnivel específico

TIPO DE RELIEVE	RANGOS PARA D _s
Relieve muy débil	D _s < 10 m
Relieve débil	10 m < D _s < 25 m
Relieve débil – moderado	25 m < D _s < 50 m
Relieve moderado	50 m < D_s < 100 m
Relieve moderado – fuerte	100 m < D _s < 250 m
Relieve fuerte	250 m < D _s < 500 m
Relieve muy fuerte	500 m < D_s < 1000 m
Relieve extremadamente fuerte	1000 m < D _s < 2500 m

Fuente: Hidrología, apuntes de clase, Dr. Fernando Oñate Valdivieso, página 14.

3.2.7 DRENAJE DE LA CUENCA

Es la mayor o menor capacidad que tiene una cuenca para evacuar las aguas que provenientes de las precipitaciones quedan sobre la superficie de la tierra. El sistema de drenaje de una cuenca se mide a través de dos índices que son³:

3.2.7.1 DENSIDAD DE LA RED DE LOS CAUCES.

Se determina mediante la siguiente ecuación⁴:

$$Dr = \frac{N}{A} \quad (\text{Ec. 3.8})$$

Dónde:

Dr = Densidad de la red de los cauces, cauces/Km²

N = Número de cauces de la cuenca, incluyendo los intermitentes y los perennes.

A = Área de la cuenca, en Km².

	Microcuenca 1	Microcuenca 2
Dr =	1.30 Km ²	2.94 Km ²
N =	9	1
A =	6.90Km ²	0.34 Km ²

3.2.7.2 DENSIDAD DE DRENAJE.

$$D_d = \frac{L}{A} \quad (\text{Ec. 3.9})$$

Dónde:

D_d = Densidad de drenaje⁴, en Km/Km²

L = Longitud total del cauce principal más sus afluentes intermitentes y perennes, en km

	<u>Microcuenca 1</u>	<u>Microcuenca 2</u>
D _d =	2.28 Km/Km ²	3.90 Km/Km ²
L =	15.732 km	1.327 km

Tabla 3.4: Características de la cuenca en función de la densidad de drenaje

DENSIDAD DE DRENAJE (Km/Km ²)	CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA
0.10 - 1.0	Regularmente drenada
1.00 - 1.5	Normalmente drenada
> 1.5	Bien drenada

Fuente: Hidrología, apuntes de clase. Dr. Fernando Oñate Valdivieso.

Mediante la tabla 3.4 se determina que las microcuencas de la quebrada 1 y 2 son bien drenadas, esto indica además que el grado de infiltración es alto.

3.2.8 PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE

Los pasos necesarios para determinar la pendiente media del cauce son⁴:

- Calcular el área existente bajo el perfil longitudinal.
- Dividir el área obtenida (m²) entre la longitud del río (m), obteniéndose un valor h (m). A este se le suma la cota mínima y se lo dibuja en el centro de la longitud del río con lo cual obtenemos un punto pivote.
- Desde el valor de la cota mínima, para la longitud de cálculo del río, trazar una línea que pase por el punto pivote, siendo esta la pendiente media.
- La recta determina puntos de cota máxima y mínima, con los cuales puede cuantificarse la pendiente media según:

$$P_L = \frac{H_{\text{máx}} - H_{\text{mín}}}{L} \times 100 \quad (\text{Ec. 3.10})$$

Dónde:	Microcuenca 1	Microcuenca 2
H _{máx} = altura máxima ponderada (m.s.n.m.) =	1701.19	1106.58
H _{mín} = altura mínima del cauce (m.s.n.m.) =	952	961
L = longitud del cauce (m) =	4565	1327
P _L = Pendiente media del cauce, en % =	16.41 %	10.97 %

El desarrollo gráfico planteado se presenta en el Anexo 3.7 hoja 14.

CUADRO 3.5 DATOS PARA CALCULAR LA PENDIENTE LONGITUDINAL DEL CAUCE MICROCUENCA 1

CURVAS DE NIVEL m.s.n.m.	LONGITUD DEL RÍO		ÁREAS DEL PERFIL (m ²)
	Parciales (m)	Acumuladas (m)	
2000	0	0.00	-
1840	238.57	238.57	230939.7288
1720	230.64	469.22	190973.3148
1600	469.97	939.19	332740.9548
1480	573.56	1512.75	337254.5736
1360	452.82	1965.57	211917.42
1240	483.71	2449.28	168330.5928
1120	573.75	3023.03	130816.0944
1000	1127.58	4150.61	121778.1324
952	414.72	4565.32	9953.2032
Sumatoria	4565		1734704.015

Fuente: El autor.

CUADRO 3.6 DATOS PARA CALCULAR LA PENDIENTE LONGITUDINAL DEL CAUCE MICROCUENCA 2

CURVAS DE NIVEL m.s.n.m.	LONGITUD DEL RÍO		ÁREAS DEL PERFIL (m ²)
	Parciales (m)	Acumuladas (m)	
1160	0	0.00	0
1120	87.87	87.87	15728.9269
1080	226.89	314.76	31538.2382
1040	282.62	597.39	27979.7859
1000	293.33	890.72	17306.3756
961	435.84	1326.56	8498.8761
Sumatoria	1327		101052.2027

Fuente: El autor.

- e) Debe comprobarse que el área sobre y bajo la recta de la pendiente media compensan, permitiéndose un error del $\pm 5\%$.

Con este valor y con la ayuda de la tabla 3.5 se puede determinar el tipo de relieve:

Tabla 3.5 Determinación del tipo de relieve en función de la pendiente media del río.

PENDIENTE MEDIA DEL RÍO (%)	RELIEVE
2	Llano
5	Suave
10	Accidentado medio
15	Accidentado
25	Fuerte accidentado
50	Escarpado
>50	Muy escarpado

Fuente: Hidrología, apuntes de clase, Dr. Fernando Oñate Valdivieso.

Las quebrada 1 y 2, tienen pendientes iguales a 16.41% y 10.97%, correspondiéndole un relieve que va de accidentado a fuerte accidentado y de accidentado medio a accidentado, respectivamente.

3.3 ESTACIONES HIDRO-METEOROLÓGICAS SELECCIONADAS

El estudio hidrológico de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza se ha desarrollado en base a las precipitaciones de varias estaciones cercanas a nuestro proyecto (cuadro 3.7).

Una vez obtenidos los datos de precipitación mensual de las estaciones, existen valores faltantes en la estación de El Pangui y Gualaquiza. Se procedió a rellenar los datos por medio de los métodos Jansa Guardiola (1969) y el de las proporcionalidades de acuerdo al caso que se presente.

CUADRO 3.7 ESTACIONES HIDRO-METEOROLÓGICAS Y PLUVIOMÉTRICAS UTILIZADAS

ESTACION	TIPO	COD.	COORDENADAS GEOGRAFICAS		ALTITUD	PERIODO DE REGISTRO		UBICACIÓN	INSTITUCION
			LATITUD S	LONGITUD W		DESDE	HASTA		
El Pangui	PV.	M-502	03°38'47"	78°34'18'	820	1978	Continúa	El Pangui	INAMHI
Gualaquiza	CO	M-189	03°24'00"	78°34'00"	927	1976	Continúa	Gualaquiza	INAMHI
Yacuambi	PV.	M-680	03°38'03"	78°55'35"	1400	1974	Retirada	Yacuambi	INECEL
Yanzatza	CO	M-190	03°50'15"	78°45'01"	830	1975	Continúa	Yanzatza	INAMHI
Encuentros 1/.	PV.	M-505	03°46'15"	78°36'40"	800	1976	Retirada	Encuentros	INECEL

CO: Climatológica Ordinaria

Fuente: Anuarios Hidrológicos del INHAMI

PV: Pluviométrica

1/. Estación utilizada de apoyo

En ocasiones la única posibilidad de rellenar los datos faltantes es en base a la información de la misma estación, recomendándose, en estos casos seguir los métodos que se detallan a continuación.

3.3.1 MÉTODO DE LAS PROPORCIONALIDADES.

En este método se trabaja con los valores medios de los datos registrados durante el período analizado. La expresión matemática es⁴:

$$\frac{X_i}{P_{m,i}} = \frac{X_2}{P_{m,2}} = \dots = \frac{X_n}{P_{m,n}} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n + \sum(\text{datos existentes del año incompleto})}{P_{a,m}} \quad (\text{Ec.3.11})$$

Dónde: X_i : Es la variable que representa al dato mensual faltante i del año a rellenar.

$$P_{m,i} = \frac{\sum(P_{mi})}{n'} \quad (\text{Ec. 3.12})$$

$P_{m,i}$: Precipitación media mensual del período para el mes i .

P_{mi} : Precipitación mensual existente del mes i .

n' : Número de registros existentes en el período para el mes i .

$$P_{a,m} = \frac{\sum(P_{aj})}{n''} \quad (\text{Ec. 3.13})$$

$P_{a,m}$: Precipitación media anual del período, considerando solo los años completos.

P_{aj} : Precipitación anual con la serie completa, del año j .

n'' : Número de años con la serie completa.

4 Tesis de grado: Estudios y Diseños Definitivos para el Encauzamiento de la Quebrada Puliche.

3.3.2 JANSA GUARDIOLA.

Aplicable cuando en la serie original falta un término (existe una laguna) se debe encontrar un valor probable que lo substituya, para lo cual se puede utilizar la interpolación señalada por Jansa Guardiola (1969). La metodología es la siguiente⁴:

1. Diferencia entre los dos términos que preceden al dato faltante $a = |P_{m_{i-1}} - P_{m_{i-2}}|$
(Ec.3.14)

2. Diferencia entre los dos términos que lo siguen $b = |P_{m_{i+1}} - P_{m_{i+2}}|$ (Ec. 3.15)

3. Diferencia entre los dos términos que lo limitan $c = |P_{m_{i+1}} - P_{m_{i-1}}|$ (Ec. 3.16)

4. Dividir esta última diferencia c en partes proporcionales así: $z = \frac{c * a}{a + b}$ (Ec. 3.17)

5. La cifra obtenida de la proporción anterior se suma al menor valor entre $P_{m_{i+1}}$ y $P_{m_{i-1}}$

$$P_{m_x} = P_{m_{\min}} + z \quad (\text{Ec. 3.18})$$

Para todos los casos P_m = precipitación mensual.

El resultado de éstos análisis se indican en el Anexo 3.8 hoja 15 a 17.

3.3.3 CÁLCULO DE PRECIPITACIONES MEDIAS

Para el cálculo de precipitaciones medias se utilizó el método Weather Service (1988) el cual se describe a continuación:

3.3.3.1 Método del U.S. Water Service (1988).

Este método estima la precipitación en un punto como un promedio ponderado de otras cuatro estaciones. Cada una de ellas está localizada en un cuadrante delineado por las líneas norte – sur y este – oeste que pasan a través del punto en cuestión. Cada estación es la más cercana en su cuadrante al punto para el cual la precipitación está siendo estimada.

Para nuestro caso se tomaron las estaciones de Yanzatza, Gualaquiza, Yacuambi, El Pangui. Ver Anexo 3.9 hoja 18. La expresión a utilizarse es la siguiente⁴:

$$P_{m_x} = \frac{\frac{P_{ma}}{D_a^2} + \frac{P_{mb}}{D_b^2} + \frac{P_{mc}}{D_c^2} + \frac{P_{md}}{D_d^2}}{\frac{1}{D_a^2} + \frac{1}{D_b^2} + \frac{1}{D_c^2} + \frac{1}{D_d^2}} \quad (\text{Ec. 3.19})$$

4 Tesis de grado: Estudios y Diseños Definitivos para el Encauzamiento de la Quebrada Puliche.

Dónde:

Pmx: Precipitación media mensual para la estación x en el centro de gravedad de la cuenca.

Pma: Precipitación media mensual en la estación cercana a la estación x.

Da: Distancia desde la estación x, hasta la estación aledaña considerada.

3.4 GENERACIÓN DE LOS CAUDALES MEDIOS MENSUALES

Para la generación de caudales medios mensuales se utilizara la curva de duración general que se la describe a continuación:

3.4.1 CURVA DE DURACIÓN GENERAL

La curva de duración general también se la denomina curva de probabilidades, la misma que nos indica el porcentaje de tiempo (días, meses o años) en que cierto gasto es igualado o excedido. Se la puede construir con caudales medios diarios, mensuales o anuales⁴.

Su análisis lo realizaremos con métodos analíticos, Ven Te Chow (1994), tomando en cuenta caudales medios mensuales para un periodo de 29 años (1978 – 2006).

3.4.1.1 MÉTODO DE VEN TE CHOW.

Para el trazado de una curva de duración general es necesario tener en cuenta lo siguiente⁴:

- a) Ordenación de los caudales u otros atributos de mayor a menor (Q).
- b) Determinación de la probabilidad correspondiente (p).
- c) Ajuste de una distribución adecuada a pares de valores Q, p.

El método analítico de **VEN TE CHOW**, considera los siguientes pasos:

1. Se ordenan los valores de mayor a menor y se calcula la probabilidad. El autor recomienda emplear el método de Weiball:

$$P = \frac{m}{n+1} \times 10 \quad (\text{Ec. 3.20})$$

Dónde: P = Probabilidad, en (%)
m = Número de orden
n = Número total de casos

⁴ Tesis de grado: Estudios y Diseños Definitivos para el Encauzamiento de la Quebrada Puliche.

2. Se calcula el caudal medio mensual plurianual $Q_m = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}$ (Ec. 3.21)

	Microcuenca 1	Microcuenca 2
$Q_m =$	$(99.96 \text{ m}^3/\text{s}) / 348 \text{ datos}$	$(4.55 \text{ m}^3/\text{s}) / 348 \text{ datos}$
$Q_m =$	$0.29 \text{ m}^3/\text{s}$	$0.013 \text{ m}^3/\text{s}$

Los datos necesarios para los cálculos se encuentran en el Anexo 3.10 hoja 19.

A continuación se presentan los cálculos para la Microcuenca 1, los datos y cálculos de la Microcuenca 2 se encuentran en el anexo 3.10.

3. Se calcula la desviación típica $\delta Q = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - Q_m)^2}{(n-1)}} = 0.11 \text{ m}^3/\text{s}$ (Ec. 3.22)

4. Se calcula el coeficiente de variación $C_v = \frac{\delta Q}{Q_m} = 0.38$ (Ec. 3.23)

5. Se calcula el coeficiente de oblicuidad $C_s = 3 C_v + C_v^3 = 1.20$ (Ec. 3.24)

6. Entrando con C_s y $P \%$ en la tabla de doble entrada, determinar los valores de K para las diferentes probabilidades P , (Tabla 3.6).

7. Se traza la curva de duración teórica, con los puntos ajustados P y Q , calculados con:

$$Q_i = Q_m + dQ * K_i \quad (\text{Ec. 3.25})$$

3.4.2 CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL

Esta curva nos permite definir el régimen hidrológico de la cuenca en estudio, señala la distribución de las precipitaciones o caudales en función de la probabilidad de que estos valores sean igualados o superados⁴.

1. Los datos de precipitación media mensual de las microcuencas se los ordena de mayor a menor y de mes en mes, y se calcula la probabilidad correspondiente con la fórmula de HAZEN.

$$P \% = \frac{2 m - 1}{2 n} \cdot 100 \quad (\text{Ec. 3.26})$$

Dónde: $m =$ Número de orden

$n =$ Número de datos

⁴ Tesis de grado: Estudios y Diseños Definitivos para el Encauzamiento de la Quebrada Puliche.

2. Sé dibuja los valores del cuadro anterior en un papel logarítmico - probabilístico, haciendo una curva por cada mes, ubicando en cada gráfico tres meses consecutivos.
3. De las curvas anteriores se toman las precipitaciones para los siguientes valores de probabilidades exactas para el 5, 10, 20, 30, 50, 70, 80, 90, y 95%.

TABLA 3.6 COEFICIENTE DE VARIACIÓN (C_v)⁴

COEFICIENTE OBLICUIDAD	PROBABILIDAD PROMEDIO	PROBABILIDAD EN % IGUAL O MAYOR QUE LA VARIABLE DADA									COEFICIENTE VARIACIÓN	
		-					+					
		95	90	80	50	20	5	1	0.1	0.01		
0	50	2.3	1.7	0.8	0	0.8	1.6	2.3	3	3.72	0	
0.1	49.3	2.3	1.6	0.9	0	0.8	1.7	2.4	3.2	3.95	0.033	
0.2	48.7	2.2	1.6	0.9	0	0.8	1.7	2.5	3.4	4.18	0.067	
0.3	48	2.1	1.6	0.9	0.1	0.8	1.7	2.6	3.4	4.42	0.1	
0.4	47.3	2	1.5	0.9	0.1	0.8	1.8	2.6	3.7	4.7	0.136	
0.5	46.7	2	1.5	0.9	0.1	0.8	1.8	2.7	3.8	4.93	0.166	
0.6	46.1	1.9	1.5	0.9	0.1	0.8	1.8	2.8	4.1	5.24	0.187	
0.7	45.5	1.9	1.4	0.9	0.1	0.8	1.8	2.8	4.2	5.52	0.23	
0.8	44.9	1.8	1.4	0.8	0.1	0.8	1.8	2.9	4.4	5.81	0.232	
0.9	44.2	1.7	1.4	0.8	0.1	0.8	1.8	3	4.6	6.11	0.292	
1	43.7	1.7	1.3	0.8	0.2	0.8	1.9	3	4.7	6.4	0.324	
1.1	43.2	1.6	1.3	0.8	0.2	0.7	1.9	3.1	4.9	6.71	0.351	
1.2	42.7	1.6	1.3	0.8	0.2	0.7	1.9	3.2	5	7.02	0.381	
1.3	42.2	1.5	1.3	0.8	0.2	0.7	1.9	3.2	5.2	7.31	0.409	
1.4	41.7	1.5	1.2	0.8	0.2	0.7	1.9	3.3	5.4	7.62	0.436	
1.5	41.3	1.5	1.2	0.8	0.2	0.7	1.9	3.3	5.5	7.92	0.432	
1.6	40.3	1.4	1.2	0.8	0.2	0.7	1.9	3.4	5.7	8.2	0.49	
1.7	40.4	1.4	1.2	0.8	0.2	0.7	1.9	3.4	5.9	8.5	0.517	
1.8	40	1.3	1.1	0.8	0.2	0.6	1.9	3.4	6	8.8	0.544	
1.9	39.6	1.3	1.1	0.8	0.2	0.6	1.9	3.5	6.1	9.21	0.57	
2	39.2	1.3	1.1	0.8	0.2	0.6	1.9	3.5	6.3	9.51	0.599	
2.1	38.8	1.3	1.1	0.8	0.2	0.6	1.9	3.6	6.4	9.72	0.6	
2.2	38.4	1.2	1.1	0.8	0.3	0.6	1.9	3.6	6.5	10.1	0.643	
2.3	38.1	1.2	1	0.8	0.3	0.6	1.9	3.6	6.7	10.4	0.667	
2.4	37.7	1.2	1	0.7	0.3	0.6	1.9	3.7	6.8	10.7	0.691	
2.5	37.4	1.2	1	0.7	0.3	0.6	1.9	3.7	6.9	11	0.713	
2.6	37.1	1.1	1	0.7	0.3	0.6	1.9	3.7	7	11.3	0.731	
2.7	36.8	1.1	1	0.7	0.3	0.5	1.9	3.7	7.1	11.6	0.755	
2.8	36.6	1.1	1	0.7	0.3	0.5	1.9	3.7	7.3	11.8	0.776	
2.9	36.3	1.1	1	0.7	0.3	0.5	1.9	3.8	7.4	12.1	0.79	
3	36	1	0.9	0.7	0.3	0.5	1.9	3.8	7.5	12.4	0.818	
3.2	35.5	1	0.9	0.7	0.3	0.5	1.8	3.8	7.7	12.9	0.857	
3.4	35.1	1	0.9	0.7	0.3	0.5	1.8	3.8	7.8	13.4	0.835	
3.6	34.7	1	0.9	0.7	0.3	0.5	1.8	3.9	8.8	13.8	0.93	
3.8	34.2	0.9	0.8	0.7	0.3	0.4	1.8	3.9	8.2	14.2	0.96	
4	33.9	0.9	0.8	0.7	0.3	0.4	1.8	3.9	8.3	14.7	1	
4.5	33	0.8	0.8	0.6	0.3	0.4	1.8	3.9	8.6	15.6	1.051	
5	32.3	0.8	0.7	0.6	0.3	0.4	1.7	4	8.9	16.5	1.135	

- El símbolo sobre el número indica el signo de K

4 Tesis de grado: Estudios y Diseños Definitivos para el Encauzamiento de la Quebrada Puliche.

4. Con estos datos se dibujan las curvas de variación estacional para cada probabilidad (Las curvas de variación estacional se encuentra en el Anexo 3.11 hoja 20).

De acuerdo al proceso presentado se puede concluir que:

- El período de invierno, corresponde a los meses de febrero a julio, y el período de verano corresponde a los meses de agosto a enero.

3.5 ESTUDIO DE INTENSIDADES

3.5.1 ELECCIÓN DEL PERÍODO DE RETORNO

Se define al período de retorno de una avenida como el intervalo de recurrencia promedio de que esa avenida sea igualada o superada en un determinado tiempo. Lo fundamental en la elección del periodo de retorno es tomar en cuenta los daños que se puedan producir al colapsar la estructura. El riesgo que se asume en la elección del periodo de retorno será mayor cuando el período de retorno sea menor.

TABLA 3.7 PERÍODO DE RETORNO PARA DIFERENTES TIPOS DE OBRA⁴

TIPO DE OBRA	Tr (años)
- Obras especiales (sifones, protección contra inundaciones, descargas, (etc.).	20 – 30
- Proyectos de riego	30 – 50
- Red de distribución de agua	30
- Plantas de tratamiento de agua	30
- Tanques de reserva	25
- Represas de tierra	100

En la tabla 3.7 se recomienda algunos tiempos de retorno, en función del tipo de obra para nuestro caso seleccionamos el período de retorno de 25 años.

3.5.2 ANÁLISIS DE LA INTENSIDAD DE FRECUENCIA DE LLUVIAS DE CORTA DURACIÓN

Las investigaciones van encaminadas a definir las características de las crecidas de las Microcuencas 1 y 2 en el tramo en estudio.

En vista de que no se cuenta con las precipitaciones máximas de 24 horas en las estaciones cercanas a la zona de nuestro estudio y por ser datos puntuales que no pueden ser rellenados, el cálculo del caudal de máxima crecida se hará utilizando métodos alternativos, en los cuales se utilizará como intensidad máxima la obtenida a partir de las ecuaciones de intensidad para el cantón El Pangui propuestas por el INAMHI.

4 Tesis de grado: Estudios y Diseños Definitivos para el Encauzamiento de la Quebrada Puliche.

3.5.3 ANÁLISIS DE INTENSIDADES DE LLUVIAS MÁXIMAS

En nuestro proyecto utilizaremos los resultados de las investigaciones realizadas por el Ministerio de Energía y Minas a través del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), que se encuentran plasmadas en el documento “Estudio de lluvias intensas” elaborado por el Ingeniero Luis Rodríguez Fiallos, del Departamento de Hidrometría del INAMHI, teniendo como base las datos reales de estaciones pluviográficas, pluviométricas y meteorológicas ubicadas en todo el país⁵.

Del documento mencionado obtenemos el Anexo 3.12 hojas 21 a 25, según el cual conocemos que las microcuencas en estudio, se localizan en la Zona 27, con el código M502 correspondiéndole las siguientes ecuaciones de intensidad:

$$5 \text{ min} < 46 \text{ min} \quad I = 76.133 * Id_{TR} * t^{-0.3477} \quad (\text{Ec. 3.27})$$

$$46 \text{ min} < 1440 \text{ min} \quad I = 539 * Id_{TR} * t^{-0.8634} \quad (\text{Ec. 3.28})$$

Dónde:

I = Intensidad de la precipitación, en mm/h.

Tr = Período de retorno adoptado, en años.

Id_{TR} = Intensidad diaria para un periodo de retorno dado en mm/h. (Anexo 3.12 hoja 25)

t = Tiempo de duración de la lluvia, en minutos.

3.5.4 PARÁMETROS DE DISEÑO

3.5.4.1 TIEMPO DE DURACIÓN DE LA TORMENTA

Es semejante al tiempo de concentración de la cuenca y al tiempo de retraso, esto quiere decir, el tiempo desde el que se inicia de la tormenta hasta alcanzar el caudal máximo. Para el cálculo del tiempo de duración de la tormenta se utilizara la siguiente fórmula⁴:

$$\text{➤ Según Kirpich (1940): } T_c = 0.0195 * \left(\frac{L^{1.155}}{H^{0.385}} \right) \quad (\text{Ec.3.29})$$

Dónde:

T_c = Tiempo de concentración, en min.

A = Área de la cuenca

L = Longitud máxima del cauce, en m

H = Desnivel del cauce, entre el punto de inicio y el punto de interés del cauce.

	Microcuenca 1	Microcuenca 2
A =	6.90 Km ² .	0.34 Km ² .
L =	4565 m	1327 m
H =	(2394- 952) = 1442 m	(1280 - 961) = 319 m
∴ Tc =	19.975 min.→ 0.35 horas	8.570 min.→ 0.15 horas

3.5.4.2 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

De la investigación realizada por el INAMHI⁵, obtenemos las ecuaciones representativas de las zonas, que están en función de la precipitación máxima en 24h00, obtenida de los pluviómetros seleccionados para todo el país, a partir de esto se han elaborado mapas isolíneas para varios periodos de retorno que se resumen en el Anexo 3.12, del cual en nuestro caso para un periodo de retorno de 25 años obtenemos:

$$Id_{TR} = 3.40$$

Aplicando la ecuación (3.32), sustituyendo los valores calculados y constantes correspondientes a la Zona 27, código M502 del cantón El Pangui obtenemos los siguientes valores de intensidad:

	Microcuenca 1	Microcuenca 2
t =	19.975 minutos	8.570 minutos
Id _{TR} =	3.40 mm /h	3.40 mm /h
I =	138 mm/h	286.8 mm/h

3.6 CAUDALES MÁXIMOS

El estudio de las crecidas es fundamental en nuestro proyecto para la determinación de los caudales máximos que puede producir las microcuencas en estudio, es necesario que el cálculo del caudal máximo producido se realice con un buen grado de exactitud y confianza pues éste es un elemento indispensable para el diseño de las obras de encauzamiento y protección.

Existen varios métodos útiles para el cálculo de la magnitud de una creciente. En el presente estudio utilizaremos los siguientes:

- ∴ Hidrograma unitario (Sherman, 1932).
- ∴ Método de Ven Te Chow (1994).
- ∴ Método Racional (Mulvaney, 1850).

3.6.1 HIDROGRAMA UNITARIO SINTÉTICO DE SNYDER

El hidrograma unitario permite evaluar una crecida en función de la precipitación conocidas las características del hidrograma de crecida. Cuando no se dispongan de datos sobre hidrogramas unitarios producidos por precipitaciones uniformes ni para la cuenca considerada ni para las vecinas; entonces, nos valemos de la teoría desarrollada por Snyder (1938), para construir lo que se llama el Hidrograma Unitario Sintético. Para su desarrollo Snyder (1938) propone las siguientes ecuaciones⁴:

$$t_p = Ct (L \cdot Lc)^{0.3} \quad (\text{Ec. 3.30})$$

$$t_r = \frac{t_p}{5.5} \quad (\text{Ec. 3.31})$$

$$T = 3 + \frac{t_p}{8} \quad (\text{Ec. 3.32})$$

$$Q_p = \frac{7 \cdot C_p \cdot A}{t_{pr}} \quad (\text{Ec. 3.33})$$

Dónde:

t_p = Tiempo desde el comienzo del hidrograma hasta su valor pico, en horas.

t_{pr} = Tiempo de retardo modificado, en horas.

Ct = Coeficiente que depende de las características de la cuenca.

L = Longitud del cauce principal, en Km

Lc = Distancia desde centro de gravedad de la cuenca hasta la estación de aforos, Km

t_r = Duración normal de la lluvia en horas.

Q_p = Caudal pico, en m³/seg.

C_p = Coeficiente que depende del área de la cuenca y de las características del hidrograma.

T = Tiempo base del hidrograma.

A = Área total de la cuenca, en Km².

Ct es el coeficiente de retardo de Snyder (1938), 1.35 pendientes fuertes y 1.65 para pendientes suaves; C_p 0.56 para llanura y 0.69 para montaña.

Para nuestro estudio utilizaremos el valor promedio para cada coeficiente $Ct = 1.50$ y $C_p = 0.625$. Con los datos conocidos realizamos el siguiente cálculo:

		Microcuenca 1	Microcuenca 2
	L	= 4.565 Km	1.327 Km
	Lc	= 3.146 Km	0.649 Km
	A	= 6.90 Km ²	0.34 Km ²
Ecuación 3.34	t _p	= 2.22 horas	1.43 horas.
Ecuación 3.35	t _r	= 0.40 horas	0.26 horas.

Adoptamos el valor de t_R = 0.35 horas para la microcuenca 1 y t_R = 0.15 horas para la microcuenca 2, calculado en los parámetros de diseño.

➤ Tiempo de retardo modificado (t_{pr}): $t_{pr} = t_p + \frac{t_R - t_r}{4}$ (Ec. 3.34)

∴ t_{pr1} = 2.208 horas ∴ t_{pr2} = 1.403 horas

➤ Caudal pico corregido (Q_p): Utilizando la ecuación (3.33):

Q _{p1} = 13.67 m ³ /(seg.pulg)	Q _{p2} = 1.060 m ³ /(seg.pulg)
Q _{p1} = 0.54 m ³ /(seg.mm)	Q _{p2} = 0.042 m ³ /(seg.mm)

➤ Tiempo en base del Hidrograma Unitario Sintético: De la ecuación (3.32):

T ₁ = 3 + 2.214 horas/(8 horas/día)	T ₂ = 3 + 1.417 horas/(8 horas/día)
T ₁ = 3.277 días	T ₂ = 3.177 días

- El caudal máximo pico Q_{p máx} será: $Q_{p\text{ máx}} = Q_p \cdot I \cdot t_r$ (Ec. 3.35)

		Microcuenca 1	Microcuenca2
	Q _p	= 0.54 m ³ /(seg.mm)	0.042 m ³ /(seg.mm)
De la sección 3.5.4.2.	I	= 138 mm/hora	286.8 mm/hora
De la sección 3.5.4.1.	t _r	= 0.35 hora	0.15 hora
De la ecuación 3.39	Q _{p máx}	= 26.08 m ³ /seg	1.81 m ³ /seg

3.6.2 MÉTODO DE VEN TE CHOW (1994)

Este método permite conocer el gasto máximo para un determinado periodo de retorno, es aplicable a cuencas no urbanas con áreas menores a 250 Km². El procedimiento de cálculo es el siguiente⁶:

⁶ CHOW, VEN TE. MAIDMENT, DAVID. MAYS, LARRY. 1994. Hidrología aplicada

- a) De acuerdo al tipo y uso del suelo se calcula el número de escurrimiento **N** ayudados con las tablas presentadas a continuación:

TABLA 3.8 TIPO DE SUELO DE LA CUENCA

TIPO A	(Esgurrimiento mínimo). Incluye grava y arena de tamaño medio, limpias y mezcla de ambas
TIPO B	Incluye arenas finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena y limo.
TIPO C	Comprende arenas muy finas, arcillas de baja plasticidad, mezclas de arena, limo y arcilla
TIPO D	(Esgurrimiento máximo). Incluye principalmente arcillas de alta plasticidad, suelos poco profundos con subhorizontes casi impermeables cerca de la superficie.

Fuente: Estudios y Diseños Definitivos para el Encauzamiento de la Quebrada Puliche, pagina 67.

TABLA 3.9 SELECCIÓN DEL NUMERO DE ESCURRIMIENTO N

USO DE LA TIERRA O COBERTURA	CONDICION DE LA SUPERFICIE	TIPO DE SUELO			
		A	B	C	D
Bosque (sembrados y cultivados)	- Ralo, baja transpiración	45	66	77	83
	- Normal, transpiración media	36	60	73	79
	- Espeso, alta transpiración	25	55	70	77
Caminos	- De tierra	72	82	87	89
	- Superficie dura	74	84	90	92
Bosques naturales	- Muy ralo, baja transpiración	56	75	86	91
	- Ralo, baja transpiración	46	68	78	84
	- Normal, transpiración media	36	60	70	76
	- Espeso, alta transpiración	26	52	62	69
	- Muy espeso, alta transpiración	15	44	54	61
Descanso (sin cultivo)	- Surcos rectos	77	86	91	94
Cultivos de surco	- Surcos rectos	70	80	87	90
	- Surcos en curvas de nivel	67	77	83	87
	- Terrazas	64	73	79	82
Cereales	- Surcos rectos	64	76	84	88
	- Surcos en curvas de nivel	62	74	82	85
	- Terrazas	60	71	79	82
Leguminosas (Sembrados con máquina o al boleó) o potrero de rotación	- Surcos rectos	62	75	83	87
	- Surcos en curvas de nivel	60	72	81	84
	- Terrazas	57	70	78	82
Pastizal	- Pobre	68	79	86	89
	- Normal	49	69	79	84
	- Bueno	39	61	74	80
	- Curvas de nivel, pobre	47	67	81	88
	- Curvas de nivel, normal	25	59	75	83
	- Curvas de nivel, bueno	6	35	70	79
Potrero permanente	- Normal	30	58	71	78
Superficie impermeable		100	100	100	100

Fuente: Estudios y Diseños Definitivos para el Encauzamiento de la Quebrada Puliche, pagina 68.

- b) Se escoge el tiempo de duración de la lluvia d (horas) en la zona.
- c) Aplicando la ecuación de esa zona, para el período de retorno y tiempo de duración escogidos obtenemos la intensidad de lluvia. Multiplicando dicha intensidad por la duración d , tenemos la precipitación total P_b , en centímetros.

- d) Con los valores de N y P_b se calcula la lluvia en exceso P_{cb} (cm/h) empleando la ecuación:

$$P_{cb} = \frac{\left(P_b - \frac{508}{N} + 5.08 \right)^2}{P_b + \frac{2032}{N} - 20.32} \quad (\text{Ec. 3.36})$$

- e) Si la estación base no está en la cuenca en estudio se deberá transportar la tormenta de la siguiente manera.

$$P_e = P_{cb} \left(\frac{P}{P_b} \right) \quad (\text{Ec. 3.37})$$

Dónde: P = Es la lluvia en la zona en estudio para una duración dada d, en horas.

P_b = Es la lluvia en la estación base para una duración dada d, en horas.

P_e = Es la lluvia en exceso en la zona para una duración dada d, en horas.

- f) Con la longitud del cauce principal (m) y su pendiente (%) se calcula el valor de t_p, en horas.

$$t_p = 0.00505 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.64} \quad (\text{Ec. 3.38})$$

- g) Se calcula la relación d/t_p a fin de determinar el valor de Z:

$$\text{Para } d/t_p \text{ entre } 0.05 \text{ y } 0.4 \quad Z = 0.73 \left(\frac{d}{t_p} \right)^{0.97} \quad (\text{Ec. 3.39})$$

$$\text{Para } 0.4 \leq d/t_p \leq 2 \quad Z = 1.89 \left(\frac{d}{t_p} \right)^{0.23} - 1.23 \quad (\text{Ec. 3.40})$$

$$\text{Para } d/t_p > 2 \quad Z = 1$$

- h) Luego se calcula el valor Q_m mediante la siguiente expresión:

$$Q_m = \frac{2.78(A \cdot Z \cdot P_c)}{d} \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (\text{Ec. 3.41})$$

A continuación procederemos a realizar los cálculos para nuestro caso específico:

La información referente al **tipo y uso del suelo** de la cuenca se obtuvo de los planos de cobertura vegetal y uso actual del suelo elaborado por el Centro de Levantamientos Integrados de Recursos naturales por Sensores remotos, CLIRSEN.

Tipo de suelo de la cuenca

	Microcuenca 1	Microcuenca 2
Tipo C	53.62%	36.47%
Tipo D	46.38%	63.53%

Uso del suelo de la cuenca

	Microcuenca 1	Microcuenca 2	
Tipo C	45.11 %	18.64 %	Bosques (sembrados y cultivados)
	8.51%	17.83%	Bosques naturales normal de transpiración media.
Tipo D	16.12%	38.07%	Bosques naturales normal de transpiración media
	30.26%	25.46%	Bosques (sembrados y cultivados)

Cálculo de N

- **Tipo de suelo C**

USO DE LA TIERRA	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE	VALOR V	PORCENTAJE P	TOTAL V*P
Bosque Natural	Normal de transp. media	70	8.51	5.96
Bosque (Semb. Cult.)	Normal de transp. media	73	45.11	32.93

Fuente: El autor.

- **Tipo de suelo D**

USO DE LA TIERRA	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE	VALOR V	PORCENTAJE P	TOTAL V*P
Bosque Natural	Normal de transp. media	76	16.12	12.25
Bosque (Semb. Cult.)	Normal de transp. media	79	30.26	23.91

Fuente: El autor.

$$N = 5.96 + 32.93 + 12.25 + 23.91 = 75.05 \approx 75$$

- La duración de la lluvia es: $d_1 = 0.35$ horas, $d_2 = 0.15$ horas. (Kirpich, 1940)
- La intensidad de lluvia $I_{24} = 138$ mm/h. M1 $I_{24} = 286.8$ mm/h. M2
Precipitación total $P_b = I * d$; $P_{b1} = 48.3$ mm = 4.83 cm $P_{b2} = 43.02$ mm = 4.30cm
- Hacemos uso de la ecuación (3.36) para calcular la lluvia en exceso:
 $P_{cb1} = 0.85 = 1$ cm $P_{cb2} = 0.78 = 1$ cm
- Para este estudio se está utilizando ecuaciones de sector más general, por ello no se necesita transportar la tormenta, entonces P/P_b es igual a la unidad. Aplicando la ecuación (3.37) para el cálculo de P_e tenemos: $P_{e1} = 1$ cm $P_{e2} = 1$ cm
- Calculamos el tiempo de retraso t_p , en horas. De la ecuación (3.38):
 $t_{p1} = 0.453$ horas $t_{p2} = 0.234$ horas
- Calculamos la relación d/t_p :
 $d/t_{p(1)} = 0.35h / 0.453h = 0.773$
 $d/t_{p(2)} = 0.15h / 0.234h = 0.641$

Para $0.4 \leq d/tp \leq 2$ se debe aplicar la ecuación (3.40) $Z_1 = 0.551$ $Z_2 = 0.476$

- Finalmente calculamos el caudal de máxima crecida Q_m con la Ec.3.41:

$$Q_{m1} = 30.20 \text{ m}^3/\text{seg} \qquad Q_{m2} = 3.00 \text{ m}^3/\text{seg}$$

3.6.3 MÉTODO RACIONAL (Mulvaney, 1850).

Esta es una de las fórmulas más usuales dentro de nuestro medio, su ecuación es:

$$Q = C.i.A \qquad \text{(Ec. 3.42)}$$

Dónde:

- Q = Caudal.
- C = Coeficiente de escurrimiento.
- i = Intensidad media de la lluvia de cálculo en m/seg.
- A = Área de la cuenca hidrográfica en m^2 .

Esta fórmula es recomendable aplicarla en cuencas cuya área es menor a 15 Km^2 .

Según Kuichling (1889), el coeficiente de escurrimiento para terrenos deshabitados está entre 0.1 y 0.3. Con este parámetro procedemos a aplicar la fórmula; obteniendo como resultado:

$$Q_{m1} = 26.45 \text{ m}^3/\text{s} \qquad Q_{m2} = 2.70 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.6.4 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS CAUDALES

De los resultados obtenidos consideramos el caudal obtenido por el método de Ven Te Chow (1994), por ser el más confiable según la literatura y el más extremo.

CUADRO 3.8 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS CAUDALES

MÉTODO	Microcuenca 1 m^3/s	Microcuenca 2 m^3/s
HIDROGRAMA SINTÉTICO DE SNYDER	26.08	1.81
MÉTODO DE VEN TE CHOW	30.20	3.00
MÉTODO RACIONAL	26.45	2.70

Fuente: El autor.

En el caso de la quebrada 2 sumaremos otros caudales aportados a la misma, de una vertiente y de las descargas del alcantarillado pluvial:

CUADRO 3.9 CAUDALES DE APORTE A LA QUEBRADA 2.

CALLE	Q APORTANTE (m^3/s)	Q TOTAL (m^3/s)
Ven Te Chow	3.00	3.00
A. pluvial Calle Luis Miguel J.	0.23	3.23
A. pluvial Calle 5 de junio	0.46	3.69
Vertiente – Calle 5 de junio	0.86	4.55
A. pluvial – Calle Luz de América	0.36	4.91

Fuente: El autor

3.7 ESTUDIO DE SEDIMENTOS

Los sedimentos se componen de material fragmentado que es transportado por una corriente de agua, la producción de sedimentos depende de varios factores como la erosión natural, erosión por efectos causados por el hombre, contaminación de los cauces, entre otras. El arrastre de sedimentos a lo largo de un río o quebrada está relacionado con procesos de erosión, transporte y depósito del sedimento.

Por lo tanto el estudio de estas características, nos permitirá definir la sedimentología presente en la zona en estudio, para lo cual se ha realizado los siguientes procesos:

3.7.1 TRABAJOS DE CAMPO

Se tomaron muestras granulométricas, con la finalidad de obtener los diámetros de las partículas, las densidades y el peso específico de los sedimentos (δ_s). Este muestreo tiene como objetivo poder obtener los parámetros requeridos en las distintas fórmulas utilizadas para la estimación de los volúmenes de los sedimentos.

3.7.2 TRABAJOS DE OFICINA

En el laboratorio de suelos se procedió a tamizar las muestras llevadas con la finalidad de obtener la curva granulométrica respectiva, se realizaron ensayos de densidades. En las muestras del material de arrastre no hubieron partículas mayores a 90mm de diámetro sin embargo en un sector de la microcuena 1 se observó que el arrastre de la misma es muy fuerte (arrastra piedras de gran tamaño).

En los siguientes cuadros se muestran los resultados obtenidos:

Cuadro 3.10: Granulometría del material de arrastre.

	Microcuena 1	Microcuena 2
Tamaño máximo	62.50	90.00
Tamaño efectivo	52.75	85.20
Tamaño al 85%	44.45	77.91
Tamaño al 80%	36.83	68.75
Tamaño al 75%	30.48	54.70
Tamaño al 65%	21.13	40.41
Tamaño medio	11.00	24.49

Fuente: El autor.

Cuadro 3.11: Densidad y absorción de agua en los áridos.

ÁRIDO FINO		
PARÁMETRO	Quebrada 1	Quebrada 2
Densidad Real: D _{ss} , gr/cc.	2.689	2.693
Densidad Seca: D _s , gr/cc	2.620	2.679
Porcentaje de Absorción: P _a ,%	2.657	0.513
ÁRIDO GRUESO		
Densidad Real: D _{ss} , gr/cc.	2.391	2.365
Densidad Seca: D _s , gr/cc	2.333	2.304
Porcentaje de Absorción: P _a ,%	2.465	2.648

Fuente: El autor.

Cuadro 3.12: Densidad Aparente en los áridos.

ÁRIDO FINO		
DENSIDAD APARENTE	Quebrada 1	Quebrada 2
Estado Suelto, gr/cc.	1.374	1.280
Estado Compactado, gr/cc	1.425	1.377
ÁRIDO GRUESO		
Estado Suelto, gr/cc.	1.630	1.580
Estado Compactado, gr/cc	1.698	1.701

Fuente: El autor.

3.7.2.1 PESO ESPECÍFICO DE LOS SEDIMENTOS

El peso específico se refiere al peso del material por unidad de volumen, es decir cuánto pesa el material si ocupara un lugar de volumen específico.

Material de arrastre de fondo:	Microcuenca 1	Microcuenca 2
Peso específico saturado sumergido =	2539.92 Kg/m ³	2529.00 Kg/m ³
Peso específico seco =	2476.36 Kg/m ³	2491.62 Kg/m ³
Peso aparente sin compactar =	1501.77 Kg/m ³	1429.88 Kg/m ³

Material en suspensión: Peso específico = 999 Kg/m³

3.7.3 MÉTODOS PARA EVALUAR EL VOLUMEN DE SEDIMENTO

Determinar una trayectoria de los materiales en suspensión o de los materiales de arrastre, definitivamente es algo que está fuera del alcance de los cálculos humanos, es por esto que se hace un acercamiento a la realidad de los procesos de transporte de sedimentos mediante conceptos empíricos y fórmulas que han sido obtenidas mediante la calibración de datos obtenidos en el laboratorio y otros que se miden en el campo; todo esto se hace suponiendo que el flujo en estudio es uniforme.

3.7.3.1 ESTIMACIÓN DE LA CARGA EN SUSPENSIÓN GBS.

3.7.3.1.1 MÉTODO DE FLEMING

Este proceso fue desarrollado mediante el análisis de más de 250 cuencas, con el cual Fleming obtuvo una ecuación y una Tabla 4.3 para la tasa media anual de transporte en suspensión Q_s en toneladas, como una función del caudal medio anual en pies³/s para varios tipos de cobertura vegetal⁴:

$$Q_s = a \times Q^n \quad (\text{Ec. 3.43})$$

Dónde: Q_s = Caudal sólido, en Ton/año
 a y n = Constantes que dependen de la cobertura vegetal de la cuenca.
 Q = Caudal líquido medio anual, en pies³/s

Los errores esperados de estimación en estas relaciones son del orden de ± 5

TABLA 3.10. VALORES DE A Y N EN LA ECUACIÓN [3.47] PARA VARIOS TIPOS DE COBERTURA

COBERTURA VEGETAL	N	A	
		Para Q, en Ton.	Para Q en Ton. Métricas
Variada, de hoja ancha y coníferas	1.02	117	106
Floresta conífera y pastos altos	0.82	3523	3196
Pastos bajos y arbustos	0.65	19260	17472
Desiertos y arbustos	0.72	37730	34228

Fuente: HIDROLOGÍA PARA INGENIEROS, Linsley

Los resultados obtenidos aplicando este método son:

$$Q_{\text{medio anual M1}} = 0.29 \text{ m}^3/\text{s} = 10.15 \text{ pies}^3/\text{s} \quad Q_{\text{medio anual M2}} = 0.01 \text{ m}^3/\text{s} = 0.50 \text{ pies}^3/\text{s}$$

Cobertura vegetal: Variada, de hojas anchas y coníferas. $n = 1.02$ $a = 117$

$$Q_{s \text{ M1}} = 117 \times (10.15)^{1.02} = 1243.90 \text{ Ton/año}$$

$$Q_{s \text{ M2}} = 117 \times (0.500)^{1.02} = 57.70 \text{ Ton/año}$$

3.7.3.2 ESTIMACIÓN EL MATERIAL DE FONDO Y ARRASTRE GB.

3.7.3.2.1 MÉTODO DE SHAMOV (1969)

El cálculo del caudal de sedimentos se lo lleva a cabo mediante la aplicación de la expresión desarrollada por Shamov (1969), tomando una sección tipo⁷.

$$Q_{sed} = K B q \quad (\text{Ec. 3.44})$$

⁷ SHAMOV, G.I. 1969. Rivers sediments.

Dónde: Q_{sed} = Caudal de sedimentos, en Kg/s
 K = Coeficiente adimensional = 0.5
 B = Ancho del cauce, en m

$$B = \frac{Q}{V \cdot h_m} \quad (\text{Ec. 3.45})$$

Dónde:

Q = Caudal de diseño, en m^3/s

V = Velocidad media del flujo, en m/s, calculada con aproximaciones (Anexo 3.15).

h_m = Profundidad media, en m

q = Caudal unitario de sedimentos, en m^2/s

$$q = 0.95 \sqrt{d_m} \left(\frac{V}{V_m} \right)^3 (V - V_m) \left(\frac{d_m}{h_m} \right)^{1/4} \quad (\text{Ec. 3.46})$$

Dónde: V_m = Velocidad media calculada, en m/s $V_m = 3.83 d_m^{1/3} h^{1/6}$ (Ec. 3.47)

A continuación se presenta un ejemplo del cálculo de sedimentos, con datos extraídos del anexo 3.16, en la abscisa 0+150.80 de la quebrada 1 y la abscisa 0+128.61 de la quebrada 2. En el anexo 3.20 se encuentra el cálculo de las demás abscisas.

	Quebrada 1	Quebrada 2
Q =	30.20 m^3/s	4.55 m^3/s
$h = h_m$ =	1,209 m	0.934 m
V =	2.546 m/s	1.686 m/s
(Sección 3.7.2) d_m =	0.011 m	0.0245 m
De la ecuación [3.45] B =	9.80 m	2.88 m
De la ecuación [3.47] V_m =	0.879 m/s	1.091 m/s
De la ecuación [3.46] q =	1.247 m^2/s	0.131 m^2/s
Finalmente con la ecuación [3.44], Q_{sed} =	6.11 Kg/s	0.189 Kg/s
$\therefore Q_{sed}$ medio anual =	192695	5960.304 Ton/año

El promedio de los dos métodos realizados será la carga total de material de fondo obtenida:

$$Q_{BT \text{ medio anual } q1} = 96969 \text{ Ton / año} \quad Q_{BT \text{ medio anual } q2} = 3009 \text{ Ton / año}$$

La carga de fondo GB se la obtiene como un porcentaje estimativo entre el 5% y 12% del sedimento en suspensión.

3.8 MECÁNICA DE SUELOS

El informe que se presenta es el resultado de los ensayos realizados que tienen por objetivo obtener información del sitio y proporcionar los parámetros que se requieren para el cálculo y diseño de la corrección hidrológica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Panguí.

Las normas utilizadas para la realización de los diferentes ensayos fueron las ASTM. Así mismo la clasificación del material, se la realizó mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS (1942)⁸.

De los estudios realizados (anexo 3.13 hoja 26 a 43) se determinaron los siguientes parámetros:

Clasificación de los estratos
Capacidad admisible, q_{ad} (Kg/cm²).

3.8.1 CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS, 1942)

La clasificación que mejor satisface los diferentes campos de aplicación especialmente para obras hidráulicas. Se basa en el tamaño de las partículas, granulometría y en las características de los finos. Divide a los suelos en dos grupos⁸:

3.8.1.1 SUELOS GRANULARES.

Tienen más del 50% en peso de granos más gruesos que 0.075 mm (Tamiz 200). Aquí se hallan las gravas, arenas y suelos gravosos o arenosos, con pequeña cantidad de material fino (limo o arcilla). Son designados en la siguiente forma⁸:

Gravas o suelos gravosos: GW; GC; GP; GM.

Arenas o suelos arenosos: SW; SC; SP; SM.

Dónde:

G = Grava o suelo gravoso, cuando más del 50% en peso de los granos se retienen en el tamiz #4 (4.76 mm).

S = Arena o suelo arenoso, si más del 50% pasa el tamiz #4.

W = Bien gradado

P = Pobrementemente gradado

M = Limo inorgánico o arena muy fina

C = Arcilla inorgánica

3.8.1.2 SUELOS FINOS

En este grupo pertenecen los materiales finos, limosos o arcillosos, de baja o alta compresibilidad⁸. Suelos de baja compresibilidad: ML; CL; OL.

Suelos de alta compresibilidad: MH; CH; OH.

Dónde: M = Limo inorgánico o arena muy fina.

C = Arcilla inorgánica.

O = Limos y arcillas orgánicas.

L = Baja o mediana compresibilidad (Límite líquido menor que 50).

H = Alta compresibilidad (Límite líquido mayor de 50).

3.8.2 CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS DEL LECHO DE LA QUEBRADA

El análisis granulométrico consiste en la determinación de porcentajes de pesos retenidos, de las diferentes partículas de un suelo, en una serie de tamices, de esta manera se obtiene una curva de porcentajes (curva granulométrica). Es así que todos los granos mayores que el tamiz # 4 lo constituyen las gravas, la arena constituye todas las partículas menores que el tamiz #4, pero mayores que el tamiz #200. Los granos menores que el tamiz #200 son finos; limos que son mayores que 0,02 mm; y arcillas que son menores a 0,002mm, sin embargo existen partículas de arcilla mayores de 0,002mm, y suelos más finos que 0,02 mm que no contienen arcillas.

En el laboratorio se determinan estos tamaños, si los granos son gruesos por medio del cribado y por sedimentación (análisis húmedo mecánico), si son finos.

3.8.2.1 COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

Es la medida del tamaño medio y se calcula con la siguiente fórmula⁸:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (\text{Ec. 3.48})$$

Dónde: Cu = Coeficiente de uniformidad

Si: Cu < 4 Suelo Uniforme en el diámetro de sus partículas para gravas

Cu > 6 Suelo bien gradado para arenas

Las variables D₆₀ y D₁₀ se obtienen de las curvas granulométricas por observación directa y representan:

- D₆₀ = Diámetro de las partículas en mm para el cual el 60% del total de la muestra sean más finos.
- D₁₀ = Diámetro de las partículas tales que el 10 % del total de la muestra sean más finos.

3.8.2.2 COEFICIENTE DE CURVATURA

Determina la forma de la curva granulométrica y es la relación entre⁸:

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10})(D_{60})} \quad (\text{Ec. 3.49})$$

Dónde: C_c = Coeficiente de curvatura

Si: 1 < C_c < 3 Suelo bien gradado. Los cálculos y resultados se muestran en el Anexo 3.13
 D₃₀, D₁₀, D₆₀ = Diámetro de las partículas más finas, respectivamente, tomado de la curva granulométrica.

Cuadro 3.13: Resultados obtenidos del análisis de las muestras de suelo.

Microcuencia	Coef. Curvatura	Coef. Uniformidad	Clasif. S.U.C.S.
1	0.72	64.3	Grava (GW)
2	2.92	85.00	Grava (GW)

Fuente: El autor.

Mediante el SUCS.; los resultados obtenidos en el cálculo de los coeficientes de curvatura y uniformidad, se determina que el material donde se cimentaran las estructuras es suelo uniforme de diámetro de sus partículas para gravas y también que es un suelo bien gradado. Específicamente una grava bien gradada.

3.8.3 CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

Los métodos de determinación de la capacidad portante del suelo dependen de los siguientes factores generales: posibilidades de muestreo, tipos de suelo y tipos de obras. Dependiendo de la importancia de la obra se selecciona un factor de seguridad, que depende de que tan bien sean conocidas las propiedades del suelo, tipo de carga, el factor de seguridad aumenta cuando las obras se relacionan directamente con vidas humanas. Para nuestro proyecto hemos escogido un factor de seguridad de 4.

⁸ BRAJA M. DAS. 2006. Principios de Ingeniería de Cimentaciones. 5ª edición.

3.8.3.1 CAPACIDAD ADMISIBLE

En el presente estudio determinamos la capacidad de carga del suelo por medio de la formula simplificada ya que no existe valor de cohesión ($c = 0$) debido a la presencia de gran cantidad de material aluvial⁸.

$$q_{ult} = q \cdot N_q \cdot S_q \cdot D_q + \frac{1}{2} \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot D_\gamma \quad (\text{Ec. 3.50})$$

- Dónde: q_{ult} = Máxima capacidad de carga del suelo en T/m².
 \bar{q} = Sobrecarga del suelo sobre la cota de cimentación en T/m²
 N_q y N_γ = Factores de capacidad de carga. (Tabla 4.7)¹³
 S_q = Corrección por forma de la cimentación.
 D_q = Corrección por profundidad de empotramiento.
 B = Ancho de la cimentación en m.
 γ = Peso específico promedio bajo la cota de cimentación.
 S_γ = Corrección por forma de la cimentación.
 D_γ = Corrección por profundidad de empotramiento.

Determinado el q_{ult} se obtiene la capacidad admisible del suelo⁸ $q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS}$ (Ec. 3.51):

Para nuestro estudio se determinaron los siguientes ángulos de fricción, para la micro-cuenca 1 tiene un valor de $\phi = 33.02$ y para la micro-cuenca 2 $\phi = 35.53$ (Anexo 3.13). Que intervienen en la obtención de los coeficientes N_q y N_γ (Tabla 3.4, pág. 138 de referencias bibliográficas 8). Los valores para obtener q_{adm} son los siguientes:

- \bar{q} = 2.4 T/m² asumiendo que los muros a construir serán de hormigón armado.
 N_{q1} = 26.09 N_{q2} = 33.30
 $N_{\gamma1}$ = 35.19 $N_{\gamma2}$ = 48.03
 S_q = 1.20 D_q = 1.0
 S_γ = 0.60 D_γ = 1.0 FS = 4
 B = 1.0 m zapata cuadrada
 γ = 1.750 T/m³ arenas fina limosa y materiales granulares

Por tanto:	Micro-cuenca 1	Micro-cuenca 2
q_{ult}	= 93.60 T/m ²	121.0 T/m ²
q_{adm}	= 23.40 T/m ³	30.25 T/m ³
q_{adm}	= 2.340 Kg/cm ²	3.025 Kg/cm ²

3.9 NOCIONES, ANÁLISIS Y CÁLCULOS HIDRÁULICOS

El control, tanto de la socavación como de la sedimentación permite reducir los riesgos de inundación, embaucamiento de embalses, canales, etc.

La forma más común y adecuada de controlar la socavación de lechos de ríos, consiste en disminuir la velocidad del agua a un valor tal, que cese el movimiento de las partículas formadoras del lecho, permitiendo al mismo tiempo la sedimentación de las partículas más finas con la obtención de una pendiente de compensación. Es decir, provocar una variación en la pendiente natural del río.

Para realizar el diseño de las obras de encauzamiento de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, es necesario contar con la información básica de: estudios topográficos, hidrológico, sedimentológico, mecánica de suelos y los elementos morfológicos del flujo y del cauce.

Algunos de estos elementos se pueden apreciar en el Anexo 3.14 hoja 44.

3.9.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS SITIOS DONDE SE PRODUCE LA SEDIMENTACIÓN Y/O EROSIÓN

El uso de técnicas destinadas a la corrección de torrentes y estabilización de cauces están dirigidos a la regulación, control total o parcial de: erosión, transporte y sedimentación de los materiales que transporta el río.

Es necesario controlar estos procesos para evitar que se formen caudales sólidos o si se han producido tratar de minimizarlos por depósito o sedimentación de los materiales.

El dinamismo torrencial de las aguas sobre los ríos aparece ligado a la fuerza tractiva que ejercen sobre el contorno móvil del cauce que los limita. Esta fuerza tractiva que arranca y transporta los materiales principalmente en forma de acarreo, viene dada por:⁴

$$\tau = \gamma h_m J \quad (\text{Ec. 3.52})$$

Siendo:

τ = Fuerza tractiva, en (Kg/m^2).

γ = Peso específico del agua, = 1000 Kg/m^3 .

h_m = Profundidad media del agua, en (m).

J = Gradiente hidráulico (igual a la diferencia de cotas de nivel de agua entre dos secciones transversales para su distancia de separación).

La fuerza tractiva crítica τ_{cr} está dada por la fórmula⁴:

$$\tau_{cr} = (\gamma_s - \gamma) d_m (f - I) \quad (\text{Ec. 3.53})$$

Dónde:	τ_{cr}	=	Fuerza tractiva crítica, en (Kg/m ²)			
	γ_s	=	Peso específico del material de arrastre,			
	γ_{s1}	=	2539.92 Kg/m ³	γ_{s2}	=	2529.00 Kg/m ³
	γ	=	Peso específico del agua, 1000 Kg/m ³			
	d_m	=	Diámetro medio del material de arrastre.			
	d_{m1}	=	0,011 m	d_{m2}	=	0,02449m
	f	=	Coeficiente de fricción interna (obtenido en ensayo triaxial)			
	f_1	=	33.02°	f_2	=	35.53°
	I	=	Pendiente del fondo del cauce.			

La comparación de los valores de fuerza tractiva y fuerza tractiva crítica nos permite ubicar los probables sitios tanto de sedimentación como erosión.

En el caso de que $\tau > \tau_{cr}$, se tiene que el fenómeno es erosivo, cuando $\tau < \tau_{cr}$ se tiene el fenómeno de sedimentación, y cuando excepcionalmente $\tau = \tau_{cr}$ se tiene un fenómeno indeterminado. Los resultados de este análisis se muestran en el Anexo 3.15.

3.9.2 CAUCE REGULADO

Para establecer un cauce regulado se sigue un proceso de 5 pasos (para quebradas y ríos), que nos ayudan a establecer a partir del perfil del cauce natural, un perfil modificado con la implantación de obras de protección⁴.

1. Trazado del eje natural del río, se considera lo siguiente:
 - ✓ Trazado del perfil longitudinal actual
 - ✓ Determinación de los tramos en los que se dividirá la quebrada para efectos de cálculo.
2. Dibujo de los perfiles transversales, que nos sirvió para:
 - ✓ Calculo de la velocidad de flujo en una avenida máxima
 - ✓ Determinación del ancho de la superficie libre de agua
 - ✓ Determinación del calado máximo, con el cual se dibujó el perfil de la superficie libre de agua.

3. Cálculo de las condiciones geométricas de estabilidad del cauce.
 - ✓ Pendiente de compensación
 - ✓ Ancho y profundidad de estabilidad
 - ✓ Cálculos de comprobación del cauce regulado
4. Trazado del cauce regulado.
5. Cálculo de la socavación en los tramos rectos y curvos del cauce.

3.9.2.1 TRAZADO DEL EJE NATURAL DE LA QUEBRADA

El levantamiento topográfico realizado nos ha permitido graficar la planimetría a detalle del tramo en estudio, pudiéndose ubicar fácilmente los diferentes meandros y accidentes que presentan las quebradas, así como también su perfil longitudinal actual.

La determinación de los tramos se realizó con el criterio de semejanza de pendientes (Ver Anexo 3.17 que contiene el resumen de los parámetros de compensación).

