

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**"DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE
DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA
CIUDAD DE CALZADA"**

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR :

Bach. JOSÉ LUIS NORIEGA DÁVILA

ASESOR:

Ing. NÉSTOR RAÚL SANDOVAL SALAZAR

TOMO I

TARAPOTO - PERÚ

2002

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



"DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA CIUDAD DE CALZADA"

POR BACH. : JOSÉ LUIS NORIEGA DÁVILA

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE
HONORABLE JURADO:

PRESIDENTE : ARQ. JOSÉ ELÍAS MURGA MONTOYA

SECRETARIO : ING. JOSÉ DEL CARMEN PIZARRO BALDERA

MIEMBRO : ING. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA

ASESOR : ING. NÉSTOR RAÚL SANDOVAL SALAZAR

DEDICATORIAS

- Este trabajo dedico con mucho cariño y el anhelo de progreso y desarrollo al pueblo de Calzada, como muestra de gratitud; deseando en un futuro no muy lejano verla como una ciudad modelo entre los otros pueblos del Departamento de San Martín.
- A la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín, donde me formé profesionalmente, esperando que el presente trabajo pueda colmar un vacío existente en la formación de los Ingenieros Civiles en nuestro medio, en el campo del drenaje pluvial urbano.
- A todos los héroes anónimos que antecedieron el estudio de las diferentes materias de la ingeniería, a ellos mi reconocimiento y admiración.
- Al esfuerzo y la perseverancia, miré el infinito mañana y me sentí sólo y agotado. ESTOY CONVENCIDO QUE SERÉ MEJOR QUE AYER

AGRADECIMIENTOS

- A Dios por darme salud y fuerzas para culminar este trabajo.
- A mis padres José Noriega Pinedo y Sara Dávila Valles, por su esfuerzo y sacrificio; para cristalizar la culminación de mis estudios. A mis hermanos por su apoyo incondicional.
- A todos los profesores de la facultad de Ingeniería Civil, mi saludo y respeto. Los llevaré por siempre.
- Con especial cariño para mis tíos Antonio Dávila, Enith Bartra.
- A Betsy, por las incontables y agotadoras horas en los tipeos de los manuscritos.
- A la Municipalidad Distrital de Calzada, que afrontando peripecias económicas me brindaron en todo momento su apoyo moral y solidario al desarrollo y culminación de este trabajo.
- Al Ing. Néstor Raúl Sandoval Salazar por el asesoramiento desde los primeros momentos. Al Ing. Víctor Hugo Sánchez Mercado, Ing. Erbin Jorge Díaz Navarro por el co-asesoramiento durante la realización del informe. Amigos e Instituciones que de una ú otra forma colaboraron con el presente trabajo.
- A los Srs. Miembros del jurado, Arq. José Elías Murga Montoya, Ing. José del Carmen Pizarro Baldera, Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta, por la revisión del contenido, sin cuya colaboración hubiera sido imposible culminar el presente trabajo de investigación.

José Luis

TOMO I

ÍNDICE

	Página
APROBACIÓN DEL JURADO	ii
DEDICATORIAS	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
CONTENIDO	v
RESUMEN	xix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. ALCANCES	1
1.3. CARACTERÍSTICAS LOCALES	1
1.3.1. UBICACIÓN Y ACCESO A LA CIUDAD DE CALZADA	1
a). UBICACIÓN GEOGRÁFICA	1
b). COORDENADAS	2
c). SUPERFICIE	2
d). ALTITUD	2
e). LIMITES	2
d). DIVISIÓN POLITICA	2
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
1.5. IMPORTANCIA DEL PROYECTO	3
1.6. OBJETIVOS	3
a). OBJETIVOS GENERALES	3
b). OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE TOPOGRAFÍA	5
2.1.1. ÁNGULOS HORIZONTALES	5
a). MÉTODO DE REITERACIÓN	5
2.1.2. REDES DE APOYO PLANIMÉTRICO	5
a). POLIGONACIÓN ABIERTA	5
b). POLIGONACIÓN CERRADA	6
c). TRIANGULACIÓN TOPOGRÁFICA	6

c.1).	COMPENSACIÓN DE UNA TRIANGULACIÓN	6
c.2).	UBICACIÓN DE LA BASE DE LA TRIANGULACIÓN	7
c.3).	PRECISIÓN DE UNA BASE DE TRIANGULACIÓN	7
2.1.3.	PROCEDIMIENTOS FUNDAMENTALES PARA EL CÁLCULO DE UNA POLIGONAL CERRADA	7
a).	CONDICIÓN DE ÁNGULO	7
b).	AZIMUT	8
c).	RUMBO	8
2.1.4.	RELACIÓN ENTRE LOS PUNTOS CARDINALES Y EL SISTEMA DE COORDENADAS	9
a).	CÁLCULO DE PROYECCIONES	9
b).	ERROR ABSOLUTO (ANGULAR) Y ERROR RELATIVO DE LA POLIGONAL	10
c).	SIGNOS DE LAS PROYECCIONES	10
2.1.5.	PRECISIONES DE LAS POLIGONALES EJECUTADAS CON WINCHA Y TEODOLITO	11
a).	POLIGONAL TIPO III	11
2.1.6.-	REDES DE APOYO ALTIMÉTRICO	11
a).	TIPOS DE NIVELACIÓN	11
2.1.7.-	PRECISIÓN DE LA NIVELACIÓN COMPUESTA	12
a).	NIVELACIÓN DE PRECISIÓN	12
2.2.	CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE PLANEAMIENTO URBANO	13
2.2.1.	TITULO I . PLAN REGULADOR Y ZONIFICACIÓN	13
	CAPITULO III. USO, DEFINICIONES, ZONAS, DENOMINACIÓN DE ZONAS	13
	CAPITULO VI. HABILITACIONES PARA USO DE VIVIENDA (URBANIZACIONES)	15
	CAPITULO XII. HABILITACIONES PARA USOS INDUSTRIALES	18
2.2.2.	NORMAS PARA EL DISEÑO DE VÍAS LOCALES EN HABILITACIONES URBANAS	18
2.2.3.	PERIODO DE DISEÑO	20
a).	CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA POR EL DEL INTERÉS COMPUESTO	20
2.2.4.	NORMAS QUE SE APLICARÁN EN LOS DIFERENTES SECTORES DE EQUIPAMIENTO PARA LA CIUDAD DE CALZADA	21

2.2.4.1.	EDUCACIÓN	21
2.2.4.2.	RECREACIÓN, EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTE (RED)	24
2.2.4.3.	CULTURA	25
2.2.4.4.	SALUD	25
2.2.4.5.	COMERCIO	26
2.3.	CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE DRENAJE PLUVIAL	30
2.3.1.	FLUJO EN CANALES	30
2.3.2.	DESCARGA (Q)	30
2.3.3.	VELOCIDAD PROMEDIO (V)	30
2.3.4.	AREA MOJADA (A)	30
2.3.5.	PERÍMETRO MOJADO (P)	30
2.3.6.	RADIO HIDRÁULICO o radio medio (R)	31
2.3.7.	TIRANTE NORMAL (y)	31
2.3.8.	TIRANTE CRITICO (y_c)	31
2.3.9.	ANCHO DE SOLERA (B)	32
2.3.10.	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	33
2.3.11.	BORDE LIBRE (Free board) (BL)	34
2.3.12.	CARGA DE VELOCIDAD (H_v)	34
2.3.13.	CARGA REAL DE VELOCIDAD ($H_{v\alpha}$)	34
2.3.14.	CARGA ESPECÍFICA DE ENERGÍA (H_e)	34
2.3.15.	SALTO HIDRÁULICO	35
2.3.16.	LONGITUD DEL SALTO HIDRÁULICO	36
2.3.17.	SECCIÓN DE CANAL DE MÁXIMA EFICIENCIA HIDRÁULICA O SECCIÓN ÓPTIMA	36
2.3.18.	UNIÓN DE COLECTORES	37
	a). EMPALME POR COTA CLAVE	38
	b). EMPALME POR COTA FONDO	38
	c). EMPALME POR LÍNEA DE ENERGÍA	39
2.3.19.-	PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN COLECTORES	39
	a). Pérdida de Energía por cambio de dirección	39
	b). Pérdida de Energía por la transición y/o intersección	41
2.3.20.	GRADO DE PROTECCIÓN	41
	a). PROTECCIÓN BÁSICA	41
	b). PROTECCIÓN COMPLEMENTARIA	41
2.3.21.	PERIODO DE RETORNO	42
	a). PERIODO DE RETORNO PARA PROTECCIÓN BÁSICA	42

b).	PERIODO DE RETORNO PARA LA PROTECCIÓN COMPLEMENTARIA	42
-----	--	----

III.	MATERIALES Y MÉTODOS	47
3.1.	METODOLOGÍA	47
3.1.1.	TRABAJO DE CAMPO	47
3.1.2.	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	49
3.1.3.	TRABAJO DE GABIENTE	50
3.2.	MATERIALES	51
3.2.1.	INFORMACIÓN BÁSICA REQUERIDA	51
3.2.1.1.	TOPOGRAFÍA	51
3.2.1.1.1.	PROYECCIONES Y COORDENADAS DE LAS POLIGONALES	53
3.2.1.1.2.	COTAS ABSOLUTAS DE LAS POLIGONALES	69
3.2.1.1.3.	PERFILES DE CALLES	80
3.2.1.2.	PLANEAMIENTO URBANO	104
3.2.1.2.1.	INFRAESTRUCTURA URBANA	104
3.2.1.2.3.	PROBLEMÁTICA URBANA	104
3.2.1.2.3.	USO ACTUAL DEL SUELO	105
3.2.1.2.4.	DENSIDAD POBLACIONAL URBANA ACTUAL	107
a).	DENSIDAD BRUTA	107
b).	DENSIDAD NETA	107
3.2.1.2.5.	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN AL AÑO 2,020 SÓLO EN ZONA RESIDENCIAL	107
a).	PERIODO DE DISEÑO	107
b).	CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA EN ZONA RESIDENCIAL	108
3.2.1.2.6.	PROPUESTA DE EXPANSIÓN URBANA	109
3.2.1.2.7.	HIPÓTESIS DE DESARROLLO EN ZONA INDUSTRIAL	110
3.2.1.2.8.	POBLACIÓN TOTAL AL AÑO 2020	111
3.2.1.2.9.	SECTORIZACIÓN	111
3.2.1.2.10.	ZONIFICACIÓN	112
3.2.1.2.11.	DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES Y PROPUESTA DEL EQUIPAMIENTO URBANO	113
3.2.1.2.11.1.	PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO URBANO	113

3.2.1.2.12.	LOTIZACIÓN DE LA ZONA DE EXPANSIÓN URBANA	121
	a). DIMENSIONES DE LOTES	122
3.2.1.3.	HIDROLOGÍA	123
3.2.1.3.1.	LIMITACIONES	123
3.2.1.3.2.	SELECCIÓN DE DATOS	123
	a). DATOS PLUVIOMÉTRICOS	123
3.2.1.3.3.	ANÁLISIS DE FRECUENCIAS	126
3.2.1.3.4.	DISTRIBUCIONES PROBABILÍSTICAS PARA OBTENER PRECIPITACIONES MÁXIMAS	128
	a). DISTRIBUCIÓN DE VALORES EXTREMOS DE GUMBEL	128
	b). DISTRIBUCIÓN DE LOG-PEARSON TIPO III	130
	c). DISTRIBUCIÓN DE LEVEDIEV	130
3.2.1.3.5.	PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE PARA LA DISTRIBUCIÓN A SELECCIONAR	134
3.2.1.3.5.1.	MODELO DE GUMBEL	134
	a). ECUACIÓN DE PREDICCIÓN	134
	b). ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS	135
	c). PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE	135
3.2.1.3.6.	PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA TIEMPOS DE DURACIÓN MENORES DE 24 HORAS	140
3.2.1.3.7.	PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA 60 MINUTOS DE DURACIÓN	142
3.2.1.3.8.	PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES TIEMPOS DE DURACIÓN	143
3.2.1.3.9.	VERIFICACIÓN Y CONTRASTE DE LOS DATOS CALCULADOS -TORMENTA TIPO (ANÁLISIS DE BANDAS PLUVIOGRÁFICAS)	144
3.2.1.3.10.	TORMENTA DE DISEÑO	152
3.2.2.	CAUDAL DE ESCURRIMIENTO	152
3.2.2.1.	MÉTODOS CONVENCIONALES DE ESTIMACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS	152
	a). MÉTODO RACIONAL	152
	b). METODO DE MC MATH	154
	c). MÉTODO DEL TRIÁNGULO	154
3.2.3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE	157

3.2.3.1.	PLANTEAMIENTO HIDRÁULICO DE LA RED DE DRENAJE	157
3.2.3.2.	CÁLCULO DEL T_c Y LA INTENSIDAD DE DISEÑO PARA CADA ÁREA COLECTORA	166
3.2.3.3.	CAUDALES EN SUMIDEROS Y COLECTORES	172
3.2.3.4.	DRENAJE SUPERFICIAL	185
3.2.3.4.1.	LÍMITES DE INUNDACIÓN	185
3.2.3.4.2.	CALLES Y AVENIDAS	186
3.2.3.4.3.	CAPACIDAD HIDRÁULICA DE CALLES Y AVENIDAS	187
	a). CÁLCULO HIDRÁULICO	188
3.2.3.5.	SUMIDEROS	191
3.2.3.5.1.	LOCALIZACIÓN	191
3.2.3.5.2.	TIPOS DE SUMIDEROS	191
	a). SUMIDEROS DE REJAS	192
	b). CÁLCULO DE LA LONGITUD L_a DE UN SUMIDERO TIPO REJA	192
3.2.3.5.3.	TUBERÍAS DE CONEXIÓN	194
3.2.3.6.	COLECTORES	194
3.2.3.6.1.	DELIMITACIÓN DE ÁREAS TRIBUTARIAS	194
3.2.3.6.2.	TRAZADO DE COLECTORES	195
3.2.3.6.3.	CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES	195
3.2.3.6.4.	BORDE LIBRE ADOPTADO	197
3.2.3.6.5.	VELOCIDAD ADMISIBLE ADOPTADO	197
3.2.3.6.6.	CARACTERÍSTICAS A CONOCER EN CADA ÁREA COLECTORA	203
3.2.3.6.7.	OBRAS COMPLEMENTARIAS	205
3.2.3.6.7.1.	UNIÓN DE COLECTORES	205
	a). EMPALME POR LÍNEA DE ENERGÍA	205
3.2.3.6.7.2.	BOCAS DE VISITA	206
3.2.3.6.8.	VERIFICACIÓN, DIÁMETRO DE ALCANTARILLA $1\emptyset 36''$	207

IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	209
	Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	
4.1.	ÁREA DE ESTUDIO	209
4.2.	TOPOGRAFÍA	209
4.3.	PLANEAMIENTO URBANO	209
4.4.	HIDROLOGÍA	209
4.4.1.	CAUDALES DE ESCURRIMIENTO	209

4.5.	PROYECTO DE DRENAJE PLUVIAL	209
4.5.1.	PLANTEAMIENTO HIDRÁULICO DE LA RED DE DRENAJE	209
4.5.2.	DRENAJE SUPERFICIAL	210
4.5.3.	DIMENSIONES DE COLECTORES	210
4.5.4.	OBRAS COMPLEMENTARIAS	211
V.	ANÁLISIS Y DISCUSIONES DE RESULTADOS	212
5.1.	ÁREA DE ESTUDIO	212
5.2.	TOPOGRAFÍA	212
5.3.	PLANEAMIENTO URBANO	212
5.4.	HIDROLOGÍA	212
4.4.1.	CAUDALES DE ESCURRIMIENTO	213
5.5.	PROYECTO DE DRENAJE PLUVIAL	213
5.5.1.	PLANTEAMIENTO HIDRÁULICO DE LA RED DE DRENAJE	213
5.5.2.	DRENAJE SUPERFICIAL	213
5.5.3.	DIMENSIONES DE COLECTORES	213
5.5.4.	OBRAS COMPLEMENTARIAS	214
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	215
6.1.	CONCLUSIONES	215
6.2.	RECOMENDACIONES	217
VII.	BIBLIOGRAFÍA	218
7.1.	BIBLIOGRAFÍA	218
VIII.	ANEXOS	219
ANEXO N° 01.	DISTRIBUCIÓN NORMAL DE GUMBEL- VALORES DE Y_n , S_n	219
ANEXO N° 02.	DISTRIBUCIÓN NORMAL ACUMULADA	220
ANEXO N° 03.	DISTRIBUCIÓN DE LOG-PEARSON TIPO III VALORES DE K PARA VALORES DE g NEGATIVOS	221
ANEXO N° 04.	DISTRIBUCIÓN DE LOG-PEARSON TIPO III VALORES DE K PARA VALORES DE g POSITIVOS	222

ANEXO Nº 05. VALORES USADO EN CONDUCTOS CIRCULARES PARCIALMENTE LLENOS	223
ANEXO Nº 06. PANEL FOTOGRÁFICO	224
ANEXO Nº 07. INFORMACIÓN METEROLÓGICA	233
ANEXO Nº 08. PLANOS (TOMO II)	239

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 01. Radio de influencia considerados para educación	22
Tabla Nº 02. Área de terreno para educación	23
Tabla Nº 03. Población servida por diferentes categorías de parques	24
Tabla Nº 04. Área recomendable para parques	25
Tabla Nº 05. Población servida por un comercio	26
Tabla Nº 06. Radio de influencia de un comercio	27
Tabla Nº 07. Área requerida por un comercio	27
Tabla Nº 08. Tipos de habilitación en función de la calidad mínima de las obras	28
Tabla Nº 09. Tipos de habilitación en función de la densidad máxima permisible	29
Tabla Nº 10. Ancho de solera en función del caudal a conducir	33
Tabla Nº 11. Valores del coeficiente de rugosidad n	33
Tabla Nº 12. Pérdida de energía por cambio de dirección para Ángulos de deflexión de 90°	40
Tabla Nº 13. Probabilidad de ocurrencia (J)	42
Tabla Nº 14. Frecuencia de diseño en función del tipo de zona	44
Tabla Nº 15. Frecuencia de diseño en función del área drenada	44
Tabla Nº 16. Uso de la tierra y periodo de retorno para la Protección complementaria	44
Tabla Nº 17. Coeficiente de escurrimiento "C" para ser usado Por el método Racional	45
Tabla Nº 18. Coeficiente de escurrimiento "C" para ser usado Por el método Mac Math	45
Tabla Nº 19. Tipo de vía y periodo de retorno para la función complementaria	46
Tabla Nº 20. Valor Crítico Δ o de Smirnov Kolmogorov	136

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01.	Red de apoyo planimétrico y altimétrico	48
Cuadro N° 02.	Coordenadas de la poligonal cerrada I	53
Cuadro N° 02-A.	Proyecciones de la poligonal cerrada I	54
Cuadro N° 03.	Coordenadas de la poligonal cerrada II	55
Cuadro N° 03-A.	Proyecciones de la poligonal cerrada II	56
Cuadro N° 04.	Coordenadas de la poligonal cerrada III	57
Cuadro N° 04-A.	Proyecciones de la poligonal cerrada III	58
Cuadro N° 05.	Coordenadas de la poligonal cerrada IV	59
Cuadro N° 05-A.	Proyecciones de la poligonal cerrada IV	60
Cuadro N° 06.	Coordenadas de la poligonal cerrada V	61
Cuadro N° 06-A.	Proyecciones de la poligonal cerrada V	62
Cuadro N° 07.	Coordenadas de la poligonal cerrada VI	63
Cuadro N° 07-A.	Proyecciones de la poligonal cerrada VI	64
Cuadro N° 08.	Coordenadas de la poligonal cerrada VII	65
Cuadro N° 08-A.	Proyecciones de la poligonal cerrada VII	66
Cuadro N° 09.	Coordenadas de la poligonal abierta 1	67
Cuadro N° 10.	Coordenadas de la poligonal abierta 2	67
Cuadro N° 11.	Coordenadas de la triangulación 1	68
Cuadro N° 11-A.	Coordenadas de la triangulación 1	68
Cuadro N° 12.	Cotas de la poligonal cerrada I	69
Cuadro N° 13.	Cotas de la poligonal cerrada II	70
Cuadro N° 14.	Cotas de la poligonal cerrada III	71
Cuadro N° 15.	Cotas de la poligonal cerrada IV	72
Cuadro N° 16.	Cotas de la poligonal cerrada V	73
Cuadro N° 17.	Cotas de la poligonal cerrada VI	74
Cuadro N° 18.	Cotas de la poligonal cerrada VII	75
Cuadro N° 19.	Cotas de la poligonal abierta 1	76
Cuadro N° 20.	Cotas de la poligonal abierta 2	77
Cuadro N° 21.	Cotas de la triangulación 1	78
Cuadro N° 21-A.	Cotas de la triangulación 1	79
Cuadro N° 22.	Perfil de terreno Vía de evitamiento (Lámina N° PL-01)	80
Cuadro N° 23.	Perfil de terreno Vía de evitamiento (Lámina N° PL-01)	81
Cuadro N° 24.	Perfil de terreno Vía de evitamiento (Lámina N° PL-02)	82
Cuadro N° 25.	Perfil de terreno Jr. porvenir (Lámina N° PL-02)	83
Cuadro N° 26.	Perfil de terreno Jr. unión (Lámina N° PL-03)	84
Cuadro N° 27.	Perfil de terreno Jr. José Olaya (Lámina N° PL-03)	85
Cuadro N° 28.	Perfil de terreno Av. Alfonso Ugarte (Lámina N° PL-04)	86

Cuadro N° 29.	Perfil de terreno Jr. Iquitos (Lámina N° PL-04)	87
Cuadro N° 30.	Perfil de terreno Jr. Arequipa (Lámina N° PL-05)	88
Cuadro N° 31.	Perfil de terreno Jr. Lima (Lámina N° PL-05)	89
Cuadro N° 32.	Perfil de terreno Jr. Bolognesi (Lámina N° PL-06)	90
Cuadro N° 33.	Perfil de terreno Jr. Clemente López (Lámina N° PL-06)	90
Cuadro N° 34.	Perfil de terreno Av. progreso (Lámina N° PL-06)	91
Cuadro N° 35.	Perfil de terreno Jr. Tarapoto (Lámina N° PL-06)	91
Cuadro N° 36.	Perfil de terreno Jr. Benavides (Lámina N° PL-07)	92
Cuadro N° 37.	Perfil de terreno Jr. Arica (Lámina N° PL-07)	92
Cuadro N° 38.	Perfil de terreno Jr. Leoncio Prado (Lámina N° PL-07)	93
Cuadro N° 39.	Perfil de terreno Jr. Independencia (Lámina N° PL-08)	94
Cuadro N° 40.	Perfil de terreno Jr. Nicanor Reátegui (Lámina N° PL-08)	95
Cuadro N° 41.	Perfil de terreno Jr. Dos de Mayo (Lámina N° PL-08)	96
Cuadro N° 42.	Perfil de terreno Av. Central (Lámina N° PL-09)	97
Cuadro N° 43.	Perfil de terreno Jr. Los Olivos (Lámina N° PL-09)	98
Cuadro N° 44.	Perfil de terreno Jr. Piura (Lámina N° PL-09)	98
Cuadro N° 45.	Perfil de terreno Jr. Los Jazmines (Lámina N° PL-09)	99
Cuadro N° 46.	Perfil de terreno Jr. Cuzco (Lámina N° PL-10)	99
Cuadro N° 47.	Perfil de terreno Jr. Libertad (Lámina N° PL-10)	100
Cuadro N° 48.	Perfil de terreno Jr. Consuelo (Lámina N° PL-10)	100
Cuadro N° 49.	Perfil de terreno canal natural 4 (Lámina N° PL-10)	100
Cuadro N° 50.	Perfil de terreno Jr. Trancayacu (Lámina N° PL-10)	101
Cuadro N° 51.	Perfil de terreno Jr. Las Orquídeas (Lámina N° PL-10)	101
Cuadro N° 52.	Perfil de terreno Jr. Las Palmeras (Lámina N° PL-10)	101
Cuadro N° 53.	Perfil de terreno Canal natural 3 (Lámina N° PL-11)	102
Cuadro N° 54.	Perfil de terreno Jr. Los cañaverales (Lámina N° PL-11)	102
Cuadro N° 55.	Perfil de terreno canal natural 2 (Lámina N° PL-11)	103
Cuadro N° 56.	Perfil de terreno Jr. Jaén (Lámina N° PL-11)	103
Cuadro N° 57.	Perfil de terreno Canal natural 1 (Lámina N° PL-11)	103
Cuadro N° 58.	Uso social del suelo	106
Cuadro N° 59.	Uso económico del suelo	106
Cuadro N° 60.	Población urbana de la ciudad de Calzada	108
Cuadro N° 61.	Cálculo del coeficiente de crecimiento	109
Cuadro N° 62.	Equipamiento recreacional al año 2,020	119
Cuadro N° 63.	Usos especiales	120
Cuadro N° 64.	Datos de precipitación máxima en 24 horas	124
Cuadro N° 65.	Número de días con precipitación igual o mayor a 10 mm	125
Cuadro N° 66.	Valores de la variable reducida (Y)	129

Cuadro N° 67.	Variables estadísticas de Gumbel	131
Cuadro N° 68.	Variables estadísticas de Log-Pearson Tipo III	132
Cuadro N° 69.	Variables estadísticas de Levediev	133
Cuadro N° 70.	Verificación de la información obtenida (Gumbel y Levediev)	138
Cuadro N° 71.	Verificación de la información obtenida (Log-Pearson tipo III)	139
Cuadro N° 72.	Precipitaciones máximas para tiempos menores de 24 horas para Gumbel	140
Cuadro N° 73.	Precipitaciones máximas para tiempos menores de 24 horas para Log-Pearson tipo III	141
Cuadro N° 74.	Precipitaciones máximas para tiempos menores de 24 horas para Levediev	142
Cuadro N° 75.	Precipitaciones máximas para 60 minutos de duración	143
Cuadro N° 76.	Intensidades máximas para diferentes duraciones y periodos de retorno	144
Cuadro N° 77.	Bandas pluviográficas tormenta del 14-10-97	145
Cuadro N° 78.	Bandas pluviográficas tormenta del 15-10-97	145
Cuadro N° 79.	Bandas pluviográficas tormenta del 04-11-97	146
Cuadro N° 80.	Bandas pluviográficas tormenta del 05-11-97	146
Cuadro N° 81.	Bandas pluviográficas tormenta del 28-03-98	147
Cuadro N° 82.	Bandas pluviográficas tormenta del 14-10-98	147
Cuadro N° 83.	Bandas pluviográficas tormenta del 18-10-98	148
Cuadro N° 84.	Bandas pluviográficas tormenta del 12-11-98	148
Cuadro N° 85.	Bandas pluviográficas tormenta del 17-02-99	149
Cuadro N° 86.	Bandas pluviográficas tormenta del 20-02-97	149
Cuadro N° 87.	Análisis de bandas pluviográficas	150
Cuadro N° 88.	Intensidades obtenidas según las bandas pluviográficas	150
Cuadro N° 89.	Tormenta de diseño	152
Cuadro N° 90.	Áreas tributarias de área colectora 1	158
Cuadro N° 91.	Áreas tributarias de área colectora 2	158
Cuadro N° 92.	Áreas tributarias de área colectora 3	158
Cuadro N° 93.	Áreas tributarias de área colectora 4	158
Cuadro N° 94.	Áreas tributarias de área colectora 5	159
Cuadro N° 95.	Áreas tributarias de área colectora 6	160
Cuadro N° 96.	Áreas tributarias de área colectora 7	161
Cuadro N° 97.	Áreas tributarias de área colectora 8	162
Cuadro N° 98.	Áreas tributarias de área colectora 9	163
Cuadro N° 99.	Áreas tributarias de área colectora 10	163
Cuadro N° 100.	Áreas tributarias de área colectora 11	163

Cuadro N° 101.	Áreas tributarias de área colectora 12	164
Cuadro N° 102.	Áreas tributarias de área colectora 13	164
Cuadro N° 103.	Áreas tributarias de área colectora 14	165
Cuadro N° 104.	Áreas tributarias de área colectora 15	165
Cuadro N° 105.	Áreas tributarias de área colectora 16	165
Cuadro N° 106.	Nomenclatura a utilizar para encontrar el Tiempo de concentración (T_c) y la Intensidad de diseño (I)	166
Cuadro N° 107.	T_c e I del área colectora 2	166
Cuadro N° 108.	T_c e I del área colectora 3	167
Cuadro N° 109.	T_c e I del área colectora 5	167
Cuadro N° 110.	T_c e I del área colectora 6	168
Cuadro N° 111.	T_c e I del área colectora 7	168
Cuadro N° 112.	T_c e I del área colectora 8	169
Cuadro N° 113.	T_c e I del área colectora 9	169
Cuadro N° 114.	T_c e I del área colectora 10	170
Cuadro N° 115.	T_c e I del área colectora 11	170
Cuadro N° 116.	T_c e I del área colectora 12	171
Cuadro N° 117.	T_c e I del área colectora 14	171
Cuadro N° 118.	T_c e I del área colectora 16	172
Cuadro N° 119.	Caudal en sumideros y colectores, área colectora 2	173
Cuadro N° 120.	Caudal en sumideros y colectores, área colectora 3	174
Cuadro N° 121.	Caudal en sumideros y colectores, área colectora 5	175
Cuadro N° 122.	Caudal en sumideros y colectores, área colectora 6	176
Cuadro N° 123.	Caudal en sumideros y colectores, área colectora 7	177
Cuadro N° 124.	Caudal en sumideros y colectores, área colectora 8	178
Cuadro N° 125.	Caudal en sumideros y colectores, área colectora 9	179
Cuadro N° 126.	Caudal en sumideros y colectores, área colectora 10	180
Cuadro N° 127.	Caudal en sumideros y colectores, área colectora 11	181
Cuadro N° 128.	Caudal en sumideros y colectores, área colectora 12	182
Cuadro N° 129.	Caudal en sumideros y colectores, área colectora 14	183
Cuadro N° 130.	Caudal en sumideros y colectores, área colectora 16	184
Cuadro N° 131.	Capacidad hidráulica de calles	189
Cuadro N° 132.	Cálculo hidráulico de colector principal 2	198
Cuadro N° 133.	Cálculo hidráulico de colector principal 3	198
Cuadro N° 134.	Cálculo hidráulico de colector principal 5	198
Cuadro N° 134-A.	Cálculo hidráulico de colector secundario 5.1	198
Cuadro N° 135.	Cálculo hidráulico de colector principal 6	199
Cuadro N° 135-A.	Cálculo hidráulico de colector secundario 6.1	199

Cuadro N° 136.	Cálculo hidráulico de colector principal 7	199
Cuadro N° 136-A.	Cálculo hidráulico de colector secundario 7.1 y 7.2	199
Cuadro N° 137.	Cálculo hidráulico de colector principal 8	200
Cuadro N° 137-A.	Cálculo hidráulico de colector secundario 8.1, 8.2 y 8.3	200
Cuadro N° 138.	Cálculo hidráulico de colector principal 9	200
Cuadro N° 139.	Cálculo hidráulico de colector principal 10	200
Cuadro N° 140.	Cálculo hidráulico de colector principal 11	201
Cuadro N° 140-A.	Cálculo hidráulico de colector principal 11.1	201
Cuadro N° 141.	Cálculo hidráulico de colector principal 12	201
Cuadro N° 142.	Cálculo hidráulico de colector principal 14	202
Cuadro N° 143.	Cálculo hidráulico de colector principal 16	202
Cuadro N° 144.	Características de cada área colectora	210
Cuadro N° 145.	Longitud y sección de colectores	211

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01.	Ángulos horizontales de una poligonal	5
Figura N° 02.	Poligonación abierta	5
Figura N° 03.	Poligonación cerrada	6
Figura N° 04.	Red de una triangulación	7
Figura N° 05.	Azimut de una poligonal	8
Figura N° 06.	Rumbo de una poligonal	9
Figura N° 07.	Signos de una poligonal	10
Figura N° 08.	Nivelación taquimétrica	12
Figura N° 09.	Características de una sección de canal	32
Figura N° 10.	Sección transversal de un canal	33
Figura N° 11.	Perfil longitudinal de un canal	35
Figura N° 12.	Salto hidráulico	36
Figura N° 13.	Sección de máxima eficiencia hidráulica	37
Figura N° 14.	Empalme por cota clave	38
Figura N° 15.	Empalme por cota fondo	38
Figura N° 16.	Empalme por línea de energía	39
Figura N° 17.	Sección de un buzón	40
Figura N° 18.	Hidrograma triangular	155
Figura N° 19-	Ejemplo de una intersección de calle	187
Figura N° 20.	Capacidad hidráulica de una calle	188
Figura N° 21.	Sumidero tipo reja	193
Figura N° 22.	Empalme de colectores por línea de energía	205

Figura N° 23. Alcantarilla metálica 1 Ø 36"	207
Figura N° 24. Alcantarilla metálica 1 Ø 48"	208

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01. Familia de curvas en el área de la ciudad de Calzada Duración – Intensidad – Frecuencia	151
---	-----

ÍNDICE DE PLANOS

1. UBICACIÓN, País Perú	U-01
2. UBICACIÓN, Departamento San Martín	U-02
3. UBICACIÓN, Provincia Moyobamba	U-03
4. UBICACIÓN, Distrito Calzada	U-04
5. PLANO: ÁREA DE ESTUDIO	AE-01
6. PLANO: TOPOGRÁFICO	T-02
7. PLANO: SECTORIZACIÓN Y EQUIPAMIENTO	SE-03
8. PLANO: ÁREAS COLECTORAS Y DRENAJE SUPERFICIAL	AD-04
9. PLANO: PLANTEAMIENTO HIDRÁULICO DE LA RED DE DRENAJE	PH-05
10. PLANO: SECCIONES DE VÍAS Y COLECTORES	SVC-06
11. PLANO: PERFILES LONGITUDINALES DE CALLES	PL-01 al 11

RESUMEN

El crecimiento poblacional ocurrido en la mayoría de las ciudades del país durante los últimos años, ha traído como consecuencia el aumento de la demanda de mayores y mejores servicios públicos, entre los cuales tiene especial importancia los excedentes de aguas pluviales; conocido como drenaje pluvial urbano.

El proyecto de tesis denominado: **DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA CIUDAD DE CALZADA**, busca dar solución integral a los graves problemas de inundaciones y anegamientos, que se producen en la ciudad de Calzada; cuando se presentan precipitaciones pluviales ordinarias y extraordinarias.

En el presente trabajo de tesis, se han realizado levantamientos topográficos en la zona urbana actual (87.16 Ha) y en la zona de expansión futura (70.62 Ha), además de un área para zona industrial (16.60 Ha) haciendo un total de 174.38 Ha., información que nos permitió obtener los planos del proyecto; además se ha realizado la planificación urbana con una proyección de 20 años, ver plano N° T-02 Topográfico y SE-03 Sectorización y Equipamiento.

Los planos topográficos (manzaneo y a curvas de nivel) nos permite definir un área total a drenar de 142.32 Ha., lo que se ha dividido en 16 áreas colectoras, dentro de las cuales se han determinado 340 áreas tributarias, ver plano N° 05 Áreas colectoras y Drenaje superficial.

Se determinó el caudal de diseño utilizando el método del triangulo de cada colector, en función del tiempo de concentración (T_c) de cada área colectoras, las área tributarias, la intensidad de diseño correspondiente a un tiempo de retorno $T_r=25$ años.

Con el caudal de diseño, pendiente, y rugosidad calculamos la geometría de las secciones de cada tramo de colector, los que hacen su entrega final en cauces naturales existentes, que drenan hacia zonas bajas de la ciudad, ver plano N° PH-05.

El presente trabajo servirá de base para la ejecución de obras de drenaje pluvial urbano, los mismos que deben realizarse a corto y mediano plazo buscando mejorar la infraestructura física actual de la ciudad de Calzada.

El trabajo de tesis "DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA CIUDAD DE CALZADA", se realizó como un aporte Institucional de la Universidad Nacional de San Martín - Facultad de Ingeniería Civil, para la Municipalidad Distrital de Calzada.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

Los Municipios, representan a la población urbana, está dentro de sus atribuciones promover la adecuada prestación de los servicios públicos de la localidad, fomentar el bienestar de los vecinos, el desarrollo integral y armónico de las circunscripciones de su jurisdicción.

Según la Ley orgánica de municipalidades N° 23853, Título III, artículo 65, son funciones de las municipalidades en materia de acondicionamiento territorial, vivienda y seguridad colectiva; Inciso 5, construir la infraestructura urbana y rural (vías vecinales, servicio de agua y alcantarillado, luz, pavimentos, puentes, drenaje pluvial, monumentos, parques, etc.) indispensable para el desenvolvimiento de la vida del vecindario. La Municipalidad Distrital de Calzada cuenta con escasos recursos económicos que imposibilitan realizar proyectos y obras relacionados con el desarrollo urbano de la ciudad.

El proyecto: Diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial urbano de la Ciudad de Calzada ha sido estudiado para plantear su solución, por cuanto la ciudad se ubica en zona de selva tropical con precipitaciones que se presentan casi todo el año y con mayor incidencia en los meses de diciembre a mayo; lo cual origina que las áreas urbanas de la comunidad se deterioren por la constante erosión de los suelos, ya que no existe un adecuado sistema de drenaje.

1.2. ALCANCES

- a). La ciudad de Calzada que tiene problemas de drenaje superficial.
- b). La necesidad de la ciudad, ubicada en zona lluviosa, de contar con el diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial urbano.
- c). La Municipalidad que tiene como objetivo mejorar las condiciones de salubridad en el área urbana y no cuenta con recursos económicos.

1.3. CARACTERÍSTICAS LOCALES

1.3.1. UBICACIÓN Y ACCESO A LA CIUDAD DE CALZADA

a). UBICACIÓN GEOGRÁFICA

En la carretera panamericana norte, en el departamento de Lambayeque cruce de Olmos, existe un desvío donde se inicia la carretera troncal de penetración hacia la selva, denominado Carretera Pdte. Fernando Belaunde Terry, que une la Costa con

lugares importantes como, Bagua, Pedro Ruíz, Rioja, Moyobamba, Tarapoto, Bellavista, Juanjui, Tocache, Huanuco, atravesando, Sierra y Selva. Esta carretera está asfaltada desde su inicio hasta la Ciudad de Moyobamba, este año debe concluir en la ciudad de Tarapoto.

A la altura del km. 493 se encuentra la Ciudad de Calzada (kilometraje desde el cruce de Olmos).

La ciudad de Calzada está ubicada a 10 km. de Moyobamba (Este) y a 10 km. de Rioja (Oeste) en el lado izquierdo de la carretera Pdte. Fernando Belaunde Terry, en los kms. 492+497 (Vía Evitamiento Norte) y 494+275 (Vía Evitamiento Sur), puntos futuros de ingreso a la ciudad. (Ver plano N° AE-01).

Actualmente existen dos calles importantes que sirven de ingreso a la ciudad de calzada la Av. Alfonso Ugarte ubicada cerca del km. 493 y la Av. Progreso ubicada cerca del km. 494. (Ver plano N° T-03)

b). COORDENADAS:

- Latitud sur : 06° 01' 44"
- Longitud Oeste : 77° 04' 03"

c). SUPERFICIE

La superficie del Distrito de Calzada es aproximadamente 174.38 Ha. y un área urbana actual de 87.16 Ha. (Ver plano N° T-02 y SE-03).

d). ALTITUD

Está situada 853.119 m.s.n.m. (COTA CENTRO PLAZA DE ARMAS)

e). LIMITES (Ver plano N° U-04)

- Por el Norte : Con el Distrito de Yantaló
- Por el Este : Con el Distrito de Moyobamba (Río Indoche)
- Por el Oeste : Con el Distrito de Rioja (Río Tónchima)
- Por el Sur : Con el Distrito de Habana

f). DIVISIÓN POLÍTICA (Ver plano N° U-04)

El Distrito de Calzada, tiene como capital a la ciudad del mismo nombre y cuenta en la actualidad con 04 caseríos reconocidos:

- San Francisco del Pajonal
- San Juan de Tangumí
- Faustino Maldonado
- Santa Rosa del Bajo Tangumí

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad la Ciudad de Calzada no cuenta con estudios del sistema de drenaje pluvial urbano y los resultados que se obtengan del presente trabajo va a contribuir en mejorar el nivel de vida de la población y sus alrededores.

Mediante el presente trabajo de tesis, la Ciudad de Calzada podrá contar con los planos planimétricos y altimétricos a curvas de nivel, así también el manzaneo a partir de los cuales se a estructurado la red de flujo superficial de las aguas de lluvia, lo cual ha permitido dimensionar cada una de las obras hidráulicas necesarias para captar, conducir y eliminar las aguas producto de la precipitación pluvial tanto en épocas ordinarias como extraordinarias.

La tesis fundamentalmente se ha concretizado en desarrollar todas las exigencias hidráulicas que son necesarias para el buen funcionamiento de este tipo de obras.

Todo este trabajo constituye un aporte a la comunidad, lo cual forma parte del plan de desarrollo de la Facultad de Ingeniería Civil y que es la política de apoyo a las comunidades más necesitadas.

1.5. IMPORTANCIA DEL PROYECTO

La ejecución del presente proyecto tiene vital importancia en la planificación urbanística de la ciudad de Calzada, ya que su ejecución a corto o mediano plazo contribuirá a mejorar el ornato de la ciudad y lo más importante conllevará a desarrollar obras de infraestructura, planificando el futuro urbano de la ciudad.

La realización del proyecto: DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA CIUDAD DE CALZADA, contribuirá en parte para que la ciudad de Calzada cuente con un sistema de drenaje pluvial urbano que permita manejar eficientemente las escorrentías superficiales, evitando la erosión de los suelos y garantizando la transitabilidad normal de la población.

1.6. OBJETIVOS

Con la elaboración del presente proyecto se pretende los siguientes objetivos:

a). OBJETIVOS GENERALES

- Definir la red del sistema de Drenaje Pluvial Urbano para la zona actual y futura (con $Tr=25$ años), de la ciudad de Calzada a nivel de ejecución.
- Desarrollar el diseño hidráulico de las obras de drenaje, necesarias para el sistema.
- Lograr el drenaje por gravedad de toda el área de estudio, mediante colectores subterráneos.

b). OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el levantamiento planimétrico y altimétrico del área urbana actual y la expansión futura.
- Definir la ubicación del área de ampliación urbana futura, para una proyección de 20 años.
- Elaborar planos de manzaneos a curvas de nivel.
- Desarrollar los procesos estadísticos para determinar el caudal de diseño para cada área colectora.
- Plantear la red del sistema de flujo superficial.
- Elaborar un documento que sirva de base para futuros estudios de factibilidad (pavimentación, ornato).
- Mejorar el nivel de vida de la población.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE TOPOGRAFÍA

La topografía ⁽¹⁾, es la ciencia y arte que tiene por objeto la ejecución de todas las mediciones lineales y angulares necesarias para la confección de planos y mapas.

2.1.1. ÁNGULOS HORIZONTALES ⁽²⁾

Para la medición de ángulos horizontales se ha utilizado el método de reiteración.

a). MÉTODO DE REITERACIÓN

En este método se utiliza n veces el ángulo buscado entre dos puntos, pero el círculo se lee después de cada puntería.

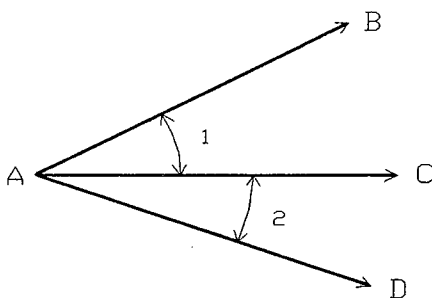


Figura N° 01.- ángulos horizontales de una poligonal

2.1.2. REDES DE APOYO PLANIMÉTRICO ⁽³⁾

a). POLIGONACIÓN ABIERTA

Este tipo de poligonal es conveniente cuando se trata de levantamientos donde el terreno es de forma alargada.

Para evitar errores es necesario tomar los vértices inicial y final en vértices de una poligonación cerrada o vértices de una triangulación.

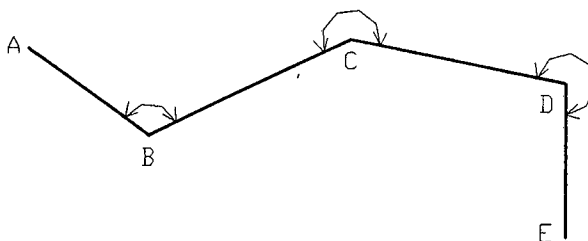


Figura N° 02.- Poligonación abierta

(1) Austin Barry B, F.S.C., "Topografía", Pág. N° 13

(2) Basadre Carlos, "Topografía General", Pág. N° 93

(3) García Gálvez Félix E., "Técnicas de levantamiento topográfico", Pág. N° 53

b). POLIGONACIÓN CERRADA. Las labores que comprende son:

- Reconocimiento
- Ubicación de los vértices
- Medición de los lados de la poligonal
- Medición de los ángulos de la poligonal
- Medición del azimut de uno de los lados
- Cálculo de la poligonal
- Dibujo

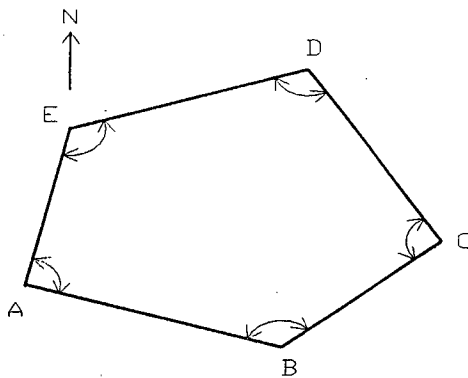


Figura N° 03.- Poligonación cerrada

c). TRIANGULACIÓN TOPOGRÁFICA

La triangulación es la técnica mediante el cual es posible llevar el control planimétrico, donde la poligonación resultaría antieconómica.

Basta medir uno de los lados de la figura (base de la triangulación), calculándose el resto de ellos por relación trigonométrica siempre y cuando se conozcan los ángulos que forman cada triángulo.

c.1). COMPENSACIÓN DE UNA TRIANGULACIÓN

c.1.1). ECUACIÓN DE ÁNGULO

$$CA = n^{\circ} - L + 1$$

CA = Número de ecuaciones de ángulo

n° = Número de ángulos medidos

L = Número de líneas o lados

c.1.2). ECUACIÓN DE LADO

$$CL = L - 2 \cdot S + 3$$

CL = Número de ecuaciones de lado

S = Número de estaciones o vértices

L = Número de líneas o lados

c.2). UBICACIÓN DE LA BASE DE LA TRIANGULACIÓN

Toda base de triangulación se ubicará en terreno llano, abierto y con buena visibilidad. Los terrenos de pendiente menor al 10%, son los más adecuados.

c.3). PRECISIÓN DE UNA BASE DE TRIANGULACIÓN

Sean; $m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$ los valores de las longitudes medidas corregidas de una base de triangulación, el valor más probable de la base está dado por:

$$M = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n}{n}$$

Donde: n = número de mediciones.

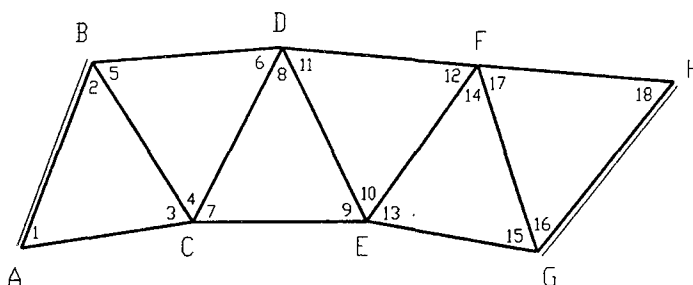


Figura N° 04.- Red de una triangulación

2.1.3. PROCEDIMIENTOS FUNDAMENTALES PARA EL CÁLCULO DE UNA POLIGONAL CERRADA ⁽⁴⁾

a). CONDICIÓN DE ÁNGULO

Suma de ángulos interiores = $180^\circ (n-2)$

Suma de ángulos exteriores = $180^\circ (n+2)$

Si el error angular de cierre es menor que el máximo permisible, el criterio mas generalizado de compensación, para ángulos medidos en igualdad de condiciones, es el reparto equitativo de la corrección total a aplicarse.

Siendo n el número de ángulos o vértices de la poligonal.

(4) García Gálvez Félix E., "Técnicas de levantamiento topográfico", Pág. N° 56

b). AZIMUT

Es el ángulo medido en sentido horario desde la orientación norte hasta el lado en referencia. El valor del azimut puede estar comprendido entre 0° y 360° .

Conocido el azimut de uno de los lados de la poligonal y los ángulos compensados de los siguientes vértices de la misma, es posible calcular el azimut de los lados restantes por simple suma o resta de ángulos.

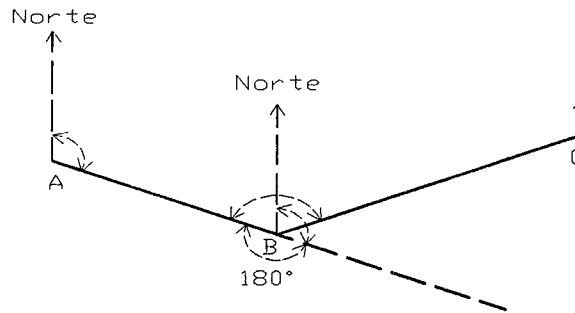


Figura N° 05.- Azimut de una poligonal

$$Z_{BA} = Z_{AB} + 180^\circ$$

Si el azimut del lado AB es menor que 180° ,
en caso contrario se tomará: $Z_{AB} - 180^\circ$

Seguidamente: $Z_{BC} = Z_{BA} + \text{Ángulo B}$

Luego

$$Z_{CB} = Z_{BC} + 180^\circ$$

c). RUMBO

El rumbo de un lado, es el ángulo medido o bien desde el norte o bien desde el sur y hacia el este o el oeste y sin que su valor sea mayor de 90° .

- Si el azimut del lado se encuentra comprendido entre los valores: 0° y 90° , el rumbo se encuentra en el cuadrante Nor Este y tiene por valor: Rumbo = Azimut.
- Si el azimut del lado se encuentra comprendido entre los valores: 90° y 180° , el rumbo se encuentra en el cuadrante Sur Este y tiene por valor: Rumbo = $180^\circ - \text{Azimut}$.
- Si el azimut del lado se encuentra comprendido entre los valores: 180° y 270° , el rumbo se encuentra en el cuadrante Sur Oeste y tiene por valor: Rumbo = $\text{Azimut} - 180^\circ$

- Si el azimut del lado se encuentra comprendido entre los valores: 270° y 360°, el rumbo se encuentra en el cuadrante Nor Oeste y tiene por valor: Rumbo = 360° - Azimut

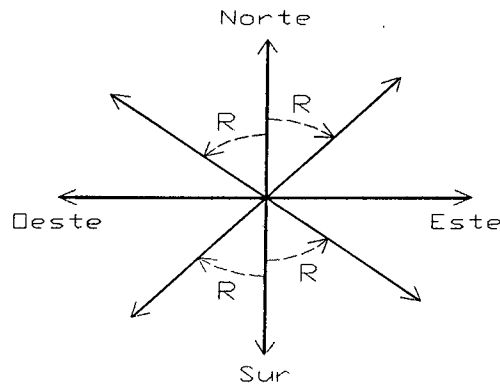


Figura N° 06.- Rumbo de una poligonal

2.1.4. RELACIÓN ENTRE LOS PUNTOS CARDINALES Y EL SISTEMA DE COORDENADAS ⁽⁵⁾

Para planos se toma la dirección del eje X-X paralela a la dirección Oeste Este y la dirección del Y-Y paralela a la dirección Norte Sur.

a). CÁLCULO DE PROYECCIONES

Proyección en X = Lado * Seno Rumbo

Proyección en Y = Lado * Coseno Rumbo

Suma de proyecciones en el eje X = 0

Suma de proyecciones en el eje Y = 0

Si no cumplieran las ecuaciones anteriores, deberá procederse a la compensación de proyecciones, siempre y cuando los errores sean inferiores a los máximos tolerables.

REGLA DE LA BRÚJULA

La corrección que debe aplicarse a la proyección de un lado en uno u otro eje es igual a la corrección total a aplicar en dicho eje por la distancia lineal del lado entre la suma de las longitudes de todos los lados de la poligonal, es decir:

$$\text{Corrección Parcial} = \frac{\text{Corrección total} * \text{lado}}{\text{Suma de longitud de lados}}$$

(5) García Gálvez Félix E., "Técnicas de levantamiento topográfico", Pág. N° 58

b). ERROR ABSOLUTO (ANGULAR) Y ERROR RELATIVO DE LA POLIGONAL.

Son los índices de la precisión alcanzada en la medición de las poligonales

El Error de Cierre o error absoluto de una poligonal, está dado por:

$$ec = \sqrt{(ex)^2 + (ey)^2}$$

ec = Error de cierre de la poligonal

ex = Error de las proyecciones en el eje X

ey = Error de las proyecciones en el eje Y

El Error Relativo de una poligonal, es la relación del error de cierre entre la suma de las longitudes de los lados de la misma.

er = Error de cierre

Suma de lados

c). SIGNOS DE LAS PROYECCIONES

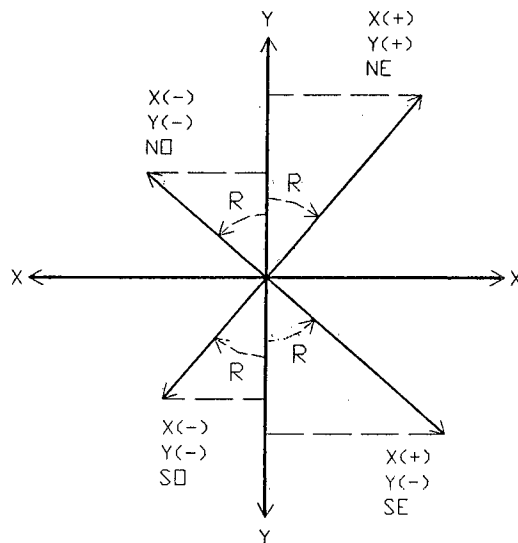


Figura Nº 07.- Signos de una poligonal

Rumbo Nor Este: Proyección X +
Proyección Y +

Rumbo Sur Oeste: Proyección X -
Proyección Y -

Rumbo Sur Este: Proyección X +
Proyección Y -

Rumbo Nor Oeste: Proyección X -
Proyección Y +

2.1.5. PRECISIÓN DE LA POLIGONAL EJECUTADAS CON WINCHA Y TEODOLITO ⁽⁶⁾

a). POLIGONAL TIPO III

Condiciones generales de trabajo:

- Los ángulos se miden a jalones provistos de nivel o a plomadas, midiéndoselos con métodos de precisión (repetición o reiteración) y con visuales alternadas (anteojo directo, anteojo invertido).
- El alineamiento de los lados debe de ejecutarse con teodolito.
- La cinta a usar debe de ser de acero o de nylon.
- La distancia se mide directamente sobre el terreno. Si la pendiente del terreno es superior a 2% se debe corregir por falta de horizontalidad.

Errores máximos permisibles:

- El error angular máximo tolerable no excederá a: $30'' \sqrt{n}$
- El error máximo tolerable de cierre no excederá a $1/5,000$

Aplicaciones:

Para plano de poblaciones, levantamientos de líneas jurisdiccionales y para llevar a cabo la comprobación de planos topográficos de gran extensión.

2.1.6. REDES DE APOYO ALTIMÉTRICO ⁽⁶⁾

El control de la altura (cotas) de los vértices de una red de apoyo topográfico se realiza por medio de redes de apoyo altimétrico ejecutadas por la medición de circuitos de nivelación.

Todo circuito de nivelación se define como la nivelación que partiendo de un punto de cota conocido, llega a otro punto también de cota conocida o vuelve al mismo punto del que se inició la nivelación.

a). TIPOS DE NIVELACIÓN

a.1). NIVELACIÓN GEOMÉTRICA (COMPUESTA)

El equipo de nivelación lo constituye básicamente el nivel de ingeniero y la estadia.

a.2). NIVELACIÓN TRIGONOMÉTRICA (TAQUIMÉTRICA)

El equipo de medición está constituido básicamente por el teodolito (de apreciación al segundo).

(6) García Gálvez Félix E., "Técnicas de levantamiento topográfico", Pág. Nº 64

Se mide el ángulo vertical de una estación a otra y teniendo la distancia horizontal entre ellas, es posible determinar la diferencia de nivel entre estaciones.

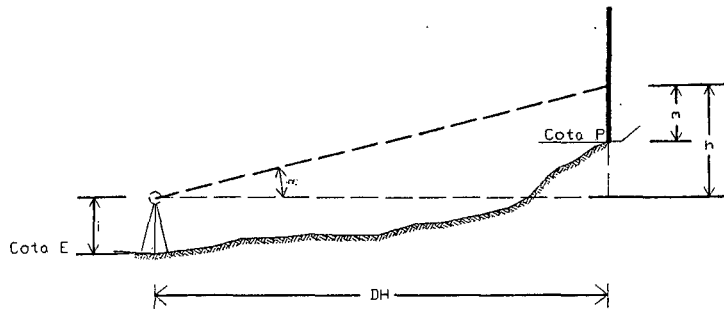


Figura. Nº 08.- Nivelación taquimétrica

Cálculo de cotas

$$\text{Cota E} + i + h = \text{Cota P} + m$$

Entonces: $\text{Cota P} = \text{Cota E} + (i - m) + h$

Donde : Cota P = Cota del punto visado

Cota E = Cota de la estación

i = Altura del instrumento

m = Altura registrada en la mira, en la intersección del hilo diametral horizontal

h = Distancia vertical. Positiva si el ángulo α es de elevación, y negativa si α es de depresión.

Para el caso en que $i = m$, la fórmula se reduce

$$\text{Cota P} = \text{Cota E} + h$$

2.1.7. PRECISIÓN DE LA NIVELACION COMPUESTA

a). NIVELACIÓN DE PRECISIÓN (aplicada a planos de poblaciones)

- Las longitudes de las visuales no deben ser mayores a 90 m.
- Las visuales vista atrás y vista adelante (longitudes) se miden a pasos y se toma lo más aproximadamente iguales.
- La precisión de lectura se ejecuta con aproximación a los 0.25 milímetros.
- Los puntos de cambio se toman sobre clavos de madera o planchas firmemente enclavadas en el suelo.
- El error máximo tolerable = $0.02 \sqrt{\text{Distancia en Km.}}$, en metros.

2.2. CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE PLANEAMIENTO URBANO

2.2.1. TITULO I . PLAN REGULADOR Y ZONIFICACIÓN

CAPITULO III.- USO, DEFINICIONES, ZONAS, DENOMINACIÓN DE ZONAS ⁽⁷⁾

I-III-3. ZONA INDUSTRIAL LIVIANA (I2)

Zona destinada para establecimientos industriales, tienen las características siguientes:

- Orientación al área de mercado local y a la infraestructura vial urbana
- Posee contacto con a el área central
- Venta al por mayor
- Dimensión económica media
- No son molestos ni peligrosos

ÁREA DE LOTE

El lote mínimo predominante es el de 1,000 m², con frente mínimo de 20 metros. Podrá localizarse lotes de 300 m², de área y el frente mínimo de 10 metros.

I-III-4. ZONA INDUSTRIAL ELEMENTAL Y COMPLEMENTARIA (I1)

Es la zona destinada para establecimientos industriales complementarios o de apoyo a la industria de mayor escala.

Sus características son:

- Grado tecnológico medio
- Producción en serie y dirigida al comercio mayorista
- Capital de operación reducido
- Tendencia aglomerante en el área urbana
- No son molestos, ni peligrosos

ÁREA DEL LOTE

El área mínima del lote permitido es 300 m²

I-III-5. ZONA VIVIENDA TALLER (I1R)

Es la zona destinada a vivienda compatible con industria elemental y complementaria.

(7) CAPECO, "Reglamento Nacional de Construcciones", Pág. Nº 27

I-III-13. ZONA COMERCIAL VECINAL (CV)

Es el tipo de comercio destinado a ofrecer bienes de consumo diario especialmente alimentos y artículos o servicios de primera necesidad.

La cantidad de población a nivel de barrio a la cual sirve, está comprendida entre 2,500 a 7,500 habitantes dentro de un radio de influencia de 200 a 400 metros.

I-III-14. ZONA COMERCIO LOCAL (CL)

Dedicado solamente a la oferta de bienes de consumo diario especialmente alimentos y artículos de primera necesidad. Esta limitado en un máximo de 10 tiendas.

La cantidad de población a nivel de grupo residencial a la cual sirve está limitada a un máximo de 2,000 personas dentro de un radio de influencia limitado a un máximo de 200 metros.

I-III-17. ZONA RESIDENCIAL DE BAJA DENSIDAD

Es el uso identificado con las viviendas o residencias tratadas en forma individual que permiten la obtención de baja concentración poblacional a través de viviendas unifamiliares.

- R-2 Unifamiliar, 140 hab/ha bruta
- R-1 Unifamiliar, 50 hab/ha bruta
- R1-SUnifamiliar, 30 hab/ha bruta

I-III-19. ZONA RECREACIONAL (ZR)

Es la zona en la que se permite el uso recreacional activo y/o pasivo: jardines, lagunas, bosques, piscinas, juegos infantiles

I-III-20. USOS ESPECIALES (OU)

Son los usos diferentes, tales como:

Centro cívico, centro administrativo, centro cultural, terminales terrestres, ferroviarios, marítimos y aéreos, hoteles.

