

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN Y DRENAJE
PLUVIAL DE LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE
PÍTIPO, LAMBAYEQUE 2019**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

GABY YANINA BURGA TAPIA

ASESOR

HECTOR AUGUSTO GAMARRA UCEDA

<https://orcid.org/0000-0002-3653-1394>

Chiclayo, 2021

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN Y DRENAJE
PLUVIAL DE LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE,
DISTRITO DE PÍTIPO, LAMBAYEQUE 2019**

PRESENTADA POR:

GABY YANINA BURGA TAPIA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR:

Wilmer Moises Zelada Zamora

PRESIDENTE

Carlos Rafael Tafur Jiménez

SECRETARIO

Hector Augusto Gamarra Uceda

VOCAL

DEDICATORIA

Por su infinita misericordia y con toda humildad ofrezco este proyecto a *Dios*, creador del universo, el que me brindada vida, salud, sabiduría perseverancia y fortaleza para alcanzar mis metas trazadas durante el desarrollo de este proyecto que forma parte de mi formación profesional.

Con esa misma gratitud que ellos merecen dedico este proyecto a mis *abuelos* (Isauro y Malbina) por haberme formado con valores, principios desde pequeña, a mi *madre* (Silvia), a mis *hermanas* porque son el motivo principal en mi vida y en este proceso de formación profesional.

Con símbolo de cariño y apoyo incondicional mostrado, dedico este proyecto a la familia Llanos Saavedra, por la paciencia y hospitalidad durante el proceso de recolección de información para el progreso de este proyecto.

AGRADECIMIENTO

Es justo y necesario después de todo este proceso de formación profesional agradecer a todos los profesionales que forman parte de la Escuela de Ingeniería Civil Ambiental (USAT) que compartieron sus conocimientos, experiencia y consejos durante este proceso de formación académica.

Con esa misma gratitud y en mérito de su confianza, cariño, sobre todo el apoyo incondicional expresado en las etapas más complicadas agradezco profundamente: a mi inigualable madre Silvia Tapia Barboza, y especialmente Alvaro M. Navas Armas y Ana Tapia Barboza porque a pesar de los obstáculos presentes para la realización de este proyecto siempre creyeron en mí.

No puede quedar fuera de este agradecimiento, mi asesor el Ing. Héctor A. Gamarra Uceda y docentes del curso profesionales lo cual admiro y agradezco por la motivación, consejos y orientación en la elaboración de esta tesis.

ÍNDICE

RESUMEN	16
ABSTRACT	17
I. INTRODUCCIÓN	18
II. MARCO TEÓRICO	26
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	26
2.2 BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS	31
2.2.1. PAVIMENTOS RÍGIDOS	31
2.2.2. MECÁNICA DE SUELOS	32
2.2.3. INGENIERÍA VIAL	34
2.2.4. TRÁFICO VIAL	35
2.2.5. ESTUDIO DE CANTERAS	37
2.2.6. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO	37
2.2.7. DRENAJE PLUVIAL URBANO	38
III. METODOLOGÍA	46
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	46
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	46
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO	47
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	47
3.5. PROCEDIMIENTOS	52
3.5.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO	52
3.5.1.1. GENERALIDADES	52
3.5.1.2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	53
3.5.1.3. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO	53
3.5.1.4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	53
3.5.1.5. PLAN DE TRABAJO	54
3.5.1.6. PERSONAL Y EQUIPOS UTILIZADOS.	57
3.5.2. ESTUDIO DE TRÁNSITO	58
3.5.2.1. GENERALIDADES	58
3.5.2.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO	58
3.5.2.3. PLAN DE TRABAJO	59
3.5.2.4. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE CONTROL	59
3.5.2.5. METODOLOGÍA DE TRABAJO	60
3.5.2.6. FACTOR DE CORRECCIÓN	61

3.5.3. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS -----	62
3.5.3.1. GENERALIDADES-----	62
3.5.3.2. PLAN DE TRABAJO -----	62
3.5.4. ESTUDIO DE CANTERA -----	65
3.5.4.1. GENERALIDADES -----	65
3.5.4.2. PLAN DE TRABAJO -----	66
3.5.5. ESTUDIO HIDROLÓGICO -----	67
3.5.5.1. GENERALIDADES -----	67
3.5.5.2. ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA -----	67
3.5.5.3. INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA -----	68
3.5.5.4. PLAN DE TRABAJO -----	69
3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS-----	69
3.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS-----	71
IV. RESULTADOS -----	72
4.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO -----	72
4.2. ESTUDIO DE TRÁNSITO -----	74
4.2.1. DETERMINACIÓN DEL IMDA -----	76
4.2.2. ANÁLISIS DE VARIACIÓN DIARÍA -----	78
4.2.3. CLASIFICACIÓN VEHICULAR -----	79
4.2.4. DEMANDA DE TRANSPORTE -----	80
4.2.4.1. DEMANDA ACTUAL -----	80
4.2.4.2. DEMANDA PROYECTADA -----	81
4.2.5. ESTIMACIÓN DEL ESALS DE DISEÑO -----	82
4.2.5.1. ESTIMACIÓN DE LA TASA CRECIMIENTO ACUMULADO -----	82
4.2.5.2. PERÍODO DE DISEÑO DEL PROYECTO -----	83
4.2.5.3. ESTIMACIÓN DE FACTORES DE DISTRIBUCIÓN -----	83
4.2.5.4. FACTORES DE EQUIVALENCIA POR EJE -----	84
4.3. ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS-----	85
4.2.7. IDENTIFICACIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO-----	85
4.2.8. RESULTADOS DE CORTE DIRECTO-----	87
4.2.9. CAPACIDAD DE SOPORTE DEL TERRENO-----	87
4.2.10. GRAVEDAD ESPECÍFICA -----	88
4.2.11. PESO VOLUMÉTRICO HUMEDO -----	88
4.2.12. PESO VOLUMETRICO SECO -----	89

4.2.13. EVALUACIÓN GEOTÉCNICA	89
4.3. ESTUDIO DE CANTERA	95
4.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO	96
4.4.1. DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA.....	97
4.4.2. P. MÁX 24 HRS POR DISTRIBUCIÓN PROBABILISTICA	105
4.4.3. RESULTADOS DE PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE	105
4.4.4. PERIODO DE RETORNO	106
4.4.5. P. MÁX (DISTRIBUCIÓN GUMBEL).....	107
4.4.6. CÁLCULO DE INTENSIDAD DE LLUVIA	108
4.4.7. CURVAS DE INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA (IDF).....	109
4.4.8. CÁLCULO DE LA ECUACIÓN DE INTENSIDAD	109
4.4.9. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD	110
4.4.10. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	112
4.4.11. CAUDALES DE ESCURRIMIENTO.....	112
4.4.12. ÁREAS APORTANTES (Km ²).....	113
4.4.13. CAPTACIÓN DE SUMIDEROS.....	119
4.5. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO	122
4.5.1. METODOLOGÍA DE DISEÑO	122
4.5.2. FACTORES DE DISEÑO	122
4.5.3. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO	122
4.5.4. VARIABLES DE DISEÑO	123
4.5.4.1. TIEMPO (PERIODO DE DISEÑO)	123
4.5.4.2. TRÁNSITO (ESALs)	123
4.5.4.3. CONFIABILIDAD	124
4.5.4.4. CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO.....	126
4.5.5. SERVICIABILIDAD	126
4.5.6. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.....	128
4.5.6.1. MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE (K)	128
4.5.6.2. MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO (MR)	129
4.5.6.3. MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (EC)	129
4.5.7. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES.....	130
4.5.7.1. COEFICIENTE DE DRENAJE (CD).....	130
4.5.7.2. TRANSFERENCIA DE CARGA (J).....	131
4.5.8. CÁLCULO DEL ESPESOR DE LOSA.....	131

4.5.9.1. DOWELLS O PASADORES	132
4.5.9.2. BARRAS DE AMARRE	133
4.6. MODELAMIENTO Y DISEÑO	134
4.8. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	154
4.8.1. GENERALIDADES.....	154
4.8.2. UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRAFICA	155
4.8.3. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	155
4.8.4. ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA	156
4.8.5. ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA.....	156
4.8.6. DESCRIPCIÓN DE LA LINEA BASE AMBIENTAL	157
4.8.7. LINEA BASE FÍSICA.....	157
4.8.8. LINEA BASE BIOLÓGICA	159
4.8.9. LINEA BASE SOCIOECONÓMICA	161
4.8.10. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	165
4.8.11. MÉTODO LEOPOLD	165
4.8.12. MATRIZ DE LEOPOLD DEL PROYECTO.....	167
4.8.13. JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	168
4.8.14. RESUMEN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	170
4.8.15. ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	171
4.8.16. ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS PREDOMINANTES POR FASE.....	172
4.8.17. ANÁLISIS IMPACTOS SOBRE LOS FACTORES AMBIENTALES....	175
4.8.18. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	177
4.8.19. PROGRAMAS DE MONITOREO AMBIENTAL	177
4.8.20. PROGRAMAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.....	178
4.9. DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS.....	179
4.9.1. VELOCIDAD DIRECTRIZ.....	179
4.9.2. VEHICULO DE DISEÑO	179
4.9.3. LONGITUD DE FRENADO	179
4.9.4. VISIBILIDAD.....	179
4.9.5. ALINEAMIENTO VERTICAL	180
4.9.6. RESULTADOS	180
4.10. POZO PERCOLADOR	181
V. DISCUSIÓN.....	184
VI. CONCLUSIONES	184

VII. REFERENCIAS -----	186
VII. ANEXOS -----	189
7.1. ESTADO SITUACIONAL -----	190
7.2. ESTUDIO TOPOGRAFICO -----	200
7.3. ESTUDIO DE TRÁNSITO -----	235
7.4. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS -----	277
7.5. HOJA DE PRESUPUESTO Y COSTOS UNITARIOS -----	358
7.6. PLANOS -----	359

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1: Estaciones de control de tránsito.....	60
Figura N° 2: Área de influencia de las Estaciones N° 01 - N° 02.....	60
Figura N° 3 : Localización de Cantera Tres Tomas	65
Figura N° 4 : Localización de la Estación Pluviométrica Puchaca	68
Figura N° 5 : Diagrama del volúmen diario en Estación N° 01	75
Figura N° 6 : Diagrama del volúmen diario en Estación N° 02.....	76
Figura N° 7 : Curva IDF para Estación Pluviométrica Puchaca	111
Figura N° 8 : Relación precipitación – Escorrentía.....	116
Figura N° 9 : Ecuación para cálculo del Espesor de Losa	131
Figura N° 10 : Cálculo del espesor de losa en monograma AASHTO	132
Figura N° 11 : Estructura del pavimento	134
Figura N° 12 : Macrolocalización del Proyecto.....	155
Figura N° 13 : Área de influencia directa del proyecto.....	156
Figura N° 14 : Área de influencia indirecta.....	157
Figura N° 15 : Usos del suelo de Batangrande	159
Figura N° 16 : Localización de Batangrande en la Cuenca Motupe	159
Figura N° 17 : Flora existente en Batangrande	160
Figura N° 18 : Árboles de algarrobo propios de Batangrande.....	160
Figura N° 19 : Aves que habitan en la zona de Batangrande.....	161
Figura N° 20 : Sembríos de maíz en Batangrande	163
Figura N° 21 : Crianza de ganado Caprino.....	163
Figura N° 22 : Recursos hídricos - Río Zanjón.....	163
Figura N° 23 : Casa hacienda de Batangrande.....	164
Figura N° 24 : Centro de Conservación del Oso de Anteojos	164
Figura N° 25 : Árboles añejo de mangos.....	164
Figura N° 26 : Corte longitudinal del pozo percolador	183

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 : Número de calicatas por tipo de vía	32
TABLA 2 : Tipos de ensayos de laboratorio	33
TABLA 3 : Ecuación para cálculo de volumen de tránsito	35
TABLA 4 : Ecuación para cálculo TPD	35
TABLA 5 : Ecuación para cálculo de tasa de crecimiento	36
TABLA 6 : Factores de distribución de diseño	36
TABLA 7 : Ecuación para cálculo del Número Estructural	37
TABLA 8 : Componentes para calcular el NSr	38
TABLA 9 : Número de Repeticiones Acumulados de EE de 8.2t	38
TABLA 10: Criterios para estimar el caudal de diseño	39
TABLA 11 : Criterios para la orientación de flujos en pistas	39
TABLA 12 : Clasificación y dimensión de rejillas	40
TABLA 13 : Diámetros mínimos en tuberías de colectores	40
TABLA 14: Resistencia por tipo de tubería	40
TABLA 15: Parámetros de diseño hidráulico	41
TABLA 16: Coeficientes de rugosidad de manning	41
TABLA 17: Parámetros mínimos de velocidad y pendiente	41
TABLA 18: Métodos para estimar el caudal de diseño	43
TABLA 19: Fórmula del caudal de diseño	43
TABLA 20: Coeficientes de escorrentía según el Método Racional	44
TABLA 21: Coeficientes de escorrentía promedio en áreas urbanas	44
TABLA 22: Ficha técnica para catastro urbano	48
TABLA 23: Ficha técnica para nivelación geométrica y levantamiento planimétrico	49
TABLA 24: Ficha técnica para estudio de tráfico según MTC	50
TABLA 25: Códigos utilizados en vías	54
TABLA 26: Códigos utilizados en manzanas	54
TABLA 27: Códigos para áreas pública	54
TABLA 28: Códigos para obras de agua potable	55
TABLA 29: Códigos para obras de alcantarillado	55
TABLA 30: Códigos para obras eléctricas	55
TABLA 31: Códigos en áreas libres	55
TABLA 32: Códigos para red topográfica	55
TABLA 33: Ecuación del IMDa	61
TABLA 34: Ecuación compensada del IMDa	61
TABLA 35: Ecuación de la desviación estandar poblacional	61
TABLA 36: Ecuación de la desviación estándar muestral	61
TABLA 37: Factores de corrección (Estación Mocce)	61
TABLA 38: Ensayos estandar	63
TABLA 39: Ensayos especiales	63

TABLA 40: Ensayos estandar en agregados	66
TABLA 41: Ensayos especiales en agregados.....	66
TABLA 42: Estación Puchaca	67
TABLA 43: Precipitaciones Máximas en 24 horas.....	68
TABLA 44: Vértices de la poligonal de apoyo.....	72
TABLA 45: BMS de la red topográfica	73
TABLA 46 : Información topografica de Calles.....	74
TABLA 47: Volúmen vehicular (Estación 01)	74
TABLA 48: Volúmen vehicular (Estación 02)	75
TABLA 49: Tráfico vehicular promedio semanal (IMDs) – E1.....	76
TABLA 50: Estimación del índice medio diario anual (IMDa) – E1	77
TABLA 51: Tráfico vehicular promedio semanal (IMDs) – E2.....	77
TABLA 52: Estimación del índice medio diario anual (IMDa)– E2	77
TABLA 53: IMDs e IMDa de diseño	78
TABLA 54: Promedio vehicular diario - E1.....	78
TABLA 55: Promedio vehicular diario - E2.....	79
TABLA 56: Promedio de vehículos ligeros y pesados - E1	79
TABLA 57: Promedio de vehículos ligeros y pesados - E2.....	80
TABLA 58: Tráfico por tipo de vehículo	80
TABLA 59: Ecuación para estimar la tasa de crecimiento.....	81
TABLA 60: Tasa de Crecimiento de vehículos según su clasificación 2017 (MTC).....	81
TABLA 61: Tasa de crecimiento de la poblacional según INEI	82
TABLA 62: Tasa Anual Departamental del PBI	82
TABLA 63: Factores de crecimiento acumulado.....	83
TABLA 64: Factores de distribución de diseño.....	83
TABLA 65: Ecuación de factores de equivalencia por eje.....	84
TABLA 66: ESAL's por carril (Estación 01)	84
TABLA 67: ESAL's por carril (Estación 02)	85
TABLA 68: Registro de Excavaciones	85
TABLA 69: Resumen del Estudio de Mecánica de Suelos	86
TABLA 70: Resumen de Ensayo de Corte Directo	87
TABLA 71: Resultados de los Ensayos Proctor y CBR.....	87
TABLA 72: Resultados del Ensayo de Gravedad Específica	88
TABLA 73: Resultados del Ensayo de Peso Volumétrico Húmedo	88
TABLA 74: Resultados del Ensayo de Peso Volumétrico Seco.....	89
TABLA 75: Precipitaciones Máximas en 24 horas.....	97
TABLA 76: Precipitación máx. por Modelo de Distribución Probabilística	105
TABLA 77: Resultados de las pruebas de Bondad de Ajuste	105
TABLA 78: P. máx. en 24 hrs Ponderada	106
TABLA 79: Precipitaciones aplicando dist. Gumbel.....	107

TABLA 80: Cálculo variables probabilísticas	107
TABLA 81: Precip. máx 24 hrs en distintas frecuencias	108
TABLA 82: Coeficientes de duración de lluvias entre 24 horas y una hora	108
TABLA 83: Precip. máx en función a la duración de lluvia	108
TABLA 84: Ecuación de Intensidad	108
TABLA 85: Intensidades de lluvia.....	109
TABLA 86: Representación matemática de las curvas IDF.....	109
TABLA 87: Regresión potencial.....	109
TABLA 88: Ecuación de Intensidad de diseño.....	109
TABLA 89: Intensidades máximas para diferentes Tr y D	110
TABLA 90: Ecuación del tiempo de concentración	112
TABLA 91: Tiempo de Concentración de diseño.....	112
TABLA 92: Fórmula para estimar el Caudal de Escurrimiento	112
TABLA 93: Coeficientes de escorrentía según el Método Racional	113
TABLA 94: Coeficientes de escorrentía promedio en áreas urbanas	113
TABLA 95 : Áreas aportantes de las sub cuencas	114
TABLA 96 : Cálculos para la construcción del hietograma de diseño	116
TABLA 97 : Hidrograma Triangular Sintético	117
TABLA 98 : Hidrograma triangular Sintético (Q vs T)	117
TABLA 99 : Valores para la construcción del hidrograma de escurrimiento unitario.	118
TABLA 100 : Hidrograma Triangular de precipitación.	119
TABLA 101 : Sumideros laterales con depresión.....	119
TABLA 102 : Cálculo de los caudales captados por sumideros.....	120
TABLA 103: Ecuación de diseño (Pavimentos Rígidos).....	122
TABLA 104: Periodo de diseño.....	123
TABLA 105: Fórmula para estimar ESALs	123
TABLA 106: Categorías según rango de tráfico.....	124
TABLA 107: Valores de la desviación estándar total	124
TABLA 108: Nivel de confiabilidad (R).....	125
TABLA 109: Valores de Desv. Estándar (Zr)	125
TABLA 110: Valores de PSI	126
TABLA 111: Índice de Serviabilidad Inicial (Po)	126
TABLA 112: Índice de Serviabilidad Final (Pt)	127
TABLA 113: Índice de Serviabilidad Final (Pt) según rango de tráfico	127
TABLA 114: Estimación de pérdida de serviabilidad.....	127
TABLA 115: Fórmulas para cálculo del K (AASHTO).....	128
TABLA 116: Fórmula para aumentar el Módulo de Reacción (K)	128
TABLA 117: Módulo de Reacción (K) de diseño	129
TABLA 118: Resistencia a la compresión del concreto de diseño	129
TABLA 119: Módulo de Rotura de diseño	129