3.9.2.2 DIBUJO DE LOS PERFILES TRANVERSALES

Son indispensables para:

- ✓ Cálculo de la velocidad de flujo en una avenida máxima, siguiendo el método propuesto por Leach.
- ✓ Determinación del ancho de la superficie libre de agua.
- ✓ Determinación del calado máximo

3.9.2.2.1 CÁLCULO DEL PERFIL DE LA SUPERFICIE LIBRE DEL AGUA

En los cauces naturales el escurrimiento del agua no obedece a las leyes del movimiento uniforme, debido a las irregularidades de sus pendientes y secciones.

Esto implica que se debe considerar teóricamente al flujo como permanente y que las líneas de corriente sean prácticamente paralelas para que permanezca la repartición hidrostática de las presiones en la sección del cauce.⁴

El método de Leach, es un método que se adapta a cauces irregulares, en este caso, lo utilizamos para calcular la curva de remanso. El método proporciona una solución conveniente para los problemas que tratan de canales con una planicie inundada en los

desbordamientos o con otras condiciones irregulares que necesiten cálculos separados para las diferentes partes del canal.

Utilizando la fórmula de Manning (1889) para la determinación del caudal tenemos:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2} \quad (\text{Ec. 3.54})$$

Tenemos que:

$$K_d = \frac{1}{n} A R^{2/3} \quad (\text{Ec. 3.55})$$

Siendo K_d = Módulo de caudal⁴.

Por lo cual la fórmula se reduce a la siguiente: $Q = K_d \sqrt{S}$ (Ec. 3.56)

Para (n) constante, K_d varía solamente con el calado.

Se puede trazar una curva de K_d para cualquier sección transversal que corresponda a las diferentes elevaciones (y = calado) de la superficie libre. Con la utilización de esta curva podremos solucionar las incógnitas de distintos calados en distintas corrientes. El tipo común de estos problemas se resuelve empezando con un caudal dado y una elevación conocida o supuesta de la superficie y calculando las pendientes de los tramos sucesivos aguas arriba. A partir de estas pendientes, se determina las elevaciones de la superficie libre en las cabeceras de los tramos.

Se considera correcta la elevación de la superficie libre del agua obtenida cuando el valor del módulo de caudal K_d calculado con la ecuación [3.55] es similar al obtenido con la ecuación [3.56], esto es cuando el gasto dado es igual al gasto calculado que pasaría por la sección.

El nivel máximo del agua en el resto de secciones se calcula siguiendo el método de Leach en el cual se eligen secciones transversales a intervalos abajo del punto de interés. Son necesarios los datos de campo, semejantes a los utilizados en el método sección pendiente.

El proceso para determinar la curva de aforo de acuerdo al método sección-pendiente es el siguiente⁴:

- ✓ Determinar las propiedades hidráulicas de cada una de las secciones.

- ✓ Para la sección transversal más baja se determina un K_d y la elevación de la superficie libre de agua de la misma.
La sección 0+544.42 es la más lejana aguas abajo, es el punto de partida para el cálculo del perfil. En esta sección con el valor de la rugosidad, caudal en el tramo, gradiente geométrica, se determina la capacidad de conducción y la elevación de la superficie libre del agua
- ✓ De la sección antes indicada se toma los valores de K_d y la elevación de la superficie libre del agua, así como también el caudal del tramo, coeficiente de rugosidad, para el cálculo en la sección 0+544.42
- ✓ Igual procedimiento se sigue para el resto de secciones
- ✓ A parte de la capacidad de conducción y la elevación de la superficie libre del agua, se calcula también ancho de la lámina de agua, altura al fondo, perímetro, velocidad de flujo.
- ✓ Los cálculos del nivel de la superficie libre del agua, de las diferentes secciones se muestran en el Anexo 3.16.

3.9.2.3 CÁLCULO DE LA GEOMETRÍA ADECUADA PARA LA ESTABILIDAD DEL CAUCE.

Una vez ubicado el eje natural de la quebrada se procede a realizar los cálculos de las diferentes condiciones geométricas que permitan la estabilidad del cauce en estudio, lo que nos permitirá establecer opciones para el trazado del nuevo cauce, el mismo que vendrá a ser el cauce regulado.

3.9.2.3.1 CONTROL VERTICAL POR EL MÉTODO DE ALTUNIN (1962)

El método de Altunin⁹ (1962) fue desarrollado a partir de observaciones hechas en ríos con material granular. Este método analiza la estabilidad con velocidad cercana a las críticas, lo que hace que resulten secciones teóricas más grandes que las reales cuando se aplica a cauces arenosos.

Altunin clasificó las secciones transversales, según la resistencia a la erosión de los márgenes, en:

Clase a: márgenes muy resistentes a la erosión formados por material cohesivo.

Clase b: márgenes poco resistentes a la erosión, formados por material sin cohesión.

⁹ Maza A., J.A. y García F., M. 1996. Manual de Ingeniería de Ríos.

Altunin utiliza 3 ecuaciones, la primera toma en cuenta la resistencia de las márgenes, la segunda el movimiento continuo de las partículas del fondo y la tercera la resistencia al flujo fricción.

Para el trazado del cauce regulado, calculamos el ancho estable y la profundidad media regulada con la ayuda de fórmulas empíricas.

a) Ancho Estable (B_r): Para tramos rectos⁹:

$$B = \frac{A * Q^{0.5}}{I^{0.2}} \quad (\text{Ec. 3.57})$$

Dónde:

Q = Caudal de diseño calculado

I = Pendiente de la superficie libre del flujo

A = Valor que depende del tipo de la sección transversal así como de las características de tramo y de los materiales que lo conforman. En nuestro proyecto $A = 0.90$, obtenido del Anexo 3.18.

b) Profundidad media (H_{mr}), fórmula de Chezy (1769).

$$V = C * (R * I)^{1/2} = C (h_{mr} * I)^{1/2} \quad (\text{Ec. 3.58})$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{B_r * h_{mr}} \quad (\text{Ec. 3.59})$$

Si consideramos nuevamente que el radio hidráulico es equivalente a la profundidad media del cauce y tomando en cuenta la fórmula de Manning (1889) tendremos:

$$\text{Asumimos que } R \approx H_{mr}. \quad C = \frac{1}{n} * R^{1/6} \approx \frac{1}{n} * h_{mr}^{1/6} \quad (\text{Ec. 3.60})$$

Despejando el valor de R tendremos que la fórmula para obtener la profundidad media del cauce será:

$$H_{mr} = \left(\frac{Q * n}{B_r * \sqrt{I}} \right)^{0.6} \quad (\text{Ec. 3.61})$$

Dónde:

V	=	Velocidad del flujo en el tramo
C	=	Coficiente de Chezy.
R	=	Radio hidráulico
I	=	Pendiente de la superficie libre del flujo
Q	=	Caudal de crecidas o diseño

- S = Superficie de la sección del flujo
- B_r = Ancho estable del cauce
- n = Coeficiente de rugosidad

Obtenido de fotografías similares al sitio de estudio $n = 0.075$

c) Parámetros hidráulicos desconocidos para el cauce proyectado y natural.

- El radio hidráulico del cauce natural se puede encontrar por la fórmula de Chezy (1769).

$$V = C * \sqrt{R * I} = \frac{1}{n} * R^{1/6} * \sqrt{R * I} \quad (\text{Ec. 3.62})$$

Dónde:

$$R = \left(\frac{V * n}{\sqrt{I}} \right)^{3/2} \approx h_{m \text{ nat}} \quad (\text{Ec. 3.63})$$

$H_{m \text{ nat}}$ = Profundidad media del cauce natural.

- Ancho natural del cauce B_n , se despeja de la ecuación del caudal y es:

$$B_n = \frac{Q}{V * H_{m \text{ nat}}} \quad (\text{Ec. 3.64})$$

Dónde: V = Velocidad media del flujo en el tramo

- Velocidad media del torrente regulado: $V_{mc} = \frac{Q}{B_r * h_{mr}} \quad (\text{Ec.3.65})$

3.9.2.3.2 COMPROBACIÓN DEL CAUCE REGULADO.

Para valorar la estabilidad del cauce regulado comprobamos si existe sedimentación o erosión del lecho. La sedimentación del lecho comprobamos por varios índices⁹:

Primer indicador.- Se debe cumplir la siguiente condición:

$$B_r^m = K * h_{mr} \quad (\text{Ec. 3.66})$$

Dónde:

m = Valor que está relacionado con las características del tramo de la quebrada. Para nuestro caso consideramos un valor de 0.80.

K = Coeficiente que depende del tipo de cauce. En nuestro caso $K = 6$.

Los valores de m y K son tomados de la tabla 2.1. pág. 92 del libro MORFOLOGÍA DE RÍOS, CAUCES ESTABLES que se presentan en el anexo 3.18 hoja 49.

Segundo indicador.- La capacidad de transporte de los sedimentos en suspensión del cauce regulado debe ser mayor o igual que la capacidad de transporte del cauce natural, entonces debe cumplir la siguiente condición: $P_{reg} \geq P_{nat}$ (Ec. 3.67)

La capacidad de transporte de sedimentos en suspensión para cada uno de los torrentes que se determina por la fórmula de Zamarin y son:

$$P_{reg} = 0.022 \left(\frac{V_{mc}}{W} \right)^{3/2} * \sqrt{H_{mr} * I} \quad (\text{Ec. 3.68})$$

$$P_{nat} = 0.022 \left(\frac{V}{W} \right)^{3/2} * \sqrt{H_{mn} * I} \quad (\text{Ec. 3.69})$$

Dónde:

W = Velocidad de caída de las partículas la misma que depende del diámetro. Tomada de la curva logarítmica presentada en las memorias del CURSO DE CONTROL DE INUNDACIONES - CIDIAT, 1991. (Anexo 3.19 hoja 50).

Para el cálculo de la capacidad de transporte de los sedimentos en suspensión suponemos que el radio hidráulico es igual a la profundidad media del cauce, tanto en el regulado como en el natural ya que estos valores son bastante similares.

Tercer indicador.- La capacidad de arrastre de los sedimentos de fondo del cauce regulado tiene que ser mayor o igual a la capacidad de arrastre del cauce natural y se debe cumplir la siguiente condición: $Q_{fonreg} \geq Q_{fonnat}$ (Ec. 3.70)

El caudal de los sedimentos de fondo en la sección del flujo regulada y natural se determina por las formulas siguientes:

$$Q_{fonreg} = q_{fonreg} * B_r * K_1 \quad (\text{Ec. 3.71})$$

$$Q_{fonnat} = q_{fonnat} * B_n * K_1 \quad (\text{Ec. 3.72})$$

K_1 = Coeficiente del ancho activo del movimiento de los sedimentos de fondo

q_{fon} = Caudal unitario de sedimentos de fondo (fórmula de Shamov), las fórmulas son:

$$q_{fonreg} = 0.95 * (d_m)^{1/2} * \left(\frac{V_{mc}}{V_{or}} \right)^3 * (V_{mc} - V_{or}) * \left(\frac{d_m}{h_{mr}} \right)^{1/4} \quad (\text{Ec. 3.73})$$

$$q_{fonnat} = 0.95 * (d_m)^{1/2} * \left(\frac{V}{V_{on}} \right)^3 * (V - V_{on}) * \left(\frac{d_m}{h_{mn}} \right)^{1/4} \quad (\text{Ec. 3.74})$$

Dónde: V_{mc} = Velocidad media del flujo regulado y,
 V = Velocidad del flujo en el tramo

Así mismo tenemos a continuación las fórmulas para calcular V_{or} y V_{on}

$$V_{or} = 3.83 * (d_m)^{1/3} * (h_{mr})^{1/6} \quad (\text{Ec. 3.75})$$

V_{or} = Velocidad del torrente al inicio del arrastre de los sedimentos de fondo en el cauce regulado.

$$V_{on} = 3.83 * (d_m)^{1/3} * (h_{mn})^{1/6} \quad (\text{Ec. 3.76})$$

V_{on} = Velocidad del torrente al inicio del arrastre de los sedimentos de fondo en el cauce natural.

En las ecuaciones de V_{or} y V_{on} , " d_m " representa el valor del diámetro medio de las partículas de los sedimentos.

Una vez que se han realizado todos estos cálculos se los reemplaza en la fórmula de los caudales de fondo (capacidad de arrastre del material) del cauce regulado y del cauce natural y se procede a comparar los resultados de las mismas.

Cuarto indicador.- Se puede producir una erosión en el cauce cuando los valores de la capacidad de arrastre de los materiales de fondo y la capacidad de transporte de los sedimentos en suspensión (reguladas), difiere con los valores del cauce natural (siendo muy mayores) debido a que se produce que la velocidad de fondo del torrente (del tramo en estudio y regulada) es mayor a la velocidad con la cual se inicia el movimiento masivo de los sedimentos de fondo. En vista de esto se debe tener en consideración que para que esto no suceda se debe cumplir la siguiente condición:

$$V_{fon} \lesssim V_{lim.sup.} \quad (\text{Ec. 3.77})$$

$V_{lim. sup.}$ = Velocidad límite superior, bajo la cual se inicia el movimiento masivo de los sedimentos de fondo y la calculamos por la fórmula de Shamov:

$$V_{lim.supurior} = 6 * (d_m)^{1/3} * (h_{mr})^{1/6} \quad (\text{Ec. 3.78})$$

La velocidad de fondo (V_{fon}) a la altura de las aristas de la rugosidad se puede calcular por la fórmula de B.N. Goncharov:

$$V_{fon} = \frac{1.25 * q}{H_{mr} * \log \left[6.15 * \frac{H_{mr}}{d_1} \right]} \quad (\text{Ec. 3.79})$$

Dónde: q = Caudal unitario y se lo calcula con la siguiente fórmula:

$$q = h_{mr} * V_{mc} \quad (\text{Ec. 3.80})$$

Así mismo tenemos que: La altura de las partículas de fondo d_1 se considera igual a d_m

Para realizar el cálculo del ancho estable, profundidades medias y velocidades medias del cauce natural y regulado y como también los cálculos de comprobación del cauce regulado, se ha partido de los siguientes datos de entrada:

- Velocidad media del cauce natural.
- Caudal de diseño de máxima crecida con un periodo de retorno de 25 años.
- Coeficiente de rugosidad y Coeficiente adimensionales de las fórmulas.
- Velocidad de caída y diámetro de partículas.

Estos datos se han determinado en los estudios hidrológico, sedimentológico, mecánica de suelos, en análogos y tablas que vienen dadas en la literatura técnica.

El cálculo de la pendiente de compensación lo realizamos para cada tramo, los resultados se muestran en el Anexo 3.20. Se puede ver claramente que para un grupo de pendientes dadas se cumplen cuatro condiciones o índices, lo que significa que se puede diseñar el cauce estable con cualquiera de estas pendientes de compensación, las mismas que están dentro de un cuadro en los resultados.

Del grupo de pendientes, se escogerá la más conveniente tomando en cuenta el funcionamiento hidráulico, estructural y económico de las obras longitudinales del torrente a colocarse, para controlar los procesos de azolvamiento del fondo del cauce y de los dragados del cauce para desalojar los sedimentos hasta conseguir la formación de la sección artificial de estabilidad.

Cuando no se cumplen los tres primeros indicadores o alguno de ellos significa que la pendiente es muy pequeña y se va a producir el fenómeno de sedimentación.

Si no se cumple el cuarto indicador, referente a la velocidad significa que la pendiente del cauce es muy grande y se producirá el proceso erosivo del cauce.

Cuando para una o varias pendientes se cumplen los cuatro indicadores significa que tenemos la pendiente de compensación, donde no se producirá ni sedimentación ni erosión del cauce.

Para cada pendiente de compensación le corresponde un valor de ancho estable y de profundidad del flujo del agua.

3.9.3 ESTUDIO DE LA SOCAVACIÓN

Con el incremento de calado que acompaña al paso de una crecida a través de un tramo de un curso de agua, hay un incremento de velocidad y esfuerzo cortante en el fondo, lo que ocasiona que el material del fondo sea levantado fácilmente y mantenido en suspensión por cierto tiempo.

Por la experiencia en la construcción de obras de regulación del cauce de un curso de agua y/o protección de las riberas, se ha observado que la socavación es la principal fuente de fallas, que en muchos casos ha producido la destrucción total de las obras, por ello debe estudiarse la socavación para que las obras a diseñar resistan este fenómeno.

Sin la base de un registro de aforos la estimación de la socavación se hará basada en fórmulas empíricas deducidas a través de mediciones de campo y laboratorio.

3.9.3.1 SOCAVACIÓN GENERAL

Se entiende por socavación normal o general al descenso del fondo de un río que se produce por efecto de una creciente y como consecuencia del incremento de la capacidad de transporte que adquiere la creciente.

La socavación puede ocurrir a todo lo largo y ancho del cauce durante el paso de una avenida.

Según Lischetuan - Lebediev las expresiones para evaluarla son las siguientes:

Para suelos granulares:

$$H_s = \left(\frac{\alpha * H_o^{5/3}}{0.68 * D_m^{0.28} * \beta * \varphi} \right)^{\frac{1}{1+x}} \quad (\text{Ec. 3.81})$$

$$\alpha = \frac{Q_d}{H_m^{5/3} * B_e * \mu} \quad (\text{Ec. 3.82})$$

Dónde:

H_s = Desnivel entre la superficie del agua (al pasar la avenida) y el fondo erosionado

H_o = Desnivel entre la superficie del agua, al pasar la avenida, y el nivel del fondo original.

H_s y H_o = Se miden en cada vertical donde se desee hacer el cálculo.

H_m = Tirante medio medido entre la superficie del agua al pasar la avenida y el fondo original. Se obtiene de dividir el área hidráulica entre el ancho de la superficie libre B_e .

B_e = Ancho libre de la superficie al presentarse la avenida.

Q_d = Caudal de diseño.

D_m = Diámetro medio en mm; si el material del fondo es friccionante.

β = Coeficiente depende de período de retorno del gasto de diseño (Tabla 3.11)

X = Exponente en función D_m o según el tipo de material de fondo (Tabla 3.13)

ψ = Coeficiente que depende de la concentración del material transportado en suspensión (ver Tabla 3.12.).

μ = Coeficiente depende de la contracción del cauce se asume 1.

TABLA 3.11 VALORES DE β EN FUNCIÓN DE LA PROBABILIDAD DE QUE PUEDA PRESENTARSE EL CAUDAL DE DISEÑO

PROBABILIDAD EN % DE QUE SE PRESENTE EL CAUDAL DE DISEÑO	T PERÍODO DE RETORNO	COEFICIENTE
100	1	0.77
50	2	0.82
20	5	0.86
10	10	0.90
5	20	0.94
2	50	0.97
1	100	1.00
0.3	330	1.03
0.2	500	1.05
0.1	1000	1.07

Fuente: TESIS DE GRADO "CONTROL DE TORRENTES DEL RÍO SABIANGO, Darwin Paucar y Elías Quezada

TABLA 3.12. VALORES DEL COEFICIENTE ψ EN FUNCIÓN DEL PESO UNITARIO DE LA MEZCLA AGUA - SEDIMENTO.

δ MEZCLA	1.05	1.10	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40
ψ	1.06	1.13	1.20	1.27	1.34	1.42	1.50	1.60

Fuente: TESIS DE GRADO "CONTROL DE TORRENTES DEL RÍO SABIANGO, Darwin Paucar y Elías Quezada

TABLA 3.13. VALORES DE X PARA SUELOS NO COHESIVOS

Dm (mm)	X	1/(1+X)	Dm (mm)	X	1/(1+X)
0.05	0.43	0.70	40.00	0.30	0.77
0.15	1.42	0.70	60.00	0.39	0.78
0.50	0.41	0.71	90.00	0.28	0.78
1.00	0.40	0.71	140.00	0.27	0.79
1.50	0.39	0.72	190.00	0.26	0.79
2.50	0.38	0.72	250.00	0.25	0.80
4.00	0.37	0.73	310.00	0.24	0.81
6.00	0.36	0.74	370.00	0.23	0.81
8.00	0.35	0.74	450.00	0.22	0.83
10.00	0.34	0.75	570.00	0.21	0.83
15.00	0.33	0.75	750.00	0.20	0.83
20.00	0.32	0.76	1000.00	0.19	0.84
25.00	0.31	0.76			

Fuente: TESIS DE GRADO "CONTROL DE TORRENTES DEL RÍO SABIANGO, Darwin Paucar y Elías Quezada

Otra ecuación de estimación de la socavación general muy difundida y de gran aplicación es:

$$H_s = 0.73 \frac{q^{2/3}}{D_m^{1/6}} \quad (\text{Ec. 3.83})$$

Dónde: q = Caudal unitario, igual al caudal de diseño sobre el ancho B_e .

D_m = Diámetro medio de las partículas en metros.

Los valores obtenidos de esta ecuación se utilizarán únicamente para comparación. Los valores de la socavación general adoptado mediante la ecuación de Levedied se presentan en el Anexo 3.21.

3.10 ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LA QUEBRADA CUMBIANTSÁ:



Figura 6: Ubicación de quebrada Cumbiantsa.

Fuente: El autor.

Mediante el método de Leach sección 3.9.2.2.1, notamos que la quebrada 1 no se desborda como para causar daños a las calles ni a los pobladores más cercanos, excepto en la abscisa 0+052.64, debido a que en esta parte el cauce natural de la quebrada ha sido alterado al rellenarlo con material aluvial, entonces al presentarse una crecida máxima la quebrada no posee la capacidad hidráulica para transportar la crecida y se desborda a la calle Sucre (Figura 7), para este caso recomendaríamos devolver el cauce natural a la quebrada en esa sección.

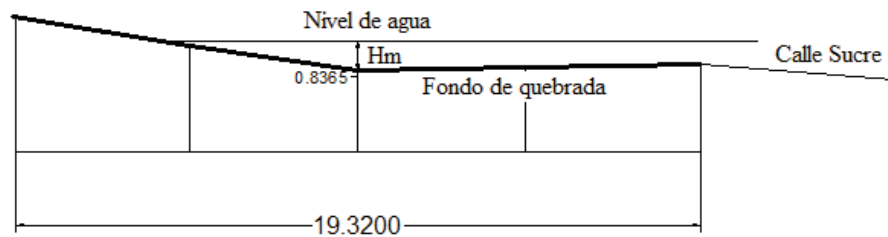


Figura 7: Sección transversal 0+052.64
Fuente: El autor.

Se utilizó el método de Altunin para calcular las condiciones del cauce regulado, con el cual encontramos una pendiente de compensación de 0.0455, ancho estable 9.20 m y un altura de agua de 1.1 m (Anexo 3.20), para cumplir dicha pendiente y evitar la erosión del cauce se pretendió usar diques transversales a lo largo de la quebrada, pero al realizar el análisis económico se descartó esta posibilidad ya que resultaba muy costosa.

La solución que proponemos en la quebrada Cumbiantsa (Figura 6) es la implementación de un parque lineal, ya que según los estudios realizados en la misma conocemos el ancho inundable desde su eje hacia la izquierda y la derecha, por lo que la implementación del parque no se vería afectado al momento de una creciente máxima, así mismo los estudios realizados servirán como base para proyectos de futuro desarrollo de la cabecera parroquial de Pachicutza, como vías cercanas que deberán ser construidas a partir del ancho inundable de la quebrada.

En el capítulo 9, plano 1 se encuentra la planimetría de la quebrada 1 en la que se indica los anchos inundables a partir de su eje natural y también las secciones transversales en cada una de las abscisas.

3.11 ENCAUSAMIENTO DE LA QUEBRADA “SIN NOMBRE”

La quebrada sin nombre, cruza por lotes de habitantes del sector como se puede ver en la figura 8, al realizar el análisis por el método de Leach, observamos que esta se

desborda causando daños a los habitantes más cercanos. En el plano 2, encontraremos las secciones transversales analizadas en cada abscisa de la quebrada.

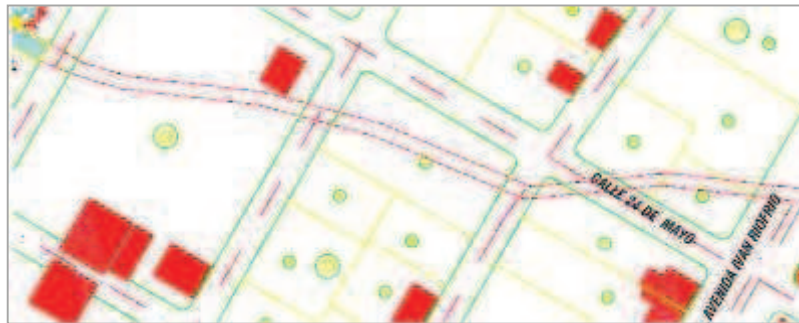


Figura 8: Ubicación de quebrada sin nombre.

Mediante el método de Altunin (1962) se obtuvo la pendiente de compensación la cual es la misma que la pendiente del terreno por lo que no haría falta la construcción de diques transversales a lo largo de la quebrada. (Anexo 3.20).

Considerando que dicha quebrada afecta a la población del sector sobre todo a los más aledaños ya que está cerca de viviendas se propone como solución el embaulado de la misma con muros de hormigón armado o con una alcantarilla de cajón.

3.11.1 DIMENSIONES GEOMÉTRICAS DE ALCANTARILLA

El presente cálculo se la realizo en base al libro Diseño hidráulico de Krochin¹¹ (1978), el diseño se trata de escoger las dimensiones que debe tener el canal para que pueda llevar un caudal Q con una gradiente J . Se conoce la rugosidad n del cauce.

Se considerara una sección rectangular por tanto $m = 0$, con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Area mojada:} \quad A = b * d \quad (\text{Ec. 3.84})$$

$$\text{Perimetro mojado:} \quad P = b + 2d \quad (\text{Ec. 3.85})$$

Reemplazando en la fórmula de Manning (1889), los valores del área mojada (Ec. 3.81) y del perímetro mojado (Ec. 3.82) se tienen la expresión¹¹:

$$K = \frac{Qn}{J^{1/2} b^{8/3}} \quad (\text{Ec. 3.86})$$

Dónde: Q = Caudal de diseño en m^3/s

n = Coeficiente de Manning = 0.075

J = Pendiente promedio del cauce de la quebrada = 0.0876

De la sección 3.6.4, para la quebrada sin nombre tenemos Q diseño = $4.91 \text{ m}^3/\text{s}$

Siguiendo el método de Krochin (1978), adoptamos una base y obtenemos una altura para esto se realizaron tres tanteos para seleccionar las mejores dimensiones geométricas:

Tanteo 1: $b = 3.25 \text{ m}$, tomado del anexo 3.20, método de Altunin (1962).

$$K = \frac{Q_n}{J^{1/2} b^{8/3}} = \frac{4.91 * 0.075}{(0.0876)^{1/2} (3.25)^{8/3}} = \frac{0.36825}{6.8592} = 0.06$$

Con $m = 0$ y $K = 0.06$ leemos la Tabla 12 – 6 del libro Diseño Hidráulico de Krochin¹⁰.

$$\frac{d}{b} = 0.22 \longrightarrow d = 0.22 \times 3.25 \text{ m} = 0.715 \text{ m}$$

- Altura de seguridad $S = (30\%) d$ (Ec. 3.87)

$$S = 0.30 \text{ m} \times 0.715 \text{ m} = 0.2145 \text{ m}$$

- Altura del canal $H = d + S$ (Ec. 3.88)

$$H = 0.715 \text{ m} + 0.2145 \text{ m} = 0.93 \text{ m} = \mathbf{0.95 \text{ m}}$$

Tanteo 2: $b = 2.00 \text{ m}$, supuesto.

$$K = \frac{Q_n}{J^{1/2} b^{8/3}} = \frac{4.91 * 0.075}{(0.0876)^{1/2} (2.00)^{8/3}} = \frac{0.36825}{1.87931} = 0.195$$

Con $m = 0$ y $K = 0.195$ leemos la Tabla 12 – 6 del libro Diseño Hidráulico de Krochin.

$$\frac{d}{b} = 0.49 \longrightarrow d = 0.49 \times 2.00 \text{ m} = 0.98 \text{ m}$$

- Altura de seguridad $S = (30\%) d = 0.30 \text{ m} \times 0.980 \text{ m} = 0.294 \text{ m}$

- Altura del canal $H = d + S = 0.980 \text{ m} + 0.294 \text{ m} = 1.274 \text{ m} = \mathbf{1.30 \text{ m}}$

Tanteo 3: $b = 1.70 \text{ m}$, supuesto.

$$K = \frac{Q_n}{J^{1/2} b^{8/3}} = \frac{4.91 * 0.075}{(0.0876)^{1/2} (1.7)^{8/3}} = \frac{0.36825}{1.21838} = 0.302$$

Para $m = 0$; $K = 0.422$ leemos la Tabla 12 – 6 del libro Diseño Hidráulico de Krochin.

$$\frac{d}{b} = 0.69 = d = 0.69 \times 1.70 \text{ m} = 1.20 \text{ m}$$

- Altura de seguridad $S = (30\%) d = 0.30 \text{ m} \times 1.20 \text{ m} = 0.36 \text{ m}$

- Altura del canal $H = d + S = 1.20 \text{ m} + 0.36 \text{ m} = 1.56 \text{ m} = \mathbf{1.70 \text{ m}}$

Escojemos el tanteo 3, debido a que presentar mejor proporción en sus dimensiones así que el embaulado será de $b = 1.70 \text{ m} \times h = 1.70 \text{ m}$.

3.11.2 CAPTACIÓN CON TRANSICIÓN

Para la captación del caudal de la quebrada sin nombre es necesario incluir una transición de entrada que es la que une el canal natural con la alcantarilla. La transición debe ser hecha lo mejor posible, pues la eficiencia de la sedimentación depende de la uniformidad de la velocidad en la sección transversal.

Es fundamental asegurar una distribución uniforme de velocidades en distintas secciones transversales de la alcantarilla. Debido a lo indicado la transición debe tener un ángulo de divergencia suave, no mayor de $12^{\circ}30'$ y, de ser posible, las paredes curvas tangentes en todo punto a la dirección del agua.

La eficiencia de la sedimentación depende de la velocidad de las partículas por lo que la transición debe estar hecha lo mejor posible, para el diseño se aplica la fórmula de Hind¹¹:

$$L_t = \frac{T_1 - T_2}{2 \tan 12.5^{\circ}} \quad (\text{Ec. 3.89})$$

T_1 : espejo de agua del canal natural = 3.00 m

T_2 : espejo de agua en alcantarilla = 1.70 m

L_t : Longitud de transición = 2.93 m

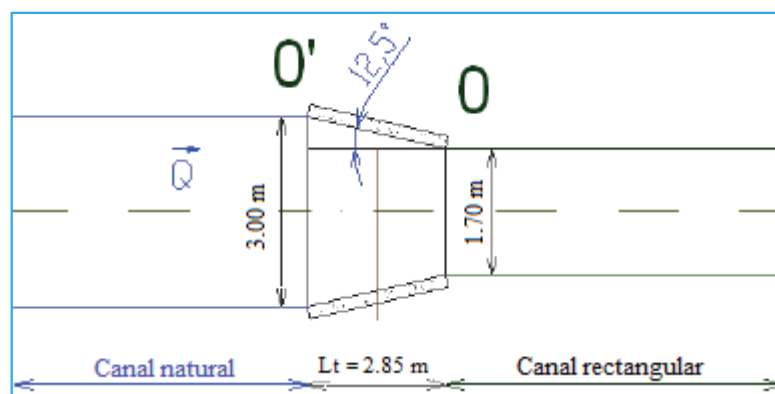


Figura 9: Detalle de transición.

Fuente: El autor.

3.11.3 DISEÑO DE ALCANTARILLA CAJÓN.

Las alcantarillas cajón son piezas de hormigón armado de sección cuadrada que sirven como conducto subterráneo para recoger las aguas de lluvia y residuales, o como paso vehicular sobre lechos de caudal reducido.

Estas estructuras tienen las siguientes ventajas:

¹¹ SVIATOSLAV KROCHIN, Diseño hidráulico, Ed. MIR, Moscú, 1978.

- Fácil colocación.
- Alta Resistencia.
- Mayor capacidad de caudal.
- Permite el paso de vehículos pesados sin necesidad de terraplén.
- Baja permeabilidad.
- Juntas estancas.
- Capacidad de carga de alto tonelaje. (AASHTO-93 - HS-18) 14.50 Ton/eje.

SECCIÓN PROPUESTA:

Control de deflexión¹²:

$$h_{\min} = \frac{Ln}{18.5} = 2.20 \text{ cm}/18.5 \quad (\text{Ec. 3.90})$$

$$h_{\min} = 0.12 \text{ cm}$$

$$h = 25 \text{ cm} > 12 \text{ cm O.K.}$$

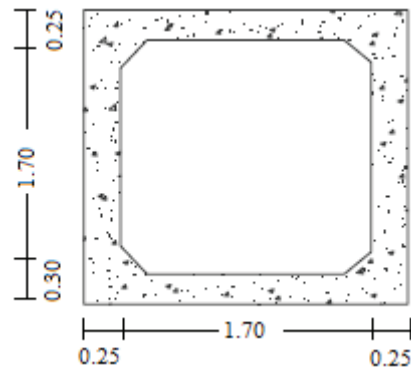


Figura 10: Sección propuesta.

Fuente: El autor.

Determinación de las cargas¹²

$$\text{Peso de la tierra} = 2.2 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} \times 1750 \text{ Kg/m}^3 = 3850 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Peso propio} = 2.2 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} \times 0.25 \text{ m} \times 2400 \text{ Kg/ m}^3 = \frac{5280 \text{ Kg/ m}}{9130 \text{ Kg/m}}$$

$$\text{Carga ultima de diseño: } W_u = 1.4 \times 9130 = 12782 \text{ Kg/ m}$$

Momentos flectores últimos de diseño¹²:

El momento flector negativo se calcula en la cara del muro de soporte, que tiene 25 cm de base en la corona (a 12.5 cm del eje):

$$Mu(-) = \frac{W_u \cdot L^2}{8} - \frac{5}{8}(W_u \cdot L)x + W_u \frac{x^2}{2} \quad (\text{Ec. 3.91})$$

$$Mu(-) = \frac{(12782) \cdot (2.2)^2}{8} - \frac{5}{8}(12782)(2.2)(0.125) + (12782) \frac{(0.125)^2}{2}$$

$$Mu (-) = 5636 \text{ Kg. m} = 563597 \text{ Kg.cm}$$

Determinación de la Armadura Longitudinal Negativa (hierro superior):

$$Mu (-) = 563597 \text{ Kg-cm}$$

$$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2 \quad f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2 \quad f = 0.9 \text{ (flexion)}$$

$$b = 100 \text{ cm (ancho de losa)} \quad d = 25 \text{ cm} - 5 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$$

12 ARTHUR H. NILSON, 1999. Diseño de estructuras de concreto.

Para calcular la sección de acero requerida en una pieza rectangular sometida a flexión se puede utilizar la siguiente expresión:

$$A_s = \frac{0.85 f_c \cdot b \cdot d}{F_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{0.85 \phi \cdot f_c \cdot b \cdot d^2}} \right] \quad (\text{Ec. 3.92})$$

$$A_s = \frac{0.85(210)(100)(20)}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(38803.7)}{0.85(0.9)(210)(100)(20)^2}} \right] = 7.81 \text{ cm}^2$$

Armadura mínima¹²

$$A_{s \text{ min}} = \frac{14}{F_y} \cdot b \cdot d = \frac{14}{4200} \cdot 100 \cdot 20 = 6.67 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 3.93})$$

Por tanto escogemos: $A_s = 7.81 \text{ cm}^2 = 1 \text{ } \varnothing 14 \text{ mm @ } 20 \text{ cm}$.

Armadura por retracción y temperatura¹²

$$A_{st} = 0.0025 b \cdot d = 0.0025 \cdot 100 \cdot 20 = 5.00 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 3.94})$$

Acero interior y exterior: $1/3 \cdot 5.00 \text{ cm}^2 = 1.67 \text{ cm}^2 = 1 \text{ } \varnothing 10 \text{ mm @ } 30 \text{ cm}$.

Acero vertical cara interior: $0.0012 \times 100 \times 20 = 2.4 \text{ cm}^2 = 1 \text{ } \varnothing 10 \text{ mm @ } 30 \text{ cm}$.

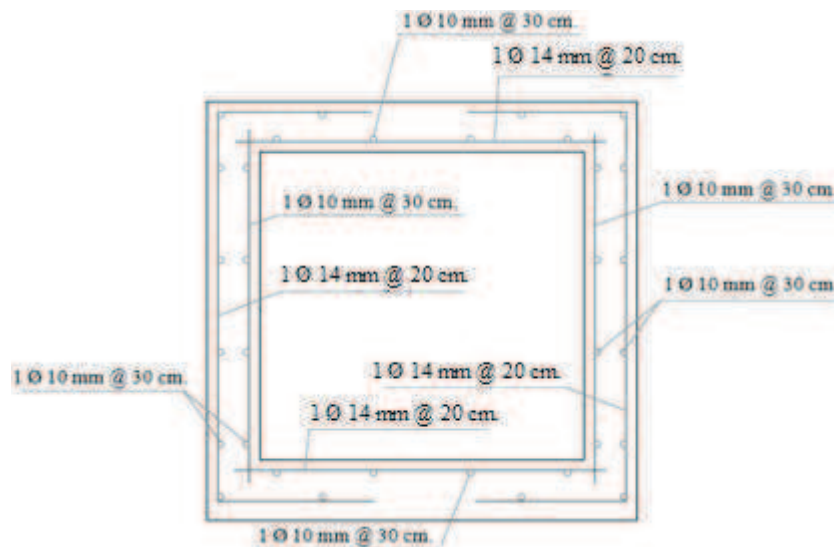


Figura 11: Detalle de hierros en alcantarilla cajón.
Fuente: El autor.

3.11.4 DISEÑO DE LOS MUROS LATERALES DE LA QUEBRADA PARA SU ENCAUSAMIENTO

Material de relleno: Suelo residual con piedras, arenas fina limosa y materiales granulares: $\gamma = 1750 \text{ Kg/cm}^3 = 1.75 \text{ T/m}^3$.

Angulo de rozamiento interno: entre el terreno y el muro $\phi = 35^\circ$

Capacidad soportante del suelo: 23 T/m^3

Peso específico del hormigón armado: 2.4 T/m^3

Coefficiente de fricción $u = 0.70$

Dimensionamiento⁸:

Nivel de fundición = 1.00 m de (Anexo 3.21)

- Altura = 1.00 m (socavación)+ 1.70 m + 0.30 m = 3.00 m
- Base (0.40 - 0.60) H B = 0.40 x 3.00 m = 1.20 m
- Asumo: Corona = 0.30 m
- Calculo de empuje activo

$$C_{ah} = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi} = \frac{1 - \text{sen } 35^\circ}{1 + \text{sen } 35^\circ} = 0.271 \quad (\text{Ec. 3.95})$$

$$E_{ah} = \frac{1}{2} C_{ah} \gamma h^2 = \frac{1}{2} (0.271) \left(1.75 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \right) (3)^2 = 2.13 \text{ Ton} \quad (\text{Ec 3.96})$$

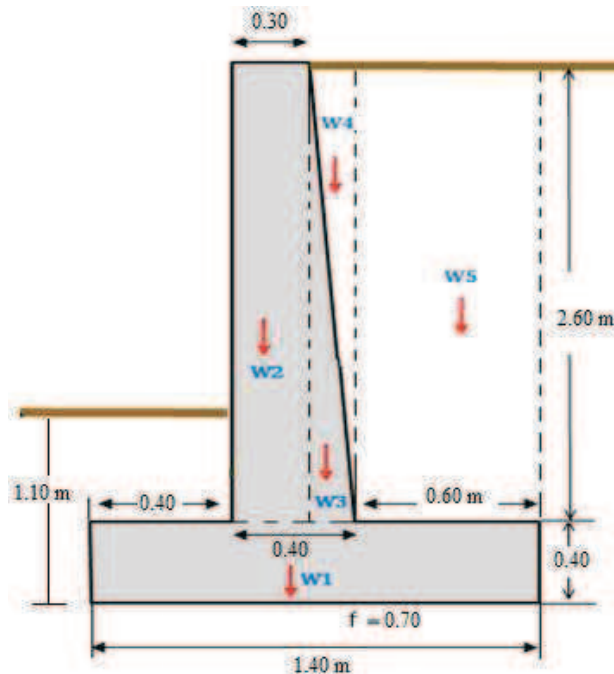


Figura 12: Dimensiones de muro de hormigón armado.

Fuente: El autor.

- Cálculo de pesos⁸:

Cuadro 3.15: Sumatoria de momento resistente y fuerzas verticales

No	b(m)	h(m)	Área	W mat (t/m3)	W(t)	brazo (m)	Momento (t/m)
1	1.40	0.40	0.560	2.40	1.344	0.700	0.941
2	0.30	2.60	0.780	2.40	1.872	0.550	1.030
3	0.10	2.60	0.130	2.40	0.312	0.733	0.229
4	0.10	2.60	0.130	1.75	0.228	0.767	0.174
5	0.60	2.60	1.560	1.75	2.730	1.100	3.003
ΣV = Peso estabilizador					6.486	M res. =	5.377

Fuente: El autor.

- Chequeo de la estabilidad ⁸

1) Al volcamiento: $F_{sv} \geq 2.00$

$$FSV = \frac{M_{resis}}{M_{volca}} \geq 2.00$$

$$Y = 3/3 = 1$$

$$FSV = \frac{5.37}{2.13} \geq 2.00$$

$$M_v = E_{ah} * Y$$

$$M_v = 2.13 * 1$$

$$FSV = 2.52 \geq 2.00 \quad \mathbf{OK}$$

$$M_v = 2.13 \text{ Ton.m}$$

2) Al deslizamiento: $F_{sd} \geq 2.00$

$$FSD = \frac{f(\sum V)}{E_a} \geq 2.00$$

$$FSD = \frac{(0.7)(6.49)}{2.13} \geq 2.00$$

$$FSD = 2.13 \geq 2.00 \quad \mathbf{OK}$$

- Seguridad ante falla por capacidad de carga:

o **Cálculo de Excentricidad**

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M_r - M_v}{\sum V} < \frac{B}{6}$$

$$e = \frac{1.40}{2} - \frac{5.38 - 2.13}{6.49} < \frac{1.40}{6}$$

$$e = 0.20 < 0.23 \quad \mathbf{OK}$$

o **Cálculo de $q_{\text{máx}}$.**

$$q_{\text{máx}} = \frac{\sum V}{B} * \left(1 + \frac{6e}{B}\right) < 23 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\text{máx}} = \frac{6.49}{1.40} * \left(1 + \frac{6 * 0.20}{1.40}\right) < 23 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\text{máx}} = 8.60 \text{ ton/m}^2 < 23 \text{ ton/m}^2 \quad \mathbf{OK}$$

o **Cálculo de $q_{\text{mín}}$.**

$$q_{\text{mín}} = \frac{\sum V}{B} * \left(1 - \frac{6e}{B}\right) < 23 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\text{mín}} = \frac{6.49}{1.40} * \left(1 - \frac{6 * 0.20}{1.40}\right) < 23 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\text{mín}} = 0.661 \text{ ton/m}^2 < 23 \text{ ton/m}^2 \quad \mathbf{OK}$$

Dimensiones de los muros laterales de encausamiento de la quebrada.

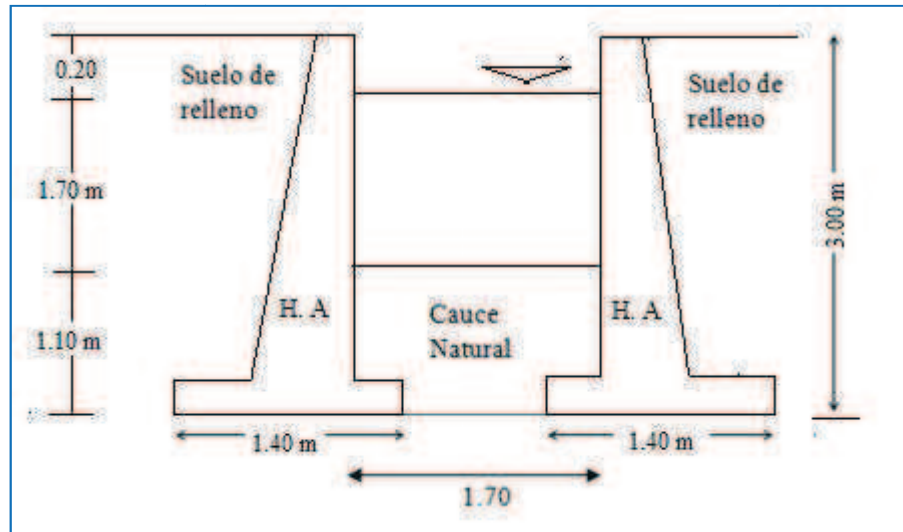


Figura 13: Ubicación de muros para encausamiento de quebrada.

Fuente: El autor.

Diseño de pantalla

$$E_{pan} = \frac{1}{2} C_{ah} \gamma h^2 = \frac{1}{2} (0.271) \left(1.75 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \right) (2.60)^2 = 1.603 \text{ Ton}$$

$$Y = 2.60/3 = 0.867 \text{ m}$$

Las fuerzas laterales aplicadas a la pantalla se calculan usando un factor de carga de 1.7

$$M_{uv} = (1.603 \text{ t})(0.867 \text{ m}) \times 1.7 = 2.36 \text{ Ton.m}$$

- Cuantía

$$f_c = 210 \quad \rho_b = 0.85 f'_c \frac{\beta}{f_y} \cdot \frac{6000}{6000 + f_y}$$

$$f_y = 4200$$

$$\beta = 0.85$$

$$\rho_b = 0.02125$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.75 \rho_b = 0.01594$$

$$R_u = \rho f_y \left(1 - 0.59 \rho \frac{f_y}{f'_c} \right)$$

$$R_u = 54.36 \text{ Kg/cm}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{M_{uv}}{\phi R_u b}}$$

$$d = 10 \text{ cm} \leq 40 \text{ cm}$$

- Revisión del esfuerzo cortante en la pantalla

$$E_{ah_u} = E_{ah} * 1.7$$

$$E_{ahu} = 2.72 \text{ Kg}$$

$$V_u \leq \phi V_{adm} \quad \text{OK}$$

$$V_u = \frac{E_{ah_u}}{b(d - \text{rec.})}$$

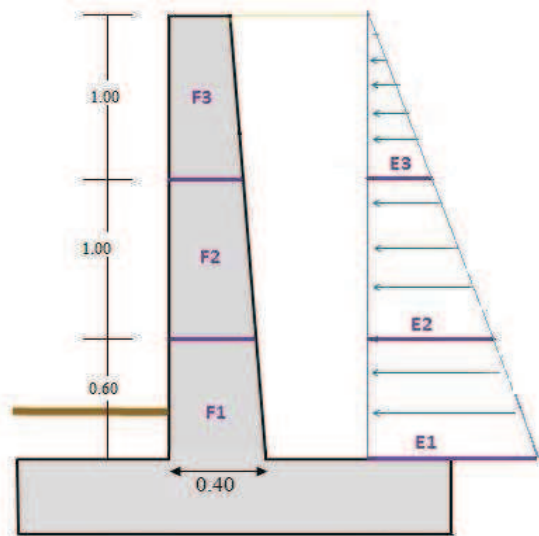
$$V_u = 0.80 \text{ Kg/cm}^2$$

El espesor adoptado para la pantalla es adecuado.

$$\phi V_{adm} = \phi 0.53 \sqrt{f'_c}$$

$$\phi V_{adm} = 6.53 \text{ Kg/cm}^2$$

- Análisis de pantalla



Empuje horizontal

$$E_1 = 1.603 \text{ Ton.}$$

$$E_2 = 0.948 \text{ Ton.}$$

$$E_3 = 0.237 \text{ Ton.}$$

m

m

m

Figura 14: Análisis de empujes de pantalla.

Fuente: El autor.

Momentos flectores en cada sección:

$$M_1 = F_1 \times y_1 = 1.603 \times 0.867 = 1.39 \text{ ton.m/m}$$

$$M_2 = F_2 \times y_2 = 0.948 \times 0.667 = 0.63 \text{ ton.m/m}$$

$$M_3 = F_3 \times y_3 = 0.237 \times 0.333 = 0.079 \text{ ton.m/m}$$

Momentos últimos:

$$Mu_1 = 1.39 \times 1.7 = 2.36 \text{ ton.m/m}$$

$$Mu_2 = 0.63 \times 1.7 = 1.08 \text{ ton.m/m}$$

$$Mu_3 = 0.079 \times 1.7 = 0.13 \text{ ton.m/m}$$

Acero de refuerzo a flexión:

$$A_s = 0.85 \frac{f'_c}{f_y} b.d \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.36 R_u}{f'_c}} \right]$$

$$R_u = \frac{M_u}{\phi b d^2}$$

$$A_s = 0.85 \frac{f'_c}{f_y} b.d \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.36 M_u}{\phi b d^2 f'_c}} \right]$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{14}{f_y} b d$$

Cuadro 3.16: Determinación de acero en pantalla

Sección	b cm	d cm	Mu (Kg.cm)	As (cm ²)	Asmin (cm ²)	As optimo (cm ²)	Acero de refuerzo
1	100.00	35.00	236162	1.80	11.67	11.67	<u>1φ18@20</u> <u>1φ16@20</u> <u>1φ14@20</u>
2	100.00	32.69	107493	0.88	10.90	10.90	<u>1φ16@20</u> <u>1φ14@18</u>
3	100.00	28.85	13437	0.12	9.62	9.62	<u>1φ14@20</u>

Fuente: El autor.

Acero horizontal de pantalla:

Ash	C. Interior	C. Exterior
8.75	2.917	5.833
	<u>1φ8@20</u>	<u>1φ12@20</u>

Acero vertical cara exterior = 4.2

1φ10@20

Diseño de dedo o puntal

CARGAS MAYORADAS

CARGA EN LA CARA DE MURO

QMAX U = 14.626
 Qmin U = 1.124
 ΔQ = 13.502

Y = 10.769

Vu	Mu	b	d	As cm2	As min cm2	As escogido cm2	
8.165	102876	100	35.00	0.84	11.67	11.67	1φ18@20

Diseño de talón

h = 2.60
 γs = 1.75
 γH = 2.40
 FS talon = 1.40
 rec. (cm) = 5.00
 b cm = 100.00
 d escogido = 40.00
 b talon cm = 0.60
 φ Flexión = 0.90
 φ Cortante = 0.85
 f'c (kg/cm2) = 210.00
 fy (kg/cm2) = 4200.00
 β = 0.85

Fig	Area	b	h	w	W total
2	0.5	0.4	2.60	1.75	0.91
3	1	0.2	2.60	1.75	0.91
4	1	0.6	0.4	2.4	0.576
					2.396

$$Eahu = 3.3544 \quad V_u = \frac{Eah_u}{b(d - rec.)}$$

$$Vu = 0.9584$$

$$\phi V_{adm} = \phi 0.53\sqrt{f'c}$$

$$V_{adm} = 6.5283652 \text{ OK}$$

Seccion	b cm	d cm	Mu (Kg.cm)	As(cm2)	Asmin (cm2)	As optimo (cm2)	
1	100	35.00	100632	0.76	11.67	11.67	1φ18@20

Armado de muros para embaulado de quebrada "Sin nombre"

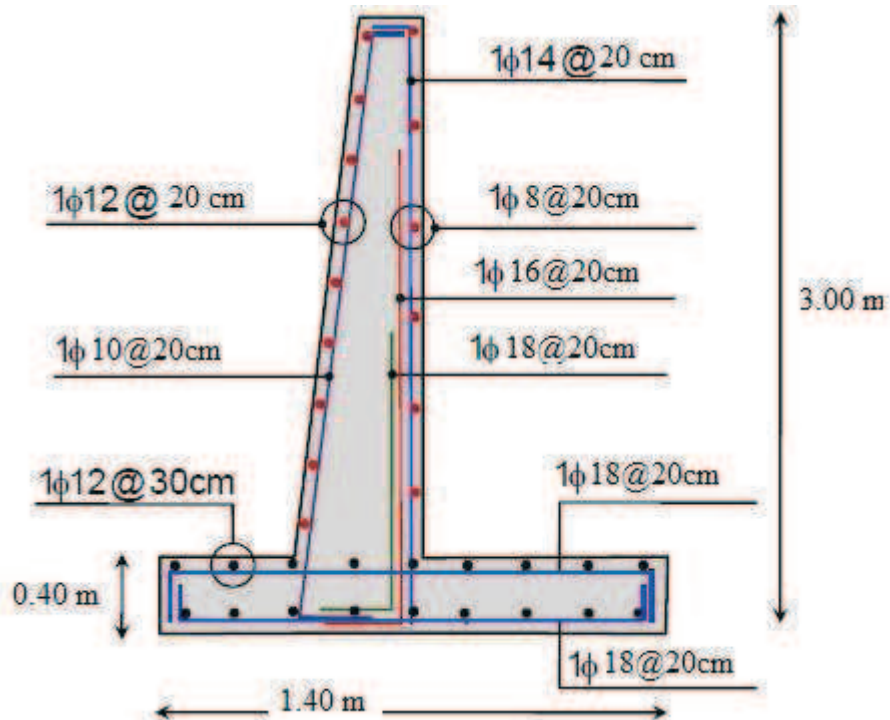


Figura 15: Detalle de armado de hierro de muro.

Fuente: El autor.

Capítulo

4

ALCANTARILLADO PLUVIAL

4. DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

4.1 NORMAS Y PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO

En el desarrollo del presente proyecto se utilizarán entre otras las siguientes normativas de diseño:

- Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN 5 Parte 9: 1997 primera revisión.
- Normas técnicas de diseño para los sistemas de agua potable y eliminación de residuos líquidos para poblaciones con más de 1000 habitantes, de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental (SSA) y Ex-Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS).
- Normas de la organización mundial de la salud.

4.1.1 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

La topografía de la cabecera parroquial de Pachicutza tiene una suave pendiente y una de las características de su topografía es la presencia de dos cauces naturales como son la quebrada Cumbiantsa y la Quebrada “Sin nombre” ubicada en las calles 24 de mayo y Luz de América.

En el presente estudio se ha tomado la topografía brindada por el GADMCP, la misma que consta de levantamiento topográfico de toda la ciudad, áreas de expansión y nivelación de ejes de calles y proyecciones.

4.1.2 VELOCIDADES

4.1.2.1 VELOCIDAD MÍNIMA

La velocidad mínima sirve para controlar que no existan depósitos de sólidos en las tuberías que provoquen azolves y taponamientos. La velocidad mínima debe permitir la autolimpieza de la tubería. Las normas ecuatorianas recomiendan que la velocidad no sea menor de 0.90 m/s para alcantarillado pluvial. En el presente caso se adoptará como velocidad mínima 0.90 m/s.

4.1.2.2 VELOCIDAD MÁXIMA

La velocidad máxima en colectores de PVC para controlar la acción erosiva, podrá ser de hasta 5 m/s, pudiendo ésta ampliarse de acuerdo a recomendaciones del fabricante hasta 8 m/s.

4.1.3 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)

Para el diseño de redes de alcantarillado es necesario utilizar el coeficiente de rugosidad de Manning y Kutter-Ganguillet (n). Este valor adimensional que representa la resistencia al flujo de una tubería depende del material de la tubería, así para tubos de hormigón simple se tendrá un valor de $n = 0.013$, para tubería PVC, $n = 0.011$. La norma ecuatoriana recomienda utilizar los valores que se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO 4.1: VALORES DE COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

MATERIAL	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
Hormigón simple:	
Con uniones de mortero	0.013
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	0.013
Asbesto-cemento	0.011
Plástico	0.011

Fuente: Normas técnica de diseño para sistemas de agua potable y eliminación de residuos líquidos para poblaciones con más de 100 habitantes Ex-IEOS

Para el presente estudio se adopta un coeficiente de rugosidad $n = 0.011$

4.1.4 PENDIENTE

La pendiente de las tuberías debe ser lo más semejante, como sea posible, a las del terreno natural para evitar excavaciones profundas, pero tomando en cuenta los siguientes aspectos:

4.1.4.1 PENDIENTES MÍNIMAS:

Caso normal: cuando se dispone del nivel topográfico necesario, se acepta como pendiente mínima, la que genera una velocidad de 0.90 m/s a tubo lleno.

Caso excepcional: se consideran a aquellas pendientes en las que debido a un desnivel pequeño, con el objeto de evitar la construcción de alguna estación de bombeo, se sacrifica la eficiencia de la tubería, en este caso se acepta como pendiente mínima aquella que genera una velocidad de 0.60 m/s, con un tirante igual o mayor de 3,0 cm.

4.1.4.2 PENDIENTES MÁXIMAS:

Son aquellas pendientes que producen velocidades máximas de 3 a 5 m/s, trabajando normalmente. Pero como la topografía en ocasiones es muy abrupta, las experiencias técnicas indican que en casos excepcionales, la velocidad puede ser de hasta 8 m/s.

Las pendientes de las tuberías deberán seguir en la medida de las posibilidades el perfil del terreno, con el objetivo de tener excavaciones mínimas, pero tomando en cuenta las restricciones de velocidad y de tirantes mínimos y la ubicación y topografía de los lotes a los que se dará servicio.

La pendiente máxima admisible será calculada para la velocidad máxima permisible que en el caso de tubería de PVC es de hasta 7.5 m/s.

4.2 PERÍODO Y ETAPAS DE DISEÑO PARA CADA COMPONENTE

De acuerdo con las normas técnicas de diseño para los sistemas de agua potable y eliminación de residuos líquidos para poblaciones con más de 1000 habitantes, el nivel del sistema de alcantarillado pluvial adoptado es el nivel 3, que corresponde a una red de tuberías y colectores, con diámetro mínimo de la tubería de 250mm. Con un relleno mínimo sobre la clave del tubo de 1.20 m.

Para el nivel adoptado del sistema de alcantarillado pluvial en la parroquia Pachicutza se define el siguiente período de diseño.

4.2.1 PERÍODO DE DISEÑO

Es el lapso de tiempo en el cual un sistema presta sus servicios en óptimas condiciones, este debe ser cuidadosamente seleccionado.

El periodo de diseño de un sistema de alcantarillado pluvial depende de algunos factores, como la vida útil de los materiales, inconvenientes y dificultades de ampliaciones, tasa de interés, inflación relativa e incremento de los costos de construcción.

El periodo de diseño del alcantarillado pluvial y sanitario es el mismo. Así en el presente caso y basándonos en las normas del IEOS se ha creído conveniente establecer para el sistema de alcantarillado pluvial de la cabecera parroquial de Pachicutza un periodo de diseño de 25 años, debido a las características de la población, y crecimiento irregular y las condiciones económicas locales y de manera especial a la vida útil de los materiales.

4.3. CRITERIOS DE DISEÑO

Para economizar los costos de los colectores, en el diseño se ha considerado el desalojo de las aguas lluvias aprovechando la configuración del terreno para procurar el desalojo rápido de las aguas hacia los cauces naturales de las quebradas.

Todo el trazado del sistema de alcantarillado pluvial de la parroquia Pachicutza funciona a gravedad.

4.3.1 ÁREAS TRIBUTARIAS

El sistema de alcantarillado pluvial se diseña por áreas tributarias de aporte. Para la delimitación de áreas se tomará en cuenta el trazado de colectores, así como su influencia presente y futura, para lo que se asignarán áreas proporcionales de acuerdo con las figuras geométricas (Figura 15) que el trazado permite configurar, la unidad de medida es la hectárea.

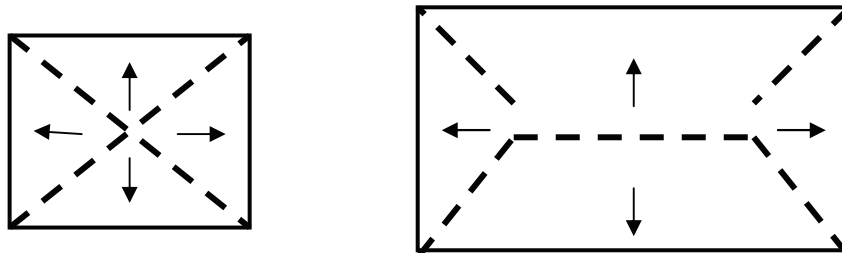


Figura 16: Forma geométrica del trazado de las áreas tributarias
Fuente: El autor.

4.3.2 DIÁMETRO Y CAPACIDAD DE LAS TUBERÍAS

La red está compuesta por tuberías de diámetros internos de 250 mm, 315 mm, 400 mm, 450 mm, 525 mm, 550 mm, 600 mm.

La capacidad hidráulica prevista deberá ser suficiente para el caudal de diseño y considera velocidad de flujo capaz de producir autolimpieza y eliminar la posibilidad de sedimentación.

Para el diseño hidráulico de las tuberías se utiliza la fórmula de Manning.

El diámetro mínimo recomendado para alcantarillado pluvial es el de 250 mm, bajo la consideración que la tubería debe trabajar parcialmente llena, permitiendo de esta forma impedir la posibilidad de sedimentación interna.

4.3.3 VELOCIDAD

Para el cálculo de la velocidad se considera la fórmula de Manning(1889), con aplicación de hojas electrónicas elaboradas para el efecto.

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{1/2} \quad (\text{Ec. 4.1})$$

Donde: V = Velocidad en m/seg.

n = Coeficiente de rugosidad Manning

R = Radio hidráulico = $D/4$, m

S = Pendiente de la línea de carga m/m

El cálculo de velocidad real se la efectúa con utilización de hojas electrónicas. Los aspectos que se consideran son los siguientes:

1. Que la capacidad hidráulica del sistema sea suficientemente para el caudal de diseño, con una velocidad de flujo que produzca autolimpieza.
2. Que la velocidad del líquido en los colectores, sean éstos primarios, secundarios o terciarios, bajo condiciones de caudal máximo instantáneo, en cualquier año del período de diseño, no sea menor que 0.60 m/s; y, que preferiblemente sea mayor que 0.9 m/s.
3. Para tuberías de PVC la velocidad máxima podrá ser hasta 7.5 m/s y el coeficiente de rugosidad de 0.011. Para velocidades mayores se deben tomar en cuenta ciertas consideraciones especiales para la disipación de la energía, evitando la erosión de los pozos de revisión o de cualquier estructura de concreto.