Se incluyen así mismo bajo esta denominación los siguientes servicios públicos complementarios:

Correos y telecomunicaciones, establecimiento para fines de seguridad, establecimientos para fines religiosos, campos deportivos (recreación activa), establecimientos para la salud, establecimientos educacionales

CAPITULO VI.- HABILITACIONES PARA USO DE VIVIENDA (URBANIZACIONES) ⁽⁸⁾

II – VI – 1. DEFINICIÓN

Son las destinadas a la edificación de viviendas para personas residentes.

II – VI – 2. TIPOS

II – VI – 2.2.- En función de la calidad mínima de las obras, existirán 5 tipos diferentes de habilitación: A, B, C, D y E, cuyas características están consignadas en el cuadro I.

II – VI – 2.3.- En atención a la densidad máxima permisible, cabe efectuar los 5 tipos de habilitación que aparecen en el cuadro II.

II – VI – 2.5. Cualesquiera de los requerimientos mínimos que aparecen en el Cuadro I podrán ser mejorados voluntariamente por los propietarios de las habilitaciones.

II – VI – 3.-CONDICIONES GENERALES

UBICACIÓN

II – VI – 3.1. Las habilitaciones para uso de viviendas podrán llevarse a cabo sobre terrenos ubicados en sectores urbanos, de expansión urbana o extra-urbanos.

ZONIFICACIÓN

II – VI – 3.3. En las habilitaciones para uso de viviendas, deberá proponerse la zonificación de los diversos usos. La densidad bruta promedio de la habilitación deberá concordar con la que se fije de acuerdo con lo establecido por el numeral II – VI – 2.3.

APORTES

II – VI – 3.6. El aporte para recreación pública debe ser efectuado dentro de los linderos de la habilitación.

II – VI – 3.7. El aporte para Servicios Públicos Complementarios será entregado en terreno útil.

(8) CAPECO, "Reglamento Nacional de Construcciones", Pág. Nº 60.

Su ubicación será propuesta por el proyectista y aprobada por la Comisión Calificadora Nacional.

El porcentaje que debe entregarse directamente al Ministerio de Educación será dedicado exclusivamente a la construcción de locales para fines educacionales. El destinado a otros fines será entregado al Concejo Distrital en cuya jurisdicción se encuentra la habilitación.

II – VI – 3.10. Los terrenos cedidos para recreación pública y para servicios públicos Complementarios serán considerados como bienes de uso público y consiguientemente, de conformidad con el Artículo 823º del Código Civil, serán inalienables e imprescriptibles.

3º CÓDIGO DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES

CONCORDANCIA: (De II – VI – 3.10)

Artículo 89º. Constituyen áreas públicas inalienables e imprescriptibles, los espacios abiertos de uso público, como vías, calles, plazas, alamedas, parques, playas y otros espacios naturales y seminaturales dentro del entorno urbano. Cualquier autoridad o funcionario que contravenga estas disposiciones será sancionado conforme a Ley.

ÁREAS DE RECREACIÓN PÚBLICA

II – VI – 4.3. Si el fin a que se destine el terreno es el de parque deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Área mínima: 1600 m2., con exclusión del ancho de las vías públicas circundantes.
- Ancho mínimo: 30 m.
- Accesibilidad por vías públicas.
- Contará con veredas en todo su perímetro, las que computarán como integrantes del parque, siempre que formen parte de la sección transversal de la vía.
- El diseño considerará todos los elementos ornamentales y de equipamiento (forestación, bancas, senderos, iluminación, tratamiento de superficies, etc.)
- Todos los parques contarán con instalaciones para riego, adecuadas a las superficies sembradas.
- Cuando el área por habilitar sea superior a 6 Has. e inferior a 100 Has. Se considerará por lo menos un parque con una superficie no menor de 30% del área destinada reglamentariamente en recreación pública.

- Los parques serán ubicados dentro de la habilitación de manera que no haya ningún lote cuya distancia al parque, en línea recta, sea mayor de 250 m. aproximadamente, salvo en las habilitaciones tipo "I" en que dicha distancia puede ser mayor.

MANZANA

II – VI – 4.6. Las longitudes máximas de las manzanas comprendidas entre las calles para tránsito vehicular, serán de 300 m. Las manzanas cuya longitud sea mayor de 200 m. deberán ser provistas de un pasaje para peatones.

LOTES

II – VI – 4.7. Todos los lotes deberán tener acceso directo desde vía pública, la que puede ser avenida o calle de tránsito vehicular, o bien pasaje de peatones.

En las construcciones sobre lotes que den frente a pasajes peatonales, no se admitirá espacios que puedan ser destinados a estacionamiento vehicular.

Los lados de los lotes, siempre que sea posible, serán perpendiculares a su frente.

La profundidad media de un lote no podrá ser mayor a 4 veces la longitud de su frente, ni menor de 15.00 m.

II – VI – 4.8. Los lotes en esquina deberán incrementar el área y frentes mínimos establecidos, con los retiros de construcción y considerar los ochavos reglamentarios correspondientes.

II – VI – 4.9.- Todo lote deberá quedar totalmente liberado de desmonte. Ningún lote podrá tener en relación con la calzada un desnivel mayor de 0.60 m.

II – VI – 5. HABILITACIONES PARA USO DE VIVIENDA TALLER

II – VI – 5.1.- Definición

Son las destinadas a uso simultáneo de vivienda y pequeña industria no molesta.

II – VI – 5.2.- Condiciones generales

Para este tipo de habitación se requerirán las mismas condiciones generales y de diseño establecido en el artículo II-VI-3.

II – VI – 5.3.- De los lotes

El área mínima de los lotes será de 200 m². con un frente mínimo de 8.00 m. No se exigirá retiro frontal de las construcciones.

II – VI – 5.4.- De la calidad mínima de las obras

En este tipo de habilitaciones se exigirá como mínimo las obras señaladas para el tipo "C" del Cuadro I.

II – VI – 5.5.- De las vías

Las calles locales tendrán un ancho mínimo de 14.00 metros.

CAPITULO XII.- HABILITACIONES PARA USOS INDUSTRIALES ⁽⁹⁾

II – XII – 3.1.- Cada lote tendrá acceso a vía pública de tránsito vehicular.

II – XII – 3.2.- Las vías públicas serán de tres tipos:

Locales: ancho mínimo 16.00 m.

Colectoras: ancho mínimo 40.00 m.

Separadoras con vivienda: ancho variable

II – XII – 3.3.- Zonas en donde pueden realizarse este tipo de habilitaciones.

II – XII – 3.6.- Longitud máxima de manzana: 400 m.

II – XII - 3.9.- Área mínima 10,000 m², y frente mínimo 20 m.

2.2.2. NORMAS PARA EL DISEÑO DE VÍAS LOCALES EN HABILITACIONES URBANAS. R.M. Nº 705-79-VC-5500 de 03.12.79 ⁽¹⁰⁾

2.3. Las secciones transversales de las vías locales se determinarán en base a los módulos siguientes: CALZADA : 3.60 ml. y 2.70 ml.

VEREDAS : 0.60 ml

ESTACIONAMIENTO: 5.40 ml., 3.00 ml., 2.20 ml. y 1.80 ml.

2.4. Es obligatorio la arborización en las bermas de estacionamiento.

(9) CAPECO, "Reglamento Nacional de Construcciones, Página Nº 71

(10) CAPECO, "Reglamento Nacional de Construcciones, Página Nº 87

3.0. VÍAS LOCALES EN HABILITACIONES URBANAS PARA USO DE VIVIENDA Y VIVIENDA-TALLER

En las habilitaciones urbanas para uso de vivienda y de vivienda - taller el diseño de la vías locales se regirá por las siguientes normas:

- 3.1. Las calzadas de las vías locales principales tendrán como mínimo dos módulos de 3.00 ml., las veredas dos módulos de cada una y las bermas de estacionamiento un módulo de 2.20 ml. cada una.
- 3.2. Las calzadas de las Vías Locales secundarias tendrán como mínimo dos módulos de 2.70 ml. Las veredas dos módulos cada una y las bermas de estacionamiento un módulo de 1.80 ml. cada una.
- 3.4. **En ciudades con reducido volumen de tránsito podrá eliminarse o considerarse estacionamiento a un solo lado de las vías locales.**
- 3.5. **En zonas lluviosas, el diseño de la sección transversal de las vías locales deberá considerar un sistema de evacuación pluvial.**
- 3.6. **La sección de las vías de acceso único estará en función del área y números de lotes a los que de servicio, debiendo diseñarse el espacio adecuado que permita el fácil retorno de los vehículos.**

4.0. VÍAS LOCALES EN HABILITACIONES URBANAS PARA USO COMERCIAL

En las habilitaciones urbanas para uso comercial y para uso de vivienda de densidad media o baja donde se proyecten zonas comerciales de más de 10 lotes o área equivalente a 10 lotes normativos de vivienda, la calzada de las vías locales tendrá como mínimo dos módulos de 3.00 ml.; las veredas cuatro módulos y las bermas de estacionamiento, módulos de 5.40 ml.

5.0. VÍAS LOCALES EN HABILITACIONES URBANAS PARA USO INDUSTRIAL

En las habilitaciones urbanas para uso industrial la calzada de las vías locales tendrá como mínimo dos módulos de 3.60 ml.; las veredas tres módulos y las bermas de estacionamiento módulos de 3.00 ml. cada una.

6.0. VÍAS PEATONALES DE ACCESO A FRENTES DE LOTES

6.1 En las habilitaciones de vivienda, la dimensión transversal mínima de la vía peatonal será de 6.00 ml.

6.2 Cuando se trate de habilitaciones con construcción simultánea, podrá diseñarse dimensiones menores que la establecida en el punto anterior las que no podrán ser menores de 4 ml.

6.3. La vereda tendrá como mínimo tres módulos y estará ubicada al centro de la vía, cualquier otra solución podrá diseñarse, siempre que permita el acceso vehicular eventual.

6.4. La altura máxima de las edificaciones sobre la línea de propiedad será igual a una vez la dimensión transversal de la vía; las edificaciones con altura mayor deberán estar retiradas del plomo de fachada bajo el ángulo de 45°.

7.0. PASAJES PEATONALES

7.1. En cualquier habilitación urbana, la sección de los pasajes peatonales transversales de manzanas – que no constituyen acceso a frentes de lotes - será igual al 8% del ancho de la manzana, no pudiendo, en ningún caso, ser menor de 3 ml.

2.2.3. PERIODO DE DISEÑO. Se define como el tiempo para el cual el proyecto planteado es eficiente en un 100%. En la ingeniería civil una obra debe ser proyectado para un periodo de vida útil, durante el cual deben ser atendidas las necesidades del saneamiento básico de una población.

En la determinación de este periodo de vida útil de las estructuras intervienen una serie de factores, entre los que se mencionan:

- Vida útil del proyecto planteado.
- Facilidades de construcción y posibilidades de ampliaciones.
- Tendencia de crecimiento de la población.
- Posibilidades de financiamiento.

El Reglamento Nacional de Construcciones, recomienda los siguientes periodos de diseño:

- Para poblaciones de 2,000 hasta 20,000 habitantes, 15 años.
- Para poblaciones de 20,000 a más habitantes, de acuerdo con la realidad económica de las localidades.

a). CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA POR EL MÉTODO DEL INTERÉS COMPUESTO

Este método simula que el crecimiento de una población es igual al crecimiento de un capital puesto al interés compuesto, es decir se basa en la LEY DE FRUNLING, es aplicable a poblaciones jóvenes y en plan de desarrollo. Tiene la siguiente representación matemática:

$$Pf = Pi (1 + r)^{\Delta t}$$

$$r = (Pf/Pi)^{1/\Delta t} - 1$$

$$\Delta t = (tf-ti)/ t$$

Donde:

t : Tiempo en décadas

r : Coeficiente o tasa de crecimiento poblacional

Pi : Población inicial

Pf : Población futura al final del periodo de diseño

ti : Tiempo inicial o actual

tf : Tiempo final o futuro

2.2.4. NORMAS QUE SE APLICARÁN EN LOS DIFERENTES SECTORES DE EQUIPAMIENTO PARA LA CIUDAD DE CALZADA ⁽¹¹⁾

2.2.4.1. EDUCACIÓN

A. NORMAS GENERALES

A.1. ESCOLARIDAD

Es el grupo de población que está en edad de asistir a un centro de enseñanza, cuyas edades normativas son conocidas; se expresa por el porcentaje de dicha población, relacionado con la población total.

Debido a la imposibilidad de obtener escolaridad en el año 2016, correspondiente a los niveles educativos de inicial, primaria y secundaria; se tomarán los datos de las proyecciones para el periodo de diseño.

Además se considera que para la educación inicial, la edad es de 0 a 5 años; para la educación básica, conformada por la primaria y secundaria, la edad es de 6 a 17 años y para la superior. Es de 18 a 24 años.

En lo referente a:

Retardo mental, audición y lenguaje, ceguera y visión sub-normal, no se hace mención de los índices de escolaridad debido a la cercanía de Calzada con las ciudades de Moyobamba y Rioja, donde serán atendidos estos casos.

(11) SISNE, SISTEMA NACIONAL DE EQUIPAMIENTO, pág. Nº 10

A.2. ALCANCE DEL SERVICIO

Es el porcentaje de la población que se asume, y que debe ser atendida en cada nivel o modalidad educativa.

a). Cunas.- Por ser la población menor a 5,000 habitantes no se considera este servicio.

b). Jardines de Infancia.- Según el estudio hecho por el Sistema Nacional de Equipamiento, el alcance del servicio a nivel nacional fue del 60% para el año 1990, como el presente trabajo es para el año 2020 y dada la importancia de este nivel de educación, es razonable proponer un alcance del 80% para el distrito de Calzada.

c). Educación Básica Regular.- Debido a la importancia de este nivel de educación y por ser el eje del sistema educativo, el alcance del servicio propuesto por el Sistema Nacional de Equipamiento es del 100%; el cual será también aplicable a la ciudad de Calzada.

d). Educación Superior.- Calzada por encontrarse cerca de las ciudades de Moyobamba, Rioja y Tarapoto, donde existen Universidad, Institutos Tecnológicos y Pedagógicos; es razonable no considerar este servicio.

A.3. RADIO DE INFLUENCIA

Radio de influencia es la distancia que debe recorrer un educando ya sea a pie, vehículo u otro medio.

Los radios de influencia del equipamiento de educación superior no pueden ser precisados en los términos en que se pueden determinar para los otros niveles, porque corresponden a un equipamiento a nivel metropolitano o regional; pero si se pueden fijar en términos de orden, de magnitud. Los radios de influencia para educación inicial y básica son:

TABLA N° 01.- RADIO DE INFLUENCIA CONSIDERADOS PARA EDUCACIÓN

NIVELES		URBANO	RURAL
EDUCACIÓN INICIAL	Cuna	200 m	-
	Jardín de niños	200 a mas	-
EDUCACIÓN BÁSICA	Primaria	600 a 1000 m	Hasta 2 km.
	Secundaria	600 a 1000m	Hasta 5 km.

B. NORMAS ESPECÍFICAS

B.1. EDUCACIÓN INICIAL

a). **Jardines de Infancia.**- Para la ciudad de Calzada, este equipamiento atenderá sólo a la población urbana porque el radio de influencia es de 200 m. y sus caseríos y anexos no se encuentran dentro del radio de influencia.

B.2. EDUCACIÓN BÁSICA

a). **Educación Primaria.**- Este nivel de educación atenderá a toda la población urbana y parte de la rural.

b). **Educación Secundaria.**- Este nivel de educación atenderá a la población urbana y rural debido a que sus centros poblados se encuentran a menos de 5 Km. No será necesario señalar las normas específicas por que el equipamiento superior a Institutos Superiores, la programación se lo hace a nivel regional y para poblaciones de 30,000 habitantes como mínimo; para calzada su población total proyectada al 2020 es de 4,470 habitantes.

B.3. EDUCACIÓN SUPERIOR

TABLA N° 02.- ÁREA DE TERRENO PARA EDUCACIÓN

ÁREA MÍNIMAS DE TERRENOS EDUCATIVOS (m2)					
NIVEL	TIPOLOGÍA	N° DE ALUMN. POR TURNO	1 PISO	2 PISO	3 PISO
PRIMARIA	EP - 1	240	2000	-	-
	EP - 2	360	3000	2500	-
	EP - 3	480	4000	3000	-
	EP - 4	600	5000	4000	-
	EP - 5	720	6000	5000	-
SECUNDARIA	ES - IA	200	2500	-	-
	ES - IIA	400	3500	3000	-
	ES - IIIA	600	6000	4500	4000
	ES - IIB				
	ES - IVA	900	7000	6000	5000
	ES - IVB				
	ES - VA	1000	8500	7500	6500
	ES - VB				
	ES - VIA	1200	10000	9000	8000
ES - VIB					

B.4. EDUCACIÓN ESPECIAL

Tampoco será necesario especificar las normas específicas porque se justifica su programación para centros urbanos con un mínimo de 5,000 habitantes.

2.2.4.2. RECREACIÓN, EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTE (RED)

En la elaboración de índices normativos de equipamiento RED, se ha tenido en cuenta principalmente las normas propuestas por el Instituto Peruano del Deporte (IPD).

A. NORMAS GENERALES

A.1. POBLACIÓN SERVIDA

a). Estadios.- La población mínima servida por un Estadio es de 400,000 habitantes, considerando una capacidad de 15,000 asientos y un índice de 0.04 asientos por habitante.

b). Campos Deportivos.- Para los diversos tipos de campos deportivos, se contó con la información proporcionada por el IPD.

b.1). Campos grandes.- Dentro de los campos grandes tenemos los dedicados a: fútbol, atletismo, ciclismo y basquetball; donde la población es de 7,800, 8,000 y 21,000 habitantes específicamente.

b.2). Campos pequeños.- Dentro de los campos pequeños tenemos los dedicados al basquetball, tenis y voleibol; donde la población servida resultante del núcleo es de 4,000, 10,000 y 15,400 habitantes respectivamente.

c). Parques.- La población servida por las diversas categorías de parques han sido tomadas del estudio de sectorización.

TABLA N° 03.- POBLACIÓN SERVIDA POR DIFERENTES CATEGORIAS DE PARQUES

CATEGORIAS DE PARQUES	POBLACIÓN SERVIDA
Parque Primario	500 a 1,000
Parque Básico	1,000 a 2,000
Parque Menor (barrio)	2,500 a 7,500
Parque del Sector	10,000 a 30,000
Parque Central	40,000 a 90,000

B. NORMAS ESPECÍFICAS

B.1. ÁREA DE EQUIPAMIENTO RED y ESTADIOS

a). **Estadios.-** El área mínima está en función de la menor capacidad recomendable (10,000 – 15,000 espectadores)

b). **Parques.-** Para los campos deportivos (gimnasio, piscinas, campos grandes y campos pequeños), los coeficientes de m²/hab., establecidos por el IPD, no son aplicables a la población total sino a un porcentaje de ella, donde los valores asumidos para cada diferenciación son:

TABLA N° 04.- ÁREA RECOMENDABLE PARA PARQUES

CATEGORÍA DEL PARQUE	ÁREA TOTAL RECOMENDABLE
Parque primario	0.25 – 0.50 ha
Parque básico	0.5 – 1.50 ha
Parque de barrio	0.5 – 1.50 ha
Parque sector	2.0 – 60 ha
Parque zonal	16.0 – 48.0 ha
Parque metropolitano	Variable

2.2.4.3. CULTURA

A. ORGANIZACIÓN ESPECIAL DE PROPUESTA

A.1. TIPOS DE NÚCLEOS Y NIVELES

Para Calzada proponemos:

- a). Espacio de uso múltiple (salón de reuniones, asambleas, reuniones sociales)
- b). Biblioteca

2.2.4.4. SALUD

A. NORMAS GENERALES

A.1. CAPACIDAD SERVIDA

a). **Centro de Salud.-** Para zonas urbanas la población servida es de 30,000 a 50,000 habitantes. El Ministerio de Salud establece:

- Con camas de internamiento de 5,000 a más habitantes.
- Sin camas de internamiento de 3,000 a 5,000 habitantes.

A.2. RADIO DE INFLUENCIA

a). **Centros de Salud.**- El radio óptimo a nivel urbano es de 600 a 1,000 m. El radio de influencia medido en unidades de tiempo es de una hora desde el área de influencia para hospitales, centros de salud y puestos sanitarios.

B. NORMAS ESPECÍFICAS

B.1. ÁREA DE TERRENO

a). **Centros de Salud.**- El área de terreno requerida es de 2,000 m² Las dimensiones recomendables son 40 x 50 m.

B.2. ÍNDICE DE CAMAS POR MIL HABITANTES

Existen muchos criterios para calcular el índice de camas por mil habitantes; sin embargo, en el Perú se utiliza el promedio de 2.3 camas/1,000 habitantes.

2.2.4.5. COMERCIO

A. COMERCIO DE BIENES

El comercio de bienes está caracterizado por las transacciones relativas a la oferta y demanda de bienes de consumo y capital. Para Calzada debido a que su población total proyectada al 2020 es de 4,470 habitantes y por su cercanía con las ciudades de Moyobamba, Rioja y Soritor, cabe la posibilidad de usar comercio local y vecinal.

- **Comercio Local.**- Es el tipo dedicado a la oferta de bienes de consumo diario, casi exclusivamente alimentos y artículos de primer necesidad: verdulerías, fruterías, bodegas y panaderías. Está limitado a un máximo de 10 tiendas.
- **Comercio Vecinal.**- Bienes de consumo diario, más bienes y servicios comerciales, diferentes de los alimentos pero siempre de primera necesidad.

A.1. NORMAS GENERALES

A.1.1. POBLACIÓN SERVIDA

TABLA N° 05.- POBLACIÓN ATENDIDA POR UN COMERCIO

Nivel Comercio	Población Servida
Comercio Local: Rural Urbano	500 a 2,000 hab. 2,500 hab.
Comercio Vecinal	2,500 a 7,500 hab.

A.1.2. RADIO DE INFLUENCIA

TABLA N° 06.- RADIO DE INFLUENCIA DE UN COMERCIO

Nivel Comercio	Radio de influencia	
	Urbano	Rural o Región
Comercio Local	200 m.	2.5 a 3 Km.
Comercio Vecinal	200 a 400 m.	-

A.2. NORMAS ESPECIFICAS

A.2.1. ÁREA BRUTA OCUPADA E ÍNDICE m²/hab.

TABLA N° 07.- ÁREA REQUERIDA PARA UN COMERCIO

Nivel Comercio	Área Bruta Ocupada Ha.	Índice (m ² /hab.)
Comercio Local	0.15 Ha.	0.6
Comercio Vecinal	0.15 - 0.48 Ha.	0.15 - 0.48 Ha.

B. COMERCIALIZACION DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS

En cuanto a este tipo de equipamiento existen: Centros de acopio, almacén central y mercados minoristas. Calzada actualmente cuenta con mercado minorista.

TABLA Nº 08.- TIPOS DE HABILITACIÓN PARA USO DE VIVIENDA EN FUNCIÓN DE LA CALIDAD MÍNIMA DE LAS OBRAS

TIPOS	CALZADAS	ACERAS	AGUA POTABLE	DESAGUE	ENERGIA ELECTRICA	TELEFONOS
A	Concreto	Concreto Simple	Con conexión domiciliaria	Con conexión domiciliaria	Alumbrado Publico y privado	Servicio Público y Privado
B	Asfalto	Asfalto con Sardinel	Con conexión domiciliaria	Con conexión domiciliaria	Alumbrado Publico y privado	Servicio Público y privado
C	Suelo Estabilizado con Sardinel	Suelo Estabilizado con Sardinel	Con conexión domiciliaria	Con conexión domiciliaria	Alumbrado Publico y privado	Servicio Público
D	Tratamiento Superficial	Diseño	Con conexión domiciliaria	Con conexión domiciliaria	Alumbrado Publico	Servicio Público
E	Diseño	Diseño	Piletas publicas y Diseño completos	Letrinas sanitarias y Diseño completo	Diseño	

NOTA :

- 1.- La calidad mínima de las calzadas de cualquier tipo de habitación podrá ser mejorada, a juicio de la Comisión Calificadora Nacional, en determinadas vías o sectores, en razón del mayor deterioro a que podrían estar expuestas las mismas.
- 2.- Las aceras mínimas podrán ser calidades diferentes a las establecidas en el presente Cuadro, de acuerdo con las características propias de cada localidad.
- 3.- A aplicarse en la ciudad de Calzada (TIPO C).

TABLA N° 09.- TIPOS DE HABILITACIONES EN FUNCIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA PERMISIBLE

Tipos	Densidad por Ha. bruta	Área mínima de lote	Frente mínimo	Clase de Vivienda	Observaciones
1 (*)	50 hab.	600 m ²	15.00 m	Unifamiliar	Coeficiente de edificación máximo 2.4
2	110 hab.	300 m ²	10.00 m	Unifamiliar	
3	160 hab.	160 m ²	7.50 m	Unifamiliar	
4	330 hab.	90 m ²	6.00 m	Unifamiliar	
5	400 hab.	450 m ²	15.00 m	Multifamiliar	

2.3. CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE DRENAJE PLUVIAL

2.3.1. FLUJO EN CANALES

2.3.1.1. CANAL UNIFORME ⁽¹²⁾.- Es el de sección transversal constante.

2.3.1.2. FLUJO UNIFORME ⁽¹²⁾.- Es cuando la pendiente de la superficie del agua es la misma que la del canal, por lo tanto el tirante del flujo es constante en su totalidad.

2.3.1.3. FLUJO ESTABLE ⁽¹²⁾.- Ocurre si el tirante en cualquier lugar del canal permanece constante con el tiempo.

2.3.1.4. FLUJO CONTINUO ⁽¹²⁾.- Cuando la descarga es constante

$$Q = V_1A_1 = V_2A_2 = \dots\dots$$

Donde los sub índices indican diferentes secciones del canal

Esta ecuación se conoce como ecuación de continuidad para flujo estable

2.3.1.5. FLUJO VARIADO ⁽¹²⁾.- Ocurre cuando el perfil longitudinal de la superficie del agua no está paralelo con el fondo del canal, este flujo existe entre de los límites de las curvas de remanso, dentro de un salto hidráulico y en un canal con pendiente o descarga cambiantes.

2.3.2. DESCARGA Q ⁽¹²⁾.- Se define como el volumen de agua que pasa por una sección por unidad de tiempo, se expresa en m³/seg.

$$Q = VA$$

Donde: V = velocidad promedio en m/seg.

A = Área transversal del flujo en m²

2.3.3. VELOCIDAD PROMEDIO V ⁽¹²⁾.- Se define como la descarga dividida entre el área del flujo

$$V = Q/A$$

2.3.4. AREA MOJADA o sección mojada A ⁽¹²⁾.- También llamada área hidráulica de un conducto, es el área de escurrimiento en una sección transversal.

2.3.5. PERÍMETRO MOJADO P ⁽¹²⁾.- Es la longitud en m, de una línea que limita el área transversal del flujo, menos la anchura libre superficie.

(12) Merritt, Frederick S., "Manual del Ingeniero Civil", Volumen III. Pág. N° 21

Sección mojada comprendida entre las paredes y el fondo del conducto. No comprende por tanto la superficie libre del agua.

2.3.6. RADIO HIDRÁULICO o radio medio $R^{(14)}$.- Es la relación entre el área mojada y el perímetro mojado.

2.3.7. TIRANTE NORMAL y (14) .- Es la distancia vertical en m, desde el fondo del canal hasta la superficie del agua.

Este tirante es exclusivo para condiciones específicas de descarga y del canal. Puede calcularse por tanteos cuando se conoce la forma, pendiente, rugosidad y descarga del canal. Se expresa:

$$AR^{2/3} = Qn/s^{1/2}$$

DONDE : A = Área del flujo en m²

R = Radio hidráulico en m

Q = Cantidad de flujo o descarga en m³/seg

n = Coeficiente de rugosidad de manning

s = Pendiente de la rasante de energía o pérdida de carga, en m, debidas a la fricción por ml de canal.

$AR^{2/3}$ = Se denomina factor de sección

2.3.8. TIRANTE CRÍTICO $yc^{(13)}$.- Es el tirante de flujo que para un valor dado de energía específica, da la máxima descarga o, a la inversa, para una descarga dada, la energía específica es mínima para el tirante crítico.

En la sección de pendiente suave corriente arriba del punto de tirante crítico, el tirante normal es mayor que el crítico, el flujo se llama flujo subcrítico, lo cual indica que la velocidad es menor que en el tirante crítico.

En la sección de pendiente más fuerte más abajo del punto de tirante crítico el tirante normal es menor que el crítico, el flujo se llama flujo supercrítico, la velocidad excede de la que hay en el tirante crítico.

El tirante crítico para cualquier sección puede calcularse por tanteos por la ecuación:

$$\frac{A^3}{T} = \frac{Q^2}{g}$$

(13) Merritt, Frederick S., "Manual del Ingeniero Civil", Volumen III, Pág. Nº 21

(14) De Azevedo Netto J. M., Acota Alvarez Guillermo, "Manual de Hidráulica", Pág. Nº 321

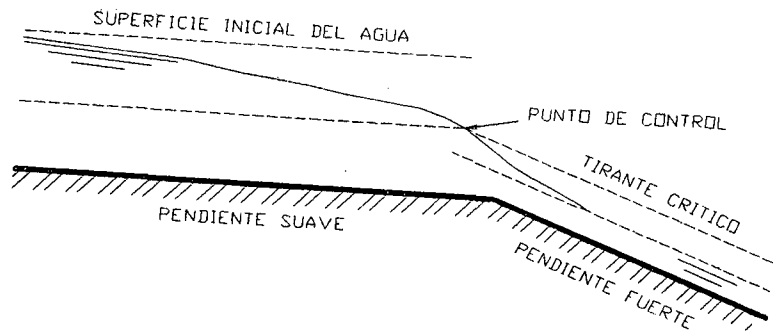


Figura N° 09.- Características de una sección de canal

Donde T = anchura en la parte superior del canal en m

Para canales rectangulares el tirante crítico puede calcularse por la ecuación:

$$d_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{b^2 g}}$$

Donde: d_c = Profundidad crítica en m

Q = Cantidad de flujo o descarga en m³/seg

b = Anchura del canal en m

La energía específica inicial es alta cuando el canal es plano debido al tirante normal grande, conforme disminuye el tirante corriente abajo, la energía específica también se reduce y llega a un mínimo.

2.3.9. ANCHO DE SOLERA B ⁽¹⁵⁾.-

Viene a ser la medida de la base o fondo del canal, también conocido como plantilla.

Donde:

B = plantilla

T = Espejo de agua

y = Tirante de agua

BL = Borde libre

H = Altura interior total de la estructura (y+BL)

(15) Billón B. Máximo, "Hidráulica de canales", Pág. N° 89

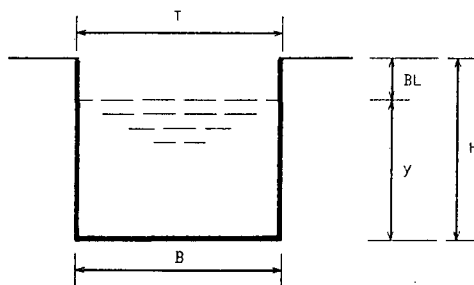


Figura N° 10.- Sección transversal de un canal

TABLA N° 10.- ANCHO DE SOLERA EN FUNCIÓN DEL CAUDAL A CONDUCIR

Caudal Q m ³ /seg.	Plantilla (B)
Menor de 0.10	0.30
Entre 0.10 y 0.20	0.50
Entre 0.21 y 0.40	0.75
Mayor de 0.40	1.00

2.3.10. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n).-⁽¹⁶⁾

La rugosidad de un canal no permanece constante con el tiempo ni tampoco con el tirante de flujo, por el deterioro de la superficie y la acumulación de cuerpos extraños.

TABLA N° 11.- VALORES DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n) dados por HORTON, para ser usados en las fórmulas de KUTTER Y MANNING

SUPERFICIE	CONDICIONES DE LAS PAREDES			
	PERFECTAS	BUENAS	MEDIANA BUENAS	MALAS
- Superficie de cemento pulido	0.010	0.011	0.012	0.013
- Superficie aplanada con concreto	0.011	0.012	0.013	0.015
- Tubería metálica corrugada	0.0225	0.025	0.0275	0.030

Si se quiere que un canal tenga un valor razonable constante durante toda su duración útil, es importante implantar un programa continuo de mantenimiento. Por lo tanto los valores promedios de n dados, sólo se recomiendan para canales bien conservados.

(16) Billón B. Máximo, "Hidráulica de canales", Pág. N° 36

2.3.11. BORDE LIBRE (Free board) BL ⁽¹⁸⁾.- Es la distancia vertical del extremo superior del borde del canal hasta la superficie del agua, a fin de absorber los niveles extraordinarios que puedan presentarse por encima del caudal de diseño. Esta distancia deberá ser suficiente, para prevenir el oleaje o fluctuaciones de la superficie líquida cuando exista aumentos del caudal.

Para conductos cerrados, funcionamiento a sección llena

Para conductos abiertos el BL. varía de 30 a 50 cm.

El BL. varía de 30 cm para canales pequeños y de 120 cm para canales de 85 m³/seg.

El BL. varia del 5 al 30% del tirante

No existe una regla general para la determinación del BL., este parámetro será a juicio del proyectista según las fluctuaciones líquidas en el canal puedan originarse por diversos factores que son incontrolables.

2.3.12. CARGA DE VELOCIDAD H_v ⁽¹⁷⁾.- Se expresa $H_v = V^2/2g$

Donde: V = velocidad promedio en m

g = Aceleración debido a la gravedad en m/seg²

2.3.13. CARGA REAL DE VELOCIDAD $H_{v\alpha}$ ⁽¹⁷⁾.- Se expresa $H_{v\alpha} = \alpha V^2/2g$

Donde α es el llamado coeficiente de coriolis, es un coeficiente empírico que representa el grado de turbulencia. Este puede variar desde alrededor de 1.03 a 1.36 para canales prismáticos, pero por lo general se toma 1.00 para trabajos hidráulicos prácticos.

2.3.14. CARGA ESPECIFICA DE ENERGIA H_e ⁽¹⁷⁾ .- Viene a ser la energía total por kg de agua con relación con el fondo del canal en una sección vertical, se expresa en m.

$H_e = d + v^2/2g$

(17) Merritt, Frederick S., "Manual del Ingeniero Civil", Volumen III, Pág. N° 21

(18) Ven Te Chow, "Hidráulica de canales", Pág. N° 7

Donde: d = Tirante del flujo en cualquier punto
 $V^2/2g$ = Carga de velocidad

Un perfil longitudinal de la elevación de la carga específica de energía se llama rasante de energía o línea de carga total.

Un perfil longitudinal de la superficie del agua se llama línea piezométrica

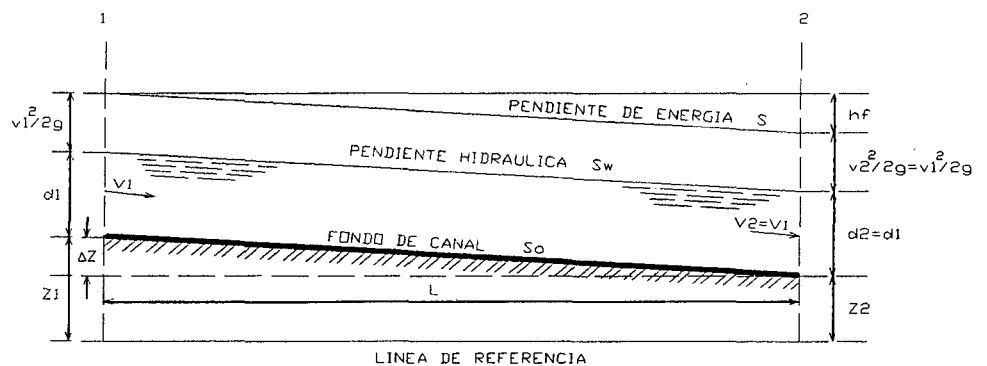


Figura N° 11.- Perfil longitudinal de un canal

2.3.15. SALTO HIDRÁULICO ⁽¹⁹⁾.- Viene a ser el aumento abrupto en el tirante de agua que circula con gran rapidez. El flujo en el salto cambia de una etapa supercrítica a una subcrítica, con pérdida de energía cinética.

Un salto hidráulico es el único medio por el cual el tirante puede cambiar de menos de crítica a más de crítica en un canal uniforme.

Un salto ocurre por dos condiciones:

Cuando exista flujo supercrítico en un canal de pendiente subcrítica, esta condición ocurre cuando existe cambio abrupto en la pendiente del canal.

Cuando un canal de mucha pendiente entra a un depósito. Esta condición ocurre cuando el flujo en el canal de pendiente pronunciada está bloqueado por una obstrucción.

El cambio en el tirante ocurre sobre una distancia finita, conocida como longitud del salto.

(19) Merritt, Frederick S., "Manual del Ingeniero Civil", Volumen III, Pág. N° 21

El tirante antes de un salto es el tirante inicial y el tirante después del salto es el tirante subsiguiente. La energía específica para el tirante subsiguiente es menor que para el tirante inicial debido a la disipación de energía dentro del salto.

La pérdida de carga en cualquier salto es igual que la diferencia en su carga de energía específica antes y después del salto. La diferencia se expresa:

$$\Delta H_e = H_{e1} - H_{e2}$$

Donde:

H_{e1} = Carga de energía específica de la corriente antes del salto en m

H_{e2} = Carga de energía específica de la corriente después del salto en m

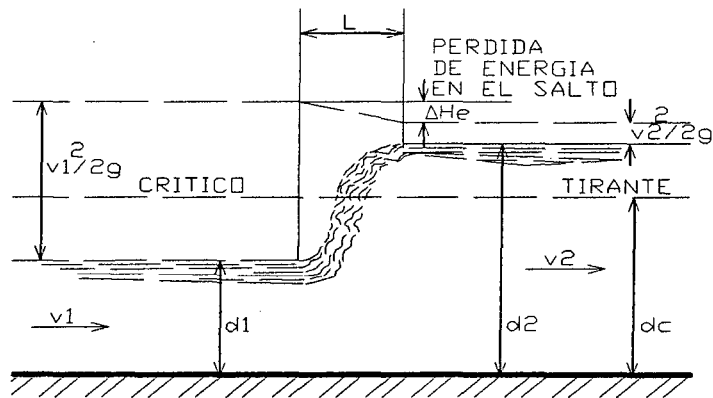


Figura N° 12.- Salto hidráulico

2.3.16. LONGITUD DEL SALTO HIDRÁULICO ⁽²⁰⁾.- Viene a ser la distancia horizontal desde el extremo de aguas arriba de la onda, hasta un punto en la superficie elevada inmediatamente aguas debajo de la cesación de la turbulencia violenta.

2.3.17. SECCIÓN DE MÁXIMA EFICIENCIA HIDRÁULICA O SECCIÓN ÓPTIMA ⁽²⁰⁾.- Un canal alcanza su máxima eficiencia hidráulica, cuando tiene el perímetro mojado es lo más corto para un área transversal dada.

La sección rectangular de máxima eficacia tiene un tirante de flujo igual que la mitad de la anchura para canales rectangulares.

(20) Merritt, Frederick S., "Manual del Ingeniero Civil", Volumen III, Pág. N° 21

$$A=by \quad \text{pero } B=2y$$

$$P=b+2y$$

$$A= 2y \cdot y = 2y^2$$

$$P= 2y+2y = 4y$$

$$R= A/P = y/2$$

$$Qn/S^{1/2} = AR^{2/3} = 2y^2 \cdot (y/2)^{2/3}$$

$$= \frac{2y^2 \cdot y^{2/3}}{2^{2/3}}$$

$$= 2 \cdot 2^{-2/3} \cdot y^{2+2/3}$$

$$= 2^{1-2/3} \cdot y^{2+2/3}$$

$$Qn/S^{1/2} = 2^{1/3} \cdot y^{8/3}$$

$$\text{Entonces } y = (Qn / (S^{1/2} \cdot 2^{1/3}))^{3/8}$$

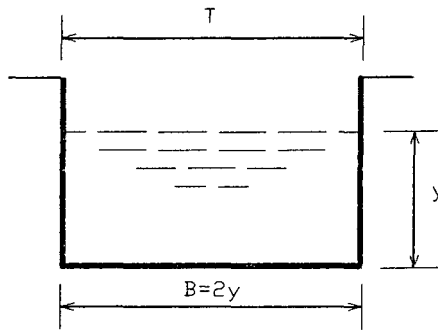


Figura N° 13.- Sección de máxima eficiencia hidráulica

2.3.17. UNIÓN DE COLECTORES ⁽²¹⁾.- La unión de los colectores se hace mediante los buzones o pozos. Para realizar el empalme de los colectores se pueden realizar por cualquiera de los tres métodos:

- a). Empalme por la Cota de Clave (cota superior del colector)
- b). Empalme por la Cota de Fondo (Cota inferior del colector)
- c). Empalme por la Línea de energía

De los tres métodos, los más utilizados son el empalme por cota clave y el empalme por línea de energía

(21) López Cualla Ricardo Alfredo, "Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados",
Página N° 283

a). EMPALME POR COTA CLAVE

Este tipo de empate se realiza en colectores cuya área sea inferior a 1.32 m^2 , y cuyo régimen de flujo sea subcrítico. Consiste en igualar las cotas superiores de los colectores de entrada y salida, entonces la caída ΔH_c en el pozo o buzón es la diferencia de las alturas H de cada colector.

Este tipo de empate si bien no es muy recomendado desde el punto de vista hidráulico ya que puede darse el caso donde el colector aguas abajo, pueda tener un área menor que el colector aguas arriba, pero con un caudal mayor, lo que originaría un remanso en el flujo del colector aguas arriba, dificultando la circulación en forma continua.

Sin embargo es el más práctico por cuanto no necesita de mayores cálculos.

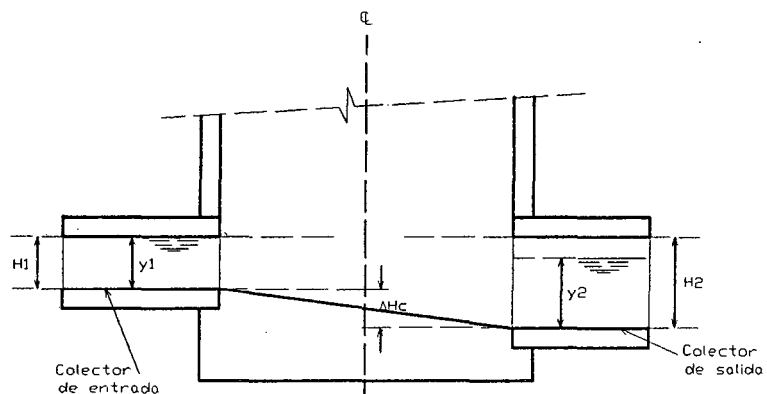


Figura N° 14.- Empalme por cota clave

b). EMPALME POR COTA DE FONDO

Este tipo de empate se realiza en colectores cuya área sea inferior a 0.25 m^2 , y cuyo régimen de flujo sea subcrítico. Consiste en igualar las cotas inferiores de los colectores de entrada y salida.

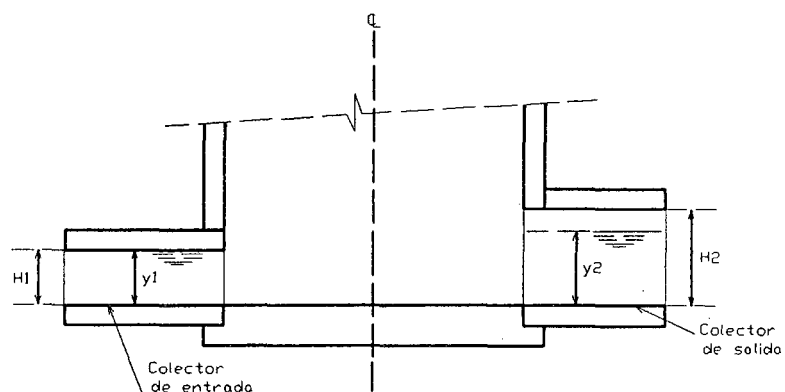


Figura N° 15.- Empalme por cota de fondo

No es recomendable este tipo de empate por cuanto el flujo en el colector aguas abajo es mayor que en el colector aguas arriba, creando este un remanso que impide la evacuación del flujo rápidamente.

c). EMPALME POR LÍNEA DE ENERGÍA

Es tipo de empate es empleado para cualquier área y para régimen de flujo subcrítico o supercrítico. Consiste en igualar la cota de energía del colector principal entrante al pozo, con la cota de energía del colector saliente.

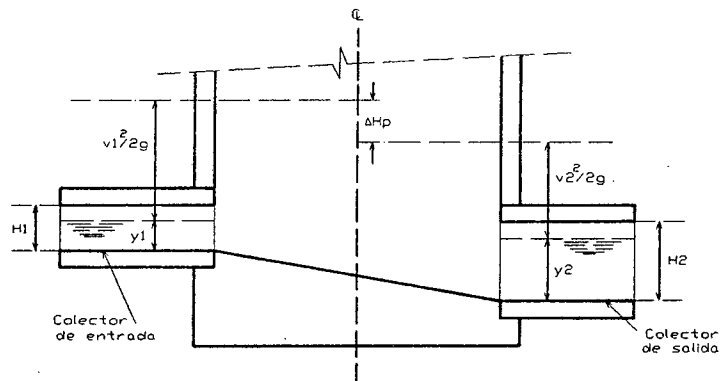


Figura N° 16.- Empalme por línea de energía

2.3.19. PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN COLECTORES ⁽²²⁾

Al realizar el empate se producen varias pérdidas de energía, siendo estas: pérdidas por cambio de dirección y la pérdida por intersección

$$\Delta H_p = \Delta H_c + \Delta h_e$$

Donde: ΔH_p = Pérdida total

ΔH_c = Pérdida de energía por cambio de dirección

H_e = Pérdida de energía por la intersección

a). PÉRDIDA DE ENERGÍA POR CAMBIO DE DIRECCIÓN

La pérdida por cambio de dirección, para flujo subcrítico o flujo supercrítico, es calculada en función de la relación entre el radio de curvatura r_o del buzón y el ancho interior B de salida del colector principal.

(22) López Cualla Ricardo Alfredo, Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados, Pág. N° 285

$$\Delta H_c = K V_1^2 / 2g$$

V_1 = Velocidad del flujo en el colector que llega al buzón

r_o = Longitud de la diagonal en el buzón, respecto a los ejes de los colectores entrante y saliente formando un ángulo de 45°

B = Ancho interior del colector mayor

TABLA N° 12.- PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR CAMBIO DE DIRECCIÓN PARA ÁNGULOS DE DEFLEXIÓN DE 90°

Régimen	r_o/B	ΔH_c
Subcrítico	> 3.0	$0.05 v_1^2 / 2g$
	1.51 - 3.0	$0.20 v_1^2 / 2g$
	0.5 - 1.50	$0.40 v_1^2 / 2g$
Supercrítico	6.0 - 8.0	$0.40 v_1^2 / 2g$
	8.1 - 10.0	$0.20 v_1^2 / 2g$
	> 10.0	$0.05 v_1^2 / 2g$

Vista en planta de un buzón, donde se produce cambio de dirección y se aprecia los elementos a considerar para obtener la relación r_o/B , donde: B = es el ancho interior del colector mayor respecto a los otros colectores concurrentes al buzón.

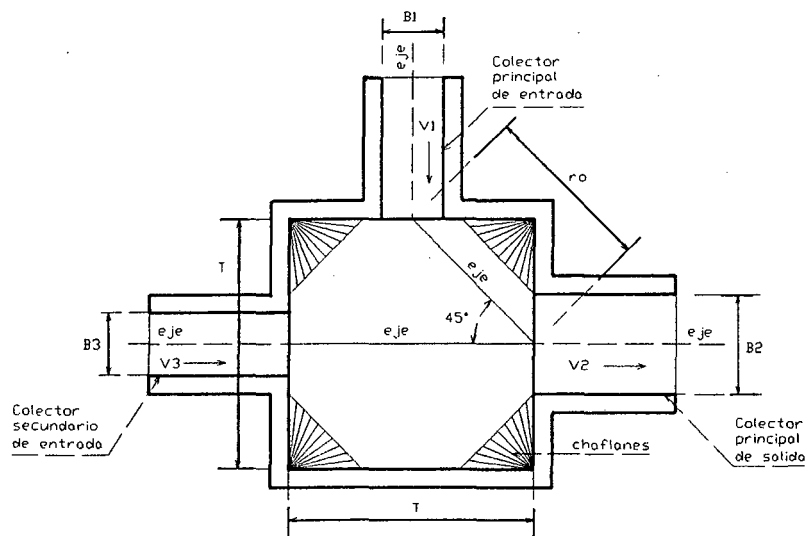


Figura N° 17.-Sección de un buzón

b). **PÉRDIDA DE ENERGÍA POR LA TRANSICIÓN Y/O INTERSECCIÓN**

Las pérdidas en una transición obedecen al aumento o a la disminución de la velocidad debidos a un cambio de la sección del colector.

b.1). Para un aumento de la velocidad

$$\Delta H_e = K \left(\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right)$$

Donde: $K = 0.2$, para un aumento de la velocidad

V_2 = Velocidad aguas abajo

V_1 = Velocidad aguas arriba

b.2). Para una disminución de la velocidad

$$\Delta H_e = \left(\frac{y_2 - y_1}{4y_2y_1} \right)^3$$

y_2 = tirante aguas abajo

y_1 = tirante aguas arriba

2.3.20. **GRADO DE PROTECCIÓN** ⁽²³⁾

Es el nivel aceptable de riesgo de ocurrencia de daños o molestias.

a). **PROTECCIÓN BÁSICA**

Acciones preventivas y correctivas encaminadas a evitar al máximo posible los daños que las aguas de lluvias puedan ocasionar a las personas y a las propiedades en el medio urbano.

b). **PROTECCIÓN COMPLEMENTARIA**

Acciones preventivas y correctivas encaminadas a garantizar el normal desenvolvimiento de la vida diaria en la población, permitiendo un apropiado tráfico de personas y vehículos durante la ocurrencia de precipitaciones.

Siendo el riesgo en el primer caso menor que en el segundo, por cuanto la protección de las personas y propiedades debe ser mayor que la garantía del tráfico de personas y vehículos.

(23) Bolinaga I. Juan José, Drenaje Urbano, Pág. N° 7

2.3.21. PERIODO DE RETORNO

El gasto de proyecto es el evento máximo de escurrimiento contra cuyos efectos deben evitarse los daños e inconvenientes a las personas y/o propiedades y el normal desenvolvimiento de la población. Por ejemplo, si se acepta como evento máximo el correspondiente a un periodo de retorno de 25 años, significa que se está protegiendo contra los efectos del gasto que ocurren en promedio de largo periodo cada 25 años y que, en consecuencia, cualquier otro evento con una frecuencia menor o sea un periodo mayor de retorno, si podrá causar daños e inconvenientes.

a). PERIODO DE RETORNO PARA LA PROTECCIÓN BÁSICA

Los periodos de retorno seleccionados en diferentes países son sumamente variables, desde una protección absoluta (estimación del máximo evento posible) hasta 5 y 50 años de frecuencia, dependiendo de la magnitud de la ciudad y de las obras.

TABLA N° 13.- PROBABILIDADES DE OCURRENCIA (J)

	VIDA UTIL DE LA OBRA O PROPIEDAD (AÑOS)					
	2	5	10	20	50	100
100	0.02	0.05	0.10	0.18	0.39	0.63
50	0.04	0.10	0.18	0.33	0.64	0.87
25	0.06	0.08	0.34	0.56	0.97	0.98

$$J = 1 - P^n = 1 - (1 - 1/TR)^n$$

J = probabilidad de ocurrencia

$$J = 1 - (1 - 1/100)^{20} = 1 - (1 - 0.01)^{20} = 0.18$$

$$J = 1 - (1 - 1/50)^{20} = 1 - (1 - 0.02)^{20} = 0.33$$

$$J = 1 - (1 - 1/25)^{20} = 1 - (1 - 0.04)^{20} = 0.56$$

Por ejemplo, una propiedad con una vida útil 20 años tendría un 18% de probabilidad de ser inundada durante ese lapso si el periodo de retorno fuese 100 años. Debe tomarse en cuenta que cualquier acción de tipo

correctiva, que se proyecte para 100 años de frecuencia, representará seguramente un elevado costo.

Se debe tener siempre presente, que el gasto del proyecto tenga un periodo de retorno de 100 años, no significa necesariamente que la obra a construir tenga una capacidad equivalente a ese gasto, si no por el contrario, se debe propiciar medidas adecuadas para mitigar esa capacidad.

Esta protección que significa una probabilidad de ocurrencia de solo 0.2%, puede ser tan sencilla como aumentar la cota mínima de las edificaciones nuevas, en el caso de que ellas existan, construir pequeños muros de protección.

b). PERIODO DE RETORNO PARA LA PROTECCIÓN COMPLEMENTARIA

Se puede aceptar un riesgo mayor en materia de garantizar el tránsito de personas y vehículos.

Para delimitar la periodicidad del gasto de proyecto se deberá analizar el adecuado uso de la tierra y el tipo de la vía terrestre.

La tabla N° 16 debe ser empleada con flexibilidad, pues su aplicación estricta en cuanto a usos puede llevar a una subdivisión excesiva de las áreas urbanas y complicar innecesariamente la fijación de los periodos de retorno.

Por ello cuando se menciona el tipo de uso, debe entenderse el dominante en el área.

Cuando no exista uso predominante se puede tomar conservadoramente el de mayor periodo de retorno.

En el Perú no ha sido establecida una clasificación oficial de los tipos de vías terrestres urbanas; es así como existen desde las superautopistas hasta las viejas calles de trazado colonial e inclusive las no pavimentadas de los barrios en proceso de formación.

La tabla N° 19 es un complemento de la tabla N° 16, es decir una vez establecidos los periodos de retorno de acuerdo a esta última, debe comprobarse si dentro de las diferentes áreas existen vías terrestres a las que les corresponden.

TABLA N° 14.- FRECUENCIA DE DISEÑO EN FUNCIÓN DEL TIPO DE ZONA

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA	FRECUENCIA (años)
- Zona residencial	3 – 10
- Zona comercial e industrial	10 – 50
- Colectores principales	10 - 100

TABLA N° 15.- FRECUENCIA DE DISEÑO SEGÚN EL ÁREA DRENADA

AREA DRENAJDA (HA)	FRECUENCIA (años)
- Menor de 3 Ha	3
- Entre 3 y 10 Ha	5
- Mayor de 10 Ha	10

TABLA N° 16.- USO DE LA TIERRA Y PERIODOS DE RETORNO PARA LA PROTECCIÓN COMPLEMENTARIA

TIPO DE USO	T _R (años)
a) ZONAS DE ACTIVIDAD COMERCIAL	10
b) ZONAS DE ACTIVIDAD INDUSTRIAL	10
c) ZONAS DE EDIFICIOS PÚBLICOS	10
d) ZONAS RESIDENCIALES DE ALTA Y MEDIA DENSIDAD (R5, R6, R7, R8) (*)	5
e) ZONAS RESIDENCIALES UNIFAMILIARES Y MULTIFAMILIARES DE BAJA DENSIDAD (R1-S, R1, R2) (**)	2
f) ZONAS RECREATIVAS DE ALTO VALOR E INTENSO USO POR EL PÚBLICO	2
g) OTRAS ÁREAS RECREATIVAS	1

(*) SE REFIERE A LAS ZONIFICACIONES USUALES EN EL PAÍS (RNC), Pág. N° 31

(**) SE ENTIENDE POR BAJA DENSIDAD A VALORES INFERIORES A 140 HABITANTES POR HECTÁREA BRUTA

TABLA Nº 17. - COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO " C " PARA SER USADO POR EL MÉTODO RACIONAL

TIPO DE ÁREA		VALOR DE " C "
a) COMERCIAL		
- Centro de la ciudad		0.70 - 0.95
- Alrededores		0.50 - 0.70
b) RESIDENCIAL		
- Unifamiliar		0.30 - 0.50
- Multifamiliar separado		0.40 - 0.60
- Multifamiliar agrupado		0.60 - 0.75
- Sub urbana		0.25 - 0.40
c) INDUSTRIAL		
- Liviana		0.50 - 0.80
- Pesada		0.60 - 0.90
d) OTROS		
- Parques y cementerios		0.10 - 0.25
- Parques para juegos		0.20 - 0.35
TIPO DE SUPERFICIE		VALOR DE " C "
a) PAVIMENTOS		
- Asfalto o concreto		0.70 - 0.95
- Ladrillos		0.70 - 0.85
b) TECHOS Y AZOTEAS		0.70 - 0.95
c) CAMINOS DE GRAVA		0.30
d) ARENAS DE SUELO LIVIANO		
- Llanas (2%)		0.05 - 0.10
- Medianas (2% - 7%)		0.10 - 0.15
- Inclínadas (7% o más)		0.15 - 0.20
e) ARENAS DE SUELO PESADO		
- Llanas (2%)		0.13 - 0.17
- Medianas (2% - 7%)		0.18 - 0.22
- Inclínadas (7% o más)		0.25 - 0.35

Tabla Nº 18.- COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA "C" PARA SER USADO POR MAC MATH

VEGETACIÓN		SUELO		TOPOGRAFÍA	
COBERTURA %	C1	TEXTURA	C2	PENDIENTE %	C3
Compleja 100	0.80	Arenosa	0.08	Poca 0.0 - 0.2	0.04
Buena 80 - 100	0.12	Ligera	0.12	Ligera 0.2 - 0.5	0.06
Regular 50 - 80	0.16	Media	0.16	Media 0.5 - 2.0	0.06
Poca 20 - 50	0.22	Fina	0.22	Fuerte 2.0 - 5.0	0.10
Despreciable 0 - 20	0.30	Pesada /rocosa	0.30	Excesiva 5.0 -10.0	0.15

TABLA Nº 19.- TIPO DE VÍA Y PERIODO DE RETORNO MÍNIMO PARA LA PROTECCIÓN COMPLEMENTARIA

TIPO DE VÍA	T _R (años)
<p>VIALIDAD ARTERIAL AUTOPISTAS URBANAS Y AVENIDAS QUE GARANTIZAN LA COMUNICACIÓN BÁSICA DE LA CIUDAD</p>	10
<p>VIALIDAD DISTRIBUIDORA VÍAS QUE DISTRIBUYEN EL TRAFICO PROVENIENTE DE LA VIALIDAD ARTERIAL O QUE LA ALIMENTAN</p>	5
<p>VIALIDAD LOCAL AVENIDAS Y CALLES CUYA IMPORTANCIA NO TRASPASA LA ZONA SERVIDA</p>	2
<p>VIALIDAD ESPECIAL ACCESO A INSTALACIONES DE SEGURIDAD NACIONAL Y SERVICIOS PÚBLICOS VITALES.</p>	10

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. METODOLOGÍA

Los métodos a emplearse durante el desarrollo del proyecto serán del tipo analítico experimental.

3.1.1. TRABAJO DE CAMPO

El presente trabajo se realizó empleando el método de poligonación: poligonación abierta y poligonación cerrada, además el método de triangulación.

también se utilizó la nivelación compuesta para la ciudad actual y la expansión futura, la parte correspondiente a la laguna trancayacu y la carretera Pdte. Fernando Belaunde Terry se levantó con la técnica de taquimetría.

Las labores que se desarrollaron fueron:

a). RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

Se realizó la inspección directa en el terreno de toda la ciudad con el objeto de determinar la conveniencia de la poligonal a usar, ubicación de las estaciones, selección del método a seguir para la medida de los lados y ángulos.

Las manzanas en su mayoría permiten realizar un alineamiento apropiado con retiros de las propiedades, consiguiendo un ancho adecuado de las calles, buscando alinear lo más recto posible, salvo algunas, debido a que están sin definir, especialmente las de la periferie y la zona de expansión futura.

Los jirones presentan un relieve de terreno plano a ondulado, lo que actualmente es la laguna trancayacu ha sido una zona pantanosa.

Debido a la extensión del terreno se optó por emplear una red de apoyo planimétrico y altimétrico consistente en siete poligonales cerradas tipo III, dos poligonales abiertas y una triangulación. (Ver plano N° T-02).

b). UBICACIÓN DE ESTACIONES

Los vértices lo constituyen hitos construidos de concreto que se encuentran ubicados en cada intersección de calle, hincadas al ras del suelo previa visualización del alineamiento verificado con el teodolito.

Las estaciones se ubicaron en todas las esquinas, difíciles de remover y confundir, para evitar los inconvenientes que puedan traer, como consecuencia de las pérdida de estas.

La primera estación (E1) se ubicó en la intersección de la Av. Alfonso Ugarte y Jr. Leoncio Prado, centro de calles (Ver plano N° T-02).

La formación de la Red de apoyo planimétrico y altimétrico se puede observar en el Cuadro N° 01.