TABLA 120: Resistencia del concreto de diseño	130
TABLA 121: Cálculo del Módulo de Elasticidad	130
TABLA 122: Coeficiente de drenaje.....	130
TABLA 123: Coeficientes de transmisión de carga “J”	131
TABLA 124: Componentes de diseño.....	131
TABLA 125: Espesor de la losa para el pavimento	132
TABLA 126: Diámetros y longitudes recomendados en pasadores	133
TABLA 127: Diámetros y longitudes en barras de amarre	133
TABLA 128: Creación de un nuevo proyecto en SewerGems	134
TABLA 129: Configuración de unidades (SewerGems).....	135
TABLA 130: Determinación de parámetros de diseño (SewerGems)	135
TABLA 131: Determinando las opciones de cálculo (SewerGems).....	136
TABLA 132: Diámetros de tuberías de PVC (PAVCO).....	136
TABLA 133: Importación de diámetros de tubería (SewerGems)	137
TABLA 134: Establecimiento de las características en tuberías (SewerGems)	137
TABLA 135: Importando archivos base (SewerGems)	138
TABLA 136: Planos de diseño (SewerGems)	138
TABLA 137: Importando la red de drenaje y Cotas	139
TABLA 138: Configuración de las unidades.....	139
TABLA 139: Creación de red de drenaje (SewerGems).....	139
TABLA 140: Delimitación de las áreas tributarias.....	140
TABLA 141: Asignación de áreas tributarias a cada colector.....	141
TABLA 142: Ingresando las curvas IDF de Estación Puchaca	141
TABLA 143: Seleccionando curva IDF con Tr:10 años	142
TABLA 144: Aporte de Sub Cuencas	142
TABLA 145: Resultados obtenidos en tuberías.....	143
TABLA 146: Resultados obtenidos de Colectores	144
TABLA 147: Caudales de Escurrimiento.....	145
TABLA 148: Diámetros internos de tuberías	146
TABLA 149: Perfil 01 Calle Molino.....	146
TABLA 150: Perfil 02 Calle Real - Progreso.....	147
TABLA 151: Perfil 03 Calle Dátil-Molino.....	147
TABLA 152: Perfil 04 Calle Real.....	148
TABLA 153: Perfil 05 Calle Almendros.....	148
TABLA 154: Perfil 06 Calle Ciruelo - Real.....	149
TABLA 155: Perfil 07 Calle Balsa - Real	149
TABLA 156: Perfil 08 Calle San Juan-Real.....	150
TABLA 157: Perfil 09 Calle las Flores	150
TABLA 158: Perfil 10 Calle los Molles.....	151
TABLA 159: Perfil 11 Calle los Mangos - Quinta	151

TABLA 160: Perfil 12 Calle los Mangos I.....	152
TABLA 161: Perfil 13 Calle los Naranjos.....	152
TABLA 162: Perfil 14 Calle la Quinta.....	153
TABLA 163: Perfil 15 Calle Balsa	153
TABLA 164: Especies propias de Batangrande.....	160
TABLA 165 : Evaluación considerando la importancia	166
TABLA 166 : Evaluación considerando la magnitud	166
TABLA 167 : Matriz de evaluación de impactos del proyecto	167
TABLA 168 : Jerarquización de impactos ambientales	168
TABLA 169 : Análisis de las características físico – químicas (matriz de Leopold)	168
TABLA 170 : Resultados del análisis de las características bióticas según	169
TABLA 171 : Análisis de las características socioeconómicos – culturales- matriz de Leopold.	169
TABLA 172 : Parámetros de diseño geométrico para el proyecto	180
TABLA 173: Tipo de suelos según tiempo de infiltración.....	181
TABLA 174: Estimación del coeficiente de infiltración (Lts/m ² /día)	182
TABLA 175 : Ecuación para determinar el área de infiltración	182

RESUMEN

La presente tesis tiene como propósito hacer mejoras en cuanto a la transitabilidad peatonal, vehicular y prevenir las inundaciones, pérdida humanas y económicas ante el acontecimiento de precipitaciones pluviales mejorando las condiciones de habitabilidad de los ciudadanos de la zona urbana de Batangrande. El área en estudio comprende una extensión aproximadamente de 64.61 hectáreas donde se beneficiarán de manera directa a 2829 habitantes ya que ante la ocurrencia de fuertes lluvias y sumado a ello la falta de pavimentación con un sistema de drenaje pluvial, la población se encuentra en peligro como consecuencia de la formación de aniegos o encharcamiento de sus aguas generando la proliferación del dengue y otras enfermedades.

Los métodos proyectados para lograr resultados efectivos en esta investigación están constituidos por las fases de: Trabajo en campo que, se basó en el reconocimiento de campo para obtener un análisis del contexto real de Batangrande y posteriormente realizar la recolección de datos hidrológicos, levantamiento topográfico, extracción de muestras del suelo (excavación de calicatas), evaluación del tráfico. El trabajo en gabinete se consideró el procesamiento de toda la información relacionada a datos pluviométricos, cálculo del volumen de tráfico, elaboración de los planos a detalle e interpretación de los resultados de los estudios geotécnicos realizados en el laboratorio de la universidad y elaboración del diseño según lo estipulado en el reglamento peruano.

PALABRAS CLAVE: *Pavimento rígido, drenaje pluvial, estudio tráfico, estudio hidrológico.*

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to make improvements in terms of pedestrian, vehicular passability and to prevent floods, human and economic loss in the event of rain precipitation, improving the habitability conditions of the citizens of the urban area of Batangrande. The area under study comprises an extension of approximately 64.61 hectares where 2829 inhabitants will benefit directly, given the occurrence of heavy rains and the lack of paving of streets with a storm drainage system, the population is in danger as consequence of the formation of aniegos or puddling of its waters generating the proliferation of dengue.

The projected methods to achieve effective results in this investigation are constituted by the phases of: Fieldwork that was based on field recognition to obtain an analysis of the real context of Batangrande and subsequently carry out the collection of hydrological data, topographic survey, extraction of soil samples (excavation of pits), and evaluation of traffic. The work in the cabinet considered the processing of all the information related to rainfall data, calculation of the volume of traffic, preparation of the detailed plans and interpretation of the results of the geotechnical studies carried out in the university laboratory and preparation of the design according to stipulated in the Peruvian regulations.

KEYWORDS

Rigid pavement, storm drain, traffic study, hydrological study.

I. INTRODUCCIÓN

La expansión progresiva de las ciudades demanda de inversión significativa en infraestructura, que generalmente son aprovechados por los habitantes para el desarrollo de sus actividades cotidianas. Tal es el caso de la infraestructura vial, áreas verdes, redes para el suministro de fluidos, etc. De modo que, el disponer de estas infraestructuras y el desarrollo frecuente de las actividades cotidianas se encuentran, en ciertas ocasiones, limitados por el funcionamiento adecuado de otras Infraestructuras: Pavimentación de Calles y Sistema de Drenaje Pluvial [1].

Sin embargo, el aprovechamiento diario de infraestructura vial en condiciones seguras y confortables ante cualquier condición climática, generan una valoración positiva en la ciudadanía por el interés político y capacidad técnica que lo hicieron factible. No obstante, resulta complicado que esto ocurra cuando una red de colectores se encuentra permanentemente “oculto” en el sub suelo, dificultando el adecuado funcionamiento y como consecuencia se tornan inoperativos, puesto que es difícil tener una valoración positiva por parte de la ciudadanía. Generalmente ante la evidencia de deficiencias en el funcionamiento de estos sistemas reúne la atención pública y sensibilización administrativa con la finalidad de plantear soluciones.

En tanto que, la población esté en continuo crecimiento y la expansión de las áreas urbanas que demanda de la construcción de infraestructuras como edificaciones, estacionamientos, pavimentación de calles, y otras construcciones representan una amenaza puesto que generan alteraciones significativas en el entorno natural, obteniendo superficies poco permeables que dificultan o retrasan el proceso natural de infiltración y la correcta evacuación del flujo de agua incrementando la vulnerabilidad ciudadana, calidad ambiental y la disponibilidad de los recursos [2].

El continuo crecimiento desordenado de las áreas urbanas genera impactos representativos como mayor volumen de escorrentía de aguas pluviales debido a la impermeabilización del suelo, baja humedad del suelo lo que ocasionan problemas de inundaciones ante la ocurrencia de precipitaciones pluviales y por ende la contaminación de las vías.

Por otro lado, “en los últimos 20 años, los constantes desastres naturales sin duda alguna han aumentado como consecuencia directa del clima, cobrando un promedio anual de 30.000 vidas y más de 4 000 millones de heridos o damnificados. Los desastres atribuidos cada año a los fenómenos climáticos han sido 335 en promedio siendo el doble que en periodo de 1985-1995.

Las evidencias permiten anticipar que los desastres vinculados al clima aumentaran con el tiempo. Las inundaciones y la sequias se han convertido en los factores de migración forzada y levantamientos civiles. El 90% de los desastres naturales están relacionados con el clima, mientras que el 10% restante son de origen geofísico” [3].

El niño es un fenómeno recurrente con intensidades variables que poseen una duración de varios meses. Estas alteraciones oceanográficas tienen gran repercusión en el clima y duran aproximadamente 14 meses, de febrero del primer año a marzo del siguiente. Produciéndose en este periodo dos avances importantes de las aguas tropicales hacia el sur, uno a comienzos y otros a fines del fenómeno, con calentamientos muy evidenciados durante los meses de febrero y agosto y entre diciembre y marzo de lapso considerado [4].

El Perú presenta alto grado de vulnerabilidad como consecuencia del cambio climático; es así en el año 1925, el “Fenómeno El Niño afectó toda la costa norte y parte de la costa central. Evidenciándose intensas lluvias en Tumbes donde alcanzó los 1524 mm, en la Cuenca baja del río Chancay-Lambayeque se registró precipitaciones que alcanzaron los 1000 mm. El río Rímac alcanzó los 600 m³/s. En 1926 se registraron fuertes lluvias en todo el norte peruano con una duración de 3 meses, alcanzando precipitaciones de hasta 1265 mm en Tumbes. Las fuertes lluvias originaron el desborde de los ríos, propagación de plagas, epidemias y enfermedades, así como también cuantiosas pérdidas económicas, viviendas, etc.

El 1982 - 1983 todo el norte peruano sufrió fuertes precipitaciones pluviales. El tiempo que duro Donde Tumbes y Piura soportaron 6 meses de intensas lluvias que ocasionaron la interrupción de carreteras, pérdidas significativas en la pesca” [5].

No obstante, en el Sur del Perú se evidenciaron fenómenos opuestos, como sequia perjudicando significativamente a la región de Puno, Ayacucho, Arequipa, Apurímac y Cusco. Otro de los fenómenos ocurridos fueron los huaycos localizados en la zona central del Perú.

Las regiones que sufrieron a causa de los fenómenos de sequía y huaycos registraron pérdidas de producción natural, causando un impacto negativo en el ámbito social y económico, sin embargo, se registraron cuantiosas pérdidas en infraestructura y producción.

Las regiones afectadas fueron: Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Lima, Cajamarca, Junín, Ayacucho, Huancavelica, Apurímac, Cusco, Arequipa, Puno, Moquegua y Tacna. Las pérdidas por el Fenómeno en 1982-193 ascienden a 1,000 millones de dólares que involucran infraestructuras, producción y pérdidas materiales.

En el sector transporte se registraron daños en carreteras aproximadamente 2600 km, el colapso de 47 puentes, y daños considerables en 04 aeropuertos. Por otro lado, en el Sector Vivienda se registraron 111,000 viviendas afectadas, 98000 viviendas deterioradas y las redes de alcantarillado sanitario colapsaron, generando problemas significativos en las zonas urbanas.

No obstante, también se evidenciaron daños significativos en el Sector Educación registrándose 875 centros educativos colapsados afectando directamente a 269 000 alumnos puesto que se suspendieron las labores escolares desde abril a junio.

Por otro lado, la proliferación de plagas trajo consigo las pestes y aparición de la Malaria incrementando las tasas de mortalidad especialmente de niños. Es así que en este Periodo se produjo el fallecimiento de 512 personas, 1304 heridos, 25 100 enfermos y 587 120 personas damnificadas. Resaltando que en el norte peruano se registró 831 915 damnificados y 435 815 damnificado en el Sur del Perú.

A nivel regional el Fenómeno El Niño provocó inundaciones en todo el departamento de Lambayeque, permitiendo efectuar una clasificación de los distritos según el grado de peligrosidad. Determinando que en la provincia de Ferreñafe los distritos con peligro medio son Pueblo Nuevo, Pítipo y el distrito de Ferreñafe [6].

Como consecuencia, de la falta de prevención y sistemas de evacuación de aguas pluviales durante el Fenómeno El Niño en el 2017 en la región de Lambayeque se registraron la destrucción de 113 km en caminos rurales, 205 Km de caminos rurales afectados, 29 Km de carreteras destruidas y 21 Km de carreteras afectadas, también se registraron 36 puentes destruidos y 14 afectados; por otro lado se determinó que 29 Km de canal de riego fueron

afectados y 15 Km fueron destruidos en su totalidad, afectando directamente a 391 Ha de cultivo y 26 Ha sufrieron la pérdida total de sus cultivos [6].

Simultáneamente, las infraestructuras viales cumplen un rol importante dentro de la sociedad, porque permiten interconectar a los pueblos que se encuentran aislados y permite el crecimiento socioeconómico mejorando la calidad de vida de los pobladores.

En la provincia de Ferreñafe posee 59.8 Km de vía asfaltada, 123.0 Km con vías afirmadas, 70.7 Km sin vías asfaltadas y 81.9 Km sin afirmar, lo cual dificulta el desarrollo integral, económico, social y cultural [8].

En el ámbito local propongo realizar el proyecto en la Zona Urbana de Batángrande con el objetivo de mejorar la transitabilidad peatonal y vehicular realizando el Análisis y Diseño de pavimento con Sistema de drenaje pluvial con la finalidad de prevenir inundaciones, pérdidas humanas, económicas ante la ocurrencia de precipitaciones pluviales.

Ahora bien, para el desarrollo del presente proyecto se determinaron los siguientes objetivos específicos: Realizar un levantamiento topográfico a fin de conocer la altimetría, planimetría y taquimetría, Determinar el perfil estratigráfico del suelo mediante el estudio de mecánica de suelos, realizar el estudio de tráfico, realizar el diseño de pavimento rígido, realizar el análisis y diseño del drenaje pluvial usando el software SewerGems.

Batángrande pertenece a la región natural de costa, dentro del Valle La Leche en el departamento de Lambayeque, a una distancia de 50 Km de la heroica Ciudad de Chiclayo, con coordenadas geográficas de 6°29'05'' latitud sur y 79°39'07'' de longitud Oeste y una altitud de 138.00 m.s.n.m. En cuanto a su ubicación política refiere, la zona urbana de Batángrande se encuentra ubicado en distrito de Pítipo, Provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque. La zona urbana de Batangrande cuenta con un total de 2829 habitantes y 1063 viviendas registradas según censo realizado en el año 2017

El clima presente en la zona en estudio es desértico subtropical árido, debido a ello no presenta lluvias constantemente, en condiciones presenta temperaturas máximas promedio de 26.0°C correspondientes al periodo más caluroso febrero y marzo y temperaturas mínimas en promedio de 20.30 °C en el mes de invierno Agosto.

Sin embargo, en los años 1970-71 y 1983 en los meses de diciembre y julio se evidenciaron fuertes lluvias que ocasionaron en Batangrande, “que los algarrobos fueran asfixiados por el jabonillo (*Luffa Operculata*), y la aparición de un insecto, un hemíptero que los rodeadores llaman “Chinche de monte” y millones de langostas, la carretera Batánggrande – Pátapo se llenó de sapos que se colocaban por cientos en la pista asfáltica” [9]. No obstante, se formaron charcos de agua generando la proliferación del dengue catalogándolo como uno de los lugares más afectados a nivel de la región de Lambayeque.

En 2017 el Fenómeno del Niño Costero ocurrido en los meses de enero a marzo provocó el colapso de las redes de alcantarillado, viviendas colapsadas dejando familias damnificadas, etc.

En el sector Salud, Batangrande presento alta incidencia de enfermedades respiratorias, infecciosas y dérmicas, mayor índice de desnutrición a causa del consumo de agua insegura e inadecua disposición de excretas.

Según el Reporte del Centro de Salud del Centro Poblado de Batánggrande durante los meses de enero a marzo del 2017 se registraron un aumento significativo de los índices de enfermedades en la población comparado con años anteriores, reportándose 920 de enfermedades Endocrinas, Nutricionales y Metabólicas; 519 casos de enfermedades Digestivas y 363 casos con enfermedades Respiratorias Agudas en personas de 0 años – 60 años.

En el sector Vivienda, según estudios realizados por la Municipalidad Distrital de Pítipo en el año 2015 la zona urbana de Batangrande cuenta con 1156 viviendas, donde el 85% son viviendas independientes y 15% son viviendas en quinta y vecindad, por otro lado, el material con mayor uso en la construcción de pisos dentro viviendas particulares es el cemento con un 41%, seguido del 39% de piso hechos con tierra, 17% piso de losetas, terrazos, cerámicos o similares, 0.47% de otro material, 1.02% de parquet o madera pulida y finalmente el 0.19% de láminas asfálticas, vinílicos o similares.

Respecto a los materiales usados en las paredes exteriores de las viviendas particulares en la zona urbana son predominantemente de ladrillo alcanzando el 58% de todas las viviendas registradas seguido con un 33% hecho de adobe o tapial, 2% de quincha (caña con barro), 5.00% de estera, 1.00% de otro material, 1.00% de madera (tornillo, etc.) y por último el 0.12% de piedra con barro.

Considerando los materiales utilizados para la construcción de las viviendas se afirma que las viviendas construidas de adobe poseen mayor grado de vulnerabilidad para sufrir daños en su estructura volviéndose insegura e inhabitable ante la ocurrencia de fuertes lluvias y la falta de un sistema de evacuación de la escorrentía.