4.3.4 TUBERÍAS

Las tuberías para colectores, consideradas en el proyecto serán de PVC del tipo PERFILADA Norma ISO-CD09971 unión elastomérica de doble pared estructurada en diámetros nominal de 250 a 600 mm, también se utilizará tubería de 200 mm para los sumideros, esta tubería se incluye en el sumideros para efectos de costos. Se controlará, especialmente, la calidad de la tubería, para evitar erosión. Deben diseñarse de forma que no resulten dañadas por las cargas externas y tenerse en cuenta el ancho y profundidad de la zanja para el cálculo de cargas y escapes de tubería.

4.3.5 POZOS Y CAJAS DE REVISIÓN

1. Los pozos de revisión se colocaron en todos los cambios de pendiente, cambios de dirección y en la confluencia de los colectores. La máxima distancia entre pozos de revisión será de 100 metros, de acuerdo a las normas del IEOS-1993.
2. El diseño de los pozos se lo presenta con tapas de hierro fundido abisagradas, herméticas para impedir la entrada de la escorrentía superficial.
3. Se consideró una abertura superior del pozo de 60 cm., el cambio de diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la superficie se lo hizo utilizando un tronco de cono excéntrico, para facilitar el descenso al interior del pozo.
4. Por cuestiones topográficas en algunos casos es posible la utilización de pozos de salto, esto cuando la diferencia de altura entre un pozo que entra y uno que sale de un pozo sea mayor a 60 cm.
5. En conformidad con las normas utilizadas, no se construirán peldaños en los pozos. Se prevé el uso de escalera portátil.
6. En el fondo del pozo se provee una superficie para que el operador pueda trabajar, la que tiene una pendiente del 4 %.
7. Como alternativa se determina que los pozos de revisión serán de hormigón simple, encofrados y fundidos en sitio, lo que permitirá una hermeticidad adecuada. Esta opción se aplicará a los pozos de revisión a los que llegan y/o salen tuberías de diámetros menores a 650 mm.

4.3.6 SUMIDEROS

Los sumideros son estructuras de captación de un sistema de alcantarillado pluvial, son los que permitirán el ingreso del agua lluvia hacia los pozos de revisión y colectores, ubicados en las calles de las localidades con el mínimo de interferencia para el tráfico vehicular y peatonal. Se deberán ubicar en aquellos puntos que permitan la captación superficial de las aguas, puede estar situado en la esquina o vértice de las manzanas como también en un punto intermedio del tramo. Los sumideros se colocarán a distancias tales que del 5% al 10% del caudal que llegue al sumidero, pase aguas abajo hacia el siguiente sumidero.

Los sumideros están constituidos por una “caja” que funciona como desarenador donde se depositan los materiales pesados que arrastra el agua, y una rejilla (coladera, normalmente de hierro fundido), con su estructura de soporte que permite la entrada del agua de la superficie del terreno al sistema de la red de tuberías mediante una tubería PVC de 200 mm de diámetro. La rejilla evita el paso de basuras, ramas, fundas y otros objetos que podrían taponar las tuberías de la red pluvial.

Existen reglas y criterios para la ubicación de los sumideros, entre ellas mencionamos:

- Ubicar los sumideros en puntos bajos y depresiones
- En lugares donde se produzca la pendiente longitudinal de las calles
- Ubicar justo antes de puentes y terraplenes
- Preferentemente antes de los cruces de calles (esquinas) o de paso de peatones.

La separación entre los sumideros está determinada en función de la intensidad de la precipitación, del tipo de calzada y del área de aporte. Se establece también como norma de referencia el espaciamiento máximo entre sumideros en función de la pendiente de la calle, tal como se indica en el siguiente cuadro:

CUADRO 4.2 : ESPACIAMIENTO DE SUMIDEROS EN FUNCIÓN DE LA PENDIENTE

Pendiente	Espaciamiento (m)
0.4 %	50.0
0.4 % a 0.6 %	60.0
0.6 % a 1.0 %	70.0
1.0 % a 3.0 %	80.0

Fuente: Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado Bolivia

4.3.7 DESCARGAS

Las descargas han sido diseñadas de tal manera que no causen socavación en el sitio de salida de las aguas lluvias, es una descarga total de toda el agua a la quebrada “Sin Nombre” que atraviesa por la cabecera parroquial de Pachicutza.

4.3.8 DRENAJE SUPERFICIAL

El escurrimiento superficial de las aguas lluvias se lo hará de acuerdo con la conformación topográfica del terreno por derrame superficial por las cunetas de las calles hacia los sumideros de hierro fundido abisagrado ubicado de forma conveniente, luego irán a los pozos de revisión y de allí a los colectores correspondientes.

4.4 PARÁMETROS DE DISEÑO

4.4.1 CAUDAL DE DISEÑO

Para el cálculo del caudal de esorrentía a ser evacuado, por el sistema de alcantarillado pluvial, se pueden utilizar el método racional (Mulaney, 1850), aplicable para áreas de proyecto menores que 13 Km², cuya fórmula es:

$$Q = C * I * A \quad (\text{Ec. 4.2})$$

Donde: Q = caudal de escurrimiento en m³/s
 C = coeficiente de escurrimiento (adimensional)
 I = intensidad media de lluvia en mm / h
 A = área de estudio en Ha.

4.4.2 AREAS DE DRENAJE Y/O ÁREAS TRIBUTARIAS

Es aquella superficie de terreno, la cual tiene influencia sobre un tramo de red. Estas áreas deberán definirse considerando los factores topográficos, incluyendo áreas de posible expansión futura, para el alcantarillado pluvial se deberán considerar los parques y toda área verde. En el plano 6 se indica las áreas de aporte del proyecto.

4.4.3 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)

Llamado también coeficiente de impermeabilidad, es adoptado en función de las escorrentías superficiales, infiltraciones, evaporación por efectos de temperatura, retención superficial, etc.

Este coeficiente depende de factores tales como: la impermeabilidad del suelo, tipo de zona en la cual se encuentra el proyecto, características urbanísticas, etc.

Existen tablas de valores anuales del coeficiente de escorrentía (C), para distintos tipos de superficies; y para diferentes tipos de zonas urbanísticas (cuadro 4.3 y cuadro 4.4).

CUADRO 4.3 VALORES USUALES DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTIA¹⁹

TIPOS DE SUPERFICIE	(C)
Cubierta metálica o teja vidriada	0.95
Cubierta con teja ordinaria o impermeabilizada	0.90
Pavimentos asfálticos en buenas condiciones	0.85 - 0.90
Pavimentos de hormigón	0.80 - 0.85
Empedrados (juntas pequeñas)	0.75 - 0.80
Empedrados o adoquinados (juntas ordinarias)	0.40 - 0.50
Pavimentos de macadam	0.25 - 0.60
Superficies no pavimentadas	0.10 - 0.30
Parques y jardines	0.05 - 0.25

CUADRO 4.4 VALORES MEDIOS DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTIA¹⁴

TIPO DE ZONA	(C)
Zonas comerciales o densamente pobladas	0.70 a 0.90
Zonas adyacentes a las anteriores	0.50 a 0.70
Zonas residenciales medianamente pobladas	0.35 a 0.50
Zonas sub-urbanas desarrolladas totalmente	0.11 a 0.25

Según la IEOS y basándonos en el tipo de superficie, considerando que las calles principales son adoquinadas y las secundarias no, adoptamos dos coeficiente de escorrentía, un valor de $C = 0.60$ para las calles pavimentadas y $C = 0.40$ que corresponde a empedrados con juntas ordinarias, escogemos este valor porque creemos que en el futuro las calles de Pachicutza serán adoquinadas.

4.4.4 INTENSIDAD DE LLUVIA

Para la evaluación hidrológica de la zona donde se va a construir el drenaje pluvial, es necesario establecer la intensidad de la lluvia cuyo valor se obtiene de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF).

Esta curva en cuanto a la intensidad se define que es inversamente proporcional a la duración y directamente proporcional a la frecuencia de la lluvia.

La intensidad de la lluvia que se adopta en el cálculo del caudal para los proyectos pluviales se determinará con el valor del tiempo de concentración (Tc).

4.4.4.1 ECUACIÓN DE INTENSIDAD

La ecuación de intensidad para la parroquia Pachicutza será la ecuación de intensidad de la zona 27, a la que pertenecen El Pangui y Pachicutza.

La ecuación de intensidad ha sido definida por el INAMHI, en base a los datos existentes en las estaciones pluviométricas de la ciudad de El Pangui y Gualaquiza. Para una duración de 5 a 46 min, la ecuación es:

$$I_{TR} = 76.133 * t^{-0.3477} Id_{TR}$$

Donde: I_{TR} = intensidad de lluvia máxima en mm/h
 t = tiempo de duración de la intensidad (min)
 Id_{TR} = 2.70 mm/h, para un período de retorno $Tr = 5$ años

En el capítulo 3 en la sección 3.5.4.2 Podemos encontrar los datos proporcionados por el INAMHI como son datos de intensidades máximas en 24 horas para la ciudad de El Pangui, ecuaciones de intensidad y curvas correspondientes para la ciudad de El Pangui, cuyo código asignado es el M-502.

4.4.4.2 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc)

Es el tiempo que demora una gota de agua en llegar desde el punto más alejado de la cuenca hasta el colector, es decir, es el tiempo requerido desde el comienzo de la lluvia para que el área de aporte esté contribuyendo al colector en análisis.

El tiempo de concentración es la suma del tiempo de escurrimiento más el tiempo recorrido en el colector.

$$Tc = Te + Tr$$

Donde: Tc = tiempo de concentración en min.
 Te = tiempo de escurrimiento en min.
 Tr = tiempo de recorrido en min.

Los tiempos de concentración se pueden adoptar de las siguientes opciones:

Tc₁= 10 minutos para sectores poblados

Tc₂= 15 minutos para sectores en donde se tengan parques, áreas de servicio, varios.

Tc₃= 25 minutos para zonas y áreas donde se hayan planificado zonas de reserva con árboles césped.

Para el presente estudio se adopta tiempos de concentración de 15 minutos, en razón de que corresponde a una ciudad en la que existen parques, áreas recreativa y otras.

4.4.4.2.1 TIEMPO DE ESCORRENTÍA

También se lo denomina tiempo de llegada y corresponde al tiempo que tarda la lluvia más alejada en llegar a la red de alcantarillado. Normalmente se puede adoptar su valor entre un mínimo de 3 minutos y un máximo de 20 minutos.

Debe considerarse que conforme aumenta la superficie desaguada, disminuye el tiempo de escorrentía en el total del tiempo de concentración.

4.4.4.2.2 TIEMPO DE RECORRIDO

El tiempo del trayecto (recorrido o flujo) se expresa en minutos y considera el tiempo que tarda la gota teórica de agua en recorrer desde la entrada hasta la otra sección. Depende de las condiciones hidráulicas de los colectores, siendo su fórmula para obtenerlo la siguiente:

$$T_r = \frac{L}{60 * V}$$

Donde: TR = tiempo de recorrido en minutos

L = longitud del tramo en m

V = velocidad del agua en m / s

4.4.5 FRECUENCIA DE LLUVIAS

La frecuencia es un factor importante en la capacidad de redes de alcantarillado pluvial en su relación con la prevención de inundaciones de calles, áreas urbanas, centros de equipamiento, áreas verdes, por los riesgos y daños con la propiedad, daños personales, obstrucción del tráfico vehicular.

La elección de los períodos de retorno de una precipitación estará en función a las características de protección e importancia del área en estudio.

- Frecuencias de 1 a 2 años se utiliza para el diseño de redes urbanas y sub urbanas
- Frecuencias de 2 a 5 años se utiliza para áreas urbanas residenciales y comerciales
- Frecuencias de 10 años para colectores de 2do orden como la canalización de quebradas y riachuelos
- Frecuencias de 20 a 50 años para diseño de obras hidráulicas especiales como la canalización de ríos de 1er orden
- Frecuencias de 100 años para la red de drenaje de la cuenca principal

La frecuencia elegida debe ser comparativa contra el riesgo de inundación y el costo de inversión del proyecto.

El Ex-IEOS ha normado los períodos de retorno para tuberías y subcolectores que fluctúan de 1 a 5 años. En el presente caso se adoptó un período de retorno de 5 años

4.4.6 DURACIÓN DE LA LLUVIA

Se puede demostrar que el caudal producido será el máximo de la duración de la lluvia cuando es igual al tiempo de concentración del área drenada.

El tiempo de concentración T_c es el tiempo que tarda el agua en llegar desde el punto más alejado de la cuenca hasta el colector, es decir, es el tiempo requerido desde el comienzo de la lluvia para que toda el área contribuya efectivamente al colector en cuestión.

4.5 MODELACIÓN HIDRÁULICA DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

En las siguientes hojas se encuentran los cálculos hidráulicos de la red de alcantarillado pluvial y en el capítulo 9 encontraremos los planos que detallan la topografía, las áreas de aporte, los datos hidráulicos, los perfiles y los detalles constructivos de la red.

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

DATOS DE DISEÑO

Díámetro mínimo=	250 mm
Coef. De Manning=	0.011 pvc
Coef. de escorrentía (C) =	0.6 0.4
Tc inicial=	15 min
Periodo de retorno (TR)=	5 años
Id _{TR} =	2.70 mm

Relleno mínimo=	1.2 m
Velocidad mínima=	0.9 m/s
Velocidad máxima=	5 m/s

$$I_{TR} = 76.133 * t^{-0.3477} Id_{TR}$$

Ec. De intensidad

CALLE	POZO	Long.		Area trib.(ha)		Tc min	Frec.	I	Q dis.	S% ₀	Nom.	Qo	Vo	Q/Qo	Cota Terreno		Cota Proyecto		
		Par.	Tot.	Par.	Tot.										De	A	De	A	
Luis Miguel Jimenez	TC	74	66	0.129	0.129	0.4	5	222.69	11.51	29	250	93	2.29	0.124	1.56	977.91	976.11	976.471	974.671
Luis Miguel Jimenez		66	65	0.175	0.304	0.4	5	220.39	26.79	28	250	91	2.25	0.294	1.95	976.11	973.88	974.521	972.441
Luis Miguel Jimenez		65	82	0.171	0.475	0.4	5	217.74	41.38	50	250	122	3.00	0.339	2.72	973.88	970.64	972.191	969.206
Luis Miguel Jimenez		82	63	0.134	0.609	0.4	5	216.21	52.63	52	250	124	3.06	0.423	2.94	970.64	967.92	969.106	966.481
Luis Miguel Jimenez		63	83	0.178	0.786	0.4	5	214.97	67.63	63	250	137	3.37	0.494	3.36	967.92	963.87	966.281	962.431
Luis Miguel Jimenez		83	67	0.140	0.927	0.4	5	213.62	79.18	63	250	137	3.37	0.579	3.50	963.87	960.57	962.281	959.131
Luis Miguel Jimenez		67	76	0.250	1.176	0.4	5	212.55	100.0	69	250	143	3.53	0.698	3.76	960.57	955.09	958.981	953.651
Luis Miguel Jimenez		76	68	0.155	1.332	0.4	5	211.01	112.4	59	250	132	3.26	0.849	3.48	955.09	951.93	953.651	950.491
Luis Miguel Jimenez		68	D1	0.144	1.476	0.4	5	209.87	123.9	7	400	157	1.53	0.790	1.63	951.93	953.07	950.349	949.989
Luis Miguel Jimenez	TC	75	69	0.203	0.203	0.4	5	222.69	18.04	43	250	113	2.79	0.160	2.04	957.23	954.30	955.791	952.861
Luis Miguel Jimenez		69	D1	0.148	0.350	0.4	5	220.63	30.92	22	250	81	1.99	0.382	1.86	954.30	953.07	952.811	951.631
Luis Miguel Jimenez	TC	75	71	0.236	0.236	0.4	5	222.69	21.06	89	250	163	4.01	0.129	2.76	957.23	949.95	955.791	948.511
Luis Miguel Jimenez		71	70	0.160	0.397	0.4	5	220.97	35.05	74	250	148	3.66	0.236	2.99	949.95	943.78	948.411	942.341
Las Orquideas		70	72	0.165	1.309	0.4	5	219.13	114.8	19	315	137	2.15	0.838	2.29	943.78	942.36	942.28	940.66
Las Orquideas		72	87	0.044	1.458	0.4	5	216.08	126.0	96	250	169	4.16	0.746	4.44	942.36	936.71	938.121	935.271
Las Orquideas		87	73	0.045	1.503	0.4	5	215.54	129.6	94	250	167	4.12	0.775	4.39	936.71	931.56	932.871	930.121
Av. Ivan Rofrio		73	19	0.085	1.588	0.6	5	215.01	204.9	20	400	265	2.59	0.773	2.76	931.56	930.78	929.979	929.199
Av. Ivan Rofrio		19	13	0.161	1.749	0.6	5	213.86	224.4	8	450	301	1.89	0.745	2.02	930.78	931.67	928.78	928.316
5 de Junio	TC	46	77	0.328	0.328	0.4	5	222.69	29.18	12	250	60	1.47	0.488	1.46	945.32	944.62	943.881	943.182
5 de Junio		77	70	0.421	0.748	0.4	5	219.35	65.64	21	250	79	1.95	0.831	2.08	944.62	943.78	942.982	941.441
Luz de America	TC	47	72	0.104	0.104	0.4	5	222.69	9.30	73	250	147	3.63	0.063	2.03	943.35	942.36	941.911	940.521
24 de Mayo	TC	69	46	0.242	0.242	0.4	5	222.69	21.52	111	250	182	4.48	0.118	3.11	954.30	945.32	952.861	943.881
5 de Junio		46	D2	0.098	0.340	0.4	5	221.47	30.05	6	250	42	1.04	0.171	1.01	945.32	945.68	943.881	943.741
24 de Mayo	TC	46	45	0.207	0.207	0.4	5	222.69	18.45	31	250	96	2.37	0.192	1.83	945.32	943.45	943.881	941.711

Fuente: El autor.

Capítulo

5

ASPECTOS AMBIENTALES

5.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

5.1.1 OBJETIVOS.

Identificar y establecer los impactos ambientales que ocasiona la construcción del Sistema del Alcantarillado Pluvial y el embaulado de la quebrada “Sin nombre” de la Parroquia Pachicutza, del Cantón El Panguí.

Tomar las medidas correctivas para minimizar y/o eliminar los impactos ambientales negativos, además de determinar los costos que implicaría la implantación de las medidas del plan de manejo ambiental.

5.1.2 FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS EVALUADOS

- **CALIDAD ESTÉTICA**

Para evaluar este factor se ha tomado en cuenta lo natural y afectación visual por contaminantes sólida, líquida o gaseosa a la belleza del entorno, dentro del área consolidada y urbanizada de la parroquia Pachicutza.

- **CALIDAD DE AGUA**

Este tema se evaluará centrándonos específicamente en la afección de las descargas de aguas lluvias a las quebradas que existen en la parroquia.

- **OFERTA DE EMPLEO**

La construcción del Sistema de Alcantarillado Pluvial y del embaulado de la quebrada S/N de Pachicutza ha creado un impacto positivo, generando una expectativa en la

población desde la etapa de estudio y diseño con la posibilidad de dar empleo a personas y solucionar el problema de desempleo existente en el sector, por ello esta situación se la evaluará como un factor ambiental que incide en la condición socio-económica de la población.

- **CALIDAD DEL AIRE**

Se analizará su afección exclusivamente durante las actividades constructivas por la cantidad de polvo generada por la acción de trabajos manuales y por las acciones del viento en verano, con el arrastre de material fino como arcillas removidas.

- **UTILIZACIÓN DE TERRENOS.**

Se refiere a los conflictos que generarán la expropiación y utilización de los terrenos aledaños para implantar las obras como emisarios principales y obras secundarias.

- **SALUD Y SEGURIDAD.**

Es un factor ambiental que se ha analizado como un impacto negativo en el ámbito de la seguridad en la etapa de construcción y positivo a futuro con el mejoramiento de la calidad de vida y su repercusión e incidencia en la salud de los moradores de Pachicutza.

5.1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EXISTENTES EN LA POBLACIÓN DE PACHICUTZA

- **SUPERFICIE ACTUAL Y FUTURA.**

La Población de Pachicutza se encuentra enmarcada en un área delimitada por un asentamiento cuyo límite establece una cabida de 30 hectáreas, área dentro de la cual se ha evaluado su afección de impactos ambientales.

- **POBLACIÓN URBANA**

Los habitantes de Pachicutza según el censo 2001 tenemos que es de 355 habitantes.

5.1.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y AMBIENTALES

- **TOPOGRAFÍA**

Las características topográficas del lugar en donde se asienta la población propiamente dicha, es una topografía relativamente plana con pendientes considerables.

- **CLIMA DE LA ZONA**

El clima de la región es cálido húmedo denominado también como clima amazónico que se caracteriza por inviernos lluviosos con precipitaciones promedios anuales inferiores a 2000mm.

Los datos meteorológicos tomados como válidos para esta zona son:

- ✓ La temperatura media anual de 20 a 22 °C,
- ✓ El periodo de lluvias es netamente oriental con los máximos en los meses de Marzo a Junio.

- **CALIDAD DEL AIRE**

La población de Pachicutza es una parroquia con mucho espacio libre, y no cuenta con la presencia de agentes externos contaminantes del aire (tráfico, industrias), por consiguiente este parámetro lo estimaremos cualitativamente como muy bueno, encontrándose por debajo de los límites permitidos de contaminantes.

- **RUIDO**

En esta población se genera un ruido que está muy por debajo de las normas y reglamento para la prevención y control de la contaminación ambiental Originada por la emisión de ruidos, esto es bajo los 75 DB.

- **VEGETACIÓN.**

Definitivamente toda el área urbanizada y consolidada de Pachicutza ha sido intervenida y quitada su cobertura vegetal nativa, por lo que en la actualidad se ha destruido la vegetación natural siendo remplazada en su mayoría por potreros, utilizados para el pastoreo y crianza de ganado.

5.1.4.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO.

a. IMPACTOS POSITIVOS

Durante la etapa de estudios y diseños del proyecto, se ha creado una expectativa en la población, con respecto a los beneficios, desde el punto de vista de salud y generación de empleo principalmente, que provocaría la construcción del Sistema de Alcantarillado Pluvial y del embaulado de la quebrada S/N para Pachicutza, situación que sirve de punto de partida para lograr una buena participación e involucramiento de la población al proyecto.

Después de la ejecución (Construcción), los impactos positivos son:

- ✓ Se mejorarán las condiciones de vida y salubridad de los beneficiarios.
- ✓ Se evita la migración de los habitantes de la comunidad a otros sectores en busca de ambientes sanos.
- ✓ Se mejorará el aspecto estético de la población ya que desaparecerán las zonas donde se acumulan de aguas lluvias.
- ✓ Estímulo a diversos sectores como el turismo que por las atracciones naturales visitan la zona y se sentirán seguros del contar con una ciudad limpia y aseada.
- ✓ Existirá mejora en la economía de la población al reducirse los gastos por tratamientos médicos y medicinas por causa de enfermedades debido a la insalubridad antes del proyecto.
- ✓ Se revalorizaran las propiedades ubicadas en las áreas que disponen de redes de agua potable, alcantarillado, aumentando significativamente su plusvalía y estimulando la urbanización y la construcción de viviendas en los terrenos actualmente vacíos.
- ✓ Mejorará el nivel de salud de la población ya que se evitará la generación de enfermedades por falta de una adecuada evacuación de las aguas, situación que desaparecerá con el nuevo sistema de alcantarillado pluvial.

b. IMPACTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS DURANTE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN.

• EXCAVACIONES Y RELLENOS

ACTIVIDADES

Consiste en la apertura de Zanjas, y movimiento de tierra, y ocupación de áreas para depósito de material excavado y préstamo de tierra en algunos casos.

IMPACTOS

- ✓ Emisión de anhídrido sulfuroso, humo, polvo en suspensión y polvo sedimentable.
- ✓ Cambio en la circulación normal de los peatones, suspensión de accesos a ciertas viviendas.
- ✓ Peligro de accidentes a los peatones, especialmente a niños y ancianos.

• INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

ACTIVIDADES

Las actividades que se desarrollan durante el tendido e instalación de tuberías son, el transporte de materiales (agregados cemento, tuberías, etc.), el requerimiento de insumos, almacenamiento temporal previo a la instalación de los materiales pertinentes.

IMPACTOS

- ✓ Por estas actividades se producen varios impactos menores como son ruidos y contactos provenientes del transporte.
- ✓ Producción de residuos sólidos en el interior y fuera de las zanjas y localizadas en las vías.
- ✓ La ocupación de áreas y en las vías para almacenamiento temporal de materiales (agregados, tuberías, etc.)
- ✓ Peligro de accidentes a los peatones, especialmente a niños y ancianos.

• INTERRUPCIÓN DE LOS SERVICIOS EXISTENTES.

ACTIVIDADES

Se refiere al cruce no previsto o previsto con vías, aceras, parterres, tuberías y sistemas de agua potable, sistemas eléctricos, en los que se va a realizar el corte o la suspensión de esos servicios y su reparación o restauración.

IMPACTOS

- ✓ Por estas actividades se produce principalmente la suspensión de esos servicios, que implica molestias a la población.

• CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE REVISIÓN:

ACTIVIDADES

Se refiere a la construcción de pozos de revisión y a la construcción de cajas domiciliarias, para lo cual se necesitarán espacios adicionales para la manipulación de materiales, transporte de materiales, descarga de materiales, y producción de hormigones.

IMPACTOS

- ✓ Se producirá principalmente la interrupción de tránsito, por la descarga de materiales, producción de hormigones, y peligro de accidentes a los pobladores.
- ✓ Por estas actividades se produce molestias a los vecinos por interrupción del tránsito peatonal, ruidos y contaminación atmosférica por manipulación de tuberías y cementantes.

• OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA PACHICUTZA

ACTIVIDADES

Una vez construido el sistema de alcantarillado pluvial se espera que este provea a la población de Pachicutza, condiciones adecuadas de salubridad y de servicio a las necesidades actuales y futuras.

Adicionalmente se prevé el establecimiento de un sistema de cobro del servicio y que la población pague dicho servicio.

IMPACTOS

- ✓ Falta de programas de capacitación al personal a cargo de la operación y mantenimiento, lo que desmejorará la calidad del producto final.
- ✓ Si no existe una adecuada operación y mantenimiento de los diferentes componentes del sistema, se corre el riesgo de entregar a la población problemas de insalubridad.

✓ Pago de planillas por consumo del metro cúbico de agua potable.

- **TIERRA SOBRANTE Y DESECHOS DE CONSTRUCCIÓN.**

El depósito temporal de tierra de excavación y desechos de construcción sobrantes generará un impacto ambiental negativo de carácter social por el aumento de polvo y la acumulación de materiales en los frentes de las viviendas.

- **TRANSITO PEATONAL.**

Al efectuarse los trabajos de instalación de redes, se generará problemas para la libre circulación peatonal, debido a las actividades de transportación descarga, acarreo y colocación de las tuberías de las redes y acumulación de materiales de construcción.

5.1.5 ANÁLISIS DE ACTIVIDADES IMPACTANTES

- **MATRIZ DE LEOPOLD.**

Para el análisis respectivo se ha considerado el área planificada y consolidada de la población de Pachicutza.

La matriz de evaluación de impactos, determina las estadísticas de filas que representan las acciones del proyecto que afectan en mayor grado al ambiente y de qué tipo, y las estadísticas de columnas que indican las características del ambiente que son más afectadas y de qué forma.

En el siguiente listado en orden de prelación se presentan las estadísticas obtenidas de la evaluación antes mencionada (Anexo 5.1).

Estadística de Columnas:

Acciones Principales del Proyecto:		Promedios Aritméticos
1.	Modificación del hábitats	+ 100
2.	Alteración de la cobertura vegetal	- 141
3.	Alteración de las condiciones de drenaje	- 63
4.	Ruido y vibraciones extrañas	- 7
5.	Explotación de canteras y minas	- 58
6.	Cortes y rellenos	- 72
7.	Control de la erosión de laderas y terrazas	+ 18
8.	Incremento en el tráfico	+ 9

9.	Desarrollo de la zona	+ 214
----	-----------------------	-------

Estadística de las Filas:

Acciones Principales del Proyecto:		Promedios Aritméticos
1.	Suelos	+ 5
2.	Aire (calidad)	- 48
3.	Agua (calidad y cantidad)	+ 3
4.	Erosión	- 77
5.	Árboles y arbustos	- 42
6.	Especies en peligro	- 5
7.	Fauna (pájaros, aves)	- 55
8.	Animales terrestres	- 56
9.	Minas y canteras	- 79
10.	Naturaleza y espacios abiertos	+ 20
11.	Agricultura	+ 25
12.	Composición del paisaje	+ 94
13.	Pautas culturales	+ 54
14.	Empleo	+ 82
15.	Salud y seguridad	+ 19

Los valores con signo positivo, nos indican que estos parámetros son afectaciones favorables al medio ambiente. Estas afectaciones positivas se dan tanto durante el proceso de construcción como en el de operación y mantenimiento.

Con estos resultados podemos darnos cuenta que las acciones que el hombre realiza sobre la naturaleza afectan en mayor ó menor proporción al medio ambiente. Los componentes importantes del medio ambiente que son favorables al medio ambiente durante la construcción son la mejora en la infraestructura existente en el lugar, así como los servicios y el incremento del empleo para los pobladores del sector; y durante la fase de operación y mantenimiento de igual manera se tiene la mejora de la infraestructura, servicios y empleo.

- **Análisis e interpretación de resultados.**

Los resultados obtenidos de la calificación y la jerarquización de los impactos, se concluye que existen impactos causados al ambiente que son de magnitud e importancia baja, por lo que se tomarán acciones y recomendaciones de prevención de tipo general

para que sean aplicadas correctivamente en las medidas de mitigación durante la construcción de los sistemas de infraestructura básica. En cambio para los impactos de magnitud e importancia media, lo que significa que con un adecuado control de las medidas correctivas ambientales éstas afectaciones al ambiente desaparecerán luego de un período de tiempo corto, que es donde las condiciones ambientales originales volverán a su estado normal con la aplicación cabal del plan de manejo ambiental; y los de impactos de magnitud e importancia alta, se mitigan con la aplicación de las medidas de mitigación ambiental que se proponen en el plan de mitigación.

5.1.6 MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL.

Las medidas ambientales propuestas, la localización del ámbito de acción, costos y el cronograma de ejecución garantizan la reducción de los impactos ambientales negativos al proyecto (impactos directos) y de éste con el medio ambiente (impactos indirectos).

A continuación presentamos un listado de los impactos ambientales que se producirán durante las fases de construcción y operación y mantenimiento, con las respectivas medidas de prevención que deben tomarse con la finalidad de que los impactos que se van a generar por la construcción de la obra sean los más bajos que se generen.

Cuadro 5.1: Medidas de prevención de impactos ambientales.

IMPACTOS AMBIENTALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Fase de Construcción	
Alteración del drenaje	Instalación de obras adecuadas de drenaje.
Erosión y contaminación del suelo	Reunir, y evitar derrames de lubricantes y combustibles, así como evitar fugas del sistema de alcantarillado.
Alteración del paisaje y pérdida de bellezas escénicas	Suavizar la pendiente de los desmontes, terraplenes y botaderos, y recubrir de vegetación taludes, canteras y botaderos. Eliminar todo residuo de material producto de la instalación de la red de alcantarillado y el embaulado.
Contaminación del aire con humos, gases, polvo, ruido	Regar periódicamente con agua la plataforma Plantación de pantallas de árboles ornamentales del sitio
Interferencia en la infraestructura y servicios	Establecer rutas alternativas durante la ejecución de la obra
Socioeconómicos	Concienciar a la población sobre el plan de mantenimiento ambiental del proyecto
Fase de Operación y Mantenimiento	
Interferencia en la infraestructura y servicios	Establecer rutas alternativas durante el mantenimiento de la obra.
Socioeconómicos	Concienciar a la población sobre el plan de mantenimiento ambiental del proyecto.

Fuente: El autor.

Para evitar accidentes que se pueden ocasionar por la presencia de la maquinaria, y por la interrupción de la vía que en algún momento se tendrá que realizar un sistema de señalización durante las fases de construcción, operación y mantenimiento de la calle.

FORMULACIÓN DE MEDIDAS DE CORRECCIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO.

Para evitar (medidas de prevención), mitigar (medidas de mitigación) y compensar (medidas de compensación) los impactos negativos se seleccionó acciones ambientales, para las cuales se presenta especificaciones para su realización.

En caso de que se llegara a producir alguna afectación sobre el medio ambiente, durante la ejecución del proyecto, a continuación se detalla una lista de las acciones que se deben llevar a cabo para mitigar tales impactos:

Cuadro 5.2: Medidas de mitigación de impactos ambientales

IMPACTOS AMBIENTALES	MEDIDAS DE MITIGACION
Fase de Construcción	
Alteración del drenaje	Siembra de especies nativas en las zonas susceptibles de afectación del drenaje de los cauces. Construcción de obras adecuadas de drenaje
Erosión y contaminación del suelo	Reforestar con especies vegetales nativas las tierras (botaderos) con pendiente >50% Reunir, y evitar derrames de lubricantes y combustibles.
Alteración del paisaje y pérdida de bellezas escénicas	Recubrir de vegetación taludes, canteras y botaderos.
Contaminación del aire con humos, gases, polvo, ruido	Plantación de pantallas de árboles ornamentales del sitio
Reducción de la diversidad de la flora y migración de la fauna silvestre	Reforestar con especies vegetales nativas las tierras con pendiente >50% (botaderos).
Interferencia en la infraestructura y servicios	Establecer rutas alternativas durante la ejecución de la obra
Socioeconómicos	Campañas de información de los beneficios del proyecto y de concientización ambiental.
Fase de Operación y Mantenimiento	
Interferencia en la infraestructura y servicios	Establecer rutas alternativas durante el mantenimiento de la obra
Socioeconómicos	Campañas de información de los beneficios del proyecto y de concientización ambiental.

Fuente: El autor.

5.1.7 ACTIVIDADES PUNTUALES DE MITIGACIÓN

- **Excavaciones**

Las principales actividades que mitigarán los impactos negativos que se producirán en el entorno por causa de las excavaciones son:

- Principalmente debe realizarse una adecuada planificación de las excavaciones, de modo que solo se afecte un frente de trabajo durante el más corto tiempo posible.

- También se colocará una banda plástica de pintura fosforescente que impida el ingreso de personas particulares al sitio de trabajo.
- Para excavación en suelo seco que genere polvo se regará con una manguera continuamente los sitios excavados de forma que se humedezca en la medida que avanza la excavación.
- Fiscalización de la obra deberá exigir y controlar los implementos de seguridad laboral, como: mascarillas para protección contra el polvo, cascos y zapatos de seguridad.

- **Tendido e instalación de tuberías**

- Como actividad de mitigación será la inmediata colocación de las tuberías, colectores y la correspondiente prueba hidrostática, de forma que solo se afecte un frente de trabajo durante el más corto tiempo posible.
- Se colocará bandas de seguridad, además de puentes de madera provisionales para que la población específicamente menores de edad puedan circular sin problemas de accidentes.
- Deberá dotarse al personal que labora de los implementos de seguridad laboral, en este caso vestidos de seguridad que permitan su visualización cuando se movilicen en el manejo de los tubos y materiales, cascos y zapatos de seguridad.
- Se entibará las excavaciones mayores a 1.0 m de profundidad, y se implantará otras medidas consideradas en las especificaciones técnicas, que deberán ser exigidas como mínimas por fiscalización.

- **Interrupción de los servicios existentes.**

- Se planificará una campaña de información a la ciudadanía, que permita el conocimiento de tales suspensiones de los servicios, con el fin de concientizar sobre la necesidad obligada de las suspensiones y la manera de suplir las necesidades del servicio.
- Coordinación adecuada con los diferentes operadores de dichos sistemas (agua, electricidad, etc), de forma que el daño no se produzca o que si se produce sea de fácil e inmediata reparación.

- **Construcción de pozos y sumideros.**

- Se colocará cintas plásticas en un radio de por lo menos 1.50 m alrededor de los pozos en construcción y de 1.0 m de radio para el caso de sumideros. Esto con la finalidad anunciar y advertir a la ciudadanía que es una de construcción de pozos, y una excavación profunda.
- El personal de construcción deberá tener los implementos de seguridad laboral, en este caso vestidos de seguridad o franjas que permitan su visualización cuando se movilicen en el manejo de los materiales, cascos y zapatos de seguridad.
- Se recomienda una buena planificación y cumplimiento en la ejecución de esta actividad, ya que ocasionará una rápida construcción de estos elementos de revisión del alcantarillado, y por consiguiente se descarta posibilidades de accidentes.

- **Construcción de instalaciones domiciliarias.**

- Se planificará una campaña de información a la ciudadanía, para conocimiento en cuanto a las áreas y los peligros y el tiempo de ejecución de trabajos.
- Una buena planificación y cumplimiento en su ejecución resulta la actividad de mitigación por excelencia esa más efectiva, ya que ocasionará una rápida construcción de estos elementos de revisión del alcantarillado.
- Se colocará bandas de seguridad, además de puentes de madera provisionales para que la población específicamente menores de edad puedan circular sin problemas de accidentes.

5.1.8 MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El buen funcionamiento de un sistema de alcantarillado, depende no solo del diseño y construcción adecuados, sino también de la operación, mantenimiento y protección del sistema contra materiales dañinos que pueden ser descargados por la población.

Los problemas que se dan en los sistemas de alcantarillado en parte se deben al mal uso por parte de los usuarios que introducen muchas veces materiales extraños y algunas veces por la rotura de las tapas de los pozos en las cuales se introduce basura, madera y materiales de construcción. Esto se corrige con una adecuada campaña de concientización y motivación para que se dé un adecuado uso.

El Gobierno del cantón El Pangui deberá promulgar una ordenanza que contenga los siguientes puntos:

- Regular los materiales que no pueden ser descargados al sistema de alcantarillado como son: líquidos corrosivos, inflamables y explosivos, basuras, animales muertos, etc.
- Los residuos de lavaplatos de cocinas y drenajes de pisos en restaurantes, lavanderías, tintorerías, etc., pueden requerir el paso a través de trampas de grasa o de instalaciones de separación de arenas antes de que descarguen al alcantarillado.
- Exigir que no se arroje basura en los sumideros de calzada. Establecer el cobro que permita recuperar los costos de operación y mantenimiento.
- Establecer multas y sanciones para los que incumplan lo emitido en las ordenanzas.

El material desalojado en operaciones de limpieza de un tramo de alcantarillado debe ser removido en el siguiente pozo de inspección para prevenir la formación de otro bloqueo en la línea aguas abajo. El residuo puede ser removido en un pozo de inspección mediante la inserción de una sección en L con su salida en el extremo final vuelta hacia arriba. El pozo de inspección en sí mismo servirá como una trampa y retendrá los sólidos.

Las inspecciones de rutina de los tramos del alcantarillado son beneficiosas para evitar bloqueos severos. Los tramos con pendientes bajas o con una historia de problemas pueden ser examinadas cada tres meses mientras que aquellos que no presentan ninguno son verificados una o dos veces al año. Las inspecciones son hechas visualmente, de pozo a pozo de inspección; la luz brillante es colocada en el pozo de inspección hacia el que el inspector está mirando. Un espejo en una vara bajada dentro del pozo permitirá a menudo que el examen sea hecho desde el nivel de la calle.

RECURSOS HUMANOS

Para la operación y mantenimiento de las diferentes unidades de los sistemas de alcantarillado, es necesaria la participación comunitaria y la del gobierno municipal del cantón, para el cumplimiento de esta fase a través de varios niveles de responsabilidad.

PERSONAL

El personal que está involucrado en las actividades de operación y mantenimiento es el siguiente:

Usuario.- El usuario, tiene la responsabilidad de mantener limpio el ramal interno y si fuera necesario, destapar las tuberías de desagüe hasta la caja de revisión que conecta al sistema de alcantarillado, no arrojar basura en el sistema de alcantarillado ni en sumideros de calzada, así como pagar las tarifas por el servicio.

Operador.- Los requisitos básicos que deberá cumplir el operador son: saber leer y escribir, saber las cuatro operaciones matemáticas básicas y que viva en la comunidad. Sus principales funciones son:

- Operar y mantener un buen funcionamiento del sistema en todas sus unidades.
- Recibir instrucciones y dirigir tareas de operación y mantenimiento de emergencia.
- Presentar al Municipio, los trabajos de operación y mantenimiento realizados en los respectivos formularios.
- Comunicar al Municipio la necesidad de adquisición de materiales, herramientas y equipo de seguridad para el operador.
- Ejecutar nuevas conexiones, previo al pago y autorización respectiva.
- Notificar a los usuarios morosos, para el pago de sus tarifas.

ACTIVIDADES A REALIZARSE

Dentro de la fase de operación y mantenimiento deberán llevarse a cabo una serie de actividades, las mismas que deberán cumplirse a cabalidad para garantizar el buen funcionamiento del sistema de alcantarillado.

Es importante e indispensable disponer de los planos de construcción, donde estén señaladas las diferentes partes del sistema, así como tener el catastro de usuarios.

OPERACIÓN

Vigilar la construcción de nuevas conexiones domiciliarias. Para la realización de esta actividad los costos de personal y materiales corren por cuenta del usuario.

- Chequear que tengan el permiso.
- Chequear que las juntas y el empate al alcantarillado se haga de acuerdo a las indicaciones de los planos.
- Chequear que no entre tierra ni masilla de cemento al interior de los tubos.

- Controlar que la zanja no quede abierta más de tres días.
- Controlar que el relleno se compacte bien y se reponga la capa superficial de la calle.
- Hacer un dibujo simple de la ubicación de la nueva conexión domiciliaria y archivar.

MANTENIMIENTO: MEDIDAS CORRECTIVAS

1. CONEXIONES DOMICILIARIAS

- Retirar y enterrar los sólidos depositados en la caja de revisión.
- Realizar el lavado del tramo de tubería entre la caja de revisión y la conexión al alcantarillado (Ver figura 17)
- Tapar la entrada y la salida de la caja de revisión con un tapón que pueda ser de madera o una pelota de caucho, amarrados con una cuerda de nylon.
- Colocar agua hasta una altura de 0.40 m.
- Retirar el tapón de la salida, halando la cuerda de nylon.
- Luego que se haya vaciado toda el agua, retirar el otro tapón y tapar la caja.
- Lavar los accesorios utilizados.

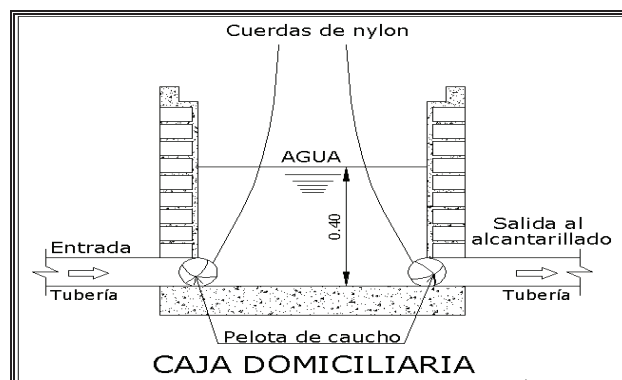


Figura 17: Lavado de caja domiciliaria.

Fuente: El autor.

Personal: Usuario

Frecuencia: Por lo menos una vez al año.

2. RED DE ALCANTARILLADO

POZOS DE REVISIÓN

- Destapar y dejar ventilar por unos 30 minutos antes de entrar en un pozo de revisión.

- En los dos últimos meses de verano, inspeccionar los pozos, y si existieran residuos, sacarlos y enterrarlos o llevarlos como basura al destino final.
- Observar que los cercos y tapas estén en buenas condiciones.
- Lavar las herramientas.
- Anotar la fecha en el cuaderno de mantenimiento.

Herramientas: Pala pequeña, balde, soga de 10m, accesorio para retirar la tapa, linterna.

Personal: Operador + Peón

Frecuencia: Por lo menos una vez al año.

En pozos iniciales (cabecera) y en zonas planas, realizar la inspección cada 6 meses.

3. TRAMOS DE TUBERÍA

En tramos iniciales y tramos de zonas planas, realizar el lavado de las tuberías como se indica en la figura siguiente:

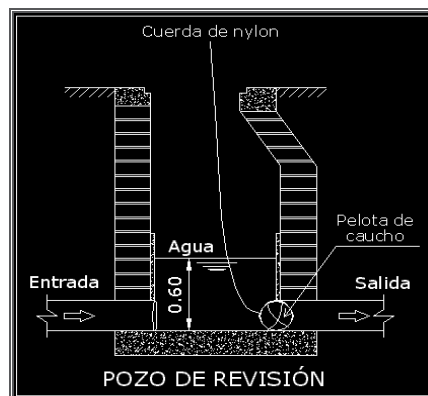


Figura 18: Lavado de pozos.

Fuente: El autor.

Herramientas: Tapón y pelota de caucho, cuerda de nylon de 10m, balde.

Personal: Operador + Un peón.

Frecuencia: Por lo menos una vez al año.

- Escoger una época a mediados de verano.
- Realizar la limpieza del tramo superior hacia el tramo inferior.
- Tapar la salida del pozo con un tapón que puede ser de madera o una pelota de caucho, amarrada con una cuerda de nylon.
- En tramos iniciales (cabecera) colocar agua hasta una altura de 0.40 m.
- En tramos intermedios, esperar que el agua se acumule y llegue a una altura de 0.5m.

- Retirar el tapón halando la cuerda de nylon.
- Luego que se haya vaciado el agua, tapar el pozo.
- Lavar los accesorios utilizados.
- Anotar la fecha en el cuaderno de mantenimiento.

MEDIDAS CORRECTIVAS: Se refiere a la eliminación de obstrucciones.

A. CONEXIONES DOMICILIARIAS: (Los gastos corren por cuenta del usuario)

- Realizar el trabajo desde la caja de revisión.
- Colocar una malla gruesa (orificios de 2cm) de plástico en el pozo de aguas abajo, para retener sólidos que salgan al destaparse la tubería.
- Introducir por la caja de revisión una varilla de 4mm de diámetro o un cable de acero de 15mm de diámetro dando vueltas (torsionándolo), de suficiente longitud para llegar a la obstrucción (puede ser unos 10m), o también puede utilizarse tiras de caña de guadua.
- Luego del destapado retirar la varilla y hacer un lavado como se indicó en las medidas preventivas.
- Retirar la malla y los sólidos del pozo de revisión, tapar el pozo, enterrarlos o disponerlos como basura.
- Lavar los accesorios utilizados.

En el caso de que no se consiga destapar con este método, habrá que abrir la zanja, romper la tubería en el sitio de obstrucción, el mismo que se determinará midiendo con la misma varilla, se reemplazará la tubería y se rellenará la zanja. Para este trabajo se seguirán los pasos de instalación domiciliaria nueva.

B. TRAMOS DE TUBERÍA

- Localizar el tramo obstruido, la obstrucción siempre está en el tramo anterior al pozo de inspección que se encuentra seco.
- Realizar el trabajo desde el pozo seco.
- Colocar una malla gruesa (menor de 2cm) de plástico en el pozo de aguas abajo.
- Introducir una varilla de acero flexible manualmente o con equipo mecánico portátil.
- Fijar la guía de la varilla en la entrada de la tubería y paredes del pozo.
- Introducir la varilla con movimientos circulares hasta alcanzar la obstrucción.

- Cuando se sienta mucha resistencia, sacar la varilla y retirar lo enredado en la varilla.
- Volver a introducir la varilla.
- Continuar las maniobras hasta conseguir destapar la tubería.
- Luego del destapado, retirar la varilla, retirar los sólidos retenidos en la malla, enterrarlos o disponer como basura y tapar el pozo.
- Lavar el equipo y los accesorios utilizados.

En caso que no se consiga destapar con este método, habrá que abrir la zanja, romper la tubería en el sitio de obstrucción, el mismo que se determinará midiendo con la misma varilla, se reemplazará la tubería y se rellenará nuevamente la zanja.

C. HIGIENE DEL OPERADOR Y AYUDANTES

Es importante asegurar la salud del personal y de sus familiares, por esto es necesario:

- Lavarse las manos antes de ingerir cualquier alimento.
- Usar en el trabajo el equipo indicado como: overol, casco, mascarilla, guantes, botas.
- Después de usadas las herramientas deben ser lavadas, no se deben guardar sucias.

D. SEGURIDAD DEL TRABAJO

- Inmunizar al personal periódicamente, con la indicación del Médico del Centro de Salud más cercano. (Vacunas contra el tétano, fiebre tifoidea y difteria).
- Si ocurren pequeños accidentes como cortes, limpiar la herida con agua y jabón y aplicar yodo o alcohol.
- Mantener todos los accesorios de seguridad como: tapas, escaleras, etc. en buen estado y en los sitios asignados.
- Tener agua potable y un botiquín para primeros auxilios.
- Los pisos y vías de circulación no deben estar resbalosos.
- Por lo menos una vez al año, hacerse análisis de sangre, orina, heces fecales y la respectiva revisión médica.
- Colocar señales y/o avisos de precaución cuando se estén realizando trabajos en la calle o en otros lugares.

COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El análisis expuesto es muy real, por lo tanto, para atender la actividad antes indicada,

se necesita contar con un número determinado de trabajadores que serán contratados con el carácter de ocasional. Por experiencias anteriores en sistemas similares el rendimiento de esta cuadrilla es de 600m de mantenimiento en red por día. El total de tuberías de las redes incluido el colector es de **6215m**, en consecuencia el número de días requeridos para la limpieza del sistema de alcantarillado es de:

$$\text{Nro. días} = \frac{6215}{600} = 10.35 \approx 10 \text{ días.}$$

Se prevé que se debe realizar la limpieza del sistema cada seis meses, por lo que se tiene que el número de días que se debe pagar al año son: 20 (solo trabajadores eventuales, no operador). En consecuencia, el monto total a cancelarse es el siguiente:

a. Personal

No. personas	Denominación	Sueldo real/día	No. de días	Total anual \$
2	Peón	12,00	20	480,00
			Subtotal	480,00

b. Herramientas

Descripción	Cantidad	Vida Útil (años)	P. Unitario.	Total Anual
Cucharón	1	2	4.00	2.00
Palas	2	3	4.25	2.83
Picos	1	4	6.75	1.69
Barretas	2	3	10.00	6.66
Lampa	2	3	5.50	3.66
Carretilla	1	3	45.00	15.00
Mantenimiento de equipo 10% del monto total:				3.18
			Subtotal:	35.02

c. Equipo para el personal

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario.	Total Anual
Guantes	Par	2	3.00	6.00
Mascarilla	U	2	3.00	6.00
Casco	U	2	6.00	12.00
			Subtotal:	24.00

d. Materiales: se lo ha realizado en forma estimativa, indicando que este material será utilizado en casos de reparaciones de la red.

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario.	Total Anual
Tubería PVC	U	1	100.00	100.00
Polilimpia	Gl	0.01	19.65	0.196
Polipega	Gl	0.01	36.50	0.365
			Subtotal:	100.56

El costo total de mantenimiento del servicio de alcantarillado pluvial es:

Total anual: 480,00 + 35,02 + 24,00 + 100.56 = \$ **639.60**

Total mensual: 639.60/12 = \$ **53.30**

Capítulo

6

ANÁLISIS ECONÓMICO

6. ANÁLISIS ECONÓMICO

Se entiende por presupuesto de una obra o proyecto, a la determinación previa de la cantidad en dinero necesaria para realizarla. El costo del proyecto estará dado, por las cantidades de obra presentes por su respectivo precio unitario. Las cantidades de obra serán las correspondientes a los volúmenes que resulten de los planos definitivos de la red.

6.1 VALOR UNITARIO POR RUBRO

Para calcular los precios unitarios debe detallar mucho en las unidades de medida y precios, tomando en cuenta para estos últimos no sólo el precio de los materiales y mano de obra, sino también las circunstancias especiales en que se haya de realizar en la obra. Esto obliga a penetrar en todos los detalles y a formar precios unitarios partiendo de sus componentes.



El precio unitario de cada rubro depende de varios factores como:

- Costos de los materiales en el mercado
- Rendimientos de personal de mano de obra
- Valor de mano de obra y maquinaria
- Especificaciones técnicas


En conclusión, el precio unitario representa el monto total de lo invertido, más el tiempo, dinero y esfuerzo, para comprar o producir un determinado rubro. De conformidad con los parámetros anteriores se establecen los precios unitarios realizando el respectivo análisis para cada rubro. En el anexo 6.1 se encuentra el análisis de precios unitarios del presente proyecto.

La descripción y forma de construcción de cada rubro, estarán dadas por las especificaciones técnicas que se encuentra en el anexo 6.2.



6.2 PRESUPUESTO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

		UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN EL PANGUI PRESUPUESTO REFERENCIAL DE INVERSIÓN			
PROYECTO:		SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA CABECERA PARROQUIAL DE PACHICUTZA			
UBICACIÓN :		PARROQUIA PACHICUTZA, CANTON EL PANGUI			
FECHA:		SEPTIEMBRE DEL 2011	MONTO: S	471,331.59	
RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
PLU-001	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	Km	6.25	298.40	1,865.00
PLU-002	EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA SIN CLASIFICAR	M3	6,985.75	3.28	22,913.26
PLU-003	EXCAVACION A MANO SIN CLASIFICAR	M3	817.54	8.04	6,573.02
PLU-004	RESANTEO DE ZANJA	M2	62.41	0.32	19.97
PLU-005	COLCHON DE ARENA PARA TUBERÍA e=10cm	M3	312.06	15.84	4,943.03
PLU-006	EXCAVACION EN FANGO	M3	1,262.25	3.64	4,594.59
PLU-007	EXCAVACION EN ROCA CON EXPLOSIVOS, MARTILLO NEUMATICO	M3	268.46	26.18	7,028.28
PLU-008	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Ø=250mm	ML.	3,862.81	21.70	83,822.93
PLU-009	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Ø=315mm	ML.	748.93	33.67	25,216.54
PLU-010	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Ø=400mm	ML.	922.14	53.72	49,537.28
PLU-011	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Ø=450mm	ML.	383.43	63.45	24,328.84
PLU-012	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Ø=525MM	ML	142.89	86.17	12,312.72
PLU-013	SUMINISTRO DE TUBERÍA PERILADA PARA ALCANTARILLADO Ø=600MM	ML	150.37	114.97	17,288.04
PLU-014	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Ø=600MM	ML	150.37	3.23	485.70
PLU-015	ENTIBADOS DE MADERA	M2	3,492.90	2.98	10,408.84
PLU-016	POZO H°S° 1,20 a 2,50 m. INCLUYE TAPA HF	U.	67.00	374.85	25,114.95
PLU-017	POZO H°S° 2,50 a 5,00 m. INCLUYE TAPA HF	U.	5.00	555.80	2,779.00
PLU-018	RELLENO COMPACTADO VIBROAPISONADO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN	M3	3,331.30	8.60	28,649.18
PLU-019	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO	M3	5,518.85	12.70	70,089.40
PLU-020	DESALOJO DE MATERIAL, INCLUYE TRANSPORTE Y CARGADA	M3*KM	4,769.00	1.63	7,773.47
PLU-021	ACOMETIDA DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO INCLUYE ACCESORIOS Y CAJAS DE REVISION	U.	112.00	311.09	34,842.08
PLU-022	SUMIDEROS DE CALZADA	U	84.00	329.08	27,642.72
PLU-023	BASE CLASE 4, INCLUYE TRANSPORTE COLOCACION Y COMPACTACION	M3	46.63	18.57	865.92
PLU-024	ROTURA DE ASFALTO	M2	943.81	2.37	2,236.83
Loja, Septiembre del 2011				TOTAL:	471,331.59
Son: Cuatrocientos setenta y un mil trescientos treinta y un dólares con cincuenta y nueve centavos					

6.3 PRESUPUESTO DE EMBAULADO DE QUEBRADA CON ALCANTARILLA CAJON, B=1.70m x H=1.70m.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN EL PANGUI					
PRESUPUESTO REFERENCIAL DE INVERSIÓN					
PROYECTO:		EMBAULADO DE QUEBRADA SIN NOMBRE CON ALCANTARILLA CAJON, B=1.70m x H=1.70m			
UBICACIÓN :		PARROQUIA PACHICUTZA, CANTON EL PANGUI			
FECHA:		SEPTIEMBRE DEL 2011	MONTO: \$	147,482.81	
RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
CAPTACIÓN					
EMB-001	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	100.00	0.53	53.00
EMB-002	REPLANTEO Y NIVELACIÓN MANUAL	M2	100.00	1.14	114.00
EMB-003	HORMIGON CICLOPEO (60% Hormigón simple 140 Kg/cm2; 40% piedra) + ENCOFRADO	M3	10.45	151.34	1,581.50
EMB-004	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ Kg/cm2	Kg	66.94	2.12	141.91
EMB-005	HORMIGON SIMPLE $F_c=210$ Kg/cm2 (INC. ENCOFRADO)	M3	2.63	220.73	580.52
COLECTOR TIPO BAUL					
EMB-006	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	Km	0.25	298.40	74.60
EMB-007	EXCAVACION SIN CLASIFICAR A MANO	M3	82.64	9.01	744.59
EMB-008	EXCAVACION SIN CLASIFICAR A MAQUINA	M3	1,506.90	4.11	6,193.36
EMB-009	EXCAVACION EN FANGO	M3	250.00	3.64	910.00
EMB-010	HORMIGON SIMPLE $F_c=210$ Kg/cm2 (INC. ENCOFRADO)	M3	351.00	220.73	77,476.23
EMB-011	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ Kg/cm2	Kg	20,953.35	2.12	44,421.10
EMB-012	RELLENO COMPACTADO VIBROAPISONADO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN	M3	786.90	8.60	6,767.34
EMB-013	REPLANTILLO $f_c=180$ Kg/cm2 (INC. PIEDRA E= 15CM)	M3	45.90	167.23	7,675.86
EMB-014	DESALOJO DE MATERIAL, INCLUYE TRANSPORTE Y CARGADA	M3/KM	720.00	1.04	748.80
Loja, Septiembre del 2011				TOTAL:	147,482.81
Son: Ciento cuarenta y siete mil cuatrocientos ochenta y dos dólares con ochenta y un centavos					

6.4 PRESUPUESTO DE EMBAULADO DE QUEBRADA CON MUROS.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN EL PANGUI					
PRESUPUESTO REFERENCIAL DE INVERSIÓN					
PROYECTO:		EMBAULADO DE QUEBRADA SIN NOMBRE, CON MUROS DE HORMIGON ARMADO.			
UBICACIÓN :		PARROQUIA PACHICUTZA, CANTON EL PANGUI			
FECHA:		SEPTIEMBRE DEL 2011	MONTO: \$	312,149.99	
RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
EMB-001	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	125.00	0.53	66.25
EMB-002	REPLANTEO Y NIVELACIÓN MANUAL	M2	125.00	1.14	142.50
EMB-003	HORMIGON CICLOPEO (60% Hormigón simple 140 Kg/cm2; 40% piedra) + ENCOFRADO	M3	10.45	151.34	1,581.50
EMB-005	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	Km	0.25	298.40	74.60
EMB-006	EXCAVACION SIN CLASIFICAR A MANO	M3	82.64	9.01	744.59
EMB-007	EXCAVACION SIN CLASIFICAR A MAQUINA	M3	1,506.90	4.11	6,193.36
EMB-008	EXCAVACION EN FANGO	M3	250.00	3.64	910.00
EMB-009	HORMIGON SIMPLE $F_c=210$ Kg/cm2 (INC. ENCOFRADO)	M3	529.20	220.73	116,810.32
EMB-010	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ Kg/cm2	Kg	50,716.00	2.12	107,517.93
EMB-011	RELLENO COMPACTADO VIBROAPISONADO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN	M3	786.90	8.60	6,767.34
EMB-012	REPLANTILLO $f_c=180$ Kg/cm2 (INC. PIEDRA E= 15CM)	M3	422.13	167.23	70,592.80
EMB-013	DESALOJO DE MATERIAL, INCLUYE TRANSPORTE Y CARGADA	M3/KM	720.00	1.04	748.80
Loja, Septiembre del 2011				TOTAL:	312,149.99
Son: Trescientos doce mil ciento cuarenta y nueve dólares con noventa y nueve centavos					

Capítulo

7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE LA QUEBRADA CUMBIANTSA

- Mediante el método de Leach, se determinó que la quebrada Cumbiantsa presenta las condiciones hidráulicas necesarias para transportar la crecida de diseño con período de retorno de 25 años, por lo que no se desbordaría ni causaría daños a las calles o pobladores del lugar, excepto en la abscisa 0+052.64. Debido a que en ésta el cauce natural de la quebrada ha sido alterado al rellenarlo con material aluvial, por lo cual al presentarse una crecida máxima la quebrada no posee la capacidad hidráulica para transportar la crecida y se desborda a la calle Sucre. En este caso se recomienda reconformar el cauce en esta abscisa y proyectar un puente que permita el tránsito de los habitantes del lugar.
- Se utilizó el método de Altunin para calcular las condiciones del cauce regulado, encontrándose una pendiente de compensación de 0.0455, ancho estable 9.20 m y un altura de agua de 1.1 m, para cumplir dicha pendiente y evitar la erosión del cauce se pretendió usar diques transversales en toda la longitud de la quebrada, pero al realizar el análisis económico se descartó esta posibilidad por el elevado costo de su construcción
- Se propone la implementación de un parque lineal en las riveras de la quebrada Cumbiantsa, según los estudios realizados la llanura de inundación no afectaría las construcciones existentes, esta planificación además será la base para proyectos de futuro desarrollo de la cabecera parroquial de Pachicutza, recomendándose que vías cercanas deberán ser construidas a partir del ancho inundable de la quebrada.