CUADRO N° 01.- RED DE APOYO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO

POLIGONAL	VÉRTICES
Cerrada I	BM*, E1,23,E2,25,24,E3,20,16,E4,13,14,E5
Cerrada II	E1,E5,E6,32,33,E7,36,E8,40,39
Cerrada III	E1,39,40,E8,E9,46,E10,52,E11,51,E2,23
Cerrada IV	E2,57,E13,E14,66,E15,69,68,67,E16,62,58,53,E12,E3,24,25E12
Cerrada V	E15,74,E17,77,76,E18,70,E16,67,68,69
Cerrada VI	E2,51,E11,90,E19,93,E20,95,E15,66,E14,E13,57
Cerrada VII	E11,52,E10,E21,E22,E23,E24,115,114,113,E19,90
Abierta 1	E24,123,127,131,135,E25
Abierta 2	E17,82,88,E26
Triangulación I	E25, 136, I, A, B, C, D, E, E20 136, H, G, F, Fa,115 (AB = Base de triangulación)

BM2* Bench Marck (cota, centro plaza de armas)

c). MEDIDA DE LADOS

Los lados de las poligonales se han medido con wincha de nylon, realizando medidas de ida y vuelta, y luego se calculó la media aritmética, previo alineamiento con el teodolito del lado a medir sin tener problemas de horizontalidad, por ser el terreno casi en su totalidad de topografía plana.

d). MEDIDA DE ÁNGULOS

Se empleó el método de reiteración y a jalones aplomados provisto del nivel esférico. El sistema de medida de ángulos fue el sexagesimal.

e). MEDIDA DEL AZIMUT

Se midió el azimut del lado E2-E1 de la poligonación cerrada I con respecto al Norte Magnético (N.M.), obteniéndose: 22° 59' 50.24". (Ver plano N° T-02).

f). **RADIACIÓN**

Empleamos teodolito y mira, haciendo ceros en una estación conocida, leyendo y anotando las lecturas de distancias, ángulos horizontal y vertical respectivamente, así como algunas observaciones importantes.

g). **NIVELACIÓN**

El tipo de nivelación para las poligonales cerradas es el geométrico, debido al equipo utilizado, además es una nivelación de precisión, ya que se trata de planos de poblaciones.

Las cotas de las estaciones, están referidas al BM2* ubicado en el centro de la Plaza de Armas cuya cota es la 853.119 m.s.n.m. (dato obtenido según la cota existente 843.849, ubicado en el hito del Km 493.00 carretera Pdte. Fernando Belaunde Terry proporcionado por el Ministerio de Transportes, comunicaciones, Vivienda y Construcción).

h). **TRIANGULACIÓN**

Se realizó una triangulación en el área donde se ubica la laguna trancayacu, teniendo como apoyo los vértices de la poligonal cerrada VI, VII y la poligonal abierta 1. La base se ubicó en el lado AB, por tener una pendiente plana. (Ver plano N° T-02).

3.1.2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Los datos hidrometeorológicos provienen del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) que maneja la red de estaciones en el país.

Los registros utilizados son de la estación C.O. Moyobamba, ya que de las otras 2 estaciones cercanas al área de estudio (Soritor y Rioja) ésta es la única que procesa datos de precipitaciones máximas diarias. Los datos utilizados son:

- Precipitaciones máximas en 24 horas, con una serie de 22 años desde 1978 al 2000.
- Número de días con precipitación igual o mayor a 10 mm., desde 1978 al 2000.
- Bandas pluviográficas con intensidades máximas diarias de los años 1997,1998, 1999.

Toda esta información se puede apreciar en el anexo N° 06.

Debido a la escasa información bibliográfica que se cuenta en nuestro medio, se tuvo que indagar sobre el particular en lugares donde se desarrollaron temas de ésta naturaleza, por lo que se tuvo que viajar a eventos como el XI Congreso Nacional de

Ingeniería Civil (Trujillo-97), o a Instituciones como la Universidad Nacional de Cajamarca - Facultad de Ingeniería, Universidad Particular de Piura - Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria, Universidad Nacional de San Martín Tarapoto - Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo - Facultad de ingeniería de Sistema y Civil (Lambayeque), Colegio de Ingenieros de San Martín - Tarapoto (biblioteca especializada), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - Tarapoto (clases de actualización), Proyecto especial Alto Mayo (mapas diversos), Empresa EPS-Moyobamba (biblioteca especializada).

Consultas a profesionales del campo de la Arquitectura, Ingeniería Agrícola e Ingeniería Civil.

3.1.3. TRABAJO DE GABINETE

Se procesaron los datos de campo con programas excel de windons 2000, obteniendo las coordenadas y cotas de todos los vértices de las poligonales, para luego realizar el ordenamiento de los perfiles de cada calle.

Estos datos se ingresaron al programa AUTOCAD 2000 y SURFER para dibujar los planos del proyecto a curvas de nivel cada 1 m., con los respectivos anchos de las calles.

Para el caso de la expansión urbana, se estudió la configuración de la ciudad y las posibles áreas de expansión, teniendo en cuenta la debida zonificación de la ciudad, y cifiéndose al Reglamento Nacional de Construcciones.

Para el análisis de las precipitaciones se desarrolló las distribuciones de probabilidades aplicando los métodos de Gumbel, Log-Pearson Tipo III y Levediev; para el cálculo del caudal se desarrolló el método del Triángulo.

En la mayoría de las viviendas el nivel de cota superior de las veredas coincide con el nivel de la rasante natural del pavimento de las calles, por lo que se consideró proponer el perfil longitudinal de la rasante del pavimento futuro (ver plano de perfiles N° PL-01 al 11); lo que nos permitió diseñar las estructuras hidráulicas.

3.2. MATERIALES

3.2.1. INFORMACIÓN BÁSICA REQUERIDA

3.2.1.1. TOPOGRAFÍA

El terreno donde se ha desarrollado el presente estudio, presenta una topografía que va de plana a ondulada, pudiéndose dividir en tres zonas, una alta, una intermedia y una baja.

El suelo es de textura arcillosa, por lo que las cimentaciones de las estructuras a construirse deberán considerar un tratamiento en el suelo de fundación, para evitar posibles agrietamientos en la base de cimentación.

La Ciudad de Calzada cuenta con un área urbana actual de 87.16 Ha. (Ver plano N° T-02), sin embargo sus manzanas no están definidas y las calles no tiene un alineamiento adecuado para garantizar su crecimiento urbano.

Para la elaboración de los planos topográficos a sido necesario realizar un levantamiento preliminar de la ciudad actual para ubicar las construcciones de material noble y posteriormente ubicar los respectivos ejes de las calles con los anchos mínimos. Ejes que nos permitirán desarrollar en un futuro el ordenamiento físico de la ciudad.

Se construyeron hitos de concreto en forma de tronco de pirámide de base inferior 30 cm², base superior 15 cm². y altura 20 cm., el cual tiene en su interior un fierro Ø ½" de L=20 cm., estos hitos se colocaron en todas las esquinas en la intersección de ambos ejes de calle de cada manzana.

La evacuación superficial se da por el centro de la calles ya que no se cuenta con pendientes apropiadas tanto longitudinales ni transversales, no existen estructuras hidráulicas propias de un buen sistema de drenaje pluvial urbano. Sólo existen cunetas naturales que se originaron por la topografía natural del suelo, ocasionando focos infecciosos ya que propician el desecho de aguas servidas, atentando la salud de la población.

a). Materiales para confeccionar hitos de concreto

- Cemento BL = 15
- Hormigón M3 = 3

- fierro de ½" L= 20 cm Var= 3
- Clavos de 4" promedio Kg = 5
- Pintura esmalte Gi = 2

b). Equipos de topografía de cómputo y herramientas

- Teodolito U = 1
- Nivel de ingeniero automático U = 1
- Brújula U = 1
- Miras plegables de 4 m U = 2
- Niveles esféricos U = 2
- Wincha de niloy de 30 m U = 2
- Jalones metálicos de 2 m U = 2
- Calculadora Casio FX 880P U = 1
- Computadora PENTIUN III-500 U = 1
- Impresora Epson LX-300 U = 1
- Impresora Stylus C60 U = 1
- Ploter U = 1
- Cámara fotográfica U = 1
- Movilidad: motocicleta, bicicletas U = 2
- Carretilla U = 2
- Barreta U = 1
- Zapapico U = 1
- Palana U = 2

c). Materiales de oficina

- Papel bond A4 de 80 grs. Millar = 2
- Papel canson Rollo = 2
- Papel ozalid Rollo = 3
- Instrumentos de dibujo.

3.2.1.1.1. PROYECCIONES Y COORDENADAS DE LAS POLIGONALES

CUADRO N° 02.- COORDENADAS DE LA POLIGONAL CERRADA I

ESTACIÓN	COORDENADAS FINALES	
	ESTE (X) m	NORTE (Y) m
E1	271516.3222933	9333436.9936133
23	271479.5061782	9333350.2488661
E2	271442.0258649	9333261.9391600
25	271355.1890207	9333300.5538664
24	271269.0283051	9333338.8679111
E3	271180.8209299	9333378.0920668
20	271221.3391347	9333462.6185416
16	271263.0287107	9333549.5886557
E4	271305.2758767	9333637.7219782
13	271384.3760544	9333601.7530275
14	271469.6301876	9333562.9857098
E5	271553.5916260	9333524.8062147
E1	271516.3222933	9333436.9936133

CÁLCULO DE LOS ERRORES EN LOS EJES

a) ERROR DE CIERRE ABSOLUTO (Ec)

$$Ec = \sqrt{(Ex)^2 + (Ey)^2}$$

$$Ec = 0.07 \text{ m}$$

Ec = Error de cierre de la poligonal

Ex = Error de las proyecciones en el eje X

Ey = Error de las proyecciones en el eje Y

b) ERROR DE CIERRE RELATIVO

$$Er = Ec/LT$$

$$Er = 1/(LT/Ec)$$

$$Er = 1/(1132,13\text{m}/0.07\text{m}) < 1/5000 \text{ OK}$$

LT = Longitud total o suma de los lados de la poligonal.

POLIGONAL TIPO III

(Plano de poblaciones)

c) CORRECCIÓN PARCIAL (Cp)

$$Cp = p + ((Ex) * Lado/LT) \text{ en X}$$

$$Cp = P + ((Ey) * Lado/LT) \text{ en Y}$$

p = Proyección Inicial

Ex, Ey = - (sumatoria de proyecciones iniciales con signo contrario al resultado)

CUADRO N° 02-A.- PROYECCIONES DE LA POLIGONAL CERRADA I

EST	Angulos Compensados	Lado	Distancia sin Correg (m)	Distancia Correg.	AZIMUT	RUMBO	PROYECCIONES SIN CORREGIR		PROYECCIONES CORREGIDAS	
							X	Y	X	Y
E1	108° 00' 00.00"	E1-23	94.23	94.234	203° 00' 00.00"	S 23° 00' 00.00" W	-36.818594	-86.739172	-36.816115	-86.744747
23	180° 00' 00.00"	23-E2	95.93	95.934	203° 00' 00.00"	S 23° 00' 00.00" W	-37.4821837	-88.304031	-37.480313	-88.309706
E2	89° 01' 25.33"	E2-25	95.04	95.035	293° 58' 34.67"	N 66° 01' 25.33" W	-86.839345	38.620329	-86.836744	38.614706
25	180° 00' 00.00"	25-24	94.30	94.295	293° 58' 34.67"	N 66° 01' 25.33" W	-86.163197	38.319624	-86.160716	38.314045
24	180° 00' 00.00"	24-E3	96.54	96.535	293° 58' 34.67"	N 66° 01' 25.33" W	-88.209915	39.229867	-88.207375	39.224156
E3	88° 22' 05.35"	E3-20	93.74	93.736	25° 36' 29.33"	N 25° 36' 29.33" E	40.515739	84.532021	40.518205	84.526475
20	180° 00' 00.00"	20-16	96.45	96.446	25° 36' 29.33"	N 25° 36' 29.33" E	41.687038	86.975820	41.689576	86.970114
16	180° 00' 00.00"	16-E4	97.74	97.736	25° 36' 29.33"	N 25° 36' 29.33" E	42.244595	88.139105	42.247166	88.133322
E4	91° 09' 29.00"	E4-13	86.89	86.894	114° 27' 0.33"	S 65° 32' 59.67" E	79.097892	-35.963810	79.100178	-35.968951
13	180° 00' 00.00"	13-14	93.65	93.655	114° 27' 0.33"	S 65° 32' 59.67" E	85.251669	-38.761777	85.254133	-38.767318
14	180° 00' 00.00"	14-E5	92.23	92.234	114° 27' 0.33"	S 65° 32' 59.67" E	83.959012	-38.174039	83.961438	-38.179495
E5	91° 27' 00.33"	E5-E1	95.39	95.394	203° 00' 00.00"	S 23° 00' 00.00" W	-37.271842	-87.806958	-37.269333	-87.812601
	Σ	L.T. =	1132.13	1132.130	COMPROBACIÓN		-0.029785	-0.066979	0.000000	0.000000
							Ex	Ey	Ex	Ey

CUADRO N° 03.- COORDENADAS DE LA POLIGONAL CERRADA II

ESTACIÓN	COORDENADAS FINALES	
	ESTE (X) m	NORTE (Y) m
E1	271516.3222933	9333436.9936133
E5	271553.5916260	9333524.8062147
E6	271573.8755423	9333572.5879418
32	271658.6984661	9333534.2537219
33	271733.7159036	9333500.3509180
E7	271831.3880241	9333456.2097310
36	271812.5002000	9333408.8457463
E8	271779.2511103	9333325.4687847
40	271683.7966115	9333365.9580115
39	271601.6444322	9333400.8047527
E1	271516.3222933	9333436.9936133

1.- CÁLCULO DE LOS ERRORES EN LOS EJES

a) ERROR DE CIERRE ABSOLUTO (Ec)

$$Ec = \sqrt{(Ex)^2 + (Ey)^2}$$

$$Ec = 0.03 \text{ m}$$

Ec = Error de cierre de la poligonal

Ex = Error de las proyecciones en el eje X

Ey = Error de las proyecciones en el eje Y

b) ERROR DE CIERRE RELATIVO

$$Er = Ec/LT$$

$$Er = 1/(LT/Ec)$$

$$Er = 1/(856.25\text{m}/0.03\text{m}) < 1/5000 \text{ OK}$$

LT = Longitud total o suma de los lados de la poligonal.

POLIGONAL TIPO III

(Plano de poblaciones)

c) CORRECCIÓN PARCIAL (Cp)

$$Cp = p + ((Ex) * Lado/LT) \text{ en X}$$

$$Cp = p + ((Ey) * Lado/LT) \text{ en Y}$$

P = Proyección Inicial

Ex, Ey = - (sumatoria de proyecciones iniciales con signo contrario al resultado)

CUADRO N° 03-A.- PROYECCIONES DE LA POLIGONAL CERRADA II

EST	Angulos Compensales	Lado	Distancia sin correg.	Distancia Correg.	AZIMUT	RUMBO	PROYECCIONES SIN		PROYECCIONES	
							CORREGIR		CORREGIDAS	
							X	Y	X	Y
E1	89° 57' 11.75"	E1-E5	95.39	95.394	23° 00' 00.00"	N 23° 00' 00.00" E	37.273405	87.810640	37.275359	87.807553
E5	180° 00' 00.00"	E5-E6	51.91	51.909	23° 00' 00.00"	N 23° 00' 00.00" E	20.282853	47.783407	20.283916	47.781727
E6	88° 40' 53.25"	E6-32	93.08	93.083	114° 19' 6.75"	S 65° 40' 53.25" E	84.821017	-38.331208	84.822924	-38.334220
32	180° 00' 00.00"	32-33	82.32	82.323	114° 19' 6.75"	S 65° 40' 53.25" E	75.015751	-33.900140	75.017438	-33.902804
33	180° 00' 00.00"	33-E7	107.18	107.183	114° 19' 6.75"	S 65° 40' 53.25" E	97.669925	-44.137719	97.672120	-44.141187
E7	92° 34' 32.25"	E7-36	50.99	50.991	201° 44' 34.50"	S 21° 44' 34.50" W	-18.888869	-47.362335	-18.887824	-47.363985
36	180° 00' 00.00"	36-E8	89.76	89.762	201° 44' 34.50"	S 21° 44' 34.50" W	-33.250929	-83.374057	-33.249090	-83.376962
E8	88° 45' 22.75"	E8-40	103.69	103.687	292° 59' 11.75"	N 67° 00' 48.25" W	-95.456623	40.492582	-95.454499	40.489227
40	180° 00' 00.00"	40-39	89.24	89.237	292° 59' 11.75"	N 67° 00' 48.25" W	-82.154007	34.849629	-82.152179	34.846741
39	180° 00' 00.00"	39-E1	92.69	92.680	292° 59' 11.75"	N 67° 00' 48.25" W	-85.330064	36.196909	-85.328166	36.193909
	Σ	L.T. =	856.25	856.249	COMPROBACIÓN		-0.017541	-0.027710	0.000000	0.000000
							Ex	Ey	Ex	Ey

CUADRO N° 04.- COORDENADAS DE LA POLIGONAL CERRADA III

ESTACIÓN	COORDENADAS FINALES	
	ESTE (X) m	NORTE (Y) m
E1	271516.32229331	9333436.99361325
39	271601.64443217	9333400.80475273
40	271683.79661150	9333365.95801148
E8	271779.25111032	9333325.46878467
E9	271865.67452585	9333288.80129888
46	271828.75385310	9333200.56814224
E10	271790.44730399	9333109.02301327
52	271707.45109167	9333145.42849847
E11	271616.65252110	9333185.25641259
51	271528.14148785	9333224.15041140
E2	271442.02586488	9333261.93916001
23	271479.50617819	9333350.24886605
E1	271516.32229331	9333436.99361325

1.- CÁLCULO DE LOS ERRORES EN LOS EJES

a) ERROR DE CIERRE ABSOLUTO (Ec)

$$Ec = \sqrt{(Ex)^2 + (Ey)^2}$$

$$Ec = 0.08 \text{ m}$$

Ec = Error de cierre de la poligonal

Ex = Error de las proyecciones en el eje X

Ey = Error de las proyecciones en el eje Y

b) ERROR DE CIERRE RELATIVO

$$Er = Ec/LT$$

$$Er = 1/(LT/Ec)$$

$$Er = 1/(1145,04\text{m}/0,08\text{m}) < 1/5000 \text{ OK}$$

LT = Longitud total o suma de los lados de la poligonal.

POLIGONAL TIPO III

(Plano de poblaciones)

c) CORRECCIÓN PARCIAL (Cp)

$$Cp = p + ((Ex) * Lado/LT) \text{ en X}$$

$$Cp = P + ((Ey) * Lado/LT) \text{ en Y}$$

P = Proyección Inicial

Ex, Ey = - (sumatoria de proyecciones iniciales con signo contrario al resultado)

CUADRO N° 04-A.- PROYECCIONES DE LA POLIGONAL CERRADA III

EST	Angulos Compensales	Lado	Distancia sin correg. Correg	Distancia Correg	AZIMUT	RUMBO	PROYECCIONES SIN		PROYECCIONES	
							CORREGIR		CORREGIDAS	
							X	Y	X	Y
E1	90° 00' 48.25"	E1-39	92.69	92.680	112° 59' 11.75"	S 67° 00' 48.25" E	85.330064	-36.196909	85.327933	-36.202698
39	180° 00' 00.00"	39-40	89.24	89.237	112° 59' 11.75"	S 67° 00' 48.25" E	82.154007	-34.849629	82.151956	-34.855203
40	180° 00' 00.00"	40-E8	103.69	103.687	112° 59' 11.75"	S 67° 00' 48.25" E	95.456623	-40.492582	95.454239	-40.499058
E8	180° 00' 00.00"	E8-E9	93.88	93.880	112° 59' 11.75"	S 67° 00' 48.25" E	86.425574	-36.661622	86.423416	-36.667486
E9	90° 16' 47.39"	E9-46	95.64	95.646	202° 42' 24.36"	S 22° 42' 24.36" W	-39.918474	-88.227183	-36.960673	-88.233157
46	180° 00' 00.00"	46-E10	99.23	99.237	202° 42' 24.36"	S 22° 42' 24.36" W	-38.304268	-91.538931	-38.306549	-91.545129
E10	89° 01' 07.56"	E10-52	90.63	90.630	293° 41' 16.80"	N 66° 18' 43.20" W	-82.994129	36.411146	-82.996212	36.405485
52	180° 00' 00.00"	52-E11	99.15	99.150	293° 41' 16.80"	N 66° 18' 43.20" W	-90.796291	39.834107	-90.728571	39.827914
E11	179° 59' 44.23"	E11-51	96.68	96.680	293° 43' 32.57"	N 66° 16' 27.43" W	-88.508810	38.900037	-88.511033	38.893999
51	180° 00' 00.00"	51-E2	94.07	94.042	293° 43' 32.57"	N 66° 16' 27.43" W	-86.119402	37.849881	-86.121565	37.844006
E2	90° 43' 32.57"	E2-23	95.93	95.934	23° 0' 00.00"	N 23° 0' 0.00" E	37.482837	88.304031	37.480632	88.298039
23	180° 00' 00.00"	23-E1	94.23	94.234	23° 0' 00.00"	N 23° 0' 0.00" E	36.818594	86.739172	36.816428	86.733287
	Σ	L.T. =	1145.06	1145.036	COMPROBACIÓN		0.026327	0.071515	0.000000	0.000000
							Ex	Ey	Ex	Ey

CUADRO N° 05.- COORDENADAS DE LA POLIGONAL CERRADA IV

ESTACIÓN	COORDENADAS FINALES	
	ESTE (X) m	NORTE (Y) m
E2	271442.02586488	9333261.93916001
57	271406.60558556	9333175.60389033
E13	271366.97228648	9333078.92204363
E14	271368.22825881	9333078.30354002
66	271331.71207122	9332988.54723941
E15	271294.58162786	9332897.28110629
69	271198.50269648	9332934.90760640
68	271112.80257293	9332968.46955034
67	271017.20412467	9333005.90788330
E16	270615.55121666	9333045.71726814
62	270954.25186361	9333140.84969957
58	271002.14816290	9333258.58652744
53	271034.60633241	9333338.37394261
E12	271070.69068569	9333427.07510228
E3	271180.82092990	9333378.09206678
24	271269.02830510	9333338.86791112
25	271355.18922068	9333300.55386639
E1	271442.02586488	9333261.93916001

1.- CÁLCULO DE LOS ERRORES EN LOS EJES

a) ERROR DE CIERRE ABSOLUTO (Ec)

$$Ec = \sqrt{(Ex)^2 + (Ey)^2}$$

$$Ec = 0.05 \text{ m}$$

Ec = Error de cierre de la poligonal

Ex = Error de las proyecciones en el eje X

Ey = Error de las proyecciones en el eje Y

b) ERROR DE CIERRE RELATIVO

$$Er = Ec/LT$$

$$Er = 1/(LT/Ec)$$

$$Er = 1/(1619,80\text{m}/0,05\text{m}) < 1/5000 \text{ OK}$$

LT = Longitud total o suma de los lados de la poligonal.

POLIGONAL TIPO III

(Plano de poblaciones)

c) CORRECCIÓN PARCIAL (Cp)

$$Cp = p + ((Ex) * Lado/LT) \text{ en X}$$

$$Cp = P + ((Ey) * Lado/LT) \text{ en Y}$$

P = Proyección Inicial

Ex, Ey = - (sumatoria de proyecciones iniciales con signo contrario al resultado)

CUADRO N° 05-A.- PROYECCIONES DE LA POLIGONAL CERRADA IV

EST	Angulos Compensales	Lado	Distancia Sin Correg	Distancia Correg	AZIMUT	RUMBO	PROYECCIONES SIN CORREGIR		PROYECCIONES CORREGIDAS	
							X	Y	X	Y
E2	91° 41' 8.35"	E2- 57	93.32	93.319	202° 17' 26.32"	S 22° 17' 26.32" W	-35.396247	-86.345125	-35.398313	-86.343240
57	180° 00' 00.00"	57-E13	104.49	104.490	202° 17' 26.32"	S 22° 17' 26.32" W	-39.633620	-96.681715	-39.635933	-96.679604
E13	266° 04' 21.85"	E13-E14	1.40	1.400	116° 13' 4.47"	S 63° 46' 55.53" E	1.255973	-0.618503	1.255942	-0.618475
E14	94° 41' 45.86"	E14-66	96.900	96.900	202° 8' 18.61"	S 22° 8' 18.61" W	-36.516486	-89.756179	-36.518631	-89.754222
66	180° 00' 00.00"	66-E15	98.530	98.530	202° 8' 18.61"	S 22° 8' 18.61" W	-37.130746	-91.266010	-37.132928	-91.264019
E15	90° 45' 10.00"	E15-69	103.184	103.184	291° 23' 8.61"	N 68° 36' 51.39" W	-96.076647	37.624416	-96.078931	37.626500
69	180° 00' 00.00"	69-68	92.038	92.038	291° 23' 8.61"	N 68° 36' 51.39" W	-85.698086	33.560085	-85.700124	33.561944
68	180° 00' 00.00"	68-67	102.668	102.668	291° 23' 8.61"	N 68° 36' 51.39" W	-95.596175	37.436259	-95.598448	37.438333
67	180° 00' 00.00"	67-E16	109.170	109.170	291° 23' 8.61"	N 68° 36' 51.39" W	-101.650491	39.807179	-101.652908	39.809385
E16	89° 14' 50.00"	E16-62	102.703	102.703	22° 8' 18.61"	N 22° 8' 18.61" W	38.702921	95.130357	38.700647	95.132431
62	180° 00' 00.00"	62-58	127.106	127.106	22° 8' 18.61"	N 22° 8' 18.61" W	47.899113	117.734260	47.896299	117.736828
58	180° 00' 00.00"	58-53	86.137	86.137	22° 8' 18.61"	N 22° 8' 18.61" W	32.460076	79.785675	32.458170	79.787415
53	180° 00' 00.00"	53-E12	95.760	95.760	22° 8' 18.61"	N 22° 8' 18.61" W	363086473	88.699225	36.084353	88.701160
E12	88° 09' 43.94"	E12-E3	120.532	120.532	113° 58' 34.67"	S 66° 1' 25.33" E	110.129905	-48.978412	110.127237	-48.975977
E3	180° 00' 00.00"	E3-24	96.535	96.535	113° 58' 34.67"	S 66° 1' 25.33" E	88.205674	-39.227981	88.203537	-39.226031
24	180° 00' 00.00"	24-25	94.295	94.295	113° 58' 34.67"	S 66° 1' 25.33" E	86.159054	-38.317781	86.156966	-38.315876
25	180° 00' 00.00"	25-E2	95.035	95.035	113° 58' 34.67"	S 66° 1' 25.33" E	86.835169	-38.618472	86.833065	-38.616552
	Σ	L.T. =	1619.79	1619.803	COMPROBACIÓN		0.035860	-0.032724	0.000000	0.000000
							Ex	Ey	Ex	Ey

CUADRO Nº 06.- COORDENADAS DE LA POLIGONAL CERRADA V

ESTACIÓN	COORDENADAS FINALES	
	ESTE (X) m	NORTE (Y) m
E15	271294.58162786	9332897.28110629
74	271256.65856220	9332804.07030073
E17	271218.21920320	9332709.59050179
77	271122.65250097	9332748.47085616
76	271037.40924789	9332783.15121876
75	270942.32050885	9332821.83711860
E18	270841.20998937	9332862.97291941
70	270879.64737871	9332957.45334264
E16	270915.55121666	9333045.71726814
67	271017.20412467	9333005.90788330
68	271112.80257293	9332968.46955034
69	271198.50269648	9332934.90760640
	271294.58162786	9332897.28110629

1.- CÁLCULO DE LOS ERRORES EN LOS EJES

a) ERROR DE CIERRE ABSOLUTO (Ec)

$$Ec = \sqrt{(Ex)^2 + (Ey)^2}$$

$$Ec = 0.01 \text{ m}$$

Ec = Error de cierre de la poligonal

Ex = Error de las proyecciones en el eje X

Ey = Error de las proyecciones en el eje Y

b) ERROR DE CIERRE RELATIVO

$$Er = Ec/LT$$

$$Er = 1/(LT/Ec)$$

$$Er = 1/(1213,994\text{m}/0,01\text{m}) < 1/5000 \text{ OK}$$

LT = Longitud total o suma de los lados de la poligonal.

POLIGONAL TIPO III

(Plano de poblaciones)

c) CORRECCIÓN PARCIAL (Cp)

$$Cp = p + ((Ex) * Lado/LT) \text{ en X}$$

$$Cp = P + ((Ey) * Lado/LT) \text{ en Y}$$

P = Proyección Inicial

Ex, Ey = - (sumatoria de proyecciones iniciales con signo contrario al resultado)

CUADRO Nº 06-A.- PROYECCIONES DE LA POLIGONAL CERRADA V

EST	Angulos Compensales	Lado	Distancia Correg	Distancia Correg	AZIMUT	RUMBO	PROYECCIONES SIN CORREGIR		PROYECCIONES CORREGIDAS	
							X	Y	X	Y
E15	81° 14' 15.00"	E15-74	100.63	100.630	202° 8' 18.61"	S 22° 8' 18.61" W	-37.922094	-93.211114	-37.923066	-93.210806
74	180° 00' 00.00"	74-E17	102.00	102.00	202° 8' 18.61"	S 22° 8' 18.61" W	-38.438374	-94.480111	-38.439359	-94.479799
E17	90° 00' 00.00"	E17-77	103.17	103.173	202° 8' 18.61"	N 67° 51' 41.39" W	-95.565706	38.880039	-95.566702	38.880354
77	180° 00' 00.00"	77-76	92.03	92.028	202° 8' 18.61"	N 67° 51' 41.39" W	-85.242365	34.680081	-85.243253	34.680363
76	180° 00' 00.00"	76-75	102.66	102.657	202° 8' 18.61"	N 67° 51' 41.39" W	-95.087748	38.685586	-95.088739	38.685900
75	180° 00' 00.00"	75-E18	109.16	109.158	202° 8' 18.61"	N 67° 51' 41.39" W	-101.109466	41.135467	-101.10519	41.135801
E18	90° 00' 00.00"	E18-70	102.00	102.00	202° 8' 18.61"	N 22° 8' 18.61" E	38.438374	94.480111	38.437389	94.480423
70	180° 00' 00.00"	70-E16	95.28	95.287	202° 8' 18.61"	N 22° 8' 18.61" E	35.907094	88.258318	35.906174	88.258609
E16	90° 45' 10.00"	E16-67	109.17	109.170	111° 23' 8.61"	S 68° 36' 51.39" E	101.653336	-39.808293	101.652281	-39.807959
67	180° 00' 00.00"	67-68	102.67	102.668	111° 23' 8.61"	S 68° 36' 51.39" E	95.598850	-37.437306	95.597859	-37.436992
68	180° 00' 00.00"	68-69	92.04	92.038	111° 23' 8.61"	S 68° 36' 51.39" E	85.700484	-33.561024	85.699595	-33.560742
69	180° 00' 00.00"	69-E15	103.18	103.184	111° 23' 8.61"	S 68° 36' 51.39" E	96.079335	-37.625468	96.078339	-37.625153
	Σ	L.T. =	1213.98	1213.993	COMPROBACIÓN		0.011721 Ex	-0.003715 Ey	0.000000 Ex	0.000000 Ey

CUADRO N° 07.- COORDENADAS DE LA POLIGONAL CERRADA VI

ESTACIÓN	COORDENADAS FINALES	
	ESTE (X) m	NORTE (Y) m
E2	271442.02586488	9333261.93916001
51	271528.14148785	9333224.15041140
E11	271616.65252110	9333185.25641259
90	271584.21662269	9333097.89353416
E19	271556.29856914	9333022.69902318
93	271516.01039186	9332914.18680966
E20	271482.42240822	9332823.72090378
95	271391.73776241	9332859.23385735
E15	271291.58162786	9332897.28110629
66	271331.71207122	9332988.54723941
E14	271368.22825881	9333078.30354002
E13	271366.97228648	9333078.92204363
57	271406.60558556	9333175.60389033
	271442.02586488	93333261.93916001

1.- CÁLCULO DE LOS ERRORES EN LOS EJES

a) ERROR DE CIERRE ABSOLUTO (Ec)

$$Ec = \sqrt{(Ex)^2 + (Ey)^2}$$

$$Ec = 0.00 \text{ m}$$

Ec = Error de cierre de la poligonal

Ex = Error de las proyecciones en el eje X

Ey = Error de las proyecciones en el eje Y

b) ERROR DE CIERRE RELATIVO

$$Er = Ec/LT$$

$$Er = 1/(LT/Ec)$$

$$Er = 1/(1172,74\text{m}/0,00\text{m}) < 1/5000 \text{ OK}$$

LT = Longitud total o suma de los lados de la poligonal.

POLIGONAL TIPO III

(Plano de poblaciones)

c) CORRECCIÓN PARCIAL (Cp)

$$Cp = p + ((Ex) * Lado/LT) \text{ en X}$$

$$Cp = P + ((Ey) * Lado/LT) \text{ en Y}$$

P = Proyección Inicial

Ex, Ey = -(sumatoria de proyecciones iniciales con signo contrario al resultado)

CUADRO Nº 07-A.- PROYECCIONES DE LA POLIGONAL CERRADA VI

EST	Angulos Compensales.	Lado	Distancia Sin Correg	Distancia Correg	AZIMUT	RUMBO	PROYECCIONES SIN CORREGIR		PROYECCIONES CORREGIDAS	
							X	Y	X	Y
E2	88° 33' 53.75"	E2-07	94.07	94.042	113° 43' 32.57"	S 66° 16' 27.43" E	86.119402	-37.849881	86.119142	-37.849691
51	180° 00' 00.00"	51-E11	96.68	96.680	113° 43' 32.57"	S 66° 16' 27.43" E	88.508810	-38.900037	88.508543	-38.899842
E11	93° 21' 25.41"	E11-90	93.19	93.190	200° 22' 7.16"	S 20° 22' 7.16" W	-32.435641	-87.363066	-32.435898	-87.362878
90	180° 00' 00.00"	90-E12	80.21	80.210	200° 22' 7.16"	S 20° 22' 7.16" W	-27.917832	-75.194672	-27.918054	-75.194511
E19	180° 00' 00.00"	E19-93	115.75	115.750	200° 22' 7.16"	S 20° 22' 7.16" W	-40.287857	-108.512447	-40.288177	-108.512214
93	180° 00' 00.00"	93-E20	96.50	96.500	200° 22' 7.16"	S 20° 22' 7.16" W	-33.587717	-90.466100	-33.587984	-90.465906
E20	88° 58' 58.55"	E20-95	97.39	97.390	291° 23' 8.61"	N 68° 36' 51.39" W	-90.684377	35.512758	-90.684646	35.512954
95	180° 00' 00.00"	95-E15	104.34	104.340	291° 23' 8.61"	N 68° 36' 51.39" W	-97.155846	38.047039	-97.156135	38.047249
E15	89° 14' 50.00"	E15-66	98.53	98.530	22° 8' 18.61"	N 22° 8' 18.61" E	37.130716	91.265935	37.130443	91.266133
66	180° 00' 00.00"	66-E14	96.90	96.900	22° 8' 18.61"	N 22° 8' 18.61" E	36.516455	89.756106	36.516188	89.756301
E14	265° 55' 14.14"	E14-E13	1.40	1.400	296° 13' 4.47"	N 63° 46' 55.53" W	-1.255968	0.618501	-1.255972	0.618504
E13	93° 00' 00.00"	E13-57	104.49	104.490	22° 17' 26.32"	N 22° 17' 26.32" E	39.633588	96.681636	39.633299	96.681847
57	180° 00' 00.00"	57-E2	93.38	93.319	22° 17' 26.32"	N 22° 17' 26.32" E	35.419508	86.401868	35.419250	86.402056
	Σ	L.T. =	1172.83	1172.741	COMPROBACIÓN		0.003242	-0.002361	0.000000	0.000000
							Ex	Ey	Ex	Ey

CUADRO Nº 08.- COORDENADAS DE LA POLIGONAL CERRADA VII

ESTACIÓN	COORDENADAS FINALES	
	ESTE (X) m	NORTE (Y) m
E11	271616.65252110	9333185.25641259
52	271707.45109167	9333145.42849847
E10	271790.44730399	9333109.02301327
E21	271902.89998968	9333059.68909089
E22	271939.31351532	9333046.38006056
E23	271935.57130718	9332976.28082447
E24	271960.87574815	9332873.50164445
115	271847.74270093	9332915.22473354
114	271727.85432164	9332959.43916649
113	271645.40174086	9332989.84740226
E19	271556.29856914	9333022.69902318
90	271584.21662269	9333097.89353416
	271616.65252110	9333185.25641259

1.- CÁLCULO DE LOS ERRORES EN LOS EJES

a) ERROR DE CIERRE ABSOLUTO (Ec)

$$Ec = \sqrt{(Ex)^2 + (Ey)^2}$$

$$Ec = 0.02 \text{ m}$$

Ec = Error de cierre de la poligonal

Ex = Error de las proyecciones en el eje X

Ey = Error de las proyecciones en el eje Y

b) ERROR DE CIERRE RELATIVO

$$Er = Ec/LT$$

$$Er = 1/(LT/Ec)$$

$$Er = 1/(1132,00\text{m}/0,02\text{m}) < 1/5000 \text{ OK}$$

LT = Longitud total o suma de los lados de la poligonal.

POLIGONAL TIPO III

(Plano de poblaciones)

c) CORRECCIÓN PARCIAL (Cp)

$$Cp = p + ((Ex) * Lado/LT) \text{ en X}$$

$$Cp = p + ((Ey) * Lado/LT) \text{ en Y}$$

P = Proyección Inicial

Ex, Ey = - (sumatoria de proyecciones iniciales con signo contrario al resultado)

CUADRO N° 08-A.- PROYECCIONES DE LA POLIGONAL CERRADA VII

EST	Angulos Compensales	LADO	Distancia Sin Correg	Distancia Correg	AZIMUT	RUMBO	PROYECCIONES SIN CORREGIR		PROYECCIONES CORREGIDAS	
							Y	X	Y	X
E11	86° 40' 50.36"	E11-52	99.15	99.150	113° 41' 16.8"	S 66° 18' 43.2" E	90.796291	-39.834107	90.795471	-39.832723
52	180° 00' 00.00"	52-E10	90.63	90.630	113° 41' 16.8"	S 66° 18' 43.2" E	82.994129	-36.411146	82.993379	-36.409881
E10	180° 00' 00.00"	E10-E21	122.80	122.798	113° 41' 16.8"	S 66° 18' 43.2" E	112.453702	-49.335636	112.452686	-49.333922
E21	183° 36' 36.76"	E21-E22	38.77	38.770	110° 4' 40.04"	S 69° 55' 19.96" E	36.413846	-13.309571	36.413526	-13.309030
E22	107° 01' 21.01"	E22-E23	70.20	70.199	183° 3' 19.03"	S 3° 3' 19.03" W	-3.741627	-70.100216	-3.742208	-70.099236
E23	196° 53' 12.51"	E23-E24	105.85	105.848	106° 10' 6.52"	S 13° 49' 53.48" E	25.305317	-102.780657	25.304441	-102.779180
E24	55° 55' 30.93"	E24-115	120.58	120.582	290° 14' 35.59"	N 69° 45' 24.41" W	-113.132050	41.721407	-113.133047	41.723089
115	180° 00' 00.00"	115-114	127.78	127.782	290° 14' 35.59"	N 69° 45' 24.41" W	-119.887322	44.212650	-119.888379	44.214433
114	180° 00' 00.00"	114-113	87.88	87.881	290° 14' 35.59"	N 69° 45' 24.41" W	-82.451854	30407010	-82.452581	30.408236
113	180° 00' 00.00"	113-E19	94.96	94.966	290° 14' 35.59"	N 69° 45' 24.41" W	-89.094538	32.856732	-89.095324	32.858057
E19	89° 52' 28.43"	E19-E13	80.21	80.210	20° 22' 7.16"	N 20° 22' 7.16" E	27.917832	75.194672	27.917168	75.195792
90	180° 00' 00.00"	90-E11	93.19	93.190	20° 22' 7.16"	N 20° 22' 7.16" E	32.435641	87.363066	32.434870	87.364366
	Σ	L.T. =	1132.00	1132.005	COMPROBACIÓN		0.00936644	-0.0157947	0.000000	0.000000
							Ex	Ey	Ex	Ey

CUADRO N° 09.- COORDENADAS DE LA POLIGONAL ABIERTA 1

EST	Angulos Cmpensales	Lado	Distancia Sin Correg	Distancia Correg	AZIMUT	RUMBO	PROYECCIONES		COORDENADAS FINALES	
							X	Y	ESTE (X) m	NORTE (Y) m
E24									271960.87574815	9332873.50164445
123	124° 04' 29.07"	E21-97	77.70	77.700	166° 10' 6.52"	S 13° 49' 53.48" E	18.575561	-75.446925	271979.45095448	9332798.05463186
127	180° 00' 00.00"	97-99	100.50	100.500	166° 10' 6.52"	S 13° 49' 53.48" E	24.026305	-97.585791	272003.47680052	9332700.46872754
131	180° 00' 00.00"	99-102	116.90	116.900	166° 10' 6.52"	S 13° 49' 53.48" E	27.947015	-133.510239	272031.42328213	9332586.95835723
135	180° 00' 00.00"	102-106	70.48	70.480	166° 10' 6.52"	S 13° 49' 53.48" E	16.849492	-68.436284	272048.27240893	9332518.52217088
E25	180° 00' 00.00"	106-E22	163.62	163.620	166° 10' 6.52"	S 13° 49' 53.48" E	39.116258	-158.875494	272087.38796428	9332359.64631543
L.T =				529.200						

CUADRO N° 10.- COORDENADAS DE LA POLIGONAL ABIERTA 2

EST	Angulos Cmpensales	Lado	Distancia Sin Correg	Distancia Correg	AZIMUT	RUMBO	PROYECCIONES		COORDENADAS FINALES	
							X	Y	ESTE (X) m	NORTE (Y) m
E17									271218.21920320	9332709.59050179
82	124° 04' 29.07"	E17-82	102.00	102.000	202° 8' 18.61"	S 22° 8' 18.61" W	-38.438374	-94.480111	27119.778862221	9332615.11077752
88	180° 00' 00.00"	82-88	56.00	56.000	202° 8' 18.61"	S 22° 8' 18.61" W	-21.103421	-51.871434	271158.68593026	9332563.23955834
E26	180° 00' 00.00"	88-E26	74.00	74.000	202° 8' 18.61"	S 22° 8' 18.61" W	-27.886664	-68.544394	271130.78932823	9332494.69515723
L.T =				232.000						

CUARO N° 11.- COORDENADAS DE LA TRIANGULACIÓN 1

EST	Angulos Compensados.	Lado	Distancia Sin Correg	Distancia Correg	AZIMUT	RUMBO	PROYECCIONES		COORDENADAS FINALES	
							X	Y	ESTE (X) m	NORTE (Y) m
E25	62° 23' 40.67"								270287.38796428	9332359.64631543
136	180° 09' 08.95"	E25-136	128.54	128.536	283° 46' 25.85"	N 76° 13' 34.15 W	-124.839698	30.603156	271962.54837973	9332390.24944302
I	179° 28' 28.38"	136-I	134.69	134.690	283° 37' 16.9"	N 76° 22' 43.10"W	-130.605210	32.919222	271831.64630610	9332421.96965736
A	234° 07' 04.97"	I-A	148.08	148.078	284° 8' 48.52"	N 75° 51' 11.48"W	-114.646214	93.719474	271688.05878608	9332458.16108149
B	129° 56' 57.99"	A-B	192.76	192.760	230° 44' 6.51"	S 50° 44' 6.51" E	-149.240293	-121.998985	271538.81882311	9332336.16236653
C	65° 18' 56.01"	B-C	133.37	133.367	280° 47' 8.523"	N 79° 12' 51.48"W	-131.011013	24.957801	271407.80780980	9332361.12016115
D	186° 07' 22.00"	C-D	121.67	121.670	35° 28' 12.51"	N 35° 28' 12.51" E	70.602500	99.090241	271478.41054600	9332460.21073439
E	225° 17' 21.00"	D-E	145.92	145.919	29° 20' 50.51"	N 29° 20' 50.51" W	71.515367	127.192401	271549.92579888	9332587.40293282
E20		E-E20	245.77	245.770	344° 3' 29.51"	N 15° 56' 30.49" W	-67.503392	236.317974	271482.42240821	9332823.72090379
L.T.			1250.791							

CUADRO N° 11-A.- COORDENADAS DE LA TRIANGULACIÓN 1

EST	Angulos Compensados	Lado	Distancia Sin Correg Correg	Distancia Correg	AZIMUT	RUMBO	PROYECCIONES		COORDENADAS FINALES	
							X	Y	ESTE (X) m	NORTE (Y) m
136									271962.54837973	9332390.24944302
H	115° 23' 35.17"	1365-H	102.72	102.719	348° 22' 50.68"	N 11° 37' 9.32" E	-20.688338	100.614043	271941.86013105	9332490.86304005
G	250° 15' 32.22"	H-G	124.06	124.057	278° 7' 18.46"	N 81° 52' 41.54" E	-122.812707	17.526501	271819.04779116	9332508.38949528
F	102° 06' 27.95"	G-F	278.64	278.644	356° 0' 50.51"	N 3° 59' 9.49" E	-19.369154	277.969989	271799.67866654	9332786.35905999
Fa	156° 24' 31.05"	F-Fa	45.99	45.990	19° 36' 19.5"	N 19° 36' 19.5" E	15.431514	43.323764	271815.11018199	9332829.68282286
115	178° 43' 28.45"	Fa-115	91.56	91.555	20° 52' 51.05"	N 20° 52' 51.05" E	32.632554	85.542004	271847.74270092	9332925.22473354
L.T =			642.964							

3.2.1.1.2. COTAS ABSOLUTAS DE LAS POLIGONALES

CUADRO Nº 12.- COTAS DE LA POLIGONAL CERRADA I

ACTIVIDAD : NIVELACION DE POLIGONALES						LOCALIDAD : Calzada	FECHA: Mayo – 200	TIEMPO : Bueno	
PUNT	LONG	PROM. (IDA Y VUELT)		VIST. COMPENSADAS		LEVANTO : Bach. José Luis Noriega Dávila			EQUIPO: nivel automático Kern GK –1-A(swiss)
		V. TRAS (+)	V. ADEL (-)	V. ATRÁS (-)	V. ADEL (+)	H. INST.	COTA	OBSERVACION	
BM2*		1.069		1.069		854.188	853.119	CENTRO PLAZA DE ARMAS (COTA CONOCIDA)	
E1		1.372	1.717	1.372	1.717	853.843	852.471	Av. A. Ugarte/ Jr. Leoncio Prado	
23	94.234	0.473	2.736	0.473	2.736	851.580	851.107	Av. A. Ugarte/ Jr. Independencia	
E2	95.934	0.917	4.650	0.917	4.650	847.847	846.930	Av. A. Ugarte/ Jr. Nicanor Reátegui	
25	95.035	0.892	1.875	0.892	1.875	846.864	845.972	Jr. Nicanor Reátegui / Jr. José Olaya	
24	94.295	0.936 +	2.522	0.937	2.522	845.279	844.342	Jr. Nicanor Reátegui / Jr. Unión	
E3	96.535	3.398	2.142 –	3.398	2.141	846.536	843.138	Jr. Nicanor Reátegui / Jr. Porvenir	
20	93.736	4.091	0.126	4.091	0.126	850.501	846.410	Jr. Porvenir / Jr. Independencia	
16	96.446	3.971 +	0.213	3.972	0.213	854.260	850.288	Jr. Porvenir / Jr. Leoncio Prado	
E4	97.736	1.646	0.141 –	1.646	0.140	855.766	854.120	Jr. Porvenir / Jr. Arica	
13	86.894	1.826	1.381	1.826	1.381	856.211	854.385	Jr. Arica / Jr. Unión	
14	93.655	1.195	1.451	1.195	1.451	855.955	854.760	Jr. Atica / Jr. José Olaya	
E5	92.234	1.118	2.035	1.118	2.035	855.038	853.920	Jr. Arica/ Av. Alfonso Ugarte	
E1	95.394	1.862	2.567	1.862	2.567	854.333	852.471	Av. A. Ugarte / Jr. Leoncio Prado	
BM2*			1.214		1.214	853.119	853.119	CENTRO PLAZA DE ARMAS (COTA CONOCIDA)	
Σ	1132.130	24.766	24.770	21.837	21.837				

Error -0.004 0.000

Nivelación de precisión

$$e = 0.020 \sqrt{1132.130/1000}$$

$$e = 0.004 \sqrt{1132.130/1000}$$

e = 0.02128 > e = 0.0042561 OK

CUADRO N° 13.- COTAS DE LA POLIGONAL CERRADA II

ACTIVIDAD : NIVELACION DE POLIGONALES						LOCALIDAD : Calzada	FECHA: Mayo – 2000	TIEMPO : Bueno	
PUNT	LONG	PROM. (IDA Y VUELTO)		VIST. COMPENSADAS		LEVANTO : Bach. José Luis Noriega Dávila			EQUIPO: nivel automático
		V. TRAS (+)	V. ADEL (-)	V. ATRÁS (-)	V. ADEL (+)	H. INST.	COTA	OBSERVACION	Kern GK –1-A(swiss)
E1		2.337		2.337		854.808	852.471	Av. A. Ugarte/ Jr. Leoncio Prado	
E5	95.394	1.800	0.888	1.800	0.888	855.720	853.920	Av. A. Ugarte/ Jr. Arica	
E6	51.909	1.643	1.263	1.643	1.263	856.100	854.457	Av. A. Ugarte/ Jr. Benavides	
32	93.083	1.613	1.904	1.613	1.904	855.809	854.196	Jr. Benavides/ Jr. Iquitos	
33	82.323	1.515 -	1.681	1.514	1.681	855.642	854.128	Jr. Benavides/ Jr. Arequipa	
E7	107.183	1.231	2.088 +	1.231	2.089	854.784	853.553	Jr. Benavides/ Jr. Lima	
36	50.991	1.115	2.016	1.115	2.016	853.883	852.768	Jr. Lima/ Jr. Arica	
E8	89.762	1.998 -	2.269	1.997	2.269	853.611	851.614	Jr. Lima/ jr. Leoncio Prado	
40	103.687	1.713	1.549 +	1.713	1.550	853.774	852.061	Jr. Leoncio Prado/ Jr. Arequipa	
39	89.237	1.577	1.212	1.577	1.212	854.139	852.562	Jr. Leoncio Prado/ Jr. Iquitos	
E1	92.680		1.668		1.668		852.471	Jr. Leoncio Prado/Av. Alfonso Ugarte.	
Σ	856.249	16.542	16.538	16.540	16.540				

Error 0.004 0.000

Nivelación de precisión

$$e = 0.020 \sqrt{856.249/1000}$$

$$e = 0.01851$$

>

$$e = 0.004 \sqrt{856.249/1000}$$

$$e = 0.0037013 \quad \text{OK}$$

CUADRO N° 14.- COTAS DE LA POLIGONAL CERRADA III

ACTIVIDAD : NIVELACION DE POLIGONALES						LOCALIDAD : Calzada	FECHA: Mayo – 2000	TIEMPO : Bueno	
PUNT	LONG	PROM. (IDA Y VUELT)		VIST. COMPENSADAS		LEVANTO : Bach. José Luis Noriega Dávila			EQUIPO: nivel automático Kern GK –1-A(swiss)
		V. TRAS (+)	V. ADEL (-)	V. ATRÁS (-)	V. ADEL (+)	H. INST.	COTA	OBSERVACION	
E1		1.669		1.669		854.140	852.471	Jr. Leoncio Prado/ Av. Alfonso Ugarte	
39	92.680	1.212	1.578	1.212	1.578	853.774	852.562	Jr. Leoncio Prado/ Jr. Iquitos	
40	89.237	1.548 -	1.713	1.547	1.713	853.608	852.061	Jr. Leoncio Prado/ Jr. Arequipa	
E8	103.687	1.510	1.993 +	1.510	1.994	853.124	851.614	Jr. Leoncio Prado/ Jr. Lima	
E9	93.880	1.385	1.379	1.385	1.379	853.130	851.745	Jr. Leoncio Prado/ Jr. Bolognesi	
46	95.646	0.555	2.482	0.555	2.482	851.203	850.648	Jr. Bolognesi/ Jr. Independencia	
E10	99.237	1.423	2.460	1.423	2.460	850.166	848.743	Jr. Bolognesi/ Jr. Nicanor Reátegui	
52	90.630	1.079	2.018	1.079	2.018	849.227	848.148	Jr. Nicanor Reátegui/ Jr. Lima	
E11	99.150	1.651	1.984	1.651	1.984	848.894	874.243	Jr. Nicanor Reátegui/ Jr. Arequipa	
51	96.680	1.964	1.984	1.964	1.984	848.874	846.910	Jr. Nicanor Reátegui/ Jr. Iquitos	
E2	94.042	4.650	1.944	4.650	1.944	851.580	846.930	Jr. Nicanor Reátegui/ Av. Alfonso Ugarte	
23	95.934	2.736	0.473	2.736	0.473	853.843	851.107	Av. Alfonso Ugarte/ Jr. Independencia	
E1	94.234		1.372		1.372		852.471	Av. Alfonso Ugarte/ Jr. Leoncio Prado.	
Σ	1145.036	21.382	21.380	21.381	21.381				

Error 0.002 0.000

Nivelación de precisión

$$e = 0.020 \sqrt{1145.036/1000}$$

$$e = 0.0214$$

>

$$e = 0.002 \sqrt{1145.036/1000}$$

$$e = 0.0021401 \text{ OK}$$

CUADRO N° 15.- COTAS DE LA POLIGONAL CERRADA IV

ACTIVIDAD : NIVELACION DE POLIGONALES						LOCALIDAD : Calzada		FECHA: Mayo – 2000	TIEMPO : Bueno
PUNT	LONG	PROM. (IDA Y VUELT)		VIST. COMPENSADAS		LEVANTO : Bach. José Luis Noriega Dávila			EQUIPO: nivel automático
		V. TRAS (+)	V. ADEL (-)	V. ATRÁS (-)	V. ADEL (+)	H. INST.	COTA	OBSERVACION	Kern GK –1-A(swiss)
E2		0.208		0.208		847.138	846.930	Av. Alfonso Ugarte/ Jr. Nicanor Reátegui	
57	93.319	0.703	2.996	0.703	2.996	844.845	844.142	Av. Alfonso Ugarte/ Jr. Dos de Mayo	
E13	104.490	1.452	1.900	1.452	1.900	844.397	842.945	Av. Alfonso Ugarte/ Av. Central	
E14	1.400	1.460	1.460	1.490	1.460	844.397	842.937	Av. Alfonso Ugarte/ Av. Central	
66	96.900	1.529	2.118	1.529	2.118	843.808	842.279	Av. Alfonso Ugarte/ Jr. Los Olivos	
E15	95.530	0.700	1.570	0.700	1.570	842.938	842.238	Av. Alfonso Ugarte/ Jr. Los Jazmines	
69	103.184	1.40	1.585	1.440	1.565	842.813	841.373	Jt. Los Jazmines/ Jr. José Olaya	
68	92.038	1.243	1.52	1.243	1.520	842.536	841.293	Jt. Los Jazmines/ Jr. Unión	
67	102.668	1.246 +	1.733	1.247	1.733	842.050	840.803	Jt. Los Jazmines/ Jr. Porvenir	
E16	109.170	1.318	1.769 -	1.318	1.768	841.600	840.282	Jt. Los Jazmines/ Vía Evitamiento	
62	102.703	1.429	1.138	1.430	1.138	841.892	840.462	Vía Evitamiento/ Jr. Los Olivos	
58	127.106	1.509	1.308 -	1.509	1.307	842.094	840.585	Vía Evitamiento/ Av. Central	
53	86.137	1.690 +	1.451	1.691	1.451	842.334	840.643	Vía Evitamiento/ Jr. Dos de Mayo	
E12	95.760	1.801+	0.909 -	1.802	0.908	843.228	841.426	Vía Evitamiento/ Jr. Nicanor Reátegui	
E3	120.532	2.141	0.091 -	2.141	0.090	845.279	843.138	Jr. Nicanor Reátegui/ Jr. Porvenir	
24	96.535	2.522	0.937	2.522	0.937	846.864	844.342	Jr. Nicanor Reátegui/ Jr. Unión	
25	94.295	1.875	0.892	1.875	0.892	847.847	845.972	Jr. Nicanor reátegui/ Jr. José Olaya	
E2	95.035		0.917		0.917	846.930	846.930	Jr. Nicanor Reátegui/ Av. Alfonso Ugarte	
Σ	1619.803	24.266	24.274	24.270	24.270				

Error

-0.008

0.000

Nivelación de precisión

$$e = 0.020 \sqrt{1132.130/1000}$$

$$e = 0.0255$$

>

$$e = 0.008 \sqrt{1132.130/1000}$$

$$e = 0.0050909 \text{ OK}$$

CUADRO Nº 16.- COTAS DE LA POLIGONAL CERRADA V

ACTIVIDAD : NIVELACION DE POLIGONALES						LOCALIDAD : Calzada	FECHA: Mayo – 2000	TIEMPO : Bueno
PUNT	LONG	PROM. (IDA Y VUELT)		VIST. COMPENSADAS		LEVANTO : Bach. José Luis Noriega Dávila		
		V. TRAS (+)	V. ADEL (-)	V. ATRÁS (-)	V. ADEL (+)	H. INST.	COTA	OBSERVACION
E15		0.827		0.827		843.065	842.238	Av. Alfonso Ugarte/ Jr. Los Jazmines
74	100.630	1.152	1.488	1.152	1.488	842.729	841.577	Av. Alfonso Ugarte/ Jr. Libertada
E17	102.000	0.995	1.170	0.995	1.170	842.554	841.559	Av. Alfonso Ugarte/ Jr. Las Orquídeas
77	103.173	0.960	1.389	0.960	1.389	842.125	841.165	Jr. Las Orquídeas/ Jr. José Olaya
76	92.028	1.122	1.762	1.122	1.762	841.485	840.363	Jr. Las Orquídeas/ Jr. Unión
75	102.657	1.181	1.716	1.181	1.716	840.950	839.769	Jr. Las Orquídeas/ Jr. Porvenir
E18	109.158	1.832-	1.216	1.830	1.216	841.564	839.734	Jr. Las Orquídeas/ Vía Evitamiento
70	102.000	1.487-	1.449+	1.485	1.451	841.598	840.113	Vía Evitamiento/ Jr. Libertad
E16	95.287	1.768	1.314+	1.768	1.316	842.050	840.282	Vía Evitamiento/ Jr. Jazmines
67	109.170	1.733	1.247	1.733	1.247	842.536	840.803	Jr. Jazmines/ Jr. Unión
68	102.668	1.520	1.243	1.520	1.243	842.813	841.293	Jr. Jazmines/ Jr. Porvenir
69	92.038	1.565	1.440	1.565	1.440	842.938	841.373	Jr. Jazmines/ Jr. José Olaya
E15	103.184		0.700	1.565	0.700	842.238	842.238	Jr. Los Jazmines/ Av. Alfonso Ugarte
Σ	1213.993	16.142	16.134	16.138	16.138			

Error

0.008

0.000

Nivelación de precisión

$$e = 0.020 \sqrt{1213.993/1000}$$

$$e = 0.02204$$

>

$$e = 0.008 \sqrt{1213.993/1000}$$

$$e = 0.0044073 \text{ OK}$$

CUADRO N° 17.- COTAS DE LA POLIGONAL CERRADA VI

ACTIVIDAD : NIVELACION DE POLIGONALES						LOCALIDAD : Calzada	FECHA: Mayo – 2000	TIEMPO : Bueno
PUNT	LONG	PROM. (IDA Y VUELT)		VIST. COMPENSADAS		LEVANTO : Bach. José Luis Noriega Dávila		
		V. TRAS (+)	V. ADEL (-)	V. ATRÁS (-)	V. ADEL (+)	H. INST.	COTA	OBSERVACION
)				EQUIPO: nivel automático Kern GK –1-A(swiss)
E2		1.941		1.941		848.871	846.930	Jr. Nicanor Reátegui/ Av. Alfonso Ugarte
51	94.042	1.984	1.961	1.984	1.961	848.894	846.910	Jr. Nicanor Reátegui/ Jr. Iquitos
E11	96.680	0.090	1.651	0.090	1.651	847.333	847.243	Jr. Nicanor Reátegui/ Jr. Arequipa
90	93.190	0.832	3.902	0.832	3.902	844.263	843.431	Jr. Arequipa/ Jr. Dos de Mayo
E19	80.210	0.898+	2.309	0.899	2.309	842.853	841.954	Jr. Arequipa/ Av. Central
93	115.750	1.468	1.982-	1.468	1.981	842.340	840.872	Jr. Arequipa/ Jr. Los Olivos
E20	96.500	1.934	0.703	1.934	0.703	843.571	841.637	Jr. Arequipa/ Jr. Jazmín
95	97.390	1.620	1.467	1.620	1.467	843.724	842.104	Jir. Jazmín/ Jr. Iquitos
E15	104.340	1.570	1.486	1.570	1.486	843.808	842.238	Jr. Jazmín/ Av. Alfonso Ugarte
BMa					1.583		842.225	Base poste luz cerca de hito E15
66	98.530	2.118	1.529	2.118	1.529	844.397	842.279	Av. Alfonso Ugarte/ Jr. Los Olivos
E14	96.900	1.460	1.460	1.460	1.460	844.397	842.937	Av. Alfonso Ugarte/ Av. Central
E13	1.400	1.900	1.452	1.900	1.452	844.845	842.945	Av. Alfonso Ugarte/ Av. Central
57	104.490	2.996	0.703	2.996	0.703	847.138	844.142	Av. Alfonso Ugarte/ Jr. Dos de Mayo
E2	93.319		0.208		0.208		846.930	Av. Alfonso Ugarte/ Jr. Nicanor Reátegui
Σ	1172.741	20.811	20.813	20.812	22.395			