En la actualidad en el Sector Transporte, la zona urbana de Batangrande presenta deficiencias en cuanto a sus redes viales y peatonales ya que solo posee un 49.74 % de vías pavimentadas con asfalto en condiciones desfavorables presentando huecos, fisuras, desprendimiento de agregados, etc. y 50.26% se encuentran sin pavimentar. La situación es más crítica porque carece de un sistema de evacuación de aguas pluviales para mitigar y garantizar las condiciones de habitabilidad de los pobladores, medio ambiente e infraestructuras existentes.

Sin embargo, durante las épocas de verano el tránsito vehicular es más fluido por lo que la población presenta mayor índice de infecciones respiratorias debido a la inhalación de polvo, gases, etc. En cambio, en época de lluvias los vehículos transitan con dificultad debido a las ondulaciones que presenta la superficie de rodadura en la mayoría de sus calles que se encuentran pavimentadas y los aniegos formados se convierten en un foco infeccioso y fuente para la proliferación del dengue obligando a los pobladores a destapar los buzones para evacuar el agua de lluvia que no logra infiltrarse.

En el aspecto económicos, sus actividades económicas de los pobladores de Batangrande se basan principalmente en la crianza de animales menores en pequeña escala y agricultura.

La ocupación principal de la población se desempeña en el sector agrario principalmente en el área de cultivos agroindustriales caña de azúcar, maíz, lenteja, yuca, entre otros productos los mismos que son incluidos como parte de su dieta familiar. También tiene importancia la actividad pecuaria donde la producción más destacada es la crianza de ganado equino, porcino, vacuno y aves de corral, etc.

Otra de sus actividades es a la comercialización de abarrotes, enseres propios de la producción de la zona dentro y fuera de su mercado. Por lo que, los camiones de carga y minivan hacen servicio diario y van desde Chiclayo hasta Batángrande llevando y trayendo alimentos incluidos en la dieta familiar.

Actualmente, el ser humano se ve en la obligación de evacuar eficientemente las aguas pluviales proyectando alternativas poco convencionales, involucrando el aspecto social, hidrológico y ambiental, lo cual esta necesidad ha incrementado rápidamente el uso de Sistemas de Drenaje Pluvial a nivel mundial, evitando inundaciones originadas por el cambio climático y la impermeabilización del suelo como acción directa de la urbanización. Como respuesta a esta necesidad surge el proyecto denominado “Análisis y Diseño de la Pavimentación y Drenaje Pluvial de la Zona Urbana de Batángrande” que busca evitar, problemas de inundaciones, saturación en las redes de alcantarillado y contaminación garantizando el mejoramiento de la calidad de los ciudadanos batagrandinos.

En el aspecto técnico, el Análisis y Diseño del Pavimento con Sistema de Drenaje Pluvial de la Zona Urbana de Batangrande, beneficiará significativamente puesto que se efectuará la adecuada recolección, evacuación y control de la escorrentia superficial con un sistema independiente, constituido por estructuras de captación, red de conducción y estructuras complementarias según lo establecido en las normas vigentes.

Concerniente al aspecto económico, pese a que el pavimento rígido implica mayores costos, estos tienen mayor tiempo de vida útil y durabilidad si se compara con los pavimentos flexibles, puesto que no requieren mantenimiento constante lo que disminuye significativamente los costos de mantenimiento y considerando que se plantea el sistema de drenaje pluvial se evitará las erosiones prematuras del pavimento. Ahora bien, se reducirían el uso de combustible, lubricantes, neumáticos y mantenimiento, por consiguiente, los ciudadanos se beneficiarán disminuyendo los gastos en transporte. Es importante recalcar que los agricultores se verán beneficiados puesto que podrán transportar sus productos con mayor facilidad.

En efecto, el contar con superficies de rodadura en pésimas condiciones de transitabilidad y presencia de aniegos de agua , lodos de tierra y focos de contaminación ambiental que generan altas tasas de morbilidad en la población lo que significa gastos en cuanto a costos de atención médico – hospitalarias , compra de medicamentos y sumado a la falta de un sistema de drenaje pluvial en épocas de lluvias generan inundaciones en las calles deteriorando los pavimentos lo que significa un alto costo en cuanto mantenimiento de los mismos , además causan pérdidas materiales , económicas, aumento de costos en cuanto alimentación , pasajes .

En el aspecto social, el proyecto busca contribuir en el mejoramiento de la transitabilidad peatonal – vehicular y evitar inundaciones como consecuencia de precipitaciones pluviales de la zona urbana de Batángrande evitando pérdidas en áreas de terreno y materiales. Garantizando el normal desarrollo de las actividades cotidianas de los ciudadanos.

Finalmente, en el aspecto ambiental se busca brindar un aporte positivo preservando los recursos naturales como la flora y fauna disminuir la contaminación de los ríos y áreas de cultivo. También se busca reducir la contaminación como consecuencia del arrastre de residuos sólidos ante la ocurrencia de precipitaciones.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Resultado de los diferentes estudios y bibliografía analizada que guarda una relación con el proyecto a desarrollar se ha considerado que:

Para que una ciudad goce de una buena calidad de vida y se desarrolle económicamente no solo debe estar dotado con un diseño eficiente en saneamiento, sino que deberá estar complementado con infraestructuras viales en buenas condiciones.

Arregui Romero [9] afirma que, la pavimentación de una vía permite tener un mejor confort y bienestar cuando los pobladores de un sector se trasladen de un sitio a otro, por eso plantea:

“Diseñar una estructura de pavimento flexible para garantizar la vialidad y eficiencia de los vehículos aplicando el método AASTHO 93 para el cantón Montalvo – Intersección “Tres Bocas” de la Provincia de Los Ríos”.

El tramo denominado cantón Montalvo – intersección “Tres Bocas” tiene una extensión total de 4 km. Los métodos utilizados para cumplir con el proyecto se basaron en la ejecución de trabajos in situ como: levantamiento topográfico, extracción de muestras de suelo y el método de observación para identificar el tipo de falla que posee el pavimento ya sea por causa del paso del tiempo o por el uso vehicular que han provocado hundimientos, baches y grietas. En los trabajos de gabinete, se realizó el proceso de la información para obtener los resultados y realizar el diseño del pavimento flexible aplicando el método AASTHO 93.

De manera similar, orientándose esencialmente en el cálculo de un pavimento asfáltico basado en el método mexicano Dispav – 5 [10] plantea lo siguiente:

Brindar una solución para el pavimento bajo la metodología basada en el desarrollo del diseño estructural haciendo uso del Dispav – 5 y AASHTO 93, para la Avenida Circunvalación Sector Guacamayo 1° Etapa. El trabajo de campo consistió en realizar la evaluación del volumen vehicular del sector y obtener el flujo vehicular, extracción de muestras de suelos mediante la ejecución de calicatas y determinar el perfil estratigráfico.

En gabinete se realizó el procesamiento de toda la información obtenida y se efectuó una comparación y análisis de los resultados de ambos métodos basados en las diferencias según el estrato granular más no en la capa de asfalto para finalmente elaborar el análisis de costos por métodos de diseño.

Por otro lado [11] propone brindar una solución óptima al realizar el diseño, basándose en la evaluación superficial del pavimento considerándose los siguientes parámetros: identificación de las causas de las fallas, ya sea porque cumplieron con su periodo de vida útil o errores durante el proceso constructivo, incremento del flujo vehicular y deficiencias en cuanto a operatividad del sistema pluvial.

La metodología utilizada en campo consistió en determinar las características de los materiales que conformaran a los pavimentos por lo que se deberá tomar en cuenta el control de calidad en cantera y laboratorio. Se efectuará el conteo vehicular con el fin de medir, categorizar y obtener la magnitud diaria vehicular que circulan en la Av. Prado alto.

En gabinete se procesará y analizará toda la información obtenida en campo (Estudio de tráfico) obligatorios para fijar las propiedades del diseño preliminar del pavimento con el objetivo de dotar una óptima respuesta como alternativa estructural aplicado en pavimento flexible y rígido.

Otro aspecto importante a tomarse en cuenta al realizar proyectos de ingeniería, son los sistemas de drenaje pluvial que al no ser considerado parte de un estudio ya sea en proyectos como agua potable y alcantarillado, pavimentación, etc.; generan grandes pérdidas de vidas humanas y económicas ocasionadas durante fuertes precipitaciones pluviales.

Como respuesta a los diferentes inconvenientes que perjudican a los pobladores de la comunidad Casas Viejas durante las intensas precipitaciones [12]:

“Plantea mejorar la calidad de vida a través de la propuesta de un sistema de evacuación para aguas de lluvia para la comunidad Casas Viejas, de la Parroquia Pedro Pablo Gómez, teniendo en cuenta aspectos técnicos y ambientales.”

Para la elaboración del proyecto se empleó la metodología consistente en: recolectar información según las normas INEM y IEOS que se basan en el estudio hidrológico y determinar los parámetros de intensidad de lluvias según INAMHI, recolectar datos poblacionales realizando el censo y realizar los estudios topográficos y geotécnicos.

Luego se efectuó el procesamiento de información obtenida en campo, posteriormente se efectuó el análisis de los cálculos e interpretación de resultados por medios la simulación del diseño con ayuda del software SewerCad y Arcgis con la finalidad de cumplir con las especificaciones de las normas vigentes y represente un aporte que mejore la calidad de los habitantes.

Finalmente, una investigación realizada por Da Silva [13] afronta: “La problemática existente relacionado con la carencia del diseño con sustento técnico precedida del diagnóstico de las redes de drenaje pluvial para evitar de esta manera la inundación de las cuencas que conforman la zona en estudio.

Esta investigación ayudara en el planteamiento de nuevos enfoques basados el empleo de software para modelar, que unidos a registros de datos espaciales y temporales para diseño se efectúa la evaluación del conjunto de redes que constituyen el drenaje urbano.

La innovación científica formula el perfeccionamiento en la aplicación de una nueva visión estratégica donde se integre nuevos modeladores matemáticos en el cálculo hidrológico en series temporales de lluvia local e hidráulicos, además de modeladores digitales de terreno, para resolver los inconvenientes de diseño y revisión del sistema de evacuación pluvial convirtiéndose en el punto de inicio para que los profesionales renueven su criterio en cuanto a diseño y racionalización de en redes de saneamiento. El significado concreto para el cálculo e idealización espacial del riesgo a sufrir por inundación pluvial en vías urbanas se convierte en una peculiaridad novedosa del trabajo que se debe implementar en la aplicación inmediata en los proyectos de drenaje urbano de la ciudad de Luanda”.

Los pavimentos son capas compuestas por uno o varios materiales que se colocan sobre una superficie nivelada para servir como vía de circulación de vehículos y personas.

Por esta razón Bustamante Pérez [14] plantea: “Renovar el tránsito peatonal y vehicular desarrollando un análisis técnico y económico del uso de asfalto en frío o caliente y el funcionamiento adecuado del sistema de evacuación de lluvias que complementa al diseño de pavimentos”.

La ejecución de este proyecto beneficiara el Asentamiento Humano La Galaxia. Su metodología se basó en realizar: Trabajo de campo que involucra efectuar los estudios de tráfico para determinar la demanda del parque automotor, geotécnico (extracción las muestras de suelo) y estudio de canteras.

En gabinete el trabajo consistió en procesar la información obtenida en campo descritas en el párrafo anterior y efectuar el diseño de pavimentos usando el método AASTHO y modelamiento del sistema de drenaje haciendo uso del software SWMM.

Los resultados del diseño determinan que: Las dimensiones de las capas que constituirán al pavimento flexible en frio será de 25 cm para la base granular y 5 cm para la capa de rodadura; y las características de las capas usando asfalto en caliente será de 20 cm de base granular y 5

cm de capa de rodadura. “El espesor de las capas para pavimento rígido serán de 15 cm de base granular y 15 cm de losa de concreto”.

Para que el funcionamiento del sistema pluvial sea eficiente se consideró 05 puntos de entrega que puede ser drenada hacia la fuente natural o artificial más próxima, también se asegura que los colectores cumplan su función principal.

De manera similar Escobar & Huincho [15] proponen: Llevar a cabo un estudio detallado y dar una valoración del servicio estructural del asfalto a través del empleo de una variante alcanzada en laboratorio y el cálculo por medio de la metodología descrita por AASHTO 93.

Una de las incógnitas de investigación fue el estudiar el comportamiento de los variables que componen el pavimento y así determinar el origen de las fallas observadas en la capa de rodadura. Sin embargo, nace el interés de indagar porque la infraestructura vial presenta una baja serviciabilidad y sobre estas incógnitas se desarrolla la investigación con el fin de preservar el funcionamiento de la vía.

Por tanto, la investigación correspondiente a este proyecto es de tipo aplicada – pre experimental con alcance explicativo bajo el uso del método científico, la inducción, deducción, lo cual se requirió de muestras a lo largo de los 12 kilómetros del pavimento para responder a las interrogantes del problema

Respecto al sistema de drenaje pluvial en la actualidad cumple una función significativa dentro de los proyectos de ingeniería, por tal motivo [16] afirman que:

Juliaca es una ciudad con mayor índice de crecimiento poblacional en la actualidad careciendo de múltiples servicios de servicios básicos. Bajo esta problemática se ha planteado suministrar con el servicio que permita evacuar las aguas de lluvia para la ciudad de Juliaca, debido a la paralización de la ejecución de proyecto por las incongruencias existentes y fraude durante la aprobación del estudio técnico.

Por tal motivo se ha valorado los elementos definitivos del expediente técnico (Estudios de Topografía e Hidrología, especialmente) con el propósito de investigar y comprender la problemática existente. Como respuesta se elaboró un nuevo diseño basado en el modelamiento computacional SWMM y verificando que este cumpla con las estipulaciones dadas en normativa.

Para la realización de la nueva propuesta se efectuó un análisis del proyecto existente cuyo resultado determinan que los estudios básicos han sido desarrollados sin sustento técnico, por

lo tanto, la presente tesis garantizara la funcionalidad del sistema pluvial con avenidas de poca permanencia que afectan mínimamente a su ambiente.

Otro autor en [17] plantea: El sistema de drenaje pluvial situado en la urbanización El Chilcal - Piura, el motivo del porqué se desarrolló el estudio es porque cuenta con relieves en depresión volviéndola insegura y vulnerable al ocurrir fuertes precipitaciones.

La metodología empleada en campo, contempla la recopilación de información pluviométrica y pluviográfica, levantamiento topográfico y extracción de muestras de suelos. La cuantificación usada en gabinete considera: El cálculo de la intensidad de diseño que se estima en función del periodo de concentración de cada ramal, caudales de escorrentía determinados con el método racional y todos los razonamientos descritos en el reglamento para este tipo de proyectos (OS. 060) asegurando la eficiente recolección, transporte y evacuación hasta llegar al cuerpo receptor.

Finalmente se evaluará cual es el impacto ambiental producido por las acciones ejecutadas durante la fase de construcción del drenaje pluvial.

Para concluir [18] tiene como finalidad: [...] realizar la investigación respecto a la realidad existente del dren D-1700 situado en la jurisdicción de Ferreñafe perteneciente al departamento de Lambayeque.

El dren posee una extensión de 6+186. 00 kilómetros, lo cual presenta condiciones desfavorables por la falta de mantenimientos y el uso dado.

El método empleado para cumplir con este proyecto de Tesis se basó en la ejecución de: Trabajo de campo que se sintetiza en la compilación de datos, levantamiento geodésico, obtención de muestras geotécnicas y agua. Asimismo, se cumplió con el reconocimiento del dren D- 1700 para verificar el estado real y realizar posteriormente de la construcción una comparación entre el antes y después del proyecto.

El trabajo de gabinete: comprende el proceso de todos los datos recolectados, elaboración de los planos, cálculo de metrados, elaboración de costos unitarios y presupuesto.

El fin principal del estudio es proponer a las entidades representantes de los trabajos de mantenimiento un plan de ejecución de mantenimiento en el sistema de drenaje y mejoras de las obras de arte, vías de acceso, etc., proporcionando un manejo eficiente del dren desde el punto de vista técnico- económica.

2.2 BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS

Los pavimentos están constituidos por capas superpuestas de diferentes espesores, creados para reducir y repartir los esfuerzos producidos por las cargas del tránsito con el fin de no causar daño a la subrasante, el diseño debe proporcionar una superficie de rodamiento que debe ser segura, lisa, confiable y sin exceso de desgaste; disminuyendo el ruido y la polución del aire satisfaciendo así los requerimientos estéticos, ambientales y económicos.

El proceso donde se determinan los componentes estructurales considerando la naturaleza de la subrasante, materiales disponibles, composición del tránsito vial y las condiciones del entorno se define como diseño de pavimento.

Por ello [19] establece que: para todo diseño estructural de pavimentos urbanos se deberá incluir el análisis detallado de los siguientes factores: capacidad de soporte (terreno y subrasante), clasificación, capacidad de aforo vehicular, comportamiento medido desde su inicio de funcionamiento hasta sobrepasar las condiciones establecidas (periodo de diseño), clima y modo de evacuación de las aguas pluviales. Asimismo, para garantizar la seguridad y confort (transitabilidad) se deberá determinar las características geométricas y se establecerá el tipo de pavimento a usar (durabilidad).

El cálculo comprende las siguientes fases: En la primera fase de diseño de la vía corresponde al proceso del: Diseño geométrico (donde se realiza la selección de la ruta, alineamiento, etc.), diseño de la capacidad (referido a la determinación de los carriles necesarios para satisfacer la demanda) y el diseño estructural para soportar las acciones de las cargas y medio ambiente. La segunda fase consiste en seleccionar el tipo de pavimentos, determinar las dimensiones que tendrán las capas y dosificación de los materiales.

2.2.1. PAVIMENTOS RÍGIDOS

Son estructuras cimentadas sobre una capa de base granular (o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal) y una capa de rodadura conformada por una losa de concreto. [20]

Los componentes considerados es el diseño estructural será la resistencia a flexión (MR), capacidad de soporte de la sub-rasante o sub base (Módulo K), clasificación de la vía urbana, aforo vial, nivel de serviciabilidad, vehículo de diseño, características geométricas, periodo de vida útil, distribución de cargas e integración de juntas y sardineles [19].

La estructura está constituida por las capas de:

Sub – base granular: “cumple la función de apoyo sobre la cual descansará la losa de concreto y amplificará la capacidad de soporte de la subrasante”.

Losa de concreto: “esta capa tiene por función resistir y distribuir uniformemente todas las cargas producidas por los vehículos a todas las capas que se encuentran por debajo de está” [19].

2.2.2. MECÁNICA DE SUELOS

Los estudios geotécnicos son factores importantes para establecer las propiedades y tipos de subsuelo adecuados para el diseño del proyecto. Estos consisten en extraer muestras representativas in situ del suelo mediante la excavación de calicatas donde paralelamente se realizará el registro la información encontrada, para luego ser llevados a un laboratorio para el análisis aplicando las exigencias establecidas por las normas técnicas.