7.2 CORRECCION HIDROLÓGICA DE LA QUEBRADA SIN NOMBRE

- La quebrada sin nombre, cruza por lotes de habitantes del sector, al realizar el análisis por el método de Leach, se determinó que la quebrada no posee la capacidad hidráulica para el caudal de creciente máxima, por lo que se desborda causando grandes perjuicios a los habitantes más cercanos.
- Mediante el método de Altunin se obtuvo la pendiente de compensación la cual coincide con la pendiente natural del terreno por lo que no haría falta la construcción de diques transversales a lo largo de la quebrada.
- Teniendo en cuenta el ancho y la altura del cauce regulado que se obtuvo del método de Altunin y considerando la afectación a la población del sector, se propone como solución el embaulado de la misma.
- A partir del caudal de diseño se determinó las dimensiones geométricas para el embaulado de la quebrada obteniéndose un área de 2.89 m^2 lo que equivale a una estructura rectangular de base igual a 1.70 m y una altura de 1.70 m.
- Se recomienda el embaulado de la quebrada por medio de una alcantarilla de cajón que es la más económica si se la compara con encausamientos realizados con muros de hormigón armado.

7.3 ALCANTARILLADO PLUVIAL

- La red de drenaje, significa un cambio importante en el nivel de vida de los moradores, ya que inmediatamente se eliminaran focos de contaminación, debido a las aguas estancadas, como también se mejorara el acceso a las viviendas afectadas por la circulación de las aguas lluvias.
- Para el diseño hidráulico de los tramos de alcantarillado, se calculó las relaciones hidráulicas para tuberías con sección parcialmente llena.
- La nueva red se proyecta de manera que siga la pendiente natural del terreno aproximándose lo máximo al drenaje que naturalmente tendría, minimizando los problemas ecológicos ambientales debido a la presencia del hombre en la naturaleza.

- Se debe garantizar siempre las velocidades mínimas en cada tramo con el objeto de tener el mínimo mantenimiento.
- Se recomienda realizar el mantenimiento de las redes de alcantarillado tal y como se indica en el manual de operación y mantenimiento recordando que las inspecciones se deben realizar solamente en tiempo de estiaje.
- Las acometidas domiciliarias de alcantarillado pluvial deberán conectarse a la red a través de tubería PVC de 160mm de diámetro y una caja de revisión interna o externa, dependiendo de la dificultad constructiva existente, ya que las viviendas actuales de la cabecera parroquial de Pachicutza no poseen estas acometidas y será difícil en algunos casos construirla en el interior para luego conectarlas a la red principal. Esta es una condición fundamental para que los sistemas de alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial funcionen de acuerdo al diseño propuesto, es decir un sistema separado.
- En la etapa de construcción se deben cumplir con las especificaciones técnicas y recomendaciones de los fabricantes. Así se tendrá un sistema que cumpla con todas las normativas, garantizando su óptimo funcionamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PATRICIO CONZA SÁNCHEZ. 2004, Plan de Desarrollo Cantonal para la Gobernabilidad de El Pangui, GADCP, El Pangui, Zamora Chinchipe, Ecuador, 15, 27, 35, 118.
2. MONSALVE SÁENZ GERMAN. 1995, Hidrología en la Ingeniería, Editorial de la Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá, Colombia, 37
3. OÑATE VALDIVIESO FERNANDO. 2006, Hidrología-apuntes de clase, UTPL, Loja, Ecuador, 9,10
4. ESPARZA JOSÉ LUIS, ESPINOSA JAVIER EDUARDO, Estudios y Diseños Definitivos para el Encauzamiento de la Quebrada Puliche, UTPL. Loja, Ecuador, 51, 67, 63, 76, 103, 106, 132.
5. INAMHI. 1999, Estudio de lluvias intensas, Quito, Ecuador, 7, 12,16, 18, 123.

6. CHOW, VEN TE. MAIDMENT, DAVID. MAYS, LARRY. 1994. Hidrología aplicada. Editorial McGraw-Hill1. Bogotá, Colombia.
7. SHAMOV, G.I. 1969. Rivers sediments. Gidrometeoizdat: 1-378. Leningrad. (in Russian).
8. BRAJA M. DAS. 2006. Principios de Ingeniería de Cimentaciones. 5ª edición, Thomson Learning Editores, México, 3, 15,16,17.
9. Maza A.,J.A. y García F.,M. 1996. Manual de Ingeniería de Ríos. Series del Instituto de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF.
10. PAUCAR DARWIN & QUEZADA ELÍAS, 1995. Control de Torrentes del río Sabiango. UTPL. Loja, Ecuador.
11. SVIATOSLAV KROCHIN, Diseño hidráulico, Ed. MIR, Moscú, 1978.
12. ARTHUR H. NILSON, 1999. Diseño de estructuras de concreto. Duodécima edición. McGraw Hill. Santafé de Bogotá, Colombia.
13. HERNÁNDEZ, AURELIO. Saneamiento y Alcantarillado. 1986. Tercera edición revisada y ampliada. Madrid. Editorial Paraninfo S.A.1992.
14. EX-IEOS, SSA, 1993, Normas técnicas de diseño para los sistemas de agua potable y eliminación de residuos líquidos para poblaciones de hasta 1.000 habitantes. Quito.
15. INEN, Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. CPE INEN 5. Parte 9.2: 1997 primera revisión. Quito.
16. MINISTERIO DE URBANISMO Y VIVIENDA CHILE, 1996, técnicas alternativas para soluciones de aguas lluvias en sectores urbanos guía de diseño, Santiago.
17. DOMÍNGUEZ, FRANCISCO, 1999. Hidráulica. Editorial universitaria, Santiago de Chile.
18. SOTELO, GILBERTO, 1997. Hidráulica general volumen 1: fundamentos. Editorial Limusa. México.
19. LÓPEZ, RICARDO, 1995. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Colombia. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
20. COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA, 2000, Alcantarillado pluvial, Subdirección técnica. México.

Capítulo

8

ANEXOS

8.1	Anexo 3.1: Datos de levantamiento topográfico de quebradas en estudio.....	1
8.2	Anexo 3.2: Datos del perfil del eje de las quebradas.....	6
8.3	Anexo 3.3: Perfiles de las quebradas.....	7
8.4	Anexo 3.4: Datos de las secciones transversales de las quebradas.....	9
8.5	Anexo 3.5: Delimitación de cuencas – área, pendiente.....	11
8.6	Anexo 3.6: Curvas hipsométricas.....	13
8.7	Anexo 3.7: Pendientes medias del cauce.....	14
8.8	Anexo 3.8: Relleno de datos de precipitaciones mensuales.....	15
8.9	Anexo 3.9: Precipitación media mensual para la Estación X.....	18
8.10	Anexo 3.10: Caudal medio anual - curva de duración general Ven Te Chow..	19
8.11	Anexo 3.11: Curva de variación estacional.....	20
8.12	Anexo 3.12: Estudio de lluvias intensas emitida por INAMHI.....	21
8.13	Anexo 3.13: Ensayos del material de arrastre.....	26
8.14	Anexo 3.14: Parámetros iniciales del cauce natural de las quebradas.....	44
8.15	Anexo 3.15: Tensiones tractiva, erosión y/o sedimentación del cauce.....	45
8.16	Anexo 3.16: Cálculo de los niveles de agua, método de Leach.....	46
8.17	Anexo 3.17: Tramos de quebrada con pendientes semejantes.....	47
8.18	Anexo 3.18: Valores de F, A y m para cauces estables.....	56
8.19	Anexo 3.19: Grafico 6.1, velocidad de caída de las partículas naturales.....	49
8.20	Anexo 3.20: Condiciones de estabilidad por el método de Altunin.....	50
8.21	Anexo 3.21: Nivel de socavación en tramos rectos del cauce natural.....	59
8.22	Anexo 5.1: Matriz de Leopold.....	60
8.23	Anexo 6.1: Análisis de precios unitarios.....	61
8.24	Anexo 6.2: Especificaciones técnicas de construcción.....	97

ANEXO 3.1

PROYECTO: ESTUDIO HIDROLÓGICO, DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE LAS QUEBRADAS QUE ATRAVIESAN LA CABECERA PARROQUIAL DE PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

UBICACION: PARROQUIA PACHICUTZA; SECTOR "QUEBRADA 1"

DATOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

PTO	NORTE = Y	ESTE = X	COTA	DESCRIP
100	9594018.663	764735.531	1052.351	EST
101	9594016.369	764725.648	1051.917	E000
102	9594017.748	764730.205	1052.026	D5
103	9594017.527	764735.168	1052.091	D10
104	9594014.206	764721.422	1052.634	I5
105	9594011.616	764717.274	1053.398	I10
106	9594004.301	764742.156	1049.304	E20
107	9594007.907	764744.214	1050.854	D4.5
108	9594011.911	764746.230	1051.424	D9
109	9594000.102	764739.284	1049.443	I5
110	9593993.544	764736.127	1049.702	I12.4
111	9593991.764	764735.631	1051.997	I12.90
112	9593990.046	764756.357	1046.221	E40
113	9593994.951	764757.686	1048.363	D5
114	9593999.737	764758.826	1049.404	D10
115	9593986.334	764755.398	1046.864	I4
116	9593985.228	764754.487	1051.127	I4.5
117	9593987.620	764774.835	1045.351	E60
118	9593992.643	764775.241	1045.932	D5
119	9593997.463	764776.053	1046.193	D10
120	9593982.672	764774.562	1047.402	I5
121	9593979.250	764775.062	1049.658	I9
122	9593991.019	764797.201	1045.371	EST
123	9593984.331	764793.322	1043.952	E80
124	9593989.067	764794.589	1044.627	D5
125	9593993.916	764796.434	1045.385	D10
126	9593998.880	764797.860	1045.781	D15
127	9593982.157	764792.409	1045.259	I2.3
128	9593977.760	764791.244	1045.907	I7.3
129	9593986.197	764856.997	1040.179	EST
130	9593984.168	764813.498	1041.955	E100
131	9593989.064	764814.782	1042.753	D5
132	9593994.236	764815.753	1043.233	D10
133	9593998.704	764816.827	1044.009	D15
134	9593979.542	764811.974	1042.133	I5
135	9593974.547	764811.172	1043.851	I10
136	9593977.276	764831.003	1039.789	E120
137	9593982.168	764830.475	1041.303	D5
138	9593987.277	764829.480	1041.502	D10
139	9593993.016	764830.825	1041.842	D15
140	9593972.816	764830.127	1041.536	I4
141	9593968.339	764830.197	1040.969	I9
142	9593978.128	764850.023	1037.503	E140
143	9593981.500	764852.518	1037.849	D5
144	9593982.411	764852.652	1040.015	D5.10
145	9593987.532	764853.922	1040.347	D10
146	9593992.494	764854.893	1040.198	D15
147	9593975.427	764849.403	1039.011	I2
148	9593970.370	764848.900	1039.243	I7
149	9593965.555	764847.165	1038.613	I22
150	9593972.873	764870.251	1035.154	E160
151	9593977.466	764872.140	1036.425	D5
152	9593982.078	764873.618	1037.952	D10
153	9593986.693	764875.643	1037.452	D15
154	9593967.378	764869.171	1037.216	I5
155	9593962.562	764867.886	1037.258	I10

ANEXO 3.1

156	9593946.660	764947.748	1029.663	EST
157	9593971.545	764871.434	1035.283	E180
158	9593975.611	764874.062	1036.153	D5
159	9593980.022	764876.126	1037.676	D10
160	9593965.362	764869.863	1036.34	I7
161	9593963.740	764869.447	1037.309	I9
162	9593966.387	764889.926	1033.43	E200
163	9593970.159	764893.178	1034.213	D5
164	9593974.374	764895.734	1035.362	D10
165	9593963.397	764887.373	1033.505	I4
166	9593960.274	764884.795	1034.513	I8
167	9593953.750	764904.804	1030.884	E220
168	9593958.416	764906.247	1032.267	D5
169	9593962.572	764909.098	1032.447	D10
170	9593949.483	764902.878	1032.778	I5
171	9593948.241	764901.580	1033.875	I7
172	9593950.953	764925.071	1029.665	E240
173	9593955.827	764927.732	1030.239	D5
174	9593960.129	764930.230	1031.777	D10
175	9593946.627	764922.714	1030.25	I5
176	9593943.041	764920.372	1031.664	I10
177	9593938.492	764940.736	1027.539	E260
178	9593942.443	764943.803	1028.172	D5
179	9593946.893	764945.412	1029.077	D10
180	9593934.760	764937.431	1027.939	I5
181	9593932.003	764935.353	1029.94	I9
182	9593923.798	764972.254	1026.578	EST
183	9593928.855	764957.600	1025.705	E280
184	9593932.807	764960.554	1027.471	D5
185	9593936.618	764963.355	1027.876	D10
186	9593925.029	764954.938	1026.122	I5
187	9593922.550	764952.185	1028.329	I9
188	9593915.343	764971.932	1023.434	E300
189	9593919.596	764975.887	1025.95	D5
190	9593923.042	764979.041	1025.909	D10
191	9593912.230	764968.189	1025.056	I5
192	9593909.017	764966.383	1024.975	I10
193	9593896.164	765001.675	1022.602	EST
194	9593899.746	764984.780	1020.767	E320
195	9593903.608	764987.775	1021.928	D5
196	9593907.702	764989.847	1023.044	D10
197	9593896.091	764981.789	1024.119	I5
198	9593890.598	764981.565	1024.235	I10
199	9593890.026	765001.803	1019.551	E340
200	9593894.622	765005.027	1021.874	D5
201	9593898.553	765007.430	1021.909	D10
202	9593886.170	764999.352	1019.948	I5
203	9593882.537	764995.848	1022.624	I10
204	9593880.033	765018.574	1017.763	E360
205	9593885.116	765017.585	1018.238	D5
206	9593890.107	765018.130	1018.516	D10
207	9593875.917	765018.938	1019.804	I5
208	9593870.665	765018.286	1019.695	I10
209	9593879.500	765039.949	1017.143	I10
210	9593884.770	765038.453	1016.954	I5
211	9593887.390	765036.554	1015.376	E380
212	9593892.639	765032.701	1016.012	D5
213	9593897.735	765032.689	1017.704	D10
214	9593900.835	765061.372	1016.325	EST - 8
215	9593903.577	765055.080	1016.689	D10
216	9593898.665	765054.372	1016.347	D5
217	9593894.408	765052.025	1013.81	E400
218	9593889.281	765050.091	1014.671	I5
219	9593885.573	765047.993	1015.591	I10

ANEXO 3.1

220	9593893.421	765071.030	1011.16	E420
221	9593888.874	765069.825	1012.318	I5
222	9593884.487	765072.184	1012.034	I10
223	9593899.333	765069.782	1014.128	D5
224	9593903.659	765070.369	1014.491	D10
226	9593897.131	765091.325	1013.21	EST - 9
227	9593893.483	765091.569	1012.607	D2
228	9593896.067	765093.208	1012.808	D5
229	9593900.853	765095.339	1012.773	D10
230	9593890.672	765090.189	1009.54	E440
231	9593886.503	765089.156	1009.949	I5
232	9593881.350	765087.682	1010.558	I10
233	9593874.781	765125.413	1006.011	EST - 10
234	9593889.828	765114.983	1008.531	D10
235	9593886.250	765111.158	1007.812	D5
236	9593883.572	765108.613	1007.142	E460
237	9593880.063	765105.915	1007.718	I5
238	9593875.877	765105.483	1009.819	I10
239	9593866.615	765128.008	1005.461	I10
240	9593871.808	765127.979	1005.381	I5
241	9593875.978	765127.945	1005.457	E480
242	9593881.608	765128.132	1007.436	D5
243	9593885.960	765129.710	1007.251	D10
244	9593867.308	765160.564	1005.519	EST - 11
245	9593871.887	765147.492	1003.943	E500
246	9593876.120	765147.546	1005.09	D5
247	9593880.583	765148.803	1006.233	D10
248	9593865.624	765145.710	1005.517	I5
249	9593861.500	765146.762	1005.953	I10
250	9593865.630	765170.084	1003.954	I10
251	9593869.879	765169.619	1003.478	I5
252	9593874.062	765167.792	1001.888	E520
253	9593878.830	765166.174	1002.94	D5
254	9593883.176	765165.965	1005.489	D10
255	9593879.914	765178.334	1001.087	E
256	9593876.661	765183.798	1003.506	EJEPUENTE
300	9594031.212	764712.435	1053.159	E
301	9594026.874	764710.198	1054.268	I5
302	9594022.356	764708.554	1053.933	I10
303	9594017.295	764708.101	1054.413	I15
304	9594033.931	764714.398	1056.923	D2
305	9594038.450	764716.165	1057.830	D7
306	9594043.164	764718.698	1057.438	D12
307	9594035.195	764692.125	1055.550	E
308	9594034.321	764691.583	1055.597	II
309	9594030.253	764688.942	1055.905	I6
310	9594025.462	764687.904	1056.180	I11
311	9594021.358	764687.071	1057.326	I15
312	9594037.145	764692.249	1055.756	D1
313	9594045.757	764697.332	1057.978	D8
314	9594049.222	764699.661	1060.052	D10
315	9594053.193	764702.653	1060.124	D15
316	9594039.630	764680.895	1056.920	E
317	9594038.725	764680.195	1057.129	II
318	9594035.435	764677.434	1057.582	I6
319	9594030.893	764674.933	1057.548	I11
320	9594040.951	764682.073	1057.381	D1
321	9594045.933	764685.556	1057.989	D6
322	9594054.484	764691.945	1061.078	D16
323	9594057.517	764694.962	1061.330	D20
324	9594009.700	764707.884	1055.008	CUNETA-VIA
325	9594006.201	764699.237	1056.891	CUNETA-VIA

ANEXO 3.1

PROYECTO: ESTUDIO HIDROLÓGICO, DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE LAS QUEBRADAS QUE ATRAVIESAN LA CABECERA PARROQUIAL DE PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

UBICACION: PARROQUIA PACHICUTZA; SECTOR "QUEBRADA 2"

DATOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

PTO	NORTE = Y	ESTE = X	COTA	DESCRIP
100	9594374.800	765386.127	1003.899	EST
101	9594376.956	765434.200	998.369	E
102	9594375.716	765433.621	1000.05	I1
103	9594373.281	765432.731	1000.188	I3
104	9594378.195	765434.171	999.975	D1
105	9594381.922	765435.310	999.954	D5
106	9594381.405	765423.057	1000.492	D3
107	9594380.450	765422.580	999.952	D1.5
108	9594380.259	765422.539	999.281	D1.4
109	9594378.932	765422.287	998.841	E
110	9594376.905	765421.964	998.999	I2.2
111	9594375.690	765421.856	1000.144	I3
112	9594373.866	765421.512	1000.945	I5
113	9594369.865	765421.288	1000.691	I10
114	9594377.468	765404.353	1000.405	E
115	9594379.032	765404.425	1000.666	D1.5
116	9594382.551	765403.894	1001.76	D5.2
117	9594389.008	765402.997	1001.904	D11
118	9594376.292	765404.255	1000.544	I1.3
119	9594375.904	765404.282	1001.432	I1.7
120	9594373.002	765404.765	1002.237	I5
121	9594370.120	765405.012	1002.868	I8
122	9594367.269	765393.503	1003.462	I10
123	9594373.885	765395.919	1003.139	I3
130	9594375.581	765395.633	1001.803	I1.5
131	9594377.227	765395.954	1000.945	E
132	9594379.297	765396.123	1001.829	D2
133	9594382.033	765395.989	1002.337	D5
134	9594384.502	765396.601	1002.619	D7.5
135	9594375.669	765384.321	1004.277	ECALLE
136	9594372.174	765382.734	1004.373	IC4
137	9594379.219	765386.478	1004.089	DC4
138	9594373.997	765364.914	1005.97	ECALL
139	9594369.464	765363.598	1006.133	IC5
140	9594378.740	765366.481	1006.145	DC5
141	9594383.428	765367.931	1006.038	DC10
142	9594364.662	765362.376	1006.549	IC10
143	9594373.680	765362.107	1004.218	E
144	9594372.191	765362.685	1005.074	I2.6
145	9594368.964	765362.684	1006.158	I5
146	9594365.973	765362.822	1006.457	I8
147	9594375.171	765361.577	1004.967	D1.5
148	9594375.410	765361.201	1006.772	D1.6
149	9594377.986	765360.057	1006.184	D2.5
150	9594381.244	765359.536	1006.354	D7.7
151	9594367.401	765283.562	1014.541	EST
152	9594365.445	765347.661	1006.159	E
153	9594363.579	765348.71	1006.871	I2
154	9594363.347	765348.941	1008.126	I2.51
155	9594361.542	765349.634	1008.124	I4
156	9594358.393	765350.636	1008.095	I8
157	9594366.424	765347.603	1006.754	D1

ANEXO 3.1

158	9594370.630	765346.026	1007.439	D5
159	9594375.274	765343.702	1007.336	D10
160	9594357.303	765328.649	1008.258	E
161	9594356.842	765328.936	1008.9	I0.50
162	9594353.301	765328.683	1009.56	I4
163	9594349.413	765328.501	1009.98	I8
164	9594358.115	765328.656	1008.674	D0.50
165	9594362.266	765326.628	1008.927	D5
166	9594367.023	765324.489	1009.739	D10
167	9594366.065	765314.055	1010.711	D10
168	9594361.317	765312.121	1010.912	D6
169	9594358.942	765310.96	1010.552	D3
170	9594355.965	765309.717	1009.467	E
171	9594354.108	765308.693	1010.137	I2
172	9594352.277	765307.985	1010.649	I5
173	9594347.807	765306.539	1011.552	I10
174	9594365.471	765285.998	1011.916	E
175	9594367.430	765287.127	1013.574	D3
176	9594369.380	765287.506	1014.502	D5
177	9594373.789	765289.231	1014.683	D10
178	9594362.897	765284.784	1014.332	I3
179	9594361.350	765283.909	1014.513	I5
180	9594357.124	765281.304	1014.387	I10
181	9594374.770	765266.766	1013.419	E
182	9594382.882	765242.164	1017.648	EST
183	9594370.044	765264.064	1014.574	I5
184	9594365.789	765261.448	1015.078	I10
185	9594376.240	765267.237	1014.355	D2
186	9594379.079	765267.885	1015.985	D5
187	9594383.484	765268.855	1016.223	D10
188	9594377.164	765252.819	1014.797	E
189	9594374.863	765252.829	1016.038	I2
190	9594372.681	765252.267	1016.504	I5
191	9594367.727	765251.255	1016.456	I10
192	9594379.717	765252.588	1015.37	D2
193	9594381.858	765252.771	1015.647	D5
194	9594386.942	765252.965	1015.582	D10
195	9594382.412	765233.787	1017.44	E
196	9594377.297	765232.882	1018.009	I5
197	9594372.121	765231.692	1017.968	I10
198	9594386.872	765234.385	1017.88	D5
199	9594392.024	765234.888	1017.902	D10
200	9594386.043	765214.491	1019.32	E
201	9594381.113	765214.117	1019.084	I5
202	9594376.437	765214.053	1018.795	I10
203	9594391.207	765214.339	1019.466	D5
204	9594395.829	765214.193	1020.127	D10
205	9594404.636	765201.682	1021.419	D10
206	9594400.126	765199.371	1021.266	D5
207	9594395.809	765196.907	1021.182	E
208	9594390.921	765195.794	1021.586	I5
209	9594386.121	765195.153	1021.622	I10
210	9594393.021	765174.834	1024.156	I10
211	9594397.823	765176.442	1023.922	I5
212	9594402.453	765178.054	1022.938	E
213	9594407.347	765179.346	1022.947	D5
214	9594412.149	765180.687	1023.061	D10

ANEXO 3.2

**PROYECTO: ESTUDIO HIDROLÓGICO, DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y CORRECCIÓN
HIDROLÓGICA DE LAS QUEBRADAS QUE ATRAVIESAN LA CABECERA PARROQUIAL DE
PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.**

PERFIL EJE NATURAL DE QUEBRADA

QUEBRADA 1

<i>Abscisa</i>	<i>Cota</i>
0+000.00	1056.920
0+012.07	1055.550
0+032.77	1053.159
0+052.64	1051.917
0+073.09	1049.304
0+093.21	1046.221
0+111.85	1045.351
0+130.63	1043.952
0+150.80	1041.955
0+169.62	1039.789
0+188.66	1037.503
0+209.56	1035.154
0+230.27	1033.430
0+249.79	1030.884
0+270.25	1029.665
0+290.27	1027.539
0+309.69	1025.705
0+329.39	1023.434
0+349.60	1020.767
0+369.43	1019.551
0+388.72	1017.763
0+408.15	1015.376
0+425.13	1013.810
0+444.17	1011.160
0+463.52	1009.540
0+483.27	1007.142
0+504.04	1005.457
0+524.01	1003.943
0+544.42	1001.888

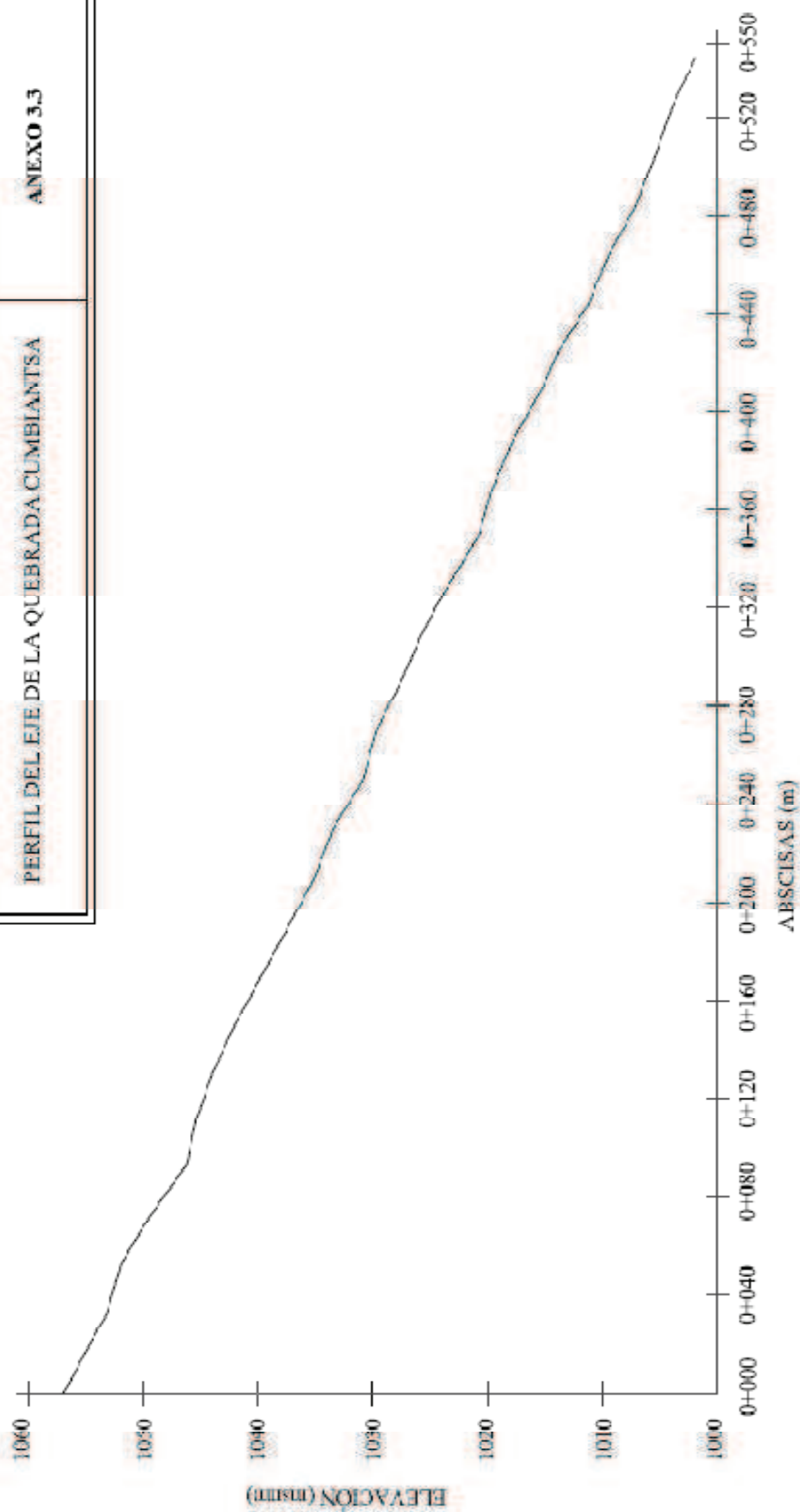
QUEBRADA 2

<i>Abscisa</i>	<i>Cota</i>
0+000	998.369
0+011.91	998.841
0+029.9	1000.405
0+038.3	1000.945
0+072.33	1004.218
0+088.96	1006.159
0+109.63	1008.258
0+128.61	1009.467
0+154.16	1011.916
0+175.52	1013.419
0+189.67	1014.797
0+209.41	1017.440
0+229.04	1019.320
0+249.15	1021.182
0+269.14	1022.938

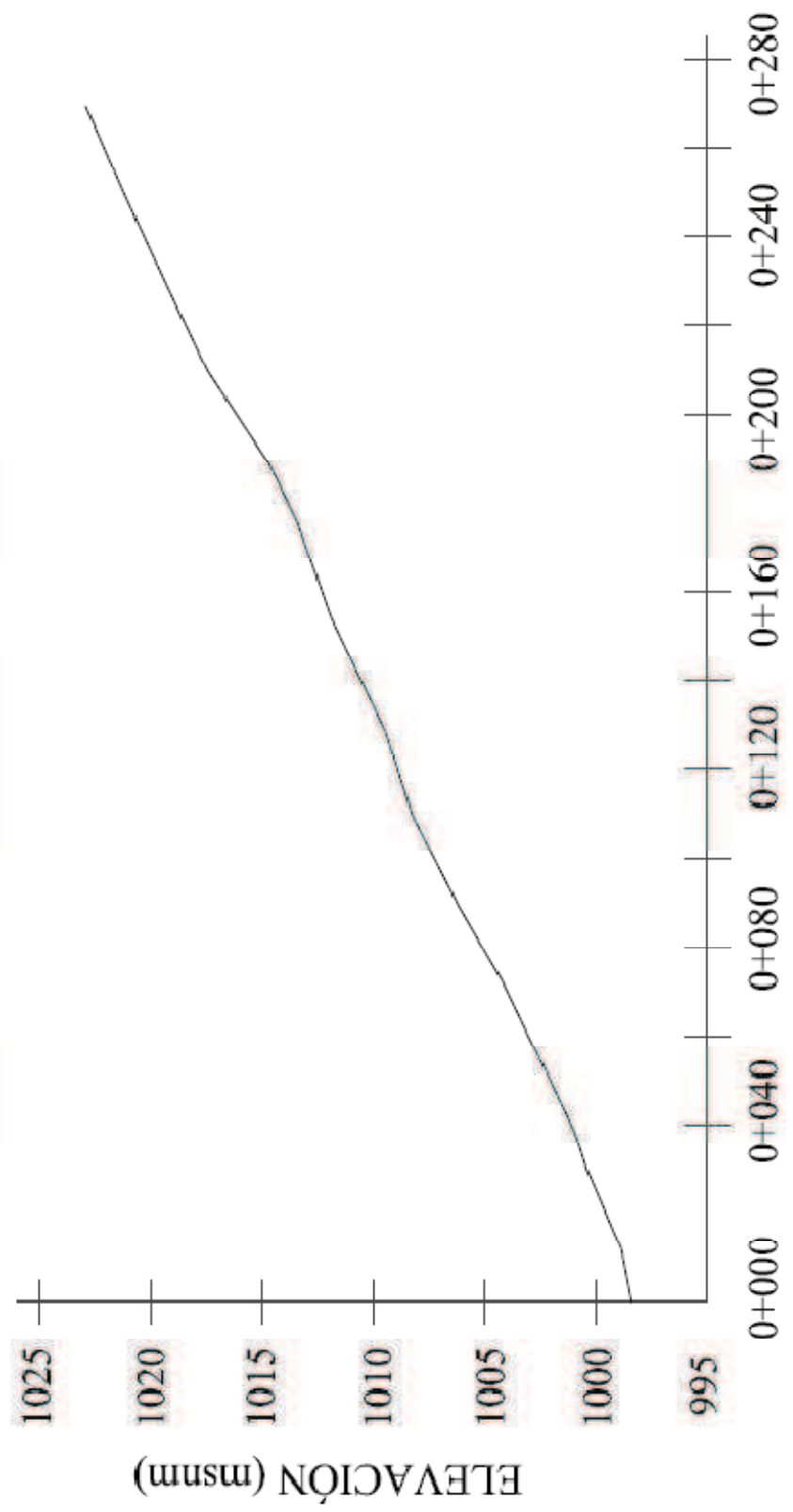
**ESTUDIO HIDROLÓGICO, DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y
CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE LAS QUEBRADAS QUE ATRAVIESAN LA
CABECERA PARROQUIAL DE PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.**

PERFIL DEL EJE DE LA QUEBRADA CUMBIANTSA

ANEXO 3.3



<p align="center">ESTUDIO HIDROLÓGICO, DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE LAS QUEBRADAS QUE ATRAVIESAN LA CABECERA PARROQUIAL DE PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.</p>	
<p align="center">PERFIL DEL EJE DE LA QUEBRADA2 "SIN NOMBRE"</p>	<p align="center">ANEXO 3.3</p>



ANEXO 3.4

PROYECTO: ESTUDIO HIDROLÓGICO, DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE LAS QUEBRADAS QUE ATRAVIESAN LA CABECERA PARROQUIAL DE PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

UBICACION: PARROQUIA PACHICUTZA; SECTOR "QUEBRADA 1"

PERFILES TRANSVERSALES

Izquierda			Eje	Derecha			
11	6	1	0+000.00	1	6	16	20
1057.548	1057.582	1057.129	1056.920	1057.381	1057.989	1061.078	1061.3
15	11	6	0+012.07	1	8	10	15
1057	1056.18	1055.905	1055.597	1055.550	1055.756	1057.978	1060.052
19	15	10	0+032.77	2	7	12	
1055	1054.413	1053.933	1054.268	1053.159	1056.923	1057.830	1057.438
		9.63	0+052.64	4.76	9.69		
		1053.398	1052.634	1051.917	1052.026	1052.091	
14.13	12.36	4.93	0+073.09	4	8.79		
1051.997	1049.702	1049.443	1049.304	1050.854	1051.424		
	5.17	3.83	0+093.21	5.08	10		
	1051.127	1046.864	1046.221	1048.363	1049.404		
	8.37	4.82	0+111.85	5.04	9.92		
	1049.658	1047.402	1045.351	1045.932	1046.193		
	6.89	2.36	0+130.63	4.9	10.08	15.24	
	1045.907	1045.259	1043.952	1044.627	1045.385	1045.781	
	9.75	4.72	0+150.80	5.06	10.32	14.92	
	1043.851	1042.133	1041.955	1042.753	1043.233	1044.009	
	8.97	4.55	0+169.62	4.92	10.12	15.74	
	1040.969	1041.536	1039.789	1041.303	1041.502	1041.842	
12.97	7.85	2.77	0+188.66	4.2	5.12	10.39	15.44
1038.613	1039.243	1039.011	1037.503	1037.849	1040.015	1040.347	1040.2
	10.58	5.6	0+209.56	4.97	9.95	14.84	
	1037.258	1037.216	1035.154	1036.425	1037.952	1037.452	
	7.98	3.93	0+230.27	4.98	9.88		
	1034.513	1033.505	1033.430	1034.213	1035.362		
	6.38	4.68	0+249.79	4.88	9.81		
	1033.875	1032.778	1030.884	1032.267	1032.447		
	9.2	4.89	0+270.25	5.55	10.53		
	1031.664	1030.250	1029.665	1030.239	1031.777		
	8.43	5	0+290.27	5	9.73		
	1029.940	1027.939	1027.539	1028.172	1029.077		
	8.31	4.66	0+309.69	4.93	9.66		
	1028.329	1026.122	1025.705	1027.471	1027.876		
	8.27	4.87	0+329.39	5.81	10.48		
	1024.975	1025.056	1023.434	1025.950	1025.909		
	10.22	4.72	0+349.60	5.04	9.63		
	1024.235	1024.119	1020.767	1021.928	1023.044		
	9.62	4.57	0+369.43	5.61	10.22		
	1022.624	1019.948	1019.551	1021.874	1021.909		
	9.42	4.13	0+388.72	5.18	10.18		
	1019.695	1019.804	1017.763	1018.238	1018.516		
	8.59	3.17	0+408.15	6.51	11.61		
	1017.143	1016.954	1015.376	1016.012	1017.704		
	9.74	5.48	0+425.13	4.86	9.82		
	1015.591	1014.671	1013.81	1016.347	1016.689		

ANEXO 3.4

9.67	4.69	0+444.17	6.04	10.41	
1012.034	1012.318	1011.16	1014.128	1014.491	
9.65	4.3	0+463.52	3.13	6.18	11.41
1010.558	1009.949	1009.54	1012.607	1012.808	1012.773
8.64	4.43	0+483.27	3.7	8.93	
1009.819	1007.718	1007.142	1007.812	1008.531	
9.36	4.17	0+504.04	5.64	10.24	
1005.461	1005.381	1005.457	1007.436	1007.251	
10.77	6.51	0+524.01	4.23	9.02	
1005.953	1005.517	1003.943	1005.090	1006.233	
8.84	4.57	0+544.42	5.0	9.39	
1003.954	1003.478	1001.888	1002.940	1005.489	

PROYECTO: ESTUDIO HIDROLÓGICO, DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE LAS QUEBRADAS QUE ATRAVIESAN LA CABECERA PARROQUIAL DE PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

UBICACION: PARROQUIA PACHICUTZA; SECTOR "QUEBRADA 2"

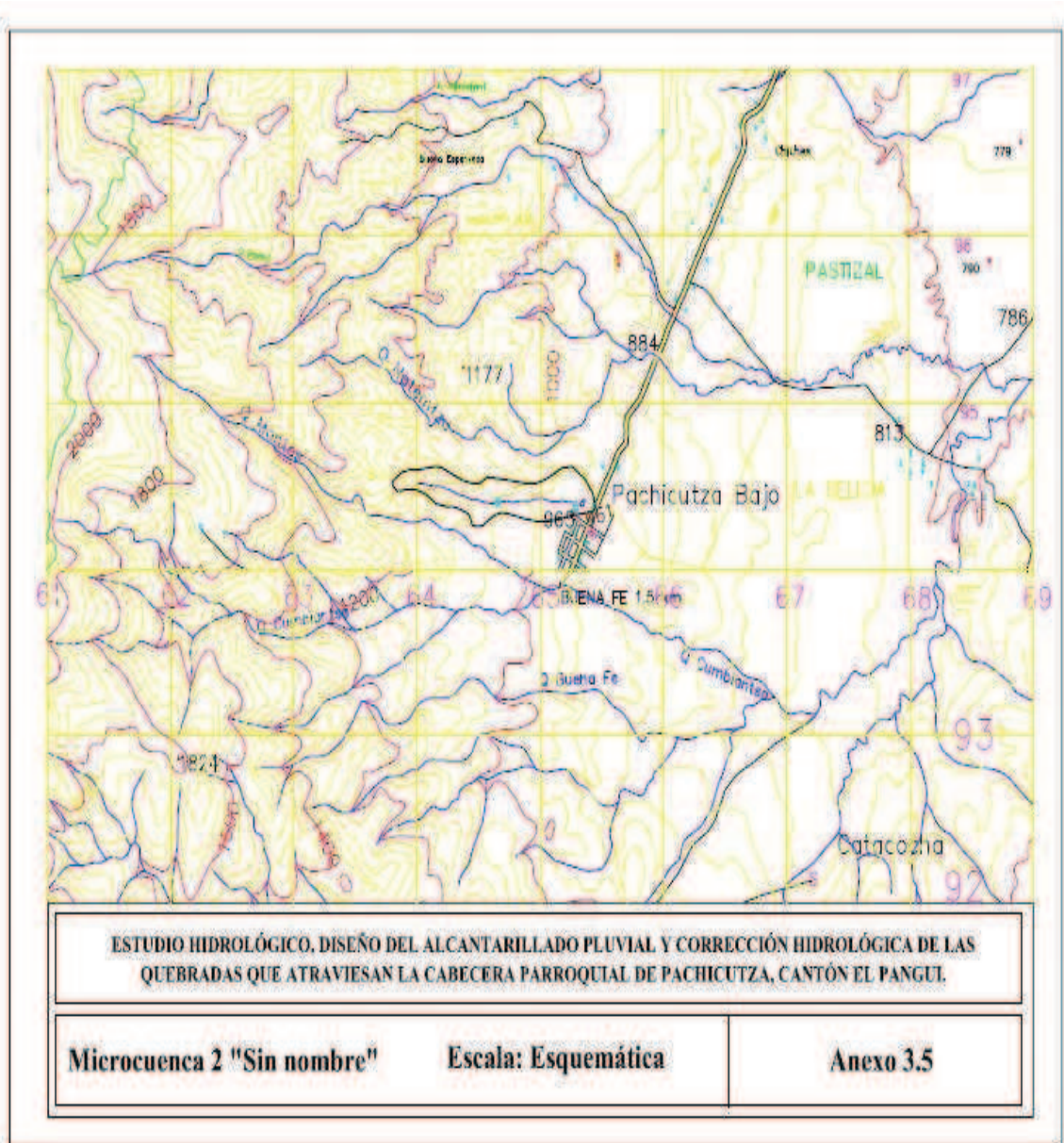
PERFILES TRANSVERSALES

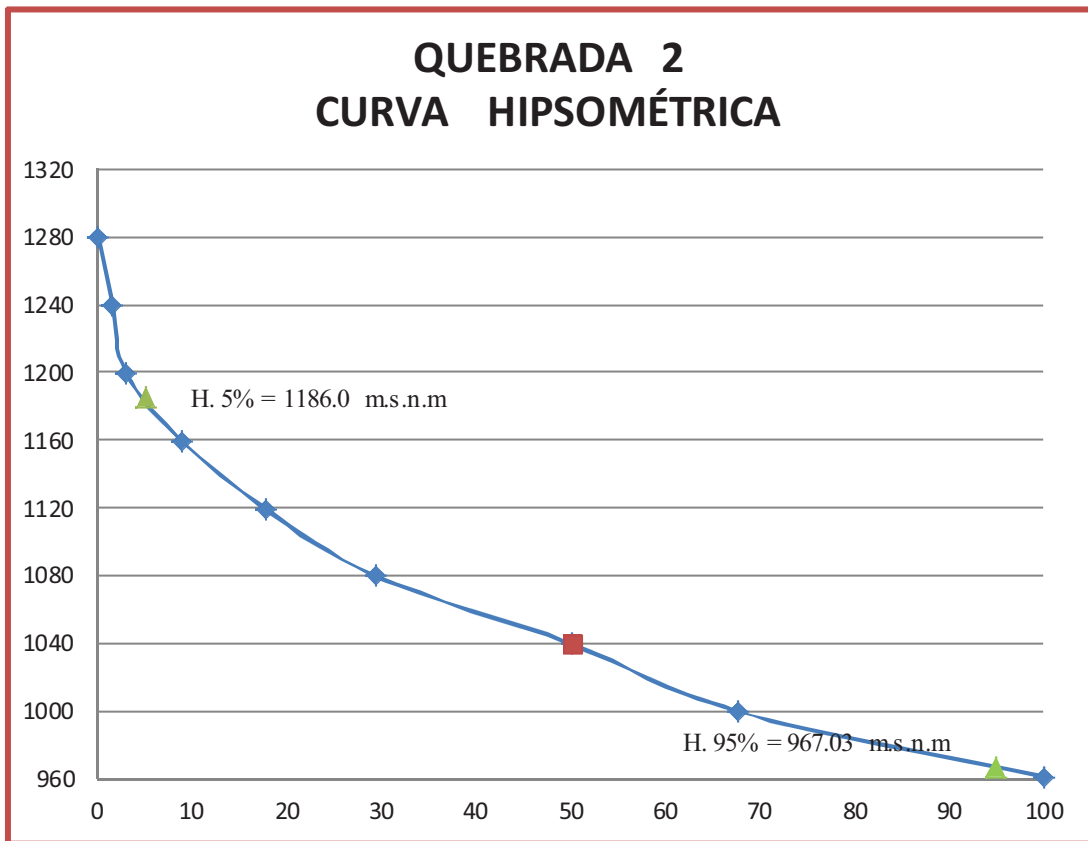
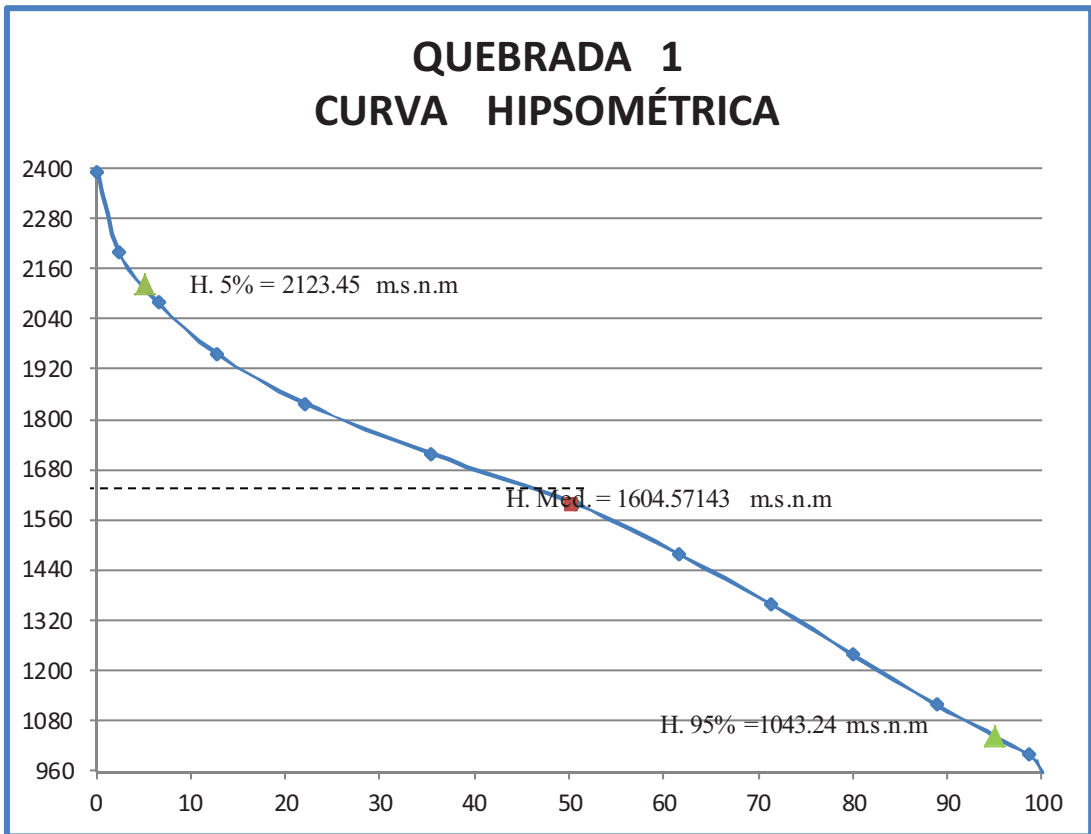
Izquierda		Eje		Derecha		
	5	1.7	0+000	1.1	4	5.5
	999.995	998.398	998.369	998.368	999.962	999.833
9.12	5.12	3.27	0+011.91	1.35	1.55	2.6
1001	1000.945	1000.144	998.841	999.281	999.952	1000.492
7.38	4.48	1.57	0+029.9	1.57	5.1	11.62
1003	1002.237	1001.432	1000.405	1000.666	1001.76	1001.904
	10.26	3.34	0+038.3	2.08	4.81	7.30
	1003.462	1003.139	1000.945	1001.829	1002.337	1002.619
	9.02	4.75	0+072.33	1.58	1.95	4.77
	1006.457	1006.158	1004.218	1004.967	1006.772	1006.184
7.65	4.37	2.46	0+088.96	0.98	5.44	10.60
1008	1008.124	1008.126	1006.159	1006.754	1007.439	1007.336
	7.93	4.04	0+109.63	0.77	5.36	10.54
	1009.98	1009.56	1008.258	1008.674	1008.927	1009.739
	8.76	4.07	0+128.61	3.23	5.87	10.99
	1011.552	1010.649	1009.467	1010.552	1010.912	1010.711
	9.58	4.62	0+154.16	2.26	4.19	8.92
	1014.387	1014.513	1011.916	1013.574	1014.502	1014.683
	10.44	5.44	0+175.52	1.54	4.45	8.96
	1015.08	1014.57	1013.419	1014.36	1015.99	1016.223
	9.57	4.52	0+189.67	2.56	4.69	9.78
	1016.46	1016.504	1014.797	1015.37	1015.647	1015.582
	10.50	5.19	0+209.41	4.50	9.67	
	1017.968	1018.009	1017.440	1017.88	1017.902	
	9.62	4.93	0+229.04	5.17	9.79	
	1018.795	1019.084	1019.320	1019.466	1020.127	
	9.85	5.01	0+249.15	4.97	10.04	
	1021.622	1021.586	1021.182	1021.266	1021.419	
	9.96	4.90	0+269.14	5.06	10.05	
	1024.156	1023.922	1022.938	1022.947	1023.061	

ANEXO 3.5

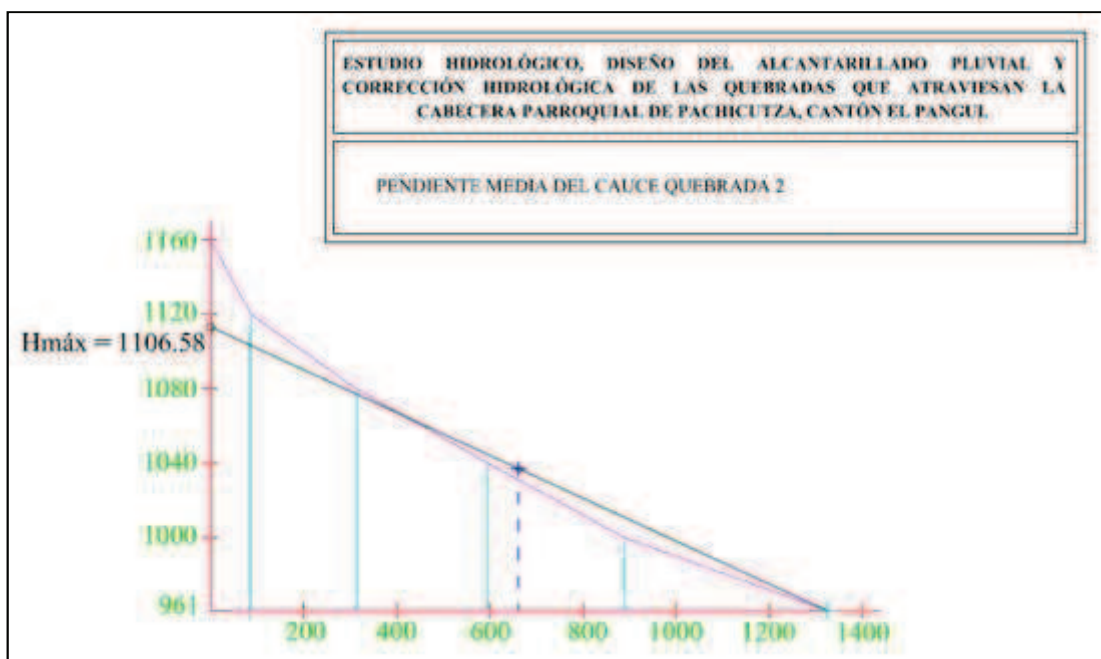
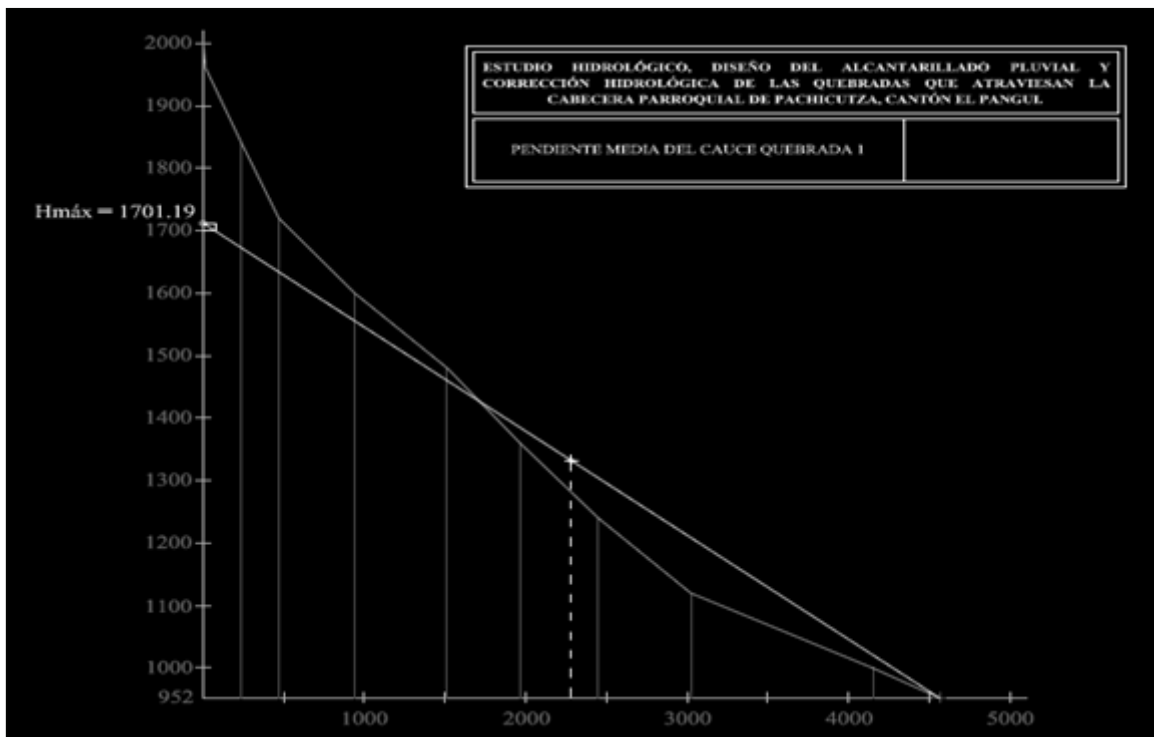


ANEXO 3.5





ANEXO 3.7



Estación : Los Encuentros

Codigo : M-505 Latitud : 03°46'15"S Longitu : 78°36'40"W Altitud : 800 msnm.

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1976	161.7	190.3	220.8	212.1	197.1	179.8	154.3	167.0	148.5	163.6	134.7	157.9	2087.8
1977	202.7	237.1	216.7	196.5	146.5	230.1	134.6	185.0	148.8	230.1	108	171.6	2207.7
1978	154.8	127	211.9	196.8	211.3	191.9	164.6	159.3	216.3	121	147.9	167.4	2070.2
1979	148.2	130.5	211.8	215.5	174.5	166.9	173.5	74.4	112.1	59.1	74.0	129.2	1669.7
1980	202.0	179.5	348.8	116.9	133.7	199.5	189.0	131.3	105.2	244.5	71.0	155.8	2077.2
1981	156.1	249.1	204.0	260.3	85.3	186.7	119.0	135.9	135.4	127.6	290.2	220.8	2170.4
1982	46.9	109.0	154.1	253.5	307.6	133.0	154.4	205.1	90.3	97.9	54.6	158.9	1765.3
1983	221.0	300.2	198.3	245.3	320.7	150.6	144.7	277.7	231.6	265.1	197.0	101.3	2653.5
1984	191.4	191.4	209.5	228.7	258.9	165.2	149.5	222.4	190.0	214.4	165.9	129.6	2316.9
1985	161.7	190.3	220.8	212.1	197.1	179.8	154.3	167.0	148.5	163.6	134.7	157.9	2087.8
Anual	1646.5	1904.4	2196.7	2137.7	2032.7	1783.5	1537.9	1725.1	1526.7	1686.9	1378.0	1550.4	21106.5
Media	164.7	190.4	219.7	213.8	203.3	178.4	153.8	172.5	152.7	168.7	137.8	155.0	2110.7

Fuente : INECEL

Retirada

Estación de Apoyo

ANEXO 3.9

PROYECTO: ESTUDIO HIDROLÓGICO, Y CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE LAS QUEBRADAS QUE ATRAVIESAN LA CABECERA PARROQUIAL DE PACHICUTZA, CANTÓN

PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL PARA LA ESTACIÓN X EN EL CENTRO DE

$$Pm_x = \frac{\frac{Pma}{Da^2} + \frac{Pmb}{Db^2}}{\frac{1}{Da^2} + \frac{1}{Db^2}}$$

Da (Yanzatza) = 24919.2753 m

Db (Gualaquiza) = 29419.7434 m

Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
1978	155.2	128.6	261.8	251.1	218.8	261.8	205.0	190.5	223.5	142.8	133.7	143.4	2316.3
1979	147.6	99.5	208.9	258.3	185.3	169.5	174.5	111.6	124.8	82.2	180.3	152.0	1894.5
1980	143.7	141.7	258.8	169.1	213.7	197.9	211.4	134.8	132.0	188.1	109.4	91.5	1992.2
1981	131.6	190.9	172.2	324.0	186.0	205.7	195.8	158.7	104.3	133.5	112.6	199.7	2115.0
1982	87.9	87.5	192.5	274.7	279.1	174.5	166.5	193.9	152.9	169.2	132.5	187.1	2098.3
1983	174.5	222.5	223.7	313.0	270.4	159.9	116.7	149.5	182.7	183.9	128.2	160.7	2285.8
1984	53.5	146.3	181.2	175.7	174.3	287.0	157.3	154.6	140.9	158.0	153.8	95.2	1877.9
1985	84.0	79.9	104.7	173.8	235.7	286.5	146.2	185.3	112.8	143.9	184.6	121.6	1859.2
1986	91.2	101.0	131.8	262.5	153.7	74.6	135.7	72.1	162.1	117.4	171.6	113.7	1587.4
1987	112.8	191.3	129.2	239.2	234.6	206.4	254.5	140.2	91.9	101.5	174.2	91.0	1966.6
1988	68.8	236.8	122.7	196.1	122.3	127.3	124.5	84.7	102.0	207.1	182.3	123.7	1698.4
1989	176.0	206.0	169.2	185.2	216.3	224.1	197.5	121.8	124.9	245.0	168.6	65.0	2099.7
1990	176.8	151.3	213.2	132.6	91.2	319.6	228.8	95.0	96.8	223.6	253.9	244.8	2227.5
1991	121.2	179.7	167.3	200.5	227.9	225.0	157.7	105.4	132.0	160.6	208.7	147.5	2033.6
1992	89.3	79.7	313.5	138.9	180.3	242.3	155.4	122.2	220.6	102.9	77.8	207.1	1930.0
1993	101.2	204.7	298.8	360.6	209.7	196.6	225.8	194.5	172.0	171.2	103.9	158.9	2397.8
1994	131.7	131.6	219.6	217.8	291.0	239.1	165.0	125.7	197.8	141.2	185.7	195.0	2241.2
1995	120.0	76.1	131.2	160.4	364.5	194.9	141.6	69.6	93.8	113.9	175.7	87.3	1728.9
1996	156.9	155.7	180.9	194.6	204.1	193.0	156.6	168.3	179.1	152.7	116.0	132.9	1990.8
1997	139.2	146.7	138.4	214.0	163.8	108.6	131.0	142.6	96.2	93.8	112.6	95.3	1581.9
1998	146.4	118.1	128.4	270.1	141.5	228.8	152.7	76.1	60.1	144.5	87.9	43.0	1597.6
1999	141.1	132.6	185.5	339.2	153.8	283.6	189.8	152.1	176.0	126.1	113.7	123.6	2117.1
2000	81.3	122.3	156.0	129.8	336.9	230.3	132.3	121.8	224.6	82.7	56.1	99.6	1773.7
2001	116.7	104.9	166.5	290.8	233.0	305.3	218.8	116.6	150.1	171.3	61.0	127.4	2062.4
2002	67.8	127.0	135.0	212.1	159.5	204.8	252.8	110.3	107.0	122.3	156.4	106.1	1760.9
2003	106.5	103.5	155.1	191.6	242.7	273.7	155.8	115.4	90.5	97.8	61.5	109.0	1702.9
2004	56.8	93.4	181.7	174.1	216.2	347.7	233.6	135.0	104.5	178.3	169.6	142.9	2033.7
2005	64.7	144.6	180.1	165.6	52.6	94.3	36.6	34.8	39.1	100.9	79.4	111.8	1104.6
2006	147.5	120.0	164.8	218.6	127.0	195.1	130.3	172.3	113.0	112.1	169.3	199.8	1869.9
Total	3391.7	4024.0	5272.8	6433.9	5885.8	6257.8	4950.2	3755.3	3908.1	4168.5	4021.0	3876.7	55945.8

ANEXO 3.10

ESTUDIO HIDROLÓGICO, Y CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE LAS QUEBRADAS QUE ATRAVIESAN LA CABECERA PARROQUIAL DE PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI

QUEBRADA 1

Probabilidad %	Coefficiente +/- K	Q. Ajustado (m³/s)
0.01	7.20	1.08
0.10	5.00	0.84
1.00	3.20	0.64
5.00	1.90	0.50
20.00	0.70	0.36
50.00	-0.20	0.27
80.00	-0.80	0.20
90.00	-1.30	0.14
95.00	-1.60	0.11

QUEBRADA 2

Probabilidad %	Coefficiente +/- K	Q. Ajustado (m³/s)
0.01	8.28	0.067
0.10	5.75	0.051
1.00	3.40	0.035
5.00	1.90	0.026
20.00	0.70	0.018
50.00	-0.20	0.012
80.00	-0.80	0.008
90.00	-1.20	0.005
95.00	-1.40	0.004

PROBABILIDAD : $P = (m / n + 1) * 100$

CAUDAL MEDIO MENSUAL PLURIANUAL (Qm) m³/s = $S (Q_i) / n =$

DESVIACIÓN TÍPICA (dQ) m³/s = $\{(S (Q_i - Q_m)^2) / (n - 1)\}^{0.5} =$

COEFICIENTE DE VARIACION (Cv) = dQ / Q_m

COEFICIENTE DE OBLICUIDAD (Cs) = $3 * C_v + C_v^3$

Quebrada 1

Quebrada 2

0.29 m³/s

0.01 m³/s

0.11 m³/s

0.01 m³/s

0.383

0.500

1.204

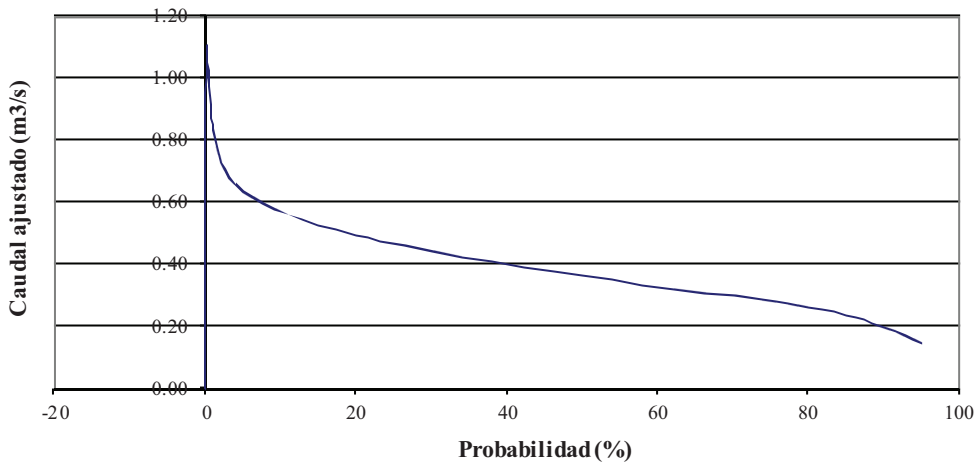
1.626

Entrando con Cs y P% en la tabla de doble entrada, determinar los valores de K, para las diferentes probabilidades (P).