Error - 0.002 0.000

Nivelación de precisión

$$e = 0.020 \sqrt{1172.741/1000}$$

$$e = 0.02166$$

>

$$e = 0.002 \sqrt{1172.741/1000}$$

$$e = 0.0021659 \text{ OK}$$

CUADRO N° 18.- COTAS DE LA POLIGONAL CERRADA VII

ACTIVIDAD : NIVELACION DE CIRCUITOS PRINCIPALES						LOCALIDAD : Calzada	FECHA: Mayo – 2000	TIEMPO : Bueno
PUNT	LONG	PROM. (IDA Y VUELT)		VIST. COMPENSADAS		LEVANTO : Bach. José Luis Noriega Dávila		EQUIPO: nivel automático
		V. TRAS (+)	V. ADEL (-)	V. ATRÁS (-)	V. ADEL (+)	H. INST.	COTA	OBSERVACION
E11		1.984		1.984		849.227	847.243	Jr. Nicanor Reátegui/ Jr. Arequipa
52	99.150	2.018	1.079	2.018	1.079	850.166	848.148	Jr. Nicanor Reátegui/ Jr. Lima
E10	90.630	1.273-	1.423	1.272	1.423	850.015	848.743	Jr. Nicanor Reátegui/ Jr. Bolognesi
E21	122.796	1.105	1.866+	1.105	1.867	849.253	848.148	Jr. Nicanor Reátegui/ Jr. Clemente López
E22	38.770	1.280	1.280	1.280	1.280	849.253	847.973	Jr. Nicanor Reátegui/ Av. Progreso
BMB					1.201		848.052	BMB vereda bar sarita colonia
E23	70.199	0.149	3.238	0.149	3.238	846.164	846.015	Av. Progreso/ Jr. Dos de Mayo
E24	105.848	1.060-	2.753	1.059	2.753	844.470	843.411	Av. Progreso/ Av. Central
115	120.582	0.879-	1.504+	0.878	1.505	843.843	842.965	Av. Central/ Jr. Clemente López
114	127.782	1.388	1.590	1.388	1.591	843.640	842.252	Av. Central/ Jr. Bolognesi
113	87.881	1.081	1.967	1.081	1.967	842.754	841.673	Av. Central/ Jr. Lima
E19	94.966	2.309	0.800	2.309	0.800	844.263	841.954	Av. Central/ Jr. Arequipa
90	80.210	3.902	0.832	3.902	0.832	847.333	843.431	Jr. Arequipa/ Jr. Dos de Mayo
E11	93.190		0.090		0.090		847.243	Jr. Arequipa/ Jr. Nicanor Reátegui
Σ	1132.005	18.428	18.422	18.425	19.626			

Error 0.006 0.000

Nivelación de precisión

$$e = 0.020 \sqrt{1132.005/1000}$$

$$e = 0.02128$$

>

$$e = 0.006 \sqrt{1132.005/1000}$$

$$e = 0.0063837 \text{ OK}$$

CUADRO N° 19.- COTAS DE LA POLIGONAL ABIERTA 1

ACTIVIDAD : NIVELACION DE POLIGONALES								LOCALIDAD : Calzada	FECHA: Mayo 2000	TIEMPO : Bueno
PUNTOS	LONG	IDA			REGRESO			PROM.	COTAS	LEVANTO : Bach. José Luis Noriega Dávila
		V	V	DIF.	V	V	DIF.	DIF.	FINAL	EQUIPO : Nivel automático Kern GK-1-A (swiss)
		ATRAS (+)	ADEL (-)	1	ATRAS (+)	ADEL (-)	2			(1+2)/2
E24		1.397		-0.237	1.776			-0.238	843.411	Hito Av. Progreso / Av. Central
123	77.700	0.892	1.634	-1.171	0.651	2.015	-0.239	-1.170	843.173	Hito Av. Progreso / Jr. Piura
127	100.500	0.607	2.063	-2.209	0.940	1.819	-1.168	-2.210	842.004	Hito Av. Progreso / Jr. Cuzco
131	116.900	1.294	2.816	0.007	1.242	3.151	-2.211	0.008	839.794	Hito Av. Progreso / Jr. Consuelo
135	70.480	4.512	1.287	3.514	4.277	1.233	0.009	3.515	839.802	Hito Av. Progreso / Jr. Trancayacu
E25	163.620	0.998	0.998	-0.559	1.030	0.761	3.516	-0.562	843.317	Hito Av. Progreso / Jr. Jaen hacia la Isla
BMd		1.807	1.557	0.078	1.912	1.595	-0.565	0.078	842.755	Vereda Sr. Benedicto Torres
BMe			1.729	1.016		1.834	0.078	1.016	842.833	Hito IGM
BM3			0.791			0.896	1.016		843.849	Base hito KM = 494
L.T.	529.200			0.439			0.436	0.437		

DIF. 1 = V.AT - V.AD. (IDA)

DIF. 2 = V.AT - V.AD. (REGRESO)

CUADRO N° 20.-COTAS DE LA POLIGONAL ABIERTA 2

ACTIVIDAD : NIVELACION DE POLIGONALES								LOCALIDAD : Calzada	FECHA: Mayo 2000	TIEMPO : Bueno
PUNTOS	LONG	IDA			REGRESO			PROM.	COTAS	LEVANTO : Bach. José Luis Noriega Dávila
		V	V	DIF.	V	V	DIF.	DIF.	FINAL	EQUIPO : Nivel automático Kern GK-1-A (swiss)
		ATRAS (+)	ADEL (-)	1	ATRAS (+)	ADEL (-)	2	(1+2)/2		OBSERVACION
E17	102.000	1.240			0.940				841.559	Hito Av. Alfonso Ugarte / Jr. Los Jazmines
82	56.000	1.242	1.249	-0.009	1.180	0.949	-0.009	-0.009	841.550	Hito Av. Alfonso Ugarte / Jr. Las Orquídeas
88	74.000	1.300	1.220	0.022	1.609	1.546	0.021	0.022	841.572	Hito Av. Alfonso Ugarte / Jr. Las Palmeras
E26		1.690	1.872	-0.672	1.499	1.180	-0.571	-0.572	841.000	Hito Av. Alfonso Ugarte / Jr. Cerca Carretera
BMc			0.890	0.800		0.700	0.796	0.800	841.800	Base torre alta tensión en Av. Alfonso Ugarte
BM3			1.483	0.207		1.290	0.206	0.207	841.207	Base Hito KM = 493
L.T.	232.000			0.240			0.242	0.241		

DIF. 1 = V.AT - V.AD. (IDA)

DIF. 2 = V.AT - V.AD. (REGRESO)

CUADRO Nº 21.- COTAS DE LA TRIANGULACIÓN 1

ACTIVIDAD : NIVELACION DE POLIGONALES								LOCALIDAD : Calzada	FECHA: Mayo 2000	TIEMPO : Bueno
PUNTOS	LONG	IDA			REGRESO			PROM.	COTAS	LEVANTO : Bach. José Luis Noriega Dávila
		V ATRAS (+)	V ADEL (-)	DIF. 1	V ATRAS (+)	V ADEL (-)	DIF. 2	DIF. (1+2)/2	FINAL	EQUIPO : Nivel automático Kern GK-1-A (swiss)
OBSERVACION										
BMd		1.594			1.560				842.755	Hito Vereda Sr. Benedicto Torres
E25		0.571	1.031	0.563	0.620	1.000	0.560	0.562	843.317	Hito Av. Progreso / Jr. Jaen hacia la isla
136	128.536	1.536	2.860	-2.289	1.386	2.908	-2.288	-2.289	841.028	Hito Jr. Jaen hacia la isla a terreno Sr. Deciderio
I	134.690	0.025	0.926	0.610	1.499	0.778	0.608	0.609	841.637	Hito cerca de casa rústica
A	148.078	0.652	2.419	-2.394	0.580	3.892	-2.393	-2.394	839.244	Hito cerca de torre alta tensión
B	192.760	1.163	2.020	-1.368	0.991	1.952	-1.372	-1.370	837.874	Hito cerca de carretera alcantarilla
C	133.367	3.055	1.395	-0.232	2.850	1.222	-0.231	-0.232	837.642	Hito cerca de carretera hacia Rioja
D	121.67	3.360	0.455	2.600	2.278	0.247	2.603	2.602	840.244	Hito cerca de lindero cementerio
E	145.919	2.167	2.049	1.311	1.984	0.970	1.308	1.310	841.553	Hito cerca de lindero cementerio
E20	245.770		2.084	0.083		1.900	0.084	0.083	841.637	Hito Jr. Jazmín / Jr. Arequipa
L.T.	1250.790			-1.116			-1.121	-1.119		

DIF. 1 = V.AT – V.AD. (IDA)

DIF. 2 = V.AT – V.AD. (REGRESO)

CUADRO N° 21-A .- COTAS DE LA TRIANGULACIÓN 1

ACTIVIDAD : NIVELACIÓN DE POLIGONALES								LOCALIDAD : Calzada	FECHA: Mayo 2000	TIEMPO : Bueno
PUNTOS	LONG	IDA			REGRESO			PROM. DIF. (1+2)/2	COTAS FINAL	LEVANTO : Bach. José Luis Noriega Dávila
		V ATRAS (+)	V ADEL (-)	DIF. 1	V ATRAS (+)	V ADEL (-)	DIF. 2			EQUIPO : Nivel automático Kern GK-1-A (swiss)
136		2.143		-0.532	1.386		-0.534	-0.533	841.028	Hito Jr. Jaen hacia la Isla terreno Sr. Deciderio
H	102.719	2.675	2.675	-1.190	2.616	1.920	-1.182	-1.186	840.495	Hito detrás de tambo típico
G	124.057	1.200	3.865	-0.889	1.050	3.798	-0.888	-0.889	839.309	Hito frente al tambo típico
F	278.644	2.875	2.089	0.740	3.000	1.938	0.744	0.742	838.421	Hito cerca del lindero del colegio
Fa	45.990	4.077	2.135	3.802	3.950	2.256	3.803	3.803	839.163	Hito Jr. Clemente López / Jr. Piura
115	91.555		0.275			0.147			842.965	Hr. Jr. Clemente López / Av. Central
L.T.	642.965			1.931			1.943	1.937		

DIF. 1 = V.AT – V.AD. (IDA)

DIF. 2 = V.AT – V.AD. (REGRESO)

3.2.1.1.3. PERFILES DE CALLES

CUADRO N° 22.- VÍA DE EVITAMIENTO. (LÁMINA N° PL-01)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
1a	0.000	0.000	853.314	Empalme 1
7	109.373	109.373	851.079	Jr. Benavides
7-12	35.818	145.191	847.184	
12	35.817	181.008	848.687	Jr. Arica
12-15	47.107	228.115	848.213	
15	47.107	275.222	846.089	Jr. Leoncio Prado
15-19	50.892	326.114	843.645	
19	50.893	377.006	842.028	Jr. Independencia
19a	46.547	423.554	842.239	
E12	46.547	470.101	841.426	Jr. Nicanor Reátegui
E12-53	47.881	517.981	840.747	
53	47.881	565.862	840.643	Jr. Dos de Mayo
53a	43.068	608.930	840.549	
58	43.068	651.998	840.585	Av. Central
58-62	63.553	815.551	840.467	
62	63.553	779.104	840.462	Jr. Los Olivos
62-E16	51.352	830.456	840.392	
E16	51.352	881.807	840.282	Jr. Los Jazmines
E16a	47.643	929.451	839.888	
70	47.643	877.094	840.113	Jr. Libertad
70-E18	51.000	1028.094	840.055	
E18	51.000	1079.094	839.734	Jr. Las Orquídeas
E18-78	51.000	1130.094	837.680	
78	51.000	1181.094	836.291	Jr. Las Palmeras
8-84	69.000	1250.094	835.843	
83	33.002	1283.096	835.130	
84	35.995	1319.091	835.500	Jr. Los Cañavelares
84a	14.003	1333.094	836.319	
84b	50.000	1383.094	835.625	
84c	50.000	1433.094	836.700	
84d	9.418	1442.512	836.476	B/c

B/c = Borde de carretera marginal

CUADRO N° 23.- VÍA DE EVITAMIENTO (LÁMINA PL N° -01)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
1a	0.000	0.000	853.314	Empalme 1
1	91.292	91.292	852.152	
2a	102.659	193.951	849.783	Evacuación
2	102.658	296.603	852.634	
2b	94.190	390.798	854.344	
4a	94.190	484.988	855.136	
4	85.879	570.867	855.124	Jr. Porvenir
4b	39.332	610.199	854.591	Evacuación
5	46.547	656.746	855.517	Jr. José Olaya
5-6	46.026	702.773	855.175	
6	46.026	748.799	854.719	Av. Alfonso Ugarte
6-26	45.335	749.134	854.122	
26	45.335	839.468	853.911	Jr. Iquitos
26-27	36.113	845.581	853.274	
27	36.113	911.694	852.959	
28	35.589	947.283	852.763	Jr. Arequipa
28-30	61.897	1009.180	852.076	
30	61.897	1071.077	851.108	Jr. Lima
30-31	56.327	1127.405	850.376	
31	56.152	1183.557	849.603	Jr. Bolognesi
31a	70.048	1254.505	849.352	Empalme 2

CUADRO N° 24.- VÍA DE EVITAMIENTO (LÁMINA N° PL-02)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
31a	0.000	0.000	849.352	Empalme 2
38	70.948	70.948	850.103	Jr. Clemente López M.
41	61.761	132.709	851.103	Jr. Leoncio Prado
41a	62.986	195.695	851.618	
50	62.986	258.682	850.985	Jr. Independencia
50-107	54.821	313.502	852.496	
107	54.821	368.323	853.012	Jr. Nicanor Reátegui
107-119	80.454	448.777	852.522	
111	25.747	474.525	850.466	
119	54.773	529.297	852.026	Av. Central
119-125	23.430	552.728	851.826	
125	23.430	576.158	848.565	Jr. Piura
125a	50.250	626.406	846.828	
129	50.250	676.658	847.046	Jr. Cuzco
129-133	101.073	777.731	845.349	
133	101.073	878.804	843.911	Jr. Consuelo
10a	136.106	1014.910	843.699	Evacuación
139	136.106	1151.016	844.467	Jr. Jaen
13961	50.000	1201.016	844.977	
13962	50.000	1251.016	845.426	
13963	49.100	1300.116	844.914	B/c

B/c = Borde de carretera marginal.

CUADRO N° 25.- JR PORVENIR (LÁMINA N° PL-02)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
8	0.000	0.000	854.120	Jr. Benavides
8a	34.623	34.823	854.227	
E4	34.823	69.647	854.120	Jr. Arica
E4-16	48.868	118.515	852.101	
16	48.868	167.383	850.288	Jr. Leoncio Prado
16-20	48.223	215.606	848.781	
20	48.223	263.829	846.410	Jr. Independencia
20-E3	46.868	310.697	844.778	
E3	46.868	357.565	843.138	Jr. Nicanor Reátegui
E3-54	46.211	703.776	842.215	
54	48.846	452.621	841.575	Jr. Dos de Mayo
54-59	45.551	498.172	841.032	
59	45.551	543.723	840.771	Av. Central
59a	59.502	603.225	840.568	
63	59.502	662.726	840.764	Jr. Los Olivos
63a	50.792	713.518	840.649	
67	50.792	764.310	840.803	Jr. Los Jazmines
67-71	48.360	812.670	840.709	
71	48.360	861.030	840.544	Jr. Libertad
71-75	51.000	912.030	840.427	
75	51.000	963.030	839.769	Jr. Las Orquideas
75-79	51.000	1014.030	839.503	
79	51.000	1065.030	837.511	Jr. Las Palmeras
79-85	58.004	1123.034	838.471	
85	58.004	1181.038	838.804	Jr. Los Cañaverales

CUADRO N° 26.- JR. UNIÓN (LÁMINA N° PL-03)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
3	0.000	0.000	855.112	Via Evitamiento
3 ^a	71.064	71.064	855.841	
9	71.063	142.127	855.752	Jr. Benavides
9-13	34.424	176.369	855.550	
13	34.242	210.611	854.385	Jr. Atrica
13-17	50.083	260.694	853.382	
17	50.083	310.776	852.201	Jr. Leoncio Prado
17-21	46.369	357.145	851.052	
21	46.369	403.515	849.037	Jr. Independencia
21-24	47.087	450.601	845.854	
24	47.093	497.694	844.342	Jr. Nicanor Reátegui
24-55	47.210	544.905	843.247	
55	47.207	592.112	843.424	Jr. Dos de Mayo
55-60	47.845	639.957	842.845	
60	47.845	687.802	842.231	Av. Central
60-64	55.694	743.496	841.427	
64	55.694	799.191	841.255	Jr. Los Olivos
64a	50.266	849.456	841.209	
68	50.266	899.722	841.293	Jr. Los Jazmines
68b	49.034	948.756	841.352	
72	49.034	997.789	841.227	Jr. Libertad
72-76	51.000	1048.789	840.927	
76	51.000	1099.790	840.363	Jr. Las Orquideas
76a	51.000	1150.790	839.896	
80	51.000	1201.790	840.096	Jr. Las Palmeras
80-86	47.663	1249.453	839.757	
86	47.663	1297.116	839.474	Jr. Los Cañaverales

CUADRO N° 27.- JR. JOSÉ OLAYA (LÁMINA N° PL-03)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
5	0.000	0.000	855.517	Via Evitamiento
5a	64.627	64.627	854.386	
10	77.500	142.127	854.970	Jr. Benavides
10a	33.611	175.738	855.370	
14	33.611	209.349	854.760	Jr. Arica
14-18	46.879	258.228	854.427	
18	48.879	307.107	853.536	Jr. Leoncio Prado
18-22	46.947	354.055	852.349	
22	46.947	401.002	850.499	Jr. Independencia
22-25	47.329	448.331	848.129	
25	47.329	495.660	845.792	Jr. Nicanor Reátegui
25-56	46.939	542.598	844.732	
56	46.929	589.527	844.007	Jr. Dos de Mayo
56-61	49.932	639.460	843.603	
61	49.931	689.390	842.508	Av. Central
61-65	52.278	741.669	841.908	
65	52.278	793.947	841.790	Jr. Los Olivos
65-69	49.794	643.741	841.313	
69	49.794	893.535	841.373	Jr. Los Jazmines
69a	49.638	943.173	841.538	
73	49.638	992.610	841.377	Jr. Libertad
73-77	51.000	1043.810	841.317	
77	51.000	1094.811	841.165	Jr. Las Orquideas
77b	51.000	1145.811	840.475	
81	51.000	1196.811	841.055	Jr. Las Palmeras
81-87	36.393	1234.204	840.508	
87	38.393	1273.596	839.962	Jr. Los Cañaverales

CUADRO N° 28.- AV. ALFONSO UGARTE (LÁMINA N° PL-04)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
6	0.000	0.000	854.719	Via Evitamiento
6a	64.627	64.627	855.111	
11	77.500	142.127	854.602	Jr. Benavides
E6	14.060	156.187	854.457	Jr. Benavides
E6-E5	25.954	182.141	854.300	
E5	25.954	205.096	853.920	Jr. Arica
E5-E1	47.697	255.793	853.572	
E1	47.697	303.490	852.471	Jr. Leoncio Prado
E1-23	47.117	350.607	852.190	
23	47.117	397.724	851.107	Jr. Independencia
23-E2	47.967	445.691	848.736	
E2	47.967	493.658	846.930	Jr. Nicanor Reátegui
E2-57	46.659	540.318	845.359	
57	46.659	586.977	844.142	Jr. Dos de Mayo
57-E13	52.248	639.225	843.318	
E13	52.242	691.467	842.945	Av. Central
	1.400			Empalme
E14	0.000	692.867	842.937	Av. Central
E14-66	48.450	741.317	842.772	
66	48.450	789.767	842.279	Jr. Los Olivos
66a	49.265	839.032	842.127	
E15	49.265	888.297	842.238	Jr. Los Jazmines
E15-74	50.315	938.612	841.854	
74	50.315	988.927	841.577	Jr. Libertad
74a	51.000	1039.928	841.500	
E17	51.000	1090.928	841.559	Jr. Las Orquideas
E17a	51.000	1141.928	841.613	
82	51.000	1192.928	841.550	Jr. Las Palmeras
82-88	28.000	1220.928	841.506	
88	28.000	1248.928	841.572	Jr. Los Cañaverales
88a	44.000	1292.928	841.562	
88b	30.000	1322.927	841.144	
88c	24.345	1347.272	841.453	b/c

Borde carretera marginal

CUADRO N° 29.- JR. IQUITOS (LÁMINA N° PL-04)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
26	0.000	0.000	853.911	Vía Evitamiento
26-32	77.357	77.357	854.336	
32	77.360	154.717	854.196	Jr. Benavides
32-34	26.054	180.771	853.810	
34	26.054	206.826	853.513	Jr. Arica
34-39	46.519	253.344	853.133	
39	46.519	299.863	852.562	Jr. Leoncio Prado
39-43	47.293	347.156	851.369	
43	47.293	394.450	850.227	Jr. Independencia
43-51	48.375	442.824	846.312	
51	48.375	491.199	846.910	Jr. Nicanor Reátegui
51-89	46.756	537.955	845.040	
89	46.756	584.711	843.837	Jr. Dos de Mayo
89-91	51.786	636.498	843.109	
91	51.786	688.284	842.560	Av. Central
91-92	47.594	735.878	842.060	
92	47.594	783.472	841.831	Jr. Los Olivos
92-95	48.730	832.202	842.070	
95	48.730	880.932	842.104	Jr. Los Jazmines
95-97	51.005	931.937	842.307	
97	50.995	982.932	842.504	Jr. Libertad
97a	51.000	1033.933	841.469	
100	51.000	1084.933	841.296	Jr. Las Orquídeas
100-101	51.000	1135.933	841.856	
101	51.000	1186.933	841.917	Jr. Las Palmeras
101b	50.000	1236.933	841.740	
101c	50.000	1266.933	841.755	
101d	50.611	1337.544	840.495	B/c

B/c borde Carretera marginal

CUADRO N° 30.- JR AREQUIPA (LÁMINA N° PL-05)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
28a	0.000	0.000	844.000	
28	50.000	50.000	852.763	Vía Evitamiento
29	50.000	100.000	853.952	
28a	21.278	121.278	854.363	Jr. Benavides
33	71.277	192.554	854.128	
33-35	26.216	218.770	853.756	Jr. Arica
35	26.216	244.986	853.213	
35-40	45.467	290.452	852.617	Jr. Leoncio Prado
40	45.467	355.919	852.061	
40-44	47.515	383.433	851.261	Jr. Independencia
44	47.515	430.948	850.158	
44-E11	48.872	479.820	818.598	Jr. Nicanor Reátegui
E11	48.872	528.692	847.243	
E11-90	46.595	575.287	845.217	Jr. Dos de Mayo
90	46.595	621.882	843.431	
90-E19	40.105	661.987	842.718	Av. Central
E19-	40.105	702.092	841.954	
E19-93	57.875	759.966	841.400	Jr. Los Olivos
93	57.875	817.841	840.872	
93b	48.250	866.091	840.783	Jr. Los Jazmines
E20	48.250	914.341	841.637	
E20a	51.664	966.006	841.982	Jr. Libertad
98	51.664	1017.670	841.779	

CUADRO N° 31.- JR. LIMA (LÁMINA N° PL-05)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
30	0.000	0.000	851.108	Vía Evitamiento
30-E7	37.955	37.955	853.505	
E7	37.955	75.910	853.553	Jr. Benavides
E7-36	25.496	101.406	853.143	
36	25.496	126.901	852.768	Jr. Arica
36-E8	44.881	171.782	852.311	
E8	44.881	216.663	851.614	Jr. Leoncio Prado
E8-45	47.666	264.329	851.054	
45	47.666	311.995	850.538	Jr. Independencia
45-52	49.249	361.244	849.588	
52	49.249	410.492	848.148	Jr. Nicanor Reátegui
52-108	44.697	455.189	846.110	
108	44.697	499.887	844.235	Jr. Dos de Mayo
108-113	39.052	538.938	812.463	
113	39.052	577.990	841.673	Av. Central
113-94	59.290	637.280	840.420	
94	59.290	696.570	839.286	Jr. Los Olivos
94-96	47.771	744.341	839.152	
96	47.771	792.112	838.193	Jr. Los Jazmines
96-99	52.231	844.343	840.328	
99	52.231	896.574	841.018	Jr. Libertad
99-102	102.003	966.577	841.549	
102	102.003	1100.580	841.781	Jr. Las Orquídeas

CUADRO N° 32.- JR. BOLOGNESI (LÁMINA N° PL-06)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
31	0.000	0.000	849.603	Vía Evitamiento
31-37	33.046	33.046	851.187	
37	33.047	66.093	852.768	Jr. Arica
37-E9	44.380	110.473	852.285	
E9	44.380	154.854	851.745	Jr. Leoncio Prado
E9-46	47.823	202.677	851.505	
46	47.823	250.500	850.648	Jr. Independencia
46-E10	49.618	300.118	849.786	
E10	49.618	349.737	848.743	Jr. Nicanor Reátegui
E10-109	42.979	392.716	846.369	
109	42.979	435.696	845.234	Jr. Dos de Mayo
109-114	38.096	473.792	843.369	
114	38.096	511.889	842.252	Av. Central

CUADRO N° 33.- JR. CLEMENTE LOPEZ MONTALVÁN (LÁMINA N° PL-06)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
38	0.000	0.000	850.103	Vía Evitamiento
38a	39.487	39.487	849.449	
42	39.487	78.974	849.520	Jr. Leoncio Prado
42a	48.072	127.046	849.185	
47	48.072	175.119	849.390	Jr. Independencia
47a	50.180	225.299	849.347	
E21	50.180	275.479	848.148	Jr. Nicanor Reátegui
E21-110	35.353	310.833	847.369	
110	35.353	346.186	846.351	Jr. Dos de Mayo
110-115	41.965	388.151	844.757	
115	41.909	430.059	842.965	Av. Central
115-120	52.556	482.615	840.892	
120	52.500	535.115	838.888	Jr. Piura
120a	56.712	591.827	837.204	

CUADRO N° 34.- AV. PROGRESO (LÁMINA N° PL-06)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
103	0.000	0.000	847.794	Jr. Nicanor Reátegui
103-E23	34.098	34.098	847.053	
E23	34.098	68.197	846.015	Jr. Dos de Mayo
E23-112	34.444	102.641	844.748	
112	34.444	137.085	843.382	
117	18.480	155.565	843.314	Av. Central
E24	18.480	174.045	843.411	
E24-123	38.850	212.895	843.127	
123	38.850	251.745	843.173	Jr. Piura
123-127	50.250	301.995	842.678	
127	50.250	352.245	842.004	Jr. Cuzco
127-131	58.450	410.695	840.934	
131	58.450	469.145	839.794	Jr. Consuelo
131-135	35.240	504.385	839.576	
135	35.240	539.625	839.838	Jr. Trancayacu
135-E25	81.810	621.435	841.733	
E25	81.810	703.245	843.317	Jr. Jaen
137	13.430	716.675	843.489	Jr. Jaen
137a	17.270	733.945	843.378	B/c

B/c borde Carretera marginal

CUADRO N° 35.- JR. TARPOTO (LÁMINA N° PL-06)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
49	0.000	0.000	849.386	Jr. Independencia
49-106	54.828	54.828	848.084	
106	54.828	109.657	846.304	Jr. Nicanor Reátegui
1ª	68.197	177.853	845.103	
118	68.197	246.050	847.363	Av. Central
118-124	23.430	269.481	847.414	
124	23.431	292.911	847.554	Jr. Piura
124-128	50.250	343.161	846.943	
128	50.250	393.411	846.531	Jr. Cuzco
128-132	78.514	471.926	844.554	
132	78.515	550.440	842.974	Jr. Consuelo
132b	50.000	600.440	840.858	
13ª	91.796	692.238	839.177	Evacuación
138b	37.084	729.322	839.977	
138ª	37.084	766.407	841.367	
138	50.000	816.407	842.647	Jr. Jaen

CUADRO N° 36.- JR. BENAVIDES (LÁMINA N° PL-07)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
7	0.000	0.000	851.079	Vía Evitamiento
7-8	71.167	71.167	853.256	
8	71.167	142.335	854.120	Jr. Porvenir
8-9	42.292	184.627	855.362	
9	42.292	226.919	855.752	Jr. Unión
9-10	46.547	273.466	855.310	
10	46.547	320.012	854.970	Jr. José Olaya
10-11	46.026	366.039	854.685	
11	46.026	412.065	854.602	Av. Alfonso Ugarte
	14.060			Empalme
56	0.000	426.125	854.457	Av. Alfonso Ugarte
E6-32	46.541	472.667	854.433	
32	46.541	519.208	854.196	Jr. Iquitos
32-33	41.161	560.369	854.079	
33	41.161	601.531	854.126	Jr. Arequipa
33-E7	53.592	655.122	854.043	
E7	53.592	708.714	853.553	Jr. Lima

CUADRO N° 37.- JR. ARICA (LÁMINA N° PL-07)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
12	0.000	0.000	848.687	Vía Evitamiento
12-E4	69.011	69.011	851.928	
E4	69.011	138.021	854.120	Jr. Porvenir
E4-13	43.447	181.469	854.284	
13	43.447	224.916	854.385	Jr. Unión
13-14	46.827	271.743	854.582	
14	46.827	318.570	854.760	Jr. José Olaya
14-E5	46.117	364.687	854.323	
E5	46.117	410.805	853.920	Av. Alfonso Ugarte
E5-34	46.025	456.830	853.590	
34	46.025	502.855	853.513	Jr. Iquitos
34-35	42.884	545.738	853.504	
35	42.884	588.622	853.213	Jr. Arequipa
35-36	52.941	641.562	853.154	
36	52.941	694.503	852.768	Jr. Lima
36a	47.701	742.204	852.857	
37	47.701	789.906	852.768	Jr. Bolognesi

CUADRO N° 38.- JR. LEONCIO PRADO (LÁMINA N° PL-07)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
15	0.000	0.000	846.089	Via Evitamiento
15-16	66.143	66.143	849.555	
16	66.147	132.290	850.288	Jr. Porvenir
16-17	45.118	177.407	851.310	
17	45.118	222.525	852.201	Jr, Unión
17-18	47.253	269.776	853.172	
18	47.253	317.030	853.536	Jr. José Olaya
18-E1	46.268	363.298	853.599	
E1	46.268	409.566	852.471	Av. Alfonso Ugarte
E1a	46.340	455.906	852.139	
39	46.340	502.246	852.562	Jr. Iquitos
39-40	44.619	546.864	852.146	
40	44.619	591.483	852.061	Jr. Arequipa
40-E8	51.843	643.236	851.755	
E8	51.843	695.170	851.614	Jr. Lima
E8a	46.940	742.110	851.444	
E9	46.940	489.050	851.745	Jr. Bolognesi
E9-42	58.288	847.338	850.633	
42	58.288	905.627	849.520	Jr. Clemente López M.
42-41	46.886	952.512	849.708	
41	46.339	998.852	851.103	Via Evitamiento

CUADRO N° 39.- JR. INDEPENDENCIA (LÁMINA N° PL-08)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
19	0.000	0.000	842.028	Vía Evitamiento
19-20	63.097	63.097	843.952	
20	63.097	126.193	846.410	Jr. Porvenir
20-21	46.697	172.890	848.074	
21	46.697	219.587	849.037	Jr. Unión
21-22	47.658	267.245	849.926	
22	47.658	314.904	850.499	Jr. José Olaya
22a	46.427	361.331	851.323	
23	46.427	407.758	851.107	Av. Alfonso Ugarte
23a	46.675	454.433	850.052	
43	46.675	501.108	850.227	Jr. Iquitos
43a	46.450	547.558	850.145	
44	46.450	594.009	850.158	Jr. Arequipa
44-45	50.721	644.730	850.348	
45	50.721	695.451	850.538	Jr. Lima
45-46	46.139	741.590	850.610	
46	46.139	787.729	850.648	Jr. Bolognesi
46a	59.808	847.537	850.732	
47	59.806	907.345	849.390	Jr. Clemente López M
47-49	68.976	976.321	848.183	
48	35.843	1012.164	847.507	Canal
49	33.135	1045.299	849.386	Jr. Tarapoto
49-50	31.923	1077.222	850.832	
50	31.923	1109.144	850.985	Vía Evitamiento

CUADRO N° 40.- JR. NICANOR REATEGUI (LÁMINA N° PL-08)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
E12	0.000	0.000	841.426	Vía Evitamiento
E12-E3	60.266	60.266	842.244	
E3	60.266	120.532	843.138	Jr. Porvenir
E3-24	48.268	168.800	843.523	
24	48.271	217.070	844.342	Jr. Unión
24-25	47.145	264.215	845.233	
25	47.148	311.363	845.972	Jr. José Olaya
25-E2	47.518	358.881	846.268	
E2	47.518	406.398	846.930	Av. Alfonso Ugarte
E2a	47.021	453.419	847.361	
51	47.021	500.440	846.910	Jr. Iquitos
51-E11	48.340	548.780	847.210	
E11	48.340	597.120	847.243	Jr. Arequipa
E11-52	49.575	646.695	847.777	
52	49.575	696.270	848.148	Jr. Lima
52-E10	45.315	741.584	848.687	
E10	45.315	786.899	848.743	Jr. Bolognesi
E10-E21	61.399	848.298	848.468	
E21	61.399	909.698	848.148	Jr. Clemente López M.
E22	38.770	948.467	847.973	
103	8.500	956.967	847.794	Av. Progreso
104	8.500	965.467	847.588	
104-106	68.885	1034.352	845.634	
105	35.023	1069.375	845.000	Canal
106	42.363	1111.738	846.304	Jr. Tarapoto
106-107	51.597	1163.335	849.368	
107	51.597	1214.932	853.012	Vía Evitamiento

CUADRO N° 41.- JR. DOS DE MAYO (LÁMINA N° PL-08)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
53	0.000	0.000	840.643	Vía Evitamiento
53-54	57.376	57.376	840.826	
54	57.376	114.752	841.575	Jr. Porvenir
54-55	49.860	164.611	842.259	
55	49.860	214.471	843.242	Jr. Unión
55-56	46.640	261.111	843.261	
56	46.640	307.751	844.007	Jr. José Olaya
56-57	49.149	356.900	843.982	
57	49.153	406.054	844.142	Av. Alfonso Ugarte
57-89	49.807	455.861	843.967	
89	49.807	505.669	843.837	Jr. Iquitos
89a	47.126	552.795	842.907	
90	47.126	599.921	843.431	Jr. Arequipa
90-108	48.429	648.351	843.455	
108	48.429	696.780	844.235	Jr. Lima
108-109	44.567	741.346	844.451	
109	44.567	785.913	845.234	Jr. Bolognesi
109-110	62.853	848.766	845.508	
110	62.853	911.619	846.351	Jr. Clemente López M.
110-E23	30.218	941.838	846.269	
E23	30.218	972.056	846.015	Av. Progreso

CUADRO N° 42.- AV. CENTRAL (LÁMINA N° PL-09)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
58	0.000	0.000	840.585	Vía Evitamiento
58a	54.734	54.734	840.631	
59	54.734	109.467	840.771	Jr. Porvenir
59-60	51.436	160.903	841.443	
60	51.436	212.339	842.231	Jr. Unión
60-61	46.146	258.485	842.291	
61	46.146	304.630	842.508	Jr. José Olaya
61-E13	51.017	355.647	842.698	
E13	51.017	406.664	842.945	Av. Alfonso Ugarte
E14	1.400	408.064	842.937	Av. Alfonso Ugarte
E14-91	52.170	460.235	842.454	
91	52.170	512.405	842.560	Jr. Iquitos
91-E19	46.587	558.993	842.164	
E19	46.587	605.580	841.954	Jr. Arequipa
E19a	47.483	653.063	840.093	
113	47.483	700.546	841.673	Jr. Lima
113-114	43.941	744.487	841.902	
114	43.941	788.427	842.252	Jr. Bolognesi
114a	63.891	852.318	842.090	
115	63.870	916.188	842.965	Jr. Clemente López M.
115-116	29.871	946.059	843.079	
116	29.860	975.920	842.596	
116-117	26.393	1002.312	841.398	
117	26.393	1028.705	843.314	Av. Progreso
117-118	85.197	1113.902	846.554	
118	85.197	1199.098	847.363	Jr. Tarapoto
3a	32.000	1231.098	845.036	Canal
118-119	36.450	1267.548	847.414	
119	68.450	1335.998	852.026	Vía Evitamiento

CUADRO N° 43.- JR. LOS OLIVOS (LÁMINA N° PL-09)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
62	0.000	0.000	840.462	Vía Evitamiento
62-63	54.587	54.587	840.634	
63	54.587	109.174	840.764	Jr. Porvenir
63-64	51.319	160.493	840.956	
64	51.319	211.811	841.255	Jr. Unión
64-65	46.022	257.833	841.545	
65	46.022	303.855	841.790	Jr. José Olaya
65-66	51.587	355.442	841.830	
66	51.587	407.029	842.279	Av. Alfonso Ugarte
66ª	52.166	459.194	841.716	
92	52.166	511.360	841.831	Jr. Iquitos
92-93	47.201	558.562	841.041	
93	47.201	605.763	840.872	Jr. Arequipa
93a	46.079	651.842	840.973	
94	46.079	697.921	839.286	Jr. Lima

CUADRO N° 44.- JR. PIURA (LÁMINA N° PL-09)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
120	0.000	0.000	838.888	Jr. Clemente López M.
120-122	51.751	51.751	839.107	
122	51.751	103.502	839.325	
122-123	37.315	140.817	841.510	
123	37.315	178.133	843.173	Av. Alfonso Ugarte
123-124	81.550	259.683	845.779	
124	81.550	341.233	847.554	Jr. Tarapoto
5a	57.000	398.233	845.035	Canal
124-125	11.400	409.683	845.342	
125	68.450	478.133	848.565	Vía Evitamiento

CUADRO N° 45.- JR. LOS JAZMINES (LÁMINA N° PL-09)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
E16	0.000	0.000	840.282	Vía Evitamiento
E16-67	54.585	54.585	840.522	
67	54.585	109.170	840.803	Jr. Porvenir
67-68	51.334	160.504	841.053	
68	51.334	211.838	841.293	Jr. Unión
68a	46.019	257.857	841.424	
69	46.019	303.876	841.373	Jr. José Olaya
69-E15	51.592	355.467	841.415	
E15	51.592	407.059	842.238	Av. Alfonso Ugarte
E15-95	52.170	459.230	842.061	
95	52.170	511.400	842.104	Jr. Iquitos
95-E20	48.695	560.095	842.068	
E20	48.695	608.790	841.637	Jr. Arequipa
E20-96	44.922	653.712	840.219	
96	44.922	698.634	838.193	Jr. Lima
96-121	109.409	808.044	837.800	
120a	122.80	930.844	837.204	Jr. Clemente López M.

CUADRO N° 46.- JR. CUZCO (LÁMINA N° PL-10)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
126	0.000	0.000	838.694	Laguna
126-127	64.250	64.250	840.229	
127	64.250	128.500	842.004	Av. Alfonso Ugarte
127-128	81.500	210.050	844.487	
128	81.500	291.600	846.531	Jr. Tarapoto
128-129	68.450	360.050	846.108	
7a	36.450	396.500	844.892	Central
129	32.000	428.500	847.046	Vía Evitamiento

CUADRO N° 47.- JR. LIBERTAD (LÁMINA N° PL-10)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
70	0.000	0.000	840.113	Vía Evitamiento
70-71	54.579	54.579	840.072	
71	54.579	109.157	840.544	Jr. Porvenir
71-72	51.329	160.486	840.936	
72	51.329	211.815	841.227	Jr, Unión
72a	46.014	257.830	841.516	
73	46.014	303.844	841.377	Jr. José Olaya
73-74	51.587	355.431	841.552	
74	51.587	407.018	841.577	Av. Alfonso Ugarte
74a	52.167	459.185	841.120	
97	52.166	511.351	842.504	Jr. Iquitos
97-98	50.266	561.637	841.727	
98	50.266	611.923	841.779	Jr. Arequipa
98-99	43.683	655.607	841.697	
99	43.683	699.20	841.018	Jr. Lima

CUADRO N° 48.- JR. CONSUELO (LÁMINA N° PL-10)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
131	0.000	0.000	839.794	Av. Alfonso Ugarte
131-132	62.468	62.468	841.776	
132	62.468	124.936	842.974	Jr. Tarapoto
132a	93.470	218.406	844.416	Central
133	93.470	311.876	843.911	Vía Evitamiento

CUADRO N° 49.- CANAL NATURAL 4, VIENE DE ALCANTARILLA 1 Ø 36"

(LÁMINA N° PL-10), Ubicación Km. 494+124 de Carretera

Pdte. F. Belaunde T.

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
138c	0.000	0.000	841.566	Jr. Jaen
A1	99.727	99.727	841.400	
11a	99.720	199.447	839.200	Va a canal 3

CUADRO N° 50.- JR. TRANCAYACU (LÁMINA N° PL-10)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
134	0.000	0.000	838.701	Complejo Isla
134-135	37.086	37.086	838.281	
135	37.086	74.171	839.838	Av. Progreso

CUADRO N° 51.- JR. LAS ORQUÍDEAS (LÁMINA N° PL-10)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
E18	0.000	0.000	839.734	Vía Evitamiento
E18a	54.579	54.579	839.907	
75	54.579	109.158	839.769	Jr. Porvenir
75-76	51.329	160.487	840.171	
76	51.329	211.815	840.363	Jr. Unión
76-77	46.014	257.829	840.613	
77	46.014	303.843	841.165	Jr. José Olaya
77a	51.587	355.430	840.879	
E17	51.587	407.016	841.559	Av. Alfonso Ugarte
E17a	52.167	459.183	841.817	
100	52.167	511.350	814.296	Jr. Iquitos

CUADRO N° 52.- JR. LAS PALMERAS (LÁMINA N° PL-10)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
78	0.000	0.000	836.291	Vía Evitamiento
78a	54.580	54.580	839.456	
79	54.579	109.160	837.511	Jr. Porvenir
79-80	51.328	160.488	839.444	
80	51.328	211.816	840.096	Jr. Unión
80-81	46.014	257.829	840.381	
81	46.014	303.843	841.055	Jr. José Olaya
81a	46.505	350.348	840.878	
82	56.666	407.014	841.550	Av. Alfonso Ugarte
82-101	52.169	459.183	841.687	
101	52.168	511.350	841.917	Jr. Iquitos
101a	94.673	606.023	841.430	
102	94.673	700.696	841.781	Jr. Lima

**CUADRO N° 53.- CANAL NATURAL 3 EVACUA EN LAGUNA
TRANCAYACU (LÁMINA N° PL-11)**

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
a1	0.000	0.000	845.103	Jr. Tarapoto
a2	37.667	37.667	845.087	
a3	37.664	75.331	845.036	Av. Central
a4	26.538	101.870	845.035	
a5	26.574	128.444	845.035	Jr. Piura
a6	55.645	184.089	844.968	
a7	55.686	239.775	844.892	Jr. Cuzco
a8	102.332	342.107	844.408	
133	102.332	444.439	843.911	Jr. Consuelo
a9	68.060	512.499	843.650	
a10	68.046	580.544	843.200	Vía Evitamiento
a11	66.225	646.769	841.200	
a12	59.245	706.015	840.600	Viene de canal 4
a13	59.244	765.259	839.177	
a14	67.036	832.295	838.976	Jr. Tarapoto
a15	67.034	899.329	838.839	
a16	45.259	944.588	837.532	Av. Progreso
a17	48.723	993.311	837.500	Laguna

CUADRO N° 54.- JR. LOS CAÑAVERALES (LÁMINA N° PL-11)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
84	0.000	0.000	835.500	Vía Evitamiento
84-85	55.676	55.676	838.000	
85	55.676	111.353	838.804	Jr. Porvenir
85-86	52.359	163.712	839.195	
86	52.359	216.070	839.474	Jr. Unión
86-87	46.938	263.008	839.500	
87	46.938	309.946	839.962	Jr. José Olaya
87-88	52.622	362.568	841.000	
88	52.622	415.190	841.572	Jr. Iquitos

CUADRO N° 55.- CANAL NATURAL 2 EVACUA EN LAGUNA TRANCAYACU**(LÁMINA N° PL-11)**

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
48	0.000	0.000	847.507	Jr. Independencia
48a	55.015	55.015	847.104	
105	55.015	110.029	845.000	Jr. Nicanor Reátegui
105a	69.435	179.464	844.525	
112	69.435	248.899	841.626	Av. Central
112-116	16.061	264.960	841.169	
116	16.061	281.021	841.026	Av. Central
116-122	53.433	334.454	840.676	
122	53.433	387.888	839.325	Jr. Piura
122a	56.629	444.517	838.514	Laguna

CUADRO N° 56.- JR. JAEN (LÁMINA N° PL-11)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
136	0.000	0.000	841.028	Compelo Isla
136-E25	64.268	64.268	842.465	
E25	64.268	128.536	843.317	Av. Progreso
137	13.430	141.966	843.489	Av. Progreso
137-138	65.576	207.542	842.720	
138	65.576	273.118	842.647	Jr. Tarapoto
138-139	94.177	367.295	842.407	
138c	28.323	395.618	841.566	Canal
139	65.854	461.472	844.467	Vía Evitamiento

CUADRO N° 57.- CANAL NATURAL 1 EVACUA EN ALCANTARILLA 1 Ø 36" (LÁMINA N° PL-11)

UBICACIÓN Km. 492+405 (Carretera Pdte. F. Belaunde T.)

N°	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA TERRENO	OBSERVACIONES
83	0.000	0.000	835.130	Vía Evitamiento
83a	50.000	50.000	834.459	
83b	50.000	100.000	833.879	
83c	50.000	150.000	833.586	
83d	37.152	187.152	831.693	
83e	13.195	200.347	831.442	i/a
83f	22.233	222.580	831.037	

i/a = ingreso alcantarilla 1 Ø 36"

s/a = salida alcantarilla 1 Ø 36"

3.2.1.2. PLANEAMIENTO URBANO

3.2.1.2.1. INFRAESTRUCTURA URBANA

- a). **VÍAS.-** La ciudad de Calzada presenta calles anchas, no existe un programa de mantenimiento y conservación de sus pistas que son de tierra natural.
- b). **ENERGÍA ELÉCTRICA.-** Se cuenta con este servicio las 24 horas del día, el cual es generado por la central hidroeléctrica del Gera. Se cuenta con alumbrado público y conexión domiciliaria
- c). **AGUA Y DESAGÜE.-** La ciudad de Calzada cuenta con un sistema de agua por gravedad, construido en el año de 1986 por la junta de obra públicas del Ministerio de Salud, que a la fecha viene siendo deficiente por el aumento de la población y el decremento de las aguas durante la época de estiaje. Las captaciones de las fuentes se ubican en las faldas del morro de Calzada.
- d). **TELECOMUNICACIONES.-** Existe 03 cabinas telefónicas públicas.
- e). **TRANSPORTE.-** Existen servicios de combis.
- f). **LIMPIEZA PÚBLICA.-** El servicio de baja policía solo se da una vez por semana.

3.2.1.2.2. PROBLEMÁTICA URBANA

- a). **COMUNICACIÓN.-** El servicio de movilidad local es insuficiente por el número de unidades y el transporte se da en horarios diurnos.
- b). **EQUIPAMIENTO.-** El equipamiento recreativo, de salud, educación, así como de otros usos no es el óptimo; es necesario disponer de áreas que permitan mejorar esta problemática.
- c). **SERVICIOS BÁSICOS DE VIVIENDA.-** El servicio de agua es restringido durante la época de estiaje, es necesario construir un filtro en la captación a fin de evitar el ingreso de sólidos a las tuberías de distribución.

Se cuenta con conexiones domiciliarias y no existe control del consumo, falta instalación de medidores.

El control de calidad de agua no cuenta con una infraestructura apropiada, sólo existe una cámara rompedor que sirve de clorador.

No existe servicio de desagüe, la eliminación de las aguas servidas se realiza por las canalizaciones existentes.

el sembrado de los postes de alumbrado público se realizó sin ningún alineamiento en las calles.

d). **TELECOMUNICACIONES.**- No existe servicio de teléfonos a domicilios, ni tampoco se cuenta con televisión de señal abierta ni por cable.

La Municipalidad cuenta con una emisora local que capta emisoras regionales y nacionales además de canales de televisión de la Capital en horarios restringidos.

e). **CALLES Y VIVIENDAS.**- No están pavimentadas

f). **ACEQUIAS.**- No están canalizadas.

g). **SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL.**- No cuenta, y las aguas pluviales discurren por el centro de las calles.

h). **ACTIVIDADES DIVERSAS.**- Como tiendas, panaderías, pensiones, boticas, bares, galleras, discotecas, etc, no cuentan con servicios higiénicos que cumplan con normas sanitarias.

3.2.1.2.3. USO ACTUAL DEL SUELO

a). USO POLÍTICO

El uso político del suelo está referido al uso físico, desde donde las autoridades gobiernan, imparten justicia y/o prestan servicio a la comunidad. Estos órganos de gobierno están compuestos por:

- Municipalidad Distrital, con un área de 910.00 m²
- Gobernación
- Juez de primera nominación

b). USO SOCIAL

La zona urbana de la Ciudad de Calzada está consolidada a los alrededores de la plaza de armas, cumpliendo un triple uso, residencial, comercial y educativo. En el perímetro de la plaza de armas se encuentran ubicados los siguientes locales: C.E.I. N° 176, E.P.M N° 00743 (local 1), Municipalidad, Comisaría, Templo católico, pensión, gallera, botica, bodega, hospedaje. (Ver plano N° SE-03). La Ciudad de Calzada dispone de los siguientes servicios:

CUADRO N° 58.- USO SOCIAL DEL SUELO

DESCRIPCIÓN	AREA (m2)
A.- EDUCACIÓN	
C.E.I. N° 176 (1)	1,730.00
C.E.I. N° 301	7,180.00
E.P.M. N° 00743 (local 1+2)	12,460.00
E.P.M. N° 00797 (1)	9,000.00
C.N.M. CLEMENTE LÓPEZ MONTALVÁN (*)	38,050.00
B.- RELIGIOSO	
Templo católico	780.00
Templos protestantes	2,860.00
C.- RECREACIÓN	
Plaza de armas	5,370.00
Estadio municipal	20,190.00
D.- OTROS USOS	
Centro de salud	7,150.00
Cementerio	33,920.00

(*) Incluye plataforma deportiva de 600.00 m2

c). USO ECONÓMICO

CUADRO N° 59.- USO ECONÓMICO DEL SUELO

DESCRIPCIÓN	AREA (m2)
Mercado de abastos	620.00
Tiendas de abarrotes (25)	
Panadería (1)	
Molinos (2)	
Zapaterías (2)	
Carpinterías (3)	
Sastrerías (4)	
Servicio técnico (2)	

NOTA: LOS DIFERENTES ESTABLECIMIENTOS TIENEN UN ÁREA PROMEDIO DE 20.00 M2

3.2.1.2.4. DENSIDAD POBLACIONAL URBANA ACTUAL

Densidad es la relación entre la población de un área determinada y la superficie de dicha área. Se expresa en habitantes por hectárea (Hab./Ha.).

$$\text{DENSIDAD POBLACIONAL} = \frac{\text{Población (Hab.)}}{\text{Área (Ha.)}}$$

a). DENSIDAD BRUTA.- Es la relación que incluye todos los usos del suelo: residencial, calles, equipamiento, etc. Es el resultado de dividir el total de la población urbana entre el total de la superficie urbana.

POBLACIÓN URBANA ACTUAL = 2,500 Habitantes

AREA URBANA BRUTA = 87.16 Ha (Ver plano N° T-03)

DENSIDAD BRUTA = 29 Hab/Ha.

b). DENSIDAD NETA.- Es la relación que incluye sólo al suelo residencial y no al destinado a otros usos; calles, equipamiento etc, es el resultado de dividir el total de la población urbana entre el total de la superficie residencial.

AREA URBANA NETA = 47.46 Ha (Ver plano N° T-03)

DENSIDAD NETA = 53 Hab/Ha.

3.2.1.2.5. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN AL AÑO 2,020, SÓLO EN ZONA RESIDENCIAL

En todo proyecto debe considerarse la población futura a fin de determinar las políticas y programas de desarrollo.

a). PERIODO DE DISEÑO.-

El Reglamento Nacional de Construcciones, recomienda el siguiente periodo de diseño:

- Para poblaciones de 2,000 hasta 20,000 habitantes, 15 años

En base a estas consideraciones se desarrollará la proyección para una vida útil de 20 años.

b). CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA EN ZONA RESIDENCIAL

El estudio de la población futura se realizará en base a encuestas, y/o censos.

El cálculo de la población futura lo realizaremos por el método del Interés Compuesto, por su uso más difundido y el de mayor uso con fines de proyección poblacional.

El Instituto de Estadística e Informática (INEI), realiza sus proyecciones y cálculo de las tasas de crecimiento utilizando éste método

A continuación presentamos los datos de los censos de 1940, 1961, 1972, 1981 y 1993, proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y la Dirección Regional de informática y Estadística del Gobierno Regional de San Martín, así como del censo local realizado el año 2000 proporcionado por la municipalidad Distrital de Calzada.

CUADRO Nº 60.- POBLACIÓN URBANA DE LA CIUDAD DE CALZADA

FECHA DEL CENSO	POBLACIÓN
09/06/1940	832
02/07/1961	1177
04/06/1972	1433
12/07/1981	1833
11/07/1993	2162
30/06/1996	2333 (*)
07/12/2000	2500 (**)

Fuente:

- Instituto Nacional de Estadística e informática
- (*) Dirección Regional de Informática y Estadística del Gobierno Regional de San Martín
- (**) Municipalidad Distrital de Calzada

CUADRO N° 61.- CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CRECIMIENTO

AÑO	POBLACIÓN	(Pf/Pi)	Δ t	(Pf/Pi) ^{1/Δt}	r
1,940	832				
1,961	1,177	1.415	2.10	1.180	0.180
1,972	1,433	1.218	1.10	1.196	0.196
1,981	1,833	1.279	0.90	1.135	0.315
1,993	2,162	1.179	1.20	1.147	0.147
1,996	2,333	1.079	0.30	1.288	0.288
2,000	2,500	1.072	0.40	1.190	0.190

$$r_p = \frac{2.1 \times 0.18 + 1.10 \times 0.196 + 0.9 \times 0.315 + 1.2 \times 0.147 + 0.3 \times 0.288 + 0.40 \times 0.19}{2.1 + 1.1 + 0.9 + 1.2 + 0.3 + 0.40}$$

r_p = 0.203

POBLACIÓN FUTURA AL AÑO 2,020, SÓLO EN ZONA RESIDENCIAL

$$P_{2020} = P_{2000} (1 + r_p)^{\Delta t}$$

$$P_{2020} = 2500 (1 + r_p)^{20/10}$$

$$P_{2020} = 3,618$$

P₂₀₂₀ = 3,620

3.2.1.2.6. PROPUESTA DE EXPANSIÓN URBANA

Para el año 2,020 la población urbana será de 3,620 habitantes y la población actual de acuerdo a los datos proporcionados por la Municipalidad Distrital de Calzada, es de 2,500 habitantes.

Luego necesitamos un área que albergue el déficit para el año 2,020 que es de 1,120 habitantes. Dicho déficit se albergará en la zona de expansión futura.

Actualmente el área de la zona urbana es de 87.16 Ha, y su población es de 2,500 habitantes, lo que da una densidad bruta de 29 Hab/Ha, por lo tanto la zona urbana actual es una zona residencial tipo R1-S.

La zona de expansión futura que se propone será una zona residencial de baja densidad, es decir una zona R1 por las siguientes razones:

- Los terrenos son de bajo costo, aproximadamente cuatro soles por m²
- Los pobladores están acostumbrados a vivir en lotes grandes

Además Calzada por su ubicación estratégica, en el Km 493, al lado izquierdo de la Carretera Pdte. Fernando Belaunde Terry, equidistante 10 Km. de las ciudades de Moyobamba, Rioja, Soritor y Yantaló, tiene una topografía plana y cuenta con servicio de energía eléctrica permanente, se mejorará el servicio de agua potable y se contará con sistema de alcantarillado y drenaje pluvial, lo que hace propicia la ubicación de una zona industrial, la que se determinó en base de las necesidades de las Provincias de Moyobamba y Rioja, a fin de instalar agroindustrias para el desarrollo auto sostenido y como alternativa a la generación de empleo con miras al comercio local, nacional e internacional, lo que permitirá mayor desarrollo.

La zona industrial tiene una ubicación estratégica por no tener problemas con el viento, que corre de Este a Oeste, está ubicada en el lado Oeste de la ciudad en la expansión futura y tiene un acceso rápido a la Carretera Pdte. Fernando Beaunde Terry (Ver Plano N° SE-03)

Debido a las condiciones favorecidas se producirá un fenómeno migratorio, de acuerdo a la siguiente hipótesis.

3.2.1.2.7. HIPÓTESIS DE DESARROLLO EN LA ZONA INDUSTRIAL

Consiste en, asumir que parte de la producción agrícola, pecuaria y piscícola de la zona se procesará en Calzada, en la zona industrial que se propone.

- 40 Lotes para la zona industrial liviana
- 40 Lotes para industria elemental y complementaria
- 46 Lotes para vivienda taller

a). Para la Zona Industrial Liviana (I2).

Consideramos 8 trabajadores en promedio por Industria, de estos asumimos que 5 son jefes de familia, de las cuales consideramos 2 residentes en Calzada y 3 son migrantes con 4 familias por migrante, con la que la población se incrementará de la siguiente manera:

- $40 \text{ Lotes} \times 3 \text{ jefes de familia/lote} \times 4 \text{ hab./jefe de familia} = 480 \text{ habitantes}$

De los tres trabajadores restantes 2 son de Calzada, y uno es migrante, con lo que la población se incrementará de la siguiente manera:

- $\text{Lotes} \times 1 \text{ migrante/Lote} = 40 \text{ habitantes.}$

b). Para la Zona Industria Elemental y Complementaria (I1).

Consideramos 6 trabajadores en promedio de estos asumimos, que tres con jefes de familia, dos residentes en Calzada y un migrante jefe de familia, entonces la población se incrementará así:

- $40 \text{ Lotes} \times 1 \text{ jefe de familia/lote} \times 4 \text{ habitantes/jefe de familia} = 160 \text{ habitantes}$

De los tres trabajadores restantes, uno es de Calzada, uno reside en una ciudad cercana y uno es migrante, entonces la población se incrementará.

- $40 \text{ Lotes} \times 1 \text{ migrante/lote} = 40 \text{ habitantes.}$

c). Para la Zona Vivienda Taller (I1R).

Consideramos cuatro miembros por familia. De los 46 lotes asumimos que 36 lotes serán ocupados por migrantes provenientes de las ciudades cercanas, con lo que la población se incrementará así:

- $36 \text{ Lotes} \times 4 \text{ Habitantes/Lote} = 144 \text{ habitantes}$

CONCLUSIÓN:

El total de población de Calzada se incrementará así :

$$I2 = 480 + 40 \text{ Hab.} = 494 \text{ Hab.}$$

$$I1 = 160 + 40 \text{ Hab.} = 210 \text{ Hab.}$$

$$I1R = \quad \quad \quad = 144 \text{ Hab.}$$

$$\text{TOTAL INCREMENTO DE POBLACIÓN} = 848 \text{ Hab.}$$

3.2.1.2.8. POBLACIÓN TOTAL AL AÑO 2,020

La población total a la que se le brindará el equipamiento necesario será:

$$\text{POBLACION TOTAL} = 3,620 + 848 = 4,468 \approx 4,470 \text{ habitantes}$$

3.2.1.2.9. SECTORIZACIÓN

Teniendo en cuenta que, sectorización urbana es la división de la zona urbana en base a unidades que tienen similares características como son: problemática, recursos, economía, religión, necesidades, y características geográficas y relaciones, se ha considerado un solo sector.

Calzada es una Ciudad en la que no se nota claramente las diferencias de un sector a otro por tener funciones mixtas, pero no desordenadas, sabiendo que un sector fluctúa entre 3,000 a 10,000 habitantes, proponemos un solo sector: el sector A conformado por 5 barrios (Ver plano N° SE-03)

3.2.1.2.10. ZONIFICACIÓN

La definición en el Reglamento Nacional de Construcciones nos da a entender que es una parte del Plan Regulador mediante el cual se propone la mas adecuada utilización de la tierra.

Para la ciudad de Calzada hemos propuesto lo siguiente:

- a). **ZONA INDUSTRIAL LIVIANA (I2).**- Zona destinada para establecimientos industriales.
- b). **ZONA INDUSTRIAL ELEMENTAL Y COMPLEMENTARIA (I1).**- Es la zona destinada para establecimientos industriales complementarios o de apoyo a la industria de mayor escala
- c). **ZONA VIVIENDA TALLER (I1R).**- Es la zona destinada a vivienda compatible con industria elemental y complementaria.
- d). **ZONA DE COMERCIO VECINAL (CV).**- ES el tipo de comercio destinado a ofrecer bienes de consumo diario especialmente alimentos y artículos o servicios de primera necesidad.
- e). **ZONA DE COMERCIO LOCAL (CL).**- Este uso es el producido de la influencia de un mercado en sus alrededores.
- f). **ZONA RESIDENCIAL DE DENSIDAD BAJA.**- Para Calzada la zona residencial es R1-S y en la zona de expansión urbana se propone una zona residencial R1.
- g). **ZONIFICACION PRE-URBANA (P-U).**- Es el uso de habilitaciones de tierras en huertas y granjas ubicado en una parte de la ciudad.
- h). **ZONA RECREACIONAL (ZR).**- Zona destinada al uso recreacional activo y pasivo.

i). **USOS ESPECIALES (UO).**- Son otros usos diferentes a los establecidos, en los acápite anteriores

3.2.1.2.11. DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES Y PROPUESTA DEL EQUIPAMIENTO URBANO

Para determinar las necesidades del Equipamiento Urbano se tuvo como referencia el Reglamento Nacional de Construcciones (RNC) y el Sistema Nacional de Equipamiento (SISNE).