Para efectuar el estudio de mecánica de suelos se deberá efectuar la exploración de suelos, dado que para identificar correctamente el tipo de suelos existentes a lo largo de una vía se deberá realizar el reconocimiento del terreno y a partir de ello establecer la programación para explorar el suelo.

Dentro de la programación, se establece efectuar las investigaciones in situ, considerando la ejecución de calicatas cuyas dimensiones estará en función a las características del material que compone a la vía. El número calicatas para el proyecto será estimado en función de la clasificación de vías como se indica en el Tabla 1.

TABLA 1 : Número de calicatas por tipo de vía

VIA	NÚMERO DE CALICATAS	ÁREA (M2)
Expresa	1 cada	2000
Arterial		2400
Colectora		3000
Local		3600

En proyectos de drenaje pluvial en áreas urbanas [21] especifica que en la exploración geotécnica se deberá considerar calicatas cada 100 m como distancia mínima y cada 500 m como distancia máxima.

Es importante identificar la existencia de suelos orgánicos, inestables, con nivel freático y rellenos con residuos sólidos, de comprobarse la presencia de los mismos las calicatas deberán profundizarse por lo menos 50 cm por debajo del terreno natural [20].

En cuanto al registro de la excavación los requisitos a cumplirse para la ejecución de calicatas serán las siguientes: La profundidad no deberá ser menor a 1.50 m por debajo de la cota final de la rasante de la vía, en una ficha se determinará el número de estratos y características encontradas, corresponderá ubicar las coordenadas UTM-WGS84 para su identificación, se extraerá de cada estrato muestras que representen en número y cantidad necesarios para aplicar los ensayos y obtener las características físico-mecánicas para el diseño del proyecto. Las muestras serán colocadas en bolsas de polietileno para conservar las propiedades de las muestras extraídas [20].

Las características obtenidas de los ensayos serán detalladas por tipo según lo indica el método AASTHO, SUCS y normas vigentes.

Los parámetros a determinar para este tipo de proyectos serán principalmente: índice plástico, granulometría, contenido de humedad, clasificación de suelos, índice de grupo, equivalente de grupo, ensayo de CBR y ensayo de módulo resiliente, etc. [20]

Los ensayos a realizarse serán basados en las normas indicadas en el Tabla 2.

TABLA 2 : Tipos de ensayos de laboratorio

TIPO DE ENSAYO	BASADO EN LA NORMA	OBJETIVO
Densidad natural	ASTM D 1556, NTP 339.143	Determinar la densidad que presenta el suelo.
Contenido de humedad	ASTM D 2216, NTP 339.127	Estimar el contenido de humedad presente en el suelo.
Limites de atterberg	ASTM D 4318, NTP 339.129	Miden la cohesión y contenido de humedad del suelo.
Análisis granulométrico	ASTM D 422, NTP 339.128	Permite conocer las propiedades físico-mecánicas de las partículas que componen al terreno.
Compacidad(Proctor modificado)	ASTM D 1557, NTP 339.141	Permite conocer la relación existente entre el contenido de humedad y el peso unitario seco de un suelo compactado.
Valor relativo de soporte	NTP 339.175	Mide la capacidad al esfuerzo cortante del suelo y evaluar la calidad de la subrasante, subbase y base en los pavimentos.

Finalmente, luego de culminar las actividades de la fase de campo y laboratorio de suelos se elaborará el informe de exploración que contendrá los tipos de suelos obtenidos por los métodos descritos anteriormente serán representados para cada una de las calicatas estudiadas mediante un perfil estratigráfico. La elaboración de los perfiles estratigráficos permitirá establecer el tipo de suelo idóneo a considerar en el diseño y organizar la programación de ensayos para establecer el cbr de diseño de cada sector según su homogeneidad.

Para lograr resultados idóneos es importante identificar los sectores con características geotécnicas similares a fin de uniformizar las propiedades físicas y mecánicas del suelo [20].

2.2.3. INGENIERÍA VIAL

En el ámbito urbano el sistema vial integrado y diseñado correctamente permite realizar una continuación del desplazamiento ordenado con diversos fines establecidos por los usuarios. Por ende, este desplazamiento deberá cumplir con las propiedades como permitir el movimiento, desplazamiento, comercialización, recopilación, acceso y final.

Su clasificación vial tiene sus complicaciones en áreas urbanas debido a la diversificación de usos dados al suelo, alta densidad y la falta de crecimiento urbano ordenado permiten proponer alternativas adicionales para asegurar la continuidad de las vías, considerando además la distancia de empalme y asequibilidad obteniendo diseños eficientes, seguros y con rápido acceso a las vías.

Según lo especificado por Montoya en [22] afirma que la categorización de las vías urbanas se establece en función a su capacidad de aforo, nivel de serviciabilidad, seguridad, funcionalidad y los diversos usos del suelo. Dentro de esta categorización están:

Vías Expresas: Este tipo de redes viales tienen como función unir una red interurbana con una red urbana usándose esencialmente para el transporte de paso (Punto de inicio y destino final). Por lo que, están diseñadas para trasportar gran afluencia vehicular circulando a mayor velocidad, poca accesibilidad y el flujo no posee interrupciones porque no existe intersecciones.

Vías Arteriales: Estas vías permiten la circulación vehicular con mayor fluidez, bajo acceso y el flujo presenta interrupciones debido a que considera interrupciones al considerarse intersecciones.

Vías Colectoras: Este sistema proporciona el acceso entre zonas residenciales, zonas comerciales e industriales. También sirven para la circulación de vías locales a las arteriales donde el flujo de tráfico es discontinuo por las intersecciones con semáforos cercanos.

Vías Locales: Este tipo de vías tiene por objetivo esencial facilitar el ingreso y salida a los pedios, el tipo de vehículos que circularán serán livianos, esporádicamente vehículos semipesados. Estas vías se enlazan entre sí y con vías colectoras.

2.2.4. TRÁFICO VIAL

a. Conocimiento de la demanda.

La capacidad de circulación de tráfico en un periodo de tiempo es un factor importante que influye directamente en la proyección funcional del diseño vial urbano. La estimación del volumen de tránsito tiene como finalidad conseguir información del desplazamiento vehicular y peatonal expresados en función al tiempo.

b. Volúmen de tránsito

Se estima como la cantidad de automóviles que transitan por un carril en un periodo de tiempo. Se expresa en Veh/día o Veh/hr, y se calculara mediante:

TABLA 3 : Ecuación para cálculo de volúmen de tránsito

VOLÚMEN DE TRÁNSITO	
FÓRMULA	COMPONENTES
$Q = \frac{N}{T}$	N = Número total de vehículos que transitan (Vehículos)
	T = Periodo de tiempo determinado (unidades de tiempo)
	Q = Vehículos que transitan por unidad de tiempo (Veh / T)

c. Volúmen de tránsito promedio diario (TPD)

Se considera como la cantidad total vehicular que transitan a lo largo de un tiempo establecido, es decir a los días completos igual o menor a un año y mayor que un día dividido entre el número de días [23]

TABLA 4 : Ecuación para cálculo TPD

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO		
SEMANAL	MENSUAL	ANUAL
$TPDS = \frac{TS}{7 \text{ días}}$	$TPDS = \frac{TM}{30 \text{ días}}$	$TPDA = \frac{TA}{365 \text{ días}}$

d. Índice medio diario anual (IMDA)

Para el cálculo del Imda se deberá disponer de la cantidad total vehicular que transitan durante un año y los índices de variación mensual. El Imda significa el promedio aritmético de la capacidad diaria para todos los días del año. [24]

e. Tasa de crecimiento y proyección

La estimación del incremento vehicular se calcula considerando las cuantificaciones sociales y económicas como la población total, población económica activa, población ocupada y registro del volumen vehicular actual estimado por encuestas. [24]

TABLA 5 : Ecuación para cálculo de tasa de crecimiento

TASA DE CRECIMIENTO Y PROYECCIÓN	
FÓRMULA	COMPONENTES
$P_f = P_0(1 + T_c)^n$	Pf = Tránsito final
	Po = Tránsito actual (año base)
	n = Número de años del periodo de diseño
	Tc = Tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo

f. Determinación del factor dirección

Se relaciona con el volumen de vehículos pesados que se desplazan en una dirección. Se considera como la mitad del total de volumen que circula en los dos sentidos [20].

g. Determinación del factor carril

Se estima en función del carril que registra mayor cantidad de ejes equivalentes.

TABLA 6 : Factores de distribución de diseño

Nº DE CALZADAS	Nº DE SENTIDOS	Nº DE CARRILES POR SENTIDO	FACTOR DIRECCIONAL (FD)	FACTOR CARRIL (FC)	FACTOR PONDERADO FD X FC PARA CARRIL DE DISEÑO
1 calzada	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
		2		0.80	0.80
		3		0.60	0.60
		4		0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
		2		0.80	0.40

h. Determinación del periodo de diseño

Lo establecido en el reglamento determina que el periodo de diseño está en función al grado relevancia de la vía, para pavimentos asfálticos será de entre 10 y 20 años y en pavimentos rígidos será de 20 años.

i. Estimación de repeticiones de ejes equivalentes

Los ejes equivalentes son parámetros de equivalencia que expresa la consecuencia destructiva de las diferentes cargas por los tipos de ejes que posee los diferentes vehículos pesados sobre el pavimento.

2.2.5. ESTUDIO DE CANTERAS

El estudio de canteras proporciona las características de los materiales naturales (agregados) que cumplen un rol importante en el diseño de pavimentos e influirán directamente sobre la durabilidad, calidad y economía de los proyectos viales.

Por tal razón la reducción de la ruta para transportar y transformar los materiales argumenta la ejecución sistemática en la zona del proyecto obteniendo el rápido procesamiento, disponibilidad de los materiales y disminuyendo los costos en el proceso de construcción.

2.2.6. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

Para el diseño de pavimentos se empleará la Metodología Aashto 93 con la finalidad de determinar el número estructural requerido (SN_r), lo cual servirá para identificar y determinar los espesores que formarán parte de la estructura del pavimento que serán cimentados sobre la subrasante para resistir las cargas vehiculares según el periodo de diseño determinado [25].

TABLA 7 : Ecuación para cálculo del Número Estructural

$$\log_{10}(W_{8.2}) = Z_R S_D + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32P_t) \times \log_{10}\left(\frac{M_r C_{dx}(0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 J (0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(\frac{E_c}{k})^{0.25}})}\right)$$

TABLA 8 : Componentes para calcular el NSr

COMPONENTES PARA CÁLCULO DEL (NSr)	
COMPONENTE	DENOMINACIÓN
(W18)	Número de ejes equivalentes (EE de 8.2 tn)
(S0)	Desviación estándar (S0) valor comprendido entre $0.30 < S0 < 0.40$
D	Se define como el espesor del pavimento de concreto, en mm.
(ΔPSI)	Diferencial de serviciabilidad
$M_r = a \sqrt{f'c}$	Módulo de rotura (medida de la resistencia a la tracción por flexión del concreto)

TABLA 9 : Número de Repeticiones Acumulados de EE de 8.2t

TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
TP1	> 150 000 EE ≤ 300 000 EE
TP2	> 300 000 EE ≤ 500 000 EE
TP3	> 500 000 EE ≤ 750 000 EE
TP4	> 750 000 EE ≤ 1 000 000 EE

2.2.7. DRENAJE PLUVIAL URBANO

El drenaje urbano es la sistematización de las actividades materiales que tienen como propósito de evacuar las aguas de lluvia ya sea por gravedad o por bombeo para no obstaculizar el libre desarrollo de las actividades humanas, es decir salvaguarda la seguridad e integridad física de las personas y las propiedades [26].

Por esta razón [21] establece que será obligatorio contar con un sistema de drenaje pluvial las zonas que registren lluvias habituales iguales o mayores a 10 mm en 24 horas.

El sistema de drenaje pluvial urbano se deberá elaborar considerando los estudios topográficos, hidrológicos, geotécnicos, hidráulicos, impacto ambiental, compatibilidad de uso y la valoración económica de operación y mantenimiento.

Ahora bien, en todo diseño de drenaje pluvial se establecen condiciones hidráulicas para el cálculo de:

a. Caudal de diseño

El caudal de diseño será estimado en función del área de la cuenca como se indica en el Tabla 10 .

TABLA 10: Criterios para estimar el caudal de diseño

CRITERIOS PARA DETERMINAR EL CAUDAL DE DISEÑO	
MÉTODO	CUENCAS
RACIONAL	Área de cuenca es menor o igual a 13 Km ²
HIDROGRAMA UNITARIO	Área de cuencas mayores de 13 Km ²

b. Captación en zona vehicular (pistas)

Para la evacuación de la escorrentía que fluye por la calzada, vereda y sistema de evacuación de las viviendas se considerará la orientación que deberá tener el flujo con el objetivo de favorecer la concentración del agua que discurre sobre el pavimento hacia los extremos de la calzada como se indica en el Tabla 11.

TABLA 11 : Criterios para la orientación de flujos en pistas

CRITERIOS PAR ORIENTACIÓN DEL FLUJO EN PISTAS	
PENDIENTE	ORIENTACIÓN DEL FLUJO
LONGITUDINAL SL	Deberan ser mayores o guales a 0.5 %
TRANSVERSAL St	Serán de 2% a 4%

c. Sumideros

El uso del tipo de sumideros está en función de las condiciones hidráulicas, económicas y de ubicación. La ubicación de los sumideros depende del caudal, pendiente, la ubicación y geometría de enlaces e intersecciones, ancho del flujo permisible del sumidero, volumen de residuos sólidos, acceso vehicular y peatonal.

Generalmente los sumideros deberán colocar en puntos bajos, esquinas de cruces de las calles y cuando las manzanas tienen longitudes grandes se considera sumideros intermedios.

d. Rejillas

Las rejillas se clasifican en función a:

TABLA 12 : Clasificación y dimensión de rejillas

CLASIFICACIÓN Y DIMENSIONES DE REJILLAS			
MATERIAL	POSICIÓN SEGÚN EL SENTIDO DEL FLUJO	DIMENSIONES	ESPACIAMIENTO DE BARRAS
Fierro fundido	Rejillas horizontales	24" x 40"	20 mm o 3/4"
Fierro laminado	Rejillas verticales	18" x 40"	35 mm o 1 3/8"
	Rejillas horizontales y verticales		50 mm o 2"

e. Colectores de aguas pluviales

El drenaje pluvial está unido a una red de conductos subterráneos y canales que aumentan en función al área de drenaje. Se deberá tener en consideración la ubicación, alineamiento, diámetro de tubería, resistencia, tipo de tubería a usar, altura de relleno, diseño hidráulico, velocidad mínima, velocidad máxima y pendiente mínima a fin de evacuar eficientemente la escorrentía de lluvia que discurre por la superficie.

TABLA 13 : Diámetros mínimos en tuberías de colectores

DIÁMETROS MÍNIMOS EN TUBERÍA DE COLECTORES	
TIPO DE COLECTOR	φ MÍNIMO (m)
COLECTOR TRONCAL	0.50
LATERAL TRONCAL	0.40
CONDUCTOR LATERAL	0.40

TABLA 14: Resistencia por tipo de tubería

RESISTENCIA Y TIPOS DE TUBERIA	
RESISTENCIA	TIPO DE TUBERIA
Deberan cumplir con las especificaciones de resistencia según las normas NTP, ASTM, AWWA o DIN	Asbesto cemento
	Concreto armado centrifugado
	Hierro fundido dúctil
	Concreto pretensado centrifugado
	Poly (Cloruro de vinilo)(PVC)
	Concreto armado vibrado con recubrimiento interior de polietileno PVC
	Poliéster reforzado con fibra de vidrio GRP
Arcilla vitrificada	

TABLA 15: Parámetros de diseño hidráulico

PARÁMETROS	
ALTURA DE RELENO	DISEÑO HIDRÁULICO
Profundidad mínima a la clave de la tubería desde la rasante de la calzada debe ser 1 m. Aplicar las consideraciones en las NTP o ASTM o DIN.	Para el diseño hidráulico de colectores se aplicará el criterio de diseño de conductos cerrados. El cálculo de caudales se calculará aplicando la fórmula de Manning.

TABLA 16: Coeficientes de rugosidad de manning

COEFICIENTES DE RUGOSIDAD DE MANNING	
TUBERÍA	COEFICIENTE
Asbesto cemento	0.010
Hierro fundido dúctil	0.010
Cloruro de polivinilo	0.010
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0.010
Concreto armado liso	0.013
Concreto armado con recubrimiento PVC	0.010
Arcilla vitrificada	0.010

TABLA 17: Parámetros mínimos de velocidad y pendiente

PARÁMETROS MÍNIMOS	
VELOCIDAD	PENDIENTE
La velocidad mínima requerida será de 0.90 m/s fluyendo a tubo lleno para evitar la sedimentación de arenas y gravas.	Las pendientes mínimas en función al ϕ serán las que satisfagan la velocidad de 0.90 m/s fluyendo a tubo lleno.

De igual forma los sistemas de drenaje pluvial están constituidos por los siguientes componentes:

a. Estructuras de captación

Tiene la función de recolectar el caudal de escorrentía por medio de sumideros previamente determinados para la circulación controlada de las aguas que discurren por la superficie. Generalmente se colocan rejillas cuya finalidad es restringir la entrada de componentes que taponen las tuberías.

Asimismo, el sistema mediante la red de drenaje deberá recibir los caudales captados por las canaletas instaladas en los tejados de las viviendas.

b. Estructuras de conducción

Estas estructuras tienen como finalidad conducir las aguas que han sido captadas a través del conjunto de conductos cerrados o abiertos hacia un emisor o planta de tratamiento según el sistema de drenaje utilizado.

Los conductos cerrados (tuberías) deberán contar con pendientes que faciliten la descarga por medio de la gravedad y aseguren la auto-limpieza, considerando la pendiente natural o de la rasante, reduciendo al mínimo el movimiento de tierras [12].

c. Estructuras de conexión y mantenimiento

La construcción de estas estructuras (buzones) se considerará cuando exista cambios de pendientes, diferentes diámetros de tuberías, cambios de dirección, inicios de red e intersecciones con la finalidad de facilitar el acceso para realizar las actividades de mantenimiento e inspección en tuberías y descarte de inconvenientes futuros [12].

d. Estructuras de descarga

“Son estructuras que posibilitan la correcta descarga de las aguas recolectadas previniendo futuros desperfectos en los últimos tramos de alcantarilla que pueden ser originados por la corriente a donde descarga el sistema o el propio flujo de salida del conducto. Se pretende monitorear el aumento de riesgos de inundación, incremento excedido de la erosión y sedimentación de las fuentes naturales o artificiales por medio de estas estructuras [12].

e. Disposición final

Se define como el destino final del flujo que puede ser vertido de manera directa a un dren abierto o cerrado, con el aforo suficiente para admitir el caudal adicional [12].