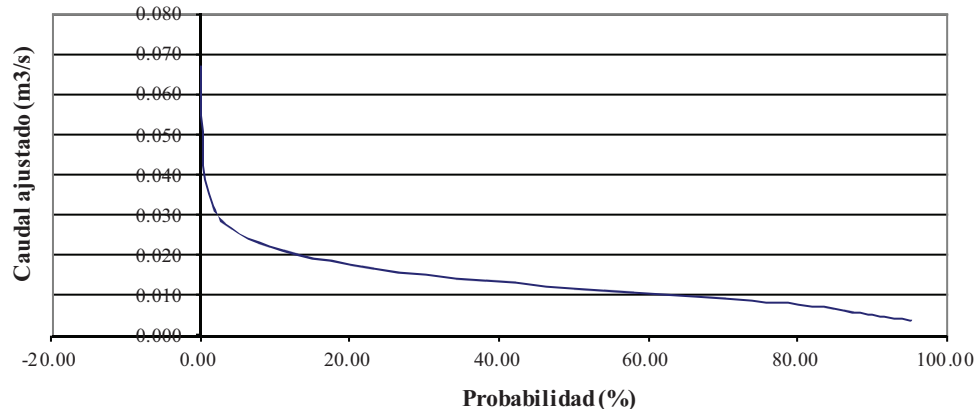
Trazar la curva de duración teórica por los puntos ajustados P y Q, calculados así:

$$Q_i = Q_m + dQ * K_i$$

CURVA DE DURACION GENERAL; SECTOR "QUEBRADA 1"

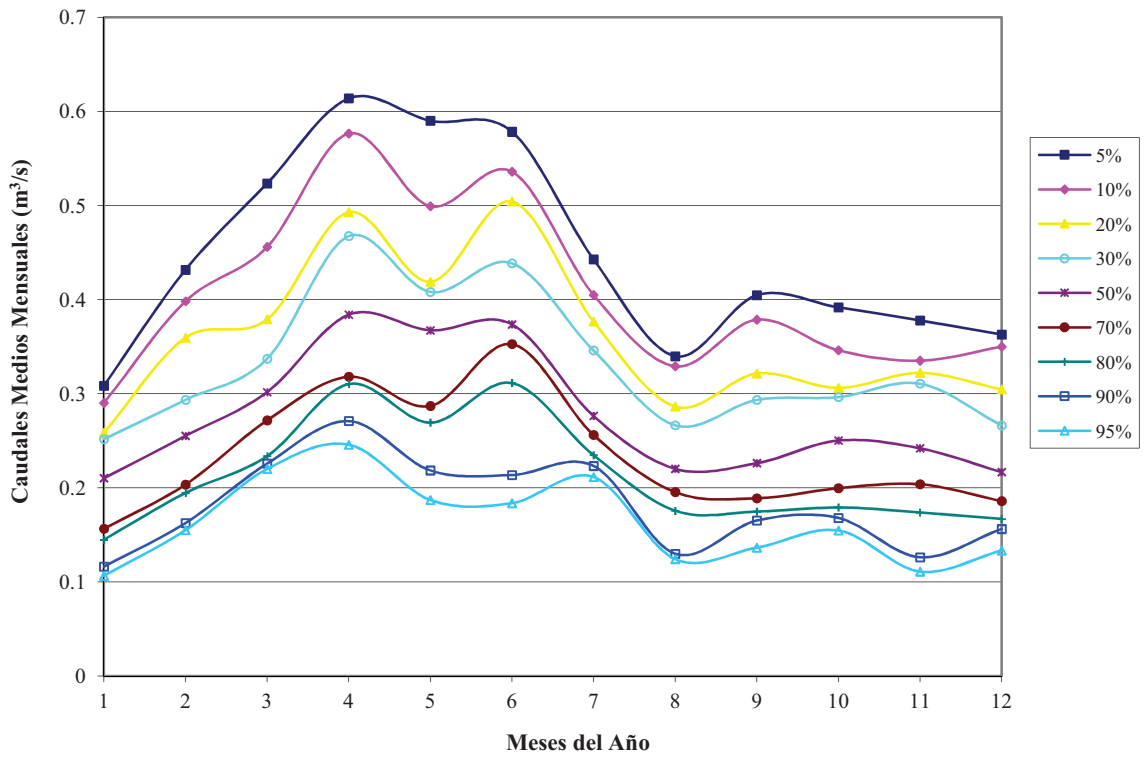


CURVA DE DURACIÓN GENERAL; SECTOR "QUEBRADA 2"

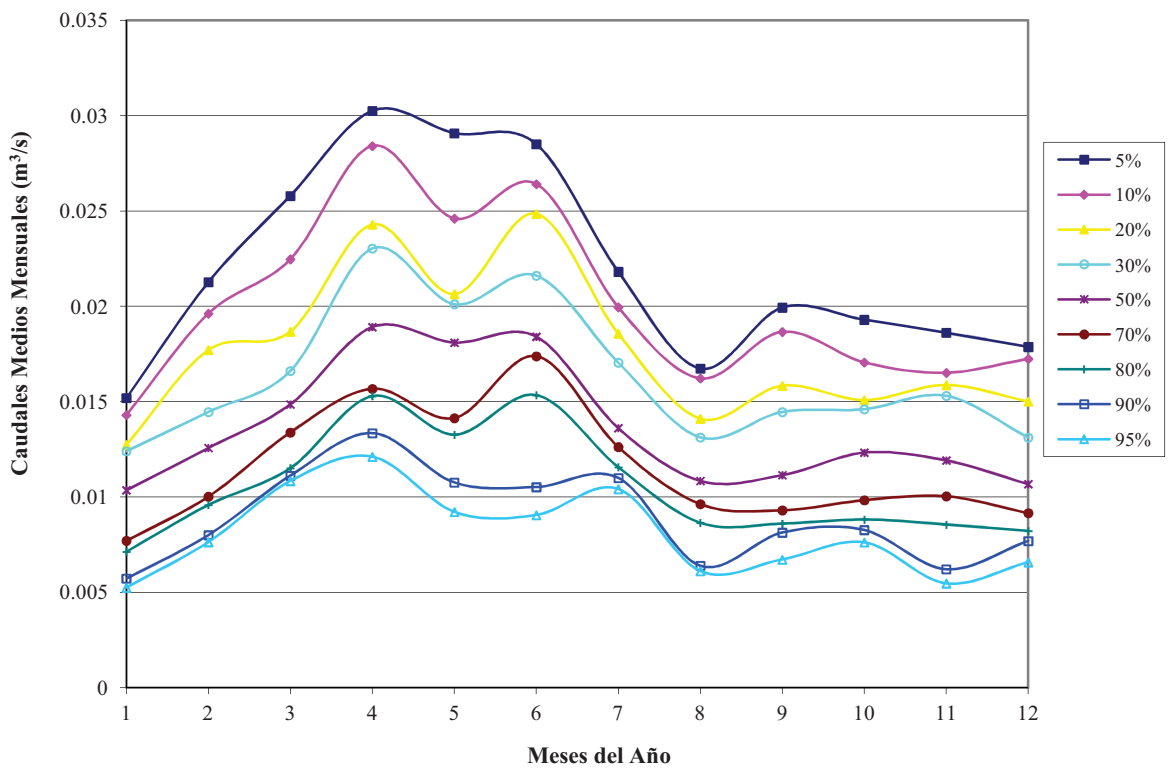


ANEXO 3.11

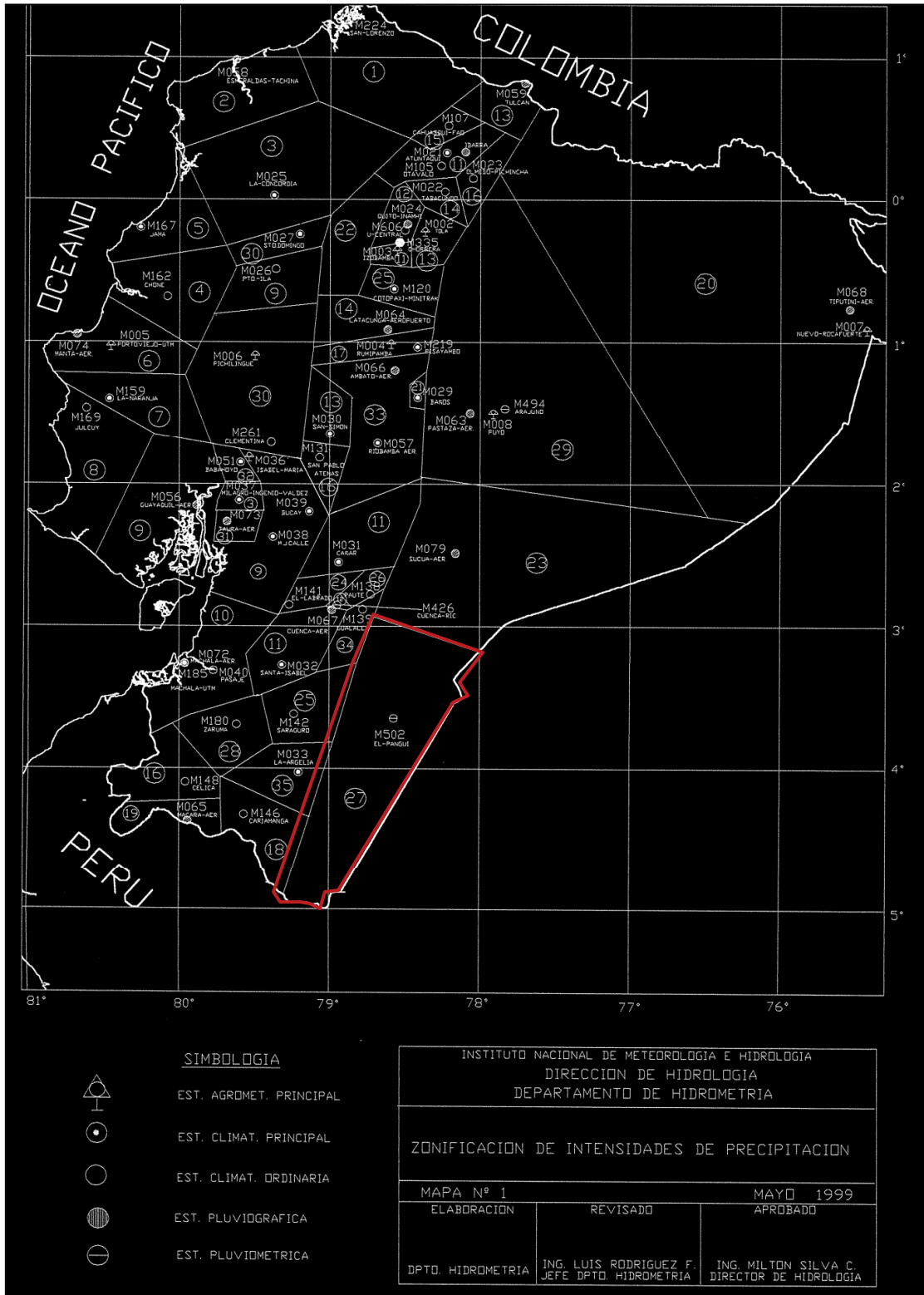
CURVAS DE VARIACIÓN ESTACIONAL
QUEBRADA 1 CUMBIANTSA (1978 - 2006)

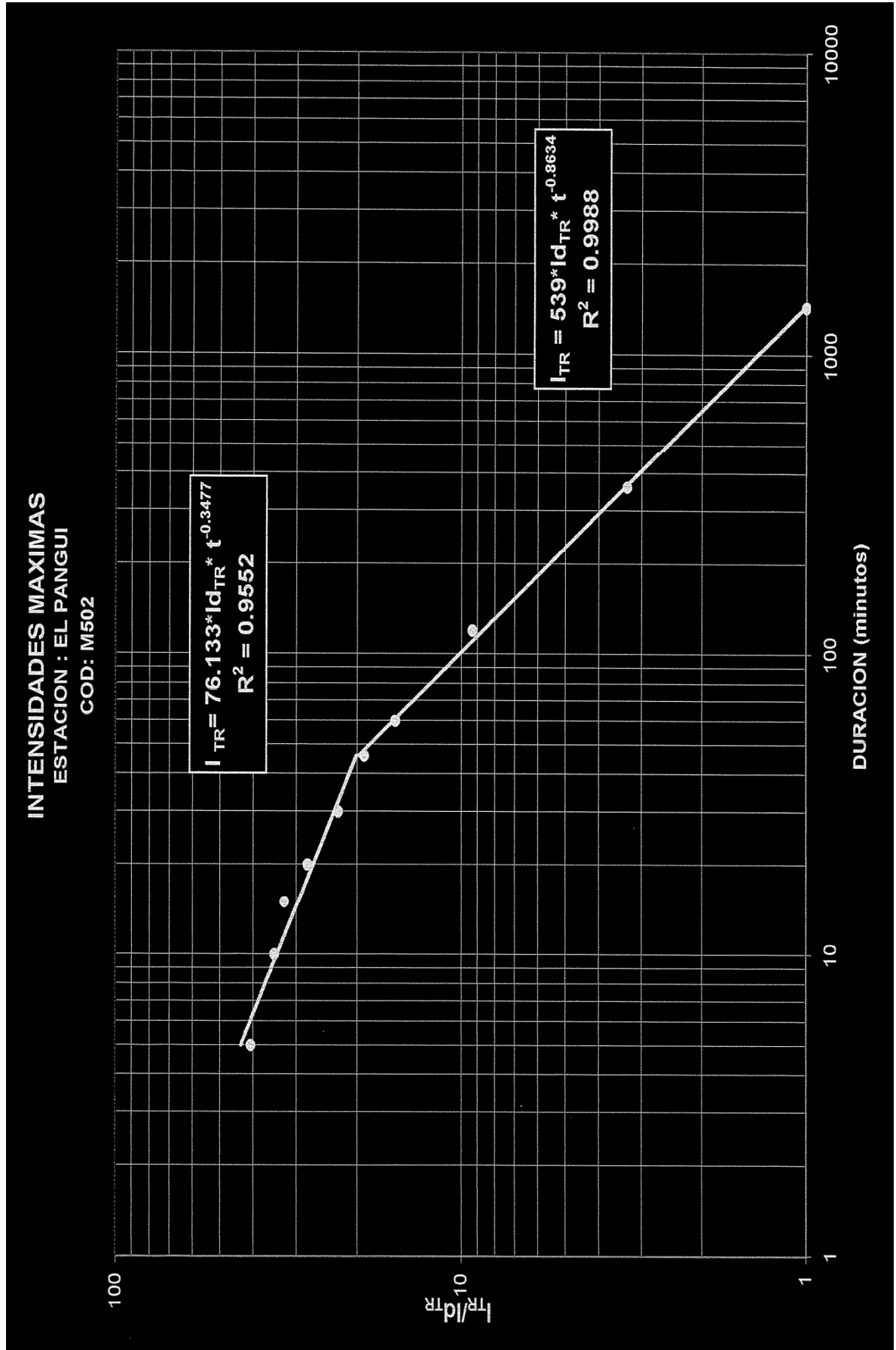


CURVAS DE VARIACIÓN ESTACIONAL
QUEBRADA 2 SIN NOMBRE (1978 - 2006)



Cuadro 1: Zonificación de intensidades de precipitación





Cuadro 3: Ecuaciones representativas de las zonas

ZONA	DURACION	ECUACION
19	5 min < 115 min	$I_{TR} = 115.98 t^{-0.4844} Id_{TR}$
	115 min < 1440 min	$I_{TR} = 1223.8 t^{-0.9751} Id_{TR}$
20	5 min < 40 min	$I_{TR} = 53.316 t^{-0.3021} Id_{TR}$
	40 min < 1440 min	$I_{TR} = 308.38 t^{-0.7782} Id_{TR}$
21	5 min < 23 min	$I_{TR} = 28.784 t^{-0.4507} Id_{TR}$
	23 min < 1440 min	$I_{TR} = 30.993 t^{-0.472} Id_{TR}$
22	5 min < 67 min	$I_{TR} = 48.772 t^{-0.3533} Id_{TR}$
	67 min < 1440 min	$I_{TR} = 266.64 t^{-0.7687} Id_{TR}$
23	5 min < 23 min	$I_{TR} = 54.246 t^{-0.4596} Id_{TR}$
	23 min < 1440 min	$I_{TR} = 89.858 t^{-0.6234} Id_{TR}$
24	5 min < 41 min	$I_{TR} = 177.26 t^{-0.5938} Id_{TR}$
	41 min < 1440 min	$I_{TR} = 446.46 t^{-0.843} Id_{TR}$
25	5 min < 60 min	$I_{TR} = 97.389 t^{-0.6117} Id_{TR}$
	60 min < 1440 min	$I_{TR} = 125.73 t^{-0.6643} Id_{TR}$
26	5 min < 120 min	$I_{TR} = 163.15 t^{-0.5018} Id_{TR}$
	120 min < 1440 min	$I_{TR} = 2477.3 t^{-1.077} Id_{TR}$
27	5 min < 46 min	$I_{TR} = 76.133 t^{-0.3477} Id_{TR}$
	46 min < 1440 min	$I_{TR} = 539 t^{-0.8634} Id_{TR}$
28	5 min < 81 min	$I_{TR} = 82.756 t^{-0.4722} Id_{TR}$
	81 min < 1440 min	$I_{TR} = 357.27 t^{-0.8077} Id_{TR}$
29	5 min < 120 min	$I_{TR} = 75.204 t^{-0.4828} Id_{TR}$
	120 min < 1440 min	$I_{TR} = 371.89 t^{-0.8152} Id_{TR}$
30	5 min < 79 min	$I_{TR} = 42.089 t^{-0.2952} Id_{TR}$
	79 min < 1440 min	$I_{TR} = 432.57 t^{-0.8304} Id_{TR}$
31	5 min < 49 min	$I_{TR} = 42.22 t^{-0.1828} Id_{TR}$
	49 min < 1440 min	$I_{TR} = 643.99 t^{-0.8852} Id_{TR}$
32	5 min < 155 min	$I_{TR} = 87.677 t^{-0.4796} Id_{TR}$
	155 min < 1440 min	$I_{TR} = 850.65 t^{-0.9257} Id_{TR}$
33	5 min < 23 min	$I_{TR} = 170.39 t^{-0.5052} Id_{TR}$
	23 min < 1440 min	$I_{TR} = 515.76 t^{-0.8594} Id_{TR}$
34	5 min < 35 min	$I_{TR} = 147.98 t^{-0.4279} Id_{TR}$
	35 min < 1440 min	$I_{TR} = 882.9 t^{-0.9351} Id_{TR}$
35	5 min < 43 min	$I_{TR} = 92.854 t^{-0.4083} Id_{TR}$
	43 min < 1440 min	$I_{TR} = 480.47 t^{-0.8489} Id_{TR}$

Cuadro 4: Ecuaciones representativas de las estaciones pluviograficas

CODIGO	ESTACION	DURACION	ECUACION
M-148	CELICA	5 min < 27 min 27 min < 1440 min	$I_{TR} = 71.907 t^{-0.4559} Id_{TR}$ $I_{TR} = 156.84 t^{-0.6955} Id_{TR}$
M-159	LA NARANJA	5 min < 60 min 60 min < 1440 min	$I_{TR} = 97.055 t^{-0.403} Id_{TR}$ $I_{TR} = 869.87 t^{-0.9346} Id_{TR}$
M-162	CHONE	5 min < 20 min 20 min < 1440 min	$I_{TR} = 56.507 t^{-0.2694} Id_{TR}$ $I_{TR} = 247.71 t^{-0.7621} Id_{TR}$
M-167	JAMA	5 min < 40 min 40 min < 1440 min	$I_{TR} = 54.719 t^{-0.3875} Id_{TR}$ $I_{TR} = 197.81 t^{-0.7378} Id_{TR}$
M-169	JULCUY	5 min < 30 min 30 min < 1440 min	$I_{TR} = 80.068 t^{-0.3683} Id_{TR}$ $I_{TR} = 351.73 t^{-0.7977} Id_{TR}$
M-180	ZARUMA	5 min < 81 min 81 min < 1440 min	$I_{TR} = 82.756 t^{-0.4722} Id_{TR}$ $I_{TR} = 357.27 t^{-0.8077} Id_{TR}$
M-185	MACHALA UTM	5 min < 37 min 37 min < 1440 min	$I_{TR} = 30.719 t^{-0.217} Id_{TR}$ $I_{TR} = 183.08 t^{-0.7155} Id_{TR}$
M-219	PISAYAMBO	5 min < 37 min 37 min < 1440 min	$I_{TR} = 52.862 t^{-0.2599} Id_{TR}$ $I_{TR} = 388.45 t^{-0.8094} Id_{TR}$
M-224	SAN LORENZO	5 min < 130 min 130 min < 1440 min	$I_{TR} = 47.926 t^{-0.3387} Id_{TR}$ $I_{TR} = 787.57 t^{-0.9154} Id_{TR}$
M-261	LA CLEMENTINA	5 min < 82 min 82 min < 1440 min	$I_{TR} = 43.241 t^{-0.2997} Id_{TR}$ $I_{TR} = 461.27 t^{-0.8397} Id_{TR}$
M-335	LA CHORRERA	5 min < 30 min 30 min < 1440 min	$I_{TR} = 66.951 t^{-0.3489} Id_{TR}$ $I_{TR} = 291.8 t^{-0.7869} Id_{TR}$
M-360	TANDAPI	5 min < 38 min 38 min < 1440 min	$I_{TR} = 33.366 t^{-0.2102} Id_{TR}$ $I_{TR} = 239.06 t^{-0.7544} Id_{TR}$
M-426	CUENCA RICAURTE	5 min < 23 min 23 min < 1440 min	$I_{TR} = 117.3 t^{-0.4233} Id_{TR}$ $I_{TR} = 406.64 t^{-0.8223} Id_{TR}$
M-494	ARAJUNO	5 min < 32 min 32 min < 1440 min	$I_{TR} = 46.296 t^{-0.3259} Id_{TR}$ $I_{TR} = 174.56 t^{-0.7105} Id_{TR}$
M-502	EL PANGUI	5 min < 46 min 46 min < 1440 min	$I_{TR} = 76.133 t^{-0.3477} Id_{TR}$ $I_{TR} = 539 t^{-0.8634} Id_{TR}$
M-606	QUITO UNIVERSIDAD	5 min < 76 min 76 min < 1440 min	$I_{TR} = 131.91 t^{-0.4661} Id_{TR}$ $I_{TR} = 1123 t^{-0.9651} Id_{TR}$

Cuadro 5: Intensidades Máximas en 24h
(Determinadas con información pluviográfica)

CODIGO	ESTACION	COORDENADAS		ALTITUD (mts)	Tr (años)				
		LATITUD	LONGITUD		5	10	25	50	100
M-066	Ambato Aerop.	01° 12' 00" S	78° 34' 00" W	2515	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60
M-067	Cuenca	02° 53' 12" S	78° 59' 00" W	2516	2,20	2,50	2,90	3,20	3,50
M-068	Tiputini Aerop.	00° 46' 00" S	75° 32' 00" W	0219	4,70	5,70	7,10	8,30	9,70
M-072	Machala Aerop.	03° 15' 50" S	79° 57' 40" W	0004	4,01	4,64	5,37	5,88	6,37
M-073	Taura	02° 16' 00" S	79° 40' 50" W	0017	4,04	4,92	6,08	6,99	7,93
M-074	Manta Aerop.	00° 57' 00" S	80° 41' 00" W	0012	3,97	5,05	6,40	7,39	8,36
M-079	Sucua Aerop.	02° 29' 18" S	78° 09' 45" W	0995	3,00	3,40	3,80	4,20	4,50
M-105	Otavalo	00° 14' 16" N	78° 15' 35" W	2550	1,70	1,80	2,00	2,10	2,20
M-107	Cahuasquí-FAO	00° 31' 05" N	78° 12' 40" W	2335	1,70	1,80	2,00	2,10	2,20
M-120	Cotopaxi-Minitrak	00° 37' 09" S	78° 34' 19" W	3590	1,70	1,90	2,20	2,40	2,70
M-131	Sn.Pablo de Atenas	01° 48' 55" S	79° 03' 55" W	2750	2,50	2,90	3,30	3,70	4,10
M-138	Paute	02° 46' 39" S	78° 45' 32" W	2289	1,70	1,90	2,00	2,10	2,20
M-139	Gualaceo	02° 52' 55" S	78° 46' 35" W	2230	1,90	2,20	2,50	2,70	2,90
M-141	El Labrado	02° 43' 58" S	79° 00' 29" W	3335	1,40	1,70	2,00	2,30	2,70
M-142	Saraguro	03° 37' 14" S	79° 13' 56" W	2525	2,30	2,80	3,40	3,80	4,30
M-146	Cariamanga	04° 20' 00" S	79° 33' 16" W	1950	3,00	3,20	3,50	3,60	3,80
M-148	Celica	04° 06' 17" S	79° 57' 05" W	1984	3,30	3,90	4,60	5,10	5,60
M-159	La Naranja	01° 24' 07" S	80° 28' 05" W	0520	3,20	3,50	4,00	4,30	4,70
M-162	Chone	00° 42' 18" S	80° 06' 31" W	0182	2,94	3,18	3,42	3,58	3,73
M-167	Jama	00° 12' 25" S	80° 16' 26" W	0046	4,00	5,12	6,51	7,54	8,55
M-169	Julcuy	01° 28' 48" S	80° 37' 56" W	0263	2,95	3,37	3,82	4,10	4,36
M-180	Zaruma	03° 41' 49" S	79° 36' 58" W	1100	3,10	3,40	3,80	4,10	4,50
M-185	Machala UTM	03° 03' 00" S	79° 44' 00" W	0013	3,86	4,53	5,37	6,00	6,62
M-219	Pisayambo	01° 02' 08" S	78° 25' 00" W	3580	1,70	1,90	2,00	2,10	2,10
M-224	San Lorenzo	01° 16' 06" N	78° 50' 30" W	0005	6,20	7,10	8,40	9,30	10,20
M-261	La Clementina	01° 42' 27" S	79° 23' 17" W	0020	5,01	5,49	6,11	6,58	7,01
M-335	La Chorrera	00° 12' 06" S	78° 32' 06" W	3165	2,40	2,80	3,20	3,50	3,70
M-360	Tandapi	00° 20' 40" S	78° 56' 41" W	1120	2,98	3,32	3,75	4,07	4,39
M-426	Cuenca Ricaurte	02° 51' 03" S	78° 56' 55" W	2545	2,20	2,60	3,00	3,40	3,70
M-494	Arajuno	01° 28' 00" S	77° 50' 00" W	0900	5,10	5,60	6,20	6,70	7,20
M-502	El Pangui	03° 38' 47" S	78° 34' 18" W	0820	2,70	3,10	3,40	3,60	3,90
M-606	Quito U. Central	00° 13' 00" S	78° 30' 00" W	2870	1,90	2,00	2,20	2,20	2,30



UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEO-MINERA LABORATORIOS UCG

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

PROYECTO : Estudio Hidrológico, diseño del alcantarillado Pluvial y Corrección Hidrológica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Pangui.

OBRA : ESTUDIOS DE LOS MATERIALES DE ARRASTRE DE LA MICROCUENCA 1

LOCALIZAC: PACHICUTZA - QUEBRADA 1

SOLICITA : DR. FERNANDO OÑATE

FECHA: 05-05-11

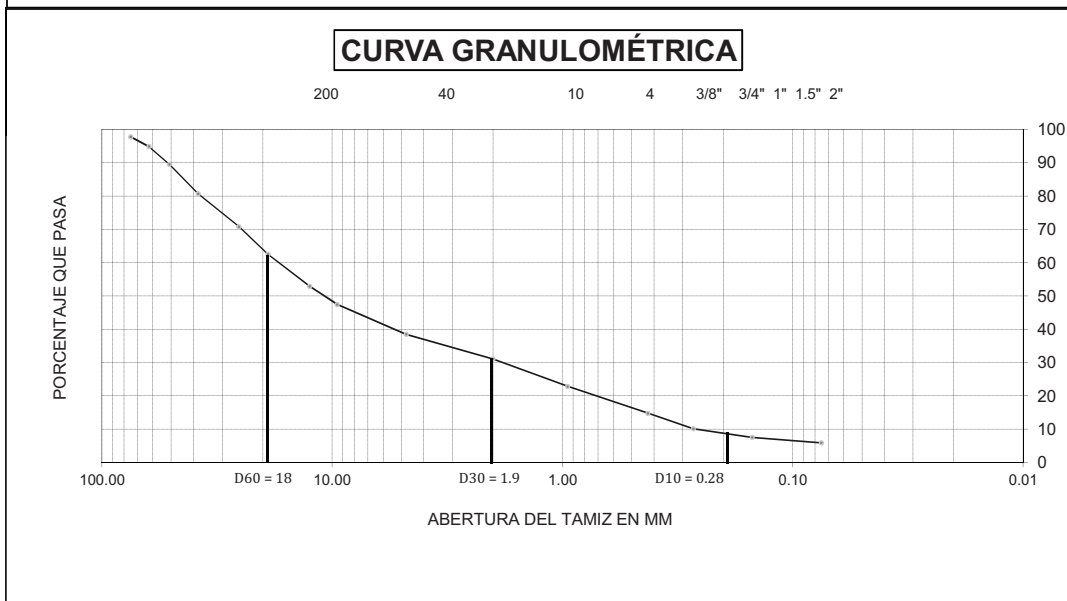
ABSCISA : 0 +250

MUESTRA:

Arena con presencia de grava

REALIZADO: Egado. M.L.

Tamiz mm	Peso Retenido	Peso Acumulado	Porcentaje Retenido	Porcentaje Ret. Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3" (75 mm)	1639.0	1639.0	2.26	2.26	98
2 1/2" (62.5 mm)	2106.0	3745.0	2.90	5.16	95
2" (50.8 mm)	3885.0	7630.0	5.36	10.52	89
1 1/2" (38.1 mm)	6413.0	14043.0	8.84	19.36	81
1" (25.4 mm)	7140.0	21183.0	9.84	29.20	71
3/4" (19.0 mm)	6010.0	27193.0	8.29	37.49	63
1/2" (12.5 mm)	6979.0	34172.0	9.62	47.11	53
3/8" (9.5 mm)	3936.0	38108.0	5.43	52.53	47
Nº4 (4.76 mm)	6498.0	44606.0	8.96	61.49	39
Nº10 (2.00 mm)	5382.7	49988.7	7.42	68.91	31
Nº20 (0.95 mm)	11340.8	55946.8	15.63	77.13	23
Nº40 (0.425 mm)	17187.2	61793.2	23.69	85.19	15
Nº60 (0.27 mm)	20588.3	65194.3	28.38	89.87	10
Nº100 (0.15 mm)	22433.0	67039.0	30.93	92.42	8
Nº200 (0.075 mm)	23651.4	68257.4	32.61	94.10	6
Fondo	27933.0	72539.0	38.51	100.00	0
Total	72539.0				



D10 = 0.28
D30 = 1.9
D60 = 18

% Boleo = 2.26
% Grava = 59.23
% Arena = 32.61

Coefficiente de Uniformidad CU = 64.3
Coefficiente de Curvatura CC = 0.72

% Fino = 5.90

Tamaño Máximo: Abertura de tamiz que deja pasar el 95% de la muestra

T. Max. = 62.5 mm

Tamaño Efectivo: Abertura de tamiz que deja pasar el 90% de la muestra

T. Efect. = 52.75 mm

Ing. Ángel Tapia Chávez.
RESPONSABLE DEL ÁREA DEL LABORATORIO



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEO-MINERA
LABORATORIOS UCG

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

PROYECTO : Estudio Hidrológico, diseño del alcantarillado Pluvial y Corrección Hidrológica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Pangui.

OBRA : ESTUDIOS DE LOS MATERIALES DE ARRASTRE DE LA MICROCUENCA 2

LOCALIZAC: PACHICUTZA QUEBRADA 2

SOLICITA : DR. FERNANDO OÑATE

FECHA: 05-05-11

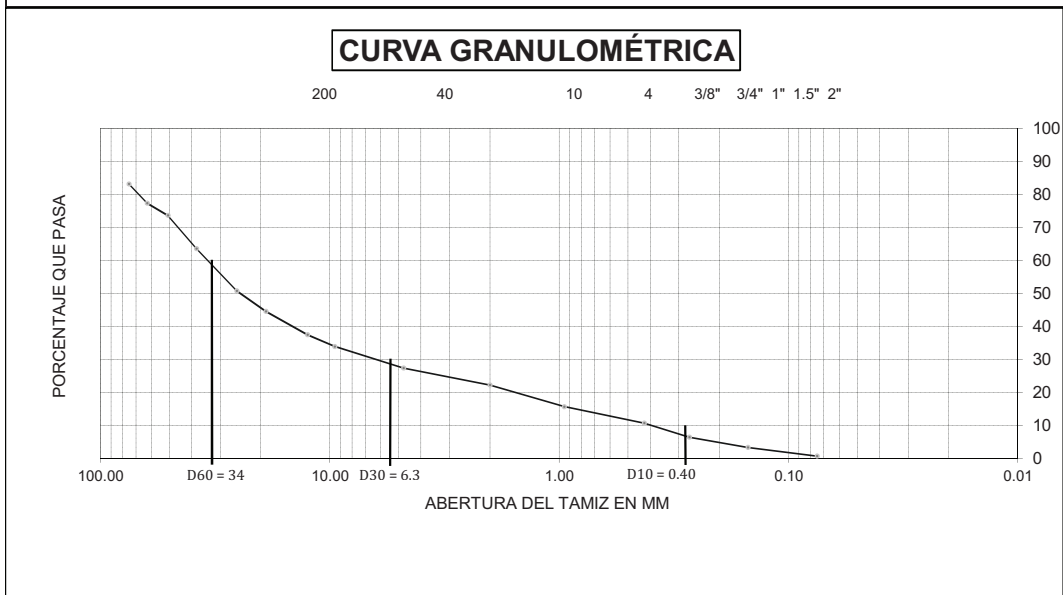
ABSCISA : 0 +250

MUESTRA:

Arena con presencia de grava

REALIZADO: Egdo. M.L.

Tamiz mm	Peso Retenido	Peso Acumulado	Porcentaje Retenido	Porcentaje Ret. Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3" (75 mm)	10101.4	10101.4	16.79	16.79	83
2 1/2" (62.5 mm)	3510.4	13611.8	5.84	22.63	77
2" (50.8 mm)	2241.9	15853.7	3.73	26.36	74
1 1/2" (38.1mm)	6064.1	21917.8	10.08	36.44	64
1" (25.4mm)	7699.8	29617.6	12.80	49.24	51
3/4" (19.0mm)	3708.3	33325.9	6.16	55.40	45
1/2" (12.5mm)	4279.7	37605.6	7.11	62.52	37
3/8" (9.5mm)	2128.3	39733.9	3.54	66.06	34
Nº4 (4.76mm)	3933.3	43667.2	6.54	72.59	27
Nº10 (2.00mm)	3092.0	46759.2	5.14	77.73	22
Nº20 (0.95mm)	7030.0	50697.2	11.69	84.28	16
Nº40 (0.425mm)	10049.2	53716.4	16.71	89.30	11
Nº60 (0.27mm)	12608.6	56275.8	20.96	93.56	6
Nº100 (0.15mm)	14478.2	58145.4	24.07	96.66	3
Nº200 (0.075mm)	16042.9	59710.1	26.67	99.26	1
Fondo	16485.1	60152.2	27.41	100.00	0
Total	60152.2				



D10 =	0.4	% Boleo =	16.79
D30 =	6.3	% Grava =	55.80
D60 =	34	% Arena =	26.67

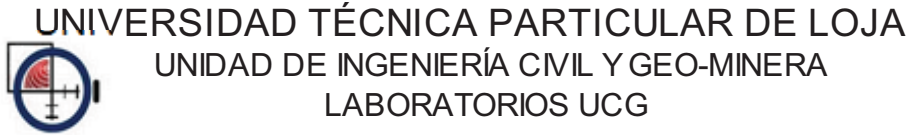
Coefficiente de Uniformidad	CU =	85.0	% Fino =	0.74
-----------------------------	------	------	----------	------

Coefficiente de Curvatura	CC =	2.92
---------------------------	------	------

Tamaño Máximo: Abertura de tamiz que deja pasar el 95% de la muestra	T. Max. =	90.0 mm
--	-----------	---------

Tamaño Efectivo: Abertura de tamiz que deja pasar el 90% de la muestra	T. Efect. =	85.2 mm
--	-------------	---------

Ing. Ángel Tapia Chávez.
RESPONSABLE DEL ÁREA DEL LABORATORIO



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEO-MINERA
LABORATORIOS UCG

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE AGUA

PROYECTO : Estudio Hidrológico, diseño del alcantarillado Pluvial y Corrección Hidrológica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Pangui.

OBRA : ESTUDIOS DE LOS MATERIALES DE ARRASTRE DE LA MICROCUENCA 1

LOCALIZAC: PACHICUTZA

MUESTRA:

SOLICITA : DR. FERNANDO OÑATE

Arena con presencia de grava

FECHA: 12-05-11

REALIZADO: Egdo. M.L.

ARIDO FINO

Ensayo número	1	2
Masa de la muestra de ensayo (sss) en gr	510.00	510.00
Masa del frasco + agua + placa de vidrio en gr: B	659.30	659.30
Masa del frasco + agua + placa de vidrio + muestra en gr: C	978.70	980.60
Masa de la muestra seca al horno en gr: A	496.90	496.70
Densidad real (estado sss): D _{sss} en gr/cc	2.676	2.703
Densidad seca (estado seco): D _s en gr/cc	2.607	2.632
Porcentaje de absorción: Pa en %	2.636	2.678
Valor promedio: D _{sss} = 2.689 D _s = 2.620 Pa = 2.657		

ARIDO GRUESO

Ensayo número	1	2
Masa de la muestra en el aire estado sss: B	5,089.00	5,095.00
Masa de la muestra sumergida en el agua: C	2,961.00	2,963.00
Masa de la muestra seca al horno en gr: A	4,969.00	4,970.00
Densidad real (estado sss): D _{sss} en gr/cc	2.391	2.390
Densidad seca (estado seco): D _s en gr/cc	2.335	2.331
Porcentaje de absorción: Pa en %	2.415	2.515
Valor promedio: D _{sss} = 2.391 D _s = 2.333 Pa = 2.465		

Ing. Ángel Tapia Chávez.
RESPONSABLE DEL ÁREA DEL LABORATORIO



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEO-MINERA
LABORATORIOS UCG

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE AGUA

PROYECTO : Estudio Hidrológico, diseño del alcantarillado Pluvial y Corrección Hidrológica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Pangui.

OBRA : ESTUDIOS DE LOS MATERIALES DE ARRASTRE DE LA MICROCUENCA 2

LOCALIZAC: PACHICUTZA

MUESTRA:

SOLICITA : DR. FERNANDO OÑATE

Arena con presencia de grava

FECHA: 12-05-11

REALIZADO: Egdo. M.L.

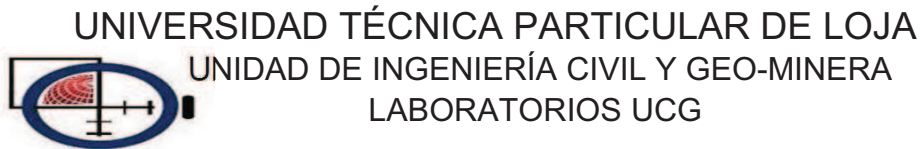
ARIDO FINO

Ensayo número	1	2
Masa de la muestra de ensayo (sss) en gr	500.00	500.00
Masa del frasco + agua + placa de vidrio en gr: B	659.30	659.30
Masa del frasco + agua + placa de vidrio + muestra en gr: C	973.40	973.80
Masa de la muestra seca al horno en gr: A	497.30	497.60
Densidad real (estado sss): D _{sss} en gr/cc	2.690	2.695
Densidad seca (estado seco): D _s en gr/cc	2.675	2.682
Porcentaje de absorción: Pa en %	0.543	0.482
Valor promedio: D _{sss} = 2.693 D _s = 2.679 Pa = 0.513		

ARIDO GRUESO

Ensayo número	1	2
Masa de la muestra en el aire estado sss: B	5,038.00	5,039.00
Masa de la muestra sumergida en el agua: C	2,908.00	2,909.00
Masa de la muestra seca al horno en gr: A	4,908.00	4,909.00
Densidad real (estado sss): D _{sss} en gr/cc	2.365	2.366
Densidad seca (estado seco): D _s en gr/cc	2.304	2.305
Porcentaje de absorción: Pa en %	2.649	2.648
Valor promedio: D _{sss} = 2.365 D _s = 2.304 Pa = 2.648		

Ing. Ángel Tapia Chávez.
RESPONSABLE DEL ÁREA DEL LABORATORIO



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEO-MINERA
LABORATORIOS UCG

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN EL ARIDO FINO

PROYECTO : Estudio Hidrológico, diseño del alcantarillado Pluvial y Corrección Hidrológica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Panguí.

OBRA : ESTUDIOS DE LOS MATERIALES DE ARRASTRE DE LA MICROCUENCA 1

LOCALIZAC: PACHICUTZA

MUESTRA:

SOLICITA : DR. FERNANDO OÑATE

Arena con presencia de grava

FECHA: 11-05-11

REALIZADO: Egdo. M.L.

DENSIDAD APARENTE EN ESTADO SUELTO

Material de arrastre

Ensayo número	<i>1</i>
Volumen del recipiente (V en cc.)	<i>14815.90</i>
Peso del recipiente más muestra	<i>28800.00</i>
Peso del recipiente	<i>8450.00</i>
Masa de la muestra de ensayo (m en gr.)	<i>20350.00</i>
Densidad aparente (gr/cc)	<i>1.3735</i>

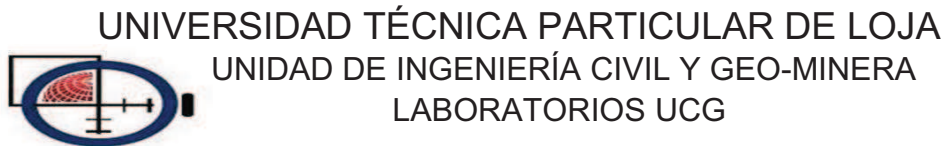
Densidad Aparente en estado suelto: $D = m / V$

DENSIDAD APARENTE EN ESTADO COMPACTADO

Ensayo número	<i>1</i>
Volumen del recipiente (V en cc.)	<i>14815.90</i>
Peso del recipiente más muestra	<i>29600.00</i>
Peso del recipiente	<i>8450.00</i>
Masa de la muestra de ensayo (m en gr.)	<i>21150.00</i>
Densidad aparente (gr/cc)	<i>1.4275</i>

Densidad Aparente en estado suelto: $D = m / V$

Ing. Ángel Tapia Chávez.
 RESPONSABLE DEL ÁREA DEL LABORATORIO



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEO-MINERA
LABORATORIOS UCG

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN EL ARIDO GRUESO

PROYECTO : Estudio Hidrológico, diseño del alcantarillado Pluvial y Corrección Hidrológica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Pangui.

OBRA : ESTUDIOS DE LOS MATERIALES DE ARRASTRE DE LA MICROCUENCA 1

LOCALIZAC: PACHICUTZA

MUESTRA:

SOLICITA : DR. FERNANDO OÑATE

Arena con presencia de grava

FECHA: 11-05-11

REALIZADO: Egdo. M.L.

DENSIDAD APARENTE EN ESTADO SUELTO

Material de arrastre

Ensayo número	<i>1</i>
Volumen del recipiente (V en cc.)	<i>14815.90</i>
Peso del recipiente más muestra	<i>32600.00</i>
Peso del recipiente	<i>8450.00</i>
Masa de la muestra de ensayo (m en gr.)	<i>24150.00</i>
Densidad aparente (gr/cc)	<i>1.6300</i>

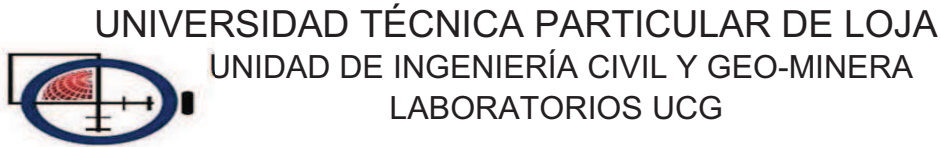
Densidad Aparente en estado suelto: $D = m / V$

DENSIDAD APARENTE EN ESTADO COMPACTADO

Ensayo número	<i>1</i>
Volumen del recipiente (V en cc.)	<i>14815.90</i>
Peso del recipiente más muestra	<i>33600.00</i>
Peso del recipiente	<i>8450.00</i>
Masa de la muestra de ensayo (m en gr.)	<i>25150.00</i>
Densidad aparente (gr/cc)	<i>1.6975</i>

Densidad Aparente en estado suelto: $D = m / V$

Ing. Ángel Tapia Chávez.
 RESPONSABLE DEL ÁREA DEL LABORATORIO



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEO-MINERA
LABORATORIOS UCG

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN EL ARIDO FINO

PROYECTO : Estudio Hidrológico, diseño del alcantarillado Pluvial y Corrección Hidrológica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Pangui.

OBRA : ESTUDIOS DE LOS MATERIALES DE ARRASTRE DE LA MICROCUENCA 2

LOCALIZAC: PACHICUTZA

MUESTRA:

SOLICITA : DR. FERNANDO OÑATE

Arena con presencia de grava

FECHA: 11-05-11

REALIZADO: Egdo. M.L.

DENSIDAD APARENTE EN ESTADO SUELTO

Material de arrastre

Ensayo número	<i>1</i>
Volumen del recipiente (V en cc.)	<i>14815.90</i>
Peso del recipiente más muestra	<i>27410.00</i>
Peso del recipiente	<i>8450.00</i>
Masa de la muestra de ensayo (m en gr.)	<i>18960.00</i>
Densidad aparente (gr/cc)	<i>1.2797</i>

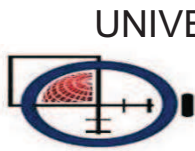
Densidad Aparente en estado suelto: $D = m / V$

DENSIDAD APARENTE EN ESTADO COMPACTADO

Ensayo número	<i>1</i>
Volumen del recipiente (V en cc.)	<i>14815.90</i>
Peso del recipiente más muestra	<i>28850.00</i>
Peso del recipiente	<i>8450.00</i>
Masa de la muestra de ensayo (m en gr.)	<i>20400.00</i>
Densidad aparente (gr/cc)	<i>1.3769</i>

Densidad Aparente en estado suelto: $D = m / V$

Ing. Ángel Tapia Chávez.
 RESPONSABLE DEL ÁREA DEL LABORATORIO



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEO-MINERA
LABORATORIOS UCG

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN EL ARIDO GRUESO

PROYECTO : Estudio Hidrológico, diseño del alcantarillado Pluvial y Corrección Hidrológica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Panguí.

OBRA : ESTUDIOS DE LOS MATERIALES DE ARRASTRE DE LA MICROCUENCA 2

LOCALIZAC: PACHICUTZA

MUESTRA:

SOLICITA : DR. FERNANDO OÑATE

Arena con presencia de grava

FECHA: 11-05-11

REALIZADO: Egdo. M.L.

DENSIDAD APARENTE EN ESTADO SUELTO

Material de arrastre

Ensayo número	<i>1</i>
Volumen del recipiente (V en cc.)	<i>14815.90</i>
Peso del recipiente más muestra	<i>31860.00</i>
Peso del recipiente	<i>8450.00</i>
Masa de la muestra de ensayo (m en gr.)	<i>23410.00</i>
Densidad aparente (gr/cc)	<i>1.5801</i>

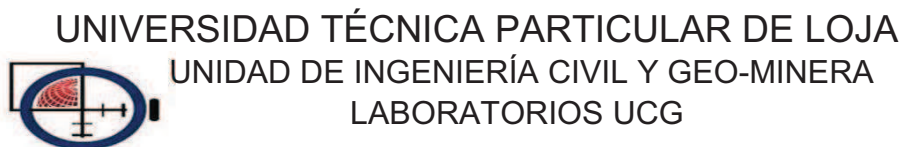
Densidad Aparente en estado suelto: $D = m / V$

DENSIDAD APARENTE EN ESTADO COMPACTADO

Ensayo número	<i>1</i>
Volumen del recipiente (V en cc.)	<i>14815.90</i>
Peso del recipiente más muestra	<i>33650.00</i>
Peso del recipiente	<i>8450.00</i>
Masa de la muestra de ensayo (m en gr.)	<i>25200.00</i>
Densidad aparente (gr/cc)	<i>1.7009</i>

Densidad Aparente en estado suelto: $D = m / V$

Ing. Ángel Tapia Chávez.
 RESPONSABLE DEL ÁREA DEL LABORATORIO



ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO : Estudio Hidrológico, diseño del alcantarillado Pluvial y Corrección Hidrológica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Pangui.

OBRA : ESTUDIOS DE LOS MATERIALES DE ARRASTRE DE LA MICROCUENCA 1

LOCALIZAC: PACHICUTZA

MUESTRA:

SOLICITA : DR. FERNANDO OÑATE

Arena con presencia de grava

FECHA: 12-05-11

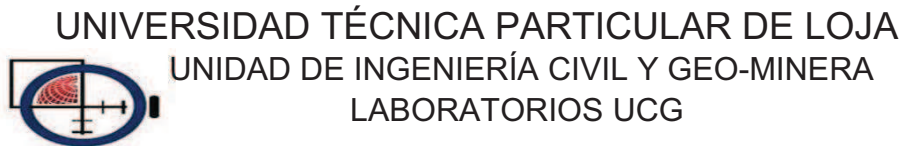
REALIZADO: Egdo. M.L.

PROBETA No. 1

Datos de la muestra: A	10.18		Diametro (cm) =	3.60
Altura (cm) =	7.63	3.00	Volumen (cm ³) =	77.66
Peso (gr) =	149.1		Densidad gr/cm ³	1.92
DATOS DE LA PRUEBA:			Ki =	0.8517

PRECISION LATERAL 0.5

Lect deform (0,001")	Deform carga (Kg)	Deform muestra DL (cm)	Deform Unit e= $\Delta L/L_0$	Área Fc (1 - e)	Area corregida A'	Esfuerz desviador (Kg/cm ²)	Deform unitaria (%)
0	0	0	0.000	1	10.18	0.000	0
5	3	0.005	0.002	0.998	10.20	0.251	0.166
10	4	0.010	0.003	0.997	10.21	0.334	0.333
20	8	0.020	0.007	0.993	10.25	0.665	0.666
30	12.5	0.030	0.010	0.990	10.28	1.035	0.999
40	15	0.040	0.013	0.987	10.32	1.238	1.332
50	17.1	0.050	0.017	0.983	10.35	1.407	1.664
60	18.5	0.060	0.020	0.980	10.39	1.517	1.997
70	22	0.070	0.023	0.977	10.42	1.798	2.330
80	24	0.080	0.027	0.973	10.46	1.955	2.663
90	25	0.090	0.030	0.970	10.49	2.029	2.996
100	26	0.100	0.033	0.967	10.53	2.103	3.329
110	27	0.110	0.037	0.963	10.57	2.176	3.662
120	28	0.120	0.040	0.960	10.60	2.249	3.995
130	29	0.130	0.043	0.957	10.64	2.322	4.328
140	29	0.140	0.047	0.953	10.68	2.313	4.661
150	29.5	0.150	0.050	0.950	10.71	2.345	4.993
160	30	0.160	0.053	0.947	10.75	2.377	5.326
170	30.1	0.170	0.057	0.943	10.79	2.376	5.659
180	30.9	0.180	0.060	0.940	10.83	2.431	5.992
190	31	0.190	0.063	0.937	10.87	2.430	6.325
200	31.5	0.200	0.067	0.933	10.90	2.460	6.658
210	32	0.210	0.070	0.930	10.94	2.490	6.991
220	32	0.220	0.073	0.927	10.98	2.481	7.324



ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO : Estudio Hidrológico, diseño del alcantarillado Pluvial y Corrección Hidrológica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Pangui.

OBRA : ESTUDIOS DE LOS MATERIALES DE ARRASTRE DE LA MICROCUENCA 1

LOCALIZAC: PACHICUTZA

MUESTRA:

SOLICITA : DR. FERNANDO OÑATE

Arena con presencia de grava

FECHA: 12-05-11

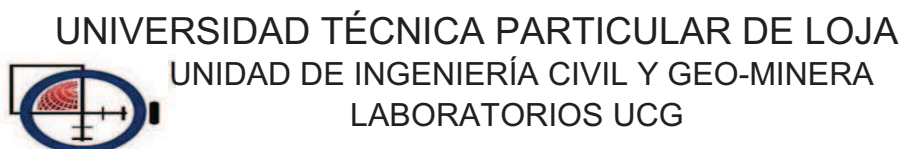
REALIZADO: Egdo. M.L.

PROBETA No. 2

Datos de la muestra: A	10.18		Diametro (cm) =	3.6
Altura (cm) =	7.63	3.00	Volumen (cm ³) =	77.66
Peso (gr) =	154.7		Densidad gr/cm ³	1.99
DATOS DE LA PRUEBA:			Ki =	0.8517

PRECISION LATERAL 1

Lect deform (0,001")	Deform carga (Kg)	Deform muestra DL (cm)	Deform Unit e= $\Delta L/L_0$	Área Fc (1 - e)	Area corregida A'	Esfuerz desviador (Kg/cm ²)	Deform unitaria (%)
0	0	0	0.000	1	10.18	0.000	0
5	6.5	0.005	0.002	0.998	10.20	0.543	0.166
10	10	0.010	0.003	0.997	10.21	0.834	0.333
20	15	0.020	0.007	0.993	10.25	1.247	0.666
30	20	0.030	0.010	0.990	10.28	1.657	0.999
40	23	0.040	0.013	0.987	10.32	1.899	1.332
50	25.5	0.050	0.017	0.983	10.35	2.098	1.664
60	29	0.060	0.020	0.980	10.39	2.378	1.997
70	31.2	0.070	0.023	0.977	10.42	2.550	2.330
80	32.9	0.080	0.027	0.973	10.46	2.680	2.663
90	34.1	0.090	0.030	0.970	10.49	2.768	2.996
100	35.5	0.100	0.033	0.967	10.53	2.872	3.329
110	37	0.110	0.037	0.963	10.57	2.983	3.662
120	38	0.120	0.040	0.960	10.60	3.053	3.995
130	39	0.130	0.043	0.957	10.64	3.122	4.328
140	39.5	0.140	0.047	0.953	10.68	3.151	4.661
150	40	0.150	0.050	0.950	10.71	3.180	4.993
160	40.9	0.160	0.053	0.947	10.75	3.240	5.326
170	41.1	0.170	0.057	0.943	10.79	3.244	5.659
180	42	0.180	0.060	0.940	10.83	3.304	5.992
190	42	0.190	0.063	0.937	10.87	3.292	6.325



ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO : Estudio Hidrológico, diseño del alcantarillado Pluvial y Corrección Hidrológica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Pangui.

OBRA : ESTUDIOS DE LOS MATERIALES DE ARRASTRE DE LA MICROCUENCA 1

LOCALIZAC: PACHICUTZA

MUESTRA:

SOLICITA : DR. FERNANDO OÑATE

Arena con presencia de grava

FECHA: 12-05-11

REALIZADO: Egdo. M.L.

PROBETA No. 3

Datos de la muestra: Ao :	10.18		Diametro (cm) =	3.6
Altura (cm) =	7.63	3.00	Volumen (cm ³) =	77.66
Peso (gr) =	161.3		Densidad gr/cm ³	2.08

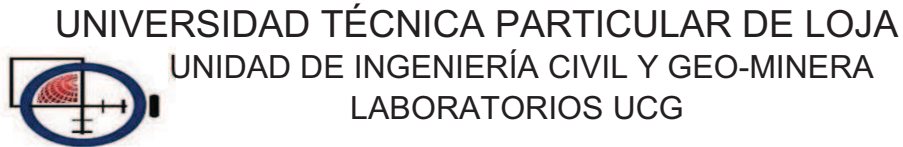
DATOS DE LA PRUEBA:

PRECISION LATERAL

2

Ki = 0.8517

Lect deform (0,001")	Deform carga (Kg)	Deform muestra DL (cm)	Deform Unit e= $\Delta L/L_0$	Área Fc (1 - e)	Area corregida A'	Esfuerz desviador (Kg/cm ²)	Deform unitaria (%)
0	0	0	0.000	1	10.18	0.000	0
5	5	0.005	0.002	0.998	10.20	0.418	0.166
10	10	0.010	0.003	0.997	10.21	0.834	0.333
20	18	0.020	0.007	0.993	10.25	1.496	0.666
30	26	0.030	0.010	0.990	10.28	2.154	0.999
40	33	0.040	0.013	0.987	10.32	2.724	1.332
50	37.5	0.050	0.017	0.983	10.35	3.086	1.664
60	42.5	0.060	0.020	0.980	10.39	3.485	1.997
70	45	0.070	0.023	0.977	10.42	3.678	2.330
80	48.8	0.080	0.027	0.973	10.46	3.975	2.663
90	51	0.090	0.030	0.970	10.49	4.140	2.996
100	53.5	0.100	0.033	0.967	10.53	4.328	3.329
110	55.5	0.110	0.037	0.963	10.57	4.474	3.662
120	57	0.120	0.040	0.960	10.60	4.579	3.995
130	59	0.130	0.043	0.957	10.64	4.723	4.328
140	60	0.140	0.047	0.953	10.68	4.786	4.661
150	61.3	0.150	0.050	0.950	10.71	4.873	4.993
160	62.1	0.160	0.053	0.947	10.75	4.919	5.326
170	63	0.170	0.057	0.943	10.79	4.973	5.659
180	63.9	0.180	0.060	0.940	10.83	5.026	5.992
190	64.2	0.190	0.063	0.937	10.87	5.032	6.325
200	64.9	0.200	0.067	0.933	10.90	5.069	6.658
210	65	0.210	0.070	0.930	10.94	5.059	6.991
220	67	0.220	0.073	0.927	10.98	5.196	7.324
230	67.9	0.230	0.077	0.923	11.02	5.246	7.657
240	67.9	0.240	0.080	0.920	11.06	5.228	7.990



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEO-MINERA
LABORATORIOS UCG

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO : Estudio Hidrológico, diseño del alcantarillado Pluvial y Corrección Hidrológica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Pangui.

OBRA : ESTUDIOS DE LOS MATERIALES DE ARRASTRE DE LA MICROCUENCA 1

LOCALIZAC: PACHICUTZA

MUESTRA:

SOLICITA : DR. FERNANDO OÑATE

Arena con presencia de grava

FECHA: 12-05-11

REALIZADO: Egdo. M.L.