Para la ciudad de Calzada, el Equipamiento Urbano se ha hecho de acuerdo a las premisas dadas en el acápite de Revisión de Literatura respectivo y teniendo como base la población calculada para dentro de 20 años que es de 4,470 habitantes.

3.2.1.2.11.1. PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO URBANO

La propuesta de equipamiento urbano se realizará en los sectores de: educación, recreación, cultura, salud, comercio y otros fines; evaluando los ya existentes.

A). EQUIPAMIENTO EDUCATIVO ACTUAL

A.1). La ciudad de Calzada cuenta con dos Centros de Educación Inicial.

- C. E. I. N° 176, ubicado en el Jr. Leoncio Prado S/N, frente a la plaza de armas, presta servicios en local propio, tiene 80 alumnos distribuidos en 03 aulas con capacidad promedio de 27 alumnos por aula, además cuenta con 01 SS. HH.

- C. E. I. N° 301, ubicado en el Jr. Cuzco y Tarapoto S/N, presta servicios en local propio, tiene 30 alumnos distribuidos en 01 aula con capacidad de 30 alumnos.

En total la población escolar del nivel inicial es de 110 alumnos.

A.2). En el nivel de Educación Primaria, se tiene dos Centros Educativos.

- E. P. M. N° 00743 "Blanca Rosa Anduaga de Caro", cuenta con dos locales.
 - Local N° 1, ubicado en el Jr. Leoncio Prado S/N., frente la plaza de armas, tiene 128 alumnos distribuidos en 4 aulas, con capacidad

promedio de 32 alumnos por aula, utiliza los SS. HH. del C.E.I. N° 176.

- Local N° 2 ubicado en la intersección de los Jirones Iquitos y Benavides, tiene 257 alumnos distribuidos en 8 aulas con una capacidad promedio de 32 alumnos por aula, cuenta con 01 SS. HH.
- E. P. M. N° 00797 "Progreso", ubicado en Jr. Consuelo y Jr. Tarapoto, cuenta con un Local propio, tiene 100 alumnos, distribuidos en 04 aulas con una capacidad promedio de 25 alumnos por aula, cuenta con 01 SS. HH.

En total la población escolar en el nivel primario es de 485 alumnos.

A.3). En nivel de Educación Secundaria , se tiene:

- Colegio Nacional de Menores "Clemente López Montalván", con local propio, tiene 260 alumnos, distribuidos en 11 aulas y con una capacidad promedio de 24 alumnos por aula, cuenta con 01 SS. HH.

En base a la población urbana, para el año 2,000 que es de 2,500 habitantes (Dirección Regional de Informática y Estadística del Gobierno Regional de San Martín) y la población escolar para el año 2,002 (Encuesta Calzada 2,002) el promedio de la población escolar es como sigue:

Educación Inicial	:	4.40% = (110 / 2,500) x 100
Educación Primaria	:	19.40% = (485 / 2,500) x 100
Educación Secundaria	:	10.40% = (260 / 2,500) x 100
TOTAL	:	34.20 % (de la población total urbana)

Teniendo presente que para el año 2,020 se espera alcanzar una población urbana de 4,470 habitantes, de acuerdo a los porcentajes de escolaridad descritos anteriormente, nos encontramos con una población escolar proyectada para el año 2,020 de 1,529 alumnos, distribuidos en los diferentes niveles educativos como sigue:

Nivel Inicial	:	197 alumnos = 4,470 x 4.40 / 100
Nivel Primaria	:	867 alumnos = 4,470 x 19.40 / 100
Nivel Secundaria	:	465 alumnos = 4,470 x 10.40 / 100

POBLACION ESCOLAR : 1,529 alumnos

B). EQUIPAMIENTO EDUCATIVO FUTURO

• CUNAS

La población del Centro Urbano debe ser mayor de 5,000 habitantes; para el caso del distrito de Calzada, la población urbana proyectada para el año 2,020 llega a 4,470 habitantes; por lo tanto no se justifica su planeamiento para este periodo de diseño.

• NIVEL INICIAL

a). C. E. I. N° 176

- Radio de influencia : 200 a 500 m.
- Tipo : C. E. I. N° 1
- Ubicación : Jr. Leoncio Prado S/N.
- Área total del terreno : 1,725.00 m²
- Área construida : 233.70 m²
- Población escolar : 143 alumnos
proyectada al año 2,020
- Capacidad actual : 80 alumnos
- Aulas a habilitar : $(143 - 80) / 30 = 2$

Se requiere habilitar dos aulas para este Centro de Educación Inicial.

NOTA: El número promedio de alumnos por aula es de 30

b). C. E. I. N° 301

- Radio de influencia : 200 a 500 m.
- Tipo : C. E. I. N° 2
- Ubicación : Jr. Cusco S/N.
- Área total del terreno : 7,180 m²
- Área construida : 80.30 m²
- Población escolar : 54 alumnos
proyectada al año 2,020
- Capacidad actual : 30 alumnos
- Aulas a habilitar : $(54 - 30) / 30 = 1$

Se requiere habilitar un aula para este Centro de Educación Inicial

c). De la población escolar proyectada, se hace necesario implementar otro Centro de Educación Inicial, que se ubicará en la zona de expansión, con las siguientes características:

- Tipología : C. E. I. N° 3
- Número de Aulas : 2
- Número de alumnos : 60 alumnos
- Área total del terreno : 2,060.00 m².
- Número de pisos : 1

• **NIVEL PRIMARIA**

a). E. P. M N° 00743

- Radio de influencia : 600 a 1000 m.
- Tipo : EP - 3
- Ubicación : Jr. Benavides S/N.
- Área total del terreno : 12,465.80 m².
- Área construida : 1320.70 m².
- Población escolar : 688 alumnos
- proyectada al año 2,020
- Capacidad actual : 385 alumnos
- Aulas a habilitar : $(688 - 385) / 30 = 10$

Se requiere construir diez aulas.

b). E. P. M N° 00797

- Radio de influencia : 600 a 1000 m.
- Tipo : EP - 1
- Ubicación : Jr. Consuelo S/N
- Área total del terreno : 9,000.00 m².
- Área construida : 500.00 m².
- Población escolar : 179 alumnos
- proyectada al año 2,020
- Capacidad actual : 100 alumnos
- Aulas a habilitar : $(179 - 100) / 30 = 3$

Se requiere construir tres aulas.

c). De la población escolar proyectada, se hace necesario implementar otra Escuela Primaria de Menores, que se ubicará en la zona de expansión futura, con las siguientes características:

- Tipología : EP – 1
- Número de Aulas : 8
- Número de alumnos : 240 alumnos
- Área total del terreno : 2,870.00 m2.
- Número de pisos : 1

• **NIVEL SECUNDARIO**

a). COLEGIO NACIONAL DE MENORES "CLEMENTE LÓPEZ MONTALVÁN"

- Radio de influencia : 600 a 1000 m.
- Tipo : ES - IIA
- Ubicación : Av. Central S/N
- Área total del terreno : 38,050 m2.
- Área construida : 964.50 m2.
- Población escolar : 465 alumnos
proyectada al año 2,020
- Capacidad actual : 260 alumnos
- Aulas a habilitar : $(465 - 260) / 30 = 7$

Se requiere habilitar siete aulas para este Centro Educativo

C). EQUIPAMIENTO DE SALUD

Actualmente se cuenta con un Centro de Salud de 279.20 m2 de área construida, de dos niveles, el primer nivel terminado de material noble y quincha mejorada y el segundo nivel inconcluso (faltan acabados).

En este centro de salud laboran:

- 01 médico
- 01 laboratorista
- 01 enfermera
- 05 técnicos en enfermería
- 01 obstetriz

Existen programas de atención a la comunidad, tales como: control de malaria, saneamiento ambiental y planificación familiar.

La atención que brinda es tanto para la población urbana y rural.

El área propuesta es de 7,150.00 m² y responde a ampliaciones que se darán de acuerdo con la mejora de la política de salud y de infraestructura para estos fines en el País.

D). EQUIPAMIENTO RECREACIONAL

En la actualidad faltan instalaciones recreativas que permitan el desarrollo integral de la población. Sobre todo la población infantil, es por ello que planteamos un equipamiento constituido por parques infantiles y losas deportivas que serán ubicados conforme se indica en el plano de sectorización y equipamiento (Ver plano N° SE-03).

Según el Reglamento Nacional de Construcciones, consideramos para el Equipamiento Recreacional el 8% de área total, (mínimo).

AR = 8% AT

AR = Área para recreación.

AR = 8% (157.78 Ha.)

AR = 12.62 Ha.

a). Plazas y plazuelas

Especificaciones:

- Frecuencia de uso : 10% PT = 10%(4,470 Hab.) = 559 hab.
- Espacio necesario : 5 m²/hab.
- Capacidad óptima : 200 – 500 hab.
- Área recomendable : 2200.00 m².
- Área necesaria : 5 m²/niño x 559 niños = 2,795.00 m².
- Radio de influencia : 250.00 m.
- Número de parques : Por el total de población a beneficiarse y por el radio de influencia proponemos CINCO plazuelas (Ver plano N° SE-03).

b). Parques infantiles

Especificaciones:

- Frecuencia de uso : 5% PT = 5% (4,470 Hab.) = 224 niños
- Espacio necesario : 5 m²/niño
- Área recomendable : 600 m² (mínima)
- Área necesaria : 5 m²/niño x 224 niños = 1120.00 m² (mínima)
- Radio de influencia : 200.00 m

- Número de parques : Por el total de niños a beneficiarse y por el radio de influencia proponemos SEIS parques infantiles (Ver plano N° SE-03).

c). Bosques ecológicos

Se esta proponiendo 11 áreas de bosque intangibles que funcionaran como áreas de recreación pasiva (Ver plano N° SE-03)

CUADRO N° 62.- EQUIPAMIENTO RECREACIONAL AL AÑO 2,020

NOMBRE	AREA (m2)
Plaza de Armas	5,370
Plazuela 1	3,120
Plazuela 2	5,630
Plazuela 3	3,350
Plazuela 4	5,000
Plazuela 5 (*)	2,900
Plazuela 6 (**)	4,380
Parque infantil 1	2,270
Parque infantil 2	1,160
Parque infantil 3	1,120
Parque infantil 4	1,170
Parque infantil 5	1,600
Parque infantil 6 (*)	2,060
Complejo turístico	193,310
Bosque 1	3,790
Bosque 2	1,900
Bosque 3	6,760
Bosque 4	3,510
Bosque 5	41,600
Bosque 6	770
Bosque 7	2,890
Bosque 8	3,770
Bosque 9	14,400
Bosque 10	21,960
Bosque 11 (**)	32,520
TOTAL EQUIPAMIENTO RECREATIVO	366,300

(*) PROPUESTO EN ZONA RESIDENCIAL

(**) PROPUESTO EN ZONA INDUSTRIAL

d). Complejo turístico

Tiene un área de 19.33 Ha, esta conformado por una laguna artificial que tiene un espejo de agua de 11.11 ha y una altura en su punto medio de 2.50 m., para practica de canotaje, también cuenta con vías de acceso y áreas para construcción de bungalow, restaurant, salón de baile, canchas deportivas, etc. (Ver plano N° SE-03).

E). USOS ESPECIALES

CUADRO N° 63.- USOS ESPECIALES

NOMBRE	AREA (m2)
Municipalidad	910
Comisaría	300
Centro cívico	460
Radio y TV Municipal	1,360
Casa comunal	3,600
Iglesia Católica	780
Iglesia Presbiteriana	610
Iglesia Asamblea de Dios	640
Iglesia Adventista	700
Iglesia del Nazareno	910
Cultura y biblioteca	1,480
Bomberos	460
Hospedaje	530
Terminal terrestre	7,860
Cementerio	33,920
Grifo	560
Estadio Municipal	65,390
Losa deportiva 1	6,520
Coliseo cerrado	8,190
Losa deportiva 2	3,560
Losa deportiva 3	5,960
Losa deportiva 4 (*)	4,150
Losa deportiva 5 (**)	3,880

(*) EN ZONA RESIDENCIAL

(**) EN ZONA INDUSTRIAL

F). COMERCIO

Se ha considerado 20 establecimientos comerciales de 40 m² cada uno por tener una zona industrial.

Existe un mercado de abastos, el cual tiene que ser remodelado a corto plazo, por ser una estructura afectada por sismos y que no cumple con los requerimientos de una edificación para tal fin que preste seguridad en caso de un siniestro.

Por lo tanto, el comercio vecinal que se proyecta estará satisfaciendo las necesidades locales de la población.

G). VIALIDAD

La ciudad de Calzada está comunicada con Rioja y Moyobamba por medio de la Carretera Pdte. Fernando Belaunde Terry y con una carretera vecinal con Soritor, también tiene comunicación con el caserío San Francisco del Pajonal, y el distrito de Yantaló, además de centros agrícolas por medio de trochas carrozables sin afirmar. Existe también una carretera afirmada hasta la parte baja del morro de calzada que es un lugar turístico de importancia.

H). SERVICIOS PÚBLICOS

- Es urgente que a corto plazo se amplíe la red de agua potable.
- La red de desagüe debe prestar servicios a corto plazo, así mismo la planta de tratamiento de aguas servidas.
- Respecto al servicio de limpieza pública, deberá ubicarse el lugar donde se desechará la basura. Corresponde al Ministerio de Salud o a la Municipalidad Dsitrital hacer los estudios, debiendo la basura recibir un tratamiento especial para convertirlo en abono.
- El sistema de drenaje pluvial debe ejecutares a corto y mediano plazo.

3.2.1.2.12. LOTIZACIÓN DE LA ZONA DE EXPANSIÓN URBANA

En el diseño de lotizaciones o conjunto de viviendas, se debe buscar aprovechar con eficiencia el terreno, para lo cual es importante adaptar el trazo urbano a su configuración y características.

La proyección de la población futura es de 4,470 habitantes y la población actual es de 2,500 habitantes, con lo que se tendrá un excedente poblacional de 1,970 habitantes, a los que se le tiene que brindar vivienda y servicios, los

que se ubicarán en las áreas libres de la zona existente y en la zona de expansión futura.

De acuerdo a la hipótesis 1, para la zona vivienda taller, se tiene 46 lotes x 4= una población de 184 habitantes, entonces la población a la que se le brindará vivienda será de $1,970 - 184 = 1,786$ habitantes.

Si tenemos en cuenta que el promedio de habitantes por vivienda es de 4 hab., entonces el número de lotes necesario será $1,786 / 4 = 447$ lotes, de los cuales 207 se localizarán en las áreas libres de la zona actual, cuyos propietarios se registrarán para la respectiva lotización en el Reglamento de Zonificación que se da para Calzada.

Para la zona de expansión futura, terrenos de propiedad municipal, se han habilitado los restantes 240 lotes para la zona residencial.

a). DIMENSIONES DE LOTES (Ver plano N° SE-03)

- PARA LA ZONA RESIDENCIAL
Los lotes propuestos para la zona residencial tendrán como mínimo 8.00 m. de frente (TOTAL DE LOTES = 447).
- PARA LA ZONA VIVIENDA TALLER, el lote tendrá mínimo 9.00 m. de frente (TOTAL DE LOTES = 46).
- PARA LA ZONA INDUSTRIA ELEMENTAL Y COMPLEMENTARIA, el lote tendrá mínimo 14.00 m. de frente (TOTAL DE LOTES = 40).
- PARA LA ZONA INDUSTRIA LIVIANA, el lote tendrá mínimo 20.00 m. de frente (TOTAL DE LOTES = 40).

NOTA: En todos los casos el fondo del lote será 4 veces la longitud del frente.

3.2.1.3. HIDROLOGÍA

3.2.1.3.1. LIMITACIONES

Uno de los principales problemas con que se encuentran los profesionales del país, en cuanto a desarrollar estudios de hidrología se refiere, es la escasez de información hidrometeorológica.

En la mayoría de los departamentos, provincias o aun distritos del país no existen estaciones registradoras.

La Ciudad de Calzada no cuenta con una estación meteorológica, para ello la solución consistió en trabajar con información de la Estación C.O. Moyóbamba (pluviométrica y pluviográfica) como estación local, ubicada en las instalaciones del campo ferial Ayaymamam, que tiene como coordenadas: Latitud 06° 00', Longitud 76° 58', y una altitud de 860.00 msnm.

Ésta estación se ubica a 10 kilómetros del área del proyecto y localizada en el mismo valle, cuyas características geomorfológicas son similares, por ser la única en contar con registros de bandas pluviográficas desde el año 1996.

3.2.1.3.2. SELECCIÓN DE LOS DATOS

En todo análisis de frecuencia tiene especial trascendencia seleccionar adecuadamente la muestra de datos que le servirán de base.

a). DATOS PLUVIOMÉTRICOS.- La selección se hará en base a las lluvias máximas anuales ocurridas en el periodo de registro para la duración o duraciones deseadas.

Para la protección básica las duraciones serán de 1 a 24 horas y para la protección complementaria, las duraciones más comunes serán de 5, 10, 15, 30, 45, 60, 120, 240 minutos.

Los datos meteorológicos corresponden a las precipitaciones máximas en 24 horas y número de días con precipitación igual o mayor a 10 mm., durante el periodo de 1979 al 2000.

En el cuadro N° 64 se muestra las intensidades máximas mensuales correspondiente a cada año y el cuadro N° 65 se muestra el número anual de días con lluvias significativas > a 10 mm.

CUADRO N° 64. - DATOS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm) - Estación CO. Moyobamba

N°	AÑO	MESES												Max ANUAL 24 horas (mm)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	1979	24.4	25.7	18.8	15.2	20.6	12.8	36.4	8.5	28.7	74.1	38.4	38.2	74.1
2	1980	41.6	80.8	24.7	46.8	7.3	15.2	13.4	8.5	11.8	27.0	14.4	18.2	80.8
3	1981	16.6	18.4	43.1	9.8	6.2	9.6	10.0	7.0	9.5	6.8	6.2	8.6	43.1
4	1982	5.1	9.6	49.8	6.2	5.6	10.0	10.4	9.7	7.4	7.6	6.8	7.7	49.8
5	1983	30.2	5.8	6.1	5.4	4.8	5.1	6.0	3.2	7.4	30.8	26.0	25.2	30.8
6	1984	6.2	8.4	9.4	6.4	6.7	9.0	2.8	8.8	4.9	24.8	38.6	24.2	38.6
7	1985	20.2	20.5	23.8	23.8	30.6	8.7	28.4	34.9	37.5	22.4	16.8	24.6	37.5
8	1986	30.6	6.7	29.3	39.0	36.4	5.4	18.8	26.9	15.4	14.3	76.3	23.2	76.3
9	1987	39.2	30.4	70.2	32.6	10.2	4.5	18.8	29.2	22.0	69.0	27.9	14.5	70.2
10	1988	38.6	20.6	26.8	24.0	14.2	2.8	8.4	55.0	38.5	41.0	28.4	36.0	55.0
11	1989	28.4	30.4	28.9	34.0	23.5	13.5	6.4	10.8	23.0	70.8	83.8	4.1	83.8
12	1990	74.2	33.9	19.2	21.1	42.2	25.0	31.5	31.1	32.5	40.6	37.2	35.8	74.2
13	1991	33.4	22.8	44.8	40.8	19.1	40.6	10.0	42.1	30.6	22.8	26.2	17.1	44.8
14	1992	23.0	20.7	72.4	29.4	10.9	81.0	44.6	23.7	11.3	27.4	39.5	36.0	81.0
15	1993	38.5	30.6	55.3	30.3	17.8	13.9	8.4	19.4	27.8	38.6	34.4	52.6	55.3
16	1994	30.0	30.7	33.1	117.1	17.2	20.3	22.5	15.8	20.2	30.8	48.2	43.9	117.1
17	1995	14.0	25.6	33.9	20.5	12.1	28.0	9.3	13.8	45.4	18.3	15.6	37.0	45.4
18	1996	49.5	38.8	19.7	20.8	45.0	23.0	5.8	22.3	24.1	35.5	77.0	47.6	77.0
19	197	46.5	33.4	13.0	19.1	32.2	16.5	18.8	22.4	25.1	31.0	54.2	48.1	54.2
20	1998	20.0	45.4	35.0	34.4	75.8	15.3	8.7	14.6	24.3	59.9	13.2	20.1	75.8
21	1999	35.2	51.0	29.4	17.8	66.1	28.5	12.8	31.3	10.7	85.0	77.7	26.4	85.0
22	2000	49.7	38.9	27.6	47.2	10.4	9.4	22.2	23.4	35.9	30.2	12.2	46.5	49.7
Sumatoria	$\Sigma =$	695.1	619.1	714.3	641.7	514.9	398.1	354.4	462.4	494.0	808.7	799.0	635.6	1399.5
Max mens	Mm =	74.2	80.8	72.4	117.1	75.8	81.0	44.6	55.0	45.4	85.0	83.8	52.6	117.1
Promedio	$\bar{X} =$	31.6	28.1	32.5	29.2	23.4	18.1	16.1	21.0	22.5	36.8	36.3	28.9	63.61

CUADRO Nº 65.- NÚMERO DE DÍAS CON PRECIPITACIONES IGUAL O MAYOR A 10 mm. (Estación C.O. Moyobamba)

Nº	AÑO	MESES												Total días
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	1979	7	1	4	3	1	1	4	0	3	1	5	3	33
2	1980	2	6	7	2	0	1	1	0	1	6	5	5	36
3	1981	4	8	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	16
4	1982	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4
5	1983	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	4	9
6	1984	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	3	9
7	1985	1	3	6	3	4	0	3	3	4	4	3	2	36
8	1986	0	8	4	5	3	0	5	4	2	1	4	3	39
9	1987	9	6	1	5	1	0	5	2	6	6	9	2	52
10	1988	4	6	5	6	1	0	0	4	1	5	4	1	37
11	1989	6	6	6	3	5	1	0	2	4	9	4	0	46
12	1990	5	7	7	4	2	2	2	2	4	4	12	3	54
13	1991	5	9	8	5	8	3	1	3	2	1	5	2	52
14	1992	3	3	8	4	2	0	3	6	4	4	5	4	44
15	1993	3	7	11	7	2	2	0	2	6	3	4	7	54
16	1994	5	5	5	10	1	4	3	2	2	5	5	6	33
17	1995	3	3	7	1	2	3	0	1	3	1	7	8	39
18	1996	4	7	5	4	1	1	0	3	2	6	3	6	42
19	1997	3	9	2	4	3	2	1	3	6	3	5	6	47
20	1998	4	3	4	4	3	1	0	3	2	5	2	5	36
21	1999	7	11	6	2	7	3	1	2	1	6	4	2	52
22	2000	5	6	6	4	1	0	2	3	4	4	1	8	44
Sumatoria Σ	=													834
Promedio anual N	=													38

3.2.1.3.3. ANÁLISIS DE FRECUENCIAS

El estudio hidrológico es uno de los aspectos más importantes para el diseño de las estructuras hidráulicas del presente proyecto de tesis, para lo cual la elección del caudal máximo de diseño tiene relación con el tiempo o periodo de retorno el que se a su vez depende de la vida útil de la estructura y el riesgo de falla considerado, de tal manera que **LAS ESTRUCTURAS FUNCIONEN EFICIENTEMENTE DURANTE TODO EL PERIODO DE SU VIDA UTIL Y CON LA MÁXIMA ECONOMÍA POSIBLE, DISMINUYENDO LOS DAÑOS POR INUNDACIONES SIN AFECTAR LA ECONOMÍA DEL PROYECTO.**

El análisis de máximos eventos hidrológicos tiene singular importancia, puesto que permite producir el comportamiento de descargas límite, para el dimensionamiento de estructuras hidráulicas muy diversas, con fines de conducción, almacenamiento y otros relacionados directa o indirectamente con el control y/o manejo de avenidas.

La serie de datos base de todo estudio de frecuencias debe ser representativa, adecuada y precisa.

a). Representativa.- En el sentido de que los datos utilizados concuerdan con la realidad de la muestra (entendiéndose por muestra al conjunto de datos disponibles que se está analizando).

b). Adecuada.- Se refiere principalmente a la longitud del registro, de forma tal que se pueda suponer que lo que ha sucedido volverá razonablemente a repetirse.

c). Precisa.- De manera que la muestra sea homogénea ya que cualquier cambio que se produzca en la lectura o en la estación de medición va a repercutir en el análisis estadístico.

El error de un análisis de frecuencia está íntimamente relacionado con la longitud del periodo de registro. **En general, el análisis debe evitarse para periodos de registro menores de 10 años, sin embargo para trabajos importantes como lo es el drenaje pluvial urbano no se usará datos menores de 20 años.**

En un estudio de frecuencia de lluvias o gastos, el problema principal será el de seleccionar el método más adecuado. Las metodologías utilizadas y los modelos desarrollados últimamente presentan sus ventajas y desventajas, por lo cual para

una elección apropiada, se necesita conocer bien la región en cuestión y las circunstancias para los cuales se van a efectuar los estudios.

En hidrología no siempre las series temporales correspondientes a registros históricos se hallan completos, encontrándose a menudo periodos faltantes, por razones de ausencia del observador o fallas instrumentales, entre otros.

Para el presente trabajo no ha sido necesario la utilización de métodos de completación de datos faltantes, por cuanto nuestra información data desde el año 1,979 al 2,000 con una muestra de (22 datos) superando al mínimo exigido (20 años).

Las metodologías existentes para el análisis de frecuencias, se basan en la forma sugerida por Chow.

$$X = \bar{X} + K S_x \quad (1)$$

Donde:

X = Evento correspondiente a una determinada frecuencia dentro de una serie de datos históricos.

K = Factor de frecuencia, que depende del intervalo de recurrencia o periodo de retorno y del tipo de probabilidad que el método adopte.

S_x = Es la desviación típica de la muestra, que puede expresarse en la forma:

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2)$$

X_i = Cada evento de la muestra

n = El número de eventos que ella contiene.

El valor de \bar{X} viene dado por:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3)$$

3.2.1.3.4. DISTRIBUCIONES PROBABILÍSTICAS PARA OBTENER PRECIPITACIONES MÁXIMAS

Varios son las distribuciones probabilísticas que se usan para estimar máximas descargas, de las cuales los que con mayor precisión describen los datos correspondientes a variables extremas son:

- a). Distribución de Valores Extremos de Gumbel
- b). Distribución de Log-Pearson Tipo III
- c). Distribución de Levediev

No existen razones justificatorias como para sostener que un determinado modelo es mejor que otro y más bien dicha referencia está supeditado a aquel que represente o describa mejor los datos muestrales.

A los valores de las precipitaciones anuales de la serie de 22 años registradas en la C.O. Moyobamba entre 1,979 y el 2,000 Cuadro N° 64, se le aplicó la distribución probabilística de GUMBEL, LOG PEARSON TIPO III Y LEVEDIEV, para luego tomar como resultado la probabilidad mayor, considerando que se trata de simular precipitaciones intensas que servirán para dibujar las familia de curvas duración – intensidad - frecuencia.

Las funciones de frecuencia se describen a continuación y los resultados se detallan en los cuadros siguientes, así como los parámetros característicos de la población.

$$F_i = m / (n+1)$$

Donde: F_i = Probabilidad del evento

m = Número de eventos

n = Número total de muestras

a). DISTRIBUCIÓN DE VALORES EXTREMOS DE GUMBEL

En 1941 se empleó por primera vez la teoría de los valores extremos para este tipo de análisis. Luego en el año 1954, Chow demostró que la distribución utilizada es esencialmente una logarítmica normal con asimetría constante. Cuando el tamaño de la muestra se aumenta GUMBEL adapta su distribución a una función de tipo exponencial de la forma:

$$p = e^{-e^{-y}} \quad (4)$$

siendo "p" la probabilidad de no ocurrencia de un evento, "e" la base de los logaritmos neperianos(naturales), "y" la variable reducida que es función del periodo de retorno (evento extremo). Al tomar logaritmos neperianos en la Ecuación (4) se obtiene:

$$y = - \ln (- \ln P), \quad (5)$$

O puesta en función del periodo de retorno

$$y = -\ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_r} \right) \right] \quad (6)$$

Que permite calcular el valor de "y" de acuerdo al período de retorno T_r deseado.

CUADRO Nº 66.- VALORES DE LA VARIABLE REDUCIDA (Y)

Tr (años)	Y
2	0.367
5	1.500
10	2.250
15	2.674
20	2.970
25	3.199
50	3.902
100	4.600
200	5.296
500	6.214

Para el evento correspondiente a un determinado periodo de retorno, Gumbel utiliza la ecuación general de Chow.

$$X = \bar{X} + K S_x \quad (1)$$

\bar{X} = media de la serie

S_x = Desviación estándar

K = valor de Ven Te Chow definido en tablas, a partir de la variable reducida, donde el factor de frecuencia K se calcula de la fórmula:

$$K = \frac{y - Y_n}{S_n} \quad (7)$$

Siendo Y_n y S_n valores que dependen solamente de la longitud del registro de la muestra utilizada. Ver anexo N° 01.

b). DISTRIBUCIÓN DE LOG-PEARSON Tipo III

En principio, fue Foster el que originalmente presentó el método y luego el U.S.A. Water Resources Council, presentó en forma práctica los pasos:

La distribución adoptada se basa en transformar los eventos X en sus logaritmos, convirtiendo las ecuaciones 2 y 3 en:

$$S_{\log x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\log x_i - \overline{\log x})^2}{n-1}} \tag{8}$$

Y en definir el coeficiente de asimetría o de oblicuidad g , que representa la separación de la distribución de la muestra, el valor de g viene expresado por la fórmula siguiente:

$$g = \frac{n \sum_{i=1}^{i=n} (\log x_i - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)(S_{\log x})^3} \tag{9}$$

Al usarse como evento $\log X$, la ecuación general (1) de Chow queda transformada en:

$$\text{Log } X = \overline{\log X} + K S_{\log x} \tag{10}$$

Donde:

$\overline{\log X}$ = Media de los logaritmos

K = parámetro de asimetría cero, puede obtener en función del valor de g y de la probabilidad de ocurrencia o periodo de retorno T_r . De anexo N° 03 y 04.

$S_{\log x}$ = Desviación estándar de los logaritmos

c). DISTRIBUCIÓN LEVEDIEV

Este método utiliza el mismo procedimiento de Pearson III, con la diferencia de usar los números naturales en lugar de los logaritmos.

CUADRO N° 67.- VARIABLES ESTADÍSTICAS DE GUMBEL

AÑO	máxima Xi (mm)	Orden	De menor a mayor (xi)	Retorno Fi= m/(n+1)	(Xi - \bar{X}) ²
1979	74.1	1	30.8	0.04	1076.73
1980	80.8	2	37.5	0.09	681.92
1981	43.1	3	38.6	0.13	625.68
1982	49.8	4	43.1	0.17	420.81
1983	30.8	5	44.8	0.22	353.95
1984	38.6	6	45.4	0.26	331.74
1985	37.5	7	49.7	0.30	193.59
1986	76.3	8	49.8	0.35	190.82
1987	70.2	9	54.2	0.39	88.62
1988	55.0	10	55.0	0.43	74.19
1989	83.8	11	55.3	0.48	69.12
1990	74.2	12	70.2	0.52	43.38
1991	44.8	13	74.1	0.57	109.96
1992	81.0	14	74.2	0.61	112.07
1993	55.3	15	75.8	0.65	148.51
1994	117.1	16	76.3	0.70	160.94
1995	45.4	17	77.0	0.74	179.19
1996	77.0	18	80.8	0.78	295.37
1997	54.2	19	81.0	0.83	302.29
1998	75.8	20	83.8	0.87	407.49
1999	85.0	21	85.0	0.91	457.38
2000	49.7	22	117.1	0.96	2860.79
Máximo Anual	=		117.1		
Sumatoria Σ	=		1399.5		9184.55
Promedio \bar{X}	=		63.61		
Desv. Est. S_x	=		20.91		

CUADRO N° 68.- VARIABLES ESTADÍSTICAS DE LOG - PEARSON TIPO III

AÑO	máxima Xi (mm)	Orden	De menor a mayor (xi)	Retorno Fi = m/(n+1)	Log Xi	Log Xi - $\overline{\text{Log X}}$	(LogXi - $\overline{\text{Log X}}$) ²	(LogXi - $\overline{\text{Log X}}$) ³
1979	74.1	1	30.8	0.04	1.4886	-0.2921	0.0853	-0.0249
1980	80.8	2	37.5	0.09	1.5740	-0.2067	0.0427	-0.0089
1981	43.1	3	38.6	0.13	1.5866	-0.1941	0.0377	-0.0073
1982	49.8	4	43.1	0.17	1.6345	-0.1462	0.0214	-0.0031
1983	30.8	5	44.8	0.22	1.6513	-0.1294	0.0167	-0.0022
1984	38.6	6	45.4	0.26	1.6571	-0.1236	0.0153	-0.0019
1985	37.5	7	49.7	0.30	1.6964	-0.0843	0.0071	-0.0006
1986	76.3	8	49.8	0.35	1.6972	-0.0835	0.0696	-0.0006
1987	70.2	9	54.2	0.39	1.7340	-0.0467	0.00218	-0.0001
1988	55.0	10	55.0	0.43	1.7404	-0.0403	0.0016	-0.0001
1989	83.8	11	55.3	0.48	1.7427	-0.0380	0.0014	-0.0001
1990	74.2	12	70.2	0.52	1.8463	0.0657	0.0043	0.0003
1991	44.8	13	74.1	0.57	1.8698	0.0891	0.0079	0.0007
1992	81.0	14	74.2	0.61	1.8704	0.0897	0.0081	0.0007
1993	55.3	15	75.8	0.65	1.8797	0.0990	0.0098	0.0010
1994	117.1	16	76.3	0.70	1.8825	0.1018	0.0104	0.0011
1995	45.4	17	77.0	0.74	1.8865	0.1058	0.0112	0.0012
1996	77.0	18	80.8	0.78	1.9074	0.1267	0.0161	0.0020
1997	54.2	19	81.0	0.83	1.9085	0.1278	0.0163	0.0021
1998	75.8	20	83.8	0.87	1.9232	0.1426	0.0203	0.0029
1999	85.0	21	85.0	0.91	1.9294	0.1487	0.0221	0.0033
2000	49.7	22	117.1	0.96	2.0686	0.2879	0.0829	0.0239
Máximo Anual	=		117.1					
Sumatoria Σ	=		1399.5		39.1750	0.0000	0.4478	-0.0106
$\overline{\text{Log X}}$	=		1.7807					
g	=		-0.1776					
Desv. Est. S_x	=		0.1460					

CUADRO Nº 69.- VARIABLES ESTADÍSTICAS DE LEVEDIEV

AÑO	máxima Xi (mm)	Orden	De menor a mayor (xi)	Retorno Fi = m/(n+1)	(Xi- \bar{X})	(Xi - \bar{X}) ²	(Xi - \bar{X}) ³
1979	74.1	1	30.8	0.04	-32.81	1076.7347	-35331.5819
1980	80.8	2	37.5	0.09	-26.11	681.9220	-17807.4632
1981	43.1	3	38.6	0.13	-25.01	625.6820	-15650.5821
1982	49.8	4	43.1	0.17	-20.51	420.8093	-8632.3285
1983	30.8	5	44.8	0.22	-18.81	353.9529	-6659.1414
1984	38.6	6	45.4	0.26	-18.21	331.7366	-6042.1289
1985	37.5	7	49.7	0.30	-13.91	193.5893	-2693.5308
1986	76.3	8	49.8	0.35	-13.81	190.8166	-2635.8704
1987	70.2	9	54.2	0.39	-9.81	88.6166	-834.2040
1988	55.0	10	55.0	0.43	-8.61	74.1947	-639.0864
1989	83.8	11	55.3	0.48	-8.31	69.1166	-574.6099
1990	74.2	12	70.2	0.52	6.59	43.3802	285.7177
1991	44.8	13	74.1	0.57	10.49	109.9638	1153.1206
1992	81.0	14	74.2	0.61	10.59	112.0711	1186.4254
1993	55.3	15	75.8	0.65	12.19	148.5075	1809.7659
1994	117.1	16	76.3	0.70	12.69	160.9438	2041.7919
1995	45.4	17	77.0	0.74	13.39	179.1947	2398.7658
1996	77.0	18	80.8	0.78	17.19	295.3711	5076.3550
1997	54.2	19	81.0	0.83	17.39	302.2856	5255.6481
1998	75.8	20	83.8	0.87	20.19	407.4893	8225.7267
1999	85.0	21	85.0	0.91	21.39	457.3766	9781.6212
2000	49.7	22	117.1	0.96	53.49	2860.7611	153013.3128
Máximo Anual	=		117.1				
Sumatoria	=		1399.5		0.0000	9184.5459	92727.7235
Promedio \bar{X}	=		63.61				
g	=		0.5310				
Desv. Est. S_x	=		20.91				

3.2.1.3.5. PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE PARA LA DISTRIBUCIÓN A SELECCIONAR

Existen diferentes tipos de distribuciones para realizar el análisis de frecuencias por lo que será necesario someter los registros de precipitaciones a un test de comprobación.

Existen 2 métodos:

- Prueba de Chi Cuadrado (Función de densidad)
- Prueba de Smirlov Kolmogorov (Función de distribución acumulada)

De estos 2 métodos emplearemos el segundo ya que proporciona resultados tan confiables como el primero. Este test lo aplicaremos a la distribución de Gumbel, Log-Pearson Tipo III y Levediev.

3.2.1.3.5.1. MODELO DE GUMBEL

El modelo de Gumbel, es la distribución que más se adecua para valores extremos de variables aleatorias y ha dado muy buenos resultados para series anuales y buena calidad de la información.

La expresión matemática de este modelo se expresa por:

$$F = e^{-e^{-y}}$$

$$Y = \alpha (x - \beta)$$

ó

$$F(x \leq x) = \exp(-\exp(-\alpha(x - \beta))) \quad (11)$$

Donde:

$F(x \leq x)$ = Probabilidad acumulada de cualquier evento que no ocurran valores extremos x , mayores que la magnitud x .

α, β = Parámetros del modelo cuyos valores son estimados a partir de la muestra.

a). ECUACIÓN DE PREDICCIÓN:

Despejando x , de la ecuación (11)

$$X = \beta - \frac{1}{\alpha} \text{Ln}(-\text{Ln } F)$$

$$F = 1 - \text{Tr}^{-1}$$

$$X = \beta - \frac{1}{\alpha} \text{Ln} (-\text{Ln} (1 - \text{Tr}^{-1})) \quad (12)$$

b). ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS

Los parámetros α y β del modelo se estiman a partir de la muestra hidrológica, aplicando el método de momentos y la relación entre los parámetros del modelo y las estadísticas muestrales (media y desviación estándar), se tiene:

$$X = \beta + 0.45005 S_x \quad (13)$$

$$\beta = X - 0.45005 S_x \quad (14)$$

$$\alpha = \frac{1.28255}{S_x} \quad (15)$$

Donde:

X = Media muestral

S_x = Desviación estándar muestral

α, β = Parámetros estimados a partir de la muestra

La solución simultánea de las ecuaciones (14 y 15), permite obtener los eventos máximos para diferentes condiciones de periodo de tiempo, riesgo de falla, tiempos de retorno y periodo de vida útil N adaptados.

c). PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE

Se hizo la prueba de SMIRNOW KOLMOGOROV, para lo cual se simularon los modelos con los valores observados tratando de reproducir la probabilidad acumulada del valor extremo respectivo.

Procedimiento:

- Obtener la desviación máxima entre la probabilidad de distribución empírica $P(x)$, y la distribución ajustada $F(x)$, según la ecuación:

$$\Delta = \text{máx} | F_{(x)} - P_{(x)} | \quad (16)$$

Donde:

Δ = Estadístico de SMIRNOV – KOLMOGOROV

$F(x)$ = Probabilidad de la distribución de ajuste

$P(x)$ = Probabilidad de los datos no agrupados (Frecuencia acumulada)

- Obtener el valor crítico del estadístico, el cual se encuentra tabulado en tabla Nº 20, para diferentes niveles de significación y tamaño de muestra.
- Se toman los criterios de decisión siguiente sí:

$\Delta < \Delta_0$ = Se acepta la hipótesis planteada (HP), en vista de que el ajuste es bueno para el nivel de significación relacionado.

$\Delta \geq \Delta_0$ = Se rechaza (HP), para el nivel de significación seleccionado y se prueba con otro modelo teórico.

Δ_0 = (valor crítico del estadístico del SMIRNOV KOLMOGOROV)

De tabla Nº 20 se halla el valor crítico del estadístico de SMIRNOW – KOLMOGOROV (Δ_0) y las respectivas desviaciones absolutas (Δ):

$\Delta < \Delta_0$; entonces

Se tiene el criterio de desviación que se acepta la hipótesis planteada (HP), en vista de que el ajuste es bueno.

La desviación absoluta máxima encontrada fue de $\Delta = 0.179$ y $\Delta = 0.2756$ de los cuadros Nº 70 y 71 respectivamente y el estadístico crítico de SMIRNOV-KOLMOGOROV, obtenido de tabla Nº 20 para un tamaño muestral de $n = 22$ y un nivel de significación seleccionando de $\alpha = 0.05$, es de 0.282.

Se observó que existen mínimas desviaciones absolutas entre las probabilidades simuladas $F(x \leq x)$ y los observados $P(x \leq x)$.

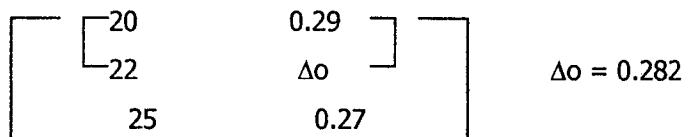
TABLA Nº 20.- VALOR CRITICO Δ_0 DE SMIRNOV KOLMOGOROV PARA VARIOS VALORES DE N Y NIVELES DE SIGNIFICACIÓN α

TAMAÑO MUESTRAL N	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN α			
	0.20	0.10	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.30	0.34	0.40
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
N > 50	$\frac{1.07}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{N}}$

En consecuencia se concluye que la muestra se ajusta al modelo probabilístico de Gumbel, Log-Pearson Tipo III, y Levediev; con un nivel de confianza de L (95%).

NOTA: La verificación de la información obtenida para Gumbel, es igual que para Levediev, ya que utiliza los valores naturales.

De tabla Nº 20



CUADRO N° 70.- SIMULACIÓN DEL MODELO Y PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE SEGÚN

SMIRNOV – KOLMOGOROV

VERIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA.- (MODELO DE GUMBEL y LEVEDIEV)

Nº ORDEN	P(X)= m/(n+1)	PRECIP. X (mm)	(Xi- \bar{X}) ²	$y = \alpha (X-\beta)$	-y F(X)=e ^{-e}	Max F(X)-P(X)
1	0.043478261	30.8	1076.73	-1.43517	0.014990194	-0.0285
2	0.086956522	37.5	681.92	-1.02427	0.061725285	0.0252
3	0.130434783	38.6	625.68	-0.95681	0.074023073	0.0564
4	0.173913043	43.1	420.81	-0.68084	0.138686889	0.0352
5	0.217391304	44.8	353.95	-0.57658	0.168648163	0.0487
6	0.260869555	45.4	331.74	-0.53978	0.179850490	0.0810
7	0.304347826	49.7	193.59	-0.27608	0.267682609	0.0367
8	0.347826087	49.8	190.82	-0.26994	0.269850857	0.0780
9	0.391304348	54.2	88.62	-0.00010	0.367842653	0.0235
10	0.434782609	55.0	74.19	0.04896	0.385883713	0.0489
11	0.478260870	55.3	69.12	0.06736	0.392641384	0.0856
12	0.521739130	70.2	43.38	0.98114	0.687369361	0.1656
13	0.565217391	74.1	109.96	1.22031	0.744428358	0.1792
14	0.608695652	74.2	112.07	1.22645	0.745774458	0.1371
15	0.652173913	75.8	148.51	1.32457	0.766502531	0.1143
16	0.695652174	76.3	160.94	1.35523	0.772681788	0.0770
17	0.739130435	77.0	179.19	1.39816	0.781100763	0.0420
18	0.782608696	80.8	295.37	1.63121	0.822264925	0.0397
19	0.826086957	81.0	302.29	1.64347	0.824227992	-0.0019
20	0.869565217	83.8	407.49	1.81519	0.849755199	0.0198
21	0.913043478	85.0	457.38	1.88878	0.859627409	0.0534
22	0.956521739	117.1	2860.79	3.85740	0.979098677	-0.0226
Sumatoria	=	1399.50	9184.55		$\Delta = \text{Max}$	0.1792
Promedio \bar{X}	=	63.61				
Des. Est. (Sx)	=	20.91				
B = $\bar{X} - 0.45005 Sx$	=	54.2016787				
$\alpha = 1.28255/Sx$	=	0.06132748				

**CUADRO Nº 71.- SIMULACIÓN DEL MODELO Y PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE SEGÚN
SMIRNOV – KOLMOGOROV**

VERIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA.- (MODELO DE LOG-PEARSON TIPO III)

Nº ORDEN	$P(X)=\frac{m}{(n+1)}$	PRECIP. X (mm)	Log Xi	$(\text{LogXi}-\overline{\text{Logx}})^2$	$y = \alpha (X-\beta)$	$F(X)=e^{-y}$	Max F(X)-P(X)
1	0.043478261	30.8	1.488551	0.085341	-1.9850	0.000672459	-0.0428
2	0.086956522	37.5	1.574031	0.042705	-1.23775	0.031814055	0.0551
3	0.130434783	38.6	1.586587	0.037673	-1.12747	0.045600600	0.0848
4	0.173913043	43.1	1.634477	0.021376	-0.70687	0.131646521	0.0423
5	0.217391304	44.8	1.651278	0.016745	-0.55931	0.173866946	0.0435
6	0.260869555	45.4	1.657056	0.015284	-0.50856	0.189589343	0.0713
7	0.304347826	49.7	1.696356	0.007111	-0.16340	0.308045556	-0.0037
8	0.347826087	49.8	1.697229	0.006964	-0.15573	0.310829527	0.0370
9	0.391304348	54.2	1.733999	0.002179	0.16721	0.429118606	-0.0378
10	0.434782609	55.0	1.740363	0.001626	0.22310	0.449313309	-0.0145
11	0.478260870	55.3	1.742725	0.001441	0.24384	0.456752778	0.0215
12	0.521739130	70.2	1.846337	0.004311	1.15384	0.729480082	0.2077
13	0.565217391	74.1	1.869818	0.007945	1.36007	0.773644502	0.2084
14	0.608695652	74.2	1.870404	0.008050	1.36521	0.774663102	0.1660
15	0.652173913	75.8	1.879669	0.009798	1.44658	0.790275317	0.1381
16	0.695652174	76.3	1.882525	0.010372	1.47166	0.794895895	0.0992
17	0.739130435	77.0	1.886491	0.011195	1.50650	0.801168079	0.0620
18	0.782608696	80.8	1.907411	0.016060	1.69024	0.831540525	0.0489
19	0.826086957	81.0	1.908485	0.016334	1.69966	0.832980000	0.0069
20	0.869565217	83.8	1.923244	0.020324	1.82929	0.851694400	0.0179
21	0.913043478	85.0	1.929419	0.022123	1.88352	0.858941954	0.0541
22	0.956521739	117.1	2.068557	0.082872	0.95620	0.680892632	0.2756
Sumatoria	=		39.175	0.448		$\Delta = \text{Max}$	0.2756
Promedio (Log X)	=		1.7807				
Des. Est. (Sx)	=		0.146				
$\beta = \bar{X} - 0.45005 Sx$	=		1.71496105				
$\alpha = 1.28255/Sx$	=		8.78270927				

3.2.1.3.6. PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA TIEMPOS DE DURACIÓN MENORES DE 24 HORAS

Los tiempo de concentración de la escorrentía producida por las precipitaciones en pequeñas áreas urbanas, generalmente son menores a 6 horas ⁽²⁴⁾, por lo tanto para calcular los caudales producidos por las tormentas en dichas áreas urbanas se necesita estimar previamente las frecuencias de corta duración en base a las frecuencias máximas de lluvias diarias.

a). GUMBEL, para intensidades de 24 horas de duración:

$$X_{tr} = \bar{X} + ((y - Y_n) * S_x) / S_n \quad (17)$$

Donde:

X_{tr} = Precipitación máxima en 24 horas (en pulgadas)

\bar{X} = Promedio o media arimética de la serie de valores de la precipitación máxima en 24 horas (mm), de cuadro N° 67.

y = $-\ln(-\ln(1-1/tr))$. Variable reducida para el periodo de retorno, de cuadro N° 66.

Y_n = Media de la variable reducida de Tablas con $n=22$, anexo N° 01.

S_n = Desviación típica de la variable reducida con $n=22$, anexo N° 01.

S_x = Desviación estandar de la serie de valores de la precipitación máxima en 24 horas, de cuadro N° 67.

CUADRO N° 72.- PRECIPITACIÓN MÁXIMA PARA TIEMPOS MENORES DE 24 HORAS POR GUMBEL

Periodo de Retorno Tr	\bar{X}	y	Y_n	S_n	S_x	Precipi. Máx. Xtr (mm.) M	Precip. Máx. Xtr (pulg.) M
2	63.61	0.3665	0.5268	1.0754	20.91	60.49	2.38
5	63.61	1.4999	0.5268	1.0754	20.91	82.53	3.25
10	63.61	2.2502	0.5268	1.0754	20.91	97.12	3.82
25	63.61	3.1985	0.5268	1.0754	20.91	115.56	4.55
50	63.61	3.9019	0.5268	1.0754	20.91	129.24	5.09
10	63.61	4.6001	0.5268	1.0754	20.91	142.81	5.62

(24) Morales Uchofen, Walter, Drenaje Vial, Página N° 69

b). LOG-PEARSON TIPO III, para intensidades de 24 horas de duración:

$$X_{tr} = \text{Antilog Log } X \quad (18)$$

Donde:

X_{tr} = Precipitación máxima en 24 horas (en pulgadas)

g = Coeficiente de asimetría o de oblicuidad, de cuadro 68.

K = Factor de frecuencia, de anexo N° 03 para g negativos.

$\overline{\text{Log } X}$ = Promedio aritmético, de cuadro N° 68.

S_x = Desviación estandar de la serie de valores de la precipitación máxima en 24 horas, de cuadro N° 68.

$\text{Log } X = \text{Ecuación general de Chow } \text{Log } X = \overline{\text{Log } X} + K S_x$

CUADRO N° 73.- PRECIPITACIÓN MÁXIMA PARA TIEMPOS MENORES DE 24 HORAS POR LOG-PEARSON TIPO III

Periodo de Retorno T_r	G negativos	K	$\overline{\text{Log } X}$	S_n	Log X	Antilog. Precipi. Máx. X_{tr} (mm.) M	Precip. Máx. X_{tr} (pulg.) M
2	-0.1776	0.02942	1.7807	0.1460	1.7850	60.95	2.40
5	-0.1776	0.84910	1.7807	0.1460	1.9047	80.30	3.16
10	-0.1776	1.25681	1.7807	0.1460	1.9642	92.09	3.63
25	-0.1776	1.70195	1.7807	0.1460	2.0292	106.95	4.21
50	-0.1776	1.95732	1.7807	0.1460	2.0665	116.55	4.59
100	-0.1776	2.19458	1.7807	0.1460	2.1011	126.21	4.97

Ejemplo para $t_r=2$ años K de tablas para g negativos (anexo 03)

<table style="border: none;"> <tr> <td style="border: none;">0.01</td> <td style="border: none;">0.017</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">-0.1776</td> <td style="border: none;">K</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">-0.2</td> <td style="border: none;">0.033</td> </tr> </table>	0.01	0.017	-0.1776	K	-0.2	0.033	$K = 0.02942$
0.01	0.017						
-0.1776	K						
-0.2	0.033						

c). LEVEDIEV, para intensidades de 24 horas de duración es:

$$X_{tr} = \overline{X} + K \cdot S_x \quad (19)$$

Donde:

X_{tr} = Precipitación máxima en 24 horas (en pulgadas)

g = Coeficiente de asimetría o de oblicuidad, de cuadro N° 69.

K = Factor de frecuencia, de anexo N° 04 para g positivos.

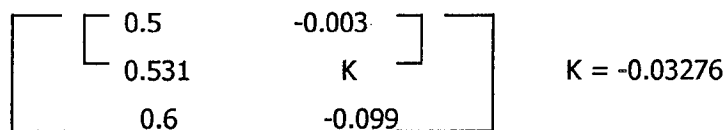
\bar{X} = Promedio arimético, de cuadro N° 69.

Sx = Desviación estandar de la serie de valores de la precipitación máxima en 24 horas, de cuadro N° 69.

CUADRO N° 74.- PRECIPITACIÓN MÁXIMA PARA TIEMPOS MENORES DE 24 HORAS POR LEVEDIEV

Periodo de Retorno Tr	G positivos	K	\bar{X}	Sx	Precipi. Máx. Xtr (mm.) M	Precip. Máx. Xtr (pulg.) M
2	0.5310	-0.03276	63.61	20.91	62.92	2.48
5	0.5310	0.80552	63.61	20.91	80.45	3.17
10	0.5310	1.32455	63.61	20.91	91.31	3.59
25	0.5310	1.91899	63.61	20.91	103.74	4.08
50	0.5310	2.32588	63.61	20.91	112.24	4.42
100	0.5310	2.70739	63.61	20.91	120.22	4.73

Ejemplo para tr=2 años K de tablas para g positivos



Como se puede apreciar el método de Gumbel arroja los mayores valores en comparación con los otros dos, en consecuencia se toman dichos valores para los demás cálculos de precipitaciones.

3.2.1.3.7. PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA 60 MINUTOS DE DURACIÓN

Las intensidades de lluvia para duraciones menores a 24 horas se han deducido mediante las fórmulas de Hershfiel y Wilson ⁽²⁵⁾

Primero se obtiene la lluvia de 60 minutos de duración para un periodo de retorno dado.

$$PT_{60} = 0.17 * M * N^{0.3} \quad (20)$$

(25) Bell F.C. Generalized Raintall-Duration-Frequency Relationships Journal of the Hydraulics Divison, ASCE. (ENACE Regional Sur, Habilitación Urbana Taparachi-Juliaca, Puno. Pág. N° 6)

Donde:

PT60 = Precipitación máxima (pulg/hora) de 60 minutos de duración para el periodo de retorno dado

M = Precipitación máxima anual (pulgadas) para el periodo de retorno considerado, de cuadro N° 72.

N = Número anual de días con lluvias significativas (\geq a 10.00 mm), de cuadro N° 65.

Tomando los valores calculados con los registros pluviométricos de 24 horas de la Estación C.O. Moyobamba, tenemos

CUADRO N° 75.- PRECIPITACIÓN MÁXIMA PARA 60 MINUTOS DE DURACIÓN

Periodo de Retorno	M	N	PT60
2	2.38	38	1.20575
5	3.25	38	1.64500
10	3.82	38	1.93579
25	4.55	38	2.30331
50	5.09	38	2.57591
100	5.62	38	2.84650

3.2.1.3.8. PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES TIEMPOS DE DURACIÓN

La base para el diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano lo constituye el análisis de las características de las precipitaciones más intensas, especialmente de las tormentas que ocasionan el problema.

Para obtener las intensidades máximas de precipitación para otros tiempos de duración, se aplicó la siguiente ecuación generalizada:

$$PTt = PT60 (0.54 \cdot t^{0.25} - 0.50) \cdot 25.4 \cdot 60 / t \quad (21)$$

Donde:

PTt = Precipitación máxima para una duración y periodo de retorno considerado en mm/h

PT60 = Precipitación máxima (pulg/hora) de 60 minutos de duración para el periodo de retorno considerado, de cuadro N° 75.

t = Tiempo de duración en minutos

CUADRO N° 76.- INTENSIDAD MÁXIMA DE PRECIPITACIÓN PARA DIFERENTES DURACIONES Y PERIODOS DE RETORNO mm/hora.

Tiempo de Duración (Minutos)	PERIODO DE RETORNO (Tr en años)					
	2	5	10	25	50	100
2.5	131.58	179.51	211.25	251.35	281.10	310.63
5	113.01	154.17	181.43	215.87	241.42	266.78
7.5	96.44	131.58	154.84	184.23	206.04	227.68
10	84.58	115.39	135.79	161.57	180.69	199.67
12.5	75.76	103.36	121.63	144.72	161.81	178.85
15	68.93	94.05	110.67	131.68	147.27	162.74
20	58.98	80.47	94.69	112.67	126.01	139.24
25	52.00	70.95	83.49	99.34	111.09	122.76
30	46.78	63.83	75.11	89.37	99.95	110.45
45	36.69	50.06	58.91	70.10	78.39	86.63
60	30.71	41.90	49.31	58.67	65.62	72.51
120	19.71	26.89	31.65	37.66	42.11	46.54
240	12.45	16.98	19.98	23.77	26.59	29.38

3.2.1.3.9. VERIFICACIÓN Y CONTRASTE DE LOS DATOS CALCULADOS – TORMENTRA TIPO (ANÁLISIS DE BANDAS PLUVIOGRÁFICAS)

Con el objeto de verificar la bondad del modelo empleado en el análisis pluviométrico para el diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial urbano de

la ciudad de Calzada, hemos elegido como tormenta tipo las precipitaciones registradas durante el periodo del 14-10 al 05-11-97, 28-03 al 12-11-98, 17-02 al 20-02-99, (Ver cuadros N° 77 al 86).

La estación C.O. Moyobamba sólo cuenta con datos pluviográficos desde el años 1996, siendo ésta la única en contar con dicha información en el ámbito del proyecto.

Del análisis de la tormenta elegida, se desprende las siguientes características de la intensidad en mm/hr., para diferentes periodos de duración.