ASPECTOS HIDROLÓGICOS

a. Ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico representa el proceso que sufre el agua para llegar hasta los océanos, atmósfera y la tierra. Los ciclos importantes para el estudio de proyecto de drenaje pluvial son las precipitaciones y el escurrimiento superficial debido al impacto que pueden ocasionar en las ciudades sino cuentan con un sistema para evacuar las aguas. [27]

b. Caudal de escurrimiento

TABLA 18: Métodos para estimar el caudal de diseño

CRITERIOS PARA DETERMINAR EL CAUDAL DE DISEÑO	
MÉTODO	CUENCAS
RACIONAL	Área de cuenca es menor o igual a 13 Km ²
HIDROGRAMA UNITARIO	Área de cuencas mayores de 13 Km ²

c. Método racional

En espacios urbanos el área de drenaje está formado por sub cuencas o sub áreas de diferentes tipos. El caudal pico será estimado aplicando el método racional.

TABLA 19: Fórmula del caudal de diseño

FÓRMULA	COMPONENTES
$Q = 0.278 * \sum_{j=1}^m C_j \cdot A_j$	Q = Caudal pico m ³ /s
	I = Intensidad de lluvia de diseño mm/hr
	m = Número de subcuencas drenadas
	C _j = Coeficiente de escorrentia de j-ésima subcuenca
	A _j = Área de drenaje j-ésima subcuenca Km ²

d. Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía deberá determinarse considerando las características del suelo, tipo de zona urbana, intensidad de la lluvia, pendientes del terreno, almacenamiento por depresiones en la zona y utilizar las tablas de coeficientes.

TABLA 20: Coeficientes de escorrentía según el Método Racional

COEFICIENTES DE ESCORRENTIA SEGÚN MÉTODO RACIONAL							
SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
ÁREAS URBANAS	2	5	10	25	50	100	500
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/ Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
ZONAS VERDES (Jardines, parques, etc)							
Condición pobre (Cubierta de pasto < 50% del área)							
Plano 0 – 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2% – 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente superior 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62

TABLA 21: Coeficientes de escorrentía promedio en áreas urbanas

COEFICIENTES DE ESCORRENTIA PROMEDIO EN ÁREAS URBANAS (Periodo de retorno de 5 a 10 años)	
SUPERFICIE	COEFICIENTE
CALLES	
Pavimento asfáltico	0.70 a 0.95
Pavimento de concreto	0.80 a 0.95
Pavimento de adoquines	0.70 a 0.85
Veredas	0.70 a 0.85
Techos y Azoteas	0.75 a 0.95
CÉSPED, SUELO ARENOSO	
Plano (0 – 2%) Pendiente	0.05 a 0.10
Promedio (2% – 7%) Pendiente	0.10 a 0.15
Pendiente superior (>7%) Pendiente	0.15 a 0.20
CÉSPED, SUELO ARENOSO	
Plano (0 – 2%) Pendiente	0.13 a 0.17
Promedio (2% – 7%) Pendiente	0.18 a 0.22
Pendiente superior (>7%) Pendiente	0.25 a 0.35
PRADERAS	0.20

e. Intensidad de lluvia

“La intensidad se considera como la cantidad de agua que cae por unidad de tiempo en un lugar determinado. La duración de la lluvia es el intervalo de tiempo que media entre el principio y el final de la lluvia y se expresa en minutos.

El tiempo de concentración se estima como el tiempo que transcurre en el cual una gota de agua que cae en la parte más lejana de la cuenca, ingresa en las primeras estructuras de recolección (sumideros) y de allí a través de los conductos hasta el punto considerado” [28].

f. Área de drenaje

A partir de los planos topográficos se deberá determinar la forma y el área de la cuenca, por lo que las curvas de nivel deberán tener intervalos que permitan determinar la dirección que toma el flujo superficial. Es importante considerar las sub cuencas contribuyentes a cada uno de los puntos de captación y canalización.

g. Periodo de retorno

Se determina como la probabilidad con la que puede ocurrir un evento en un tiempo específico. Los factores que influyen para determinar el periodo de diseño y brindar seguridad ante la ocurrencia de dicho evento serán: la seguridad nacional, tipos de vías, uso del suelo y la función que cumple el sistema [28].

III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El proyecto denominado “Análisis y Diseño de la Pavimentación y Drenaje Pluvial de la Zona Urbana de Batangrande, Distrito de Pítipo, Lambayeque 2019” desarrollará el siguiente tipo y nivel de investigación:

Considerando la finalidad que persigue el proyecto corresponde al tipo de investigación aplicada porque, busca aplicar conocimientos relacionados con geotecnia, hidrología, ingeniería de tráfico e ingeniería civil durante la obtención y procesamiento de información cumpliendo así con los objetivos planteados.

El nivel de investigación muestra el alcance del proyecto y de acuerdo con el diseño de la investigación pertenece al nivel descriptivo y cuantitativo lo que requiere de una descripción y análisis detallado del contexto existente mediante la recopilación de información.

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El proyecto planteado se basa en un diseño no experimental porque no existe manipulación de variables, los fenómenos se observan y analizan desde la perspectiva del ambiente natural sin ser modificados intencionalmente. [29]

La metodología empleada para el diseño de investigación será el de una investigación basado en objetivos según se muestra a continuación:

$$\mathbf{OG} = \left\{ \begin{matrix} \mathbf{Oe}_1 \\ \mathbf{Oe}_2 \\ \mathbf{Oe}_3 \\ \mathbf{Oe}_4 \\ \mathbf{Oe}_5 \end{matrix} \right\} \rightarrow \left\{ \begin{matrix} \mathbf{Cp}_1 \\ \mathbf{Cp}_2 \\ \mathbf{Cp}_3 \\ \mathbf{Cp}_4 \\ \mathbf{Cp}_5 \end{matrix} \right\} = \mathbf{CF}$$

Donde:

OG: Objetivo General (Diseño del pavimento y drenaje pluvial)

Oe : Objetivos específicos

Cp : Conclusiones parciales

CF : Conclusión Final

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO

La población y muestra involucra a los 2892 habitantes de los 4 sectores que constituyen la Zona Urbana de Batángrande: Construcción, Mangos, Quinta y Balsa con un total de 33.4 hectáreas aproximadamente. El tipo de muestreo corresponde a un muestreo no probabilístico.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas aplicadas para la recopilación de la información necesaria para el desarrollo del proyecto consisten en:

Método: Observación directa

Consiste en percibir el estado de todos los aspectos involucrados para la elaboración del proyecto:

Instrumentos de Topografía

- Estación total
- Nivel topográfico
- GPS Manual
- Jalones
- Prismas
- Miras
- Winchas

Instrumentos de laboratorio de mecánica de suelos

- Balanza de Precisión
- Zarandas
- Copa Casagrande
- Espátulas
- Horno
- Bolsas herméticas
- Winchas

Instrumentos de oficina

- Computadoras
- Impresoras
- Memorias USB

3.5. PROCEDIMIENTOS

3.5.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

3.5.1.1. GENERALIDADES

El presente estudio técnico de topografía forma parte del proyecto denominado: Análisis y diseño de la pavimentación y drenaje pluvial de la zona urbana de Batangrande, distrito de Pítipo, Lambayeque 2019.

La elaboración tiene como base los lineamientos establecidos en las normas vigentes. Las actividades que constituyen este informe muestran la obtención de toda la información del área urbana de Batangrande y zonas colindantes por donde se trazaran las rutas del pavimento con las obras a proyectarse, lo cual es el resultado de las actividades ejecutadas y procesadas sistemáticamente en campo como en gabinete.

Es preciso indicar que el levantamiento topográfico se desarrollará considerando como base una poligonal cerrada con medida directa utilizando una estación total como instrumentos de precisión. Se determinará los puntos que constituirán la red topográfica, los mismos que serán monumentados y nivelados geoméricamente para mayor precisión y seguridad del circuito cerrado. Se iniciará desde un BM establecido con un GPS Navegador de +/- 2 m de precisión cuyos valores fueron proporcionados con el elipsoide WGS84 y con mediciones geométricas de ida y vuelta a cada uno de los puntos que forman la red topográfica.

Las actividades se realizarán en base a un cronograma establecido para las diferentes etapas. Es importante recalcar que toda la base topográfica será “amarrada” al elipsoide WGS84.

Todos los conceptos, cálculos y diseños poseen estrecha relación con la Norma Técnica peruana, asegurando la compatibilidad con el proyecto en estudio.

Para el trabajo se considerará los siguientes parámetros, con la cual se obtuvo la información de campo como gabinete y están en función a:

- Zona : Paralelo 17 S, referido al Meridiano de Greenwich.
- Elipsoide : WGS-84, en Proyección Universal Transversa Mercator (U.T.M).
- Datum : Alturas referidas sobre el nivel medio del mar (m.s.n.m.).

3.5.1.2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Tiene como finalidad establecer físicamente las características de los bienes inmuebles existentes en la zona urbana de Batángrande, obras existentes de alcantarillado (Buzones, buzonetos, conexiones domiciliarias de alcantarillado), calles, avenidas y tendido de redes eléctricas. De modo, que cuando se realice el trazo de las vías se considere las posibles dificultades a encontrarse como por ejemplo cruce de tuberías eléctricas, telefonía, conexiones domiciliarias de saneamiento a fin de establecer medidas de solución con criterio técnico.

Objetivo principal:

El objetivo principal del trabajo consiste en adquirir las coordenadas de los diferentes puntos que constituyen las redes topográficas que son la base y soporte para realizar el levantamiento topográfico y replanteo de todos los componentes que constituyen el proyecto.

Objetivos específicos:

En campo:

Realizar el reconocimiento preliminar del área de trabajo.

Realizar el levantamiento topográfico del área en estudio.

Realizar la ubicación, monumentación estratégica de BM'S y realizar la nivelación.

En Gabinete:

Elaborar el plano de planta general.

Efectuar la creación de curvas de nivel.

3.5.1.3. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

Para efectuar el reconocimiento en el área de estudio se considerará como punto de inicio el parque principal de Batangrande que por medio de una inspección visual y recorrido a pie se definirán las actividades, metodología a ejecutarse durante el levantamiento topográfico.

3.5.1.4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Presenta un relieve relativamente plano con pequeñas ondulaciones. Por consiguiente, se evidencian pequeñas inclinaciones que van de norte a sur y de este a oeste. El área del proyecto presenta calles pavimentadas y no pavimentadas.

3.5.1.5. PLAN DE TRABAJO

A. FASE PRELIMINAR

Definición de parámetros

Comprende en definir los siguientes parámetros para realizar los trabajos de campo:

Aspecto físico: Se basa en identificar los linderos o límites de los predios existentes dentro de la zona de trabajo y también comprende la identificación y clasificación de los detalles topográficos (relieve, huacas, canales de drenaje, etc.).

Toponimia: Se consideró los siguientes nombres:

Nombres de Sectores, zonas recreación, propiedades privadas y públicas.

Nombres de vías principales, secundarias, etc.

Los códigos a utilizarse para el levantamiento topográfico fueron:

TABLA 25: Códigos utilizados en vías

LEVANTAMIENTO DE VÍAS	
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
Vereda	VE
Pavimento	PV
Rampa	RA
Camino de herradura	CH

TABLA 26: Códigos utilizados en manzanas

LEVANTAMIENTO DE MANZANAS	
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
Manzana	MZ
Límite de casa	LC
Bebederos	BE
Colegio	CO
Cerco	CE
Mercado	ME
Muro	MU

TABLA 27: Códigos para áreas pública

LEVANTAMIENTO ÁREAS PÚBLICAS	
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
Parque principal	PP
Plataforma	PL
Arco	AR
Huaca	HU

TABLA 28: Códigos para obras de agua potable

LEVANTAMIENTO OBRAS AGUA POTABLE	
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
Hidrante	HI
Pozo tubular	PT
Caja de agua	CA

TABLA 29: Códigos para obras de alcantarillado

LEVANTAMIENTO OBRAS ALCANTARILLADO	
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
Caja de desagüe	CD
Buzón	BZ
Laguna de oxidación	LO

TABLA 30: Códigos para obras eléctricas

LEVANTAMIENTO OBRAS ELÉCTRICAS	
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
Poste	PO

TABLA 31: Códigos en áreas libres

LEVANTAMIENTO ÁREAS LIBRES	
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
Terreno natural	TN
Terreno de cultivo	TC
Árbol	AB

TABLA 32: Códigos para red topográfica

LEVANTAMIENTO DE BMS	
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
Hito	HI

B. TRABAJO DE CAMPO

El alcance de los trabajos de campo comprende las siguientes actividades:

Ubicación de la poligonal topográfica: Consistió en la ubicar estratégicamente los vértices que constituirán la poligonal con el fin de realizar el levantamiento preciso del área en estudio.

Ubicación red topográfica (BM'S): Consistió en la ubicar estratégicamente y monumentar los BM'S con el objetivo de formar una red topográfica para realizar el levantamiento rápido y preciso.

Levantamiento de límites de manzana: Comprende en determinar los límites del terreno (límites circundantes al terreno), para mayor exactitud se ha complementado con la medición de las manzanas y frentes de los predios con wincha metálica.

Levantamiento seccionado de vías: Para el levantamiento de vías se consideró veredas, jardines, sardineles, bermas, cunetas, ejes de las vías todo lo señalado inicialmente se realiza seccionando perpendicular a la vía.

Levantamiento de obras de alcantarillado: Se consideró las conexiones domiciliarias, buzones, buzonetas, etc.

Levantamiento de obras de agua potable: Consistió en determinar las conexiones domiciliarias, hidrantes, reservorio, captación, etc.

Levantamiento de obras de eléctricas: Se consideró el levantamiento de postes de alumbrado público y media tensión eléctrica.

Nivelación de la red topográfica (BMS): Este método nos permitirá establecer directamente el desnivel de cada uno de los puntos de la red topográfica (BM'S).

La nivelación de la poligonal topográfica y red topográfica se efectuó de la siguiente manera:

Nivelación de puntos primarios: Se consideró como puntos de nivel primario los BM'S monumentados en los cuatro sectores y serán puntos de control durante el levantamiento topográfico.

Nivelación de puntos secundarios: Son los puntos de cambios que sirvieron de apoyo para enlazar puntos primarios, en estos puntos de cambio se colocó la mira para efectuar las lecturas. En calles sin pavimentar se han considerado estacas de fierro para su ubicación y en calles pavimentadas se han pintado con pintura esmalte.

C. TRABAJO DE GABINETE

Luego de culminado los trabajos preliminares y de campo se procederá a elaborar los planos topográficos considerando la información obtenida en campo:

Información planimétrica: que comprende la información relacionada con límites de manzanas (límites contiguos al terreno, límites de veredas), sección transversal de la vía (límite de veredas, límite de jardines, límite de sardineles, límite de bermas, sección de cunetas, eje de vías), obras de alcantarillado (conexiones domiciliarias, buzones y buzonetas), obras de agua potable (conexiones domiciliarias, hidrantes, reservorios, captaciones), obras eléctricas (postes

de media tensión eléctrica y alumbrado público), áreas verdes (parque principal, parque infantil), patrimonio cultural (huacas, hacienda de Batangrande)

Información altimétrica: Se designará las curvas de nivel acotadas a cada *0.50 m*. El traslado de la cota conocida (BM) tiene como elevación 112.00, Datum Vertical: Sobre Nivel Medio del Mar (s.n.m.m) hasta el BM principal ubicado en la Calle Real.

Datos técnicos de topografía: Se realizó el levantamiento topográfico considerando:

Zona : Paralelo 17 S, referido al Meridiano de Greenwich.

Elipsoide : WGS-84, en Proyección Universal Transversa Mercator (U.T.M).

Datum : Alturas referidas sobre el nivel medio del mar (m.s.n.m.).

3.5.1.6. PERSONAL Y EQUIPOS UTILIZADOS.

BRIGADA DE CAMPO Y GABINETE.

La brigada de campo estuvo conformada por.

01 Topógrafo.

03 Ayudantes de Topografía.

EQUIPO DE COLECTOR DE DATOS.

Los equipos utilizados durante el levantamiento topográfico son los siguientes:

01 Estación total Leica TS06.

01 Porta prisma.

02 Teléfonos celulares de una red privada móvil.

01 GPS.

01 Nivel de ingeniero Topcom AT-G6.

02 Miras de aluminio de 5 m.

01 Wincha Métrica Stanley metálica 50 m.

01 Cámara fotográfica.

Pintura

Estacas de fierro.

EQUIPOS DE COMPUTO.

Para el procesamiento de datos se consideró:

02 Computadoras Portátiles (Laptop Intel Core I7 Gen).

02 Memorias externas de 32 GB.

01 Impresora.

01 GPS.

01 Nivel de ingeniero Topcom AT-G6.

02 Miras de aluminio de 5 m.

01 Wincha Métrica Stanley metálica 50 m.

PROGRAMAS DE SOFTWARE TOPOGRÁFICO.

AutoCAD Civil 3D 2018.

Excel 2016.

Bloc de notas.

3.5.2. ESTUDIO DE TRÁNSITO

3.5.2.1. GENERALIDADES

Las actividades ejecutadas que forman parte del estudio de tráfico proporcionan la información del índice medio diario anual (IMDA), características del volumen de tráfico de las vías determinadas como materia de estudio y proyección de la demanda del tráfico para los próximos 20 años aspecto importante para la planificación y diseño asegurando a viabilidad y durabilidad de los pavimentos urbanos.

Se ha realizado la identificación de tramos homogéneos y las avenidas con mayor concurrencia vehicular con el objetivo de establecer el índice medio anual (IMDA), ejes equivalentes y los parámetros indicados para el diseño.

3.5.2.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El estudio tiene el propósito determinar las características del tráfico y proyectarlo para un periodo de diseño de 20 años.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Identificar las estaciones donde se realizará la encuesta

Determinar el tipo de vehículo con mayor transitabilidad

Determinar los factores de corrección según el tipo de vehículos de la estación más cercana.

Determinar el índice medio anual proyectado

Determinar la tasa de crecimiento vehicular para la zona urbana de Batangrande

Determinar el IDMa proyectado a 20 años

Determinar los factores de distribución para determinar el ESALS de diseño

Determinar el ESALS según el estudio de tráfico

3.5.2.3. PLAN DE TRABAJO

A. ETAPA DE PLANEACIÓN

La etapa de planificación consistió en determinar las estaciones para realizar el conteo vehicular y obtener un registro exacto de los vehículos.