CONTENIDO DE HUMEDAD:

Recipiente	A11	A16	A4	5
W rec. + muestra humedo	241.5	242.7	240.7	246.2
Peso Seco + rec:	200.56	200.94	198.57	202.54
Peso rec:	30.9	30.7	30.9	30.6
W (%) :	24.13	24.53	25.13	25.39

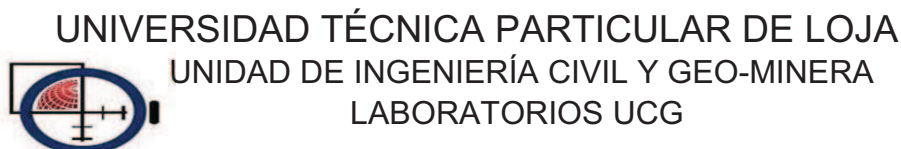
W (%) Prom: 24.60

CALCULOS PARA LOS CIRCULOS DE MOHR

PROBETA	PRESIÓN LATERAL Kg/cm ²	ESFUERZO DESVIADOR MÁX Kg/cm ²	ESFUERZO VERTICAL MÁX Kg/cm ²	CENTRO	RADIO
1	0.5	2.490	2.990	1.7452	1.2452
2	1.0	3.304	4.304	2.65187	1.65187
3	2.0	5.246	7.246	4.62324	2.62324

Ing. Angel Tapia Ch.
RESPONSABLE DEL ÁREA DEL LABORATORIO

--



ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO : Estudio Hidrológico, diseño del alcantarillado Pluvial y Corrección Hidrológica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Pangui.

OBRA : ESTUDIOS DE LOS MATERIALES DE ARRASTRE DE LA MICROCUENCA 1

LOCALIZAC: PACHICUTZA

MUESTRA:

SOLICITA : DR. FERNANDO OÑATE

Arena con presencia de grava

FECHA: 12-05-11

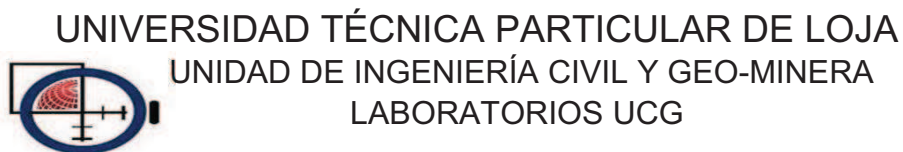
REALIZADO: Egdo. M.L.

PROBETA No. 1

Datos de la muestra: A	10.18		Diametro (cm) =	3.60
Altura (cm) =	7.63	3.00	Volumen (cm ³) =	77.66
Peso (gr) =	150.7		Densidad gr/cm ³	1.94
DATOS DE LA PRUEBA:			Ki =	0.8517

PRECISION LATERAL 0.5

Lect deform (0.001")	Deform carga (Kg)	Deform muestra DL (cm)	Deform Unit e= $\Delta L/L_0$	Área Fc (1 - e)	Area corregida A'	Esfuerz desviador (Kg/cm ²)	Deform unitaria (%)
0	0	0	0.000	1	10.18	0.000	0
5	8.3	0.005	0.002	0.998	10.20	0.696	0.166
10	10.7	0.010	0.003	0.997	10.21	0.890	0.333
20	14.0	0.020	0.007	0.993	10.25	1.164	0.666
30	17.0	0.030	0.010	0.990	10.28	1.408	0.999
40	18.3	0.040	0.013	0.987	10.32	1.514	1.332
50	22.3	0.050	0.017	0.983	10.35	1.838	1.664
60	24.2	0.060	0.020	0.980	10.39	1.982	1.997
70	26.5	0.070	0.023	0.977	10.42	2.166	2.330
80	28.0	0.080	0.027	0.973	10.46	2.280	2.663
90	29.5	0.090	0.030	0.970	10.49	2.394	2.996
100	31.2	0.100	0.033	0.967	10.53	2.521	3.329
110	32.0	0.110	0.037	0.963	10.57	2.580	3.662
120	33.3	0.120	0.040	0.960	10.60	2.678	3.995
130	34.5	0.130	0.043	0.957	10.64	2.762	4.328
140	34.8	0.140	0.047	0.953	10.68	2.779	4.661
150	35.3	0.150	0.050	0.950	10.71	2.809	4.993
160	35.3	0.160	0.053	0.947	10.75	2.799	5.326
170	35.3	0.170	0.057	0.943	10.79	2.789	5.659



ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO : Estudio Hidrológico, diseño del alcantarillado Pluvial y Corrección Hidrológica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Pangui.

OBRA : ESTUDIOS DE LOS MATERIALES DE ARRASTRE DE LA MICROCUENCA 1

LOCALIZAC: PACHICUTZA

MUESTRA:

SOLICITA : DR. FERNANDO OÑATE

Arena con presencia de grava

FECHA: 12-05-11

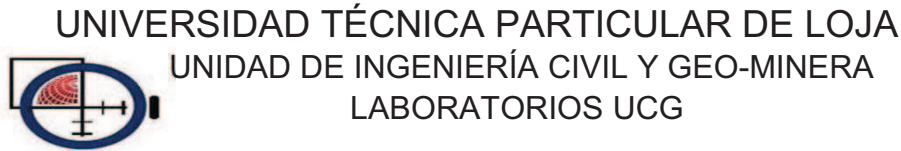
REALIZADO: Egdo. M.L.

PROBETA No. 2

Datos de la muestra: A	10.18		Diametro (cm) =	3.6
Altura (cm) =	7.63	3.00	Volumen (cm ³) =	77.66
Peso (gr) =	155.6		Densidad gr/cm ³	2.00
DATOS DE LA PRUEBA:			Ki =	0.8517

PRECISION LATERAL 1

Lect deform (0,001")	Deform carga (Kg)	Deform muestra DL (cm)	Deform Unit e= $\Delta L/L_0$	Área Fc (1 - e)	Area corregida A'	Esfuerz desviador (Kg/cm ²)	Deform unitaria (%)
0	0.00	0	0.000	1	10.18	0.000	0
5	10.3	0.005	0.002	0.998	10.20	0.863	0.166
10	15.6	0.010	0.003	0.997	10.21	1.301	0.333
20	19.3	0.020	0.007	0.993	10.25	1.604	0.666
30	23.7	0.030	0.010	0.990	10.28	1.963	0.999
40	29.0	0.040	0.013	0.987	10.32	2.394	1.332
50	33.0	0.050	0.017	0.983	10.35	2.715	1.664
60	36.7	0.060	0.020	0.980	10.39	3.007	1.997
70	39.5	0.070	0.023	0.977	10.42	3.228	2.330
80	42.0	0.080	0.027	0.973	10.46	3.421	2.663
90	44.5	0.090	0.030	0.970	10.49	3.612	2.996
100	47.5	0.100	0.033	0.967	10.53	3.842	3.329
110	50.0	0.110	0.037	0.963	10.57	4.031	3.662
120	51.0	0.120	0.040	0.960	10.60	4.097	3.995
130	52.3	0.130	0.043	0.957	10.64	4.189	4.328
140	54.0	0.140	0.047	0.953	10.68	4.308	4.661
150	55.3	0.150	0.050	0.950	10.71	4.399	4.993
160	56.3	0.160	0.053	0.947	10.75	4.463	5.326
170	56.8	0.170	0.057	0.943	10.79	4.486	5.659
180	57.0	0.180	0.060	0.940	10.83	4.484	5.992
190	57.3	0.190	0.063	0.937	10.87	4.494	6.325
200	56.7	0.200	0.067	0.933	10.90	4.426	6.658



ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO : Estudio Hidrológico, diseño del alcantarillado Pluvial y Corrección Hidrologica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Panguí.

OBRA : ESTUDIOS DE LOS MATERIALES DE ARRASTRE DE LA MICROCUENCA 1

LOCALIZAC: PACHICUTZA

MUESTRA:

SOLICITA : DR. FERNANDO OÑATE

Arena con presencia de grava

FECHA: 12-05-11

REALIZADO: Egdo. M.L.

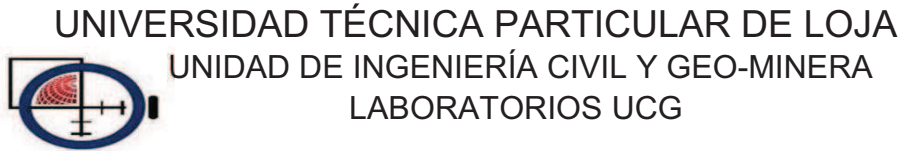
PROBETA No. 3

Datos de la muestra: Ao :	10.18		Diametro (cm) =	3.6
Altura (cm) =	7.63	3.00	Volumen (cm ³) =	77.66
Peso (gr) =	159.3		Densidad gr/cm ³	2.05

DATOS DE LA PRUEBA:

PRECISION LATERAL 2 Ki = 0.8517

Lect deform (0,001")	Deform carga (Kg)	Deform muestra DL (cm)	Deform Unit e= $\Delta L/L_0$	Área Fc (1 - e)	Area corregida A'	Esfuerz desviador (Kg/cm ²)	Deform unitaria (%)
0	0	0	0.000	1	10.18	0.000	0
5	14.0	0.005	0.002	0.998	10.20	1.169	0.166
10	19.3	0.010	0.003	0.997	10.21	1.612	0.333
20	28.0	0.020	0.007	0.993	10.25	2.327	0.666
30	37.0	0.030	0.010	0.990	10.28	3.065	0.999
40	44.3	0.040	0.013	0.987	10.32	3.660	1.332
50	49.0	0.050	0.017	0.983	10.35	4.032	1.664
60	53.7	0.060	0.020	0.980	10.39	4.401	1.997
70	58.0	0.070	0.023	0.977	10.42	4.740	2.330
80	61.3	0.080	0.027	0.973	10.46	4.995	2.663
90	64.7	0.090	0.030	0.970	10.49	5.249	2.996
100	70.0	0.100	0.033	0.967	10.53	5.662	3.329
110	73.3	0.110	0.037	0.963	10.57	5.911	3.662
120	76.3	0.120	0.040	0.960	10.60	6.132	3.995
130	81.3	0.130	0.043	0.957	10.64	6.511	4.328
140	82.7	0.140	0.047	0.953	10.68	6.595	4.661
150	85.7	0.150	0.050	0.950	10.71	6.810	4.993
160	87.7	0.160	0.053	0.947	10.75	6.945	5.326
170	88.0	0.170	0.057	0.943	10.79	6.947	5.659
180	90.7	0.180	0.060	0.940	10.83	7.132	5.992
190	91.0	0.190	0.063	0.937	10.87	7.133	6.325
200	91.0	0.200	0.067	0.933	10.90	7.107	6.658
210	91.3	0.210	0.070	0.930	10.94	7.108	6.991
220	91.3	0.220	0.073	0.927	10.98	7.083	7.324
230	91.7	0.230	0.077	0.923	11.02	7.083	7.657
240	91.3	0.240	0.080	0.920	11.06	7.032	7.990



ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO : Estudio Hidrológico, diseño del alcantarillado Pluvial y Corrección Hidrológica de las quebradas que atraviesan la cabecera parroquial de Pachicutza, cantón El Panguí.

OBRA : ESTUDIOS DE LOS MATERIALES DE ARRASTRE DE LA MICROCUENCA 1

LOCALIZAC: PACHICUTZA

MUESTRA:

SOLICITA : DR. FERNANDO OÑATE

Arena con presencia de grava

FECHA: 12-05-11

REALIZADO: Egdo. M.L.

CONTENIDO DE HUMEDAD:

Recipiente	A11	A16	A4	5
W rec. + muestra humed	241.5	242.7	240.7	246.2
Peso Seco + rec:	200.56	200.94	198.57	202.54
Peso rec:	30.9	30.7	30.9	30.6
W (%) :	24.13	24.53	25.13	25.39

W (%) Prom 24.60

CALCULOS PARA LOS CIRCULOS DE MOHR

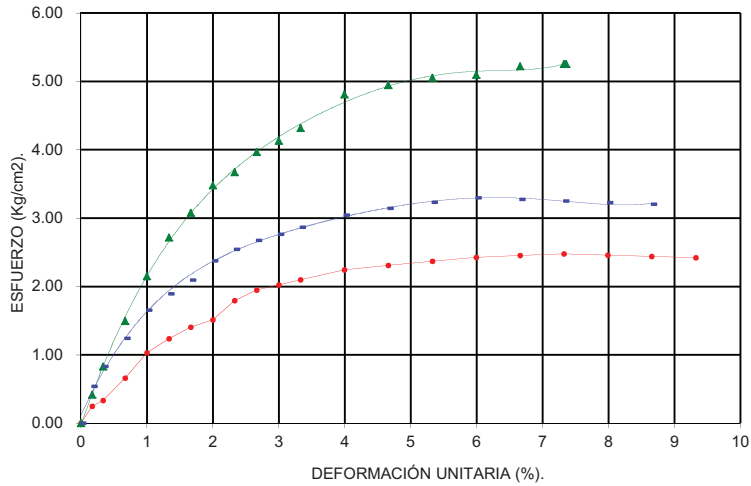
PROBETA	PRESIÓN LATERAL Kg/cm ²	ESFUERZO DESVIADOR MÁX Kg/cm ²	ESFUERZO VERTICAL MÁX Kg/cm ²	CENTRO	RADIO
1	0.5	2.809	3.309	1.90443	1.40443
2	1.0	4.494	5.494	3.24695	2.24695
3	2.0	7.083	9.083	5.54143	3.54143

Ing. Angel Tapia Ch.
RESPONSABLE DEL ÁREA DEL LABORATORIO

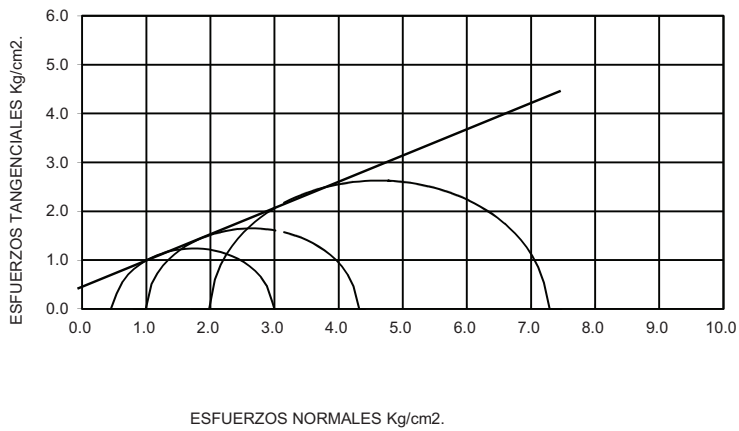


**UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEO - MINERA
LABORATORIOS UCG**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL
ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN.**



CIRCULO DE MOHR



COHESIÓN (C) = 0,25 Kg/cm2.
 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (φ) = 33°

Ángel Tapia Chávez

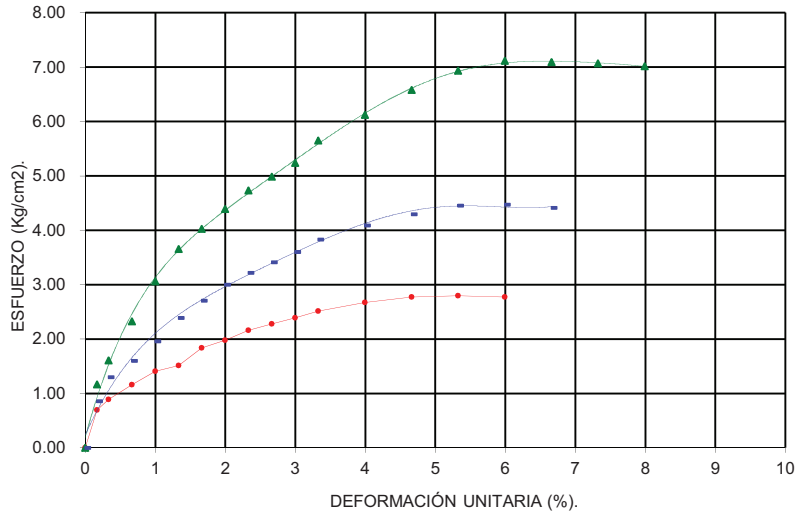
Ing. Ángel Tapia Chávez.
 RESPONSABLE DEL ÁREA DEL LABORATORIO



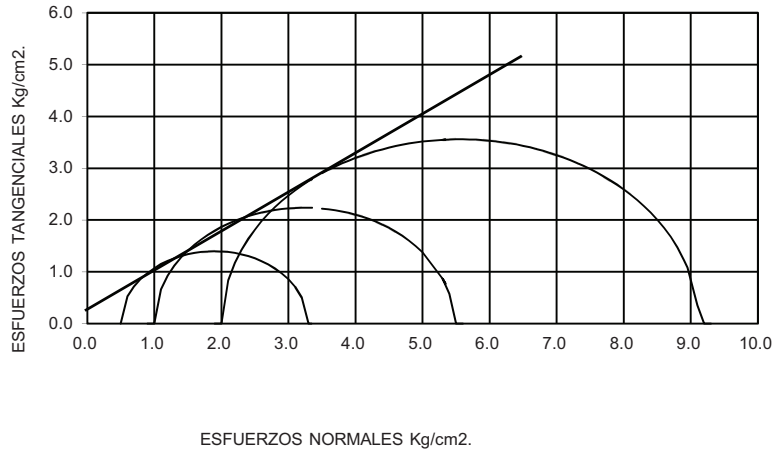
**UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEO - MINERA
LABORATORIOS UCG**

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN.



CIRCULO DE MOHR



COHESIÓN (C) = 0,31Kg/cm2.
 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (ø) = 35°

Ing. Ángel Tapia Chávez.
 RESPONSABLE DEL ÁREA DEL LABORATORIO

PROYECTO: ESTUDIO HIDROLÓGICO, DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE LAS QUEBRADAS QUE ATRAVIESAN LA CABECERA PARROQUIAL DE PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

PARÁMETROS INICIALES DEL CAUCE NATURAL DE LA QUEBRADA

UBICACION: PARROQUIA PACHICUTZA; SECTOR "QUEBRADA 1"

Tramo Número	Polígono por el eje de la quebrada				Caudal	Rugosidad	Díametro Dm (m)	Velocidad de caída W (m/s)
	Abs. inicial	Abs. final	Longitud del tramo (m)	Pendiente ponderada	Q (m ³ /s)			
1	0+000.00	0+052.64	52.64	0.097	30.20	0.075	0.0110	0.585
2	0+052.64	0+230.27	177.63	0.104	30.20	0.075	0.0110	0.585
3	0+230.27	0+369.43	139.16	0.100	30.20	0.075	0.0110	0.585
4	0+369.43	0+483.27	113.83	0.109	30.20	0.075	0.0110	0.585
5	0+483.27	0+544.42	61.16	0.086	30.20	0.075	0.0110	0.585

UBICACION: PARROQUIA PACHICUTZA; SECTOR "QUEBRADA 2"

Tramo Número	Polígono por el eje de la quebrada				Caudal	Rugosidad	Díametro Dm (m)	Velocidad de caída W (m/s)
	Abs. inicial	Abs. final	Longitud del tramo (m)	Pendiente ponderada	Q (m ³ /s)			
1	0+000.00	0+072.33	72.33	0.072	4.91	0.075	0.0245	0.688
2	0+072.33	0+175.52	103.19	0.090	4.55	0.075	0.0245	0.688
3	0+175.52	0+269.14	93.62	0.101	3.23	0.075	0.0245	0.688

ANEXO 3.16

PROYECTO: ESTUDIO HIDROLÓGICO, DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE LAS QUEBRADAS QUE ATRAVIESAN LA CABECERA PARROQUIAL DE PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

**CÁLCULO DE LOS NIVELES DE AGUA CORRESPONDIENTES AL Q_{max} DEL CAUCE NATURAL
MÉTODO DE LEACH**

UBICACION: PARROQUIA PACHICUTZA; SECTOR "QUEBRADA 1"

n = 0.075

Abs. Eje Quebrada	Caudal Real	Long. Sección	Cota fondo	Cota agua	Áncho lámina de agua	Altura al fondo	Área	Perímetro	Radio	Kd	Grad. Hidra.	Q cal	Vel. m/s
0+544.42	30.20	20.42	1001.89	1003.48	10.528	1.590	9.24	11.05	0.84	109.39	0.09	30.20	3.267
0+524.01	30.20	19.97	1003.94	1005.40	11.555	1.457	8.33	11.92	0.70	87.45	0.06	30.20	3.627
0+504.04	30.20	20.77	1005.46	1006.56	13.792	1.100	13.11	14.48	0.91	163.52	0.08	30.20	2.304
0+483.27	30.20	19.74	1007.14	1008.15	11.417	1.004	6.24	11.64	0.54	54.86	0.14	30.20	4.843
0+463.52	30.20	19.36	1009.54	1010.91	12.482	1.371	9.76	13.17	0.74	106.57	0.09	30.20	3.094
0+444.17	30.20	19.03	1011.16	1012.67	13.123	1.510	9.26	13.98	0.66	93.83	0.13	30.20	3.261
0+425.13	30.20	16.99	1013.81	1015.15	10.236	1.336	7.19	10.68	0.67	73.62	0.10	30.20	4.200
0+408.15	30.20	19.43	1015.38	1016.80	11.746	1.424	10.17	12.24	0.83	119.90	0.10	30.20	2.969
0+388.72	30.20	19.29	1017.76	1018.80	12.912	1.040	7.48	13.25	0.56	68.19	0.11	30.20	4.036
0+369.43	30.20	19.84	1019.55	1020.98	10.013	1.430	9.19	10.58	0.87	111.56	0.08	30.20	3.286
0+349.60	30.20	20.21	1020.77	1022.53	10.004	1.763	8.90	10.77	0.83	104.56	0.12	30.20	3.392
0+329.39	30.20	19.70	1023.43	1024.99	8.238	1.551	6.39	8.81	0.73	68.75	0.11	30.20	4.727
0+309.69	30.20	19.42	1025.71	1027.14	10.365	1.431	9.41	10.85	0.87	114.02	0.08	30.20	3.211
0+290.27	30.20	20.02	1027.54	1028.66	13.807	1.124	9.74	14.11	0.69	101.40	0.10	30.20	3.101
0+270.25	30.20	20.46	1029.67	1030.73	13.455	1.060	8.76	13.67	0.64	86.76	0.09	30.20	3.449
0+249.79	30.20	19.52	1030.88	1032.64	14.487	1.760	10.50	14.97	0.70	110.47	0.09	30.20	2.877
0+230.27	30.20	20.72	1033.43	1034.45	13.718	1.020	8.90	13.92	0.64	88.14	0.11	30.20	3.391
0+209.56	30.20	20.90	1035.15	1036.74	10.323	1.589	8.33	10.81	0.77	93.38	0.11	31.20	3.744
0+188.66	30.20	19.04	1037.50	1038.98	7.3980	1.480	7.77	8.54	0.91	97.22	0.13	30.20	3.888
0+169.62	30.20	18.81	1039.79	1041.36	10.623	1.576	7.31	11.14	0.66	73.52	0.10	30.20	4.133
0+150.80	30.20	20.18	1041.96	1043.16	17.298	1.209	11.86	17.55	0.68	121.78	0.10	30.20	2.546
0+130.63	30.20	18.78	1043.95	1045.20	11.311	1.251	7.02	11.29	0.62	68.23	0.08	30.20	4.301
0+111.85	30.20	18.64	1045.35	1046.79	13.888	1.437	11.92	14.47	0.82	139.69	0.06	30.20	2.533
0+093.21	30.20	20.12	1046.22	1047.89	8.099	1.665	8.59	9.24	0.93	109.17	0.11	31.20	3.631
0+073.09	30.20	20.45	1049.30	1050.11	14.766	0.810	8.58	15.13	0.57	78.37	0.13	30.20	3.521
0+052.64	30.20	19.87	1051.92	1052.75	15.321	0.837	9.50	15.94	0.60	89.76	0.10	30.20	3.179
0+032.77	30.20	20.70	1053.16	1054.68	17.695	1.518	11.06	18.55	0.60	104.44	0.09	30.20	2.732
0+012.07	30.20	12.07	1055.55	1056.56	15.919	1.010	9.93	16.14	0.62	95.80	0.12	30.20	3.041
0+000.00	30.20	0.00	1056.92	1058.02	17.694	1.095	9.21	18.11	0.51	78.17		0.00	3.281

UBICACION: PARROQUIA PACHICUTZA; SECTOR "QUEBRADA 2"

Abs. Eje Quebrada	Caudal Máx	Long. Sección	Cota fondo	Cota agua	Áncho lámina de agua	Altura al fondo	Área	Perímetro	Radio	Kd	Grad. Hidra.	Q cal	Vel. m/s
0+000.00	4.91	11.91	998.369	998.99	5.225	0.625	2.449	5.414	0.45	19.25	0.06	4.91	2.005
0+011.91	4.91	17.99	998.841	999.66	4.213	0.815	2.563	4.828	0.53	22.41	0.08	4.91	1.917
0+029.90	4.91	8.40	1000.405	1001.06	4.233	0.651	1.806	4.656	0.39	12.81	0.11	4.91	2.720
0+038.30	4.91	34.03	1000.945	1001.96	4.653	1.014	2.233	5.106	0.44	17.16	0.10	4.91	2.199
0+072.33	4.91	16.63	1004.218	1005.20	3.595	0.983	1.879	4.194	0.45	14.66	0.11	4.91	2.614
0+088.96	4.55	20.67	1006.159	1007.07	5.228	0.911	2.119	5.689	0.37	14.63	0.10	4.55	2.147
0+109.63	4.55	18.98	1008.258	1009.12	8.245	0.858	2.476	8.691	0.28	14.29	0.07	4.55	1.839
0+128.61	4.55	25.55	1009.467	1010.40	5.906	0.934	2.701	6.196	0.44	20.71	0.10	4.55	1.686
0+154.16	4.55	21.36	1011.916	1012.89	2.478	0.973	1.207	3.155	0.38	8.49	0.07	4.56	3.774
0+175.52	4.55	14.15	1013.419	1014.42	6.346	0.999	3.173	6.746	0.47	25.58	0.07	4.55	1.434
0+189.67	3.23	19.74	1014.797	1015.45	4.405	0.655	1.367	4.639	0.29	8.07	0.13	3.23	2.363
0+209.41	3.23	19.63	1017.44	1017.93	14.121	0.488	2.455	14.18	0.17	10.17	0.07	3.24	1.320
0+229.04	3.23	20.11	1019.32	1019.34	10.796	0.020	2.693	11.06	0.24	14.00	0.10	3.23	1.200
0+249.15	3.23	19.99	1021.182	1021.42	13.019	0.240	1.744	13.03	0.13	6.09	0.10	3.24	1.857
0+269.14	3.23		1022.938	1023.23	11.588	0.287	2.746	11.71	0.23	13.93		0.00	1.179

ANEXO 3.17

**ESTUDIO HIDROLÓGICO, DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y CORRECCIÓN
HIDROLÓGICA DE LAS QUEBRADAS QUE ATRAVIESAN LA CABECERA PARROQUIAL DE
PACHICUTZA.**

UBICACION: PARROQUIA PACHICUTZA; "MICROCUEENCA 1"

**TRAMOS DE QUEBRADA CON PENDIENTES SEMEJANTES Y PARÁMETROS
NECESARIOS PARA EL CÁLCULO DE LA PENDIENTE DE COMPENSACIÓN**

Eje del Río		Longitud [m]	Pendiente [m/m]	Tramo	Pendiente Ponderada	Velocidad [m/s]	Longitud Tramo
Abscisa	Cota						
0+000.00	1056.92	12.07	0.113	1	0.097	3.02	52.64
0+012.07	1055.55	20.70	0.116				
0+032.77	1053.159	19.87	0.063				
0+052.64	1051.917	20.45	0.128	2	0.104	3.50	177.6287
0+073.09	1049.304	20.12	0.153				
0+093.21	1046.221	18.64	0.047				
0+111.85	1045.351	18.78	0.075				
0+130.63	1043.952	20.18	0.099				
0+150.80	1041.955	18.81	0.115				
0+169.62	1039.789	19.04	0.120				
0+188.66	1037.503	20.90	0.112				
0+209.56	1035.154	20.72	0.083				
0+230.27	1033.43	19.52	0.130				
0+249.79	1030.884	20.46	0.060				
0+270.25	1029.665	20.02	0.106				
0+290.27	1027.539	19.42	0.094				
0+309.69	1025.705	19.70	0.115				
0+329.39	1023.434	20.21	0.132				
0+349.60	1020.767	19.84	0.061				
0+369.43	1019.551	19.29	0.093	4	0.109	3.47	113.83
0+388.72	1017.763	19.43	0.123				
0+408.15	1015.376	16.99	0.092				
0+425.13	1013.81	19.03	0.139				
0+444.17	1011.16	19.36	0.084				
0+463.52	1009.54	19.74	0.121				
0+483.27	1007.142	20.77	0.081	5	0.086	3.51	61.16
0+504.04	1005.457	19.97	0.076				
0+524.01	1003.943	20.42	0.101				
0+544.42	1001.888						

ANEXO 3.17

**ESTUDIO HIDROLÓGICO, DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y CORRECCIÓN
HIDROLÓGICA DE LAS QUEBRADAS QUE ATRAVIESAN LA CABECERA PARROQUIAL DE
PACHICUTZA.**

UBICACION: PARROQUIA PACHICUTZA; "MICROCUCENCA 2"

**TRAMOS DE QUEBRADA CON PENDIENTES SEMEJANTES Y PARÁMETROS
NECESARIOS PARA EL CÁLCULO DE LA PENDIENTE DE COMPENSACIÓN**

Eje del Río		Longitud [m]	Pendiente [m/m]	Tramo	Pendiente Ponderada	Velocidad [m/s]	Longitud Tramo
Abcisa	Cota						
0+000.00	998.369						
		11.91	0.040				
0+011.91	998.841			1	0.072	2.29	72.33
		17.99	0.087				
0+029.90	1000.405						
		8.40	0.064				
0+038.30	1000.945						
		34.03	0.096				
0+072.33	1004.218						
		16.63	0.117				
0+088.96	1006.159			2	0.090	2.18	103.19
		20.67	0.102				
0+109.63	1008.258						
		18.98	0.064				
0+128.61	1009.467						
		25.55	0.096				
0+154.16	1011.916						
		21.36	0.070				
0+175.52	1013.419						
		14.15	0.097				
0+189.67	1014.797			3	0.101	1.58	93.62
		19.74	0.134				
0+209.41	1017.440						
		19.63	0.096				
0+229.04	1019.320						
		20.11	0.093				
0+249.15	1021.182						
		19.99	0.088				
0+269.14	1022.938						

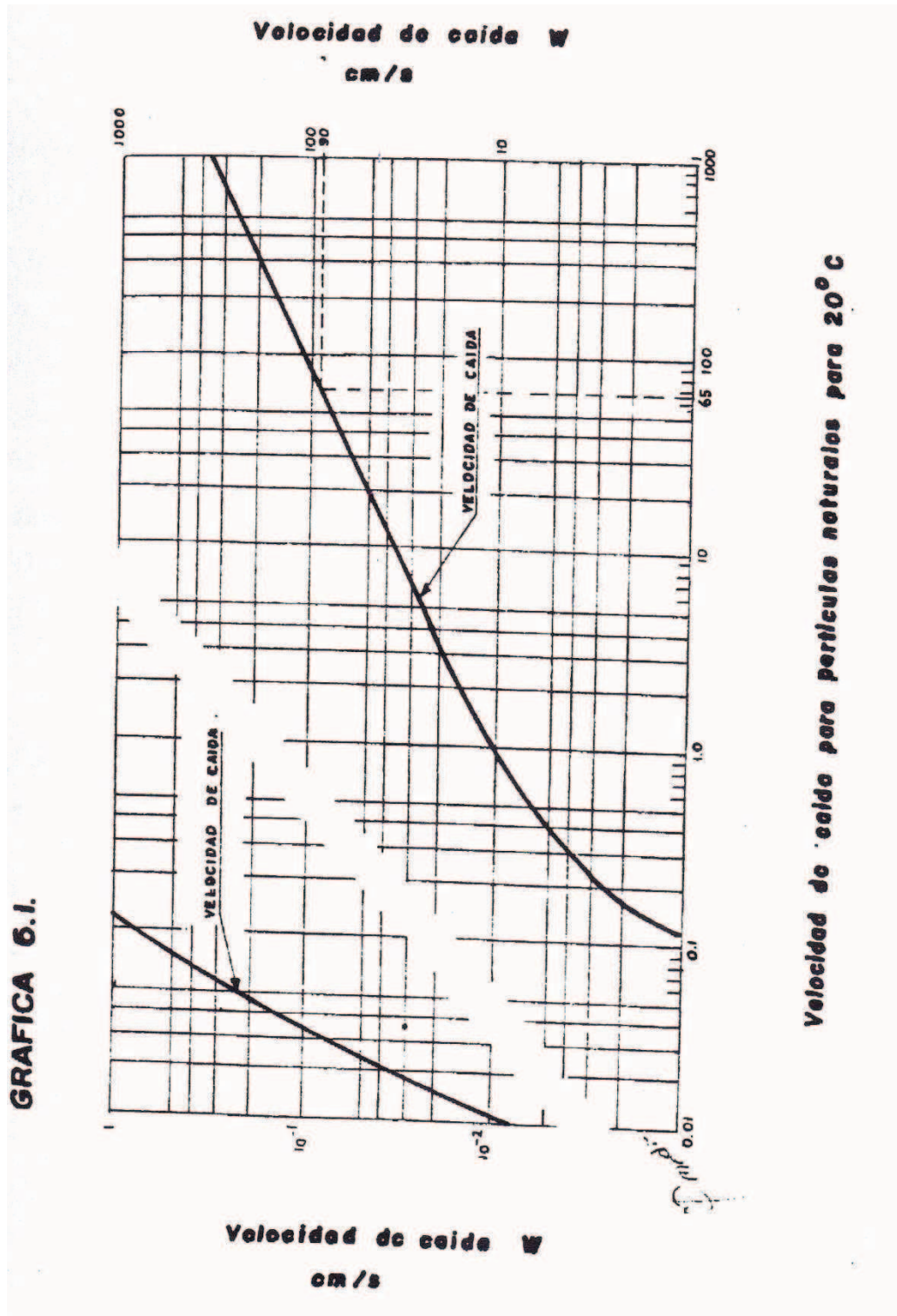


TABLA 2.1.

Valores de F, A y m para cauces estables, en que el gasto formativo es del 3 al 10 por ciento, en un año (solo 3 al 10 por ciento de los gastos anuales son mayores que ese gasto).

ZONA DEL RIO Y CONDICION DEL CAUCE	Coef. Estab. f	Número de Froude	Parámetro A Tipo de sección		Exponente m cuando K = 10 Tipo de sección	
			a	b	a	b
Zona de alta montaña, cauce rocoso o cubierto de piedras.	10	1.0	0.50	0.75	-	1.00
Zona de montaña, cauce formado con cantos rodados, boleó y guijarros. Rápidas y pendiente cercana a la crítica.	7	1.0 - 0.5	0.75	0.90	1.00	0.80
Zona en las faldas de la montaña. Llegada del río al valle. Cauce formado de guijarros, grava y arena. Corriente tranquila.	6	0.5 - 0.2	0.90	1.00	0.80	0.75
Zona intermedia, cauce formado de arenas gruesas, media y fina. Corriente tranquila.	5	0.2 - 0.04	1.00	1.10	0.75	0.70
Zona de planicie, cauce formado de arena fina.	2	0.20 - 0.02	1.10	1.30	0.75	0.70
a. Río caudaloso.	1	0.30 - 0.20	1.30	1.70	0.60	0.50
b. Río poco caudaloso.						

Tomado de Texto: "MORFOLOGIA DE RIOS, CAUCES ESTABLES", Escuela Politécnica Nacional, Pág 92.

ANEXO 3.20

Profundidad		Indicadores		Condic.		Vel. Media		Capacidad		Transporte		Condic.		Velocidad		Inicial		Caudal		Unitario		Capacidad		Atrasre		Fondo		Condic.		Cauc	
Media				1		(m/s)		Regulada		Natural		2		Regulada		Natural		Regulada		Natural		Regulada		Natural		Regulada		Natural		3	
Regulada		Natural		B ^r m = K ² H ^m r		Calculada		Regulada		Natural		prepu		Regulada		Natural		Regulada		Natural		Regulada		Natural		Regulada		Natural		Q _{ff} -Q _{fn}	
H _{nar}		H _{nan}		K _{flnar}		V _{nc}		pr		pn		pr		Vo _{in}		Vo _{in}		Q _{fofnr}		Q _{fofnr}		Q _{fofnr}		Q _{fofnr}		Q _{fofnr}		Q _{fofnr}		q	
=	2.18					2.70	2.70	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.18	1.26	3.53	3.06	SI	1.5												
=	4.55					2.70	2.70	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.18	1.26	3.53	3.06	SI	1.5												
=	0.075					2.70	2.70	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.19	1.26	3.54	3.07	SI	1.5												
						2.70	2.70	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.19	1.26	3.55	3.07	SI	1.5												
						2.70	2.70	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.20	1.26	3.55	3.08	SI	1.5												
						2.70	2.70	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.20	1.26	3.56	3.08	SI	1.5												
						2.70	2.70	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.20	1.26	3.57	3.09	SI	1.5												
						2.70	2.70	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.21	1.26	3.57	3.09	SI	1.5												
						2.71	2.71	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.21	1.26	3.58	3.10	SI	1.5												
						2.71	2.71	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.22	1.26	3.59	3.10	SI	1.5												
						2.71	2.71	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.22	1.27	3.60	3.11	SI	1.5												
						2.71	2.71	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.23	1.27	3.60	3.11	SI	1.5												
						2.71	2.71	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.23	1.27	3.61	3.12	SI	1.5												
						2.71	2.71	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.24	1.27	3.62	3.12	SI	1.5												
	0.56	0.43	2.56	3.36	SI	2.71	2.71	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.24	1.27	3.62	3.13	SI	1.5												
	0.56	0.43	2.55	3.36	SI	2.71	2.71	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.25	1.27	3.63	3.13	SI	1.5												
	0.56	0.43	2.55	3.36	SI	2.71	2.71	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.25	1.27	3.64	3.14	SI	1.5												
	0.56	0.43	2.55	3.36	SI	2.72	2.72	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.26	1.27	3.64	3.14	SI	1.5												
	0.56	0.43	2.55	3.36	SI	2.72	2.72	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.26	1.27	3.65	3.15	SI	1.5												
	0.56	0.43	2.55	3.36	SI	2.72	2.72	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.27	1.27	3.66	3.15	SI	1.5												
	0.56	0.43	2.55	3.36	SI	2.72	2.72	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.27	1.27	3.66	3.16	SI	1.5												
	0.56	0.43	2.55	3.36	SI	2.72	2.72	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.28	1.28	3.67	3.16	SI	1.5												
	0.56	0.43	2.55	3.36	SI	2.72	2.72	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.28	1.28	3.68	3.17	SI	1.5												
	0.56	0.43	2.55	3.36	SI	2.72	2.72	0.04	0.03	0.03	SI	1.01	0.97	2.29	1.28	3.68	3.17	SI	1.5												

Profundidad Media		Indicadores		Condic.		Vel. Media (m/s)		Capacidad Sedimentos		Transporte Suspensión		Condic.		Velocidad de Arrastre		Caudal Sedim.		Capacidad Arrastre Sedimentos Fondo		Condic.	
Natural		K.Hmr		B ³ m = K ³ Hmr		Calculada		Regulada		Natural		p=ppn		Regulada		Regulada		Natural		Qip=Qoh	
3.00	30.20	5.92	6.58	5.92	6.58	2.98	3.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	NO	0.87	2.73	2.79	12.62	12.67	NO	3	
0	1.11	5.92	6.58	5.92	6.58	2.98	3.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	NO	0.87	2.73	2.79	12.62	12.67	NO	3	
0	1.11	5.92	6.58	5.92	6.58	2.98	3.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	NO	0.87	2.73	2.79	12.62	12.67	NO	3	
0	1.10	5.91	6.58	5.91	6.58	2.99	3.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	NO	0.86	2.76	2.79	12.71	12.75	NO	3	
0	1.10	5.91	6.58	5.91	6.58	2.99	3.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	NO	0.86	2.77	2.80	12.76	12.79	NO	3	
0	1.10	5.91	6.57	5.91	6.57	2.99	3.01	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	NO	0.86	2.78	2.80	12.80	12.83	NO	3	
0	1.10	5.91	6.57	5.91	6.57	2.99	3.01	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	NO	0.86	2.79	2.81	12.85	12.87	NO	3	
0	1.10	5.90	6.57	5.90	6.57	3.00	3.01	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	NO	0.86	2.80	2.81	12.90	12.90	NO	3	
0	1.09	5.90	6.57	5.90	6.57	3.00	3.01	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	NO	0.86	2.81	2.81	12.94	12.94	NO	3	
0	1.09	5.90	6.56	5.90	6.56	3.00	3.01	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	SI	0.86	2.83	2.82	12.99	12.98	SI	3	
0	1.09	5.90	6.56	5.90	6.56	3.01	3.01	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	SI	0.86	2.84	2.82	13.04	13.02	SI	3	
0	1.09	5.90	6.56	5.90	6.56	3.01	3.01	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	SI	0.86	2.85	2.83	13.08	13.06	SI	3	
0	1.09	5.89	6.55	5.89	6.55	3.01	3.01	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	SI	0.86	2.86	2.83	13.13	13.10	SI	3	
0	1.09	5.89	6.55	5.89	6.55	3.01	3.01	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	SI	0.86	2.87	2.83	13.18	13.14	SI	3	
0	1.08	5.89	6.55	5.89	6.55	3.02	3.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	SI	0.86	2.88	2.84	13.23	13.18	SI	3	
0	1.08	5.89	6.55	5.89	6.55	3.02	3.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	SI	0.86	2.89	2.84	13.27	13.22	SI	3	
0	1.08	5.89	6.54	5.89	6.54	3.02	3.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	SI	0.86	2.91	2.84	13.32	13.26	SI	3	
0	1.08	5.88	6.54	5.88	6.54	3.02	3.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	SI	0.86	2.92	2.85	13.37	13.30	SI	3	
0	1.08	5.88	6.54	5.88	6.54	3.03	3.03	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	SI	0.86	2.93	2.85	13.41	13.34	SI	3	
0	1.07	5.88	6.54	5.88	6.54	3.03	3.03	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	SI	0.86	2.94	2.86	13.46	13.38	SI	3	
0	1.07	5.88	6.53	5.88	6.53	3.03	3.03	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	SI	0.86	2.95	2.86	13.51	13.42	SI	3	
0	1.07	5.88	6.53	5.88	6.53	3.03	3.03	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	SI	0.86	2.96	2.86	13.56	13.46	SI	3	
0	1.07	5.87	6.53	5.87	6.53	3.04	3.04	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	SI	0.86	2.98	2.87	13.60	13.50	SI	3	
0	1.07	5.87	6.53	5.87	6.53	3.04	3.04	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	SI	0.86	2.99	2.87	13.65	13.54	SI	3	

VELOC. CAIDA DE PART. W (m/s) = 0.585
 COEFICIENTE (K) = 6
 DIAM. PART. SUSPENS. dm (m) = 0.011
 COEFICIENTE (KI) = 0.50
 EXPONENTE (A) = 0.90
 COEFICIENTE (m) = 0.80

ANEXO 3.20

$3.00 \text{ VELOC. CAIDA DE PART. } W \text{ (m/s)} = 0.585 \text{ COEFICIENTE (K)} = 6$
 $30.20 \text{ DIAM. PART. SUSPENS. } dm \text{ (m)} = 0.011 \text{ COEFICIENTE (KI)} = 0.50$
 $0.075 \text{ EXPONENTE (A)} = 0.90 \text{ COEFICIENTE (m)} = 0.80$

Profundidad Media	Indicadores	Condic.	Vel. Media (m/s)	Capacidad Sedimentos Suspensión		Condic.	Velocidad de Arrastre (m/s)		Caudal Sedim. de Fondo		Capacidad Sedimentos Fondo		Condic.	
				Regulada	Natural		Regulada	Natural	Regulada	Natural	Regulada	Natural		
r	B ^r m = K ^r H ^m r	B ^r m = K ^r H ^m r	V _{me}	pr	pa	pr ^{pp}	(V _o) _r	(V _o) _n	(q _o) _r	(q _o) _n	(Q _o) _r	(Q _o) _n	3	
0	1.11	5.92	6.58	SI	0.06	0.06	NO	0.87	0.87	2.73	2.79	12.62	12.67	NO
0	1.11	5.92	6.58	SI	0.06	0.06	NO	0.87	0.87	2.75	2.79	12.66	12.71	NO
0	1.10	5.91	6.58	SI	0.06	0.06	NO	0.86	0.87	2.76	2.79	12.71	12.75	NO
0	1.10	5.91	6.58	SI	0.06	0.06	NO	0.86	0.87	2.77	2.80	12.76	12.79	NO
0	1.10	5.91	6.57	SI	0.06	0.06	NO	0.86	0.87	2.78	2.80	12.80	12.83	NO
0	1.10	5.91	6.57	SI	0.06	0.06	NO	0.86	0.87	2.79	2.81	12.85	12.87	NO
9	1.10	5.90	6.57	SI	0.06	0.06	NO	0.86	0.86	2.80	2.81	12.90	12.90	NO
9	1.09	5.90	6.57	SI	0.06	0.06	NO	0.86	0.86	2.81	2.81	12.94	12.94	NO
9	1.09	5.90	6.56	SI	0.06	0.06	SI	0.86	0.86	2.83	2.82	12.99	12.98	SI
9	1.09	5.90	6.56	SI	0.06	0.06	SI	0.86	0.86	2.84	2.82	13.04	13.02	SI
9	1.09	5.90	6.56	SI	0.06	0.06	SI	0.86	0.86	2.85	2.83	13.08	13.06	SI
9	1.09	5.89	6.55	SI	0.06	0.06	SI	0.86	0.86	2.86	2.83	13.13	13.10	SI
9	1.09	5.89	6.55	SI	0.06	0.06	SI	0.86	0.86	2.87	2.83	13.18	13.14	SI
9	1.08	5.89	6.55	SI	0.06	0.06	SI	0.86	0.86	2.88	2.84	13.23	13.18	SI
9	1.08	5.89	6.55	SI	0.06	0.06	SI	0.86	0.86	2.89	2.84	13.27	13.22	SI
9	1.08	5.89	6.54	SI	0.06	0.06	SI	0.86	0.86	2.91	2.84	13.32	13.26	SI
9	1.08	5.88	6.54	SI	0.06	0.06	SI	0.86	0.86	2.92	2.85	13.37	13.30	SI
9	1.08	5.88	6.54	SI	0.06	0.06	SI	0.86	0.86	2.93	2.85	13.41	13.34	SI
9	1.07	5.88	6.54	SI	0.06	0.06	SI	0.86	0.86	2.94	2.86	13.46	13.38	SI
9	1.07	5.88	6.53	SI	0.06	0.06	SI	0.86	0.86	2.95	2.86	13.51	13.42	SI
9	1.07	5.88	6.53	SI	0.06	0.06	SI	0.86	0.86	2.96	2.86	13.56	13.46	SI
9	1.07	5.87	6.53	SI	0.06	0.06	SI	0.86	0.86	2.98	2.87	13.60	13.50	SI
9	1.07	5.87	6.53	SI	0.06	0.06	SI	0.86	0.86	2.99	2.87	13.65	13.54	SI

ANEXO 3.20

Profundidad Media	Indicadores		Condic.	Vel. Media Calculada (m/s)	Capacidad Sedimentos		Transporte Suspensión Natural	Condic.	Velocidad de Arrastre		Caudal Sedim. Regulado (q.fonr)	Capacidad Sedimentos Fondo		Condic.						
	Br*m = K*Hm.r	K.Hm.r			Regulada	Natural			Regulada	Natural		Regulada	Natural		Regulada	Natural	Regulada	Natural	Regulada	Natural
3.00									0.585					6						
30.20									0.011					0.50						
0.075									0.90					0.80						
1.11	5.92	6.58	SI	2.98	0.06	0.06	NO	NO	0.87	0.87	2.73	12.62	12.67	NO						
1.11	5.92	6.58	SI	2.98	0.06	0.06	NO	NO	0.87	0.87	2.75	12.66	12.71	NO						
1.10	5.91	6.58	SI	2.99	0.06	0.06	NO	NO	0.86	0.87	2.76	12.71	12.75	NO						
1.10	5.91	6.58	SI	2.99	0.06	0.06	NO	NO	0.86	0.87	2.77	12.76	12.79	NO						
1.10	5.91	6.57	SI	2.99	0.06	0.06	NO	NO	0.86	0.87	2.78	12.80	12.83	NO						
1.10	5.91	6.57	SI	2.99	0.06	0.06	NO	NO	0.86	0.87	2.79	12.85	12.87	NO						
1.10	5.90	6.57	SI	3.00	0.06	0.06	NO	NO	0.86	0.86	2.80	12.90	12.90	NO						
1.09	5.90	6.57	SI	3.00	0.06	0.06	NO	NO	0.86	0.86	2.81	12.94	12.94	NO						
1.09	5.90	6.56	SI	3.00	0.06	0.06	SI	SI	0.86	0.86	2.83	12.99	12.98	SI						
1.09	5.90	6.56	SI	3.01	0.06	0.06	SI	SI	0.86	0.86	2.84	13.04	13.02	SI						
1.09	5.90	6.56	SI	3.01	0.06	0.06	SI	SI	0.86	0.86	2.85	13.08	13.06	SI						
1.09	5.89	6.55	SI	3.01	0.06	0.06	SI	SI	0.86	0.86	2.86	13.13	13.10	SI						
1.09	5.89	6.55	SI	3.01	0.06	0.06	SI	SI	0.86	0.86	2.87	13.18	13.14	SI						
1.08	5.89	6.55	SI	3.02	0.06	0.06	SI	SI	0.86	0.86	2.88	13.23	13.18	SI						
1.08	5.89	6.55	SI	3.02	0.06	0.06	SI	SI	0.86	0.86	2.89	13.27	13.22	SI						
1.08	5.89	6.54	SI	3.02	0.06	0.06	SI	SI	0.86	0.86	2.91	13.32	13.26	SI						
1.08	5.88	6.54	SI	3.02	0.06	0.06	SI	SI	0.86	0.86	2.92	13.37	13.30	SI						
1.08	5.88	6.54	SI	3.03	0.06	0.06	SI	SI	0.86	0.86	2.93	13.41	13.34	SI						
1.07	5.88	6.54	SI	3.03	0.06	0.06	SI	SI	0.86	0.86	2.94	13.46	13.38	SI						
1.07	5.88	6.53	SI	3.03	0.06	0.06	SI	SI	0.86	0.86	2.95	13.51	13.42	SI						
1.07	5.88	6.53	SI	3.03	0.06	0.06	SI	SI	0.86	0.86	2.96	13.56	13.46	SI						
1.07	5.87	6.53	SI	3.04	0.06	0.06	SI	SI	0.86	0.86	2.98	13.60	13.50	SI						
1.07	5.87	6.53	SI	3.04	0.06	0.06	SI	SI	0.86	0.86	2.99	13.65	13.54	SI						

ÓGICO, DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE LAS QUEBRADAS QUE ATRA
PARROQUIAL DE PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

UBICACION: PARROQUIA PACHICUTZA; SECTOR "QUEBRADA 2"

CALCULO DE LAS CONDICIONES DE ESTABILIDAD DEL CAUCE REGULADO POR EL METODO DE ALTURNIN

1.29		VELOC. CAIDA DE PART. W (m/s)	=	0.688	COEFICIENTE (K)	=	6
1.91		DIAM. PART. SUSPENS. dm (m)	=	0.024	COEFICIENTE (K1)	=	0.50
1.075		EXPONENTE (A)	=	0.90	COEFICIENTE (m)	=	0.80

id a	Indicadores		Condic.	Vel. Media (m/s)	Capacidad Sedimentos		Transporte Suspension	Condic.	Velocidad Inicial de Arrastre (m/s)		Caudal Unitario Sedim. de Fondo		Capacidad Sedimentos Fondo		Cau Unit	Condic.				
	B^{cm} K^{hm}	B^m K^{hm}			Regulada	Natural			Regulada	Natural	Natural	Natural	Regulada	Natural			Regulada	Natural	Regulada	Natural
0.52	2.66	3.51	SI	2.47	0.03	0.03	SI	1.02	1.00	1.41	1.08	2.39	2.23	SI	1.2					
0.52	2.66	3.51	SI	2.48	0.03	0.03	SI	1.02	1.00	1.42	1.08	2.40	2.23	SI	1.2					
0.52	2.65	3.51	SI	2.48	0.03	0.03	SI	1.02	1.00	1.42	1.09	2.41	2.24	SI	1.2					
0.52	2.65	3.51	SI	2.48	0.03	0.03	SI	1.02	1.00	1.42	1.09	2.41	2.24	SI	1.2					
0.52	2.65	3.51	SI	2.48	0.03	0.03	SI	1.02	1.00	1.43	1.09	2.42	2.25	SI	1.2					
0.52	2.65	3.51	SI	2.48	0.03	0.03	SI	1.02	1.00	1.44	1.09	2.43	2.25	SI	1.2					
0.52	2.65	3.50	SI	2.48	0.03	0.03	SI	1.02	1.00	1.44	1.09	2.44	2.26	SI	1.2					
0.52	2.65	3.50	SI	2.49	0.03	0.03	SI	1.02	1.00	1.44	1.09	2.44	2.26	SI	1.2					
0.52	2.65	3.50	SI	2.49	0.03	0.03	SI	1.02	1.00	1.45	1.09	2.45	2.27	SI	1.2					
0.52	2.65	3.50	SI	2.49	0.03	0.03	SI	1.02	1.00	1.45	1.09	2.45	2.27	SI	1.2					
0.51	2.65	3.50	SI	2.49	0.03	0.03	SI	1.02	1.00	1.46	1.10	2.46	2.28	SI	1.2					
0.51	2.65	3.50	SI	2.49	0.03	0.03	SI	1.02	1.00	1.46	1.10	2.46	2.28	SI	1.2					
0.51	2.65	3.50	SI	2.49	0.03	0.03	SI	1.02	1.00	1.46	1.10	2.47	2.29	SI	1.2					
0.51	2.65	3.50	SI	2.49	0.03	0.03	SI	1.02	1.00	1.47	1.10	2.48	2.29	SI	1.2					
0.51	2.65	3.50	SI	2.49	0.03	0.03	SI	1.02	1.00	1.47	1.10	2.48	2.30	SI	1.2					
0.51	2.65	3.50	SI	2.50	0.03	0.03	SI	1.02	0.99	1.47	1.10	2.49	2.30	SI	1.2					
0.51	2.65	3.50	SI	2.50	0.03	0.03	SI	1.02	0.99	1.48	1.10	2.49	2.30	SI	1.2					
0.51	2.65	3.49	SI	2.50	0.03	0.03	SI	1.02	0.99	1.48	1.10	2.50	2.31	SI	1.2					
0.51	2.64	3.49	SI	2.50	0.03	0.03	SI	1.02	0.99	1.49	1.10	2.51	2.31	SI	1.2					
0.51	2.64	3.49	SI	2.50	0.03	0.03	SI	1.02	0.99	1.49	1.10	2.51	2.32	SI	1.2					
0.51	2.64	3.48	SI	2.50	0.03	0.03	SI	1.02	0.99	1.49	1.10	2.51	2.32	SI	1.2					
0.51	2.64	3.48	SI	2.50	0.03	0.03	SI	1.02	0.99	1.49	1.10	2.51	2.32	SI	1.2					

Profundidad (m)	Medida	Indicadores		Condic.	Vel. Medial (m/s)	Capacidad Sedimentos		Condic.	Velocidad de Arrastre		Caudal Sedim. Regulada (q _f)	Capacidad Sedimentos Fondo		Condic.				
		B ^r m = K ^r Hm ^r				Transporte Suspensión			Regulada			Natural			Regulada		Natural	
		B ^r m	K ^r Hm ^r			Regulada	Natural		(Vo)r	(Vo)n		(q _f)r	(q _f)n		(Q _f)r	(Q _f)n		
2.18	Media			1				2						3				
4.55	Natural			B ^r m = K ^r Hm ^r				pr=pa						Q _f -Q _n				
0.075	H _{na}	B ^r m	K ^r Hm ^r		V _{me}	pr	pn		(Vo)r	(Vo)n	(q _f)r	(q _f)n	(Q _f)r	(Q _f)n				
	0.41	2.49	3.30	SI	2.65	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.06	1.05	3.22	2.69				
	0.41	2.49	3.30	SI	2.65	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.06	1.05	3.22	2.70				
	0.41	2.48	3.30	SI	2.66	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.07	1.05	3.23	2.70				
	0.41	2.48	3.29	SI	2.66	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.07	1.05	3.23	2.71				
	0.41	2.48	3.29	SI	2.66	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.08	1.05	3.24	2.71				
	0.41	2.48	3.29	SI	2.66	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.08	1.05	3.25	2.71				
	0.41	2.48	3.29	SI	2.66	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.09	1.06	3.25	2.72				
	0.41	2.48	3.29	SI	2.66	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.09	1.06	3.26	2.72				
	0.41	2.48	3.29	SI	2.66	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.10	1.06	3.27	2.73				
	0.40	2.48	3.29	SI	2.66	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.10	1.06	3.27	2.73				
	0.40	2.48	3.29	SI	2.66	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.10	1.06	3.28	2.74				
	0.40	2.48	3.29	SI	2.67	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.11	1.06	3.28	2.74				
	0.40	2.48	3.29	SI	2.67	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.11	1.06	3.29	2.74				
	0.40	2.48	3.29	SI	2.67	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.12	1.06	3.30	2.75				
	0.40	2.48	3.29	SI	2.67	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.12	1.06	3.30	2.75				
	0.40	2.48	3.29	SI	2.67	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.13	1.06	3.31	2.76				
	0.40	2.48	3.29	SI	2.67	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.13	1.06	3.32	2.76				
	0.40	2.48	3.29	SI	2.67	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.14	1.06	3.32	2.77				
	0.40	2.48	3.28	SI	2.67	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.14	1.06	3.33	2.77				
	0.40	2.48	3.28	SI	2.67	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.15	1.07	3.33	2.77				
	0.40	2.48	3.28	SI	2.68	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.15	1.07	3.34	2.78				
	0.40	2.48	3.28	SI	2.68	0.04	0.02	SI	1.01	0.96	2.15	1.07	3.35	2.78				
	0.40	2.48	3.28	SI	2.68	0.04	0.02	SI	1.01	0.95	2.16	1.07	3.35	2.79				
	0.40	2.48	3.28	SI	2.68	0.04	0.02	SI	1.01	0.95	2.16	1.07	3.36	2.79				

VELOC. CAIDA DE PART. W (m/s) = 0.688
 DIAM. PART. SUSPENS. dm (m) = 0.024
 EXPONENTE (A) = 0.90
 COEFICIENTE (K) = 6
 COEFICIENTE (K1) = 0.50
 COEFICIENTE (m) = 0.80

Profundidad Media	Indicadores	Condic.	Vel. Medial (m/s)	Capacidad Sedimentos		Transporte Suspensión		Condic.	Velocidad de Arrastre (m/s)	Caudal Sedim. (q.fonr)	Capacidad Sedimentos Fondo		Condic.
				Regulada	Natural	Regulada	Natural				Regulada	Natural	
1.58	Br ^m = K ^h hr	1	Calculada	V _{inc}	pr	pn	pp ^{pn}	SI	0.99	1.95	0.36	2.52	6
3.23	Br ^m = K ^h hr	SI	2.57	0.03	0.01	0.01	SI	SI	0.99	1.96	0.36	2.53	0.50
0.075	Br ^m = K ^h hr	SI	2.57	0.03	0.01	0.01	SI	SI	0.99	1.97	0.36	2.54	0.80
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.57	0.03	0.01	0.01	SI	SI	0.99	1.97	0.36	2.54	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.57	0.03	0.01	0.01	SI	SI	0.99	1.97	0.36	2.54	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.57	0.03	0.01	0.01	SI	SI	0.99	1.98	0.36	2.55	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.57	0.03	0.01	0.01	SI	SI	0.99	1.98	0.36	2.55	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.57	0.03	0.01	0.01	SI	SI	0.99	1.98	0.36	2.55	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.57	0.03	0.01	0.01	SI	SI	0.99	1.99	0.36	2.56	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.57	0.03	0.01	0.01	SI	SI	0.99	1.99	0.36	2.56	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.58	0.03	0.01	0.01	SI	SI	0.99	1.99	0.36	2.57	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.58	0.03	0.01	0.01	SI	SI	0.99	2.00	0.36	2.57	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.58	0.03	0.01	0.01	SI	SI	0.99	2.00	0.36	2.58	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.58	0.03	0.01	0.01	SI	SI	0.99	2.00	0.36	2.58	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.58	0.03	0.01	0.01	SI	SI	0.99	2.00	0.36	2.58	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.58	0.03	0.01	0.01	SI	SI	0.99	2.01	0.36	2.59	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.58	0.03	0.01	0.01	SI	SI	0.99	2.01	0.36	2.59	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.58	0.03	0.01	0.01	SI	SI	0.99	2.02	0.36	2.59	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.58	0.03	0.01	0.01	SI	SI	0.99	2.02	0.36	2.60	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.58	0.03	0.01	0.01	SI	SI	0.99	2.02	0.36	2.60	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.58	0.03	0.01	0.01	SI	SI	0.99	2.03	0.36	2.61	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.59	0.04	0.01	0.01	SI	SI	0.99	2.03	0.36	2.61	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.59	0.04	0.01	0.01	SI	SI	0.99	2.04	0.36	2.62	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.59	0.04	0.01	0.01	SI	SI	0.99	2.04	0.36	2.62	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.59	0.04	0.01	0.01	SI	SI	0.99	2.04	0.36	2.62	SI
	Br ^m = K ^h hr	SI	2.59	0.04	0.01	0.01	SI	SI	0.99	2.04	0.36	2.63	SI

ANEXO 3.21

PROYECTO: ESTUDIO HIDROLÓGICO, DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y CORRECCIÓN HIDROLÓGICA DE LAS QUEBRADAS QUE ATRAVIESAN LA CABECERA

CALCULO DEL NIVEL DE SOCAVACION EN TRAMOS RECTOS DEL CAUCE NATURAL

UBICACION: PARROQUIA PACHICUTZA; SECTOR "QUEBRADA 1"