ANÁLISIS DE BANDAS PLUVIOGRÁFICAS

FUENTE : SENAMHI - TARAPOTO

ESTACIÓN : C. O. Moyobamba

ELABORADO POR : JOSÉ L. NORIEGA DÁVILA

CUADRO Nº 77.- TORMENTA DEL 14-10-97

Hora	Tiempo parcial minutos	precipitación parcial mm.	precipitación acumulada mm.	Intensidad mm/h
15.50				
	10	10.00	10.00	60.00
16.00				
	70	5.50	15.50	4.71
17.10				

CUADRO Nº 78.- TORMENTA DEL 15-10-97

Hora	Tiempo parcial minutos	precipitación parcial mm.	precipitación acumulada mm.	Intensidad mm/h
22.10				
	120	3.50	3.50	1.75
0.10				
	75	10.00	13.50	8.00
1.25				

$I_{2.5} = 60$
 $I_5 = 60$
 $I_{10} = 60$
 $I_{15} = 60 \cdot 10/15 + 4.71 \cdot 5/15 = 41.57$
 $I_{30} = 60 \cdot 10/30 + 4.71 \cdot 20/30 = 26.28$
 $I_{30} = 60 \cdot 10/60 + 4.71 \cdot 50/60 = 13.93$

$I_{2.5} = 8$
 $I_5 = 8$
 $I_{10} = 8$
 $I_{15} = 8$
 $I_{30} = 8$
 $I_{60} = 8$
 $I_{120} = 8 \cdot 75/120 + 1.75 \cdot 45/120 = 5.65$

ANÁLISIS DE BANDAS PLUVIOGRÁFICAS

FUENTE : SENAMHI - TARAPOTO
ESTACIÓN : C. O. Moyobamba
ELABORADO POR : JOSÉ L. NORIEGA DÁVILA

CUADRO N° 79.- TORMENTA DEL 04-11-97

Hora	Tiempo parcial minutos	precipitación parcial mm.	precipitación acumulada mm.	Intensidad mm/h
16.25				
	10	10.00	10.00	60.00
16.35				
	25	8.70	18.70	20.88

CUADRO N° 80.- TORMENTA DEL 05-11-97

Hora	Tiempo parcial minutos	precipitación parcial mm.	precipitación acumulada mm.	Intensidad mm/h
13.35				
	5	11.20	11.20	134.40
13.40				
	45	6.90	18.10	9.20
14.25				

$I_{2.5} = 60$
 $I_5 = 60$
 $I_{10} = 60$
 $I_{15} = 60 \cdot 10 / 15 + 20.88 \cdot 5 / 15 = 46.96$
 $I_{30} = 60 \cdot 10 / 30 + 20.88 \cdot 20 / 30 = 33.92$

$I_{2.5} = 134.40$
 $I_5 = 134.40$
 $I_{10} = 134.40 \cdot 5 / 10 + 9.20 \cdot 5 / 10 = 71.80$
 $I_{15} = 134.40 \cdot 5 / 15 + 9.20 \cdot 10 / 15 = 50.93$
 $I_{30} = 134.40 \cdot 5 / 30 + 9.20 \cdot 25 / 30 = 30.07$

DESCRIPCIÓN	RESUMEN - AÑO 1997						
TIEMPO MINUTOS	$I_{2.5}$	I_5	I_{10}	I_{15}	I_{30}	I_{60}	I_{120}
INTENSIDAD MÁXIMA mm/h	134.40	134.40	71.80	50.93	33.92	13.93	5.65

ANALISIS DE BANDAS PLUVIOGRÁFICAS

FUENTE : SENAMHI - TARAPOTO

ESTACIÓN : C. O. Moyobamba

ELABORADO POR : JOSÉ L. NORIEGA DÁVILA

CUADRO N° 81.- TORMENTA DEL 28-03-98

Hora	Tiempo parcial minutos	precipitación parcial mm.	precipitación acumulada mm.	Intensidad mm/h
22.15				
	60	6.40	6.40	6.40
23.15				
	35	10.00	16.40	17.14
23.50				
	70	10.00	10.00	8.57
1.10				
	135	6.90	16.90	3.07
3.25				

CUADRO N° 82.- TORMENTA DEL 14-10-98

Hora	Tiempo parcial minutos	precipitación parcial mm.	precipitación acumulada mm.	Intensidad mm/h
10.35				
	25	4.40	4.40	10.56
11.00				
	15	10.00	14.40	40.00
11.15				
	10	3.90	18.30	23.40
11.25				
	140	0.00	0.00	0.00
13.45				
	315	4.30	4.30	0.82
19.00				

$$I_{120} = 17.14 \cdot 35 / 120 + 8.57 \cdot 70 / 120 + 6.40 \cdot 15 / 120 = 10.80$$

$$I_{120} = 40 \cdot 15 / 120 + 23.4 \cdot 10 / 120 + 10.56 \cdot 25 / 120 = 9.15$$

$$I_{240} = 17.14 \cdot 35 / 240 + 8.57 \cdot 70 / 240 + 6.40 \cdot 60 / 240 + 3.07 \cdot 75 / 240 = 7.56$$

ANALISIS DE BANDAS PLUVIOGRÁFICAS

FUENTE : SENAMHI - TARAPOTO
ESTACIÓN : C. O. Moyobamba
ELABORADO POR : JOSÉ L. NORIEGA DÁVILA

CUADRO N° 83.- TORMENTA DEL 18-10-98

Hora	Tiempo parcial minutos	precipitación parcial mm.	precipitación acumulada mm.	Intensidad mm/h
22.40				
	30	50.00	50.00	100.00
23.10				
	90	3.90	53.90	2.60
0.40				
	37	5.90	5.90	9.57
1.17				

CUADRO N° 84.- TORMENTA DEL 12-11-98

Hora	Tiempo parcial minutos	precipitación parcial mm.	precipitación acumulada mm.	Intensidad mm/h
14.25				
	25	9.40	9.40	22.56
14.50				
	25	3.70	13.10	8.88
15.15				

- $I_{2.5} = 100$
- $I_5 = 100$
- $I_{10} = 100$
- $I_{15} = 100$
- $I_{30} = 100$
- $I_{60} = 100 \cdot 30 / 60 + 9.57 \cdot 30 / 60 = 54.79$
- $I_{120} = 100 \cdot 30 / 120 + 9.57 \cdot 37 / 120 + 2.6 \cdot 53 / 120 = 29.09$

DESCRIPCIÓN	RESUMEN - AÑO 1998							
	$I_{2.5}$	I_5	I_{10}	I_{15}	I_{30}	I_{60}	I_{120}	I_{240}
TIEMPO MINUTOS								
INTENSIDAD MÁXIMA mm/h	100	100	100	100	100	54.79	29.09	7.56

ANÁLISIS DE BANDAS PLUVIOGRÁFICAS

FUENTE : SENAMHI - TARAPOTO
ESTACIÓN : C. O. Moyobamba
ELABORADO POR : JOSÉ L. NORIEGA DÁVILA

CUADRO N° 85.- TORMENTA DEL 17-02-99

Hora	Tiempo parcial minutos	precipitación parcial mm.	precipitación acumulada mm.	Intensidad mm/h
7.00				
	60	1.90	1.90	1.90
8.00				
	70	0.00	1.90	0.00
9.10				
	25	3.50	5.40	8.40
9.35				
	85	3.00	8.40	2.12
11.00				
	60	7.00	15.40	7.00
12.00				

CUADRO N° 86.- TORMENTA DEL 20-02-99

Hora	Tiempo parcial minutos	precipitación parcial mm.	precipitación acumulada mm.	Intensidad mm/h
3.25				
	60	3.90	3.90	3.90
4.35				
	35	9.70	13.60	16.63
5.10				

$$I_{2.5} = 8.4$$

$$I_5 = 8.4$$

$$I_{10} = 8.4$$

$$I_{15} = 8.4$$

$$I_{30} = 8.4 \cdot 25/30 + 7 \cdot 5/30 = 8.17$$

$$I_{60} = 8.4 \cdot 25/60 + 7 \cdot 35/60 = 7.58$$

$$I_{120} = 8.4 \cdot 25/120 + 7 \cdot 60/120 + 2.12 \cdot 35/120 = 5.78$$

$$I_{2.5} = 16.63$$

$$I_5 = 16.63$$

$$I_{10} = 16.63$$

$$I_{15} = 16.63$$

$$I_{30} = 16.63$$

$$I_{60} = 16.63 \cdot 35/60 + 3.9 \cdot 25/60 = 11.33$$

$$I_{120} = 8.4 \cdot 25/120 + 7 \cdot 60/120 + 2.12 \cdot 35/120 = 5.78$$

DESCRIPCIÓN	RESUMEN - AÑO 1999						
	$I_{2.5}$	I_5	I_{10}	I_{15}	I_{30}	I_{60}	I_{120}
TIEMPO MINUTOS							
INTENSIDAD MÁXIMA mm/h	16.63	16.63	16.63	16.63	16.63	11.33	5.87

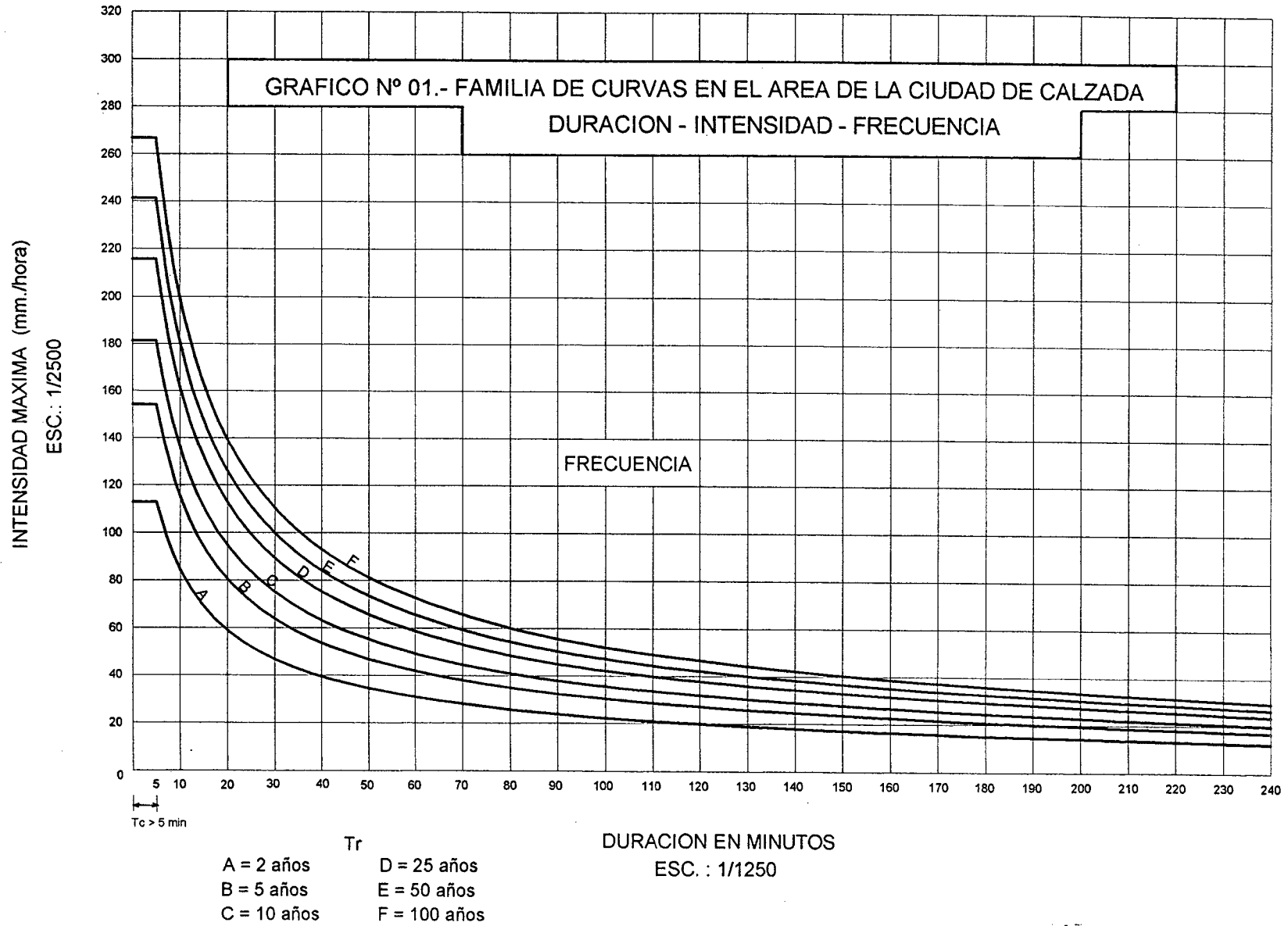
CUADRO N° 87.- ANÁLISIS DE BANDAS PLUVIOGRÁFICAS

Periodo Años	Tiempo en minutos					
	2.5	5	15	30	60	120
1997 (x1)	134.4	134.4	50.9	33.9	13.9	5.7
1998 (x2)	100.0	100.0	100.0	100.0	54.8	29.1
1999 (x3)	16.6	16.6	16.6	16.6	11.3	5.9
Σ =	251.0	251.0	167.6	150.6	80.1	40.6
Prom. \bar{X} =	83.7	83.7	55.9	50.2	26.7	13.5
(x1- \bar{X})	2572.9	2572.9	24.2	264.5	162.6	62.2
(x2- \bar{X})	266.5	266.5	1948.9	2481.7	790.0	241.9
(x3- \bar{X})	4495.3	4495.3	1538.5	1125.8	235.7	362.9
Σ =	7334.6	7334.6	3511.6	3872.0	1188.4	362.9
Desv. S_x =	60.6	60.6	41.9	44.0	24.4	13.5

CUADRO N° 88.- INTENSIDADES OBTENIDAS SEGÚN LAS BANDAS PLUVIOGRÁFICAS

PERIODO DE RETORNO T_r							
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	
$F(Z) = 1-1/T_r$	0.5	0.8	0.9	0.96	0.98	0.99	
Z= (anexo N° 02 Distribución Normal Acumulada)	0.0000	0.8427	1.2825	1.7529	2.0562	2.3286	
Tiempo en min.	Intensidad en mm/hr						
2.5	$I=\bar{X}+S_xZ$	83.68	134.71	161.34	189.83	208.20	224.69
5	$I=\bar{X}+S_xZ$	83.68	134.71	161.34	189.83	208.20	224.69
15	$I=\bar{X}+S_xZ$	55.85	91.16	109.59	129.30	142.01	153.43
30	$I=\bar{X}+S_xZ$	50.18	87.26	106.61	127.31	140.66	152.64
60	$I=\bar{X}+S_xZ$	26.68	47.22	57.95	69.41	76.80	83.44
120	$I=\bar{X}+S_xZ$	13.54	24.89	30.81	37.15	41.23	44.90

Comparando los resultados obtenidos con precipitaciones acumuladas cuadro N° 76 y los resultados del cuadro N° 88, se observa que tienen similitud, lo que nos permite afirmar que la información es consistente.



3.2.1.3.10. TORMENTA DE DISEÑO

Consideramos necesario realizar el estudio para un periodo de retorno $Tr=25$ años, ya que estudios superiores demandaría un elevado costo económico efectuar su construcción.

El diagrama de duración – intensidad – frecuencia, se presenta en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 89.- TORMENTA DE DISEÑO PARA EL ANÁLISIS DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

TIEMPO DE DURACIÓN En minutos	INTENSIDAD MÁXIMA (mm./hr)
2.5	251.35
5	215.87
7.5	184.23
10	161.57
12.5	144.72
15	131.68
20	112.67
25	99.34
30	89.37
45	70.10
60	58.67
120	37.66
240	23.77

3.2.2. CAUDAL DE ESCURIMIENTO

3.2.2.1. MÉTODOS CONVENCIONALES DE ESTIMACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS

a). MÉTODO RACIONAL

El método Racional supone que si sobre un área determinada cayese una precipitación de intensidad uniforme en el tiempo y en el espacio, llegará un momento en que, la cantidad de agua que cae equivale a la que sale del área, siempre y cuando esta sea impermeable. El tiempo en que se alcanza la equivalencia se denomina tiempo de concentración (T_c).

$$Q = \frac{C I A}{360} \quad (22)$$

Donde:

Q = Es el gato máximo en m³/seg.

I = La intensidad de la lluvia en mm/hr., para una duración igual al tiempo de concentración t_c . del área colectora.

A = El área tributaria en hectáreas

C = El coeficiente de escorrentía

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

En el caso del método racional, el tiempo de concentración es igual al tiempo que tarda una gota de agua en recorrer el trayecto desde el punto más alejado de la cuenca hasta el sitio en cuestión, para su determinación puede emplearse la fórmula

$$t_c = t_{cs} + t_v \quad (23)$$

Donde:

t_{cs} = es el tiempo de concentración de flujo superficial

t_v = es el tiempo de viaje a través de los colectores hasta el sitio deseado

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

Llamado coeficiente de impermeabilidad, no toda el agua de lluvia precipitada llega al sistema de drenaje pluvial, parte se pierde por factores tales como evaporación, interceptación vegetal, detención superficial en cunetas, zanjas o depresiones y por infiltración. De todos los factores anteriores el de mayor importancia es el de infiltración, el cual es función de la impermeabilidad del terreno.

La determinación absoluta de este coeficiente es muy difícil ya que existen hechos que pueden hacer que sus valores varíe con el tiempo. Por una parte, las pérdidas de infiltración disminuyen con la duración de la lluvia debido a la saturación paulatina de la superficie del suelo y por otra parte la infiltración puede ser modificada de manera importantes por la intervención del hombre en el desarrollo de la ciudad, o por acciones tales como la tala de árboles y la construcción de nuevos sectores residenciales y comerciales.

Normalmente las manzanas o los sectores no están constituidos por un valor único de coeficiente de escorrentía y por lo tanto es necesario hacer un promedio ponderado teniendo en cuenta el porcentaje de área cubierto por cada tipo de superficie que se esté drenando.

Aun en el caso de que el área fuese totalmente impermeable, existirían pérdidas por evaporación y almacenamiento en depresiones, por ello el coeficiente C ajusta la relación entre el volumen precipitado por unidad de tiempo I A, al volumen escurrido por unidad de tiempo; es decir C es una relación de escurrimiento-precipitación.

Cuando Existan áreas tributarias en zonas de diferentes valores de C, se utilizará un coeficiente ponderado de acuerdo a la magnitud de área de cada zona.

b). MÉTODO DE MC MATH

Expresado por la fórmula:

$$Q = 0.36 C I S^{1/5} A^{4/5} \quad (24)$$

Donde:

Q = Caudal en m³/seg.

C = Coeficiente representativo de las características de las cuencas (c₁+c₂+c₃)/3.

I = Intensidad de lluvia en mm/h. Para una duración de lluvia igual al t_c.

S = Gradiente de la calle principal entre el punto de aporte mas alejado y el punto de concentración m/m.

A = Área de la cuenca en Km².

Para el cálculo del Tc se utiliza la fórmula

$$T_c = \left| \frac{0.871 L^3}{H} \right|^{0.385} \quad \text{Donde:} \quad (25)$$

Tc = en horas

L = Longitud curso mas largo en km.

H = Desnivel en m.

c). MÉTODO DEL TRIÁNGULO

Este método fue estudiado por el Soil Conservation Service de los Estados Unidos, Se asemeja al Hidrograma Unitario de descargas, asumiéndose que las curvas de ascenso y recesión varían linealmente, para el caso de cuencas muy pequeñas como el nuestro, la variación lineal asumida se compensa con el desarrollo real de las curvas.

Este método utiliza los conceptos del escurrimiento directo, la altura, intensidad de precipitación, capacidad de infiltración, precipitación efectiva, tiempos de concentración pico y base.

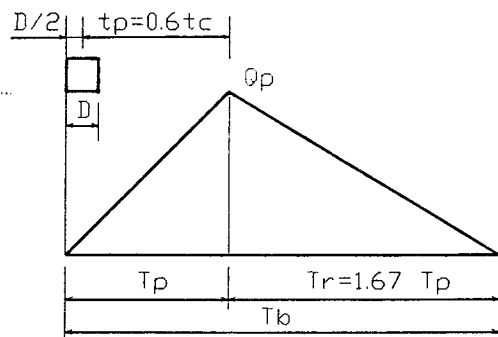


Figura N° 18 Hidrograma triangular

Donde:

T_c = Tiempo de concentración, viene a ser el tiempo que la partícula de agua tarda en recorrer desde el punto mas lejano de la cuenca hasta el punto de control o estudio.

$$T_c = \left| \frac{0.947 L^3}{H} \right|^{0.385} \quad \text{Donde:} \quad (26)$$

T_c = en horas

L = Longitud curso mas largo en km.

H = Desnivel en m.

P = Altura de precipitación de la tormenta, se asume:

$$P = I * 0.6 T_c, \text{ en mm.} \quad (27)$$

I = Intensidad de la tormenta

P_e = Precipitación efectiva, es la porción de la precipitación que origina la escorrentía directa, el SCS National Engineering Handbook, considera que en cuencas urbanas muy impermeables puede llegar hasta el 25% de la precipitación de la tormenta P .

P_e oscila entre 12% y 17% en cuencas abiertas, para el presente proyecto se considero un $P_e = 20\%$

D = Duración dela precipitación efectiva

$$D = T_c * (1 + T_c)^{-0.2}, \text{ en horas} \quad (28)$$

T_p = Tiempo del pico, tiempo que representa la curva de ascenso, desde el inicio de la tormenta

$$T_p = 0.6 T_c + D/2 = t_p + D/2, \text{ en horas} \quad (29)$$

T_r = Tiempo de recesión, tiempo desde que se produce el caudal pico hasta que sale la "última gota" de agua de la tormenta

$$T_r = 1.67 T_p, \text{ en horas} \quad (30)$$

T_b = Tiempo base del hidrograma triangular

$$T_b = T_p + T_r \text{ en horas} \quad (31)$$

Q_p = Caudal pico, máximo valor de la ordenada, o caudal máximo en m^3/seg .

$$Q_p = 0.208 * A * P_e / T_c \quad Q_p = m^3/\text{seg.} \quad (32)$$

$$A = km^2$$

$$P_e = mm.$$

$$T_c = hr.$$

A = Área de la cuenca

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

1. Determinación del área A , desnivel H y la longitud L
2. Cálculo de tiempo de concentración
3. A partir del T_c , cálculo de intensidades máximas a partir de las curvas de duración – intensidad para 25 años de periodo de retorno
4. Cálculo de la precipitación (P) de la tormenta
5. Cálculo de la precipitación efectiva (P_e)
6. Cálculo de la duración de la tormenta (D)
7. Cálculo del tiempo pico (T_p)
8. Cálculo de T_r y T_b
9. Cálculo de los caudales pico

3.2.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE

3.2.3.1. PLANTEAMIENTO HIDRÁULICO DE LA RED DE DRENAJE

La red de drenaje planteada para la ciudad de Calzada se ha realizado teniendo en cuenta las siguientes características:

- Se ha dividido la ciudad de Calzada en 16 áreas colectoras, de esta manera se planteó el escurrimiento superficial, así como la ubicación de los colectores principales y secundarios, a la vez se planificó las estructuras complementarias.
- A los colectores principales y secundarios se les ha trazado y delimitado sus respectivas áreas tributarias, el sentido del escurrimiento superficial en las diferentes calles y avenidas, así como la ubicación de los puntos de entrada, teniendo presente los perfiles de las rasantes del pavimento propuesto para todas las calles. Ver plano de perfiles N° PL 01 al 11.
- En el plano N° AD-04 Áreas colectoras y Drenaje superficial de la ciudad de Calzada con curvas de nivel cada 1.00 m, a escala 1:2500 se ha delimitado las respectivas áreas tributarias de todas las manzanas existentes (área urbana actual) y de las planificadas (expansión futura), siguiendo el criterio de sub dividir las manzanas por las bisectrices de las esquinas, de acuerdo a la topografía del terreno y al escurrimiento superficial observado en cada manzana.
- El valor de las áreas se determinó, descomponiéndolos en figuras geométricas conocidas (triángulos, trapecios, hexágonos). Ver plano N° AD-04.
- En los cuadros siguientes se puede apreciar los resultados numéricos de las áreas tributarias de toda la ciudad de calzada, empezando la numeración en el 1 en la parte noroeste al 340 en la parte sureste.

ÁREA TOTAL A DRENAR: 142.96 Hectáreas

**ÁREAS TRIBUTARIAS EN CADA ÁREA COLECTORA
DE LA CIUDAD DE CALZADA**

CUADRO N° 90.- ÁREA COLECTORA 1

NOMBRE	N°	AREA M2	AREA HAS	AREA KM2
1	1	7035.99	0.7036	0.007036
	2	9465.51	0.9466	0.009466
	3	4847.54	0.4848	0.004848
	4	19129.67	1.9130	0.019130
	5	11909.04	1.1909	0.011909
	Total		5.2388	0.052388

CUADRO N° 91.- ÁREA COLECTORA 2

NOMBRE	N°	AREA M2	AREA HAS	AREA KM2
2	6	7648.33	0.7648	0.007648
	7	2806.62	0.2807	0.002807
	8	4576.49	0.4576	0.004576
	9	4576.49	0.4576	0.004576
	10	1879.96	0.1880	0.001880
	Total		2.1488	0.021488

CUADRO N° 92.- ÁREA COLECTORA 3

NOMBRE	N°	AREA M2	AREA HAS	AREA KM2
3	11	3315.10	0.3315	0.003315
	12	4416.42	0.4416	0.004416
	13	3253.55	0.3254	0.003254
	14	3605.68	0.3606	0.003606
	15	6434.82	0.6435	0.006435
	16	7855.01	0.7855	0.007855
	17	1227.02	0.1227	0.001227
	18	8120.47	0.8120	0.008120
	19	3062.92	0.3063	0.003063
	20	4384.88	0.4385	0.004385
	21	7895.85	0.7896	0.007896
	22	872.36	0.0872	0.000872
	23	1080.51	0.1081	0.001081
	24	2853.61	0.2854	0.002854
	25	1792.30	0.1792	0.001792
	26	1389.62	0.1390	0.001390
	27	7105.83	0.7106	0.007106
	Total		6.8666	0.068666

CUADRO N° 93.- ÁREA COLECTORA 4

NOMBRE	N°	AREA M2	AREA HAS	AREA KM2
4	28	4716.05	0.4716	0.004716
	29	3260.96	0.3261	0.003261
	30	1507.62	0.1508	0.001508
	31	13789.87	1.3790	0.013790
	32	7076.91	0.7077	0.007077
	Total		3.0351	0.030351

CUADRO N° 94.- ÁREA COLECTORA 5

NOMBRE	Nº	AREA M2	AREA HAS	AREA KM2
	33	5096.68	0.5097	0.005097
	34	1507.62	0.1508	0.001508
	35	2424.98	0.2425	0.002425
	36	2163.53	0.2164	0.002164
	36'	778.00	0.0778	0.000778
	37	5156.99	0.5157	0.005157
	38	6496.40	0.6496	0.006496
	39	2245.14	0.2245	0.002245
	40	5917.58	0.5918	0.005918
	40'	812.12	0.0812	0.000812
	41	6436.27	0.6436	0.006436
	42	6994.31	0.6994	0.006994
	43	4394.22	0.4394	0.004394
	44	3525.69	0.3526	0.003526
	44'	836.11	0.0836	0.000836
	45	6100.87	0.6101	0.006101
	46	2988.96	0.2989	0.002989
	47	2988.96	0.2989	0.002989
	48	2046.08	0.2046	0.002046
	49	5122.78	0.5123	0.005123
	49'	832.58	0.0833	0.000833
	50	5624.53	0.5625	0.005625
	51	5973.43	0.5973	0.005973
	52	4736.09	0.4736	0.004736
	53	3853.24	0.3853	0.003853
	53'	908.46	0.0908	0.000908
	54	5630.19	0.5630	0.005630
	55	3824.45	0.3824	0.003824
	56	3824.45	0.3824	0.003824
	57	4443.50	0.4444	0.004444
	58	5270.45	0.5270	0.005270
	59	1423.07	0.1423	0.001423
	60	1423.07	0.1423	0.001423
	61	11367.34	1.1367	0.011367
	62	4749.10	0.4749	0.004749
	63	4749.10	0.4749	0.004749
	64	2155.38	0.2155	0.002155
	65	2292.66	0.2293	0.002293
	66	9232.40	0.9232	0.009232
	67	4113.00	0.4113	0.004113
	68	4113.00	0.4113	0.004113
	Total		16.4573	0.164573

5

CUADRO Nº 95.- ÁREA COLECTORA 6

NOMBRE	Nº	AREA M2	AREA HAS	AREA KM2
	69	1218.71	0.1219	0.001219
	70	2424.49	0.2424	0.002424
	71	4898.06	0.4898	0.004898
	72	1660.53	0.1661	0.001661
	73	4621.23	0.4621	0.004621
	74	3083.79	0.3084	0.003084
	75	4395.36	0.4395	0.004395
	76	1093.65	0.1094	0.001094
	76'	411.03	0.0411	0.000411
	77	4423.07	0.4423	0.004423
	78	3213.91	0.3214	0.003214
	79	3247.70	0.3248	0.003248
	80	2110.55	0.2111	0.002111
	81	3069.17	0.3069	0.003069
	81'	404.66	0.0405	0.000405
	82	6080.52	0.6081	0.006081
	82'	829.43	0.0829	0.000829
	83	4437.50	0.4438	0.004438
	84	4495.33	0.4495	0.004495
	85	1783.29	0.1783	0.001783
	86	2053.01	0.2053	0.002053
	87	6204.26	0.6204	0.006204
	87'	1330.02	0.1330	0.001330
	88	4384.55	0.4385	0.004385
	89	4642.50	0.4643	0.004643
	90	1878.82	0.1879	0.001879
	91	6758.57	0.6759	0.006759
	91'	1189.49	0.1189	0.001189
	92	4836.77	0.4837	0.004837
	93	5125.26	0.5125	0.005125
	94	5200.28	0.5200	0.005200
	95	3896.40	0.3896	0.003896
	95'	928.13	0.0928	0.000928
	96	4782.19	0.4782	0.004782
	97	2700.30	0.2700	0.002700
	98	2700.30	0.2700	0.002700
	99	7044.67	0.7045	0.007045
	100	5247.64	0.5248	0.005248
	101	966.40	0.0966	0.000966
	102	966.40	0.0966	0.000966
	103	2156.03	0.2156	0.002156
	104	2172.04	0.2172	0.002172

./Viene	105	2703.67	0.2704	0.002704
	106	2703.67	0.2704	0.002704
	107	6124.22	0.6124	0.006124
	108	3552.23	0.3552	0.003552
	109	3850.71	0.3851	0.003851
	110	7278.76	0.7279	0.007279
	111	2753.99	0.2754	0.002754
	112	3301.66	0.3302	0.003302
	113	2754.00	0.2754	0.002754
		Total	3.5023	0.168870

6

Van//.

CUADRO N° 96.- ÁREA COLECTORA 7

NOMBRE	N°	AREA M2	AREA HAS	AREA KM2
	114	3552.23	0.3552	0.003552
	115	3850.71	0.3851	0.003851
	116	4561.85	0.4562	0.004562
	117	4698.55	0.4699	0.004699
	118	4698.55	0.4699	0.004699
	119	2165.62	0.2166	0.002166
	120	966.10	0.0966	0.000966
	121	966.10	0.0966	0.000966
	122	2155.82	0.2156	0.002156
	123	5228.68	0.5229	0.005229
	124	4805.08	0.4805	0.004805
	125	5146.30	0.5146	0.005146
	126	1872.73	0.1873	0.001873
	127	1872.73	0.1873	0.001873
	128	2660.55	0.2661	0.002661
	129	2631.06	0.2631	0.002631
	130	2631.06	0.2631	0.002631
	131	4693.44	0.4693	0.004693
	132	5142.98	0.5143	0.005143
	133	3301.66	0.3302	0.003302
	134	5321.15	0.5321	0.005321
	135	3733.79	0.3734	0.003734
	136	3733.79	0.3734	0.003734
	137	3732.99	0.3733	0.003733
	138	3732.99	0.3733	0.003733
	139	2261.77	0.2262	0.002262
	140	2261.77	0.2262	0.002262
	141	3253.52	0.3254	0.003254
	142	1083.31	0.1083	0.001083
	143	1083.31	0.1083	0.001083
	144	1852.87	0.1853	0.001853
	145	5327.99	0.5328	0.005328
	146	4540.22	0.4540	0.004540
	147	4525.22	0.4525	0.004525
	148	9935.19	0.9935	0.009935
	149	8455.21	0.8455	0.008455
	150	8466.41	0.8466	0.008466
	151	4522.20	0.4522	0.004522
	152	853.44	0.0853	0.000853
	153	1699.25	0.1699	0.001699
	154	3382.26	0.3382	0.003382
	155	1727.84	0.1728	0.001728

./Viene	156	1801.17	0.1801	0.001801
	157	2277.77	0.2278	0.002278
		Total	0.4079	0.157167

7

Van/.

CUADRO N° 97.- ÁREA COLECTORA 8

NOMBRE	N°	AREA M2	AREA HAS	AREA KM2
	158	3739.84	0.3740	0.003740
	159	1218.71	0.1219	0.001219
	160	2992.92	0.2993	0.002993
	161	4691.39	0.4691	0.004691
	162	790.69	0.0791	0.000791
	163	2166.42	0.2166	0.002166
	164	937.96	0.0938	0.000938
	165	3024.58	0.3025	0.003025
	166	3276.26	0.3276	0.003276
	167	4423.13	0.4423	0.004423
	168	4277.12	0.4277	0.004277
	169	5853.50	0.5854	0.005854
	170	2429.56	0.2430	0.002430
	171	2429.56	0.2430	0.002430
	172	3224.26	0.3224	0.003224
	173	1986.32	0.1986	0.001986
	174	1504.68	0.1505	0.001505
	175	3148.01	0.3148	0.003148
	176	3148.01	0.3148	0.003148
	177	2031.73	0.2032	0.002032
	178	3473.83	0.3474	0.003474
	179	7200.57	0.7201	0.007201
	180	1963.76	0.1964	0.001964
	181	7556.17	0.7556	0.007556
	182	2300.17	0.2300	0.002300
	183	2175.02	0.2175	0.002175
	184	8211.76	0.8212	0.008212
	185	6859.49	0.6859	0.006859
	186	2320.36	0.2320	0.002320
	187	4679.55	0.4680	0.004680
	188	5247.67	0.5248	0.005248
	189	3291.97	0.3292	0.003292
	190	3921.97	0.3922	0.003922
	191	4572.37	0.4572	0.004572
	192	2630.85	0.2631	0.002631
	193	2630.85	0.2631	0.002631
	194	1025.68	0.1026	0.001026
	195	1025.68	0.1026	0.001026
	196	5337.92	0.5338	0.005338
	197	3398.25	0.3398	0.003398
	198	3398.25	0.3398	0.003398
	199	2575.89	0.2576	0.002576

./Viene	200	2045.20	0.2045	0.002045
	201	3995.48	0.3995	0.003995
	202	3090.35	0.3090	0.003090
		Total	0.9131	0.009131

8

Van//.

CUADRO N° 98.- ÁREA COLECTORA 9

NOMBRE	N°	AREA M2	AREA HAS	AREA KM2
	203	5435.34	0.5435	0.005435
	204	5435.34	0.5435	0.005435
	205	10803.00	1.0803	0.010803
	206	7470.70	0.7471	0.007471
9	207	2660.55	0.2661	0.002661
	208	3734.17	0.3734	0.003734
	209	3734.17	0.3734	0.003734
	210	6166.11	0.6166	0.006166
	211	3138.59	0.3139	0.003139
	212	5493.13	0.5493	0.005493
	213	4117.95	0.4118	0.004118
	214	4512.34	0.4512	0.004512
	Total		6.2701	0.062701

CUADRO N° 100.- ÁREA COLECTORA 11

NOMBRE	N°	AREA M2	AREA HAS	AREA KM2
	234	1403.44	0.1403	0.001403
	235	3882.05	0.3882	0.003882
	236	865.82	0.0866	0.000866
	237	1886.00	0.1886	0.001886
	238	3297.03	0.3297	0.003297
	239	3297.03	0.3297	0.003297
	240	8062.68	0.8063	0.008063
	241	2001.97	0.2002	0.002002
	242	1841.92	0.1842	0.001842
	243	1663.30	0.1663	0.001663
	244	6850.42	0.6850	0.006850
11	245	2068.44	0.2068	0.002068
	246	2034.35	0.2034	0.002034
	247	6951.51	0.6952	0.006952
	248	1877.28	0.1877	0.001877
	249	1762.16	0.1762	0.001762
	250	8111.62	0.8112	0.008112
	251	6042.11	0.6042	0.006042
	252	1640.18	0.1640	0.001640
	253	1561.95	0.1562	0.001562
	254	4616.39	0.4616	0.004616
	255	4669.29	0.4669	0.004669
	256	5773.58	0.5774	0.005774
	257	6854.66	0.6855	0.006855
	258	6942.57	0.6943	0.006943
	259	35262.03	3.5262	0.035262
	Total		13.1220	0.131220

CUADRO N° 99.- ÁREA COLECTORA 10

NOMBRE	N°	AREA M2	AREA HAS	AREA KM2
	215	3486.75	0.3487	0.003487
	216	2758.96	0.2759	0.002759
	217	930.66	0.0931	0.000931
	218	2980.33	0.2980	0.002980
	219	4070.10	0.4070	0.004070
	220	7700.05	0.7700	0.007700
	221	1971.85	0.1972	0.001972
	222	3122.05	0.3122	0.003122
	223	3122.05	0.3122	0.003122
10	224	7206.66	0.7207	0.007207
	225	2028.19	0.2028	0.002028
	226	7737.61	0.7738	0.007738
	227	1993.69	0.1994	0.001994
	228	3456.45	0.3456	0.003456
	229	3456.45	0.3456	0.003456
	230	7010.37	0.7010	0.007010
	231	1664.36	0.1664	0.001664
	232	3103.16	0.3103	0.003103
	233	3074.49	0.3074	0.003074
	Total		7.0874	0.070874

CUADRO N° 101.- ÁREA COLECTORA 12

NOMBRE	N°	AREA M2	AREA HAS	AREA KM2
	260	1810.12	0.1810	0.001810
	261	2448.11	0.2448	0.002448
	262	5662.22	0.5662	0.005662
	263	2171.25	0.2171	0.002171
	264	4488.67	0.4489	0.004489
	265	4065.62	0.4066	0.004066
	266	1778.06	0.1778	0.001778
	267	1163.69	0.1164	0.001164
	268	8568.89	0.8569	0.008569
	269	3540.48	0.3540	0.003540
	270	1546.35	0.1546	0.001546
	271	1053.65	0.1054	0.001054
	272	1053.65	0.1054	0.001054
	273	4489.86	0.4490	0.004490
	274	6375.64	0.6376	0.006376
	275	3078.66	0.3079	0.003079
	276	10029.66	1.0030	0.010030
	277	2156.75	0.2157	0.002157
	278	5074.24	0.5074	0.005074
	279	2285.33	0.2285	0.002285
	280	2024.60	0.2025	0.002025
	281	1378.78	0.1379	0.001379
	282	2426.79	0.2427	0.002427
	283	2295.10	0.2295	0.002295
	284	1764.52	0.1765	0.001765
	285	1940.74	0.1941	0.001941
	286	15361.03	1.5361	0.015361
	287	5386.17	0.5386	0.005386
	288	1745.40	0.1745	0.001745
	289	4174.64	0.4175	0.004175
	290	3126.47	0.3126	0.003126
	291	3176.92	0.3177	0.003177
	292	9209.72	0.9210	0.009210
	293	2935.80	0.2936	0.002936
	294	1567.25	0.1567	0.001567
	295	5171.46	0.5171	0.005171
	296	917.75	0.0918	0.000918
	297	6509.22	0.6509	0.006509
	Total		14.3953	0.143953

12

CUADRO N° 102.- ÁREA COLECTORA 13

NOMBRE	N°	AREA M2	AREA HAS	AREA KM2
	298	8293.09	0.8293	0.008293
	299	2787.90	0.2788	0.002788
	300	8440.43	0.8440	0.008440
	301	2698.49	0.2698	0.002698
	302	9852.31	0.9852	0.009852
	303	7259.69	0.7260	0.007260
	304	7761.01	0.7761	0.007761
	305	9141.40	0.9141	0.009141
	306	865.83	0.0866	0.000866
	Total		5.7100	0.057100

13

CUADRO N° 103.- ÁREA COLECTORA 14

NOMBRE	N°	AREA M2	AREA HAS	AREA KM2
	307	3586.41	0.3586	0.003586
	308	4954.76	0.4955	0.004955
	309	886.56	0.0887	0.000887
	310	9097.17	0.9097	0.009097
	311	833.89	0.0834	0.000834
	312	2568.22	0.2568	0.002568
	313	874.03	0.0874	0.000874
	314	2701.61	0.2702	0.002702
	315	1110.05	0.1110	0.001110
	316	1027.34	0.1027	0.001027
	317	1434.23	0.1434	0.001434
	318	8422.21	0.8422	0.008422
	319	1437.00	0.1437	0.001437
	320	1437.00	0.1437	0.001437
	321	1882.20	0.1882	0.001882
	322	574.83	0.0575	0.000575
	323	5170.15	0.5170	0.005170
	324	4519.96	0.4520	0.004520
	325	8559.92	0.8560	0.008560
	326	3678.67	0.3679	0.003679
	327	4006.67	0.4007	0.004007
	328	4339.15	0.4339	0.004339
	329	12977.16	1.2977	0.012977
	330	9060.62	0.9061	0.009061
	331	11973.60	1.1974	0.011974
	332	11536.40	1.1536	0.011536
	333	2654.12	0.2654	0.002654
	334	9086.94	0.9087	0.009087
	Total		13.0391	0.130391

14

CUADRO N° 104.- ÁREA COLECTORA 15

NOMBRE	N°	AREA M2	AREA HAS	AREA KM2
	335	3939.11	0.3939	0.003939
	Total		0.3939	0.003939

15

CUADRO N° 105.- ÁREA COLECTORA 16

NOMBRE	N°	AREA M2	AREA HAS	AREA KM2
	336	246.87	0.0247	0.000247
	337	2086.86	0.2087	0.002087
	338	2026.69	0.2027	0.002027
	339	1056.43	0.1056	0.001056
	340	8241.19	0.8241	0.008241
	Total		1.3658	0.013658

16

3.2.3.2. CÁLCULO DEL Tc Y LA INTENSIDAD DE DISEÑO PARA CADA ÁREA COLECTORA

Ver plano N° AD-04, Áreas Colectoras y Drenaje superficial, y perfiles longitudinales del N° PL 01 1 al 11.

CUADRO N° 106.- NOMENCLATURA A UTILIZAR PARA ENCONTRAR EL Tc e I DEL ÁREA COLECTORA

LEYENDA	
A	= Área colectora en Km2.
C1	= Cota del punto más alejado del área colectora en m.
C2	= Cota del punto control del área colectora en m.
H	= Desnivel del área colectora promedio, (C1-C2) en m.
L	= Longitud recorrido del agua en m.
S	= Pendiente del área colectora promedio en m/m (H/L).
Tc	= Tiempo de concentración en minutos.
I (25 años)	= Intensidad de precipitación del área colectora.
I diseño	= Intensidad por fines prácticos.
Q	= Caudal total del área colectora, $Q = 0.208 \cdot A \cdot Pe / Tc$

NOTA: En las áreas colectoras 1, 4, 13, 15 la evacuación es superficial

CUADRO N° 107.- ÁREA COLECTORA 02

Puntos, intersección eje de calles	10-5a-5-4b
L recorrido	188.67 m
A	= 0.0215 km2
Cota 10	= 854.077 m
Cota 4b	= 854.391 m
H	= 0.38 m
L	= 188.67 m
S	= 0.20 %
Tc	= 12.03 min
I 25 años	= 147.55 mm/h
I diseño	= 148.00 mm/h
Q	= 0.0794 m3/s

CUADRO N° 108.- ÁREA COLECTORA 03

Puntos, intersección eje de calles	5-6-26-28-30-31-31a
L recorrido	597.76 m
A	= 0.0687 km ²
Cota 5	= 855.317 m
Cota 31a	= 849.052 m
H	= 6.26 m
L	= 597.76 m
S	= 1.05 %
Tc	= 15.47 min
I 25 años	= 129.56 mm/h
I diseño	= 130.00 mm/h
Q	= 0.2228 m ³ /s

CUADRO N° 109.- ÁREA COLECTORA 05

Puntos, intersección eje de calles	9-13-E4-12-15-19- E12- -53-58-62-E16
L recorrido	994.20 m
A	= 0.1646 km ²
Cota 9	= 855.552 m
Cota E16	= 839.932 m
H	= 15.62 m
L	= 994.20 m
S	= 1.57 %
Tc	= 19.59 min
I 25 años	= 113.98 mm/h
I diseño	= 114.00 mm/h
Q	= 0.4683 m ³ /s

CUADRO N° 110.- ÁREA COELCOTORA 06

Puntos, intersección eje de calles	10a-14-13-17-21-24-55-60-64-68-67-E16-70-E18-78
L recorrido	1327.50 m
A	= 0.1701 km ²
Cota 10a	= 855.170 m
Cota 78	= 834.930 m
H	= 20.24 m
L	=1327.50 m
S	= 1.52 %
Tc	= 24.76 min
I 25 años	= 99.88 mm/h
I diseño	= 100.00 mm/h
Q	= 0.4245 m ³ /s

CUADRO N° 111.- ÁREA COLECTORA 07

Puntos, intersección eje de calles	E15-74-E17-77-81-80-79-78-83
L recorrido	813.55 m
A	= 0.1572 km ²
Cota E15	= 842.038 m
Cota 83	= 834.930 m
H	= 7.108 m
L	= 813.55 m
S	= 0.87 %
Tc	= 21.04 min
I 25 años	= 109.54 mm/h
I diseño	= 110.00 mm/h
Q	= 0.4315 m ³ /s

CUADRO N° 112.- ÁREA COLECTORA 08

Puntos, intersección eje de calles	9-10-11-E6-E5-E1-39-43- -51-89-91-92-93-94
L recorrido	1109.35 m
A	= 0.1522 km ²
Cota 9	= 855.452 m
Cota 94	= 839.086 m
H	= 16.366 m
L	=1109.35 m
S	= 1.48 %
Tc	= 21.84 min
I 25 años	= 107.25 mm/h
I diseño	= 108.00 mm/h
Q	= 0.4103 m ³ /s

CUADRO N° 113.- ÁREA COLECTORA 09

Puntos, intersección eje de calles	101a-101-100-97-98-99-96
L recorrido	591.08 m
A	= 0.0627 km ²
Cota 101a	= 841.230 m
Cota 96	= 837.993 m
H	= 3.237 m
L	= 591.08 m
S	= 0.55 %
Tc	= 19.69 min
I 25 años	= 113.66 mm/h
I diseño	= 114.00 mm/h
Q	= 0.1784 m ³ /s

CUADRO Nº 114.- ÁREA COLECTORA 10

Puntos, intersección eje de calles	28a-33-35-40-44-E11-90- -E19-113
L recorrido	678.42 m
A	= 0.0709 km ²
Cota 28a	= 854.163 m
Cota 113	= 841.273 m
H	= 12.890 m
L	= 678.42 m
S	= 1.90 %
Tc	= 13.57 min
I 25 años	= 138.76 mm/h
I diseño	= 140.00 mm/h
Q	= 0.2477 m ³ /s

CUADRO Nº 115.- ÁREA COLECTORA 11

Puntos, intersección eje de calles	35-36-E8-45-52-108-113- -94-96
L recorrido	771.06 m
A	= 0.1312 km ²
Cota 35	= 852.906 m
Cota 96	= 837.993 m
H	= 14.913 m
L	= 771.06 m
S	= 1.93 %
Tc	= 14.87 min
I 25 años	= 132.28 mm/h
I diseño	= 132.00 mm/h
Q	= 0.4323 m ³ /s

CUADRO N° 116.- ÁREA COLECTORA 12

Puntos, intersección eje de calles	38-42-47-48-105-112-116-122
L recorrido	667.53 m
A	= 0.14140 km ²
Cota 38	= 849.903 m
Cota 122	= 839.125 m
H	= 10.776 m
L	= 667.53 m
S	= 1.61 %
Tc	= 14.25 min
I 25 años	= 135.22 mm/h
I diseño	= 135.00 mm/h
Q	= 0.4851 m ³ /s

CUADRO N° 117.- ÁREA COLECTORA 14

Puntos, intersección eje de calles	106-a1-a3-a5-a7-133-a10-a11-a13-a15-a16
L recorrido	1013.27 m
A	= 0.1317 km ²
Cota 106	= 846.104 m
Cota a16	= 837.132 m
H	= 8.972 m
L	= 1013.27 m
S	= 0.89 %
Tc	= 24.79 min
I 25 años	= 99.82 mm/h
I diseño	= 100.00 mm/h
Q	= 0.3287 m ³ /s

CUADRO N° 118.- ÁREA COLECTORA 16

Puntos, intersección eje de calles	137-138-138c-a11
L recorrido	384.45 m
A	= 0.0137 km ²
Cota 137	= 843.289 m
Cota a11	= 841.173 m
H	= 2.115 m
L	= 384.45 m
S	= 0.55 %
Tc	= 14.11 min
I 25 años	= 135.98 mm/h
I diseño	= 136.00 mm/h
Q	= 0.0464 m ³ /s

NOTA: Para el cálculo de la intensidad de diseño de cada área colectora, se hará uso del gráfico N° 01 para un Tr=25 años.

En ningún caso el tiempo de concentración (Tc) será menor de 5 minutos.

3.2.3.3. CAUDALES EN SUMIDEROS Y COLECTORES

Utilizando toda la información, en el plano N° AD-04, áreas colectoras y drenaje superficial del área urbana de la Ciudad de Calzada (actual y la expansión futura) escala 1:2500, hemos ubicado intersección de calles para concentrar la esorrentía superficial hacia los colectores.

El cálculo del caudal se determinó por el métodos del Triángulo desarrollado en el item 3.2.2.1, punto c.

CAUDAL EN SUMIDEROS Y COLECTORES

CUADRO N° 119.- ÁREA COLECTORA 2
COLECTOR PRINCIPAL 2

SUMIDERO	mayor recorrido	Longitud mayor recorrido (m)	L m	AREAS TRIBUTARIAS	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
5a	10-5a	68.03	68.03	8 9	0.009152	148.00	0.033808
5	5a-5	68.03	68.03				
4b	3a-4b	111.08	111.08	6 7 10	0.012335	148.00	0.045566

COLECTOR	Longitud entre sumideros (m)	SUMIDERO	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
5a - 5	68.03	5a	0.009152	148.00	0.033808
5 - 4b	46.53	5a	0.009152	148.00	0.033808
4b - 4b'	20.00	5a+4b	0.021487	148.00	0.079375

CUADRO N° 120.-

ÁREA COLECTORA 3 - COLECTOR PRINCIPAL 3

COLECTOR PRINCIPAL 3

SUMIDERO	mayor recorrido	Longitud mayor recorrido (m)	L m	AREAS TRIBUTARIAS	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
28	9-19	92.05+90.67+72.23+ +35.59	290.54	11 12 14 15 13 16 17	0.030108	130.00	0.097694
30	21-E12	107.18+37.95	145.13	19 20 18	0.015568	130.00	0.050515
31	24-53	112.48	112.48	22 23 21	0.009849	130.00	0.031958
31a	67-58	62.99+61.76+70.95	195.70	24 25 26 27	0.013141	130.00	0.042640

COLECTOR	Longitud entre sumideros (m)	SUMIDERO	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
28 - 30	123.79	28	0.030108	130.00	0.097694
30 - 31	112.48	28+30	0.045676	130.00	0.148209
31 - 31a	70.95	28+30+31	0.055525	130.00	0.180168
31a - 31a'	20.00	28+30+31+31a	0.068666	130.00	0.222807

CUADRO N° 121.-

ÁREA COLECTORA 5

COLECTOR PRINCIPAL 5

SUMIDERO	mayor recorrido	Longitud mayor recorrido (m)	L m	AREAS TRIBUTARIAS	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
19	9-19	68.48+86.89+138.02+ 94.22+101.78	489.39	35 36 34 37 33 36' 39 40 41 38 40' 43 44 45 42 46	0.063040	114.00	0.179377
E12	21-E12	93.39+93.74+120.53	307.66	44' 48 49 50 47	0.016619	114.00	0.047288
53	24-53	96.54+95.06+114.75	306.35	49' 52 53 54 51	0.021026	114.00	0.059828
58	67-58	101.58+119.00+109.47	330.05	55 56 53' 57 58 68 67 64 63 62 59 60	0.040997	114.00	0.116655
62	58-62	127.11	127.11	61 65	0.013660	114.00	0.038869

COLECTOR	Longitud entre sumideros (m)	SUMIDERO	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
19 - E12	93.10	19	0.063040	114.00	0.179377
E12 - 53	95.76	19+E12	0.079659	114.00	0.226665
53 - 58	86.14	19+E12+53	0.100685	114.00	0.286493
58 - 62	127.11	19+E12+53+58	0.141682	114.00	0.403148
62 - E16	102.70	19+E12+53+58+62	0.155342	114.00	0.442016

CUADRO N° 122.-

ÁREA COLECTORA 6
COLECTOR RPINCIPAL 6

SUMIDERO	mayor recorrido	Longitud mayor recorrido (m)	L m	AREAS TRIBUTARIAS	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
21	10'-21	33.61+93.65+100.17+92.74	320.17	69 70 71 72 73 74 75 76 77	0.027819	100.00	0.069436
24	23-24	95.93+95.04+94.30	285.27	78 76' 79 80 81 82 83	0.022570	100.00	0.056335
55	E2'-55	47.02+93.92+98.30+93.28	332.52	84 82' 85 81' 86 87 88	0.020155	100.00	0.050307
60	57-60	98.30+99.86+92.29	290.45	89 87' 90 91 92	0.019447	100.00	0.048540
64	E14-64	102.03+104.56+92.04	298.63	93 91' 94 95 96	0.020194	100.00	0.050404
68	66-68	103.17+99.59+92.04	294.80	97 98 95' 99 100 109 101 102 108	0.027957	100.00	0.069781
67	68-67	102.67	102.67	103	0.002156	100.00	0.005381
E16	67-E16	109.17	109.17	104 66	0.002172 0.009232	100.00 114.00	0.005421 0.026269
70	67-70	96.72+109.16	205.88	105 106 107 110 66	0.018810 0.009232	100.00 114.00	0.046950 0.026269
E18	70-E18	102.00	102.00	111 112 66	0.006056 0.009232	100.00 114.00	0.015116 0.026269

COLECTOR	Longitud entre sumideros (m)	SUMIDERO	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
21 - 24	94.17	21	0.027819	100.00	0.069436
24 - 55	94.42	21+24	0.050389	100.00	0.125771
55 - 60	95.69	21+24+55	0.070544	100.00	0.176078
60 - 64	111.39	21+24+55+60	0.089991	100.00	0.224618
64 - 68	100.53	21+24+55+60+64	0.110185	100.00	0.275022
68 - 67	102.67	21+24+55+60+64+68	0.138142	100.00	0.344802
67 - E16	109.17	21+24+55+60+64+68+67	0.140298	100.00	0.350184
E16 - 70	95.29	21+24+55+60+64+68+67+E16 +66+Q5=0.442016 m3/s	0.142470 0.009232	100.00 114.00	0.823889
70 - E18	102.00	21+24+55+60+64+68+67+E16+70+ 66+ Q5=0.442016 m3/s	0.161280 0.009232	100.00 114.00	0.870839
E18 - 78	102.00	21+24+55+60+64+68+67+E16+70+E18 +66+ Q5=0.442016 m3/s	0.167336 0.009232	100.00 114.00	0.885955

CUADRO N° 123.-

ÁREA COLECTORA 7
 COLECTOR PRINCIPAL 7

SUMIDERO	mayor recorrido	Longitud mayor recorrido (m)	L m	AREAS TRIBUTARIAS	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
74'	97-74'	52.17	52.17	117 118	0.009397	110.00	0.025800
74	E15-74	100.63	100.63	116	0.004562	110.00	0.012525
E17	74-E17	102.00	102.00	126 127 128 139	0.008668	110.00	0.023799
77	74-77	103.17+102.00	205.17	119 115 120 125 129 130	0.017391	110.00	0.047749
81	101-81	104.34+103.17	207.51	137 138 140 141 152 142 143	0.016001	110.00	0.043932
80	72'-80	49.04+102.00+102.00	253.04	121 114 124 131 135 136 144	0.023337	110.00	0.064074
79	88-79	105.24+93.88+ 104.72+116.01	419.85	122 123 132 133 134 145 146 153 151 154 150 155 149	0.059272	110.00	0.162737
78	E18-78	102.00	102.00	147 113	0.004525 0.002754	110.00 100.00	0.012424 0.006874
83	85-83	111.31+35.91	147.22	148 156 157 113	0.014014 0.002754	110.00 100.00	0.038477 0.006874

COLECTOR	Longitud entre sumideros (m)	SUMIDERO	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
74' - 74	52.17	74'	0.009397	110.00	0.025800
74 - E17	102.00	74'+74	0.013959	110.00	0.038326
E17 - 77	103.17	74'+74+E17	0.022627	110.00	0.062125
77 - 81	102.00	74'+74+E17+77	0.040018	110.00	0.109873
81 - 80	92.03	74'+74+E17+77+81	0.056019	110.00	0.153806
80 - 79	102.66	74'+74+E17+77+81+80	0.079356	110.00	0.217880
79 - 78	109.16	74'+74+E17+77+81+80+79	0.138628	110.00	0.380617
78 - 83	101.90	74'+74+E17+77+81+80+79+78 +113+Q6=0.885955	0.143153 0.002754	110.00 100.00	1.285870
83 - 83'	224.10	74'+74+E17+77+81+80+79+78+83 +113+Q6=0.885955	0.157167 0.002754	110.00 100.00	1.324347

CUADRO N° 124.-

ÁREA COLECTORA 8
COLECTOR PRINCIPAL 8

SUMIDERO	mayor recorrido	Longitud mayor recorrido (m)	L m	AREAS TRIBUTARIAS	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
E1	9-E1	93.09+92.05+14.06+ 51.91+95.39	346.50	158 159 160 161 162 163 165 167 169	0.028901	108.00	0.077908
39	E5-39	92.05+93.04	185.09	166 164 168 170 171	0.013350	108.00	0.035987
43	E1-43	92.68+94.59	187.27	172 174 175 176 173	0.013011	108.00	0.035073
51	43-51	96.75	96.75	177 178 179	0.012706	108.00	0.034251
89	57-89	99.61	99.61	180 181	0.009520	108.00	0.025663
91	57-91	104.49+104.34	208.83	182 184 183	0.012687	108.00	0.034200
92	E15-92	98.53+104.33	202.86	186 195 194 189 190 187 199 196	0.024179	108.00	0.065179
93	92-93	94.40	94.40	185 188 191 192 201 200 202 198 197	0.035238	108.00	0.094990

COLECTOR	Longitud entre sumideros (m)	SUMIDERO	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
E1 - 39	92.68	E1	0.028901	108.00	0.077908
39 - 43	94.59	E1+39	0.042251	108.00	0.113895
43 - 51	96.75	E1+39+43	0.055262	108.00	0.148969
51 - 89	93.51	E1+39+43+51	0.067968	108.00	0.183220
89 - 91	103.57	E1+39+43+51+89	0.077488	108.00	0.208883
91 - 92	95.19	E1+39+43+51+89+91	0.090175	108.00	0.243083
92 - 93	94.40	E1+39+43+51+89+91+92	0.114354	108.00	0.308262
93 - 94	92.16	E1+39+43+51+89+91+92+93	0.149592	108.00	0.403252

CUADRO N° 125.-

ÁREA COLECTORA 9
 COLECTOR PRINCIPAL 9

SUMIDERO	mayor recorrido	Longitud mayor recorrido (m)	L m	AREAS TRIBUTARIAS	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
101a	102-101a	94.68	94.68	204 203	0.010871	114.00	0.030933
101	101a-101	94.68	94.68				
100	101-100	102.00	102.00	206 207	0.010131	114.00	0.028827
97	100-97	102.00	102.00	208 209	0.007468	114.00	0.021250
98	97-98	100.57	100.57	210 211	0.009305	114.00	0.026477
99	98-99	87.37	87.37	212 205	0.016296	114.00	0.046369

COLECTOR	Longitud entre sumideros (m)	SUMIDERO	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
101a - 101	94.68	101a	0.010871	114.00	0.030933
101 - 100	102.00	101a+101	0.010871	114.00	0.030933
100 - 97	102.00	101a+101+100	0.021002	114.00	0.059760
97 - 98	100.57	101a+101+100+97	0.028470	114.00	0.081010
98 - 99	87.37	101a+101+100+97+98	0.037775	114.00	0.107486
99 - 96	104.46	101a+101+100+97+98+99	0.054071	114.00	0.153856

CUADRO N° 126.-

ÁREA COLECTORA 10

COLECTOR PRINCIPAL 10

SUMIDERO	mayor recorrido	Longitud mayor recorrido (m)	L m	AREAS TRIBUTARIAS	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
43a	43-43a	46.34	46.34	222 223	0.006244	140.00	0.021819
44	28a-44	73.92+52.43+90.93+ 95.03	312.31	215 216 217 218 219 220 221 224	0.031105	140.00	0.108693
E11	52-E11	99.75	99.15	225 226	0.009766	140.00	0.034126
90	108-90	96.86	96.83	227 228 229 230	0.015917	140.00	0.055620
E19	90-E19	80.21	80.21	231	0.001664	140.00	0.005815

COLECTOR	Longitud entre sumideros (m)	SUMIDERO	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
43a - 44	46.34	43a	0.006244	140.00	0.021819
44 - E11	97.74	43a+44	0.037349	140.00	0.130512
E11 - 90	93.19	43a+44+E11	0.047115	140.00	0.164639
90 - E19	80.21	43a+44+E11+90	0.063032	140.00	0.220259
E19 - 113	94.97	43a+44+E11+90+E19	0.064696	140.00	0.226074

CUADRO N° 127.-

ÁREA COLECTORA 11

COLECTOR PRINCIPAL 11

SUMIDERO	mayor recorrido	Longitud mayor recorrido (m)	L m	AREAS TRIBUTARIAS	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
E8a	E8a-E8	46.62	46.62	238 239	0.006594	132.00	0.021725
E8	35-E8	105.88+99.76	205.64	234 235 236 237 240	0.016100	132.00	0.053045
45	E8-45	95.33	95.33	241 242 243 244	0.012358	132.00	0.040716
52	45-52	98.50	98.50	245 246 247 230	0.011054	132.00	0.036420
108	110-108	125.71+89.13	214.84	248 249 250 251	0.017793	132.00	0.058623
113	115-113	127.78+87.88	215.66	252 253 254 255 256	0.018261	132.00	0.060165
94	113-94	118.58	118.58	232 233	0.006177	140.00	0.021585
				257	0.006855	132.00	0.022585
				232 233	0.006177	140.00	0.021585
96	94-96	95.54	95.54	193	0.002631	108.00	0.007092
				258	0.006943	132.00	0.022875
				232 233	0.006177	140.00	0.021585
				193	0.002631	108.00	0.007092
				214 213	0.008630	114.00	0.024556

COLECTOR	Longitud entre sumideros (m)	SUMIDERO	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
E8a - E8	46.62	E8a	0.006594	132.00	0.021725
E8 - 45	95.33	E8a+E8	0.022694	132.00	0.074770
45 - 52	98.50	E8a+E8+45	0.035052	132.00	0.115487
52 - 108	89.39	E8a+E8+45+52	0.046106	132.00	0.151906
108 - 113	78.10	E8a+E8+45+52+108	0.063899	132.00	0.210529
113 - 94	118.58	E8a+E8+45+52+108+113	0.082160	132.00	
		+232+233+Q10=(0.226074)	0.006177	140.00	0.518353
94 - 96	95.54	E8a+E8+45+52+108+113+94+96+	0.089015	132.00	
		+232+233+193+Q10+Q8=(0.226074+	0.006177	140.00	
		+0.403252)	0.002631	108.00	0.951283
96 - 96'	30.00	E8a+E8+45+52+108+113+94+96+	0.095958	132.00	
		+232+233+193+214+213+Q10+Q8+Q9=	0.006177	140.00	
		+0.226074+0.403252+0.153856)	0.002631	108.00	
			0.008630	114.00	1.152570

CUADRO N° 128.-

ÁREA COLECTORA 12
COLECTOR PRINCIPAL 12

SUMIDERO	mayor recorrido	Longitud mayor recorrido (m)	L m	AREAS TRIBUTARIAS	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
38a	38-38a	39.49	39.49	262	0.005662	135.00	0.019079
42	37-42	88.76+116.58	205.34	260 261 263	0.006429	135.00	0.021663
47	41a-48	96.14	96.14	264 265 267 271	0.010772	135.00	0.036297
48	41a-48	62.99+31.92+65.06	159.97	268 266 270 269	0.015434	135.00	0.052006
105	E10-105	122.80+38.77+17.00+ +103.90	282.47	276 272 277 278 275 280 273 274 279	0.036568	135.00	0.123220
112	E21-112	70.71+60.44+68.89	200.04	281 283 282 285 286	0.023402	135.00	0.078855
116	118-116	170.39	170.39	284 287 288 289	0.013071	135.00	0.044044
122	124-122	163.10+74.63	237.73	291 292 293 294	0.01689	135.00	0.056913

COLECTOR	Longitud entre sumideros (m)	SUMIDERO	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
38a - 42	39.49	38a	0.005662	135.00	0.019079
42 - 47	96.14	38a+42	0.012091	135.00	0.040742
47 - 48	104.82	38a+42+47	0.022863	135.00	0.077039
48 - 105	109.66	38a+42+47+48	0.038297	135.00	0.129046
105 - 112	138.87	38a+42+47+48+105	0.074865	135.00	0.252265
112 - 116	32.12	38a+42+47+48+105+112	0.098267	135.00	0.331120
116 - 122	106.87	38a+42+47+48+105+112+116	0.111338	135.00	0.375165
122 - 122a	56.63	38a+42+47+48+105+112+116+122	0.128228	135.00	0.432077

CUADRO N° 129.-

ÁREA COLECTORA 14

COLECTOR PRINCIPAL 14

SUMIDERO	mayor recorrido	Longitud mayor recorrido (m)	L m	AREAS TRIBUTARIAS	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
a1	106-a1	68.2	68.20	307 309	0.004473	100.00	0.011165
a3	107-a3	99.44+54.77+136.90	291.11	310 313 311 308 312	0.018328	100.00	0.045747
a5	119-a5	46.86+136.90	183.76	314 316 315 317	0.006273	100.00	0.015657
a7	a5-a7	100.50+32.90	133.40	321 318 319 320 322	0.013753	100.00	0.034327
133	a7-133	204.66	204.66	323 324 325	0.013753	100.00	0.034327
a10	133-a10	166.09	136.09	326 327	0.018250	100.00	0.045552
a11	a10-a11	66.51	66.51	328 340	0.007685 0.008241	100.00 136.00	0.019182 0.027975
a13	a11-a13	118.47	118.47	329 330 340	0.004339 0.008241	100.00 136.00	0.010830 0.027975
a15	a13-a15	134.31	134.31	331 332 340	0.023510 0.008241	100.00 136.00	0.058681 0.027975
a16	E25-a16	163.62+19.30	182.92	334 333 340 13B	0.011741 0.008241 0.034880	100.00 136.00 172.00	0.029306 0.027975 0.149744

COLECTOR	Longitud entre sumideros (m)	SUMIDERO	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
a1 - a3	75.33	a1	0.004473	100.00	0.011165
a3 - a5	53.09	a1+a3	0.022801	100.00	0.056911
a5 - a7	111.37	a1+a3+a5	0.029074	100.00	0.072569
a7 - 133	204.66	a1+a3+a5+a7	0.042827	100.00	0.106896
133 - a10	136.09	a1+a3+a5+a7+133	0.056580	100.00	0.141224
a10 - a11	66.51	a1+a3+a5+a7+133+a10	0.074830	100.00	0.186776
a11 - a13	118.47	a1+a3+a5+a7+133+a10+a11 +Q16=0.05265	0.082515 0.008241	100.00 136.00	0.286582
a13 - a15	134.31	a1+a3+a5+a7+133+a10+a11+a13 +Q16=0.05265	0.086854 0.008241	100.00 136.00	0.297412
a15 - a16	45.26	a1+a3+a5+a7+133+a10+a11+a13+a15 +Q16=0.05265	0.110364 0.008241	100.00 136.00	0.356093
a16 - a17	20.00	a1+a3+a5+a7+133+a10+a11+a13+a15+a16 +Q16=0.05265	0.122105 0.008241	100.00 136.00	0.535143
			0.034880	172.00	

CUADRO N° 130.-

ÁREA COLECTORA 16

COLECTOR SECUNDARIO 16

SUMID.	mayor recorr.	Longitud mayor recorrido (m)	L m	AREAS TRIBUTARIAS	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
138c	138-138c	253.65	253.65	337 338 339	0.005170	136.00	0.017550 0.035100

COLECTOR	Longitud entre sumideros (m)	SUMIDERO	Area km2	I mm/h	Q max m3/s
138c - a11	130.80	138c	0.005170	136.00	0.052650

3.2.3.4. DRENAJE SUPERFICIAL

El drenaje superficial está condicionado en primer lugar, por razones urbanísticas y viales; por ello no puede hablarse de proyecto hidráulico. Por lo tanto su funcionamiento eficiente implica un ahorro apreciable en el diseño de colectores.