B. ETAPA DE CAMPO

El conteo y clasificación vehicular se realizó las 24 horas del día por una semana, considerando días laborables y fines de semana desde el jueves 12 septiembre hasta miércoles 18 de septiembre. Para el conteo vehicular se efectuó el registro del tipo de vehículo y la hora que transitó:

Ligeros (VHL1-VHL2)

Pesados (C2 - C 3 – 3S3)

C. ETAPA DE GABINETE

Se detalla la metodología de trabajo

Se verificará la consistencia de la información de campo

Se elaborarán tablas y gráficos estadísticos con variación diarias y horarias por tipo de vehículo del IMDA y sentido.

Determinar el factor de corrección según los datos del peaje más cercano.

Se calcula el IMDA

Se determina los factores de distribución para el cálculo del ESAL

Se efectúa el cálculo del ESAL de diseño

3.5.2.4. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE CONTROL

Las estaciones seleccionadas para el conteo vehicular involucran las siguientes vías:

Estación 01: Se sitúa en la intersección de las calles Real y Progreso.

Estación 02: Se sitúa en las intersecciones de la avenida Pativilca, calle Los Claveles y el Dátil.

Figura N° 1: Estaciones de control de tránsito



Figura N° 2: Área de influencia de las Estaciones N° 01 - N° 02



3.5.2.5. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La información obtenida del conteo y clasificación vehicular se procesó en un formato Excel. Una vez calculado el volumen promedio de tránsito según la hora, clasificación vehicular y sentido se estimó la variación horaria, índice medio diario semanal (IMDS) e índice medio diario anual (IMDA) en función de las siguientes ecuaciones.

TABLA 33: Ecuación del IMDa

CÁLCULO DEL IMDa	
FÓRMULA	COMPONENTES
$IMD_a = IMD_s * FC$ $IMD_s = \sum \frac{Vi}{7}$	IMDa = Índice medio anual
	IMDs = Índice medio semanal
	Vi = Volúmen vehicular diario
	FC = Factor de corrección estacional

TABLA 34: Ecuación compensada del IMDa

CÁLCULO DEL IMDa	
FÓRMULA	COMPONENTES
$IMDa = IDMS \pm A$ $A = k * E$	A = Máxima diferencia entre IMDa e IMDs
	K = Número de desviaciones estándar según el nivel de confiabilidad deseado
	E = Error estándar de la media

TABLA 35: Ecuación de la desviación estándar poblacional

CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR POBLACIONAL (σ)	
FÓRMULA	COMPONENTES
$\sigma = \frac{S}{\sqrt{n}} \left(\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right)$	S = Desviación estándar muestral
	n = Tamaño de la muestra en número de días del aforo
	N = Tamaño de la población en número de días del año

TABLA 36: Ecuación de la desviación estándar muestral

CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR MUESTRAL (s)	
FÓRMULA	COMPONENTES
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TDi - TMDs)^2}{n - 1}}$	TDi = Volúmen de tránsito del día i
	TMDs = Volúmen de tránsito semanal

3.5.2.6. FACTOR DE CORRECCIÓN

Para el proyecto en estudio los factores de corrección corresponden a la Estación Mocce ubicada a 50.2 Km de proyecto. Los factores de Corrección Estacional fueron considerados para:

TABLA 37: Factores de corrección (Estación Mocce)

FACTORES DE CORRECCIÓN - ESTACIÓN MOCCE	
VEHÍCULOS LIVIANOS	VEHÍCULOS PESADOS
1.0422	1.0824

3.5.3. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

3.5.3.1. GENERALIDADES

Se ha efectuado la exploración y muestreo con el fin de identificar y establecer las propiedades físicas, mecánicas del suelo que forma parte del proyecto: “Análisis y Diseño del Pavimento con Sistema de Drenaje Pluvial de la Zona Urbana de Batangrande, Distrito de Pítipo, Provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque 2019”.

El estudio comprende las fases de: Trabajos de Campo basada en la exploración y muestreo (Extracción de muestras alteradas e inalteradas), trabajos de laboratorio que involucra realizar los ensayos de laboratorio y finalmente la interpretación de los resultados alcanzados.

El presente estudio detalla la descripción de las actividades ejecutadas en campo y el análisis de los resultados alcanzados durante la aplicación de los ensayos con la finalidad de cumplir con los objetivos establecidos para el presente estudio geotécnico considerado un aspecto esencial para el desarrollo de proyectos viales con sistema de drenaje pluvial.

3.5.3.2. PLAN DE TRABAJO

A. FASE PRELIMINAR

La fase preliminar involucra las siguientes actividades:

Evaluar el número de calicatas necesarias para el proyecto.

Determinar el tipo de muestras a extraer para establecer las propiedades del subsuelo.

B. TRABAJOS DE CAMPO

Calicatas: El método para realizar la exploración y muestreo se basó en la realización de calicatas.

El programa elaborado se basó en la realización de la exploración manual de suelos de 12 calicatas en total de dimensiones de 1.20 m x 1.20 m y profundidad mínima de - 1.50 m a cielo abierto. Las calicatas se identificaron con la nomenclatura C-1, C-2 ...C12, lo cual se ha distribuido convenientemente según los parámetros establecidos en las normas vigentes.

Muestras inalteradas: Se realizó la extracción de muestras inalteradas con el fin de obtener la propiedades mecánicas y resistencia del subsuelo a partir del ensayo de corte directo fijándose la capacidad de soporte del terreno sobre el cual se cimentará el pavimento. La extracción de las muestras inalteradas se efectuó sin modificar su densidad natural conservando sus características naturales y evitando la pérdida de humedad natural.

Muestras alteradas: La extracción de las muestras alteradas se obtuvo con el propósito de establecer la clasificación geológica y geotécnica del subsuelo por lo que se realizara a tajo abierto perdiendo sus propiedades iniciales.

Se tomaron muestras sueltas de cada uno de los tipos de suelos identificados en cantidad suficiente para efectuar los ensayos de: Contenido de humedad, límite líquido y plástico, granulometría, proctor – CBR y así determinar el perfil estratigráfico.

Registro de excavaciones: Paralelo al muestreo se efectuó el registro de cada una de las calicatas registrando las principales características.

C. ENSAYOS DE LABORATORIO

Luego de realizar la extracción de las muestras correspondientes a 12 calicatas a cielo abierto se procedió a realizar los ensayos en el laboratorio de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo.

TABLA 38: Ensayos estandar

ENSAYOS ESTANDAR	
Análisis granulométrico por tamizado.....	ASTM – D422
Límite Líquido.....	ASTM – D423
Límite Plástico	ASTM – D424
Contenido de Humedad	ASTM – D2216

TABLA 39: Ensayos especiales

ENSAYOS ESPECIALES	
Proctor Modificado	AASHTO T 180
California Bearing Ratio (CBR)..	AASHTO T 193
Corte Directo.....	ASTM D 3080

ENSAYOS ESTANDAR

Los ensayos ejecutados a fin de establecer las propiedades físicas del subsuelo correspondientes al área del proyecto serán:

Análisis Granulométrico por tamizado

Este ensayo está basado en la NTP 339.128 y se efectúa con la finalidad de establecer la distribución de los tamaños de las partículas del suelo en estudio, a través del tamizado, empleando los tamices N° 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/5", ¼", N° 4, N° 10, N° 40, N° 60, N° 100 hasta el tamiz N° 200.

De este ensayo se obtiene como resultado una curva granulométrica determinada en función de la abertura de la malla (mm) correspondiente a las abscisas y el % que pasa acumulado correspondiente a las ordenadas.

La separación de las partículas del suelo en sus diferentes tamaños denominado a la fracción menor (tamiz N° 200.) como limo y arcilla.

Límites de Atterberg

Este ensayo se realiza basado en la NTP 339.129, denominados como límites de consistencia que se aplican con la finalidad de determinar las características del comportamiento de los suelos finos, entre ellos la capacidad de ser moldeables.

Límite Líquido: Se considera como el contenido de agua del material en el límite superior de su estado plástico.

Límite Plástico: Es el contenido de agua del material en el límite inferior de su estado plástico.

Índice de Plasticidad: Es el rango de contenido de humedad sobre el cual un suelo se comporta plásticamente. ($IP = L.L. - L.P.$)

Contenido de Humedad

Este ensayo se basa en la NTP 339.127 y se realiza con el fin de determinar el contenido de humedad de la muestra de suelo en estudio. Será calculado en función de la suma de sus aguas libres, capilar e higroscópica.

Una de las características fundamentales que determinan el comportamiento del suelo especialmente los suelos con textura más fina es la relación de la cantidad de aire y el contenido de humedad, como por ejemplo cambios de volumen, cohesión.

ENSAYOS ESPECIALES

Proctor Modificado

Este ensayo se realiza con el fin de obtener la máxima densidad seca y el contenido de humedad óptimo mediante una compactación determinada para cada tipo de suelo, este se realiza por medio del proctor modificado y bajo la norma NTP 339.145.

California Bearing Ratio (CBR)

Este ensayo determina la resistencia al esfuerzo cortante del suelo y será calculado en función al grado de compactación y contenido de humedad. Se realiza bajo la NTP 339.145.

Corte Directo

Este ensayo se realiza para determinar la resistencia al esfuerzo cortante del suelo a través de su cohesión y de su ángulo de fricción interna. A través de ello, se puede calcular la capacidad de carga de un suelo para estabilidad de taludes, excavaciones, etc. con fines de cimentación. Con el ensayo de Corte Directo se induce la ocurrencia de una falla en el espécimen de suelo a través de un plano localizado donde actúan dos fuerzas (o esfuerzos), un esfuerzo normal debido a una carga vertical aplicada externamente y un esfuerzo cortante debido a la aplicación de una carga horizontal. Este ensayo se realiza bajo la NTP 339.17.

3.5.4. ESTUDIO DE CANTERA

3.5.4.1. GENERALIDADES

El estudio de mecánica de suelos realizados en cantera se ha efectuado con el objetivo de fijar las propiedades de los materiales extraídos de la cantera Tres Tomas que serán utilizados en las diferentes capas estructurales del pavimento (sub base granular, base granular y losa de concreto) y usados como material de préstamo para conformar los rellenos. Se seleccionará los materiales adecuados basado en la calidad y cantidad según lo estipulado en las normas vigentes.

La cantera Tres Tomas se ubica en el distrito de Manuel Mesones Muro aproximadamente a 44 minutos de Batangrande, provincia de Ferreñafe y departamento de Lambayeque.

Desde la cantera Tres Tomas a la zona urbana de Batangrande son 21.6 Km, todo el recorrido se realiza por vía asfaltada (carretera Batangrande).

Los trabajos de campo se han orientado a explorar los materiales existentes en el área de estudio de la cantera.

Los trabajos de laboratorio están orientados a determinar las características físicas y mecánicas del suelo derivados del muestreo.

Figura N° 3 : Localización de Cantera Tres Tomas



3.5.4.2. PLAN DE TRABAJO

A. TRABAJO DE CAMPO

El estudio de la cantera comprende la ubicación, exploración y realización de los ensayos para establecer las propiedades físicas, mecánicas y químicas de los materiales que serán utilizados en las capas de relleno, sub base, base granular y losa. Por lo tanto, se determinará la calidad según lo especificado en las normas vigentes para la construcción total de la vía.

B. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio permitirán establecer las propiedades físicas, mecánicas y químicas. Las muestras obtenidas del suelo serán sometidas a ensayos estipulados en la American Society of Testing and Materials (ASTM) y MTC.

TABLA 40: Ensayos estandar en agregados

ENSAYOS ESTANDAR	
Análisis granulométrico por tamizado.....	ASTM – D422
Porcentaje de finos que pasa el tamiz 200	MTC E 202
Límite Plástico	ASTM – D4318
Clasificación SUCS	
Clasificación AASHTO	

TABLA 41: Ensayos especiales en agregados

ENSAYOS ESPECIALES	
Proctor Modificado	ASTM D - 1883
California Bearing Ratio (CBR). .	ASTM D - 1883
Equivalente de arena.....	MTC E 114-2000
Resistencia de Abrasión.....	ASTM C - 29
Peso Unitario de agregados....	ASTM C - 29
Peso Especifico de agregados.....	NTP 400.022
Sales Solubles Totales.....	NTP 339.152

3.5.5. ESTUDIO HIDROLÓGICO

3.5.5.1. GENERALIDADES

El estudio hidrológico está enfocado a determinar el caudal de diseño del drenaje pluvial en condiciones de precipitaciones extremas que discurren sobre la vía. La estimación de los parámetros hidráulicos tiene como base estudios de campo y un estudio hidrológico perteneciente a la zona en estudio, con la finalidad de garantizar la durabilidad y estabilidad de las vías urbanas.

La información básica para la interpretación del clima y meteorología del proyecto en estudio deriva de investigaciones de la estación meteorológica Puchaca, por ser la más cercana al proyecto, lo cual se especificará en el análisis hidrológico.

Para la elaboración del estudio hidrológico es importante tener datos históricos de los eventos originados del área en estudio y considerar el periodo de retorno establecido en la norma OS-060, determinando la lluvia de diseño con ayuda de histogramas o curvas IDF.

3.5.5.2. ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA

Para estimar las descargas máximas durante 24 horas, se consideró los datos reportados por la estación pluviométrica más cercana a la zona en estudio cuya denominación corresponde a nombre “Puchaca”.

La estación Puchaca se encuentra ubicada en el departamento de Lambayeque, provincia de Ferreñafe, distrito de Incahuasi, además posee las siguientes características y ubicaciones geográficas:

TABLA 42: Estación Puchaca

ESTACIÓN PUCHACA	
CÓDIGO	106120
TIPO	Convencional – Meteorológica
LATITUD SUR	6° 22' 25"
LATITUD OESTE	79° 28' 10.25"
ALTITUD	336 m.s.n.m

Figura N° 4 : Localización de la Estación Pluviométrica Puchaca



3.5.5.3. INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

La información pluviométrica que se ha usado como base para determinar la escorrentía superficial corresponde a precipitaciones máximas en 24 horas considerados de la Estación de Puchaca durante el periodo de 1983 al 2017. Información obtenida del “Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú”- Senamhi.

La siguiente tabla se muestra la información de 32 años de precipitaciones máximas en 24 horas.

TABLA 43: Precipitaciones Máximas en 24 horas

DATOS HIDROLÓGICOS EST. PUCHACA			
N°	Mes	Año	Max. Precip.
1	Marzo	1983	150
2	Marzo	1987	60.2
3	Abril	1988	9.7
4	Marzo	1989	51.5
5	Noviembre	1990	8.5
6	Abril	1991	4.2
7	Marzo	1992	12.9
8	Marzo	1993	60.9
9	Marzo	1994	96.2
10	Febrero	1995	65.3
11	Marzo	1996	30.3
12	Marzo	1997	30
13	Enero	1998	150.2
14	Febrero	1999	70.3
15	Marzo	2000	55.6
16	Marzo	2001	128.3
17	Febrero	2002	74.7
18	Febrero	2003	40.3
19	Marzo	2004	73.5
20	Marzo	2005	41.5
21	Marzo	2006	77.4
22	Marzo	2007	10.8
23	Febrero	2008	45.8
24	Enero	2009	55.2
25	Marzo	2010	38.2
26	Febrero	2011	20.6
27	Marzo	2012	60.4
28	Marzo	2013	30.9
29	Noviembre	2014	14.2
30	Marzo	2015	50.2
31	Febrero	2016	22.4
32	Febrero	2017	148.1

3.5.5.4. PLAN DE TRABAJO

El plan de trabajo contempla:

A. FASE PRELIMINAR

Determinar el periodo de diseño para obras de drenaje pluvial urbanos.

Determinar la estación pluviométrica más cercana a la zona del proyecto.

Coordinar con la entidad SENAMHI para la obtención de la información hidrometeorológica

B. TRABAJOS DE GABINETE

Luego de haber concluido con las actividades de la fase preliminar se inició con en trabajo de gabinete desarrollándose las siguientes actividades:

Evaluar la distribución de frecuencia que se ajusta con el modelo.

Elaborar las curvas IDF.

Identificar la intensidad de lluvia de diseño.

3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El plan de procesamiento de datos contempla las actividades necesarias para el desarrollo del proyecto. Por tanto, se estableció un cronograma detallado con un tiempo de duración de dos semestres académicos.

Fase I: Información

Inicio de la Evaluación de Impacto Ambiental

Revisión de la normativa nacional vigente.

Revisión semanal por parte del asesor

Fase II: Trabajo de Campo

Realizar el levantamiento topográfico del área urbana de Batangrande.

Realizar la extracción de muestras de suelo (Calicatas).

Realizar la extracción de muestras de cantera.

Realizar el estudio de tráfico en el área de estudio.

Recolectar información de datos hidrológicos.

Fase III: Procesamiento de gabinete

Análisis de muestras de suelos en laboratorio.

Análisis de muestras de canteras en laboratorio.

Procesamiento de datos del estudio de tráfico.

Procesamiento de datos hidrológicos.

Calculo para la elaboración de diseño.

Modelamiento de diseño de drenaje pluvial con Software SewerGems.

Elaboración de planos finales.

Elaboración de informes.

Continuación de la evaluación de Impacto Ambiental.

Revisión parcial por parte del asesor.

Fase IV: Procesamiento de gabinete

Elaboración de costos y presupuesto de la obra.

Conclusiones y recomendaciones.

Redacción final de tesis.

Fase V:

Presentación y sustentación final de tesis.

El proceso de análisis de la información recopilada tiene como base considerar los criterios técnicos y la metodología planteada por Aashto-93 para el diseño del pavimento urbanos, manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia con la finalidad de obtener un proyecto viable, seguro y factible.

Los programas utilizados durante la elaboración del proyecto en estudio son:

AutoCAD 2018 –AutoCAD Civil 3D 2018: Herramientas utilizadas para el diseño urbanístico, diseño geométrico, cálculo de volúmenes de corte y relleno.

Software SewerGems: herramienta utilizada para el diseño de drenaje pluvial.

S10 Costos y Presupuestos 2005: Herramienta utilizada para la elaboración del presupuesto en base a los costos unitarios.

Programas office: Herramientas utilizadas para realizar cálculos e informes finales.

3.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

El autor considera respetar la veracidad de los resultados alcanzados durante la aplicación de ensayos, lo que implica garantía en cuanto a transparencia durante la recopilación de la información en campo y procesamiento en gabinete.

Se respetará las teorías de otros autores lo cual recurrirá a citar cada texto que considere importante para el desarrollo del proyecto. Finalmente declaro la autenticidad de los estudios básicos, resultados y conclusiones.