DIAMETRO MEDIO DE LAS PARTICULAS (m)		0.011		
COEFICIENTE μ	:	1	$H_s = \left(\frac{\alpha * H_o^{5/3}}{0.68 * D_m^{0.28} * \beta * \varphi} \right)^{\frac{1}{1+x}}$	$H_s = 0.73 \frac{Q^{2/3}}{D_m^{1/6}}$
COEFICIENTE β	:	0.95		
COEFICIENTE ψ	:	1.06	$\alpha = \frac{Q_d}{H_m^{5/3} * B_c * \mu}$	
COEFICIENTE $1/(1+x)$:	0.75		

No	Abscisas por el Eje de la Quebrada		Caudal de Diseño Q _d (m3/S)	Ancho M Libre Be (m)	Caudal Unitario (m3/s/n)	Área Hidráulica Media (m2)	Tirante Medio Hm (m)	Tirante Máximo Ho (m)	α	Socavación General		Hs-Ho
	Inicial	Final								Ecuación Típica	Ecuación & Leved	
1	0+000.00	0+052.64	30.20	16.66	1.81	9.92	0.60	1.11	4.30	2.30	2.76	1.64
2	0+052.64	0+230.27	30.20	11.94	2.53	8.92	0.75	1.34	4.11	2.87	3.35	2.01
3	0+230.27	0+369.43	30.20	11.48	2.63	8.98	0.78	1.45	3.96	2.95	3.59	2.14
4	0+369.43	0+483.27	30.20	11.99	2.52	8.35	0.70	1.28	4.60	2.87	3.45	2.17
5	0+483.27	0+544.42	30.20	11.96	2.53	10.23	0.86	1.38	3.28	2.87	2.94	1.56

UBICACION: PARROQUIA PACHICUTZA; SECTOR "QUEBRADA 2"

DIAMETRO MEDIO DE LAS PARTICULAS (m)		0.024		
COEFICIENTE μ	:	1	$H_s = \left(\frac{\alpha * H_o^{5/3}}{0.68 * D_m^{0.28} * \beta * \varphi} \right)^{\frac{1}{1+x}}$	$H_s = 0.73 \frac{Q^{2/3}}{D_m^{1/6}}$
COEFICIENTE β	:	0.95		
COEFICIENTE ψ	:	1.06	$\alpha = \frac{Q_d}{H_m^{5/3} * B_c * \mu}$	
COEFICIENTE $1/(1+x)$:	0.76		

No	Abscisas por el Eje de la Quebrada		Caudal de Diseño Q _d (m3/S)	Ancho M Libre Be (m)	Caudal Unitario (m3/s/n)	Área Hidráulica Media (m2)	Tirante Medio Hm (m)	Tirante Máximo Ho (m)	α	Socavación General		Hs-Ho
	Inicial	Final								Ecuación Típica	Ecuación & Leved	
1	0+000.00	0+072.33	4.91	4.38	1.12	2.19	0.50	0.82	3.57	1.67	1.63	0.81
2	0+072.33	0+175.52	4.55	5.30	0.86	2.26	0.43	0.94	3.56	1.40	1.94	1.00
3	0+175.52	0+269.14	3.23	10.05	0.32	2.36	0.24	0.45	3.59	0.73	0.77	0.32

ACCIONES		MÁTRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS CAUSA-EFECTO: MÉTODO DE LEOPOLD																																																		
		A. MODIFICACIÓN DEL REGÍMEN			B. TRANSFORMACIÓN DEL SUELO			CONSTRUCCIÓN			C. ALTERACIÓN DE LOS RECURSOS			D. CAMBIOS EN EL TRÁFICO			E. OTROS			Agregación de impactos positivos	Agregación de impactos negativos	Agregación de impactos																														
PARÁMETROS AMBIENTALES		a. Modificación de hábitats			b. Alteración de la cobertura vegetal			c. Alteración de las condiciones de drenaje natural			d. Ruido y vibraciones extrañas			a. Explotación de canteras y minas			b. Cortes y rellenos			a. Control de la erosión en laderas y terrazas			a. Incremento en el tráfico			a. Desarrollo de la zona			Afectaciones positivas	Afectaciones negativas	Agregación de impactos																					
A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS		a. Suelos			a. Calidad			a. Calidad y cantidad																																												
A1. TIERRA																																																				
A2. AIRE																																																				
A3. AGUA																																																				
A4. PROCESOS																																																				
B. CONDICIONES BIOLÓGICAS																																																				
B1. FLORA																																																				
a. Árboles y arbustos																																																				
b. Especies en peligro																																																				
B2. FAUNA																																																				
a. Pájaros (aves)																																																				
b. Animales terrestres																																																				
C. FACTORES CULTURALES																																																				
C1. USOS DEL TERRITORIO																																																				
a. Minas y canteras																																																				
b. Naturaleza y espacios abiertos																																																				
c. Agricultura																																																				
C2. ESTÉTICA E INTERÉS HUMANO																																																				
a. Composición del paisaje																																																				
C3 ESTATUS CULTURAL																																																				
a. Pautas culturales (estilo de vida)																																																				
b. Empleo																																																				
c. Salud y seguridad																																																				
AFECTACIONES POSITIVAS																																																				
AFECTACIONES NEGATIVAS																																																				
AGREGACIÓN DE IMPACTOS																																																				
COMPROBACIÓN																																																				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: REPLANTEO Y NIVELACIÓN			RUBRO No.	PLU-001
			UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
			Km	0.074
EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.) Equipo topográfico	1.000	4.0000	0.074	6.737 54.054
SUBTOTAL (A)				60.791
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Cadenero	3	2.47	0.074	100.135
Topógrafo 2: título experiencia mayor a 5 años(Estr.Oc.C1)	1	2.56	0.074	34.595
SUBTOTAL (B)				134.730
MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
Estacas, varios Mojón	Gln.obal	60.0000	0.2200	13.200
	U	10.0000	3.0000	30.000
SUBTOTAL (C)				43.200
TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL
SUBTOTAL (D)				
COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)				238.721
TOTAL COSTOS INDIRECTOS OTROS				25% 59.680
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES				298.401
PRECIO UNITARIO ADOPTADO				298.40

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA SIN CLASIFICAR	RUBRO No.	PLU-002
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	M3	12.5

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.030
Retroexcavadora	1.000	25.0000	12.500	2.000
SUBTOTAL (A)				2.030

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Op. Retroexcavadora	1	2.56	12.500	0.205
Ayudante de operador de equipo	1	2.44	12.500	0.195
Peón	1	2.44	12.500	0.195
SUBTOTAL (B)				0.595

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
SUBTOTAL (C)				

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL
SUBTOTAL (D)				

COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)	2.625
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	25% 0.656
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES	3.281
PRECIO UNITARIO ADOPTADO	3.28

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: EXCAVACIÓN A MANO SIN CLASIFICAR	RUBRO No.	PLU-003
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	M3	1.2

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.306
SUBTOTAL (A)				0.306

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Peón	2	2.44	1.200	4.067
Albañil	1	2.47	1.200	2.058
SUBTOTAL (B)				6.125

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
SUBTOTAL (C)				

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL
SUBTOTAL (D)				

COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)		6.431
TOTAL COSTOS INDIRECTOS OTROS	25%	1.608
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES		8.039
PRECIO UNITARIO ADOPTADO		8.04

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: RESANTEO DE ZANJA	RUBRO No.	PLU-004
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	M2	40

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.012
SUBTOTAL (A)				0.012

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Albañil	1	2.47	40.000	0.062
Peón	3	2.44	40.000	0.183
SUBTOTAL (B)				0.245

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
SUBTOTAL (C)				

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL
SUBTOTAL (D)				

COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)		0.257
TOTAL COSTOS INDIRECTOS OTROS	25%	0.064
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES		0.321
PRECIO UNITARIO ADOPTADO		0.32

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: COLCHON DE ARENA PARA TUBERÍA e=10cm		RUBRO No.	PLU-005	
		UNIDAD:	Rendimiento (U/H):	
		M3	3	
EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.123
SUBTOTAL (A)				0.123
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Albañil	1	2.47	3.000	0.823
Peón	2	2.44	3.000	1.627
SUBTOTAL (B)				2.450
MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
Arena fina de mina	m3	1.0100	10.0000	10.100
SUBTOTAL (C)				10.100
TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL
SUBTOTAL (D)				
COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)				12.673
TOTAL COSTOS		25%		3.168
INDIRECTOS				
OTROS				
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES				15.841
PRECIO UNITARIO ADOPTADO				15.84

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: EXCAVACION EN FANGO	RUBRO No.	PLU-006
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	M3	13

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.029
Retroexcavadora	1.000	25.0000	13.000	1.923
Bomba de agua	1.000	5.0000	13.000	0.385
SUBTOTAL (A)				2.337

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Op. Retroexcavadora	1	2.56	13.000	0.197
Ayudante de operador de equipo	1	2.44	13.000	0.188
Peón	1	2.44	13.000	0.188
SUBTOTAL (B)				0.573

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
SUBTOTAL (C)				

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL
SUBTOTAL (D)				

COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)	2.910
TOTAL COSTOS	25% 0.728
INDIRECTOS	
OTROS	
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES	3.638
PRECIO UNITARIO ADOPTADO	3.64

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: EXCAVACION EN ROCA CON EXPLOSIVOS, MARTILLO NEUMATICO		RUBRO No.	PLU-007	
		UNIDAD:	Rendimiento (U/H):	
		M3	0.5	
EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Compresor	0.050	20.0000	0.500	2.000
Equipo de perforación	0.050	1.0000	0.500	0.100
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.763
SUBTOTAL (A)				2.863
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Peón	1	2.44	0.500	4.880
Operador de equipo liviano	2	2.47	0.500	9.880
Maestro de obra	0.1	2.54	0.500	0.508
SUBTOTAL (B)				15.268
MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
Dinamita	kg	0.5350	4.0600	2.172
Fulminante	u	0.3400	0.3100	0.105
Mecha lenta	m	0.9100	0.3600	0.328
Nitrato de amonio	kg	0.2600	0.7900	0.205
SUBTOTAL (C)				2.810
TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL
SUBTOTAL (D)				
<i>COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)</i>				20.941
<i>TOTAL COSTOS INDIRECTOS OTROS</i>			25%	5.235
<i>PRECIO CALCULADO EN DÓLARES</i>				26.176
<i>PRECIO UNITARIO ADOPTADO</i>				26.18

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Ø=250mm	RUBRO No.	PLU-008
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	ML.	5

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.049
SUBTOTAL (A)				0.049

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Plomero	1	2.47	5.000	0.494
Ayudante de plomero	1	2.44	5.000	0.488
SUBTOTAL (B)				0.982

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
TUBERÍA PVC RIGIDO PARED ESTRUCTURADA 250mm, NORMA INEN 2059	ML	1.0010	16.3100	16.326
SUBTOTAL (C)				16.326

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL
SUBTOTAL (D)				

COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)		17.357
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	25%	4.339
OTROS		
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES		21.696
PRECIO UNITARIO ADOPTADO		21.70

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Ø=315mm	RUBRO No.	PLU-009
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	ML.	12.01

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.020
SUBTOTAL (A)				0.020

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Plomero	1	2.47	12.010	0.206
Ayudante de plomero	1	2.44	12.010	0.203
SUBTOTAL (B)				0.409

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
TUBERÍA PVC RIGIDO PARED ESTRUCTURADA 315mm	ML	1.0010	26.4800	26.506
SUBTOTAL (C)				26.506

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL
SUBTOTAL (D)				

COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)	26.935
TOTAL COSTOS INDIRECTOS OTROS	25% 6.734
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES	33.669
PRECIO UNITARIO ADOPTADO	33.67

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Ø=400mm	RUBRO No.	PLU-010
	UNIDAD:	Rendimiento(U/H):
	ML.	12.01

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.020
SUBTOTAL (A)				0.020

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Plomero	1	2.47	12.010	0.206
Ayudante de plomero	1	2.44	12.010	0.203
SUBTOTAL (B)				0.409

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
TUBERÍA PVC RIGIDO PARED ESTRUCTURADA 400mm, NORMA INEN 2059	ML	1.0010	42.5000	42.543
SUBTOTAL (C)				42.543

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL
SUBTOTAL (D)				

COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)		42.972
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	25%	10.743
OTROS		
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES		53.715
PRECIO UNITARIO ADOPTADO		53.72

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Ø=450mm	RUBRO No.	PLU-011
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	ML.	12.01

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.020
SUBTOTAL (A)				0.020

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Plomero	1	2.47	12.010	0.206
Ayudante de plomero	1	2.44	12.010	0.203
SUBTOTAL (B)				0.409

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
TUBERÍA PVC RIGIDO PARED ESTRUCTURADA 450mm, NORMA INEN 2059	ML	1.0010	50.2800	50.330
SUBTOTAL (C)				50.330

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL

SUBTOTAL (D)

COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)	50.759
TOTAL COSTOS INDIRECTOS OTROS	25% 12.690
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES	63.449
PRECIO UNITARIO ADOPTADO	63.45

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Ø=525MM	RUBRO No.	PLU-012
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	ML	8

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.061
SUBTOTAL (A)				0.061

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Peón	2	2.44	8.000	0.610
Albañil	1	2.47	8.000	0.309
Plomero	1	2.47	8.000	0.309
SUBTOTAL (B)				1.228

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
TUBERÍA PVC NOVALOC 525mm	ML	1.0010	67.5800	67.648
SUBTOTAL (C)				67.648

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL
SUBTOTAL (D)				

COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)		68.937
TOTAL COSTOS	25%	17.234
INDIRECTOS		
OTROS		
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES		86.171
PRECIO UNITARIO ADOPTADO		86.17

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: SUMINISTRO DE TUBERÍA PERILADA PARA ALCANTARILLADO Ø=600MM	RUBRO No.	PLU-013
	UNIDAD:	Rendimiento(U/H):
	ML	8

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL

SUBTOTAL (A)

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL

SUBTOTAL (B)

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
TUBERÍA PVC RIGIDO PARED ESTRUCTURADA 600mm, NORMA INEN 2059	ML	1.0010	91.8800	91.972

SUBTOTAL (C) 91.972

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL

SUBTOTAL (D)

COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)	91.972
TOTAL COSTOS INDIRECTOS OTROS	25%
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES	114.965
PRECIO UNITARIO ADOPTADO	114.97

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: INSTALACIÓN DE TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Ø=600MM	RUBRO No.	PLU-014
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	ML	8

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.123
SUBTOTAL (A)				0.123

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Plomero	5	2.47	8.000	1.544
Albañil	1	2.47	8.000	0.309
Peón	2	2.44	8.000	0.610
SUBTOTAL (B)				2.463

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
SUBTOTAL (C)				

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL
SUBTOTAL (D)				

COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)		2.586
TOTAL COSTOS INDIRECTOS OTROS	25%	0.647
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES		3.233
PRECIO UNITARIO ADOPTADO		3.23

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: ENTIBADOS DE MADERA	RUBRO No.	PLU-015
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	M2	5

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.074
SUBTOTAL (A)				0.074

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Peón	2	2.44	5.000	0.976
Albañil	1	2.47	5.000	0.494
SUBTOTAL (B)				1.470

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
Tablón de encofrado 0.20x0.05x3.00 m	u.	0.1100	3.5000	0.385
Puntal de eucalipto	u	0.2200	1.3000	0.286
Clavos	kg	0.1000	1.6500	0.165
SUBTOTAL (C)				0.836

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL
SUBTOTAL (D)				

COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)	2.380
TOTAL COSTOS INDIRECTOS OTROS	25%
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES	2.975
PRECIO UNITARIO ADOPTADO	2.98

ANEXO 6.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: POZO H°S° 1,20 a 2,50 m. INCLUYE TAPA HF	RUBRO No.	PLU-016
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	U.	0.35

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)	1.000			2.096
Concreteira	1.000	5.0000	0.350	14.286
Vibrador	1.000	5.0000	0.350	14.286
SUBTOTAL (A)				30.668

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Albañil	1	2.47	0.350	7.057
Ayudante de Albañil	1	2.44	0.350	6.971
Peón	4	2.44	0.350	27.886
SUBTOTAL (B)				41.914

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
Piedra	m3	0.3500	18.0000	6.300
Arena Gruesa	m3	1.0200	18.0000	18.360
Cemento	kg	440.0000	0.1500	66.000
Grava	m3	1.1800	18.0000	21.240
Tapa de hierro fundido	u	1.0000	80.0000	80.000
Encofrado	M2	7.0800	5.0000	35.400
SUBTOTAL (C)				227.300

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL
SUBTOTAL (D)				

COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)		299.882
TOTAL COSTOS	25%	74.971
INDIRECTOS		
OTROS		
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES		374.853
PRECIO UNITARIO ADOPTADO		374.85

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: POZO H°S° 2,50 a 5,00 m. INCLUYE TAPA HF	RUBRO No.	PLU-017
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	U.	0.2

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)	1.000			3.668
Concreteira	1.000	5.0000	0.200	25.000
Vibrador	1.000	5.0000	0.200	25.000
SUBTOTAL (A)				53.668

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Albañil	1	2.47	0.200	12.350
Ayudante de Albañil	1	2.44	0.200	12.200
Peón	4	2.44	0.200	48.800
SUBTOTAL (B)				73.350

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
Piedra	m3	0.3500	18.0000	6.300
Arena Gruesa	m3	1.6900	18.0000	30.420
Cemento	kg	728.0000	0.1500	109.200
Grava	m3	1.9500	18.0000	35.100
Tapa de hierro fundido	u	1.0000	80.0000	80.000
Encofrado	M2	11.3200	5.0000	56.600
SUBTOTAL (C)				317.620

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL

SUBTOTAL (D)

COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)	444.638
TOTAL COSTOS	25% 111.160
INDIRECTOS	
OTROS	
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES	555.798
PRECIO UNITARIO ADOPTADO	555.80

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: RELLENO COMPACTADO VIBROAPISONADO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN		RUBRO No.	PLU-018	
		UNIDAD:	Rendimiento (U/H):	
		M3	2.05	
EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.126
Compactador mecánico	1.000	5.0000	2.050	2.439
SUBTOTAL (A)				2.565
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Peón	1	2.44	2.050	1.190
Operador de equipo liviano	1	2.47	2.050	1.205
Albañil	0.1	2.47	2.050	0.120
SUBTOTAL (B)				2.515
MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
Agua	m3	10.0000	0.1800	1.800
SUBTOTAL (C)				1.800
TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL
SUBTOTAL (D)				
COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)				6.880
TOTAL COSTOS INDIRECTOS		25%		1.720
OTROS				
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES				8.600
PRECIO UNITARIO ADOPTADO				8.60

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO	RUBRO No.	PLU-019
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	M3	1

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.246
Compactador mecánico	1.000	5.0000	1.000	5.000
SUBTOTAL (A)				5.246

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Peón	1	2.44	1.000	2.440
Operador de equipo liviano	1	2.47	1.000	2.470
SUBTOTAL (B)				4.910

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
SUBTOTAL (C)				

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL
SUBTOTAL (D)				

COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)	10.156
TOTAL COSTOS INDIRECTOS OTROS	25%
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES	12.695
PRECIO UNITARIO ADOPTADO	12.70

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: DESALOJO DE MATERIAL, INCLUYE TRANSPORTE Y CARGADA	RUBRO No.	PLU-020
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	M3*KM	40

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.011
Volquete de 8 m3	1.000	18.0000	40.000	0.450
Retroexcavadora	1.000	25.0000	40.000	0.625
SUBTOTAL (A)				1.086

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Peón	1	2.44	40.000	0.061
Chofer licencia tipo D	1	3.67	40.000	0.092
Op. Retroexcavadora	1	2.56	40.000	0.064
SUBTOTAL (B)				0.217

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
SUBTOTAL (C)				

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL
SUBTOTAL (D)				

COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)		1.303
TOTAL COSTOS	25%	0.326
INDIRECTOS		
OTROS		
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES		1.629
PRECIO UNITARIO ADOPTADO		1.63

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: ACOMETIDA DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO INCLUYE ACCESORIOS Y CAJAS DE REVISION	RUBRO No.	PLU-021
	UNIDAD:	Rendimiento(U/H):
	U.	0.3

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales(5% M.O.)				2.465
Retroexcavadora	1.00	25.0000	0.300	83.333
Compactador mecánico	1.00	5.0000	0.300	16.667
SUBTOTAL (A)				102.465

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Op. Retroexcavadora	1	2.56	0.300	8.533
Ayudante de operador de equipo	1	2.44	0.300	8.133
Albañil	1	2.47	0.300	8.233
Peón	3	2.44	0.300	24.400
SUBTOTAL (B)				49.299

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
Tubería SANITARIA D=150 MM	ML	9.0000	4.2100	37.890
Cemento	kg	100.0000	0.1500	15.000
Arena fina	m3	0.4000	18.0000	7.200
Ladrillo mambron 7x10x25	u	60.0000	0.1300	7.800
Acero de refuerzo en barras	kg	2.5000	1.1180	2.795
Alambre de amarre # 18	kg	0.1250	1.8000	0.225
YEE DE 150 MM A 200 MM	U	1.0000	26.2000	26.200
SUBTOTAL (C)				97.110

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL
SUBTOTAL (D)				

COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)		248.874
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	25%	62.219
OTROS		
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES		311.093
PRECIO UNITARIO ADOPTADO		311.09

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: SUMIDEROS DE CALZADA Tubería perfilada D=800mm	RUBRO No.	PLU-022
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	U	1.3

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.227
Retroexcavadora	0.150	25.0000	1.300	2.885
Compactador mecánico	0.250	5.0000	1.300	0.962
SUBTOTAL (A)				4.074

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Peón	1	2.44	1.300	1.877
Albañil	1	2.47	1.300	1.900
Operador de equipo liviano	0.25	2.47	1.300	0.475
Op. Retroexcavadora	0.15	2.56	1.300	0.295
SUBTOTAL (B)				4.547

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
REJILLA SUMIDERO H.F	U	1.0000	85.0000	85.000
TUBERÍA PVC RIGIDO PARED	ML	9.0000	12.8400	115.560
ESTRUCTURADA 200mm NOVAFORT				
Sifón de H.S. para sumidero	u	1.0000	50.0000	50.000
Cemento	kg	20.0000	0.1500	3.000
Arena fina	m3	0.0600	18.0000	1.080
SUBTOTAL (C)				254.640

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL

SUBTOTAL (D)

COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)	263.261
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	25% 65.815
OTROS	
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES	329.076
PRECIO UNITARIO ADOPTADO	329.08

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: BASE CLASE 4, INCLUYE TRANSPORTE COLOCACION Y COMPACTACION	RUBRO No.	PLU-023
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	M3	6

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.041
Compactador mecánico	0.60	5.0000	6.000	0.500
SUBTOTAL (A)				0.541

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Peón	2	2.44	6.000	0.813
SUBTOTAL (B)				0.813

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
SUBASE CLASE 4	M3	1.0000	13.5000	13.500
SUBTOTAL (C)				13.500

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL
SUBTOTAL (D)				

COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)	14.854
TOTAL COSTOS INDIRECTOS OTROS	25% 3.714
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES	18.568
PRECIO UNITARIO ADOPTADO	18.57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: ROTURA DE ASFALTO		RUBRO No.	PLU-024	
		UNIDAD:	Rendimiento (U/H):	
		M2	4	
EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.031
Cortadora de asfalto	1.000	5.0000	4.000	1.250
SUBTOTAL (A)				1.281
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Operador de equipo liviano	1	2.47	4.000	0.618
SUBTOTAL (B)				0.618
MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
SUBTOTAL (C)				
TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL
SUBTOTAL (D)				
COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)				1.899
TOTAL COSTOS INDIRECTOS		25%		0.475
OTROS				
PRECIO CALCULADO EN DÓLARES				2.374
PRECIO UNITARIO ADOPTADO				2.37

ANEXO 6.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: EMBAULADO DE QUEBRADA CON ALCANTARILLA CAJON 1.70m x1.70m.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	RUBRO No.	EMB-001
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	M2	6

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.020

SUBTOTAL (A) 0.020

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Peón	1	2.44	6.000	0.407

SUBTOTAL (B) 0.407

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL

SUBTOTAL (C)

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL

SUBTOTAL (D)

<i>COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)</i>		0.427
<i>TOTAL COSTOS INDIRECTOS OTROS</i>	25%	0.107
<i>PRECIO CALCULADO EN DÓLARES</i>		0.534
<i>PRECIO UNITARIO ADOPTADO</i>		0.53

ANEXO 6.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: EMBAULADO DE QUEBRADA CON ALCANTARILLA CAJON 1.70m x1.70m.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: REPLANTEO Y NIVELACIÓN MANUAL Herramienta manual	RUBRO No.	EMB-002
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	M2	12

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.033

SUBTOTAL (A) 0.033

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Ayudante de Albañil	2	2.44	12.000	0.407
Albañil	1	2.47	12.000	0.206
Maestro de obra	0.2	2.54	12.000	0.042

SUBTOTAL (B) 0.655

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
Listón de encofrado	u	0.0010	1.5000	0.002
Estacas, varios	Global	1.0000	0.2200	0.220

SUBTOTAL (C) 0.222

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL

SUBTOTAL (D)

<i>COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)</i>		<i>0.910</i>
<i>TOTAL COSTOS INDIRECTOS OTROS</i>	<i>25%</i>	<i>0.228</i>
<i>PRECIO CALCULADO EN DÓLARES</i>		<i>1.138</i>
<i>PRECIO UNITARIO ADOPTADO</i>		<i>1.14</i>

ANEXO 6.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: EMBAULADO DE QUEBRADA CON ALCANTARILLA CAJON 1.70m x1.70m.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: HORMIGON CICLOPEO (60% Hormigón simple 140 Kg/cm2; 40% piedra) + ENCOFRADO	RUBRO No.	EMB-003		
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):		
	M3	1		
EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.) Concretera	1.000	5.0000	1.000	2.207 5.000

SUBTOTAL (A) 7.207

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Peón	12	2.44	1.000	29.280
Albañil	3	2.47	1.000	7.410
Carpintero	2.5	2.47	1.000	6.175
Maestro de obra	0.5	2.54	1.000	1.270

SUBTOTAL (B) 44.135

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
Cemento Portland	kg	165.0000	0.1450	23.925
Piedra	m3	0.4000	18.0000	7.200
Grava	m3	0.5700	18.0000	10.260
Arena Gruesa	m3	0.3900	18.0000	7.020

SUBTOTAL (C) 69.727

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL

SUBTOTAL (D)

<i>COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)</i>		121.069
<i>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</i>	25%	30.267
<i>OTROS</i>		
<i>PRECIO CALCULADO EN DÓLARES</i>		151.336
<i>PRECIO UNITARIO ADOPTADO</i>		151.34

ANEXO 6.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: EMBAULADO DE QUEBRADA CON ALCANTARILLA CAJON 1.70m x1.70m.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: ACERO DE REFUERZO fy=4200 Kg/cm2	RUBRO No.	EMB-004-11
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	Kg	12

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.020

SUBTOTAL (A) 0.020

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Ayudante de fierro	1	2.44	12.000	0.203
Fierro	1	2.47	12.000	0.206

SUBTOTAL (B) 0.409

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
Acero de refuerzo en barras	kg	1.0500	1.1180	1.174
Alambre de amarre # 18	kg	0.0500	1.8000	0.090

SUBTOTAL (C) 1.264

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL

SUBTOTAL (D)

<i>COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)</i>		1.693
<i>TOTAL COSTOS INDIRECTOS OTROS</i>	25%	0.423
<i>PRECIO CALCULADO EN DÓLARES</i>		2.116
<i>PRECIO UNITARIO ADOPTADO</i>		2.12

ANEXO 6.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: EMBAULADO DE QUEBRADA CON ALCANTARILLA CAJON 1.70m x1.70m.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: HORMIGON SIMPLE F'c=210 Kg/cm2 (INC. ENCOFRADO) ESPECIFICACIONES: Plintos, Vigas, Columnas, Cadenas y Riostras	RUBRO No.	EMB-005-10
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	M3	1

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				2.823
Concreteira	1.000	5.0000	1.000	5.000
Vibrador	1.000	5.0000	1.000	5.000

SUBTOTAL (A) 12.823

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Peón	12	2.44	1.000	29.280
Ayudante de Albañil	2	2.44	1.000	4.880
Albañil	4	2.47	1.000	9.880
Encofrador	4	2.47	1.000	9.880

SUBTOTAL (B) 56.460

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
Cemento Portland	kg	375.0000	0.1450	54.375
Grava	m3	0.9500	18.0000	17.100
Arena Gruesa	m3	0.6500	18.0000	11.700
Agua	m3	0.4000	0.1800	0.072

SUBTOTAL (C) 107.297

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL

SUBTOTAL (D)

<i>COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)</i>		176.580
<i>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</i>	25%	44.145
<i>OTROS</i>		
<i>PRECIO CALCULADO EN DÓLARES</i>		220.725
<i>PRECIO UNITARIO ADOPTADO</i>		220.73

ANEXO 6.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: EMBAULADO DE QUEBRADA CON ALCANTARILLA CAJON 1.70m x1.70m.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: REPLANTEO Y NIVELACIÓN	RUBRO No.	EMB-006
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	Km	0.074

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				6.737
Equipo topográfico	1.000	4.0000	0.074	54.054

SUBTOTAL (A) 60.791

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Cadenero	3	2.47	0.074	100.135
Topógrafo 4: título y experiencia mayor a 5 años	1	2.56	0.074	34.595

SUBTOTAL (B) 134.730

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
Estacas, varios	Global	60.0000	0.2200	13.200
Mojón	U	10.0000	3.0000	30.000

SUBTOTAL (C) 43.200

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL

SUBTOTAL (D)

<i>COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)</i>		238.721
<i>TOTAL COSTOS INDIRECTOS OTROS</i>	25%	59.680
<i>PRECIO CALCULADO EN DÓLARES</i>		298.401
<i>PRECIO UNITARIO ADOPTADO</i>		298.40

ANEXO 6.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: EMBAULADO DE QUEBRADA CON ALCANTARILLA CAJON 1.70m x1.70m.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: EXCAVACION SIN CLASIFICAR A MANO	RUBRO No.	EMB-007
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	M3	0.4

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.343

SUBTOTAL (A) 0.343

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Peón	1	2.44	0.400	6.100
Maestro de obra	0.12	2.54	0.400	0.762

SUBTOTAL (B) 6.862

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL

SUBTOTAL (C)

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL

SUBTOTAL (D)

<i>COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)</i>		7.205
<i>TOTAL COSTOS INDIRECTOS OTROS</i>	25%	1.801
<i>PRECIO CALCULADO EN DÓLARES</i>		9.006
<i>PRECIO UNITARIO ADOPTADO</i>		9.01

ANEXO 6.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: EMBAULADO DE QUEBRADA CON ALCANTARILLA CAJON 1.70m x1.70m.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: EXCAVACION SIN CLASIFICAR A MAQUINA	RUBRO No.	EMB-008
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	M3	10

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.037
Retroexcavadora	1.000	25.0000	10.000	2.500

SUBTOTAL (A) 2.537

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Op. Retroexcavadora	1	2.56	10.000	0.256
Ayudante de maquinaria	1	2.47	10.000	0.247
Peón	1	2.44	10.000	0.244

SUBTOTAL (B) 0.747

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL

SUBTOTAL (C)

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL

SUBTOTAL (D)

<i>COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)</i>		3.284
<i>TOTAL COSTOS INDIRECTOS OTROS</i>	25%	0.821
<i>PRECIO CALCULADO EN DÓLARES</i>		4.105
<i>PRECIO UNITARIO ADOPTADO</i>		4.11

ANEXO 6.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: EMBAULADO DE QUEBRADA CON ALCANTARILLA CAJON 1.70m x1.70m.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: EXCAVACION EN FANGO		RUBRO No.	EMB-009	
		UNIDAD:	Rendimiento (U/H):	
		M3	13	
EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.029
Retroexcavadora	1.000	25.0000	13.000	1.923
Bomba de agua	1.000	5.0000	13.000	0.385

SUBTOTAL (A) 2.337

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Op. Retroexcavadora	1	2.56	13.000	0.197
Ayudante de operador de equipo	1	2.44	13.000	0.188
Peón	1	2.44	13.000	0.188

SUBTOTAL (B) 0.573

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL

SUBTOTAL (C)

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL

SUBTOTAL (D)

<i>COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)</i>		2.910
<i>TOTAL COSTOS INDIRECTOS OTROS</i>	25%	0.728
<i>PRECIO CALCULADO EN DÓLARES</i>		3.638
<i>PRECIO UNITARIO ADOPTADO</i>		3.64

ANEXO 6.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: EMBAULADO DE QUEBRADA CON ALCANTARILLA CAJON 1.70m x1.70m.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: RELLENO COMPACTADO VIBROAPISONADO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN	RUBRO No.	EMB-012
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	M3	2.05

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.126
Compactador mecánico	1.000	5.0000	2.050	2.439

SUBTOTAL (A) 2.565

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Peón	1	2.44	2.050	1.190
Operador de equipo liviano	1	2.47	2.050	1.205
Albañil	0.1	2.47	2.050	0.120

SUBTOTAL (B) 2.515

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
Agua	m3	10.0000	0.1800	1.800

SUBTOTAL (C) 1.800

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL

SUBTOTAL (D)

<i>COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)</i>		6.880
<i>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</i>	25%	1.720
<i>OTROS</i>		
<i>PRECIO CALCULADO EN DÓLARES</i>		8.600
<i>PRECIO UNITARIO ADOPTADO</i>		8.60

ANEXO 6.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: EMBAULADO DE QUEBRADA CON ALCANTARILLA CAJON 1.70m x1.70m.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: REPLANTILLO f'c=180 Kg/cm2 (INC. PIEDRA E=15CM)	RUBRO No.	EMB-013
	UNIDAD:	Rendimiento (U/H):
	M3	0.5

EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				1.495
Concreteira	0.300	5.0000	0.500	3.000

SUBTOTAL (A) 4.495

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Peón	4	2.44	0.500	19.520
Albañil	2	2.47	0.500	9.880
Plomero	0.1	2.47	0.500	0.494

SUBTOTAL (B) 29.894

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL
Cemento Portland	kg	350.0000	0.1450	50.750
Grava	m3	0.9500	18.0000	17.100
Arena Gruesa	m3	0.6500	18.0000	11.700
Agua	m3	0.2260	0.1800	0.041

SUBTOTAL (C) 99.391

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL

SUBTOTAL (D)

<i>COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)</i>		133.780
<i>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</i>	25%	33.445
<i>OTROS</i>		
<i>PRECIO CALCULADO EN DÓLARES</i>		167.225
<i>PRECIO UNITARIO ADOPTADO</i>		167.23

ANEXO 6.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: EMBAULADO DE QUEBRADA CON ALCANTARILLA CAJON 1.70m x1.70m.

UBICACIÓN: PARROQUIA PACHICUTZA, CANTÓN EL PANGUI.

FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

RUBRO: DESALOJO DE MATERIAL, INCLUYE TRANSPORTE Y CARGADA	RUBRO No.		EMB-014	
	UNIDAD:		Rendimiento (U/H):	
	M3/KM		56.5	
EQUIPO				
DESCRIPCION	CANTIDA D	TARIFA	REND/HORA	C.TOTAL
Herramientas manuales (5% M.O.)				0.006
Volquete de 8 m3	1.000	18.0000	56.500	0.319
Retroexcavadora	0.900	25.0000	56.500	0.398

SUBTOTAL (A) 0.723

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDA D	JORN./HORA	REND. U/H	C.TOTAL
Chofer licencia tipo D	1	3.67	56.500	0.065
Op. Retroexcavadora	1	2.56	56.500	0.045

SUBTOTAL (B) 0.110

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	C.TOTAL

SUBTOTAL (C)

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. TRANSP.	C.TOTAL

SUBTOTAL (D)

<i>COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)</i>		0.833
<i>TOTAL COSTOS INDIRECTOS OTROS</i>	25%	0.208
<i>PRECIO CALCULADO EN DÓLARES</i>		1.041
PRECIO UNITARIO ADOPTADO		1.04

ESPECIFICACIONES DE RUBROS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

■ REPLANTEO Y NIVELACION.

Descripción.- Se entiende por replanteo el trazado total del proyecto de acuerdo a los planos entregados al contratista. Se colocará hitos de ejes, con estacas de madera dura de longitud conveniente, que sobresalga por lo menos unos 15 cm de la superficie los mismos que no serán removidos durante el proceso de construcción éstos deberán ser comprobados por el Ing. Fiscalizador.

Como resultado del replanteo, se trazará en el terreno el eje de la ruta de la tubería. Se dejarán, a lo largo de la vía, cada 300 m, mojones de hormigón perfectamente identificados con cota definida para el control de la obra. Antes de iniciar la construcción, el Contratista presentará a la Fiscalización el plano constructivo en el que constarán todos los cambios realizados al proyecto. El Fiscalizador verificará estos trabajos y exigirá la repetición y corrección de cualquier obra impropia ubicada. Los trabajos de replanteo serán realizados por personal técnico capacitado y experimentado.

Medición.- La longitud de replanteo y nivelación se medirá en kilómetros con la precisión de 2 decimales, medida sobre el eje de la zanja, previamente aprobada por la Fiscalización.

Pago.- El pago constituirá la compensación total de las vías, calles y manzanas, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para efectuar debidamente los trabajos descritos y de acuerdo al precio estipulado en el contrato.

Código: PLU-001

Unidad: Kilómetro.

Materiales mínimos: estacas con pintura.

Equipo mínimo: Herramienta menor, Equipo de topografía: nivel, estación total, cinta.

Mano de obra calificada, mínima: Categoría III, Topógrafo, Chofer licencia tipo B

■ EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQUINA SIN CLASIFICAR.

Las zanjas que servirán para alojar la tubería de conducción principal y ramales secundarios, tuberías de agua, de alcantarillado, de drenaje o cualquier otro elemento similar, se excavarán de acuerdo a las dimensiones establecidas en los planos

ANEXO 6.2

respectivos o a las indicaciones impartidas por la Fiscalización.

Si el fondo de una zanja fuere alterado por el Contratista y no se tratare de excavación en roca, el suelo aflojado se sacará y se reemplazará con material aprobado por la Fiscalización y compactado, todo ello a costo del Contratista.

Si el suelo encontrado en el fondo de la zanja fuere inadecuado para asentar los tubos, dicho suelo será extraído en todo el ancho de la zanja y en una profundidad que determine la Fiscalización y se reemplazará con material compactado.

La superficie del fondo de la zanja deberá tener una densidad uniforme a fin de permitir un buen soporte de la tubería en toda su longitud.

La excavación comprende también el control de las aguas sean éstas, servidas, potables, provenientes de lluvias o de cualquier otra fuente que no sea proveniente del subsuelo (aguas freáticas); en este sentido las obras se ejecutarán de manera que se obtenga (cuando sea factible) un drenaje natural a través de la propia excavación; para lo cual el Contratista acondicionará cuando sean requeridas cunetas, ya sea dentro de las excavaciones o fuera de ellas para evacuar e impedir el ingreso de agua procedente de la escorrentía superficial, estas obras son consideradas como inherentes a la excavación y están consideradas dentro de los precios unitarios propuestos. Después de haber servido para los propósitos indicados, las obras de drenaje serán retiradas con la aprobación de la Fiscalización.

El ancho de la parte superior de la zanja, para el tendido de los tubos, variará según el diámetro del tubo y la profundidad a la que van a ser colocados. En el siguiente cuadro se señala ambos mínimos:

CUADRO 1: ANCHOS DE ZANJAS PARA TUBERIAS

DIAMETRO NOMINAL (mm)	ANCHO DE LA ZANJA (cm)
25	50
50	55
63	60
75	60
100	60
150	70
200	75
250	80
300	85
350	90
400	100
450	115
500	120
600	130
750	150

ANEXO 6.2

Procedimiento de Trabajo.- El Contratista procederá conforme a lo detallado en los planos con el respectivo equipo de topografía y excavación.

Medición.- La medición de las excavaciones a máquina será establecida por los volúmenes delimitados por la línea del terreno antes de iniciar las excavaciones y por los anchos teóricos definidos en estas especificaciones, o definidas con el debido sustento por la Fiscalización. Se medirá y pagará por metro cúbico excavado, sin considerar deslizamientos, desprendimientos o derrumbes que se consideren errores o negligencia del Contratista.

Pago.- El pago incluye la mano de obra, el equipo, los materiales, las herramientas necesarias y cualquier otro gasto que incurra el Contratista para realizar el trabajo según estas especificaciones. En ningún caso serán objeto de pago, las excavaciones que el Contratista realice por conveniencia propia, los cuales se consideran incluidos en los costos indirectos de la obra.

Código: PLU-002

Unidad: metros cúbicos

Equipo mínimo: Retroexcavadora

Mano de obra calificada, mínima: Operador Grupo I y Ayudante de maquinaria.

■ EXCAVACIÓN A MANO EN ZANJA SIN CLASIFICAR

Descripción.- Este trabajo consiste en el conjunto de actividades necesarias para la remoción de materiales de la excavación por medios ordinarios tales como picos y palas. Se utilizará para excavar la última capa de la zanja, o en aquellos sitios en los que la utilización de equipo mecánico sea imposible. La excavación manual para tuberías se hará de acuerdo a las dimensiones, pendientes, y alineaciones indicadas en los planos u ordenados por la Fiscalización. La excavación deberá remover aquel material que pudiera dificultar la colocación de la tubería.

Procedimiento de Trabajo.- La Fiscalización se asegurará que se tomen todas las medidas precautelatorias necesarias para salvaguardar el bienestar de quienes laboren. Se deberá usar equipo de trabajo adecuado, casco, chalecos, guantes, etc. Para ello se cumplirá con lo que al respecto se estipule en los planos de Alcantarillado Pluvial.

Medición.- La medición de las excavaciones a mano será establecida por los volúmenes delimitados por la línea del terreno antes de iniciar las excavaciones y por los anchos teóricos definidos en estas especificaciones, o definidas con el debido sustento por la

ANEXO 6.2

Fiscalización. Se medirá y pagará por metro cúbico excavado, sin considerar deslizamientos, desprendimientos o derrumbes que se consideren errores o negligencia del Contratista.

Pago.- El pago incluye la mano de obra, el equipo, los materiales, las herramientas necesarias y cualquier otro gasto que incurra el Contratista para realizar el trabajo según estas especificaciones. En ningún caso serán objeto de pago, las excavaciones que el Contratista realice por conveniencia propia, los cuales se consideran incluidos en los costos indirectos de la obra.

Código: PLU-003

Unidad: metros cúbicos

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra calificada, mínima: Categorías I y III

■ **RASANTEO DE ZANJA**

Descripción.- Se entenderá por rasanteo de zanja, la preparación del fondo de la zanja y la ejecución de una serie de trabajos, previos a la instalación de las tuberías, tendientes a asegurar su debido funcionamiento y vida útil. Para esto, los últimos 10 cm de profundidad de toda la zanja serán excavados a mano hasta llegar a la cota de proyecto.

Procedimiento de Trabajo.- La Fiscalización se asegurará que se tomen todas las medidas precautelatorias necesarias para salvaguardar el bienestar de quienes laboren. Se deberá usar equipo de trabajo adecuado, casco, chalecos, guantes, etc. Para ello se cumplirá con lo que al respecto se estipule en los planos de Alcantarillado Pluvial.

Medición.- El rasanteo de zanja, se medirá en m² e incluye la ejecución de las siguientes actividades; las excavaciones a mano de los últimos 0,10 m de la zanja y de los 0,10 m de la franja central.

Pago.- Esto se cancelará independientemente del tipo de suelo (a excepción de que sea roca) y de la profundidad de la zanja según el siguiente rubro.

Código: PLU-004

Unidad: metros cuadrados

Equipo mínimo: Herramienta menor, compactador mecánico de talón.

Mano de obra calificada, mínima: Categorías I y III

■ **COLCHON DE ARENA PARA TUBERIA e=10cm.**

Descripción.- A fin de otorgar a las tuberías –independiente del material y tipo- una

ANEXO 6.2

base adecuada para asegurar una distribución de cargas uniforme sobre el terreno, deberá colocarse una capa del espesor no menor a los 0.10 m de arena o material similar.

Procedimiento de Trabajo.- De encontrarse material inestable se procederá a cimentar en un replantillo de piedra, cuyas dimensiones oscilen entre 10 cm. y 20 cm., las cuales se apisonarán mecánicamente hasta conseguir que no se presenten asentamientos y el fondo de la zanja sea firme; y, finalmente, de encontrarse terreno firme capaz de soportar la carga que se colocará, se lo apisonará a fin de conseguir al menos el 90% de compactación según el ensayo Proctor Modificado. En lugar de la cimentación con el replantillo, puede admitirse también el relleno con material de mejoramiento, compactado al 90% según el ensayo Proctor Modificado hasta completar una capa cuyo espesor promedio puede variar entre 30 cm. y 50 cm., alternativa que será autorizada por el Fiscalizador.

Medición y Pago.- El suministro y colocación de la capa de arena, se medirá y se cancelará en m³, y corresponde a un ancho medio de 0,30 m multiplicado por la longitud de tubería colocada y por un espesor de 0,10 m, según el siguiente rubro.

Código: PLU-005

Unidad: metros cúbicos

Materiales mínimos: arena (puesta en obra)

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra calificada, mínima: Categoría I, III

■ EXCAVACIÓN EN FANGO.

La realización de excavación de zanjas con presencia de agua puede ocasionarse por la aparición de aguas provenientes del subsuelo, escorrentía de aguas lluvias, de inundaciones, de operaciones de construcción, aguas servidas y otros similares; la presencia de agua por estas causas debe ser evitada por el constructor mediante métodos constructivos apropiados, por lo que no se reconocerá pago adicional alguno por estos trabajos.

En los lugares sujetos a inundaciones de aguas lluvias no se realizarán excavaciones en tiempo lluvioso. Las zanjas deberán estar libres de agua antes de colocar las tuberías y colectores; bajo ningún concepto se colocarán bajo agua. Las zanjas se mantendrán secas hasta que las tuberías hayan sido completamente acopladas. Para el caso de

ANEXO 6.2

instalación de tuberías de drenaje de hormigón con juntas de mortero, se mantendrá seca la zanja hasta que se consiga el fraguado del cemento.

Medición.- La medición de las excavaciones en presencia de agua o fangos se medirá, por los volúmenes delimitados por la línea del terreno antes de iniciar las excavaciones y por los anchos teóricos definidos en estas especificaciones, o definidas con el debido sustento por la Fiscalización. Se medirá y pagará por metro cúbico excavado, sin considerar deslizamientos, desprendimientos o derrumbes que se consideren errores o negligencia del Contratista.

Pago.- El pago incluye la mano de obra, el equipo, los materiales, las herramientas necesarias y cualquier otro gasto que incurra el Contratista para realizar el trabajo según estas especificaciones. En ningún caso serán objeto de pago, las excavaciones que el Contratista realice por conveniencia propia, los cuales se consideran incluidos en los costos indirectos de la obra.

Código: PLU-006

Unidad: metros cúbicos

Equipo mínimo: Retroexcavadora, bomba de agua.

Mano de obra calificada, mínima: Operador Grupo I y Ayudante de maquinaria.

■ EXCAVACIÓN EN ROCA CON EXPLOSIVOS, EQUIPO: MARTILLO NEUMÁTICO Y COMPRESOR

Descripción.- Se entenderá por roca el material que se encuentra dentro de la excavación que no puede ser aflojado por los métodos ordinarios en uso, tales como pico y pala o máquinas excavadoras sino que para removerlo se haga indispensable el uso de explosivos, o materiales expansivos no traumáticos y sea necesario el empleo de martillos mecánicos, cuña u otros análogos.

Los trabajos con explosivos se ejecutarán de acuerdo a lo indicado en estas especificaciones y con la aprobación de la Fiscalización. La roca situada en los límites de la excavación misma o fuera de ella y que haya sido aflojada por las voladuras deberá ser removida por el Contratista y su volumen se incluirá en los volúmenes de excavación. Sin embargo, aquellas rocas ubicadas fuera de las líneas de excavación y que hayan sido aflojadas, por cualquier motivo, serán removidas por el Contratista a su costo, incluyendo el relleno correspondiente.

Cuando a juicio de la Fiscalización el uso de explosivos involucre un riesgo demasiado

ANEXO 6.2

grande a estructuras o a instalaciones cercanas, la excavación deberá efectuarse con la utilización de materiales expansivos o por otros procedimientos, y los costos que no consten en la lista de cantidades y precios serán planillados de acuerdo a la Ley Orgánica Nacional de Compras Públicas.

Procedimiento de Trabajo.- El método de trabajo deberá controlarse cuidadosamente con el objeto de reducir al mínimo las sobreexcavaciones y preservar la roca situada tras los límites de excavación en las mejores condiciones posibles. Cuando el fondo de la zanja sea de conglomerado o roca se excavará hasta 0.15 m. por debajo del asiento del tubo y se llenará luego con arena y grava fina.

En lo referente al transporte de explosivos, El Contratista deberá cumplir con lo estipulado en las Especificaciones Técnicas del MTOP (Capítulo 200, Sección 222, numerales 01; 01.1; 02.1.1; 02.2 y 03) “Manejo y Transporte de materiales peligrosos”.

Medición y Pago.- La medición de la Excavación mecánica en roca, con dinamita (incluye equipo de perforación) de acuerdo a profundidades, por metro cúbico medido sobre perfil en plano. El rubro incluye los equipos, herramientas y mano de obra requeridos para la perforación.

Código: PLU-007

Unidad: metros cúbicos

Equipo mínimo: Compresor, equipo de perforación.

Mano de obra calificada, mínima: Operador de equipo liviano y Ayudante de maquinaria.

■ SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Ø=250MM

Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de tubería de PVC para conducción de aguas lluvias de 250 mm., de diámetro interior con unión de sellado elastomérico, e incluye excavación y desalojo del material no apto para la estructura vial existente y relleno con material de préstamo importado, de conformidad con lo, estipulado en los planos, documentos contractuales y lo ordenado por el Fiscalizador.

Procedimiento de Trabajo.- Se excavará la zanja para colocar la tubería en forma que pueda ser instalada a una profundidad mínima de 120 cm. de espesor entre el lomo de la tubería y la subrasante de la vía, se realizará la excavación y desalojo de los materiales no aptos para formar parte de la estructura vial.

ANEXO 6.2

La longitud mínima de acoplamiento deberá estar de acuerdo a la norma INEN 1331 y al colocar la tubería se debe asegurar la limpieza de la misma y de los accesorios, para que en el momento de efectuar la junta, se obtenga una unión perfectamente impermeable.

En los cambios de dirección de la tubería se utilizarán accesorios tales como Tees, Codos, tapones, cruces y otros, que se deberán instalarse con sus respectivos bloques de anclaje; en lo referente al control se colocarán válvulas dentro de una estructura de hormigón armado con su respectiva tapa. Una vez chequeada la impermeabilidad y resistencia de la tubería, se procederá a rellenar la zanja, en un espesor de 20 cm. sobre el tubo con arena gruesa y el material de préstamo importado a colocarse deberá tener un tamaño máximo de 3" para una pasante en tamiz # 4 del 20% y será compactado en capas de 20 cm.

El Fiscalizador será responsable del programa de trabajos a fin de que el contratista realice los trabajos de manera ininterrumpida y concluya totalmente los tramos previstos, antes de iniciar otro.

Medición y pago: la cantidad a pagarse por suministro e instalación de tubería de pvc de 250 mm con unión sellado elastomérico será el número de metros lineales de tubería debidamente instalada y aceptada por el fiscalizador. la cantidad determinada en la forma indicada en la medición se pagará al precio contractual para este rubro. el precio y pago constituye la compensación total por el trabajo de excavación, relleno, suministro e instalación de tubería de pvc de 250 mm. de diámetro interior, así como toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarias para la ejecución de los trabajos.

Código: PLU-008

Unidad: metros

Materiales mínimos: Tubería PVC rígido Pared Estructurada Ø=250mm --

Equipo mínimo: herramienta menor.

Mano de obra calificada, mínima: Plomero, Ayudante de plomero.

■ SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Ø=315MM

Descripción: Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de tubería de PVC para conducción de aguas lluvias de 315 mm., de diámetro interior con unión de sellado elastomérico, e incluye excavación y desalojo del material no apto para la estructura vial

ANEXO 6.2

existente y relleno con material de préstamo importado, de conformidad con lo, estipulado en los planos, documentos contractuales y lo ordenado por el Fiscalizador.

Procedimiento de Trabajo.- Se excavará la zanja para colocar la tubería en forma que pueda ser instalada a una profundidad mínima de 120 cm. de espesor entre el lomo de la tubería y la subrasante de la vía, se realizará la excavación y desalojo de los materiales no aptos para formar parte de la estructura vial.

La longitud mínima de acoplamiento deberá estar de acuerdo a la norma INEN 1331 y al colocar la tubería se debe asegurar la limpieza de la misma y de los accesorios, para que en el momento de efectuar la junta, se obtenga una unión perfectamente impermeable.

En los cambios de dirección de la tubería se utilizarán accesorios tales como Tees, Codos, tapones, cruces y otros, que se deberán instalarse con sus respectivos bloques de anclaje; en lo referente al control se colocarán válvulas dentro de una estructura de hormigón armado con su respectiva tapa. Una vez chequeada la impermeabilidad y resistencia de la tubería, se procederá a rellenar la zanja, en un espesor de 20 cm. sobre el tubo con arena gruesa y el material de préstamo importado a colocarse deberá tener un tamaño máximo de 3" para una pasante en tamiz # 4 del 20% y será compactado en capas de 20 cm.

El Fiscalizador será responsable del programa de trabajos a fin de que el contratista realice los trabajos de manera ininterrumpida y concluya totalmente los tramos previstos, antes de iniciar otro.

Medición y pago: La cantidad a pagarse por suministro e instalación de tubería de PVC de 300 mm con unión sellado elastomérico será el número de metros lineales de tubería debidamente instalada y aceptada por el Fiscalizador. La cantidad determinada en la forma indicada en la medición se pagará al precio contractual para este rubro. El precio y pago constituye la compensación total por el trabajo de excavación, relleno, suministro e instalación de tubería de PVC de 300 mm. de diámetro interior, así como toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarias para la ejecución de los trabajos.

Código: PLU-009

Unidad: metros

Materiales mínimos: Tubería PVC rígido Pared Estructurada Ø=300mm --

Equipo mínimo: herramienta menor.

Mano de obra calificada, mínima: Plomero, Ayudante de plomero.

ANEXO 6.2

■ SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Ø=400MM

Descripción: Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de tubería de PVC para conducción de aguas lluvias de 400 mm., de diámetro interior con unión de sellado elastomérico, e incluye excavación y desalojo del material no apto para la estructura vial existente y relleno con material de préstamo importado, de conformidad con lo, estipulado en los planos, documentos contractuales y lo ordenado por el Fiscalizador.

Procedimiento de Trabajo.- Se excavará la zanja para colocar la tubería en forma que pueda ser instalada a una profundidad mínima de 120 cm. de espesor entre el lomo de la tubería y la subrasante de la vía, se realizará la excavación y desalojo de los materiales no aptos para formar parte de la estructura vial.

La longitud mínima de acoplamiento deberá estar de acuerdo a la norma INEN 1331 y al colocar la tubería se debe asegurar la limpieza de la misma y de los accesorios, para que en el momento de efectuar la junta, se obtenga una unión perfectamente impermeable.

En los cambios de dirección de la tubería se utilizarán accesorios tales como Tees, Codos, tapones, cruces y otros, que se deberán instalarse con sus respectivos bloques de anclaje; en lo referente al control se colocarán válvulas dentro de una estructura de hormigón armado con su respectiva tapa. Una vez chequeada la impermeabilidad y resistencia de la tubería, se procederá a rellenar la zanja, en un espesor de 20 cm. sobre el tubo con arena gruesa y el material de préstamo importado a colocarse deberá tener un tamaño máximo de 3" para una pasante en tamiz # 4 del 20% y será compactado en capas de 20 cm.

El Fiscalizador será responsable del programa de trabajos a fin de que el contratista realice los trabajos de manera ininterrumpida y concluya totalmente los tramos previstos, antes de iniciar otro.

Medición y pago: La cantidad a pagarse por suministro e instalación de tubería de PVC de 400 mm con unión sellado elastomérico será el número de metros lineales de tubería debidamente instalada y aceptada por el Fiscalizador. La cantidad determinada en la forma indicada en la medición se pagará al precio contractual para este rubro. El precio y pago constituye la compensación total por el trabajo de excavación, relleno, suministro e instalación de tubería de PVC de 400 mm. de diámetro interior, así como toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas,

ANEXO 6.2

necesarias para la ejecución de los trabajos.

Código: PLU-010

Unidad: metros

Materiales mínimos: Tubería PVC rígido Pared Estructurada Ø=400mm --

Equipo mínimo: herramienta menor.

Mano de obra calificada, mínima: Plomero, Ayudante de plomero.

■ SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Ø=450MM

Descripción: Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de tubería de PVC para conducción de aguas lluvias de 450 mm., de diámetro interior con unión de sellado elastomérico, e incluye excavación y desalojo del material no apto para la estructura vial existente y relleno con material de préstamo importado, de conformidad con lo, estipulado en los planos, documentos contractuales y lo ordenado por el Fiscalizador.

Procedimiento de Trabajo.- Se excavará la zanja para colocar la tubería en forma que pueda ser instalada a una profundidad mínima de 120 cm. de espesor entre el lomo de la tubería y la subrasante de la vía, se realizará la excavación y desalojo de los materiales no aptos para formar parte de la estructura vial.

La longitud mínima de acoplamiento deberá estar de acuerdo a la norma INEN 1331 y al colocar la tubería se debe asegurar la limpieza de la misma y de los accesorios, para que en el momento de efectuar la junta, se obtenga una unión perfectamente impermeable.

En los cambios de dirección de la tubería se utilizarán accesorios tales como Tees, Codos, tapones, cruces y otros, que se deberán instalarse con sus respectivos bloques de anclaje; en lo referente al control se colocarán válvulas dentro de una estructura de hormigón armado con su respectiva tapa. Una vez chequeada la impermeabilidad y resistencia de la tubería, se procederá a rellenar la zanja, en un espesor de 20 cm. sobre el tubo con arena gruesa y el material de préstamo importado a colocarse deberá tener un tamaño máximo de 3" para una pasante en tamiz # 4 del 20% y será compactado en capas de 20 cm.

El Fiscalizador será responsable del programa de trabajos a fin de que el contratista realice los trabajos de manera ininterrumpida y concluya totalmente los tramos previstos, antes de iniciar otro.

ANEXO 6.2

Medición y pago: La cantidad a pagarse por suministro e instalación de tubería de PVC de 450 mm con unión sellado elastomérico será el número de metros lineales de tubería debidamente instalada y aceptada por el Fiscalizador. La cantidad determinada en la forma indicada en la medición se pagará al precio contractual para este rubro. El precio y pago constituye la compensación total por el trabajo de excavación, relleno, suministro e instalación de tubería de PVC de 450 mm. de diámetro interior, así como toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarias para la ejecución de los trabajos.

Código: PLU-011

Unidad: metros

Materiales mínimos: Tubería PVC rígido Pared Estructurada Ø=450mm --

Equipo mínimo: herramienta menor.

Mano de obra calificada, mínima: Plomero, Ayudante de plomero.

■ SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Ø=525MM

Descripción: Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de tubería de PVC para conducción de aguas lluvias de 525 mm., de diámetro interior con unión de sellado elastomérico, e incluye excavación y desalojo del material no apto para la estructura vial existente y relleno con material de préstamo importado, de conformidad con lo, estipulado en los planos, documentos contractuales y lo ordenado por el Fiscalizador.

Procedimiento de Trabajo.- Se excavará la zanja para colocar la tubería en forma que pueda ser instalada a una profundidad mínima de 120 cm. de espesor entre el lomo de la tubería y la subrasante de la vía, se realizará la excavación y desalojo de los materiales no aptos para formar parte de la estructura vial.

La longitud mínima de acoplamiento deberá estar de acuerdo a la norma INEN 1331 y al colocar la tubería se debe asegurar la limpieza de la misma y de los accesorios, para que en el momento de efectuar la junta, se obtenga una unión perfectamente impermeable.

En los cambios de dirección de la tubería se utilizarán accesorios tales como Tees, Codos, tapones, cruces y otros, que se deberán instalarse con sus respectivos bloques de anclaje; en lo referente al control se colocarán válvulas dentro de una estructura de hormigón armado con su respectiva tapa. Una vez chequeada la impermeabilidad y resistencia de la tubería, se procederá a rellenar la zanja, en un espesor de 20 cm. sobre

ANEXO 6.2

el tubo con arena gruesa y el material de préstamo importado a colocarse deberá tener un tamaño máximo de 3" para una pasante en tamiz # 4 del 20% y será compactado en capas de 20 cm.

El Fiscalizador será responsable del programa de trabajos a fin de que el contratista realice los trabajos de manera ininterrumpida y concluya totalmente los tramos previstos, antes de iniciar otro.

Medición y pago: La cantidad a pagarse por suministro e instalación de tubería de PVC de 525 mm con unión sellado elastomérico será el número de metros lineales de tubería debidamente instalada y aceptada por el Fiscalizador. La cantidad determinada en la forma indicada en la medición se pagará al precio contractual para este rubro. El precio y pago constituye la compensación total por el trabajo de excavación, relleno, suministro e instalación de tubería de PVC de 500 mm. de diámetro interior, así como toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarias para la ejecución de los trabajos.

Código: PLU-012

Unidad: metros

Materiales mínimos: Tubería PVC rígido Pared Estructurada Ø=525mm --

Equipo mínimo: herramienta menor.

Mano de obra calificada, mínima: Plomero, Ayudante de plomero.

■ SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Ø=600MM

Descripción: Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de tubería de PVC para conducción de aguas lluvias de 600 mm., de diámetro interior con unión de sellado elastomérico, e incluye excavación y desalojo del material no apto para la estructura vial existente y relleno con material de préstamo importado, de conformidad con lo, estipulado en los planos, documentos contractuales y lo ordenado por el Fiscalizador.

Procedimiento de Trabajo.- Se excavará la zanja para colocar la tubería en forma que pueda ser instalada a una profundidad mínima de 120 cm. de espesor entre el lomo de la tubería y la subrasante de la vía, se realizará la excavación y desalojo de los materiales no aptos para formar parte de la estructura vial.

La longitud mínima de acoplamiento deberá estar de acuerdo a la norma INEN 1331 y al colocar la tubería se debe asegurar la limpieza de la misma y de los accesorios, para que en el momento de efectuar la junta, se obtenga una unión perfectamente

ANEXO 6.2

impermeable.

En los cambios de dirección de la tubería se utilizarán accesorios tales como Tees, Codos, tapones, cruces y otros, que se deberán instalarse con sus respectivos bloques de anclaje; en lo referente al control se colocarán válvulas dentro de una estructura de hormigón armado con su respectiva tapa. Una vez chequeada la impermeabilidad y resistencia de la tubería, se procederá a rellenar la zanja, en un espesor de 20 cm. sobre el tubo con arena gruesa y el material de préstamo importado a colocarse deberá tener un tamaño máximo de 3" para una pasante en tamiz # 4 del 20% y será compactado en capas de 20 cm.

El Fiscalizador será responsable del programa de trabajos a fin de que el contratista realice los trabajos de manera ininterrumpida y concluya totalmente los tramos previstos, antes de iniciar otro.

Medición y pago: La cantidad a pagarse por suministro e instalación de tubería de PVC de 600 mm con unión sellado elastomérico será el número de metros lineales de tubería debidamente instalada y aceptada por el Fiscalizador. La cantidad determinada en la forma indicada en la medición se pagará al precio contractual para este rubro. El precio y pago constituye la compensación total por el trabajo de excavación, relleno, suministro e instalación de tubería de PVC de 600 mm. de diámetro interior, así como toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarias para la ejecución de los trabajos.

Código: PLU-013

Unidad: metros

Materiales mínimos: Tubería PVC rígido Pared Estructurada Ø=600mm --

Equipo mínimo: herramienta menor.

Mano de obra calificada, mínima: Plomero, Ayudante de plomero.

■ **ENTIBADOS DE MADERA.**

Descripción.- Son los trabajos que tienen por objeto evitar la socavación o derrumbamiento de las paredes e impedir o retardar la penetración del agua subterránea en las zanjas. La ejecución del rubro incluye el suministro de todos los materiales y mano de obra requeridos para el efecto

Especificación.- Las excavaciones para tuberías y o estructuras, serán entibadas de tal forma que no produzcan derrumbes, deslizamientos, de manera que el personal de trabajadores, o vecinos del lugar, y todas las obras existentes, ya sean ejecutadas o en

ANEXO 6.2

ejecución por parte del Contratista, o pertenecientes a terceros o de cualquier clase estén debidamente protegidas.

El Contratista suministrará, colocará y mantendrá todo el entibado necesario para soportar las paredes de las excavaciones. Si se produjere algún daño como resultado de la falta de entibamiento o de un inadecuado entibado, el Contratista efectuará las reparaciones, reconstrucciones o indemnizaciones por su propia cuenta y costo.

Todos los materiales utilizados en la construcción del entibado serán de buena calidad, estarán en buenas condiciones y libres de defectos que puedan disminuir su resistencia.

No se permitirá el uso de cuñas para compensar los cortes defectuosos de la superficie de apoyo.

Dependiendo de las condiciones particulares del terreno en cada sector, Fiscalización a solicitud del Contratista determinará el tipo de entibado a ejecutarse, siendo los principales los siguientes: Entibado continuo y entibado discontinuo. El Contratista debe presentar para la aprobación de la Fiscalización, el tipo de entibado a utilizar y el diseño correspondiente. Así mismo, deberá tomar todas las precauciones para garantizar que los entibados no se desplacen cuando sean retirados temporalmente para permitir la instalación de las tuberías.

Medición y Pago.- Los entibados ya sea continuo, discontinuo o continuo impermeable se medirán en metros cuadrados de pared efectivamente entibada, considerando como tal el área de la pared en contacto con los tablonos y se cancelarán a los precios unitarios contractuales según el tipo de entibado.

El pago incluye la mano de obra, equipos, herramientas, materiales, instalaciones; y todos los servicios conexos para la correcta ejecución del trabajo a entera satisfacción del Fiscalizador, incluye el uso, montaje, desmontaje y el retiro de los materiales.

Los accesorios de PVC de presión serán cuantificados en unidades según su tipo, diámetro y presiones de trabajo, y su pago se efectuará una vez que se encuentre debidamente instalado y probado en obra a entera satisfacción de la Fiscalización

Código: PLU-015

Unidad: metros cuadrados

Materiales mínimos: Tableros, listones, clavos--

Equipo mínimo: herramienta menor.

Mano de obra calificada, mínima: Plomero, Ayudante de plomero.

ANEXO 6.2

■ POZO H°S° 1.20 A 2.50 M. INCLUYE TAPA HF

Se entenderán por pozos de revisión, las estructuras diseñadas y destinadas para permitir el acceso al interior de las tuberías o colectores de alcantarillado, especialmente para limpieza.

Los pozos de revisión serán construidos en donde señalen los planos y/o el Ingeniero Fiscalizador durante el transcurso de la instalación de tuberías o construcción de colectores.

No se permitirá que existan más de 160 metros de tubería o colectores instalados, sin que oportunamente se construyan los respectivos pozos.

Los pozos de revisión se construirán de acuerdo a los planos del proyecto, tanto los de diseño común como los de diseño especial.

La construcción de la cimentación de los pozos de revisión, deberá hacerse previamente a la colocación de la tubería o colector, para evitar que se tenga que excavar bajo los extremos.

Todos los pozos de revisión deberán ser construidos en una fundación adecuada, de acuerdo a la carga que estos producen y de acuerdo a la calidad del terreno soportante.

Se usarán para la construcción los planos de detalle existentes. Cuando la subrasante está formada por material poco resistente, será necesario renovarla y reemplazarla por material granular, o con hormigón de espesor suficiente para construir una fundación adecuada en cada pozo.

Los pozos de revisión serán construidos de hormigón simple de $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ y de acuerdo a los diseños del proyecto. En la planta de los pozos de revisión se realizarán los canales de media caña correspondientes, debiendo pulirse y acabarse perfectamente de acuerdo con los planos. Los canales se realizarán con uno de los procedimientos siguientes:

Al hacerse el fundido de hormigón de la base se formarán directamente las “medias cañas”, mediante el empleo de cerchas

Se colocarán tuberías cortadas a “media caña” al fundir el hormigón, para lo cual se continuarán dentro del pozo los conductos de alcantarillado, colocando después del hormigón de la base, hasta la mitad de los conductos del alcantarillado, cortándose a cincel la mitad superior de los tubos después de que se endurezca suficientemente el hormigón.

ANEXO 6.2

Para el acceso al pozo, se dispondrá de estribos o peldaños formados con varillas de hierro de 18mm de diámetro, con recorte de aleta en las extremidades para empotrarse, en una longitud de 20cm y colocados a 40cm de espaciamiento; los peldaños irán debidamente empotrados y asegurados formando una saliente de 15cm por 30cm de ancho, deberán ser pintados con dos manos de pintura anticorrosiva.

El brocal del pozo, así como la tapa correspondiente serán prefabricados, construidos según el diseño constante en los planos.

Medición y forma de pago: La construcción de pozos de revisión será medidas en unidades, determinándose en obra el número construido de acuerdo al proyecto y órdenes del Ingeniero Fiscalizador, en función de altura, según los siguientes rubros:

Código: PLU-016

Unidad: unidad

Materiales mínimos: hormigón ciclópeo (60% H.S y 40% piedra), hormigón simple de 180kg/cm², replantillo de piedra e = 15 cm

Equipo mínimo: Herramienta menor, encofrado metálico para pozo de revisión interior y exterior.

Mano de obra calificada, mínima: Categoría I, III

■ POZO H°S° 2.50 A 5.00 M. INCLUYE TAPA HF

Se entenderán por pozos de revisión, las estructuras diseñadas y destinadas para permitir el acceso al interior de las tuberías o colectores de alcantarillado, especialmente para limpieza.

Los pozos de revisión serán construidos en donde señalen los planos y/o el Ingeniero Fiscalizador durante el transcurso de la instalación de tuberías o construcción de colectores.

No se permitirá que existan más de 160 metros de tubería o colectores instalados, sin que oportunamente se construyan los respectivos pozos.

Los pozos de revisión se construirán de acuerdo a los planos del proyecto, tanto los de diseño común como los de diseño especial.

La construcción de la cimentación de los pozos de revisión, deberá hacerse previamente a la colocación de la tubería o colector, para evitar que se tenga que excavar bajo los extremos.

Todos los pozos de revisión deberán ser construidos en una fundación adecuada, de

ANEXO 6.2

acuerdo a la carga que estos producen y de acuerdo a la calidad del terreno soportante.

Se usarán para la construcción los planos de detalle existentes. Cuando la subrasante está formada por material poco resistente, será necesario renovarla y reemplazarla por material granular, o con hormigón de espesor suficiente para construir una fundación adecuada en cada pozo.

Los pozos de revisión serán construidos de hormigón simple de $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ y de acuerdo a los diseños del proyecto. En la planta de los pozos de revisión se realizarán los canales de media caña correspondientes, debiendo pulirse y acabarse perfectamente de acuerdo con los planos. Los canales se realizarán con uno de los procedimientos siguientes:

Al hacerse el fundido de hormigón de la base se formarán directamente las “medias cañas”, mediante el empleo de cerchas.

Se colocarán tuberías cortadas a “media caña” al fundir el hormigón, para lo cual se continuarán dentro del pozo los conductos de alcantarillado, colocando después del hormigón de la base, hasta la mitad de los conductos del alcantarillado, cortándose a cincel la mitad superior de los tubos después de que se endurezca suficientemente el hormigón.

Para el acceso al pozo, se dispondrá de estribos o peldaños formados con varillas de hierro de 18mm de diámetro, con recorte de aleta en las extremidades para empotrarse, en una longitud de 20cm y colocados a 40cm de espaciamiento; los peldaños irán debidamente empotrados y asegurados formando una saliente de 15cm por 30cm de ancho, deberán ser pintados con dos manos de pintura anticorrosiva.

El brocal del pozo, así como la tapa correspondiente serán prefabricados, construidos según el diseño constante en los planos.

Medición y forma de pago: La construcción de pozos de revisión será medidos en unidades, determinándose en obra el número construido de acuerdo al proyecto y órdenes del Ingeniero Fiscalizador, en función de altura, según el siguiente rubro.

Código: PLU-017

Unidad: unidad

Materiales mínimos: hormigón ciclópeo (60% H.S y 40% piedra), hormigón simple de 180 kg/cm^2 , replantillo de piedra $e = 15 \text{ cm}$

Equipo mínimo: Herramienta menor, encofrado metálico para pozo de revisión interior y exterior.

Mano de obra calificada, mínima: Categoría I, III

ANEXO 6.2

■ RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE MEJORAMIENTO

En el proceso de relleno se utilizará de preferencia el material de la excavación, y cuando no fuese apropiado se seleccionará otro que cumpla las condiciones técnicas con el visto bueno de la Fiscalización. El material de reposición cumplirá con las siguientes especificaciones:

- ✓ El límite líquido del material ensayado, no será superior al 40 %
- ✓ El índice de plasticidad no será superior al 15%
- ✓ La densificación del material no será menor al 95% de la densidad máxima obtenida en laboratorio, de acuerdo al ensayo Proctor Modificado.
- ✓ El tamaño máximo de los granos no será mayor a 2", en caso de presentarse, deberán ser retirados.

El material de sitio para relleno puede ser cohesivo, pero cumplirá los siguientes requisitos:

- ✓ No contendrá material orgánico, ni residuos de plásticos u otros elementos que alteren la condición del material a usarse en el relleno y siempre que el límite líquido del suelo sea menor al 50 % y retirando toda partícula mayor a 2". El espesor de cada capa de relleno no será mayor de 30 cm y su densificación deberá ser igual o mayor al 95 % de la densidad máxima obtenida en laboratorio, de acuerdo al ensayo Proctor Modificado,
- ✓ El Constructor no podrá utilizar el material ni iniciar las tareas de relleno sin la expresa autorización del Contratante, que puede ser a través del libro de obra o de una comunicación escrita.
- ✓ En caso de presentarse molones de piedra en el material para relleno entre 2 y 10", se procederá al relleno de la zanja por capas alternadas de 30 cm de material fino con tamaño de grano no mayor a 2" y luego sobre esta una capa de piedra acomodada sin que se sobrepongan, hasta completar la altura total de relleno, cuidando de que la primera y última capa sea de material fino.

Medición y forma de pago: La preparación y colocación de material para conformar los rellenos en las condiciones indicadas en este ítem, se medirá en metros cúbicos debidamente compactados según las líneas y niveles definidos en los planos (valores teóricos) o lo señalado por escrito en el libro de obra por la Fiscalización.

En el caso de relleno con suministro de material de reposición, el Contratista considerará en su análisis el transporte, desperdicios y esponjamiento del material a

ANEXO 6.2

suministrar, ya que para su pago este se medirá una vez colocado y compactado según estas especificaciones.

Código: PLU-018

Unidad: metros cúbicos

Materiales mínimos: material de mejoramiento, agua.

Equipo mínimo: Herramienta menor, vibro apisonador

Mano de obra calificada, mínima: Categoría I, III

■ RELLENO COMPACTADO VIBROAPISONADO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN

Por relleno compactado se define la colocación de material proveniente de la propia excavación o de préstamo, en capas sensiblemente horizontales de no más de 0.20 m de espesor, debidamente compactadas, hasta las alturas definidas por la Fiscalización, con una densidad medida en sitio, igual o mayor al 95% de la densidad máxima.

La compactación se realizará preferiblemente con compactadores mecánicos. Para obtener una densidad de acuerdo con lo especificado, el contenido de humedad del material a ser usado en el relleno debe ser óptimo. Si el material se encuentra seco, se añadirá la cantidad necesaria de agua, y, si existe exceso de humedad, será necesario secar el material. Para una adecuada compactación mediante apisonamiento, no será utilizado en el relleno material húmedo excedido con relación a la humedad óptima obtenida en la prueba Proctor T-99, de la ASSHO.

El material de relleno será humedecido fuera de la zona de relleno, antes de su colocación, para conseguir la humedad óptima. En caso contrario para eliminar el exceso de humedad, el secado del material se realizará extendiendo en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua.

Para iniciar el relleno el Fiscalizador verificará que las paredes tengan los taludes autorizados, estables, (evitando que se formen “cuevas” donde el relleno no se puede compactar adecuadamente); en caso de haberse producido derrumbes por defectos en el proceso de excavación, originándose socavaciones o bóvedas que impidan una correcta compactación del material de relleno, serán eliminadas mediante sobreexcavación, por cuenta y a costa del contratista.

El Contratista realizará ensayos en muestras provenientes de cada frente de aprovisionamiento y cuando exista cualquier cambio en los materiales, los resultados los presentará a la Fiscalización para su aprobación. Los ensayos a realizarse serán de

ANEXO 6.2

abrasión, resistencia a la compresión, análisis petrográfico y otros que la Fiscalización considere necesarios.

Para verificar el cumplimiento de la densidad especificada en los rellenos compactados, el Contratista tomará las muestras en presencia de la Fiscalización y realizará los ensayos especificados o los que indique la Fiscalización. Las muestras se tomarán de las capas compactadas en los sitios y en el número indicados por la Fiscalización.

La Fiscalización por su parte, en cualquier momento podrá efectuar ensayos de los materiales y de los rellenos para lo cual el Contratista facilitará el acceso y toma de muestras.

El Contratista debe suministrar y transportar las muestras, y efectuar los ensayos especificados en un laboratorio previamente aprobado por la Fiscalización. Los costos de las muestras y ensayos corren por cuenta del Contratista.

Medición y Pago.- Se medirá en metros cúbicos debidamente compactados según las líneas y niveles definidos en los planos o lo señalado por escrito en el libro de obra por la Fiscalización, y se cancelará con los rubros constantes en la tabla de cantidades y precios para cada uno de ellos.

Los costos de control de calidad que realizará la Fiscalización, serán por cuenta del Contratista. El Contratista puede realizar ensayos adicionales para demostrar la calidad de los trabajos y adelantar la ejecución de los mismos.

El pago de este rubro incluye la mano de obra, herramientas, equipo y el suministro y preparación de los materiales necesarios para la correcta ejecución de los trabajos a entera satisfacción de la Fiscalización.

Código: PLU-019

Unidad: metros cúbicos.

Materiales mínimos: agua

Equipo mínimo: Herramienta menor, compactador mecánico.

Mano de obra calificada, mínima: Categoría I, III

■ **DESALOJO DE MATERIAL, INCLUYE TRANSPORTE Y CARGADA.**

Descripción.- Desalojo. Se entenderá por desalojo de material producto de excavación y no apto para relleno.

No se incluyen en la cuantificación de estos volúmenes, los materiales provenientes de restos de materiales, desperdicios y demás sobrantes o residuos de obra generados en la

ANEXO 6.2

obra, cuyo manejo, recogida, cargado, transporte, descarga y demás actividades relacionadas, que son de responsabilidad del Contratista.

Para que se considere efectuado el rubro de desalojo, la Fiscalización constatará que el sitio de la obra y la zona de influencia de la misma, presente una condición de orden y limpieza. No se aceptará como rubro terminado si los desperdicios o restos de material se han colocado al borde de la vía o en un entorno inmediato en terrenos de particulares. Los sitios de desalojo serán ubicados por el Contratista y previo a su uso, serán autorizados por el Fiscalizador quien valorará y coordinará con el I. Municipio la conveniencia de dicho sitio. La gestión de estos botaderos –conformación, adecuación final, etc- estará a cargo del Contratista, lo que deberá estar considerado en el precio unitario del desalojo. Para iniciar el proceso de recepción provisional, la Fiscalización deberá emitir un certificado de aceptación de las condiciones finales del botadero.

Procedimiento de Trabajo.- la operación consistente en el cargado y transporte de dicho material hasta los bancos de desperdicio o de almacenamiento que señale el proyecto y/o el ingeniero Fiscalizador, ubicados a distancias iguales o menores a 5 km.

No se podrá desalojar materiales fuera de los sitios definidos por la Fiscalización. Para esto, la Fiscalización implementará un mecanismo de control para la entrega de materiales mediante una boleta de recibo-entrega.

Medición y forma de pago: El cargado a mano o a máquina, de materiales de desalojo se pagará por separado, en metros cúbicos calculados en base al ancho teórico y a la profundidad de la excavación, multiplicado por el porcentaje de esponjamiento.

El transporte de materiales de desalojo hasta 5 km, se medirá y pagará en metros cúbicos. El volumen corresponderá al volumen teórico excavado multiplicado por el porcentaje de esponjamiento.

El porcentaje de esponjamiento dependerá del tipo de material, sin embargo, para fines prácticos para este proyecto se considera un porcentaje de esponjamiento no mayor al 30%.

El Contratista se impondrá, para la elaboración y presentación de su oferta el factor de esponjamiento, de acuerdo a su experiencia y al conocimiento del proyecto. La ruta para el transporte de materiales de desalojo será definida por el Fiscalizador.

Código: PLU-020

Unidad: metros cúbicos / kilómetros

Equipo mínimo: herramienta menor, Volquete de 8m³, Retroexcavadora.

ANEXO 6.2

■ ACOMETIDA DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO INCLUYE ACCESORIOS Y CAJA DE REVISION.

La conexión domiciliaria se iniciará con una estructura denominada caja de revisión o caja domiciliaria. El objetivo básico de la caja domiciliaria es hacer las acciones de limpieza de la conexión domiciliaria, por lo que en su diseño tendrá en consideración este propósito. La sección mínima de una caja domiciliaria será de 0.60 x 0.60 m y, la profundidad será la necesaria para cada caso.

Las conexiones domiciliarias se colocarán frente a toda casa o parcela donde pueda existir una construcción futura. Se preverá una conexión domiciliaria por cada lote, con un diámetro mínimo de 100 mm.

Las conexiones domiciliarias de conectarán con el alcantarillado formando un ángulo de 45 grados.

Cuando por la topografía sea imposible dar una salida propia para cada casa, se permitirá una conexión domiciliaria múltiple; en este caso el diámetro mínimo será de 150 mm.

Los tubos de conexión deben unirse a la tubería principal de manera que la corona del tubo de conexión quede por encima del nivel máximo de las aguas que circulan por ella. Ningún tubo sobrepasará las paredes interiores de la tubería o canal al que se una para permitir el libre curso del agua. Las tuberías de las conexiones domiciliarias se empalmarán en un orificio abierto en la tubería principal. Se usará mortero cemento-arena, proporción 1:2.

La pendiente de la conexión domiciliaria no será mayor del 20 % ni menor que el 2%. La mínima distancia de una conexión domiciliaria y una tubería de agua será 20 cm.

La profundidad mínima de la conexión domiciliaria en la línea de fábrica será de 80 cm medidos desde la parte superior del tubo con relación a la rasante de la acera. La profundidad máxima será 2 metros.

Cuando la profundidad exceda los 2 m, se utilizarán bajantes verticales, que se construirán de conformidad con los planos.

Las conexiones domiciliarias que se construirán para edificaciones de servicio de alcantarillado que deba reemplazarse, se construirán de manera que permita posteriormente, la conexión con el sistema nuevo. La espera se tapaná con mortero y cemento pobre.

Anclajes.- Se usarán cuando los diseños lo determinen y se construirán en

ANEXO 6.2

conformidad al especificado en los mismos. Los anclajes podrán ser de hormigón simple $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$, o de hormigón ciclópeo.

Código: PLU-021

Unidad: unidades

Materiales mínimos: Tubería Sanitaria de 110mm, cemento, aren fina, ladrillo, hierro, alambre de amarre, yee de 150mm a 200mm ---

Equipo mínimo: herramienta menor, Retroexcavadora, compactador mecánico.

Medición y pago: Se medirá el área intervenida. El pago incluye, el suministro de mano de obra, equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución del rubro.

■ SUMIDEROS DE CALZADA.

Se entiende por construcción de sumidero de calzada, al conjunto de operaciones que debe realizar el constructor para poner en obra la tubería que une el pozo de revisión con el sumidero de calzada propiamente dicho.

Los sumideros de calzada serán construidos en los lugares señalados por los planos y de acuerdo a los perfiles longitudinales transversales y planos de calles; estarán localizados en la parte más baja de la calzada favoreciendo la concentración de aguas lluvias en forma rápida e inmediata.

Los sumideros de calzada iran ubicados en la calzada propiamente dicha, junto al bordillo o cinta de gotera, y generalmente al iniciarse la curva de las esquinas. Serán utilizados para calles que tengan una pendiente del 2 al 5% especialmente en las mayores al 5%.

Los sumideros se conectaran directamente al pozo de revisión, el tubo de conexión deberá quedar perfectamente recortado en la pared interior al pozo formando en este una superficie lisa. La tubería de conexión al pozo será de 200mm de diámetro.

La pendiente no será menor del 2%. Se unirá a la salida del sifón del sumidero con mortero cemento arena 1:2.

Código: PLU-022

Unidad: unidad

Materiales mínimos: rejilla de HF, tetera de HS, tubería D=200mm

Equipo mínimo: Retroexcavadora, compactador mecánico, herramienta menor.

Mano de obra calificada, mínima: Operador Grupo I, Categoría I, Chofer profesional

Medición y pago: Se medirá en base al ancho teórico en metros cúbicos calculados en base al ancho teórico y a la profundidad de la excavación, multiplicado por el porcentaje

ANEXO 6.2

de esponjamiento. El pago incluye, el suministro de mano de obra, equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución del rubro

■ BASE CLASE 4, INCLUYE TRANSPORTE, COLOCACION Y COMPACTACION

Este rubro consistirá en la preparación, suministro del material de la capa de base sobre una de mejoramiento debidamente conformado y compactado, previa la autorización de la Fiscalización.

El agregado será el producto de la trituración de fragmentos de roca y de cantos rodados en un porcentaje no menor al 60% en peso. El material, estará constituido de fragmentos limpios, resistentes y durables, libres de exceso de partículas alargadas. Estabilizados con agregados finos provenientes de la trituración o de un suelo fino seleccionado en caso de que se requiera para cumplir con las especificaciones de granulometría y plasticidad. Además estará exenta de material vegetal, grumos de arcilla u otro material inconveniente.

Los diferentes agregados que constituyen los componentes de la base, serán mezclados en planta central y graduados uniformemente de grueso a fino.

El material de base a utilizarse en la obra, deberá cumplir con los siguientes requisitos.

Los límites granulométricos especificados, serán los siguientes:

GRADUACION DE BASE DE AGREGADOS TRITURADOS

Tamiz % que pasa

2"	100
1 1/2"	70 - 100
1"	55 - 85
3/4"	50- 80
3/8"	35- 70
No. 4	25- 50
No. 10	20- 40
No. 40	10- 25
No. 200	2- 12

Requisitos para materiales de base granular. Ensayo

- CBR, mínimo 80%
- Límite Líquido máximo 25

ANEXO 6.2

- Índice de plasticidad máximo 6
- Equivalente de arena, mínimo 30

Los agregados gruesos deberán tener un porcentaje de desgaste, no mayor del 40% a 200 revoluciones, determinado según ensayo AASHO T-96. Para la graduación indicada, la porción de agregado que pasa al tamiz No. 40, deberá carecer de plasticidad o tener un límite líquido menor a 25 y un índice de plasticidad menor de 6, de acuerdo a lo especificado según AASHO T-89 y T-90.

Los siguientes ensayos se realizarán para controlar la calidad de la construcción de la capa de base.

- ✓ Densidad máxima y humedad óptima: Ensayo AASHO T-180, método D. La densidad de la capa compactada deberá ser como mínimo el 100% de la máxima densidad obtenida según el ensayo AASHO T-180 método D.
- ✓ Densidad de Campo: Ensayo AASHO T-147.

Código: PLU-023

Unidad: metros cúbicos

Equipo mínimo: Retroexcavadora, volqueta, compactador mecánico.

Mano de obra calificada, mínima: Operador Grupo I, Categoría I, Chofer profesional

Medición y pago: Se pagará el volumen compactado. El pago incluye, el suministro de mano de obra, equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución del rubro.

ESPECIFICACIONES DE RUBROS DE EMBAULADO

■ LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO

Será la remoción y retiro de toda maleza, árboles, desperdicios y otros materiales que se encuentre en el área de trabajo y que deban ejecutarse manualmente.

Disponer del área de construcción, libre de todo elemento que pueda interferir en la ejecución normal de la obra a realizar. El rubro incluye la limpieza total del terreno y su desalojo, en las áreas en las que se determinen como necesarias y que no sean susceptibles de realizar en el rubro de “excavación y desalojo sin clasificar”.

Medición y pago: Se medirá el área del terreno realmente limpiada y su pago se lo efectuará por metro cuadrado “M2”. El rubro incluye el trasplante y mantenimiento de los árboles que se conservan y de las áreas que se conservan en su estado original,

ANEXO 6.2

siempre y cuando se encuentren dentro de los límites del proyecto de las obras contratadas.

Código: EMB-001

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Equipo mínimo: Herramienta menor, volqueta.

Mano de obra mínima calificada: Categorías I y V.

■ REPLANTEO Y NIVELACION

Se entiende como replanteo el trazado total de la cimentación manteniendo los datos de planificación (planos de cimentación). El replanteo y nivelación se realizará con un aparato de precisión y las cotas serán proporcionadas por el Departamento de Obras Públicas Municipales.

Medición y pago.- El pago se lo realizará en metros cuadrados, al precio unitario establecido en las cantidades y precios, medidos teóricamente en el plano o en el sitio y comprende la utilización de mano de obra y todas las actividades conexas necesarias para la completa ejecución de los trabajos, a plena satisfacción de la Fiscalización.

Código: EMB-002

Descripción: Limpieza manual del terreno

Unidad: metros cuadrados

Equipo mínimo: Retroexcavadora

Mano de obra calificada, mínima: peón.

■ HORMIGON CICLOPEO (60% HORMIGON SIMPLE $f'c=180$ Kg/cm² + 40% PIEDRA) INCLUYE ENCOFRADO.

Es la combinación del hormigón simple de la resistencia determinada con piedra molón o del tamaño adecuado, que conformarán los elementos estructurales, de carga o soportantes y que requieren o no de encofrados para su fundición.

El objetivo es la construcción de elementos de hormigón ciclópeo, especificados en planos estructurales y demás documentos del proyecto. Incluye el proceso de fabricación, vertido y curado del hormigón.

Código: EMB-003

Unidad: Metro cúbico (m³).

Materiales mínimos: Hormigón de cemento portland, piedra molón, agua; que

ANEXO 6.2

cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales.

Equipo mínimo: Herramienta menor, concretera, vibrador.

Mano de obra mínima calificada: Categorías I , III y V.

Medición y pago: La medición se la hará en unidad de volumen y su pago será por metro cúbico “ M3 “. Se cubicará las tres dimensiones del elemento ejecutado: largo, ancho y altura; es decir el volumen real del rubro ejecutado, que cumpla con las especificaciones técnicas y la resistencia de diseño.

Control de calidad, Referencias normativas, Aprobaciones.

El hormigón simple cumplirá con lo indicado en la especificación técnica de “Preparación, transporte, vertido y curado del hormigón” del presente estudio.

Requerimientos previos

Revisión de los diseños del hormigón a ejecutar y los planos del proyecto.

Determinación del tamaño de la piedra que será tipo andesita azulada, e irá de acuerdo con el espesor del elemento a fundirse.

Saturación de agua de la piedra que se va a utilizar.

Determinación del tipo de compactación y terminado de las superficies que se van a poner en contacto con el hormigón ciclópeo.

Verificar que los encofrados se encuentren listos y húmedos para recibir el hormigón y o las excavaciones. Verificación de niveles, plomos y alineaciones.

Instalaciones embebidas, que atraviesen y otros aprobado por fiscalización.

Tipo, dosificación, instrucciones y recomendaciones al utilizar aditivos.

Fiscalización verificará y dispondrá que se puede iniciar con el hormigonado.

Durante la ejecución

Verificación de plomos, nivelaciones, deslizamientos o cualquier deformación en los encofrados y/o las excavaciones.

Todas las piedras serán recubiertas con una capa de hormigón de por lo menos 150 mm.

La preparación, vertido y acabado se regirá a lo estipulado en la sección 503. Hormigón Estructural. Numeral 503-6. Hormigón Ciclópeo, de las “Especificaciones generales para construcción de caminos y puentes” del MOP.

Verificación de la compactación y vibrado del hormigón y de las proporciones hormigón - piedra.

Posterior a la ejecución

ANEXO 6.2

Las superficies terminadas serán lisas y se sujetarán a lo señalado en los planos del proyecto, para aprobación de fiscalización.

La calidad y aceptabilidad del presente rubro, se regirá a lo estipulado en la sección 503. Hormigón Estructural. Numeral 503-6.04. Ensayos y tolerancias, de las “Especificaciones generales para construcción de caminos y puentes” del MOP.

Comprobación de niveles, plomos y alturas con los planos del proyecto.

Cuidados para no provocar daños al hormigón, durante el proceso de desencofrado.

Evitar cargar al elemento recién fundido hasta que el hormigón haya adquirido el 70% de su resistencia de diseño, transcurran un mínimo de 14 días luego del hormigonado, o a la aprobación e indicaciones de Fiscalización.

Cuidado y mantenimiento hasta el momento de entrega recepción del rubro.

Ejecución y complementación

Se iniciará con la preparación del hormigón simple de la resistencia determinada en los planos o especificaciones estructurales, conforme a la especificación de “Preparación, transporte, vertido y curado del hormigón”.

Verificados y aprobado el encofrado o excavación en los que se alojará el hormigón y piedra, se iniciará su colocación de capas alternadas de hormigón simple y piedra, cuidando guardar la proporción especificada. La primera capa será de hormigón de 15 cm. de espesor, sobre la que se colocará a mano una capa de piedra; no se permitirá que sean arrojadas por cuanto pueden provocar daños a los encofrados o la capa de hormigón adyacente. Este procedimiento se lo repetirá hasta completar el tamaño del elemento que se está fundiendo. Se tendrá especial cuidado de que la piedra quede totalmente cubierta, y que no existan espacios libres entre el hormigón y la piedra, para lo que se realizará un baqueteo (golpeteo) con la ayuda de vibrador, varilla u otros elementos apropiados.

La superficie de acabado será lisa y totalmente limpia de cualquier rebaba o desperdicio.

■ ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ Kg./cm}^2$.

Serán las operaciones necesarias para cortar, doblar, conformar ganchos, soldar y colocar el acero de refuerzo que se requiere en la conformación de elementos de hormigón armado.

Disponer de una estructura de refuerzo para el hormigón, y que consistirá en el suministro y colocación de acero de refuerzo de la clase, tipo y dimensiones que se

ANEXO 6.2

indiquen en las planillas de hierro, planos estructurales y/o especificaciones.

Código: EMB-004, EMB-011

Unidad: Kilogramo (kg.).

Materiales mínimos: Acero de refuerzo con resaltes, alambre galvanizado # 18, espaciadores y separadores metálicos; que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales.

Equipo mínimo: Herramienta menor, cizalla, dobladora, bancos de trabajo.

Mano de obra mínima calificada: Categorías I, III y V.

Medición y pago: La medición será de acuerdo a la cantidad efectiva ejecutada y colocada en obra, la que se verificará por marcas, previo a la colocación del hormigón. Su pago será por kilogramo “ Kg“

Control de calidad, referencias normativas, aprobaciones. Requerimientos previos

Revisión de los planos estructurales del proyecto y planillas de hierro.

Elaboración de las planillas de corte y organización del trabajo. Determinación de los espacios necesarios para el trabajo y clasificación.

Verificación en obra, de los resaltes que certifican la resistencia de las varillas.

Pruebas previas del acero de refuerzo a utilizar (en laboratorio calificado y aceptado por la fiscalización): verificación que cumpla con la resistencia de diseño: Norma INEN 102. Varillas con resaltes de acero al carbono laminadas en caliente para hormigón armado y Capítulo 3, sección 3.5 : Acero de refuerzo del Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C). Quinta edición. 1993.

Clasificación y emparrillado de las varillas ingresadas a obra, por diámetros, con identificaciones claramente visibles.

Toda varilla de refuerzo será doblada en frío.

El corte, doblado, y colocación del acero de refuerzo se regirá a lo que establece el Capítulo 7. Detalles de refuerzo del Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C). Quinta edición. 1993.

Disposición de bancos de trabajo y un sitio adecuado para el recorte, configuración, clasificación y almacenaje del acero de refuerzo trabajado, por marcas, conforme planilla de hierros.

Encofrados nivelados, estables y estancos. Antes del inicio de la colocación del acero de refuerzo, se procederá con la impregnación de aditivos desmoldantes. Iniciada la colocación del acero de refuerzo, no se permitirán estos trabajos.

ANEXO 6.2

Fiscalización aprobará el inicio del corte y doblado del acero de refuerzo.

Durante la ejecución

Unificación de medidas y diámetros para cortes en serie.

Control de longitud de cortes y doblados. El constructor realizará muestras de estribos y otros elementos representativos por su cantidad o dificultad, para su aprobación y el de la fiscalización, antes de proseguir con el trabajo total requerido.

Doblez y corte en frío, a máquina o a mano. Se permitirá el uso de suelda para el corte, cuando así lo determine la fiscalización.

Para soldadura de acero, se regirá a lo establecido en la sección 3.5.2 Código Ecuatoriano de la Construcción. Quinta edición. 1993.

Control de que las varillas se encuentren libre de pintura, grasas y otro elemento que perjudique la adherencia con el hormigón a fundir.

La separación libre entre varillas paralelas tanto horizontal como vertical no será menor de 25 mm. o un diámetro.

Durante el armado del hierro, se preverán los recubrimientos mínimos para hormigón armado y fundido en obra, determinados en la sección 7.7.1 del Código Ecuatoriano de la Construcción. Quinta edición, 1993.

Denominación (mm.)	Recubrimiento	mínimo
a) Hormigón en contacto con el suelo y permanentemente expuesto a él.		70
b) Hormigón expuesto al suelo o a la acción del clima: Varillas de 18 mm. y mayores		50
Varillas y alambres de 16 mm. y menores		40
c) Hormigón no expuesto a la acción del clima ni en contacto con el suelo; Losas, muros, nervaduras: Varillas mayores de 36 mm.		40
Varillas de 36 mm. y menores.		20
Vigas y columnas: Refuerzo principal, anillos, estribos, espirales		40
Cascarones y placas plegadas: Varillas de 18 mm. y mayores.		20
Varillas y alambres de 16 mm. y menores		15
Amarres con alambre galvanizado en todos los cruces de varillas.		

ANEXO 6.2

El constructor suministrará y colocará los separadores, grapas, sillas metálicas y tacos de mortero, para ubicar y fijar el acero de refuerzo, en los niveles y lugares previstos en los planos, asegurando los recubrimientos mínimos establecidos en planos.

Los empalmes no se ubicarán en zonas de tracción.

Los empalmes serán efectuados cuando lo requieran o permitan los planos estructurales, las especificaciones o si lo autoriza el ingeniero responsable.

Complementariamente a lo establecido en el Código Ecuatoriano de la Construcción. Quinta edición. 1993, se consultará y acatará lo establecido en las Secciones 504. Acero de Refuerzo, Sección 807. Acero de refuerzo. de las “Especificaciones generales para construcción de puentes y caminos” del MOP”.

Posterior a la ejecución

Verificación del número y diámetros del acero de refuerzo colocado. Control de ubicación, amarres y niveles.

Verificación del sistema de instalaciones concluido y protegido.

Nivelación y estabilidad de los encofrados.

Ejecución y complementación

El acero utilizado estará libre de toda suciedad, escamas sueltas, pintura, herrumbre u otra sustancia que perjudique la adherencia con el hormigón. Los cortes y doblados se efectuarán de acuerdo con las planillas de hierro de los planos estructurales revisados en obra y las indicaciones dadas por el calculista y/o la fiscalización. Para los diámetros de doblados, se observarán los mínimos establecidos en la sección 7.2.1 del C.E.C. Se agrupará el acero preparado, por marcas, con identificación de su diámetro y nivel o losa en la que deberán ubicar.

El armado y colocación será la indicada en planos; se verificará que los trabajos previos como replantillos, encofrados y otros se encuentren terminados, limpios y en estado adecuado para recibir el hierro de refuerzo. Conforme al orden de ejecución de la estructura, se colocará y armará el acero de refuerzo, cuidando siempre de ubicar y asegurar el requerido para etapas posteriores, antes de los hormigonados de las etapas previas.

Se tendrá especial cuidado en el control del espaciamiento mínimo entre varillas, en la distribución de estribos y en el orden de colocación en los lugares de cruces entre vigas y columnas. Igualmente deberá verificarse en la distribución y colocación de estribos,

ANEXO 6.2

que los ganchos de estos, se ubiquen en forma alternada.

Todo armado y colocación, será revisado en detalle con lo dispuesto en los planos estructurales, disponiéndose de las correcciones y enmiendas hasta el total cumplimiento de los mismos. En todos los elementos terminados, se controlará los niveles y plomos de la armadura y la colocación de separadores, sillas y demás auxiliares para la fijación y conservación de la posición del hierro y el cumplimiento de los recubrimientos mínimos del hormigón. En general, para todo elemento de hormigón armado, se asegurará con alambre galvanizado todos los cruces de varilla, los que quedarán sujetos firmemente, hasta el vaciado del hormigón. Para conservar el espaciamiento entre varillas y su recubrimiento, se utilizará espaciadores metálicos debidamente amarrados con alambre galvanizado.

Previo al hormigonado, y una vez que se haya concluido y revisado los trabajos de instalaciones, alivianamientos, encofrados y otros, se verificará los amarres, traslapes, y demás referentes al acero de refuerzo. Cualquier cambio o modificación, aprobado por el ingeniero responsable, deberá registrarse en el libro de obra y en los planos de verificación y control de obra.

Fiscalización aprobará o rechazará la entrega del rubro concluido, que se sujetará a los resultados de las pruebas de laboratorio y de campo; así como las tolerancias y condiciones en las que se hace dicha entrega.

■ **HORMIGON SIMPLE $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$**

Es el hormigón de resistencia determinada, que conformará los elementos estructurales denominados pequeñas paredes o muros, la solera y el embaulado de los colectores de hormigón armado, que son parte integrante de la estructura y que requieren de encofrados para su fundición.

El objetivo es la construcción de los elementos de hormigón, especificados en planos estructurales y demás documentos del proyecto. Incluye el proceso de fabricación, vertido y curado del hormigón

Código: EMB-005, EMB-010

Unidad: Metro cúbico (m^3).

Materiales mínimos: Cemento tipo portland, árido fino, árido grueso, encofrado, agua; que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales.

Equipo mínimo: Herramienta menor, concretera, vibrador.

Mano de obra mínima calificada: Categorías I, II, III y IV.

ANEXO 6.2

Medición y pago: La medición se la hará en unidad de volumen y su pago será por metro cúbico “ m³ “. Se cubicará las tres dimensiones del elemento ejecutado: largo, ancho y altura; es decir el volumen real del rubro ejecutado.

Control de calidad, referencias normativas, aprobaciones

El hormigón cumplirá con lo indicado en la especificación técnica de “Preparación, transporte, vertido y curado del hormigón” del presente estudio.

Requerimientos previos

Revisión de los diseños del hormigón a ejecutar y los planos estructurales, de instalaciones y otros del proyecto.

Terminado de los replantillos y/o elementos en que se apoyará la cadena a fundir, debidamente humedecidos.

Encofrados estables, estancos y húmedos para recibir el hormigón, aprobados por fiscalización.

Acero de refuerzo, espaciadores, instalaciones embebidas o que cruzan y otros aprobado por fiscalización.

Verificación de que los encofrados se encuentran listos para recibir el hormigón.

Tipo, dosificación, instrucciones y recomendaciones al utilizar aditivos.

Fiscalización indicará que se puede iniciar con el hormigonado.

Durante la ejecución

Verificación de plomos, niveles, deslizamientos, pandeos o cualquier deformación de encofrados.

Hormigonado por capas uniformes, y una vez iniciado este será continuo.

Vigilar el proceso consecutivo de vibrado, durante todo el proceso de fundición.

Verificación de que los encofrados no sufran deslizamientos o cualquier deformación durante el proceso de vertido y vibrado del hormigón.

Revisión de sistemas de instalaciones, que pueden afectarse durante el proceso de hormigonado.

POSTERIOR A LA EJECUCIÓN

Verificar niveles, cotas, dimensiones y otros, del elemento ya fundido.

Las superficies a la vista serán lisas y limpias de cualquier rebaba o desperdicio.

Cuidados para no provocar daños al hormigón, durante el proceso de desencofrado.

ANEXO 6.2

Evitar cargar al elemento recién fundido hasta que no haya adquirido el 70% de su resistencia de diseño, haya transcurrido un mínimo de 14 días luego del hormigonado, o que Fiscalización indique otro procedimiento.

Mantenimiento hasta el momento de entrega recepción del rubro.

EJECUCIÓN Y COMPLEMENTACIÓN

Con el hormigón simple elaborado en obra se procederá a colocar en capas de espesor que permitan un fácil vibrado y compactación del hormigón que se va vertiendo. Este procedimiento se lo repetirá hasta completar las dimensiones de la cadena que se está fundiendo. Cuando la dimensión y/o espesor de la cadena no supere los 400 mm. se podrá fundir por tramos continuos y no por capas.

Respetando el tiempo mínimo para el desencofrado, se cuidará de no provocar daños y desprendimientos en las aristas de la cadena fundida, y de existir se procederá a cubrir las fallas en forma inmediata, por medio de un mortero de similar características al hormigón utilizado.

Fiscalización aprobará o rechazará la entrega del rubro concluido, que se sujetará a los resultados de las pruebas de laboratorio y de campo; así como las tolerancias y condiciones en las que se hace dicha entrega.

DOSIFICACION

Generalidades. La dosificación podrá ser cambiada cuando fuere conveniente, para mantener la calidad de hormigón requerido en las distintas estructuras o para afrontar las diferentes condiciones que se encuentren durante la construcción.

Especificaciones.

Proporción de las mezclas y ensayos. La resistencia requerida de los hormigones se ensayará en muestras cilíndricas de 13,5 cm (6”) de diámetro por 30,5 cm (12”) de alto, de acuerdo con las recomendaciones y requisitos de las especificaciones ASTM C-172, C-192, C-39.

Los resultados de los ensayos a compresión, a los 7 y 28 días, deberán ser iguales a las resistencias especificadas; y, no más del 10% de los resultados de por lo menos 20 ensayos (4 cilindros por cada ensayo; 1 se ensayará a los 7 días y los 3 restantes a los 28 días), deberán tener valores inferiores al promedio.

Las mezclas frescas de hormigón deberán ser uniformes, homogéneas y estables, no expuestas a segregación y que garanticen la estabilidad y durabilidad de las estructuras.

ANEXO 6.2

Su uniformidad puede ser controlada según la especificación ASTM C-39. Su consistencia será definida por el Fiscalizador, y será controlada en campo por el método Factor de Compactación de ACI, o por los ensayos de asentamiento, según ASTM C-143.

Todos los ensayos que permitan ejercer el control de la calidad de las mezclas de concreto, deberán ser efectuados por el Fiscalizador, inmediatamente después de la descarga de las revolvedoras. El envío de los cuatro cilindros para cada ensayo se hará en caja de madera.

La cantidad de los ensayos a realizarse se indican en el numeral 308 Normas del MOP.

RELACION AGUA/CEMENTO. Será determinada por las mezclas de prueba; en ningún caso la relación agua/cemento usada en las obras, excederá en un 10% de la determinada en las pruebas. El hormigón preparado en el emplazamiento deberá ser mezclado en equipos del tipo de bache de fabricación aprobada.

Los mecanismos de pesado y dispersión de agua deberán ser mantenidos en buen funcionamiento. Su exactitud deberá ser verificada.

Las mezcladoras que han estado fuera de uso por más de 30 minutos, deberán ser completamente limpiadas antes de que cualquier hormigón fresco sea mezclado.

El hormigón preparado fuera del emplazamiento deberá cumplir con todos los requerimientos del hormigón mezclado en el emplazamiento.

El hormigón será cargado en camiones mezcladores y deberá estar compactado y en su posición final dentro de las dos horas posteriores a la mezcla cemento con los agregados.

Cuando se use hormigón mezclado en camión, el agua será añadida bajo supervisión ya sea en el emplazamiento, o en la planta central de mezclado, pero bajo ninguna circunstancia se deberá añadir agua durante el transporte.

Tratamientos previos a la colocación del hormigón

Generalidades. Para la colocación del hormigón, el constructor solicitará la autorización del Fiscalizador por lo menos con 24 horas de anticipación. No se ejecutará ningún vaciado. Sin previa inspección y aprobación del Fiscalizador, de los encofrados y los elementos embebidos según los planos y estas especificaciones, así como del método a usarse para la colocación.

Se evitará el vaciado de hormigones sobre superficies inundadas, a menos que se disponga de equipos adecuados y de la autorización por escrito del Fiscalizador. No se

ANEXO 6.2

permitirá el vaciado sobre agua corriente y tampoco la acción de está, mientras el endurecimiento del hormigón no garantice su comportamiento eficiente.

Superficies de Fundación. Antes de colocar un hormigón sobre la superficie de fundación, esta deberá estar exenta de agua estancada, lodos, aceite o residuos de cualquier material y cubierta de una capa de replanteo de hormigón simple clase C ($f'c=140 \text{ kg./cm}^2$) de por lo menos 7,5 cm de espesor.

Superficies de construcción. Toda superficie sobre la cual se va colocar hormigón o mortero fresco, incluyendo aquellas de hormigón ya endurecido (juntas de construcción), deberá ser rugosa, previamente limpiada, humedecida y exenta de todo material suelto indeseable. Si la superficie de contacto con el hormigón presentase alguna zona defectuosa o contaminada, está deberá ser completamente removida.

Para el proceso de limpieza se podrá utilizar cualquier método conocido por el Fiscalizador, como por ejemplo entre otros: picado, chorro de agua y aire a alta presión, chorros de arena húmeda a alta presión, etc. Inmediatamente antes de la colocación de hormigón, la zona de contacto será preparada cuidadosamente; se la deberá lavar, cubrir de una pasta de cemento, y por último con una capa de mortero de aproximadamente 1 cm de espesor, cuyas características serán iguales a las del hormigón a colocarse excluido el agregado grueso.

Colocación del hormigón

No se colocará el hormigón mientras los encofrados de obra falsa, no hayan sido revisados y de ser necesario, corregidos, y mientras todo el acero de refuerzo no este completo, limpio y debidamente colocado en su sitio.

Temperatura del hormigón. Durante la colocación, la temperatura del hormigón no deberá ser mayor de 21 grados centígrados ni menor de 5 grados centígrados.

Colocación (vaciado). Para la ejecución y control de los trabajos, se podrá utilizar las recomendaciones del ACI-59 o las especificaciones del ASTM. El contratista deberá notificar al Fiscalizador el momento en que se realizará el vaciado del hormigón fresco, de acuerdo con el plan y equipos ya aprobados. Todo el proceso de vaciado, a menos que se justifique para algún caso específico, se realizará bajo la presencia del Fiscalizador.

En caso de interrupción en el proceso de vaciado continuo, el contratista procurará que esta se produzca fuera de la zona crítica de la estructura, o en su defecto procederá a la formación inmediata, según los requerimientos del caso. Para la colocación de una

ANEXO 6.2

misma clase de hormigón, se usarán los métodos y equipos más convenientes.

El hormigón será compactado al máximo practicado de densidad.

Libre de acumulamientos de agregado grueso o aire entrampado y óptimamente acomodado a las formas del encofrado y de los elementos embebidos.

El equipo de compactación, su operación y utilización estarán sujetos a la aprobación del Fiscalizador. Los vibradores pueden ser el tipo eléctrico o neumático, electromagnético o mecánico, de inmersión o de superficie, etc.

Colocación del hormigón en la cimentación y subestructura.

Como regla general, el hormigón no podrá ser colocado en la cimentación hasta que el fondo y las características de la misma hayan sido inspeccionadas.

El fondo de la cimentación por ningún motivo debe contener agua.

La fundición de columnas, pilas o estribos de hormigón deberán ser fundidas monolíticamente entre juntas de construcción, las mismas que deberán estar definidas para toda la estructura antes del inicio de la fundición.

El hormigonado de columnas, pilas y muros se lo realizará en forma continua, a menos que se indique otra cosa en los planos. El hormigón se dejará fraguar por lo menos 12 horas antes de colocar el hormigón en el cabezal, y éste no se colocará hasta que se hayan removido los moldes de las columnas e inspeccionado el hormigón colocado en ellas, salvo que el Fiscalizador autorice otro procedimiento.

La carga de la superestructura no se la dejará descansar sobre las columnas hasta que haya transcurrido por lo menos 14 días después del hormigonado, a menos que el Fiscalizador permita otro procedimiento. La secuencia de hormigonado en vigas "T", losas, vigas cajón y columnas, estará indicada en los planos o en las disposiciones especiales. Los dientes para corte u otros medios utilizados para asegurar la unión adecuada de vigas y losas, deberán ser aprobados por el Fiscalizador.

Vibradores de Inmersión. Su cabeza vibratoria será de 10 cm o más; su frecuencia de operación mínima será de 6.000 rpm: si es menor de 10 cm su frecuencia no será menor de 7.000 rpm.

El hormigón será transportado y colocado de modo que no ocurra contaminación, agregación o pérdida de los materiales constituyentes.

No se colocará hormigón fresco sobre otro que haya estado en posición por más de 30 minutos, a menos que se forme una junta de construcción.

El hormigón será depositado en capas horizontales de espesor uniforme, compactado

ANEXO 6.2

cada capa antes de colocar la otra. El espesor de la capa no excederá de los 450 mm cuando sean utilizados vibradores internos.

El hormigón será vaciado desde una altura que exceda a los 1,50 m; en caso de alturas mayores, se deberá utilizar pasarelas o toboganes y deberán colocarse de tal forma que se evite la segregación de los materiales.

El hormigón bajo el agua será colocado en posición mediante tolvas y tubería, o una bomba, desde el mezclador. Durante y después del vaciado bajo el agua, ésta deberá estar tranquila en el lugar de operación. No se permitirá que el agua fluya sobre el hormigón hasta por lo menos 48 horas después de su vaciado.

Inmediatamente terminada la compactación, y durante los 7 días siguientes, el hormigón deberá ser protegido contra efectos dañinos, incluyendo lluvia, cambios rápidos de temperatura, resecado y radiación directa de la luz solar. Los métodos de protección usados deberán ser aprobados.

MATERIAL PARA SELLADO DE JUNTAS

Especificaciones.

El compuesto de sellado, para juntas vaciadas, deberá consistir de un compuesto de plástico y betún vaciado en caliente, que cumpla con los requerimientos de AASHTO M-173-60 y ASTM D 1190-64.

El compuesto de sellado para juntas, aplicado en frío, para unir piezas de hormigón precavido, deberá consistir de un compuesto masilloso de bitumen para relleno, de calidad aprobada y adecuada para aplicarse con llama o pistola. El compuesto deberá tener buena adhesión y propiedades elásticas.

CURADO DE HORMIGON

Generalidades. El contratista deberá contar con los medios necesarios para efectuar control de humedad, temperatura, curado, etc. del hormigón, especialmente durante los primeros días después del vaciado, a fin de garantizar un normal desarrollo del proceso de hidratación del cemento y de la resistencia del hormigón.

Especificaciones

El curado del hormigón podrá ser efectuado siguiendo las recomendaciones del comité 612 del ACI.

De manera general podrán utilizarse los siguientes métodos: esparcir agua sobre la superficie endurecida, utilizar mantas impermeables de papel o plástico que reúnan las

ANEXO 6.2

condiciones de las especificaciones ASTM C-161, emplear compuestos líquidos que formen una membrana sobre la superficie del hormigón y que satisfaga las especificaciones ASTM C-309, recubrir las superficies con capas de arena que se mantengan humedecidas.

Curado con agua. Los hormigones curados con agua deberán ser mantenidos húmedos durante el tiempo mínimo de 14 días. El curado comenzará tan pronto como el hormigón haya endurecido para prevenir cualquier daño que pudiera ocasionar el humedecimiento de su superficie y, continuamente hasta completar el tiempo especificado de curado o hasta que sea cubierto de hormigón fresco.

El hormigón se mantendrá húmedo, recubriéndolo con algún material saturado en agua o por un sistema de tubos perforados, rociadores mecánicos, mangueras porosas o cualquier otro método que mantenga húmeda la superficie continuamente. Los encofrados que estuvieran en contacto con el hormigón fresco también deberán ser mantenidos húmedos.

La protección para superficies terminadas, permanentemente expuestas a la vista, o superficies de pavimentos de hormigón, no deberá ser aplicada directamente a la superficie hasta que el hormigón se haya endurecido lo suficiente para resistir las marcas. El contratista deberá proveer los soportes necesarios para mantener libre la superficie del hormigón donde se requiera de la protección establecida.

ACABADO DEL HORMIGON: Especificaciones.

Para superficies que están permanentemente expuestas a la vista, las formaletas serán cubiertas con planchas gruesas, con bordes cuadrados dispuestos en un patrón uniforme. Alternativamente, están libres de defectos que puedan restar la apariencia general de la superficie terminada. Las juntas entre tablas y paneles serán horizontales y verticales, a menos que no requiera relleno general de huecos en la superficie, por protuberancias. Decoloración de la superficie y otros defectos menores serán remediados por métodos aprobados.

Todas las aristas expuestas serán chaflanadas y deberán ser de 25 mm x 25 mm, a menos que se muestre de otra manera en los planos.

Si cualquier porción de las caras se considera insatisfactoria al remover el encofrado, deberá ser eliminada sin dilación y corregida como fuere necesario. Ningún empañetado en las superficies de hormigón será permitido.

Hoyos de clavos, huecos pequeños, y porosidades menores de la superficie, podrán ser llenadas mediante pulimento con cemento y mortero de arena de la misma riqueza del

ANEXO 6.2

hormigón. El tratamiento será inmediatamente después de la remoción del encofrado.

PRUEBA DE HORMIGON Y CONTROL DE CALIDAD

Especificaciones

Laboratorios. Todos los ensayos que el Fiscalizador juzgue necesario para efectuar un control de los trabajos con hormigones, serán realizados por la Fiscalización en los laboratorios aprobados por el INEN y correrán a cargo del contratista.

Las disposiciones para dicho control serán las especificaciones de la ASTM, partes 9 y 10 y los estándares ACI, partes I, II, III.

Los resultados del laboratorio deberán ser considerados como definitivos y constituirán evidencia suficiente para aprobar o rechazar material o procedimiento de trabajo.

El Fiscalizador decidirá, según convenga, la frecuencia de los ensayos y proporcionará al contratista una copia de todos los resultados obtenidos.

Los cilindros de prueba serán hechos, curados y probados de acuerdo con las normas ASTM C31, C39, C172.za

De cada ensayo del diseño del hormigón se realizarán 12 cilindros de prueba, y se establecerá su resistencia, probando 4 cilindros de edad de 3 días, 4 cilindros de 7 días y 4 cilindros de 28 días.

De igual manera, en cada fundición de hormigón colocado, se probarán como mínimo 4 cilindros, 1 de los cuales se probarán a 7 días y 3 a 28 días. El Fiscalizador podrá ordenar la toma de un mayor número de cilindros, según se requiera.

Si los resultados de las pruebas indican que los requerimientos especificados no han sido o no pueden ser cumplidos, se podrá ordenar la interrupción de todo el hormigonado en las obras permanentes hasta tener la certeza de que la acción correcta ha sido tomada para conseguir el cumplimiento de las especificaciones.

El contratista establecerá y mantendrá un control estricto del trabajo con hormigón en el emplazamiento, de manera que las resistencias mínimas especificadas siempre sean obtenidas.

REPARACION DEL HORMIGON

Toda reparación del hormigón será realizada por gente experimentada, bajo la aprobación y presencia del Fiscalizador y en el lapso de 24 horas, después de quitados los encofrados. Las imperfecciones serán reparadas de tal manera que se produzca la uniformidad, textura y coloración del resto de la superficie, para estar de acuerdo con

ANEXO 6.2

las especificaciones sobre acabados.

Según los casos, para las reparaciones se podrá utilizar pasta de cemento, mortero, hormigón, incluyendo aditivos tales como ligantes, acelerantes, expansores, cemento blanco, etc. Cuando la calidad del hormigón fuere defectuosa, todo el volumen comprometido deberá ser reemplazado a satisfacción del Fiscalizador.

■ REPLANTILLO DE HORMIGÓN SIMPLE $f'c= 180 \text{ Kg/cm}^2$ $e=5\text{cm}$ Y PIEDRA $e=15\text{cm}$

Es el hormigón simple, generalmente de baja resistencia, utilizado como la base de apoyo de elementos estructurales, tuberías y que no requiere el uso de encofrados.

El objetivo es la construcción de replantillos de hormigón, especificados en planos estructurales, documentos del proyecto o indicaciones de fiscalización. Incluye el proceso de fabricación, vertido y curado del hormigón.

Código: EMB-013

Unidad: Metro cuadrado (m^2).

Materiales mínimos: Cemento tipo portland, árido fino, árido grueso, agua; que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales.

Equipo mínimo: Herramienta menor, concretera.

Mano de obra mínima calificada: Categorías I , II, III y IV.

Medición y pago: La medición se la hará en unidad de área y su pago será por metro cuadrado “M2 “, en base de una medición ejecutada en el sitio o con los detalles indicados en los planos del proyecto.

Control de calidad, referencias normativas, aprobaciones

El hormigón cumplirá con lo indicado en la especificación técnica de “Preparación, transporte, vertido y curado del hormigón” del presente estudio.

Requerimientos previos

Revisión de los diseños del hormigón a ejecutar y los planos arquitectónicos y estructurales del proyecto. Verificación de la resistencia efectiva del suelo, para el replantillo de cimentaciones estructurales.

Las superficies de tierra, sub - base o suelo mejorado, deberán ser compactadas y estar totalmente secas.

Excavaciones terminadas y limpias, sin tierra en los costados superiores.

Niveles y cotas de fundación determinados en los planos del proyecto.

ANEXO 6.2

Fiscalización indicará que se puede iniciar con el hormigonado.

Durante la ejecución

Compactación y nivelación del hormigón vertido.

Conformación de pendientes y caídas que se indiquen en planos.

Control del espesor mínimo determinado en planos.

Posterior a la ejecución

Prever inundaciones o acumulaciones de basura y desperdicios antes de la utilización del replantillo.

Evitar el tránsito y carga del replantillo recién fundido.

La carga sobre el replantillo no será aplicada hasta que el hormigón haya adquirido el 70% de su resistencia de diseño o que Fiscalización indique otro procedimiento.

Mantenimiento hasta su utilización.

Ejecución y complementación

Las superficies donde se va a colocar el replantillo estarán totalmente limpias, compactas, niveladas y secas, para proceder a verter el hormigón, colocando una capa del espesor que determinen los planos del proyecto o fiscalización. No se permitirá verter el hormigón desde alturas superiores a 2000 mm. por la disgregación de materiales.

Fiscalización aprobará o rechazará la entrega del rubro concluido, que se sujetará a los resultados de las pruebas de campo y de laboratorio, así como las tolerancias y condiciones en las que se realiza dicha entrega.