3.2.3.4.1. LIMITES DE INUNDACIÓN

Límites de inundación son las alturas máximas de aguas aceptables en los diferentes lugares de una ciudad.

Si se quieren evitar daños a las propiedades, no debe permitirse que las aguas pasen sobre las veredas, lo cual limitaría la altura máxima en las calles y avenidas a 15 ó 20 cm. según el tipo de brocal.

Sin embargo, existe frecuentemente una diferencia positiva de cota entre las entradas a edificaciones y la pista, lo cual permite una altura adicional.

Asimismo en áreas verdes, tales como parques, pueden admitirse, en muchos casos alturas mayores a 15 ó 20 cm, sin que ello cause problemas significativos.

Al fijar esta altura máxima, se debe tener en cuenta que nunca debe ser mayor que la necesaria para que un vehículo de emergencia pueda transitar, lo que la sitúa en el orden de 50 cm., en cualquier tipo de vía terrestre.

En calles de mucha pendiente, la altura máxima puede estar limitada por la velocidad de las aguas que puede aceptarse, sin poner en peligro la vida de personas o la seguridad de los vehículos, en este sentido, no deberían, en principio admitirse velocidades en exceso de 1m/seg., cuando la altura de agua es superior a 10 cm.

En nuestro medio la intensidad es generalmente tan fuerte, que durante su ocurrencia resulta dificultoso no solamente que las personas caminen a la intemperie, si no que los vehículos transiten por lo menos a cierta velocidad, pues el golpeteo de la lluvia sobre el parabrisas dificulta la visibilidad.

Por lo tanto, se puede aceptar un ancho máximo de inundación de 3 metros que corresponde a la longitud transversal normal de un canal de circulación y significa para una pendiente transversal de la calle de 2% una altura máxima de 6 cm que no crea inconvenientes significativos. Para pendientes menores de 2%, que es el caso de muchas calles urbanizadas del país, lo recomendable sería no permitir alturas superiores de 6 cm

3.2.3.4.2. CALLES Y AVENIDAS

Para el drenaje superficial, la calle ideal sería la de mayor capacidad hidráulica; es decir una con pendiente longitudinal suficientemente pronunciada y pendientes transversales hacia el centro. Sin embargo, esta calle no es aceptable desde el punto de vista vial, siendo por ello indispensable proponer dimensiones adecuadas que no obstaculice significativamente la circulación de los vehículos.

Los criterios a considerar corresponden a calles y avenidas por construir, pues en zonas existentes éstas no pueden cumplirse, al menos totalmente. Se debe tener presente dos criterios generales a saber, evitar en lo posible los puntos bajos de aguas estancadas, y concebir la distribución del escurrimiento superficial lo más uniformemente en todas las calles, concentrándolo hacia las calles bajas.

a). BROCALES CUNETAS

La utilización de brocales cunetas, deben ser de la mayor dimensión posible pues contribuyen significativamente a la capacidad de la calle. Se utilizan comúnmente dos tipos, una de 80 cm de ancho y 20 cm de alto y otra de 60 cm y 15 cm respectivamente. La altura mínima en cualquier otro tipo debe ser de 15 cm.

Para el presente estudio se eligió el brocal de 60 cm. de ancho y 15 cm. de alto.

b). PENDIENTES TRANSVERSALES

La pendiente mínima recomendada es 1% y la máxima de acuerdo al proyecto vial.

Para nuestro estudio elegimos una pendiente transversal de 1.5%, por considerar que se trata de pistas urbanas donde la velocidad directriz de los vehículos no debe superar los 40 km/h.

c). PUNTO DE CORONACIÓN

Salvo en zonas de intersección con otras calles, el punto de coronación indicado estará dentro de lo posible en el medio; es decir dividiendo el escurrimiento superficial en dos partes iguales.

d). PENDIENTES LONGITUDINALES

Un valor mínimo de 0.2% es recomendable. La pendiente máxima se fijaría de acuerdo a los requerimientos viales.

e). CUNETAS Y PEQUEÑOS CANALES LATERALES

En algunas secciones transversales no puede cumplirse la recomendación de fijar un punto de coronación. Este tipo de secciones solo sería aceptable en vías locales donde puede admitirse flujo transversal, pues el brocal cuneta más elevado, al recibir prácticamente toda el agua que llega a la calle, se rebosa hacia el brocal cuneta inferior

Las cunetas y pequeños canales pueden utilizarse en áreas planas, siempre y cuando haya espacio suficiente y se impida debidamente la posibilidad de caída de vehículos o personas, ocasionando accidentes muy lamentables; creando el malestar en la población.

f). INTERSECCIONES DE CALLES

Se muestra la unión de una calle local y una distribuidora mostrando como se debe ir moviendo el punto de coronación y las pendientes transversales, para lograr que no exista flujo transversal, en la vía distribuidora y que el flujo longitudinal tome la dirección deseada.

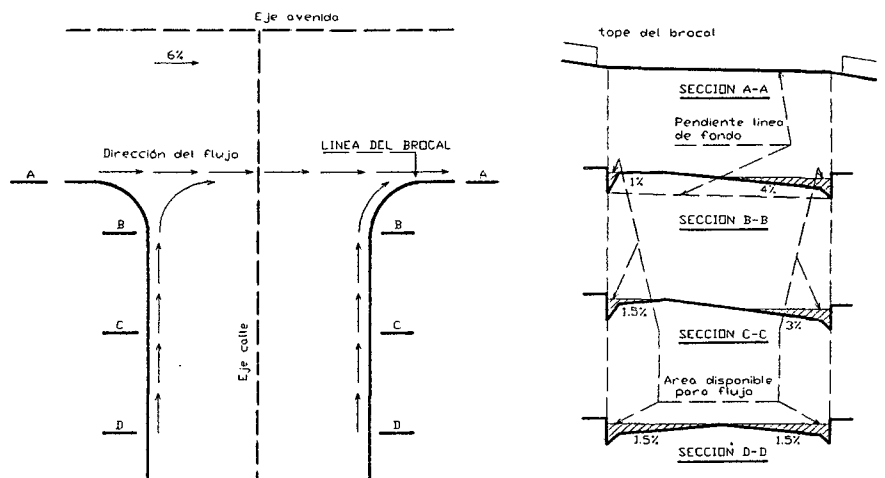


Figura N° 19. Ejemplo de una intersección de calle

3.2.3.4.3. CAPACIDAD HIDRÁULICA DE CALLES Y AVENIDAS

En un sistema de drenaje pluvial urbano es necesario conocer las alturas que alcanza el agua escurriendo por la calle, no sólo para determinar la limitación en lo que a anchos permisibles de inundación sino para calcular la capacidad de intercepción de los sumideros y la divisoria de caudales en las intersecciones de las calles.

Las secciones hidráulicas de calles y avenidas se caracterizan por ser un conducto de sección triangular con uno de sus caras verticales y la otra inclinada (ver sección D-D, de figura N° 19).

Dependiendo de la pendiente transversal, el flujo se concentra hacia los brocales a ambos lados.

La pendiente longitudinal de los brocales-cuneta es la misma de la calle.

a). CÁLCULO HIDRÁULICO

La capacidad hidráulica de las calles puede calcularse a partir de la fórmula de Manning, expresada en la forma desarrollada por Izzard.

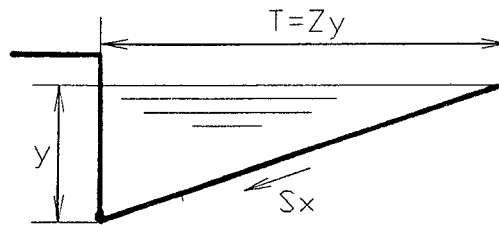


Figura N° 20.- capacidad hidráulica de una calle

$$Q = 0.00175 \frac{Z}{n} y^{3/8} S_o^{1/2} \quad (34)$$

Donde:

Q = es el gasto en l/s

Z = 1/Sx, siendo Sx la pendiente transversal de la calle

y = La profundidad del agua en el brocal cuneta en cm

So = La pendiente longitudinal de la calle

n = El coeficiente de rugosidad de Manning

Se explican los procedimientos necesarios, para el cálculo de la capacidad hidráulica de calles y avenidas. Ver cuadro N° 172

CUADRO N° 131.- CAPACIDAD HIDRÁULICA DE CALLES

DESCRIPCIÓN	TRAMO	Sentido escurr.	Cota arrib. pista	Cota abajo pista	L m	A m	P m	V m	yo cm	B cm	Sx" m/m	Sx m/m	n	So %	J m	x1 m	x2 m	y' cm	y1 cm	q lps	q1 lps	q2 lps	Qa m3/s
ÁREA COLECT. 5 Vía Evitamiento (*), Tramo 15-19	(15-19)-19	I	843.445	841.828	50.89	13.00	3.00	1.80	6.90	60.00	4.00	1.50	0.012	3.18	0.90	1.73	3.00	4.50	0.00	112.14	35.87	95.65	0.344
	(15-19)-19	D	843.445	841.828	50.89	13.00	6.10	1.80	6.90	60.00	4.00	1.50	0.012	3.18	0.90	1.73	3.00	4.50	-4.65	112.14	35.87	95.65	0.344
																						total	0.688
ÁREA COLECT. 6 Jr. Unión (**), Tramo 17-21	(17-21)-21	I	850.802	848.787	46.37	11.50	2.70	1.20	6.45	60.00	4.00	1.50	0.012	4.35		1.61	2.70	4.05	0.00	109.56	31.67	84.46	0.325
	(17-21)-21	D	850.802	848.787	46.37	11.50	5.20	1.20	6.45	60.00	4.00	1.50	0.012	4.35		1.61	2.70	4.05	-3.75	109.56	31.67	84.46	0.325
																						total	0.649
ÁREA COLECT. 8 Av. A. Ugarte (**), Tramo E5-E1	(E5-E1)-E1	I	853.372	852.271	47.70	12.00	3.00	1.20	6.90	60.00	4.00	1.50	0.012	2.31		1.73	3.00	4.50	0.00	95.58	30.57	81.53	0.293
	(E5-E1)-E1	D	853.372	852.271	47.70	12.00	5.40	1.20	6.90	60.00	4.00	1.50	0.012	2.31		1.73	3.00	4.50	-3.60	95.58	30.57	81.53	0.293
																						total	0.586
ÁREA COLECT. 10 Jr. Arequipa (**), Tramo 40-44	(40-44)-44	I	851.061	849.958	47.52	11.50	2.70	1.20	6.45	60.00	4.00	1.50	0.012	2.32		1.61	2.70	4.05	0.00	80.07	23.15	61.73	0.237
	(40-44)-44	D	851.061	849.958	47.52	11.50	5.20	1.20	6.45	60.00	4.00	1.50	0.012	2.32		1.61	2.70	4.05	-3.75	80.07	23.15	61.73	0.237
																						total	0.475

I = Lado izquierdo

D = Lado derecho

Ver plano secciones de vías y colectores N° SVC-06 (corte transversal -secciones de vías)

OBSERVACIÓN:

Para las sub cuencas 2, 3, 7, 9, 11, 12, 14, 16, no se realizó dichas comprobaciones por cuanto el inicio de los colectores se encuentra muy proximos a las divisorias del escurrimiento superficial y en otros casos estos tiene su inicio donde existe depresión de la rasante del pavimento en ambas direcciones.

Las depresiones originadas corresponden a los perfiles longitudinales de las calles, por la necesidad de mantener pendientes mínimas de 0.2%

Las sub cuencas 1, 4, 13, 15, son superficiales.

(*) Se ha considerado sólo la mitad de la calle por tratarse de avenidas donde la capacidad hidráulica es bastante superando el caudal requerido

(**) Se considera el total de la calle, por ser arterias de poca capacidad hidráulica

CLAVE	
V = vereda	x1 = $Z \cdot y$ para un S_x'' del brocal cuneta
A = ancho transversal de la calle	x2 = $z \cdot y_1$ para un S_x de la pista hacia el brocal cuneta
P = ancho de pista	Z = $1/S_x''$
J = jardin	z = $1/S_x$
LP = límite de propiedad	y0 = altura de brocal cuneta
So = pendiente longitudinal de la calle	y' = altura del brocal cuneta hasta una distancia B
Sx = pendiente transversal de pista	y1 = altura de pista hasta una distancia de P/2
Sx'' = pendiente transversal del brocal cuneta	q = caudal parcial para un y0, Sx'' hacia el brocal
n = coeficiente de maning (para concreto=0.012)	q1 = caudal parcial para un y', Sx'' hacia el brocal
B = ancho de brocal cuneta	q2 = caudal parcial para un y', Sx hacia el brocal
L = Longitud del tramo entre dos puntos	Qa = caudal total para toda la calle

3.2.3.5. SUMIDEROS

En el proyecto de un sistema de drenaje es necesario dar las dimensiones a las entradas que conectan el drenaje superficial con los colectores, según fuese el caso. Estas entradas son estructuras fundamentales de un sistema de drenaje pues de un buen funcionamiento depende la eficiencia de él.

3.2.3.5.1. LOCALIZACIÓN

Existen numerosos criterios y normas para la localización de sumideros, siendo el fundamental el que un sumidero o entrada debe colocarse cuando la capacidad del drenaje superficial es insuficiente.

Determinar los gastos escurridos partiendo de las divisorias de aguas y de acuerdo a las áreas tributarias respectivas. Estos gastos se comparan con las capacidades de las respectivas calles, colocándose los primeros sumideros, cuando sean iguales.

Se calcula el gasto captado o interceptado, de acuerdo al tipo de sumideros y se les agrega los gastos que sobrepasaron a los situados aguas arriba. Cuando esta suma iguale lo correspondiente capacidad de la calle, se ubican los segundos sumideros y así sucesivamente.

Colocar sumideros, en puntos bajos y depresiones en lugares donde se reduzca la pendiente longitudinal de las calles, justo antes de terraplenes y preferiblemente antes de cruces de calles o de pasos de peatones.

Con frecuencia resulta práctico y conveniente efectuar el proceso anterior suponiendo un sumidero tipo de dimensiones constantes y determinar la separación entre ellos.

3.2.3.5.2. TIPOS DE SUMIDEROS

La selección del tipo de sumideros apropiado es importante, pues de dicha selección depende la capacidad de captación y en, consecuencia, el gasto que ingresa a los colectores y la localización del sumidero.

Existen varios tipos, siendo los más utilizados los siguientes:

- a). Sumidero de rejas
- b). Sumidero de ventanas
- c) Sumidero mixto
- d) Sumideros especiales

Para el presente proyecto se eligió el sumidero de rejas por las consideraciones que se describen.

a). SUMIDERO DE REJAS

Este tipo consiste en la apertura de un orificio o ranura por donde penetran las aguas, el cual se cubre con una reja, para impedir la caída de vehículos, personas u objetos de un cierto tamaño. Generalmente consta de la reja propiamente dicha, el canal de recolección y la tubería de conexión al colector. Su ubicación se encuentra justo en el brocal cuneta.

Existen numerosos tipos de rejas, tales como aquellos de barras paralelas a la dirección del flujo en la calzada en el brocal-cuneta o en la canaleta lateral; de barras normales a dicha dirección, de barras inclinadas. Así mismo hay diferentes formas de las barras, siendo las más comunes las rectangulares y las redondas.

La mayor ventaja de este sumidero es su capacidad hidráulica, superior al de ventaja, en especial en pendientes, pronunciadas.

Las rejas de barras inclinadas por su uso generalizado en el País y por su ventaja para la circulación de bicicletas, puede ser utilizadas preferentemente. Sin embargo, no debe descartarse el empleo de la de barras paralelas al flujo, pues sufre menos taponamiento por basura.

b). CÁLCULO DE LA LONGITUD L_a DE UN SUMIDERO TIPO REJA

Teniendo la información de los planos áreas colectoras y drenaje superficial N° AD-04 y perfiles longitudinales N° PL 01 al 11, se estudiará el tramo donde se observa el caudal requerido comparado con los caudales superficiales de cada área colectora.

Se observa en el área colectora N° 5 en el tramo 19-E12, el caudal requerido es $Q = 0.18 \text{ m}^3/\text{S}$, ver cuadro N° 162

Para obtener el valor de L_a , se hará uso de la fórmula:

$$L_a = (1.20 \cdot T_g \cdot \emptyset \cdot V_a \sqrt{y'}) / (\sqrt{g}) \quad (35)$$

La figura N° 21 muestra los parámetros a considerar

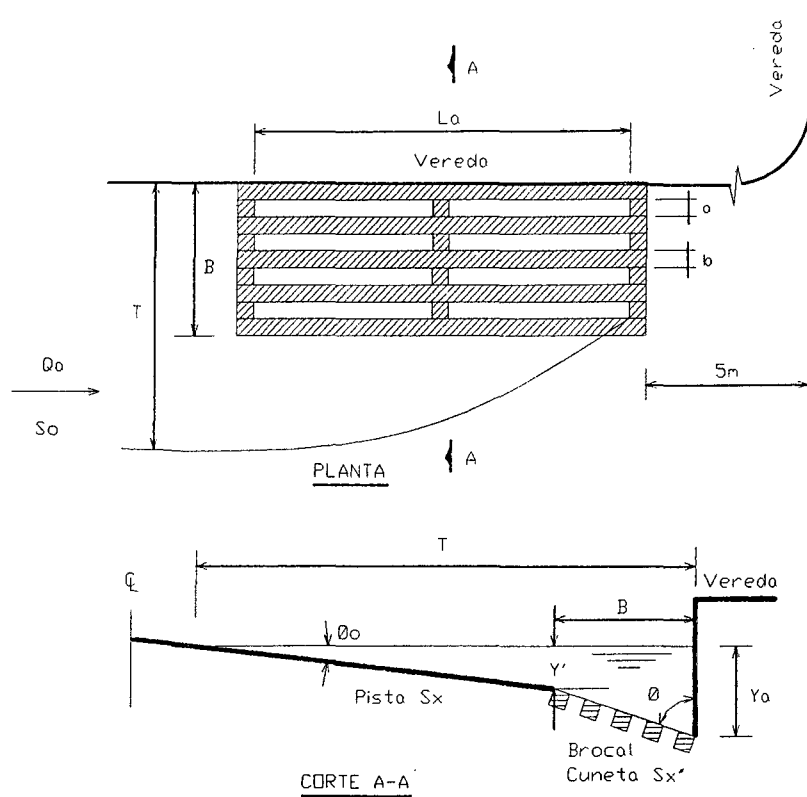


Figura N° 21.- Sumidero tipo reja

DATOS:

- $Q_a = 0.18 \text{ m}^3/\text{s} = 180 \text{ l/s}$ (caudal total requerido), Ver Cuadro N° 162
 $Q_a/2 = 90 \text{ l/s}$ (mitad de la calle)
 $n = 0.012$ (coeficiente de rugosidad de maning)
 $S_x = 4 \%$ (pendiente transversal del brocal-cuneta)
 $S_x'' = 1.5 \%$ (pendiente transversal de la pista)
 $S_0 = 3.18 \%$ (pendiente longitudinal de la pista, tramo [(15-19)-19])
 $g = \text{gravedad } 9.81 \text{ m/seg}^2$

$$A_a = (0.069 + 0.045) \cdot 0.60 / 2 + (3 + 0.045) / 2 = 0.10 \text{ m}^2, \text{ ver Cuadro N° 172}$$

$$V_a = Q_a / A_a = 0.090 / 0.10 = 0.90 \text{ m/s}$$

$$L_a = (1.20 \cdot (100/4) \cdot 0.90 \sqrt{0.045}) / (\sqrt{9.81}) = 1.82 \text{ m.}$$

Si aceptamos que dicho brocal captará sólo el 80%, entonces la longitud $L_a = 0.80 * 1.82 = 1.46 \approx 1.50$ m

En el plano N° PH-05 se proporciona la ubicación de todos ellos, en el plano N° SVC-06 se suministra la información sobre sus características y dimensiones.

3.2.3.5.3. TUBERÍAS DE CONEXIÓN

Los sumideros se conectan a los colectores mediante tuberías PVC Ø 8", Las tuberías de conexión pueden ir directamente empotrados al colector o incorporarse a éste a través de una boca de visita.

Para sumideros de rejillas, la tubería de conexión puede originarse en cualquier lugar del canal colector, para acortar así las distancias sumidero – colector. Su ubicación se aprecia en el plano N° SVC-06 (secciones de vías y colectores).

3.2.3.6. COLECTORES

Se resumen los pasos a dar para el proyecto de los diferentes colectores del diseño hidráulico del sistema de drenaje de la ciudad de Calzada.

El cálculo hidráulico y el dimensionamiento de los colectores se muestra en los cuadros siguientes. Estos canales han sido ubicados por debajo de las veredas, tratando en lo posible de no interferir con el tendido de la red de servicios públicos. Esta ubicación se realiza en base a la bondad de la topografía de la ciudad.

Se ha identificado cada uno de los tramos entre esquinas de los sumideros según el número correspondiente del plano topográfico. La ubicación de los sumideros es de 5 m. de las esquinas con respecto al vértice de las veredas, para evitar en lo posible inundaciones en los cruces peatonales.

De la información topográfica se determina el área a drenar y la pendiente para cada colector

3.2.3.6.1. DELIMITACIÓN DE AREAS TRIBUTARIAS

Se deberá establecer el sentido del flujo superficial en las diferentes calles, avenidas y demás vías terrestres de la ciudad.

Determinación de áreas de influencia o áreas colectoras de cada sumidero y para cada colector. Ver plano N° AD-04.

3.2.3.6.2. TRAZADO DE COLECTORES

Se hace necesario la existencia de un colector a partir del lugar donde la capacidad del drenaje superficial es inferior al escurrimiento superficial. Ver plano N° PH-05.

3.2.3.6.3. CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES

Se describe los pasos a seguir para el desarrollo del proceso hidráulico de cada tramo de colector.

- Columna 1. Tramo correspondiente al colector entre dos puntos de estudio
- Columna 2. Coeficiente de rugosidad de Manning, de tablas para concreto (n=0.014)
- Columna 3. Cota del pavimento aguas arriba, se extrae del perfil longitudinal de la calle
- Columna 4. Cota del pavimento aguas abajo, se extrae del perfil longitudinal de la calle
- Columna 5. Altura entre el pavimento y al calve del colector aguas arriba, asumir una profundidad mínima de 0.20 m
- Columna 6. Altura entre el pavimento y al calve del colector aguas abajo, asumir una profundidad mínima de 0.20 m
- Columna 7. Longitud del tramo entre dos puntos de estudios e extrae del perfil longitudinal de la calle
- Columna 8. Pendiente del tramo en estudio, se obtiene de dividir las columnas $((3-5)-(4-6))/7$
- Columna 9. Caudal máximo en el tramo (método del triángulo)
- Columna 10. Factor de sección, resulta de multiplicar columnas $(9)*(2)/(8)^{1/2}$
- Columna 11. Tirante óptimo
- Columna 12. Plantilla óptima
- Columna 13. Plantilla por razones constructivas
- Columna 14. Tirante normal, para una plantilla igual a columna 13
- Columna 15. Igual a columna 10, para una columna 13 y 14
- Columna 16. Tirante crítico para canales rectangulares
- Columna 17. Tipo de flujo
- Columna 18. Borde libre, varía entre 0.30 – 0.45 m
- Columna 19. Suma de columna (14) + (18)
- Columna 20. Altura vertical en el colector por fines constructivos
- Columna 21. Plantilla para la sección a construir
- Columna 22. Altura vertical para la sección a construir

- Columna 23. Observaciones
- Columna 24. Área de la sección, resulta de multiplicar columna (13) * (14)
- Columna 25. Perímetro de la sección, resulta de sumar columna (13)+ ((2)*(14))
- Columna 26. Radio hidráulico de la sección, resulta de dividir columna (24)/ (25)
- Columna 27. Velocidad media de la sección, resulta de dividir columna (9)/ (24)
- Columna 28. Carga real de velocidad, resulta de dividir columna (27)²/ (2*9.81)
- Columna 29. Carga específica de energía, resulta de sumar columna (14)+ (28)
- Columna 30. Pérdida de energía por cambio de dirección
- Columna 31. Pérdida de energía por aumento de velocidad
- Columna 32. Pérdida de energía por disminución de velocidad
- Columna 33. Sumatoria d pérdidas, resulta de sumar columnas (30)+(31)+ (32)
- Columna 34. Cota de fondo entrada al colector, resulta de restar columna (38) – (22), en el tramo inicial del colector.
Cota de fondo entrada al colector, resulta de restar columna (36) – (29), en los tramos subsiguientes
- Columna 35. Cota de fondo salida al colector, resulta de restar columna (39) – (22), en el tramo inicial del colector
Cota de fondo salida al colector, resulta de restar columna (37) – (29), en los tramos subsiguientes
- Columna 36. Cota energía entrada al colector, resulta de sumar columna (35) + (29), en el tramo inicial del colector
Cota de energía entrada al colector, resulta de restar columna (37) – (33), en los tramos subsiguientes
- Columna 37. Cota energía salida al colector, resulta de sumar columna (35) + (29), en el tramo inicial del colector
Cota de energía salida al colector, resulta de restar columna (36) – ((8)*(7)), en los tramos subsiguientes
- Columna 38. Cota de clave o superior aguas arriba en el colector, resulta de restar columna (3) - (5), en el tramo inicial del colector
Cota de clave o superior aguas arriba en el colector, resulta de sumar columna (34) + (22), en los tramos subsiguientes
- Columna 39. Cota de clave o superior aguas abajo en el colector, resulta de restar columna (4) - (6), en el tramo inicial del colector
Cota de clave o superior aguas abajo en el colector, resulta de sumar columna (35) + (22), en los tramos subsiguientes
- Columna 40. Resulta de restar columna (3) – (38)
- Columna 41. Resulta de restar columna (4) – (39)

Columna 42. Resulta de restar columna (35) – (34)

El cálculo de las secciones de los colectores se desarrolló utilizando la fórmula de Manning.

3.2.3.6.4. BORDE LIBRE ADOPTADO

Para el desarrollo de los cálculos hidráulicos consideramos utilizar bodes libres que varían de 30 cm. a 45 cm. Para nuestro caso por considerar que los caudales encontrados no son uniformes en el tiempo, ya que se observa cambios significativos en el medio ambiente que repercutirán en el dimensionamiento óptimo de las estructuras hidráulicas.

3.2.3.6.5. VELOCIDAD ADMISIBLE ADOPTADO

Los valores de las velocidades máximas y mínimas admisibles, son parámetros especialmente importantes en el proyecto final de los colectores, por lo que se debe hacer una comprobación final más detallada a ese nivel.

La velocidad mínima aceptable depende fundamentalmente del aporte de sedimentos que lleven las aguas.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que el área real del flujo no es necesariamente a sección llena, y que además los colectores van a funcionar la mayor parte del tiempo con caudales muy inferiores al del proyecto. Tomando en cuenta sus circunstancias, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Adoptar un valor para la velocidad mínima de 0.75 m/seg, para los conductos cerrados con un área real de flujo.
- La velocidad máxima a tener en cuenta es de 5 m/seg.
- En el caso de conductos abiertos, por la facilidad de mantenimiento, pueden admitirse velocidades mínimas de 0.5 m/seg.

CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES PRINCIPALES Y SECUNDARIOS

CUADRO Nº 142.- COLECTOR PRINCIPAL 14

TRAMO	n	Rasante de pavimento		Pavimento - Clave		Long.	s (m/m)	Q requerido (m³/s)	K C ^{1/2} n ^{1/2}	Sección Óptima		Nueva Sección		K=K	T.C Yc	Tipo de flujo	B.L. (m)	h (m)	H (m)	Sección Constr. B (m)	H (m)	OBSERV.	A=b²/y (m²)	P=b+2y (m)	R=A/P (m²/m)	V=Q/A (m/s)	V²/2g	E (m)	PERDIDAS DE ENERGIA				Cota Fondo		Cota Energía		Cota a Clave		Prof. a Clave		Dif. Fondos S. - E. (m)
		Entrada	Salida	Entrada	Salida					b (m)	y (m)	B (m)	y (m)																Hc	+Hv	-Hv	Sumat.	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida					b (m)	y (m)	B (m)	y (m)																Hc	+Hv	-Hv	Sumat.	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	
a1-a3	0.014	844.903	845.036	0.000	1.240	75.33	0.0147	0.011185	0.001289	0.15	0.08	0.50	0.03	0.001272	0.04	supercrit.	0.45	0.48	0.50	0.50	0.50	minima	0.01	0.58	0.03	0.770	0.030	0.08	0.000	0.000	844.403	843.298	844.482	843.355	844.903	843.786	0.000	1.240			
a3-a5	0.014	845.036	845.035	1.350	1.500	53.09	0.0028	0.056911	0.014940	0.38	0.19	0.50	0.15	0.014895	0.11	subcritico	0.45	0.80	0.80	0.50	0.80		0.07	0.79	0.09	0.780	0.031	0.18	0.000	0.000	843.178	843.027	843.355	843.204	843.778	843.627	1.258	1.408	0.118		
a5-a7	0.014	845.035	844.892	1.500	1.620	111.37	0.0024	0.072569	0.020907	0.43	0.22	0.80	0.16	0.020897	0.11	subcritico	0.45	0.81	0.80	0.60	0.80		0.09	0.92	0.10	0.785	0.030	0.19	0.000	0.000	843.016	842.753	843.204	842.941	843.616	843.353	1.419	1.539	0.011		
a7-133	0.014	844.892	843.911	1.800	0.980	204.68	0.0018	0.106898	0.035633	0.53	0.26	0.80	0.23	0.035861	0.15	subcritico	0.45	0.88	0.70	0.60	0.70		0.14	1.08	0.13	0.771	0.030	0.28	0.000	0.000	842.880	842.310	842.941	842.580	843.380	843.019	1.512	0.892	0.074		
133-a10	0.014	843.911	843.200	1.000	0.500	138.09	0.0018	0.141224	0.050212	0.80	0.30	0.70	0.26	0.050378	0.16	subcritico	0.45	0.71	0.70	0.70	0.70		0.18	1.21	0.15	0.785	0.031	0.28	0.013	0.042	0.055	842.291	842.080	842.580	842.389	842.991	842.780	0.920	0.420	0.027	
a10-a11	0.014	843.200	841.200	0.850	0.198	86.51	0.0232	0.188778	0.017151	0.40	0.20	0.70	0.12	0.017210	0.19	supercrit.	0.45	0.57	0.80	0.70	0.80		0.09	0.94	0.09	2.187	0.244	0.37		0.005	841.848	840.402	842.314	840.788	842.548	841.002	0.652	0.198	0.132		
a11-a13	0.014	841.200	839.177	0.560	0.000	118.47	0.0123	0.288582	0.036104	0.53	0.26	0.70	0.20	0.036182	0.26	supercrit.	0.45	0.85	0.80	0.70	0.80		0.14	1.11	0.13	2.017	0.207	0.41	0.083	0.018	0.099	840.352	838.889	840.782	838.299	840.952	839.489	0.248	-0.312	0.050	
a13-a15	0.014	839.177	838.839	0.000	0.000	134.31	0.0025	0.297412	0.083001	0.72	0.36	0.70	0.37	0.083117	0.26	subcritico	0.45	0.82	0.90	0.70	0.90		0.28	1.44	0.16	1.142	0.068	0.44	0.027	0.037	0.084	838.782	838.424	839.200	838.882	839.862	839.324	-0.485	-0.485	0.127	
a15-a16	0.014	838.839	837.532	1.200	0.500	45.26	0.0134	0.359093	0.043048	0.56	0.28	0.70	0.23	0.042898	0.30	subcritico	0.45	0.88	0.90	0.70	0.90		0.16	1.18	0.14	2.221	0.252	0.48		0.024	838.318	837.711	838.799	838.192	839.218	838.611	-0.379	-1.079	0.108		
a16-a17	0.014	837.532	837.500	0.000	0.020	10.00	0.0052	0.535143	0.103895	0.78	0.39	0.70	0.44	0.103854	0.39	subcritico	0.45	0.89	0.90	0.70	0.90		0.31	1.58	0.20	1.734	0.153	0.59			837.574	837.522	838.188	838.118	838.474	838.422	-0.842	-0.922	0.137		

CUADRO Nº 143.- COLECTOR SECUNDARIO 16

TRAMO	n	Rasante de Pavimento		Pavimento - Clave		Long.	s (m/m)	Q requerido (m³/s)	K C ^{1/2} n ^{1/2}	Sección Óptima		Nueva Sección		K=K	T.C Yc	Tipo de flujo	B.L. (m)	h (m)	H (m)	Sección Constr. B (m)	H (m)	OBSERV.	A=B²/y (m²)	P=B+2y (m)	R=A/P (m²/m)	V=Q/A (m/s)	V²/2g	E (m)	PERDIDAS DE ENERGIA				Cota Fondo		Cota Energía		Cota a Clave		Prof. a Clave		Dif. Fondos S. - E.
		Entrada	Salida	Entrada	Salida					b (m)	y (m)	B (m)	y (m)																Hc	+Hv	-Hv	Sumat.	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida					b (m)	y (m)	B (m)	y (m)																Hc	+Hv	-Hv	Sumat.	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	
136c-a11	0.014	841.566	841.200	0.000	0.000	130.80	0.0028	0.052850	0.013934	0.37	0.18	0.50	0.14	0.013888	0.10	subcritico	0.45	0.59	0.80	0.50	0.60		0.07	0.78	0.09	0.758	0.029	0.17			840.868	840.800	841.134	840.788	841.566	841.200	0.000	0.000	0.198		

3.2.3.6.6. CARACTERÍSTICAS A CONOCER EN CADA ÁREA COLECTORA

- Área colectora 1. Superficial, corre de sur a norte, evacua por vía de evitamiento por el estadio, entrega en punto 2a.
- Área colectora 2. Colector principal 2, corre de sur a norte, evacua en pampa, inicia en punto 5a, entrega en punto 4b.
- Área colectora 3. Colector principal 3, corre de oeste a este, evacua en quebrada angasyacu, inicia en punto 28, entrega en punto 31a.
- Área colectora 4. Superficial, corre de este a oeste, evacua en carretera a Pajonal, entrega en punto 7.
- Área colectora 5. Colector principal 5, corre de norte a sur, evacua en colector principal 6, inicia en punto 19, entrega en punto E16.
Colector secundario 5.1, evacua en colector principal 5, inicia en punto 63a, entrega en punto 58.
- Área colectora 6. Colector principal 6, corre de norte a sur, evacua en colector principal 7, inicia en punto 21, entrega en punto 78.

Colector secundario 6.1, evacua en colector principal 6, inicia en punto 69, entrega en punto 68.
- Área colectora 7. Colector principal 7, corre de este a oeste, inicia en punto 74a, evacua en alcantarilla 1 Ø 36" que atraviesa carretera Pdte. Fernando Belaunde Terry, parte norte.

Colector secundario 7.1, evacua en colector principal 7, inicia en punto 78a, entrega en punto 80.

Colector secundario 7.2, evacua en colector principal 7, inicia en punto 81a, entrega en punto 81.
- Área colectora 8. Colector principal 8, corre de norte a sur, evacua en colector principal 11, inicia en punto E1, entrega en punto 94.
Colector secundario 8.1, evacua en colector principal 11, inicia en punto 23a, entrega en punto 43.

Colector secundario 8.2, evacua en colector principal 11, inicia en punto 66a, entrega en punto 92.

Colector secundario 8.3, evacua en colector principal 11, inicia en punto 93b, entrega en punto 93.

Área colectora 9. Colector principal 9, corre de sur a norte, evacua en colector principal 11, inicia en punto 101a, entrega en punto 96.

Área colectora 10. Colector principal 10, corre de sur a norte, evacua en colector principal 11, inicia en punto 43a, entrega en punto 113.

Área colectora 11. Colector principal 11, corre de norte a sur, evacua en laguna Trancayacu, inicia en punto E8a, entrega en punto 96a.

Colector secundario 11.1, evacua en colector principal 11, inicia en punto 114a, entrega en punto 113

Área colectora 12. Colector principal 12, corre de norte a sur, evacua en laguna Trancayacu, inicia en punto 38a, entrega en punto 122a.

Área colectora 13. Superficial, corre de norte a sur, evacua laguna Trancayacu.

Área colectora 14. Colector principal 14, corre de norte a sur, evacua en laguna Trancayacu, inicia en punto a1, entrega en punto a17.

Área colectora 15. Superficial, corre de este a oeste, evacua en laguna Trancayacu.

Área colectora 16. Colector secundario 16, corre de sur a norte, evacua en colector principal 14, inicia en punto 138c, entrega en punto a11.

Ver plano Áreas colectoras y drenaje superficial N° AD-04 y Planeamiento hidráulico de la red de drenaje N° PH-05.

3.2.3.6.7. OBRAS COMPLEMENTARIAS

3.2.3.6.7.1. UNIÓN DE COLECTORES

La unión de los colectores se hizo mediante el empalme por la línea de energía.

a). EMPALME POR LÍNEA DE ENERGÍA

Este tipo de empalme es empleado para cualquier área y para régimen de flujo subcrítico o supercrítico. Consiste en igualar la cota de energía del colector principal entrante al pozo, con la cota de energía del colector saliente.

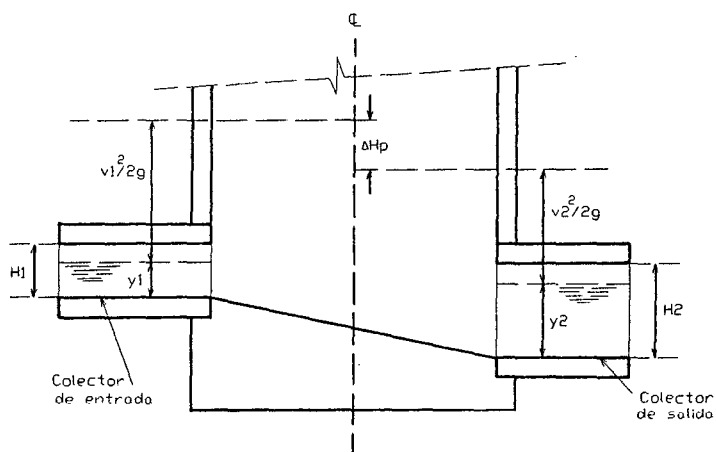


Figura N° 22.- Empalme de colectores por línea de energía

Al realizar el empate se producen varias pérdidas de energía, siendo estas: pérdidas por cambio de dirección y la pérdida por intersección

$$\Delta H_p = \Delta H_c + \Delta h_e \quad (36)$$

Donde: ΔH_c = Pérdida de energía por cambio de dirección

Δh_e = Pérdida de energía por la intersección

a.1). Pérdida de Energía por cambio de dirección

$$\Delta H_c = K V_1^2 / 2g \quad (37)$$

V_1 = Velocidad del flujo en el colector que llega al buzón

r_o = Longitud de la diagonal en el buzón, respecto a los ejes de los colectores entrante y saliente formando un ángulo de 45°

B = Ancho interior del colector mayor

Para los fines del presente estudio se a considerado tomar un valor de $K = 0.4$, debido a que nuestros buzones tendrán medidas interiores entre 1.20 y 1.50m, por lo tanto las diagonales encontradas son: 0.85 y 1.06m respectivamente y nuestros ancho de colectores varían ente 0.50 y 1.20 m.

Además tomar este valor de $K = 0.4$, nos permitirá obtener desniveles apreciables respecto a las entregas y salidas de los colectores, respecto al fondo del buzón, disminuyendo las posibles curvas de remanso en el colector de entrega.

a.2). Pérdida de Energía por la transición y/o intersección

Las pérdidas en una transición obedecen al aumento o a la disminución de la velocidad debidos a un cambio de la sección del colector.

Para un aumento de la velocidad

$$\Delta H_e = K \left(\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right) \quad (38)$$

donde: $K = 0.2$, para un aumento de la velocidad

$V_2 =$ Velocidad aguas abajo

$V_1 =$ Velocidad aguas arriba

Para una disminución de la velocidad

$$\Delta H_e = \left(\frac{y_2 - y_1}{4y_2y_1} \right)^3 \quad (39)$$

$y_2 =$ tirante aguas abajo

$y_1 =$ tirante aguas arriba

3.2.3.6.7.2. BOCAS DE VISITA

Las bocas de visita son de accesos a los conductos cerrados con miras a su inspección y mantenimiento. Se denominan generalmente buzones y es donde se producen los cambios de dirección y las pérdidas de energía de los colectores.

Sus dimensiones varías según la base del colector. Estas funciona como transiciones, serán colocadas de acuerdo a los siguientes lineamientos:

- En toda intersección de colectores.
- En el comienzo de todo colector.
- En los tramos rectos de los colectores a una distancia entre sí no superior a los 150m.
- En todo cambio de dirección, de pendiente longitudinal, diámetro y material de los colectores.
- A las anteriores normas sólo sería necesario agregar con fines aclaratorios la necesidad de colocar bocas de visita cuando existan estructuras especiales.

En el plano N° SVC - 06 se muestra sus características.

3.2.3.6.8. VERIFICACIÓN, DIÁMETRO DE ALCANTARILLA METÁLICA 1 Ø 36"

DATOS A CONSIDERAR:

UBICACIÓN : Km 492+405, cruza carretera Pdte. Fernando Belaunde Terry
 DIÁMETRO ACTUAL : 36"
 ESTADO : BUENA
 LONGITUD : L = 22.00 m
 DESNIVEL : H = 0.35 m
 PENDIENTE : S = 1.59 %
 MATERIAL : METÁLICA CORRUGADA – Calibre 14 (e=2.007 mm)
 RUGOSIDAD : n = 0.025 (Ver tabla N° 11)
 CAUDAL A DRENAR : Q = 1.32 m³/s (ÁREAS COLECTORAS 5, 6, 7)
 TIRANTE DE AGUA : Y = 60% del diámetro de tubería

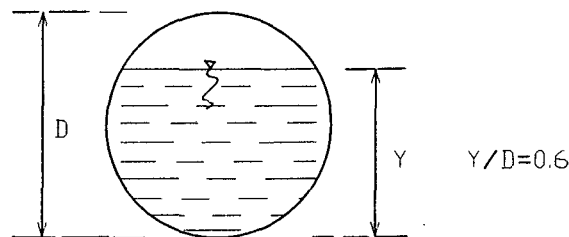


Figura N° 23.- Alcantarilla metálica 1 Ø 36"

Por manning

$$A \cdot R^{2/3} = Q \cdot n / S^{1/2}$$

(40)

De anexo N° 05, para $Y/D = 0.60$; se obtiene:

$$A/D^2 = 0.4920 \quad \longrightarrow \quad A = 0.4920 \cdot D^2$$

$$R/D = 0.2775 \quad \longrightarrow \quad R = 0.2775 \cdot D$$

Sustituyendo valores en ecuación 40

$$(0.4920 \cdot D^2) (0.2775 \cdot D)^{2/3} = 1.32 \cdot 0.025 / 0.0159^{1/2}$$

$$D^{8/3} = (1.32 \cdot 0.025) / (0.0159^{1/2} \cdot 0.4920 \cdot 0.2775^{2/3})$$

$$D^{8/3} = 1.25$$

$$D = 1.00 \text{ m}$$

$$D = 42 \text{ pulgadas} \approx 48 \text{ pulgadas (comercial)}$$

La alcantarilla 1 Ø 36" no soportará el caudal a evacuar de las áreas colectoras 5, 6 y 7, por lo que debe ser reemplazado por otra alcantarilla de diámetro 48".

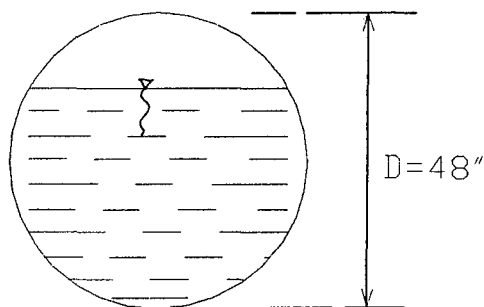


Figura N° 23.- Alcantarilla metálica 1 Ø 48"

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio está conformado por la zona urbana actual más la expansión futura, ver plano N° AE-01.

4.2. TOPOGRAFÍA

Para la elaboración de los planos topográficos se optó por emplear una red de apoyo planimétrico y altimétrico, ver plano N° T-02.

4.3. PLANEAMIENTO URBANO

El área urbana actual es de 87.16 Ha, el área de expansión futura para usos residenciales es 70.62 Ha y el área para zona industrial es de 16.60 Ha, haciendo un total de 174.38 Ha, ver plano N° T-02 y SE-03.

4.4. HIDROLOGÍA

- Los datos meteorológicos corresponden a precipitación máxima en 24 horas de la serie de 22 años (1978 al 2000), número de días con precipitación igual o mayor a 10 mm (1978 al 2000) y bandas pluviográficas con intensidades máximas desde 1996 a 1999, correspondiente a la estación C.O. Moyobamba.
- Las intensidades máximas encontradas para cada área colectora se aprecia en los cuadros N° 107 al 118.

4.4.1. CAUDALES DE ESCURIMIENTO

El cálculo del caudal de escurrimiento se realizó aplicando el método del triangulo, ver cuadros del N° 119 al 130.

4.5. PROYECTO DE DRENAJE PLUVIAL

4.5.1. PLANTEAMIENTO HIDRÁULICO DE LA RED DE DRENAJE

Con el plano topográfico (manzaneo y curvas de nivel cada 1m), se hizo la delimitación de las áreas colectoras, así como las áreas tributarias para cada colector, ver plano N° AD-04.

CUADRO N° 144.- CARACTERÍSTICAS DE CADA ÁREA COLECTORA

Nombre	Área en Km2	Tc minutos	I mm/h Tr=25 años	Caudal Q m3/s
área colectora 1	0.0524	-	-	superficial
área colectora 2	0.0215	12.03	148	0.0794
área colectora 3	0.0687	15.47	130	0.2228
área colectora 4	0.0304	-	-	superficial
área colectora 5	0.1646	19.59	114	0.4683
área colectora 6	0.1689	24.76	100	0.4245
área colectora 7	0.1572	21.04	110	0.4315
área colectora 8	0.1522	21.84	108	0.4103
área colectora 9	0.0672	19.69	114	0.1784
área colectora 10	0.0709	13.57	140	0.2477
área colectora 11	0.1312	14.87	132	0.4323
área colectora 12	0.1440	14.25	135	0.4851
área colectora 13	0.0571	-	-	superficial
área colectora 14	0.1304	24.79	100	0.3287
área colectora 15	0.0039	-	-	superficial
área colectora 16	0.0137	14.11	136	0.0464
TOTAL	1.4296			

Ver plano N° AD-04, Áreas colectoras y Drenaje superficial.

4.5.2. DRENAJE SUPERFICIAL

- En la mayoría de las viviendas el nivel de cota superior de las veredas coincide con el nivel de la rasante natural del pavimento de las calles.
- Se ha considerado una pendiente transversal de pista de 1.5%.
- El brocal cuneta propuesto es de 60 cm de ancho por 15 cm de altura con una pendiente transversal de 4%.
- La pendiente longitudinal de las calles es 0.2% (mínimo).

4.5.3. DIMENSIONES DE COLECTORES

Se calculó cada tramo del colector, correspondiente a cada área colectora, teniendo como características, la rugosidad, la pendiente, el caudal requerido, la velocidad mínima, las pérdidas de energía, secciones mínimas.

CUADRO N° 145.- LONGITUD Y SECCIÓN DE COLECTORES

UBICACIÓN DEL COLECTOR	COLECTORES			
	PRINCIPALES		SECUNDARIOS	
	L (m)	SECCIÓN BxH (m2)	L (m)	SECCIÓN BxH (m2)
Área colectora 2	203.56	0.5X0.5	-	
Área colectora 3	377.22	0.5x0.5 a 0.7x0.6	-	
Área colectora 5	504.80	0.6x0.6 a 1.0x0.7	279.25	0.5X0.5
Área colectora 6	1,007.10	0.5x0.5 a 1.0x0.6	92.04	0.5X0.5
Área colectora 7	964.99	0.5x0.5 a 1.2x0.9	102.56	0.5X0.5
Área colectora 8	762.85	0.5x0.5 a 0.7x0.7	152.58	0.5X0.5
Área colectora 9	591.08	0.5x0.5	-	
Área colectora 10	412.45	0.5x0.5 a 0.5x0.7	-	
Área colectora 11	642.06	0.5x0.5 a 1.2x1.0	151.77	0.5X0.5
Área colectora 12	684.60	0.5x0.5 a 0.7x0.8	-	
Área colectora 14	955.09	0.5x0.5 a 0.7x0.9	-	
Área colectora 16	-		130.80	0.5X0.5
TOTAL	7,105.80		909.00	

Ver plano Planteamiento hidráulicos N° PH-05 y secciones de vías y colectores y N° SVC-07.

Las áreas colectoras 1, 4, 13, 15 son superficiales.

4.5.4. OBRAS COMPLEMENTARIAS

- Se ha considerado buzones, sumideros y tuberías de conexión.
- La alcantarilla de diámetro 36" ubicado en el Km. 402+405 que cruza la carretera Pdte. Fernando Belaunde Terry, debe ser reemplazado por otra alcantarilla de diámetro 48".

V. ANÁLISIS Y DISCUSIONES DE RESULTADOS

5.1. ÁREA DE ESTUDIO

Se ha considerado realizar el estudio sólo del área urbana por cuanto los costo que demandaría su ejecución son menores en comparación con estudios que podrían ejecutarse hacia otras áreas rurales correspondientes a la jurisdicción del distrito de Calzada.

5.2. TOPOGRAFÍA

- La red de poligonación está conformada por siete poligonales cerradas tipo III, dos poligonales abiertas y una triangulación, ver plano N° T-02.
- La primera estación (E1) se ubicó en la intersección de la Av. Alfonso Ugarte y Jr. Leoncio Prado, centro de calles, ver plano N° T-02.
- Se midió el azimut del lado E2-E1 de la poligonación cerrada I con respecto al Norte Magnético (N.M.), obteniéndose: $22^{\circ} 59' 50.24''$, ver plano N° T-02.

5.3. PLANEAMIENTO URBANO

La proyección del planeamiento urbano se realizó para un periodo de 20 años, se ha determinad la población futura, la propuesta de expansión urbana, la sectorización la zonificación así como la propuesta de equipamiento.

5.4. HIDROLOGÍA

- La intensidad máxima se encontró desarrollando el análisis estadístico de Gumbel, Log- Pearson Tipo III y Levediev.
- Se verificó la información por medio de la prueba de bondad de ajuste de Smirnov-Kolmogorov, donde el valor del estadístico Δ es menor que el crítico Δ_0 , llegando a la conclusión que el ajuste es bueno y que los datos de intensidad se ajustan a la distribución normal con un nivel de significación del 5% con una probabilidad del 95%.
- La intensidades de diseño se encontró para tiempos de retorno de 2 a 100 años y tiempos de duración de 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5, 15, 20, 25, 30, 45, 60, 120 y 240 minutos.

5.4.1. CAUDALES DE ESCURIMIENTO

- La estimación de los caudales se realizó aplicando el método del triángulo, encontrando intensidades de diseño correspondiente a un T_c de cada área colectora, teniendo presente el tiempo de retorno $T_r=25$ años, por tratarse de estructuras pequeñas.
- En la determinación del caudal por el método del triángulo intervienen en forma directa parámetros externos como: Tiempo de concentración T_c , Intensidad I , Altura de precipitación P , Precipitación efectiva P_e (considerado un 20%), Área de la cuenca A y Caudal de pico o de diseño Q .

5.5. PROYECTO DE DRENAJE PLUVIAL

5.5.1. PLANTEAMIENTO HIDRÁULICO DE LA RED DE DRENAJE

- Con el plano topográfico (manzaneo y curvas de nivel cada 1m), se hizo la delimitación de las áreas colectoras, así como las áreas tributarias para cada colector, ver plano N° AD-04.
- La ciudad de Calzada tiene un área total de 174.38 Ha, de los cuales 142.96 Ha. forman parte del estudio hidráulico del sistema de drenaje pluvial urbano.
- Para la determinación de las áreas tributarias de cada área colectora, se tuvo como criterio la sub división de las manzanas por las bisectrices y de acuerdo al escurrimiento superficial y la topografía del área a drenar.

5.5.2. DRENAJE SUPERFICIAL

Se consideró proponer el perfil longitudinal de la rasante del pavimento futuro, lo que nos permitió diseñar las estructuras hidráulicas, ver plano de perfiles N° PL-01 al 11.

Los brocales cunetas sirven para definir el escurrimiento superficial en las calles hacia los sumideros, deben construirse a ambos lados de la pista.

5.5.3. DIMENSIONES DE COLECTORES

- Se calculó cada tramo del colector correspondiente a cada área colectora, teniendo como características, la rugosidad, la pendiente, el caudal requerido, la velocidad mínima, las pérdidas de energía, secciones mínimas.

- Las secciones de los colectores se pueden apreciar en los cuadros del N° 132 al 142 y en los planos de perfiles del N° PL 01 al 11.
- Los colectores tienen secciones mínimas de 0.50 m x 0.50 m, hasta 1.20 m x 1.00 m.
- El cálculo de las secciones de los colectores se desarrolló utilizando la fórmula de Manning.

5.5.4. OBRAS COMPLEMENTARIAS

- Los buzones sirven como transiciones, donde se producen las pérdidas de energía.
- Los sumideros sirven para la captación del agua superficial hacia los colectores.
- Las tuberías de conexión sirven para evacuar el agua captada por los sumideros hacia los colectores.
- En base al caudal calculado de las áreas colectoras 5, 6, 7, la alcantarilla de diámetro 36" ubicada en el Km. 402+405 no soportará el caudal de entrega, se deberá cambiar por otra alcantarilla de diámetro 48" que funcionará con un tirante de agua al 60% de su diámetro.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Concentración de flujos hacia las partes bajas de la ciudad por inexistencia de un eficiente sistema colector, capaz de interceptar todas las aguas de escorrentía superficial procedentes de las partes altas y falta de planificación del drenaje pluvial urbano.
- Vulnerabilidad de inundación en la zona de expansión urbana durante la ocurrencia de precipitación debido a que no existe drenaje alguno.
- La zona de estudio no cuenta con estudios anteriores, la evacuación pluvial se da por la topografía natural y disposición de sus calles, las que se convierten en verdaderos canales para intensidades máximas de lluvias.
- La topografía del lugar fue muy importante ya que de los datos obtenidos se pudo dimensionar cada una de las estructuras a proyectar.
- Con la red de escurrimiento superficial planteada en el plano N° AD-04, las aguas producto de la precipitación pluvial seguirán cursos definitivos, hasta llegar a los puntos de entrega o eliminación.
- Las obras de drenaje a construirse (brocales cunetas, sumideros, colectores, buzones), garantizan la captación, conducción, eliminación de las aguas pluviales hacia zonas bajas.
- La presentación del plano Sectorización y Equipamiento N° SE-04, de la ciudad de Calzada cuenta con la zona de ampliación futura a 20 años.
- La Ciudad de Calzada no cuenta con una estación meteorológica, para ello la solución consistió en trabajar con información de la Estación C.O. Moyobamba (pluviométrica y pluviográfica) como estación local, ubicada a 10 kilómetros del área del proyecto y localizada en el mismo valle, cuyas características geomorfológicas son similares por ser la única en contar con registros de bandas pluviográficas desde el año 1996.

- Existe una variada aplicación para el cálculo de caudales, en nuestro caso se utilizó preliminarmente el método Racional, también el método de Mac Mact arrojando valores muy altos por lo que se optó por el método del Triángulo Unitario, teniendo como antecedente proyectos ejecutados en diversas localidades del país y el extranjero.
- El periodo de retorno considerado fue de 25 años tomando en cuenta que cualquier acción de tipo correctivo, que se proyecte para 100 años de frecuencia, representa un elevado costo de inversión realizar su ejecución.
- Es posible realizar el drenaje pluvial general de la ciudad de Calzada. Si bien el Proyecto plantea dar solución integral, es posible ir desarrollando la construcción de las obra por etapas, según el financiamiento de la entidad competente lo haga posible.
- El presente trabajo con las limitaciones del caso, plantea la disposición de un sistema separado para el alcantarillado de aguas pluviales, con soluciones particulares y generales y lo que es más importante, se muestran las diferentes sub cuencas, con lo que será posible solucionar sus problemas individuales pero integrado al desarrollo urbano.
- El drenaje superficial esta ligado a consideraciones de tipo urbanístico y vial.
- El funcionamiento eficiente del drenaje superficial implica un ahorro significativo en el drenaje secundario.
- Con la experiencia adquirida al observar y evaluar el funcionamiento de los sistemas construidos, es posible concluir que los sistemas por gravedad son los de mejor resultado.
- El mejoramiento del aspecto urbano se conseguirá únicamente si la población hace uso de estos servicios.
- Al construir el proyecto se debe tener presente que será necesario reemplazar la alcantarilla existente de diámetro 36" por otra de diámetro 48", ubicado en el Km. 402+405 de la carretera Pdt. Fernando Belaunde Terry.