IV. RESULTADOS

4.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Se inició el levantamiento topográfico estableciendo un BMA fijo determinado las coordenadas geográficas, el mismo que fue trasladado desde el BM1 (principal) cuya cota es igual a 112.099 m.s.n.m que servirá como vista atrás orientando correctamente el equipo. Posteriormente se estableció de los vértices de la poligonal topográfica y puntos de la red topográfica.

El levantamiento topográfico se basó en realizar la localización de los vértices de la poligonal topográfica, ubicación y nivelación de la red topográfica (BM'S), levantamiento de límites de manzana, levantamiento de seccionado de vías, levantamiento de obras de alcantarillado, levantamiento de obras de agua potable, levantamiento de obras eléctricas.

Respecto al levantamiento de la poligonal topográfica se inició con la estación en el BMA fijo con cota 112.000 m.s.n.m y determinado las coordenadas el mismo que fue trasladado del BM1 cuya cota es igual a 112.099 m.s.n.m y realizando la vista atrás se orientó correctamente el equipo topográfico (Estación Leica TS06), luego se determinó los vértices denominados: BMB ubicado a un costado de la intersección de la calles Molino y Dátil, BMC situado a un costado de la intersección de las calles Dátil y Claveles cerca de la Iglesia Nazareno, BMD situado a un costado de la calle Claveles y el BME localizado al costado de la calle Real.

TABLA 44: Vértices de la poligonal de apoyo

VÉRTICE	LADO	DISTANCIA	NORTE	ESTE	COTA
BM1	---	---	9283137.087	649042.063	112.099
BMA	BM1 - BMA	3.111	9283140.051	649043.009	112.000
BMB	BMA - BMB	264.985	9283399.614	649096.333	112.685
BMC	BMB - BMC	144.241	9283444.770	648959.343	112.562
BMD	BMC - BMD	165.501	9283289.228	648902.798	112.324
BME	BMD - BME	91.805	9283215.578	648847.99	112.305
---	BME - BMA	209.134	---	---	---

Del levantamiento topográfico se pudo obtener 31 BM'S que han sido ubicados estratégicamente en los cuatro sectores de Batangrande, los mismos que forman parte de la red topográfica.

TABLA 45: BMS de la red topográfica

COORDENADAS UTM – WGS84		
DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE
BM1	649040.489 E	9283136.826 N
BM2	649101.237 E	9283403.221 N
BM3	649217.041 E	9283721.381 N
BM4	649267.489 E	9283900.954 N
BM5	648843.436 E	9283211.850 N
BM6	648773.788 E	9283194.827 N
BM7	648685.497 E	9283227.821 N
BM8	648748.610 E	9283301.956 N
BM9	648693.556 E	9283376.237 N
BM10	648859.734 E	9283361.968 N
BM11	648902.798 E	9283289.228 N
BM12	648922.831 E	9283444.835 N
BM13	649042.565 E	9283420.145 N
BM14	649213.077 E	9283343.409 N
BM15	649156.927 E	9283131.888 N
BM16	649181.831 E	9283179.663 N
BM17	649601.322 E	9282952.610 N
BM18	649402.980 E	9283075.900 N
BM19	649395.659 E	9283036.305 N
BM20	649624.069 E	9283041.202 N
BM21	649281.686 E	9283027.589 N
BM22	649047.504 E	9283006.051 N
BM23	649123.143 E	9282988.232 N
BM24	649161.052 E	9282913.711 N
BM25	649063.166 E	9282738.893 N
BM26	648939.079 E	9282665.235 N
BM27	648981.652 E	9282870.670 N
BM28	648848.020 E	9282907.125 N
BM29	648713.745 E	9282944.337 N
BM30	648476.918 E	9282986.346 N
BM31	648844.593 E	9283012.721 N

Finalmente, tomando como referencia los BMS de la red topográfica se efectuó el levantamiento topográfico considerando la altimetría y planimetría, con apoyo de una estación total Leica TS06 y nivel de ingeniero de la marca Topcom. Con la información obtenida se calculó las pendientes de cada una de las calles aplicando las formula correspondiente:

$$S(\%) = \text{Diferencia de cotas} / \text{Longitud} \times 100$$

Es importante recalcar para el estudio se consideró algunos nombres de las calles (Mangos I, Balsa IV-X, etc.) puesto que no cuentan con nombres (S/N) definidos en su plano de catastro.

En el siguiente cuadro se muestra información topográfica como longitud, cotas, desnivel y pendiente de cada una de las calles existentes en cada sector.

TABLA 46 : Información topografica de Calles

INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA DE CALLES						
TESIS : ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN Y DRENAJE PLUVIAL DE LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PÍTIPO, LAMBAYEQUE 2019						
SECTOR	CALLE	LONGITUD	COTA DE TERRENO		DESNIVEL (m)	PENDIENTE (%)
			COTA INICIAL	COTA FINAL		
CONSTRUCCIÓN	EL MOLINO	827.23	114.600	112.000	2.600	0.314%
	CONSTRUCCIÓN I	159.39	114.600	114.400	0.200	0.125%
	CONSTRUCCIÓN II	159.39	114.400	114.200	0.200	0.125%
	SAN JUAN I	124.26	113.000	112.800	0.200	0.161%
	SAN JUAN (TRAMO I)	231.12	113.000	112.000	1.000	0.433%
MANGOS	SAN JUAN (TRAMO II)	124.40	112.200	112.000	0.200	0.161%
	INDEPENDENCIA I	336.87	112.800	112.000	0.800	0.237%
	INDEPENDENCIA II	335.62	113.000	112.000	1.000	0.298%
	EL DATIL	248.02	112.800	112.600	0.200	0.081%
	LOS CLAVALES	203.39	112.600	112.200	0.400	0.197%
	S/N I	94.12	112.400	112.000	0.400	0.425%
	S/N II	56.81	112.200	112.000	0.200	0.352%
	MANGOS I (S/N)	223.37	112.400	112.000	0.400	0.179%
	MANGOS II (S/N)	205.09	112.200	112.000	0.200	0.098%
	JOSE OLAYA	173.75	112.000	111.820	0.180	0.104%
QUINTA	DANIEL A. CARRIÓN	89.60	112.200	112.000	0.200	0.223%
	REAL	1195.46	113.000	111.200	1.800	0.151%
	LOS LAURELES	262.97	112.400	111.000	1.400	0.532%
	CALPÓN	272.36	112.000	111.000	1.000	0.367%
	QUINTA I (S/N)	108.68	111.400	111.200	0.200	0.184%
	QUINTA II (S/N)	99.50	111.400	111.200	0.200	0.201%
	QUINTA III (S/N)	99.50	111.400	111.200	0.200	0.201%
	LOS JARDINES	263.05	111.600	110.600	1.000	0.380%
	PROGRESO	541.67	112.000	110.400	1.600	0.295%
	QUINTA X (S/N)	68.80	112.200	112.000	0.200	0.291%
	QUINTA IX (S/N)	91.00	112.200	111.800	0.400	0.440%
	NARANJOS	228.64	111.400	111.200	0.200	0.087%
	S/N	36.73	111.600	111.400	0.200	0.545%
	ALGARROBOS	283.19	111.200	111.000	0.200	0.071%
	BALSA	QUINTA VI (S/N)	293.95	112.000	111.600	0.400
S/N		66.61	111.800	111.800	0.000	0.000%
S/N		70.21	112.000	111.800	0.200	0.285%
MOLLES		122.93	111.400	111.200	0.200	0.163%
S/N		297.59	111.600	110.600	1.000	0.336%
S/N		43.70	111.200	111.200	0.000	0.000%
LAS FLORES		487.99	110.600	110.400	0.200	0.041%
BALSA II (TRAMO I)		107.77	111.600	110.400	1.200	1.113%
BALSA II (TRAMO II)		107.77	111.600	110.400	1.200	1.113%
BALSA V (S/N)		85.81	112.200	112.000	0.200	0.233%
BALSA VI (S/N)		42.90	112.600	112.600	0.000	0.000%
BALSA VII (S/N)		75.36	112.200	112.000	0.200	0.265%
LOS CIRUELOS		373.30	112.600	112.000	0.600	0.161%
BALSA VIII (S/N)		73.19	112.400	112.200	0.200	0.273%
LOS ALMENDROS		226.02	113.400	112.600	0.800	0.354%
BALSA IX (S/N)		94.19	112.600	112.400	0.200	0.212%
BALSA X (S/N)		180.98	113.000	112.600	0.400	0.221%

4.2. ESTUDIO DE TRÁNSITO

Los resultados alcanzados del proceso de gabinete y análisis de la encuesta aplicada se determinó las características del tráfico diario. Para el proyecto en estudio se consideró excluir el tránsito de motos lineales, moto taxis, furgonetas, puesto que, este tipo de vehículos no influyen en el diseño de la estructura.

TABLA 47: Volúmen vehicular (Estación 01)

VEHICULO			CONTEO									TOTAL
TIPO DE VEHICULO	COD	DIR	J	V	S	D	L	M	M	SEMANAL		
Liviano	Automovil	Aztos	VHL -1	E	93	61	118	120	98	87	32	609
				S	118	120	83	119	118	108	29	695
	Station Wagon	VHL -1	E	38	16	16	55	6	63	15	209	
			S	9	10	13	50	9	51	14	156	
	Camionetas	Pick Up	VHL -2	E	114	87	120	144	109	131	87	792
				S	105	103	71	118	104	128	88	717
		Panel	VHL -2	E	5	3	1	2	-	4	2	17
				S	4	-	2	2	1	4	-	13
		Rural	VHL -2	E	116	67	81	123	116	133	59	695
				S	83	98	65	108	90	133	55	632
Mini Vans	VHL -2	E	68	86	84	146	68	124	83	659		
		S	60	74	79	124	95	121	81	634		
Pesado	Bus	Micro	VHL -2	E	1	-	-	-	1	-	-	2
				S	-	-	-	-	-	-	-	-
	Camión	Camion 2 E	C2	E	26	-	5	-	22	-	-	53
				S	24	-	5	-	-	-	-	29
		Camion 3 E	C3	E	6	3	2	-	6	4	3	24
				S	2	2	2	-	-	4	2	12
	Semi Travlers	>=3S3	VHL -2	E	2	4	-	-	4	3	-	13
				S	7	-	2	-	5	2	-	16
TOTAL SEMANAL				881	734	749	1.111	852	1.100	550	5.977	

Según el análisis de la encuesta en la estación N° 01 se determinó que domingo es el día con mayor flujo de tráfico con 1111 vehículos y miércoles es el día con menor flujo vehicular con un total de 550 vehículos en los dos sentidos; lo cual se puede concluir que el flujo vehicular posee una variación significativa.

Figura N° 5 : Diagrama del volúmen diario en Estación N° 01



TABLA 48: Volúmen vehicular (Estación 02)

VEHÍCULO			CONTEO								TOTAL SEMANAL	
TIPO DE VEHÍCULO		COD	DIR	J	V	S	D	L	M	M		
Liviano	Automovil	Autos	VHL -1	E	4	5	1	5	4	-	2	21
				S	4	7	3	7	4	4	-	29
	Station Wagon	VHL -1	E	2	8	5	6	5	5	4	35	
			S	4	7	4	7	2	2	6	32	
	Camionetas	Pick Up	VHL -2	E	5	14	6	13	10	4	8	60
				S	6	9	16	10	5	5	5	56
		Panel	VHL -2	E	-	-	-	3	-	-	2	5
				S	-	-	2	2	-	2	2	8
	Rural	VHL -2	E	10	12	15	16	17	8	13	91	
			S	14	15	13	14	15	13	13	97	
Pesado	Camión	Camion 2 E	C2	E	1	1	1	-	1	-	-	4
				S	2	-	-	-	-	-	-	2
TOTAL SEMANAL				52	78	66	83	63	43	55	440	

En la estación N° 02 se determinó que durante la semana el día con mayor flujo vehicular es domingo registrando 83 vehículos y martes es el día con menor flujo vehicular con un total de 43 vehículos en los dos sentidos. Por tanto, el flujo vehicular es constante.

Figura N° 6 : Diagrama del volúmen diario en Estación N° 02



4.2.1. DETERMINACIÓN DEL IMDA

Luego de aplicar la metodología del acápite 5.2.4.2 se obtuvo el IMDs que se define como la media aritmética de los vehículos registrados durante la semana multiplicado por el factor de corrección estacional (FC) de vehículos livianos y pesados (acápite 5.2.4.3) determinando el IMDa para las estaciones E1 y E2).

TABLA 49: Tráfico vehicular promedio semanal (IMDs) – E1

VEHÍCULO				CONTEO								TOTAL SEMANAL	IMDs	%	
TIPO DE VEHÍCULO		COD	DIR	J	V	S	D	L	M	M					
Liviano	Automovil	Autos	VHL -1	E	93	61	118	120	98	87	32	609	186	21,8	
				S	118	120	83	119	118	108	29	695			
	Station Wagon	VHL -1	E	38	16	16	55	6	63	15	209	52	6,1		
			S	9	10	13	50	9	51	14	156				
	Camionetas	Pick Up	VHL -2	E	114	87	120	144	109	131	87	792	216	25,2	
				S	105	103	71	118	104	128	88	717			
		Panel	VHL -2	E	5	3	1	2	-	4	2	17	4	0,5	
				S	4	-	2	2	1	4	-	13			
		Rural	VHL -2	E	116	67	81	123	116	133	59	695	190	22,2	
				S	83	98	65	108	90	133	55	632			
Mini Vans	VHL -2	E	68	86	84	146	68	124	83	659	185	21,6			
		S	60	74	79	124	95	121	81	634					
Pesado	Bus	Micro		E	1	-	-	-	1	-	-	2	0	0,0	
				S	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Camión	Camion 2 E	C2		E	26	-	5	-	22	-	-	53	12	1,4
					S	24	-	5	-	-	-	-	29		
		Camion 3 E	C3		E	6	3	2	-	6	4	3	24	5	0,6
					S	2	2	2	-	-	4	2	12		
	Semi Travlers	>=3S3	VHL -2		E	2	4	-	-	4	3	-	13	4	0,5
					S	7	-	2	-	5	2	-	16		
TOTAL SEMANAL					881	734	749	1.111	852	1.100	550	5.977	854	100	

TABLA 50: Estimación del índice medio diario anual (IMDa) – E1

VEHICULO				CONTEO							TOTAL SEMAN	IMDs	FC	IMDa	%	
TIPO DE VEHICULO		COD	DIR	J	V	S	D	L	M	M						
Liviano	Automovil	Autos	VHL -1	E	93	61	118	120	98	87	32	609	186	1,04216	195	21,76
				S	118	120	83	119	118	108	29	695				
		Station Wagon	VHL -1	E	38	16	16	55	6	63	15	209	52	1,04216	55	6,14
				S	9	10	13	50	9	51	14	156				
	Camionetas	Pick Up	VHL -2	E	114	87	120	144	109	131	87	792	216	1,04216	225	25,11
				S	105	103	71	118	104	128	88	717				
		Panel	VHL -2	E	5	3	1	2	-	4	2	17	4	1,04216	5	0,56
				S	4	-	2	2	1	4	-	13				
		Rural	VHL -2	E	116	67	81	123	116	133	59	695	190	1,04216	198	22,10
				S	83	98	65	108	90	133	55	632				
Mini Vans	VHL -2	E	68	86	84	146	68	124	83	659	185	1,04216	193	21,54		
		S	60	74	79	124	95	121	81	634						
Pesado	Bus	Micro		E	1	-	-	-	1	-	-	2	0,3	1,08242	1	0,11
				S	-	-	-	-	-	-	-	-				
	Camión	Camion 2 E	C2	E	26	-	5	-	22	-	-	53	12	1,08242	13	1,45
				S	24	-	5	-	-	-	-	29				
		Camion 3 E	C3	E	6	3	2	-	6	4	3	24	5	1,08242	6	0,67
				S	2	2	2	-	-	4	2	12				
	Semi Travlers	>=3S3	VHL -2	E	2	4	-	-	4	3	-	13	4	1,08242	5	0,56
				S	7	-	2	-	5	2	-	16				
	TOTAL SEMANAL				881	734	749	1.111	852	1.100	550	5.977	854		896	100

TABLA 51: Tráfico vehicular promedio semanal (IMDs) – E2

VEHICULO				CONTEO							TOTAL SEMANAL	IMDs	%	
TIPO DE VEHICULO		COD	DIR	J	V	S	D	L	M	M				
Liviano	Automovil	Autos	VHL -1	E	4	5	1	5	4	-	2	21	7	11
				S	4	7	3	7	4	4	-	29		
		Station Wagon	VHL -1	E	2	8	5	6	5	5	4	35	10	15
				S	4	7	4	7	2	2	6	32		
	Camionetas	Pick Up	VHL -2	E	5	14	6	13	10	4	8	60	17	26
				S	6	9	16	10	5	5	5	56		
		Panel	VHL -2	E	-	-	-	3	-	-	2	5	2	3
				S	-	-	2	2	-	2	2	8		
Rural	VHL -2	E	10	12	15	16	17	8	13	91	27	43		
		S	14	15	13	14	15	13	13	97				
Pesado	Camión	Camion 2 E	C2	E	1	1	1	-	1	-	-	4	1	1
				S	2	-	-	-	-	-	-	2		
TOTAL SEMANAL				52	78	66	83	63	43	55	440	63	100	

TABLA 52: Estimación del índice medio diario anual (IMDa)– E2

VEHICULO				CONTEO							TOTAL SEMAN	IMDs	FC	IMDa	%	
TIPO DE VEHICULO		COD	DIR	J	V	S	D	L	M	M						
Liviano	Automovil	Autos	VHL -1	E	4	5	1	5	4	-	2	21	7	1,04216	8	11,94
				S	4	7	3	7	4	4	-	29				
		Station Wagon	VHL -1	E	2	8	5	6	5	5	4	35	10	1,04216	10	14,93
				S	4	7	4	7	2	2	6	32				
	Camionetas	Pick Up	VHL -2	E	5	14	6	13	10	4	8	60	17	1,04216	18	26,87
				S	6	9	16	10	5	5	5	56				
		Panel	VHL -2	E	-	-	-	3	-	-	2	5	2	1,04216	2	2,99
				S	-	-	2	2	-	2	2	8				
	Rural	VHL -2	E	10	12	15	16	17	8	13	91	27	1,04216	28	41,79	
			S	14	15	13	14	15	13	13	97					
Pesado	Camión	Camion 2 E	C2	E	1	1	1	-	1	-	-	4	1	1,08242	1	1,49
				S	2	-	-	-	-	-	-	2				
TOTAL SEMANAL				52	78	66	83	63	43	55	440	63		67	100	

TABLA 53: IMDs e IMDa de diseño

ESTACIÓN	Confiabilidad	K	RESULTADOS FINALES	
	ESTACIÓN N° 01	90%	1,64	IMDs
95%		1,96		
$IMDa = IMDS \pm K\sigma$				
IMDs		896 Veh/día		
K		1,64		
σ		75,77 Veh/día		
IMDa (+)		1020 Veh/día		
IMDa (-)		772 Veh/día		
ESTACIÓN N° 02	Confiabilidad	K	IMDa	1096 Veh/día
	90%	1,64		
	95%	1,96		
	$IMDa = IMDS \pm K\sigma$			
	IMDs	67 Veh/día		
	K	1,64		
	σ	5,34 Veh/día		
	IMDa (+)	76 Veh/día		
IMDa (-)	58 Veh/día			

Finalmente, el IMDs e IMDa en el área de Batangrande será:

- IMDs = 963 Veh. /día

- IMDa = 1096 Veh. /día

4.2.2. ANÁLISIS DE VARIACIÓN DIARÍA

Los cuadros siguientes, detallan la variación diaria del tráfico para cada estación de control.