6.2 RECOMENDACIONES

- Entender que el drenaje pluvial urbano es un servicio público que por lo tanto debe ser tenido en cuenta junto con la planificación integral del crecimiento urbano de la ciudad actitud que debe ser asumida por a Municipalidad.
- Ejecutar paralelamente los trabajos de drenaje pluvial con pistas y veredas, por ser compatibles ambas obras.
- Ejecutar la construcción de colectores principales y secundarios a fin de evitar la acumulación de aguas pluviales en la parte baja de la ciudad y evitar problemas de cimentación de las estructuras a construirse.
- Considerar las rasantes del pavimento, propuesto para las diferente calles de la ciudad. Ver plano de perfiles del N° PL 01 al 11.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- 7.1. ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Universidad Nacional de Ingeniería, Editora UNI, Primera Edición Octubre de 1995, Lima Perú.
- 7.2. AUSTÍN BARRY B. F.S.C., Biblioteca Internacional del Ingeniero Civil, Tomo IV Topografía, Volumen 7, Ediciones Ciencia y Técnica S.A., 1989, México D.F.
- 7.3. BOLINAGA I. JUAN JOSÉ, Drenaje Urbano, Ministerio del Ambiente y los recursos naturales renovables, Edición Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS) Agosto de 1978, Caracas Venezuela
- 7.4. DE AZEVEDO NETTO J.M., ACOSTA ALVAREZ GUILLERMO, Manual de Hidráulica, Editora Edgard Blucher Ltda., Sexta Edición 1975, Sao Pablo-SP-Brasil.
- 7.5. GARCÍA GÁLVEZ FÉLIX ERNESTO, Técnicas de Levantamiento Topográfico, Edición Universidad Nacional Técnica de Cajamarca 1981, Cajamarca Perú.
- 7.6. INSTITUTO DE HIDRÁULICA, HIDROLOGÍA E INGENIERÍA SANITARIA, Proyecto Integral de Aguas Pluviales de las Ciudades de Piura y Castilla, Versión Final, Universidad de Piura 1998, Piura Perú.
- 7.7. LÓPEZ CUELLA RICARDO ALFREDO, Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería 1995, Santa Fe de Bogotá Colombia.
- 7.8. MERRITT S. FREDERICK, Manual del Ingeniero Civil, Volumen III, Editora Fuentes Impresores, S.A., Primera Edición en Español, 1985, México D.F.
- 7.9. MORALES UCHOFEN WALTER, Drenaje Vial, Curso de Actualización Académica, Periodo 2000-II/FIC, Universidad Nacional de San Martín.
- 7.10. REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES, Editora CAPECO, Décima Sexta Edición, Diciembre de 1997, Lima Perú.
- 7.11. VILLÓN B. MÁXIMO, Hidráulica de Canales, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Departamento de Ingeniería Agrícola, Cartago Costa Rica, 1985, Editorial Horizonte Latinoamericano S.A., Segunda Edición, 1985, Lima Perú.

VIII. ANEXOS

8.1. ANEXO N° 01.- DISTRIBUCIÓN DE GUMBEL – VALORES DE Y_n y S_n

$N^{(*)}$	Y_n	S_n	$N^{(*)}$	Y_n	S_n	$N^{(*)}$	Y_n	S_n
10	0.4967	0.9573	40	0.5436	1.1413	70	0.5548	1.1854
11	0.5008	0.9735	41	0.5442	1.1436	71	0.5550	1.1863
12	0.5043	0.9870	42	0.5448	1.1458	72	0.5552	1.1873
13	0.5075	0.9994	43	0.5453	1.1480	73	0.5555	1.1881
14	0.5103	1.0105	44	0.5458	1.1499	74	0.5557	1.1890
15	0.5128	1.0206	45	0.5463	1.1519	75	0.5559	1.1895
16	0.5152	1.0303	46	0.5468	1.1538	76	0.5561	1.1906
17	0.5175	1.0392	47	0.5473	1.1557	77	0.5563	1.1915
18	0.5196	1.0475	48	0.5477	1.1574	78	0.5565	1.1923
19	0.5214	1.0553	49	0.5481	1.1590	79	0.5567	1.1930
20	0.5236	1.0623	50	0.5485	1.1607	80	0.5569	1.1938
21	0.5252	1.0696	51	0.5489	1.1623	81	0.5570	1.1945
22	0.5258	1.0754	52	0.5493	1.1638	82	0.5572	1.1953
23	0.5283	1.0811	53	0.5497	1.1658	83	0.5574	1.1960
24	0.5296	1.0864	54	0.5501	1.1667	84	0.5576	1.1967
25	0.5309	1.0975	55	0.5504	1.1681	85	0.5578	1.1973
26	0.5320	1.0981	56	0.5508	1.1696	86	0.5580	1.1980
27	0.5332	1.1004	57	0.5511	1.1708	87	0.5581	1.1987
28	0.5343	1.1047	58	0.5515	1.1721	88	0.5583	1.1994
29	0.5353	1.1055	59	0.5518	1.1734	89	0.5588	1.2001
30	0.5362	1.1124	60	0.5521	1.1747	90	0.5586	1.2007
31	0.5371	1.1159	61	0.5524	1.1759	91	0.5587	1.2013
32	0.5380	1.1193	62	0.5527	1.1770	92	0.5589	1.2020
33	0.5388	1.1226	63	0.5530	1.1782	93	0.5591	1.2026
34	0.5396	1.1255	64	0.5533	1.1793	94	0.5592	1.2032
35	0.5403	1.1285	65	0.5535	1.1803	95	0.5593	1.2038
36	0.5410	1.1313	66	0.5538	1.1814	96	0.5595	1.2044
37	0.5418	1.1339	67	0.5540	1.1824	97	0.5596	1.2049
38	0.5424	1.1363	68	0.5543	1.1834	98	0.5598	1.2055
39	0.5430	1.1388	69	0.5545	1.1844	99	0.5599	1.2060

$N^{(*)}$, Longitud de periodo en años

Fuente: DRENAJE URBANO, Bolinaga I. Juan José, Pág. 138

8.2. Anexo Nº 02.- DISTRIBUCIÓN NORMAL ACUMULADA

$$F(z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-u^2/2} du$$

$F(z) = 1/Tr$

$F(-z) = 1 - F(z)$

↓ →

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.50000	0.50399	0.50798	0.51197	0.51595	0.51994	0.52392	0.52790	0.53188	0.53586
0.1	0.53983	0.54379	0.54776	0.55172	0.55567	0.55952	0.56356	0.56749	0.57142	0.57534
0.2	0.57926	0.58317	0.58706	0.59095	0.59483	0.59871	0.60257	0.60642	0.61028	0.61409
0.3	0.61791	0.62172	0.62551	0.62930	0.63307	0.63683	0.64058	0.64431	0.64803	0.65173
0.4	0.66542	0.65910	0.66276	0.66640	0.67003	0.67364	0.67724	0.68082	0.68438	0.68793
0.5	0.69146	0.69497	0.69847	0.70194	0.70540	0.70884	0.71226	0.71566	0.71904	0.72240
0.6	0.72576	0.72907	0.73237	0.73565	0.73891	0.74215	0.74537	0.74857	0.75175	0.75490
0.7	0.75803	0.76115	0.76424	0.76730	0.77035	0.77337	0.77637	0.77935	0.78230	0.78523
0.8	0.78814	0.79103	0.79389	0.79673	0.79954	0.80234	0.80510	0.80785	0.81057	0.81327
0.9	0.81594	0.81859	0.82121	0.82381	0.82639	0.82894	0.83147	0.83397	0.83646	0.83891
1.0	0.84134	0.84375	0.84613	0.84849	0.85083	0.85314	0.85543	0.85769	0.85993	0.86214
1.1	0.86433	0.86650	0.86884	0.87076	0.87285	0.87493	0.87697	0.87900	0.88100	0.88297
1.2	0.88493	0.88686	0.88877	0.89065	0.89251	0.89435	0.89616	0.89796	0.89973	0.90147
1.3	0.90320	0.90490	0.90658	0.90824	0.90988	0.91149	0.91308	0.91465	0.91621	0.91773
1.4	0.91924	0.92073	0.92219	0.92364	0.92506	0.92647	0.92785	0.92922	0.93058	0.93189
1.5	0.93319	0.93448	0.93574	0.93699	0.93822	0.93943	0.94062	0.94179	0.94295	0.94408
1.6	0.94520	0.94630	0.94738	0.94845	0.94950	0.95053	0.95154	0.95254	0.95352	0.95448
1.7	0.95543	0.95637	0.95725	0.95818	0.95907	0.95994	0.96080	0.96164	0.96246	0.96327
1.8	0.96407	0.96485	0.96582	0.96637	0.96711	0.96784	0.96856	0.96928	0.96995	0.97062
1.9	0.97128	0.97193	0.97257	0.97320	0.97381	0.97441	0.97500	0.97558	0.97615	0.97670
2.0	0.97725	0.97778	0.97831	0.97882	0.97932	0.97982	0.98030	0.98077	0.98124	0.98169
2.1	0.98214	0.98257	0.98300	0.98341	0.98382	0.98442	0.98461	0.98500	0.98537	0.98574
2.2	0.98610	0.98645	0.98679	0.98713	0.98745	0.98778	0.98809	0.98840	0.98870	0.98899
2.3	0.98928	0.98956	0.98983	0.99010	0.99036	0.99061	0.99085	0.99111	0.99134	0.99158
2.4	0.99180	0.99202	0.99224	0.99245	0.99266	0.99286	0.99305	0.99324	0.99343	0.99361
2.5	0.99379	0.99395	0.99413	0.99430	0.99446	0.99461	0.99477	0.99492	0.99506	0.99520
2.6	0.99534	0.99547	0.99560	0.99573	0.99585	0.99598	0.99609	0.99621	0.99632	0.99643
2.7	0.99653	0.99664	0.99674	0.99683	0.99693	0.99702	0.99711	0.99720	0.99728	0.99738
2.8	0.99744	0.99752	0.99760	0.99767	0.99774	0.99781	0.99788	0.99795	0.99801	0.99807
2.9	0.99813	0.99819	0.99825	0.99831	0.99836	0.99841	0.99646	0.99851	0.99856	0.99861
3.0	0.99865	0.99669	0.99874	0.99678	0.99882	0.99886	0.99889	0.99893	0.99897	0.99900
3.1	0.99903	0.99906	0.99910	0.99913	0.99916	0.99918	0.99921	0.99924	0.99926	0.99929
3.2	0.99931	0.99934	0.99936	0.99938	0.99940	0.99942	0.99944	0.99946	0.99948	0.99950
3.3	0.99952	0.99953	0.99955	0.99957	0.99958	0.99960	0.99961	0.99962	0.99964	0.99965
3.4	0.99966	0.99968	0.99969	0.99970	0.99971	0.99972	0.99973	0.99974	0.99975	0.99976
3.5	0.99977	0.99978	0.99978	0.99979	0.99980	0.99981	0.99981	0.99982	0.99983	0.99983
3.6	0.99984	0.99985	0.99985	0.99986	0.99986	0.99987	0.99987	0.99988	0.99988	0.99989
3.7	0.99989	0.99990	0.99990	0.99990	0.99991	0.99991	0.99991	0.99992	0.99992	0.99992
3.8	0.99993	0.99993	0.99993	0.99994	0.99994	0.99994	0.99994	0.99995	0.99995	0.99995
3.9	0.99995	0.99995	0.99996	0.99996	0.99996	0.99996	0.99996	0.99996	0.99997	0.99997

Fuente: HIDROLOGÍA ESTADÍSTICA, Máximo Villón B., Pág. 201

8.3. ANEXO Nº 03.- DISTRIBUCIÓN LOG – PEARSON TIPO III VALORES DE K PARA VALORES DE g NEGATIVOS

g	PERIODO DE RETORNO T_r EN AÑOS										
	1.0101	1.0526	1.1111	1.2500	2	5	10	25	50	100	200
0.0	- 2.326	- 1.645	- 1.282	- 0.842	0.000	0.842	1.262	1.751	2.054	2.326	2.576
- 0.1	- 2.400	- 1.673	- 1.292	- 0.836	0.017	0.846	1.270	1.716	2.000	2.252	2.482
- 0.2	- 2.472	- 1.700	- 1.301	- 0.830	0.033	0.850	1.253	1.660	1.945	2.178	2.388
- 0.3	- 2.544	- 1.726	- 1.308	- 0.824	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294
- 0.4	- 2.615	- 1.750	- 1.317	- 0.816	0.666	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201
- 0.5	- 2.686	- 1.774	- 1.323	- 0.808	0.085	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108
- 0.6	- 2.755	- 1.797	- 1.328	- 0.800	0.999	0.857	1.200	1.528	1.720	1.830	2.016
- 0.7	- 2.824	- 1.819	- 1.333	- 0.790	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926
- 0.8	- 2.891	- 1.839	- 1.336	- 0.780	0.132	0.858	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837
- 0.9	- 2.957	- 1.856	- 1.339	- 0.769	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749
- 1.0	- 3.022	- 1.877	- 1.340	- 0.758	0.164	0.852	1.120	1.366	1.492	1.588	1.664
- 1.1	- 3.057	- 1.894	- 1.341	- 0.745	0.180	0.848	1.107	1.324	1.455	1.518	1.581
- 1.2	- 3.497	- 1.910	- 1.340	- 0.752	0.196	0.844	1.056	1.282	1.379	1.449	1.501
- 1.3	- 3.211	- 1.925	- 1.339	- 0.719	0.210	0.836	1.064	1.240	1.324	1.365	1.424
- 1.4	- 3.271	- 1.938	- 1.337	- 0.705	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351
- 1.5	- 3.330	- 1.951	- 1.333	- 0.690	0.240	0.825	1.018	1.157	1.217	1.256	1.282
- 1.6	- 3.388	- 1.962	- 1.329	- 0.675	0.254	0.817	0.999	1.116	1.166	1.197	1.216
- 1.7	- 3.444	- 1.972	- 1.324	- 0.660	0.268	0.808	0.970	1.075	1.116	1.140	1.155
- 1.8	- 3.499	- 1.981	- 1.318	- 0.643	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.037	1.097
- 1.9	- 3.553	- 1.989	- 1.310	- 0.627	0.294	0.786	0.920	0.996	1.023	1.037	1.044
- 2.0	- 3.605	- 1.996	- 1.302	- 0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.995
- 2.1	- 3.656	- 2.001	- 1.291	- 0.592	0.319	0.765	0.889	0.923	0.939	0.946	0.949
- 2.2	- 3.705	- 2.006	- 1.284	- 0.574	0.330	0.752	0.844	0.880	0.900	0.905	0.907
- 2.3	- 3.753	- 2.009	- 1.274	- 0.555	0.341	0.739	0.819	0.855	0.864	0.867	0.869
- 2.4	- 3.800	- 2.011	- 1.262	- 0.537	0.351	0.725	0.795	0.823	0.830	0.325	0.833
- 2.5	- 3.845	- 2.012	- 1.250	- 0.518	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800
- 2.6	- 3.839	- 2.013	- 1.233	- 0.499	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769
- 2.7	- 3.832	- 2.012	- 1.224	- 0.479	0.376	0.661	0.724	0.730	0.740	0.740	0.741
- 2.8	- 3.973	- 2.010	- 1.210	- 0.460	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714	0.714
- 2.9	- 4.013	- 2.007	- 1.195	- 0.440	0.390	0.651	0.681	0.683	0.609	1.690	0.690
- 3.0	- 4.051	- 2.003	- 1.160	- 0.420	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667
	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0.5
	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA EN %										

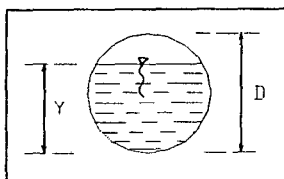
Fuente: DRENAJE URBANO, Bolinaga I. Juan José, Pág. 133

8.4. ANEXO Nº 04.- DISTRIBUCIÓN LOG – PEARSON TIPO III VALORES DE K PARA VALORES DE g POSITIVOS

g	PERIODO DE RETORNO T_r EN AÑOS										
	1.0101	1.0526	1.1111	1.2500	2	5	10	25	50	100	200
3.0	-0.667	-0.665	-0.660	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970
2.9	-0.690	-0.688	-0.681	-0.651	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909
2.8	-0.714	-0.711	-0.702	-0.668	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847
2.7	-0.740	-0.736	-0.724	-0.681	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.093	3.932	4.783
2.6	-0.769	-0.762	-0.747	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	2.071	3.889	4.718
2.5	-0.789	-0.790	-0.771	0.711	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652
2.4	-0.832	-0.819	-0.795	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584
2.3	-0.867	-0.850	-0.819	-0.739	-0.341	0.555	1.274	2.246	2.997	3.753	4.515
2.2	-0.905	-0.882	-0.844	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444
2.1	-0.946	-0.914	-0.869	-0.765	-0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372
2.0	-0.990	-0.949	-0.895	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298
1.9	-1.057	-0.984	-0.920	-0.788	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.563	4.223
1.8	-1.087	-1.020	-0.945	-0.799	-0.282	0.645	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147
1.7	-1.140	-1.056	-0.970	-0.808	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069
1.6	-1.197	-1.093	-0.994	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990
1.5	-1.258	-1.131	-1.018	-0.825	-0.240	0.690	1.335	2.146	2.745	3.330	3.910
1.4	-1.310	-1.166	-1.041	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828
1.3	-1.363	-1.206	-1.064	-0.838	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
1.2	-1.449	-1.243	-1.086	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661
1.1	-1.516	-1.280	-1.107	-0.848	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.605	3.087	3.575
1.0	-1.618	-1.317	-1.128	-0.852	-0.164	0.756	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	-1.688	-1.353	-1.147	-0.854	-0.148	0.769	1.338	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	-1.733	-1.380	-1.166	-0.856	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312
0.7	-1.806	-1.423	-1.103	-0.857	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	-1.880	-1.458	-1.200	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132
0.5	-1.955	-1.491	-1.216	-0.856	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041
0.4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.613	2.949
0.3	-2.104	-1.555	-1.245	-0.853	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	-2.178	-1.586	-1.258	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.765
0.1	-2.252	-1.618	-1.270	-0.846	-0.017	0.836	1.202	1.785	2.107	2.400	2.670
0.0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.578
	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0.5
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA EN %											

Fuente: DRENAJE URBANO, Bolinaga I. Juan José, Pág. 134

8.5.- ANEXO Nº 05.- VALORES USADOS EN CONDUCTOS
CIRCULARES PARCIALMENTE LLENOS



y = Tirante
D = Diámetro
A = Área
P = Perímetro mojado
R = Radio hidráulico

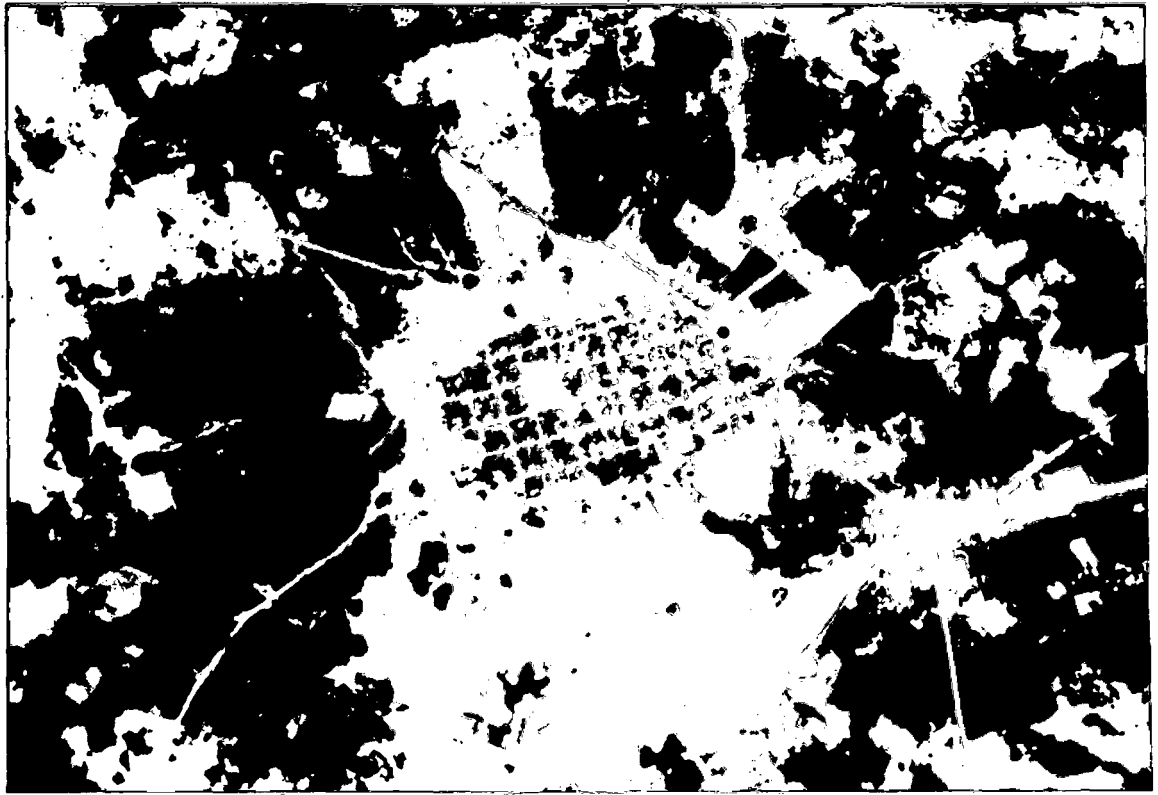
$\frac{Y}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{P}{D}$	$\frac{R}{D}$
.01	.0013	.2003	.0066
.02	.0037	.2838	.0132
.03	.0069	.3482	.0197
.04	.0105	.4027	.0262
.05	.0147	.4510	.0325
.06	.0192	.4949	.0389
.07	.0242	.5355	.0451
.08	.0294	.5735	.0513
.09	.0350	.6094	.0574
.10	.0409	.6435	.0635
.11	.0470	.6761	.0695
.12	.0534	.7075	.0754
.13	.0600	.7377	.0813
.14	.0668	.7670	.0871
.15	.0739	.7954	.0929
.16	.0811	.8230	.0996
.17	.0885	.8500	.1042
.18	.0961	.8763	.1097
.19	.1039	.9020	.1152
.20	.1118	.9273	.1206
.21	.1199	.9521	.1259
.22	.1281	.9764	.1312
.23	.1365	1.0003	.1364
.24	.1449	1.0239	.1416
.25	.1535	1.0472	.1466
.26	.1623	1.0701	.1516
.27	.1711	1.0928	.1566
.28	.1800	1.1152	.1614
.29	.1890	1.1373	.1662
.30	.1982	1.1593	.1709
.31	.2074	1.1810	.1755
.32	.2161	1.2025	.1801
.33	.2260	1.2239	.1848
.34	.2355	1.2451	.1891
.35	.2450	1.2661	.1935

$\frac{Y}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{P}{D}$	$\frac{R}{D}$
.36	.2546	1.2870	.1978
.37	.2642	1.3078	.2020
.38	.2739	1.3284	.2061
.39	.2835	1.3490	.2102
.40	.2934	1.3694	.2142
.41	.3032	1.3898	.2181
.42	.3130	1.4101	.2220
.43	.3229	1.4303	.2257
.44	.3328	1.4505	.2294
.45	.3428	1.4706	.2331
.46	.3527	1.4907	.2366
.47	.3627	1.5108	.2400
.48	.3727	1.5308	.2434
.49	.3827	1.5508	.2467
.50	.3927	1.5708	.2500
.51	.4027	1.5908	.2531
.52	.4127	1.5108	.2561
.53	.4227	1.6308	.2591
.54	.4327	1.5509	.2520
.55	.4428	1.6710	.2849
.56	.4528	1.5911	.2878
.57	.4625	1.7113	.27131
.58	.4723	1.7315	.2725
.59	.4822	1.7518	.2753
.60	.4820	1.7722	.2776
.61	.5018	1.7925	.2797
.62	.5115	1.8182	.2818
.63	.5212	1.8338	.2839
.64	.5308	1.8348	.2880
.65	.5404	1.3755	.2881
.66	.5499	1.8965	.2899
.67	.5594	1.9177	.2917
.68	.5587	1.9391	.2935
.69	.5780	1.9886	.2950
.70	.5872	1.9823	.2962

$\frac{Y}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{P}{D}$	$\frac{R}{D}$
.71	.5954	2.0042	.2973
.72	.6054	2.0064	.2984
.73	.6143	2.0483	.2995
.74	.6231	2.0714	.3005
.75	.6318	2.0944	.3017
.76	.6404	2.1176	.3025
.77	.6439	2.1412	.3032
.78	.6573	2.1652	.3037
.79	.6655	2.1895	.3040
.80	.6736	2.2143	.3042
.81	.6815	2.2395	.3044
.82	.6993	2.2553	.3043
.83	.6969	2.2916	.3041
.84	.7043	2.3155	.3038
.85	.7115	2.3482	.3033
.86	.7186	2.3745	.3026
.87	.7254	2.4038	.3017
.88	.7320	2.4341	.3008
.89	.7334	2.4553	.2985
.90	.7445	2.4981	.2980
.91	.7504	2.5322	.2963
.92	.7560	2.5681	.2944
.93	.7842	2.5021	.2922
.94	.7662	2.5467	.2895
.95	.7707	2.6906	.2864
.96	.7749	2.7389	.2830
.97	.7765	2.7984	.2787
.98	.7816	2.8578	.2735
.99	.7841	2.9412	.2855
.100	.7854	3.1416	.2500

Fuente: HIDRÁULICA DE CANALES, Villón B. Máximo, Pág. 15

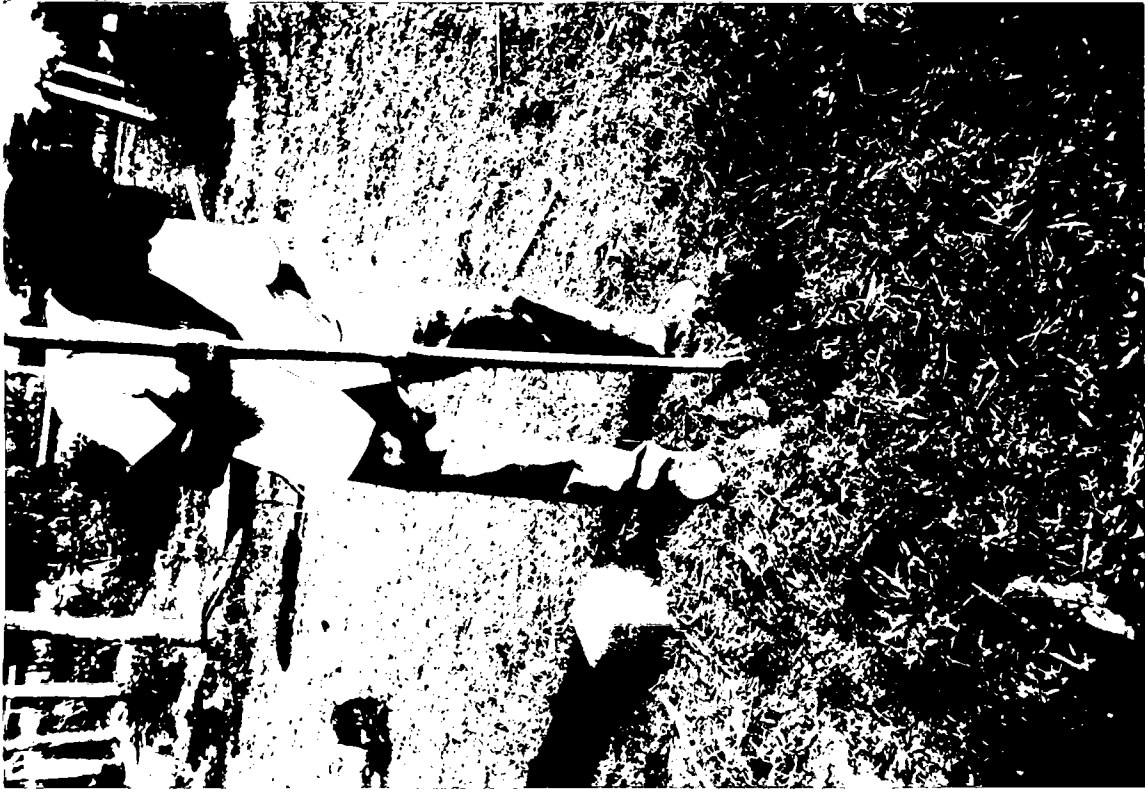
8.6. ANEXO Nº 06: PANEL FOTOGRÁFICO



VISTA AÉREA DE LA CIUDAD DE CALZADA



TRABAJOS INICIALES DE ALINEAMIENTO DE CALLES



TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

(INSTALACIÓN DE HITOS)



TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

(UBICACIÓN DE PUNTOS EN INTERSECCIÓN
DE EJES DE CALLES)



TRABAJOS TOPOGRÁFICOS
(ALINEAMIENTO CON TEODLITO PARA
UBICAR PUNTOS DE INTERSECCIÓN)



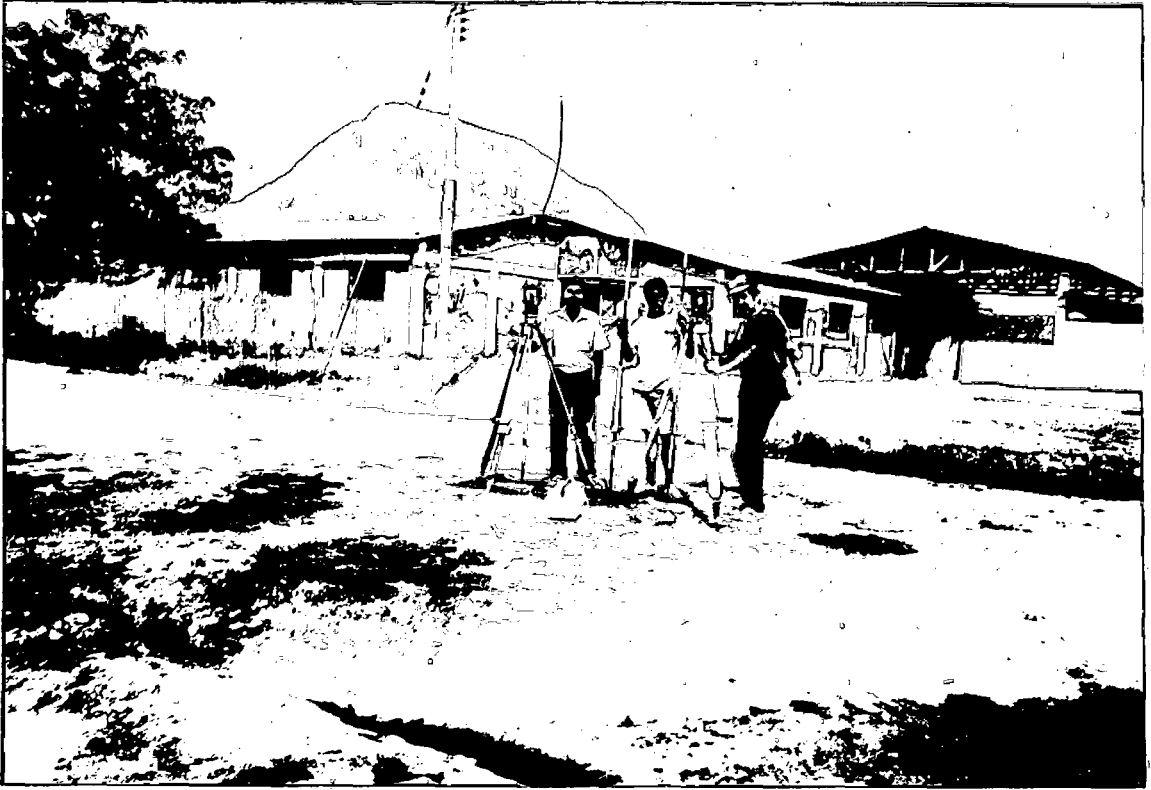
TRABAJOS TOPOGRÁFICOS
(FIJACIÓN DE HITOS CON CONCRETO)



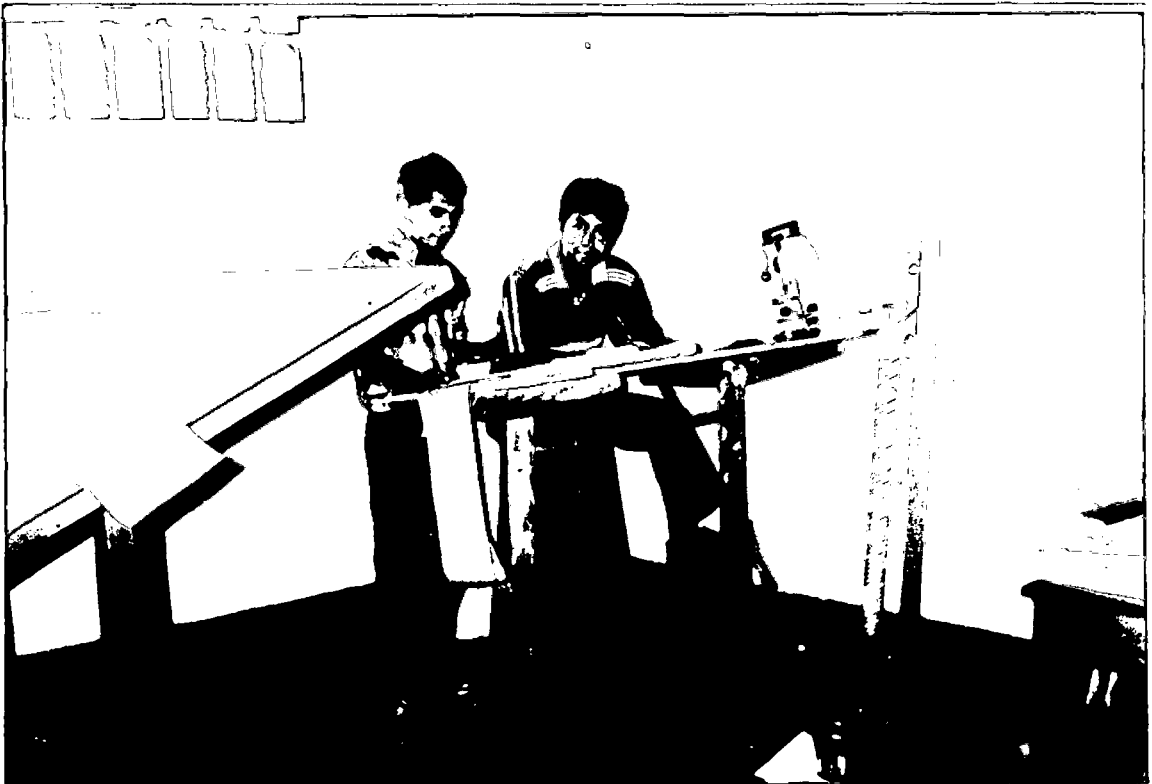
TRABAJOS TOPOGRÁFICOS.
ZONA DE EXPANSIÓN FUTURA (NIVELACIÓN DE VÉRTICES DE POLIGONALES)



TRABAJOS TOPOGRÁFICOS
ZONA DE EXPANSIÓN FUTURA (LECTURA DE ALTURAS,
CON AYUDA DE NIVEL DE INGENIERO Y ESTADIA)



TRABAJOS TOPOGRÁFICOS
(MEDIDA DE LADOS Y ÁNGULOS DE LAS POLIGONALES)



TRABAJOS TOPOGRÁFICOS
(PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO)



INUNDACIÓN DE CALLES POR FALTA DE UN EFICIENTE SISTEMA
RECEPTOR DE AGUAS PLUVIALES



LA FALTA DE COLECTORES Y OBRAS COMPLEMENTARIAS ORIGINAN
DESBORDE DE AGUAS PLUVIALES HACIA LAS VIVIENDAS



MALA DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS
COLECTORAS ORIGINAN EXCESO DE AGUAS
PLUVIALES EN PARTES BAJAS DE LA CIUDAD



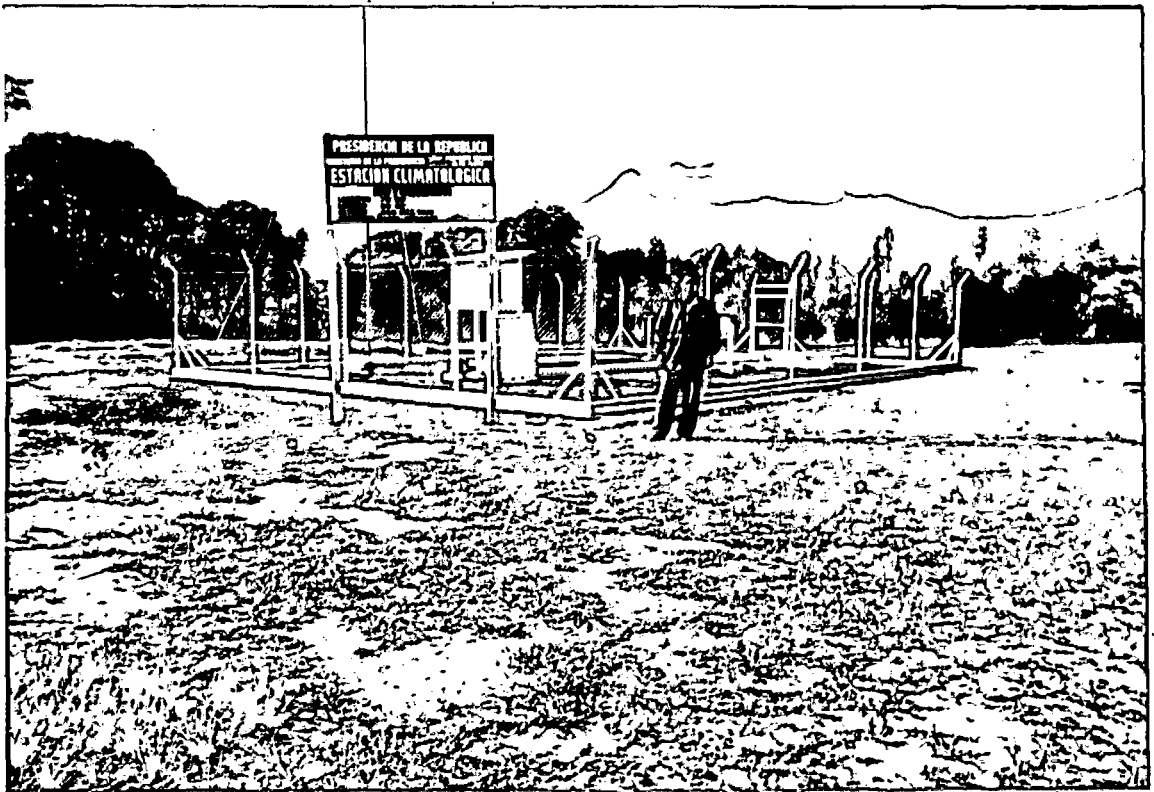
LA ELIMINACIÓN DE LAS AGUAS
PLUVIALES SE DA ATRAVÉS DE
CANALES NATURALES



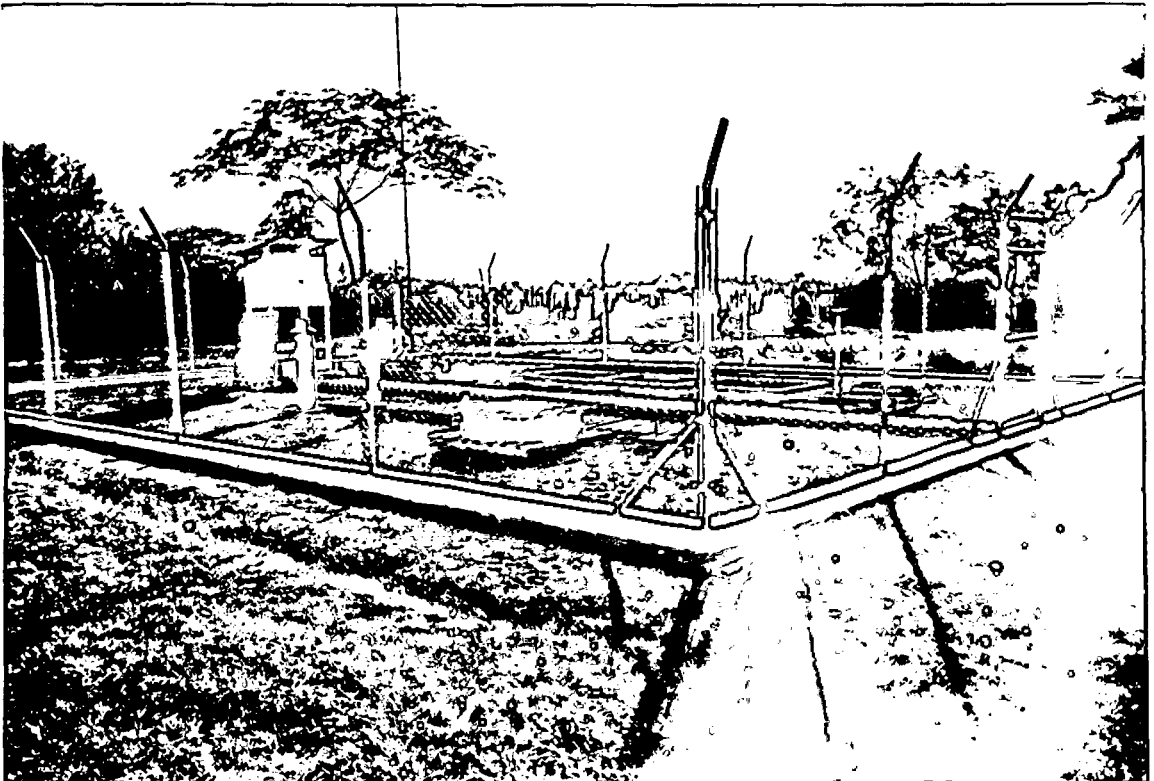
JR. NICANOR REÁTEGUI (DEFICIENCIA DE PENDIENTE TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL, PROPICIA LA ACUMULACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES)



AV. ALFONSO UGARTE (NO EXISTE PENDIENTES APROPIADA QUE PERMITAN LA EVACUACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN EL MENOR TIEMPO)



VISTA FRONTAL DE ESTACION CLIMATOLÓGICA MOYOBAMBA



VISTA POSTERIOR DE ESTACION CLIMATOLÓGICA MOYOBAMBA

8.7.- ANEXO Nº 07.- INFORMACIÓN METEROLÓGICA

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
DIRECCION REGIONAL DE SAN MARTIN

INFORMACION METEROLOGICA
PARA: JOSE LUIS NORIEGA DAVILA

ESTACION: CO "MOYOBAMBA"

Latitud : 06° 00'
Longitud : 78° 58'
Altura : 860 m.s.n.m.

Departamento : SAN MARTIN
Provincia : MOYOBAMBA
Distrito : MOYOBAMBA

DATOS DE: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1979	25.7	24.4	18.8	15.2	20.6	12.8	36.4	8.5	28.7	74.1	38.4	38.2
1980	80.8	41.6	24.7	46.8	7.3	15.2	13.4	6.5	11.8	27.0	14.4	18.2
1981	16.4	16.6	43.1	9.6	6.2	9.6	10.0	7.0	9.5	6.8	6.2	6.6
1982	9.6	5.1	49.8	6.2	5.6	10.0	10.4	9.7	7.4	7.6	6.8	7.7
1983	5.8	30.2	6.1	5.4	4.8	5.1	6.0	3.2	7.4	30.8	26.0	25.2
1984	8.4	6.2	9.4	6.4	6.7	9.0	2.8	8.8	4.9	24.8	38.6	24.2
1985	20.5	20.2	23.8	23.8	30.6	8.7	28.4	34.9	37.5	22.4	16.8	24.6
1986	6.7	30.6	29.3	39.0	36.4	5.4	16.6	26.9	15.4	14.3	76.3	23.2
1987	30.4	39.2	70.2	32.6	10.2	4.5	18.8	29.2	22.0	69.0	27.9	14.5
1988	20.6	38.6	26.8	24.0	14.2	2.8	8.4	55.0	38.5	41.0	28.4	36.0
1989	30.4	28.4	28.9	34.0	23.5	13.5	6.4	10.8	23.0	70.8	83.8	4.1
1990	23.9	74.2	19.2	21.1	42.2	25.0	31.5	31.1	32.5	40.6	37.2	35.8
1991	22.8	33.4	44.8	40.6	19.1	40.6	10.0	42.1	30.6	22.8	26.2	17.1
1992	20.7	23.0	72.4	29.4	10.9	81.0	44.6	23.7	11.3	27.4	39.5	36.0
1993	30.6	38.5	55.3	30.3	17.8	13.9	8.4	19.4	27.8	38.6	34.4	52.6
1994	30.7	30.0	33.1	117.1	17.2	20.3	22.5	15.8	20.2	30.8	48.2	43.9
1995	25.6	14.0	33.9	20.5	12.1	28.0	9.3	13.8	45.4	18.3	15.6	37.0
1996	36.6	49.5	19.7	20.6	45.0	23.0	5.6	22.3	24.1	35.5	77.0	47.6
1997	33.4	48.5	13.0	19.1	32.2	16.5	18.8	22.4	25.1	31.0	54.2	48.1
1998	45.4	20.0	35.0	34.4	75.8	15.3	8.7	14.3	24.3	59.9	13.2	20.1

NOTA: LA PRESENTE INFORMACION SOLO SERA EMPLEADO PARA EL PROPOSITO DE LA SOLICITUD,
QUEDANDO PROHIBIDO SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL.

RECIBI CONFORME



[Handwritten Signature]
JOSE A. CARRERA CASTRO
DIRECCION REGIONAL
SAN MARTIN

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
DIRECCION REGIONAL DE SAN MARTIN

INFORMACION METEOROLOGICA PERIODO 1979 a 2000
PARA: JOSE LUIS NORIEGA DAVILA
SEGUN PROFORMA N° 009

ESTACION CO MOYOBAMBA

NUMERO DE DIAS CON PRECIPITACION IGUAL O MAYOR A 10.0 mm.

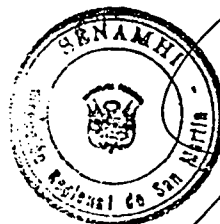
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1979	7	1	4	3	1	1	4	0	3	1	5	3
1980	2	6	7	2	0	1	1	0	1	6	5	5
1981	4	8	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1982	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0
1983	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	4
1984	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	3
1985	1	3	6	3	4	0	3	3	4	4	3	2
1986	0	8	4	5	3	0	5	4	2	1	4	3
1987	9	6	1	5	1	0	5	2	6	6	9	2
1988	4	6	5	6	1	0	0	4	1	5	4	1
1989	6	6	6	3	5	1	0	2	4	9	4	0
1990	5	7	7	4	2	2	2	2	4	4	12	3
1991	5	9	8	5	8	3	1	3	2	1	5	2
1992	3	3	6	4	2	0	3	6	4	4	5	4
1993	3	7	11	7	2	2	0	2	6	3	4	7
1994	5	5	5	10	1	4	3	2	2	5	5	6
1995	3	3	7	1	2	3	0	1	3	1	7	8
1996	4	7	5	4	1	1	0	3	2	6	3	6
1997	3	9	2	4	3	2	1	3	6	3	5	6
1998	4	3	4	4	3	1	0	3	2	5	2	5
1999	7	11	6	2	7	3	1	2	1	6	4	2
2000	5	6	6	4	1	0	2	3	4	4	1	6

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS

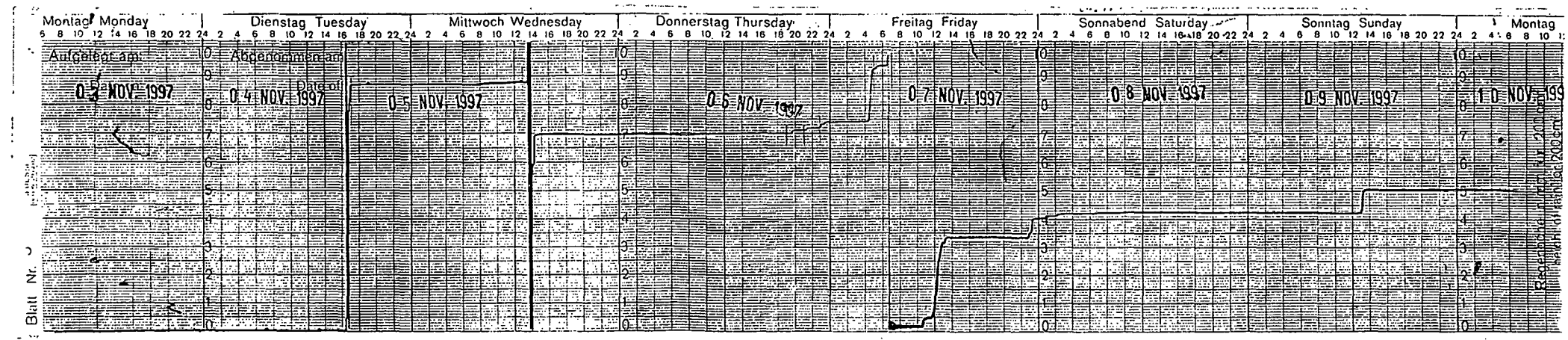
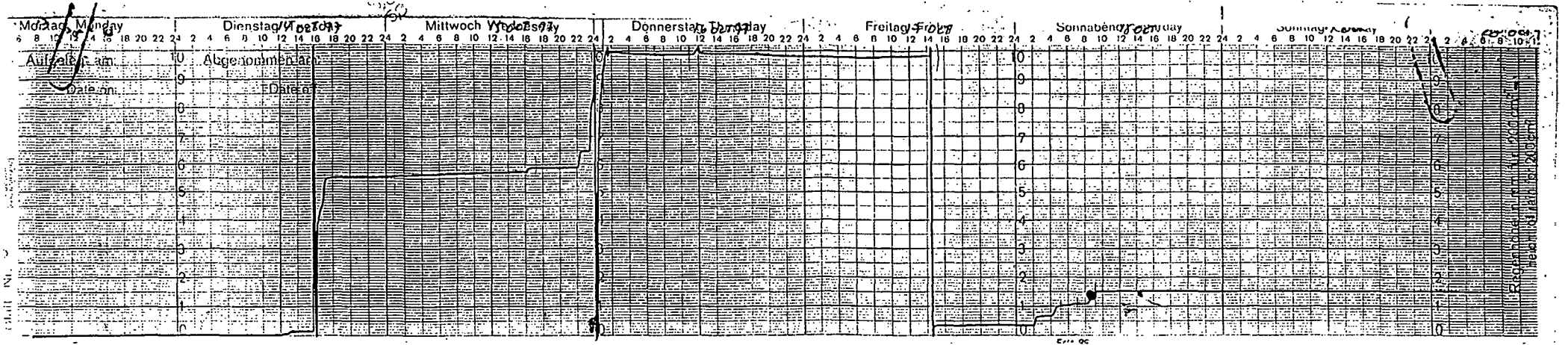
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1999	51.0	35.2	29.4	17.8	66.1	28.5	12.8	31.3	10.7	85.0	77.7	28.4
2000	38.9	49.7	27.6	47.2	10.4	9.4	22.2	23.4	35.9	30.2	12.2	46.5

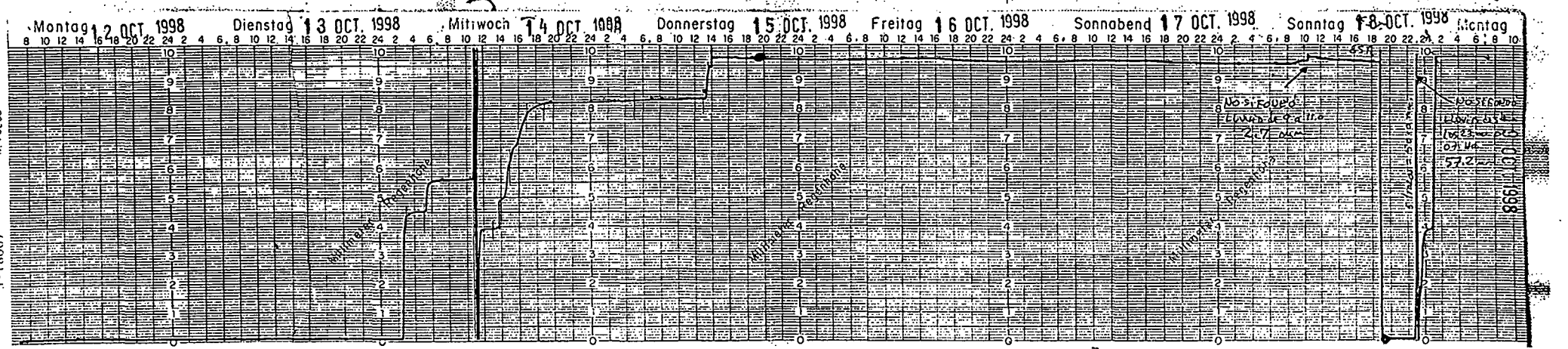
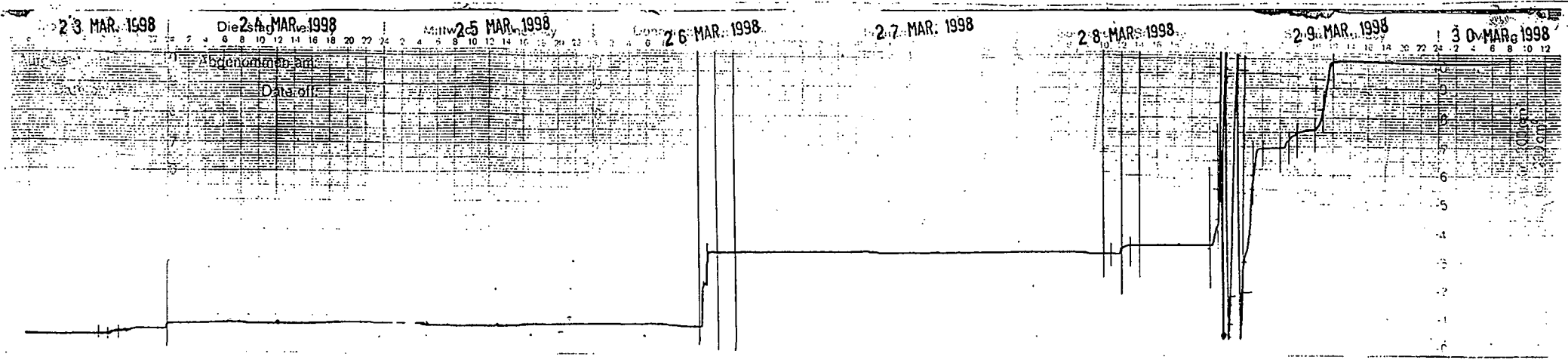
Nota: La presente información solo será empleada para los fines de la presente solicitud quedando prohibida su reproducción total o parcial

RECIBI CONFORME

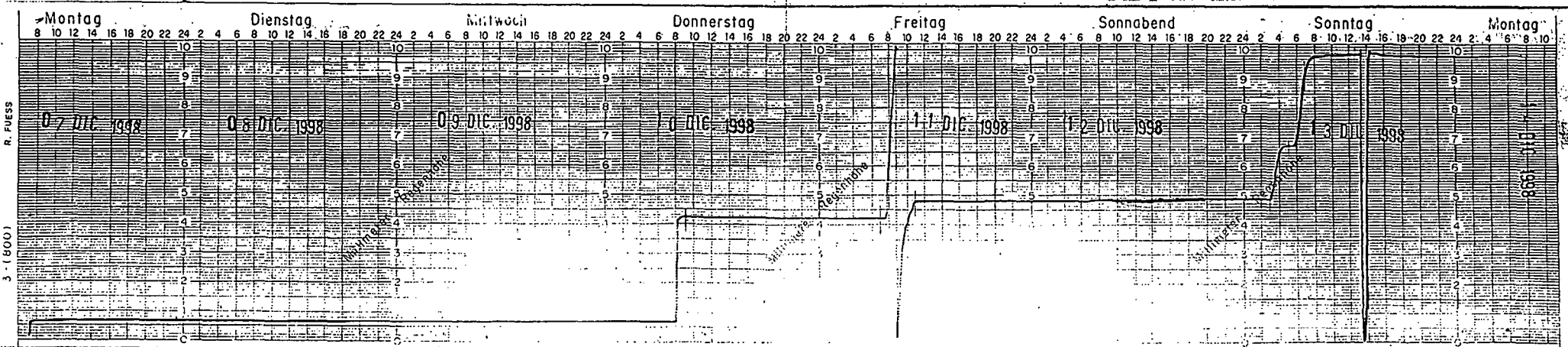
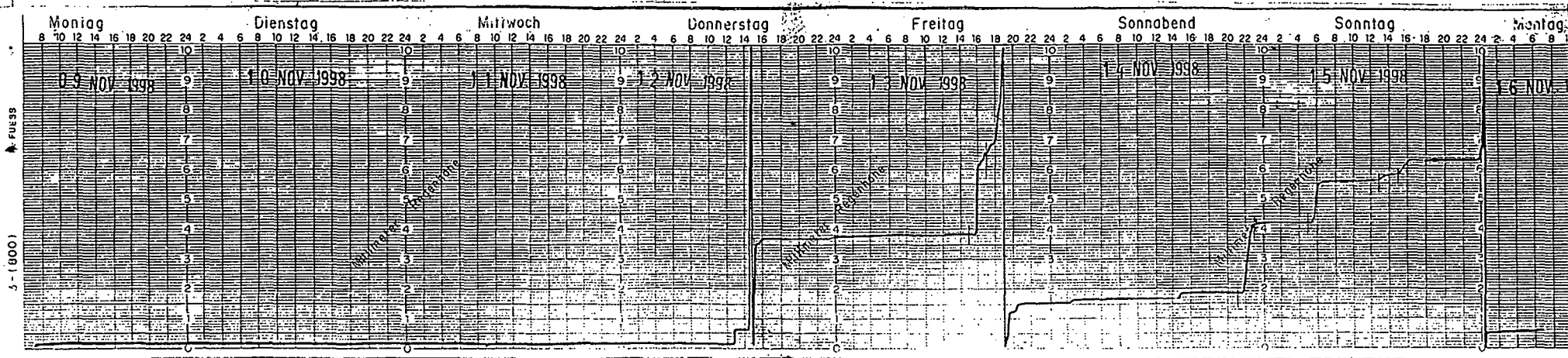


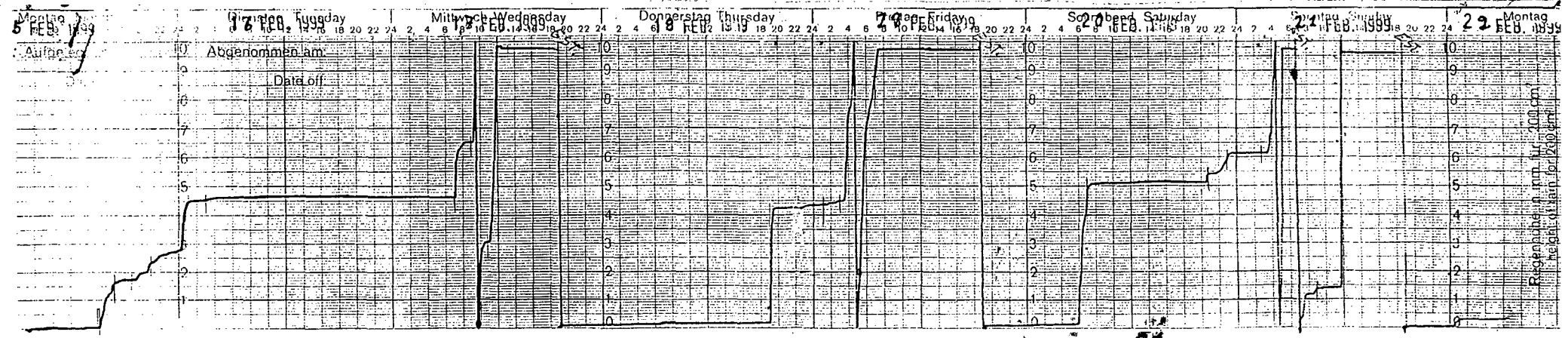
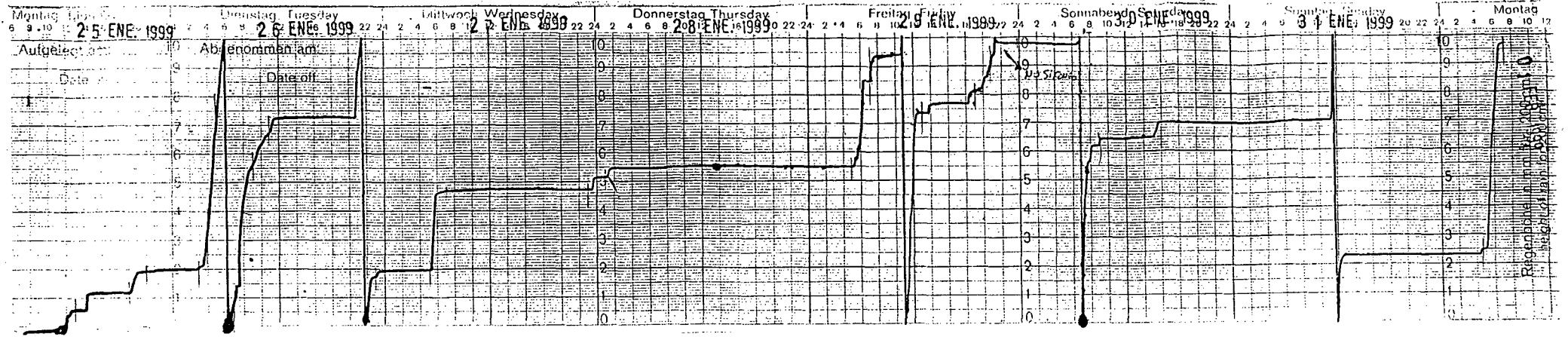
V° B°
LUIS A. CARRERA CASTRO
DIRECTOR REGIONAL
SAN MARTIN





SEITE 2 (0201) - 5





8.8.- ANEXO N° 08.- PLANOS (TOMO II)