En la Estación N°01 durante la semana el día con mayor volumen de tráfico registrado es el domingo representando el 18.59% y el día con menor tráfico es miércoles representado el 9.20% del volumen vehicular total. En la estación N° 02 el día domingo posee mayor flujo vehicular representando un 18.86% y martes representa el día con menor flujo vehicular con 9.77% del volumen total de vehículos registrados.

TABLA 54: Promedio vehicular diario - E1

DÍA	Vol. (Veh/día)	%
Jueves	881	14,74
Viernes	734	12,28
Sábado	749	12,53
Domingo	1111	18,59
Lunes	852	14,25
Martes	1100	18,40
Miercoles	550	9,20
Total	5977	100,00

TABLA 55: Promedio vehicular diario - E2

DÍA	Vol. (Veh/día)	%
Jueves	52	11,82
Viernes	78	17,73
Sábado	66	15,00
Domingo	83	18,86
Lunes	63	14,32
Martes	43	9,77
Miercoles	55	12,50
Total	440	100,00

4.2.3. CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TABLA 56: Promedio de vehículos ligeros y pesados - E1

VEHÍCULO				IMDs	%
TIPO DE VEHÍCULO		COD			
Liviano	Automovil	Autos	VHL -1	186	21,8
		Station Wagon	VHL -1	52	6,1
	Camionetas	Pick Up	VHL -2	216	25,2
		Panel	VHL -2	4	0,5
		Rural	VHL -2	190	22,2
		Mini Vans	VHL -2	185	21,6
Pesado	Bus	Micro		0	0,0
	Camión	Camion 2 E	C2	12	1,4
		Camion 3 E	C3	5	0,6
	Semi Traylers	>=3S3	VHL -2	4	0,5
TOTAL				854	100

La clasificación vehicular en el área urbana de Batangrande está conformada por:

- Vehículos Livianos = 97.51%
- Vehículos Pesados = 2.49 %

TABLA 57: Promedio de vehículos ligeros y pesados - E2

VEHÍCULO				IMD s	%
TIPO DE VEHÍCULO			COD		
Liviano	Automovil	Autos	VHL -1	7	11
		Station Wagon	VHL -1	10	15
	Camionetas	Pick Up	VHL -2	17	26
		Panel	VHL -2	2	3
		Rural	VHL -2	27	43
Pesado	Camión	Camion 2 E	C2	1	1
TOTAL				63	100

La clasificación vehicular en el área urbana de Batangrande está conformada por:

- Vehículos Livianos = 98.64%
- Vehículos Pesados = 1.36 %

4.2.4. DEMANDA DE TRANSPORTE

4.2.4.1. DEMANDA ACTUAL

TABLA 58: Tráfico por tipo de vehículo

TIPO DE VEHÍCULO	IMD	DISTRIBUCIÓN (%)
Automóvil + Station Wagon	268	27,8
Camioneta (Pikup/Panel)	662	68,7
C.Rural	7	0,7
Micro	1	0,1
Bus 2E	14	1,5
Bus 3E	6	0,6
Semi Trayler 3s3	5	0,5
IMD	963	100

4.2.4.2. DEMANDA PROYECTADA

La demanda proyectada se calculó en función de la tasa de crecimiento aplicando el método de regresión.

TABLA 59: Ecuación para estimar la tasa de crecimiento

TASA DE CRECIMIENTO Y PROYECCIÓN	
FÓRMULA	COMPONENTES
$P_n = T_0(1 + r)^{n-1}$	P _n = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día
	T ₀ = Tránsito actual (año base) en veh/día
	n = Número de años del periodo de diseño
	r = Tasa anual de crecimiento del tránsito

TABLA 60: Tasa de Crecimiento de vehículos según su clasificación 2017 (MTC)

Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros		Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	TC		PBI
Amazonas	0,62%	Amazonas	3,42%
Ancash	0,59%	Ancash	1,05%
Apurímac	0,59%	Apurímac	6,45%
Arequipa	1,07%	Arequipa	3,37%
Ayacucho	1,18%	Ayacucho	3,60%
Cajamarca	0,57%	Cajamarca	1,29%
Callao	1,56%	Cusco	4,43%
Cusco	0,75%	Huancavelica	2,33%
Huancavelica	0,83%	Huánuco	3,85%
Huánuco	0,91%	Ica	3,54%
Ica	1,15%	Junín	3,90%
Junín	0,77%	La Libertad	2,83%
La Libertad	1,26%	Lambayeque	3,45%
Lambayeque	0,97%	Callao	3,41%
Lima Provincia	1,45%	Lima Provincia	3,07%
Lima	1,45%	Lima	3,69%
Loreto	1,30%	Loreto	1,29%
Madre de Dios	2,58%	Madre de Dios	1,98%
Moquegua	1,08%	Moquegua	0,27%
Pasco	0,84%	Pasco	0,36%
Piura	0,87%	Piura	3,23%
Puno	0,92%	Puno	3,21%
San Martín	1,49%	San Martín	3,84%
Tacna	1,50%	Tacna	2,88%
Tumbes	1,58%	Tumbes	2,60%
Ucayali	1,51%	Ucayali	2,77%

Para el proyecto en estudio las tasas de crecimiento según el tipo de vehículo serán:

r_{vp}	0,97%	(Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual de la Población)	(para vehículos de pasajeros)
r_{vc}	3,45%	(Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional)	(para vehículos de carga)

4.2.5. ESTIMACIÓN DEL ESALS DE DISEÑO

4.2.5.1. ESTIMACIÓN DE LA TASA CRECIMIENTO ACUMULADO

Generalmente se relaciona la tasa de crecimiento vehicular que transportan pasajeros con la tasa anual de crecimiento poblacional y la tasa de crecimiento de vehículos que transportan carga con la tasa anual del crecimiento de la economía expresada como el Producto Bruto Interno (PBI) [14].

TABLA 61: Tasa de crecimiento de la poblacional según INEI

DEPARTAMENTO	AÑOS			
	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015
Callao	2.60	2.30	2.10	1.80
Ica	1.70	1.50	1.30	1.20
La Libertad	1.80	1.70	1.50	1.30
Lambayeque	2.00	1.90	1.70	1.50
Lima	1.90	1.70	1.50	1.30
Moquegua	1.70	1.60	1.40	1.30
Piura	1.30	1.20	1.10	0.90

La tasa de crecimiento poblacional perteneciente a Batangrande – Pítipo – Ferreñafe - Lambayeque es de 1.50 %.

TABLA 62: Tasa Anual Departamental del PBI

DEPARTAMENTOS	2009/2008
Cusco	4.40
Ica	3.80
Lima	0.40
Puno	3.40
Lambayeque	3.00
Junín	-2.30
Loreto	2.20
Huánuco	0.60
Pasco	-4.80

La tasa de crecimiento poblacional estimada para Batangrande – Pítipo –Ferreñafe es igual a 3.00 %. Por lo tanto, considerando el promedio de las tasas el resultado de la tasa de crecimiento será igual a **2.25 %**.

TABLA 63: Factores de crecimiento acumulado

Periodo de Análisis (años)	Factor sin Crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.76	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.62
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

Fuente: M: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2018

Finalmente, de la interpolación se obtiene que la tasa de crecimiento acumulado será igual a **26.2275%**.

4.2.5.2. PERÍODO DE DISEÑO DEL PROYECTO

El periodo diseño para obras de pavimentos urbanos será de 20 años por presentar vías con baja intensidad de tránsito.

4.2.5.3. ESTIMACIÓN DE FACTORES DE DISTRIBUCIÓN

Los factores de distribución que para el proyecto será de 0.50 y 1.

TABLA 64: Factores de distribución de diseño

Nº DE CALZADAS	Nº DE SENTIDOS	Nº DE CARRILES POR SENTIDO	FACTOR DIRECCIONAL (FD)	FACTOR CARRIL (FC)	FD X FC CARRIL DISEÑO
1 calzada	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2018.

4.2.5.4. FACTORES DE EQUIVALENCIA POR EJE

El factor de equivalencia por eje será estimado aplicando la fórmula mostrada.

TABLA 65: Ecuación de factores de equivalencia por eje

CÁLCULO DE FACTORES DE EQUIVALENCIA POR EJE	
FÓRMULA	COMPONENTES
$EE_{8.2tn} = \sum (EE_{\text{día-carril}} * 365 * \frac{((1+t)^n - 1)}{t})$	EE 8.2tn = Número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn
	Edía-carril = Ejes Equivalentes por tipo de vehículo
	IMDP = Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado
	$((1+t)^n - 1) / t$ = Factor de crecimiento acumulado

TABLA 66: ESAL's por carril (Estación 01)

TIPO DE VEHÍCULO	Nº VEH/DIA 2 SENTIDOS	Nº VEH/DIA 1 SENTIDOS	Nº VEH/AÑO	FC	ESAL EN CARRIL DE DISEÑO	FACTO DE CRECIMIENTO	ESAL DISEÑO
AUTOS	195	97.5	35587.5	0.0001	3.55875	26.2275	93.33711563
STATION WAGON	55	27.5	10037.5	0.0001	1.00375	26.2275	26.32585313
PICK UP	225	112.5	41062.5	0.0001	4.10625	26.2275	107.6966719
PANEL	5	2.5	912.5	0.0001	0.09125	26.2275	2.393259375
RURAL COMBI	198	99	36135	0.0001	3.6135	26.2275	94.77307125
MINI VANS	193	96.5	35222.5	0.0001	3.52225	26.2275	92.37981188
MICRO	1	0.5	182.5	3.5600	649.7	26.2275	17040.00675
CAMIÓN 02 EJES	13	6.5	2372.5	3.5600	8446.1	26.2275	221520.0878
CAMIÓN 03 EJES	6	3	1095	2.5700	2814.15	26.2275	73808.11913
SEMI - TRAYLER 3S3	5	2.5	912.5	7.7600	7081	26.2275	185716.9275
TOTAL	896	448	163520		19006.84575	26.2275	498502.0469

ESAL's DE DISEÑO	498502.0469
FACTOR DIRECCIÓN	0.5
FACTOR CARRIL	1
ESAL'S POR CARRIL DE TRÁNSITO	249251.02

TABLA 67: ESAL's por carril (Estación 02)

TIPO DE VEHÍCULO	Nº VEH/DIA (1 SENTIDO)	Nº VEH/DIA (1 SENTIDO)	Nº VEH/AÑO	FC	ESAL EN CARRIL DE DISEÑO	FACTOR DE CRECIMIENTO	ESAL DISEÑO
AUTOS	8	4	1460	0.0001	0.146	26.2275	3.829215
STATION WAGON	10	5	1825	0.0001	0.1825	26.2275	4.78651875
PICK UP	18	9	3285	0.0001	0.3285	26.2275	8.61573375
PANEL	2	1	365	0.0001	0.0365	26.2275	0.95730375
RURAL COMBI	28	14	5110	0.0001	0.511	26.2275	13.4022525
CAMIÓN 02 EJES	1	0.5	182.5	3.5600	649.7	26.2275	17040.00675
TOTAL	67	33.5	12227.5		650.9045		17071.59777

ESAL's DE DISEÑO	17071.598
FACTOR DIRECCIÓN	0.5
FACTOR CARRIL	1
ESAL's POR CARRIL DE TRÁNSITO	8535.799

ESAL's DE DISEÑO POR CARRIL TOTAL	257,786.82
--	-------------------

4.3. ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

4.2.6. REGISTRO DE EXCAVACIONES

Del registro de las excavaciones se obtuvo la siguiente información básica como profundidad, coordenadas y nivel freático de las 12 calicatas.

TABLA 68: Registro de Excavaciones

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	ESTE	NORTE	NIVEL FREÁTICO
C-1	M-1	0.30 m - 1.00 m	649273.000	9283916.000	NP
	M-2	1.00 m - 1.60 m			
C-2	M-1	0.30 m - 0.90 m	649096.367	9283436.218	NP
	M-2	0.90 m - 1.60m			
C-3	M-1	0.20 m - 1.00 m	648531.925	9283238.705	NP
	M-2	1.00 m - 1.60m			
C-4	M-1	0.20 m - 0.90 m	649028.763	9283143.001	NP
	M-2	0.90 m - 1.50m			
C-5	M-1	0.20 m - 1.00 m	648531.925	9283053.543	NP
	M-2	1.00 m - 1.60m			
C-6	M-1	0.20 m - 1.00 m	649410.729	9283012.692	NP
	M-2	1.00 m - 1.60m			
C-7	M-1	0.30 m - 1.10 m	648853.000	9283054.000	NP
	M-2	1.10 m - 1.50m			
C-8	M-1	0.30 m - 1.10 m	648718.985	9283012.692	NP
	M-2	1.10 m - 1.60m			
C-9	M-1	0.30 m - 1.20 m	648933.888	9282620.543	NP
	M-2	1.20 m - 1.70m			
C-10	M-1	0.30 m - 1.60m	649092.976	9282863.906	NP
C-11	M-1	0.20 m - 1.50m	648857.590	9283364.461	NP
C-12	M-1	0.30 m - 1.60m	648963.572	9283683.554	NP

4.2.7. IDENTIFICACIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Los resultados de aplicación de los ensayos de laboratorio sobre muestras alteradas correspondientes a las 12 se muestran en el cuadro.

TABLA 69: Resumen del Estudio de Mecánica de Suelos

DATOS DE CALICATAS				ENSAYOS REALIZADOS						
Nº	Calicata	Muestra	Profundidad	Análisis Granulométrico	Humedad %	LL(%)	LP(%)	IP (%)	AASTHO	SUCS
1	C-1	M-1	0.30 m - 1.00 m	Arena arcillosa	7.31	27.26	17.85	9.41	A-4(2)	SC
		M-2	1.00 m - 1.60 m	Limo arenoso de baja plasticidad	5.22	22.78	18.82	3.96	A-4(5)	ML
2	C-2	M-1	0.30 m - 0.90 m	Arena arcillosa	8.35	21.94	12.9	9.04	A-4(3)	SC
		M-2	0.90 m - 1.60m	Limo arenoso de baja plasticidad	7.96	22.24	19.8	2.44	A-4(6)	ML
3	C-3	M-1	0.20 m - 1.00 m	Arena arcillosa	11.86	21.95	11.99	9.96	A-4(1)	SC
		M-2	1.00 m - 1.60m	Limo arenoso de baja plasticidad	10.34	23.93	13.95	9.98	A-4(5)	CL
4	C-4	M-1	0.20 m - 0.90 m	Arena limo arcillosa	8.56	25.67	20.56	5.11	A-4(1)	SC - SM
		M-2	0.90 m - 1.50m	Limo arenoso de baja plasticidad	10.47	23.00	19.71	3.29	A-4(5)	ML
5	C-5	M-1	0.20 m - 1.00 m	Arena arcillosa	8.48	26.79	13.82	12.97	A-6(3)	SC
		M-2	1.00 m - 1.60m	Arcilla limo arenoso de baja plasticidad	14.31	23.82	18.49	5.33	A-4(5)	CL - ML
6	C-6	M-1	0.20 m - 1.00 m	Arcilla limo arenoso de baja plasticidad	8.41	19.55	13.54	6.01	A-4(6)	CL - ML
		M-2	1.00 m - 1.60m	Limo arenoso de baja plasticidad	3.56	NP	NP	NP	A-4(6)	ML
7	C-7	M-1	0.30 m - 1.10 m	Arcilla de baja plasticidad con arena	8.55	21.86	7.28	14.58	A-6(9)	CL
		M-2	1.10 m - 1.50m	Limo arenoso de baja plasticidad	7.36	NP	NP	NP	A-4(6)	ML
8	C-8	M-1	0.30 m - 1.10 m	Arcilla arenosa de baja plasticidad	4.77	24.12	15.04	9.08	A-4(5)	CL
		M-2	1.10 m - 1.60m	Limo arenoso de baja plasticidad	8.36	NP	NP	NP	A-4(5)	ML
9	C-9	M-1	0.30 m - 1.20 m	Arcilla limo arenoso de baja plasticidad	5.75	23.51	17.56	5.95	A-4(6)	CL - ML
		M-2	1.20 m - 1.70m	Limo arenoso de baja plasticidad	8.07	NP	NP	NP	A-4(6)	ML
10	C-10	M-1	0.30 m - 1.60m	Arena limo arcillosa	7.98	20.36	15.14	5.22	A-2-4 (0)	SC - SM
11	C-11	M-1	0.20 m - 1.50m	Arena limo arcillosa	8.34	23.17	17.56	5.62	A-2-4 (0)	SC - SM
12	C-12	M-1	0.30 m - 1.60m	Arena arcillosa	7.41	24.82	8.73	16.09	A-2-6 (0)	SC

4.2.8. RESULTADOS DE CORTE DIRECTO

Las muestras analizadas para la realización del ensayo de corte directo corresponden a las muestras inalteradas extraídas de la calicata C-1.

TABLA 70: Resumen de Ensayo de Corte Directo

Datos de Calicatas				Ensayo de Corte Directo		
Nº	Calicata	Muestra	Profundidad	Ángulo de Fricción (Φ)	Cohesión (C) Kg/cm ²	Capacidad Portante (qa) Kg/cm ²
1	C-1	M-1	1.60 m	27.1	0.093	0.61

4.2.9. CAPACIDAD DE SOPORTE DEL TERRENO

Los ensayos aplicados sobre las muestras obtenidos de campo, muestran los siguientes valores de CBR obtenidos al 95% y 100% de la máxima densidad seca con un 0.2” de penetración correspondientes a 4 ensayos aplicados en las muestras correspondientes a las calicatas C-1, C-6, C-9 y C-12 logrando determinar los valores mostrados en el siguiente cuadro.

TABLA 71: Resultados de los Ensayos Proctor y CBR

Datos de Calicatas				Proctor		CBR
Nº	Calicata	Muestra	Profundidad	Máxima Densidad Seca (Gr/m ³)	Óptimo Contenido de Humedad	95%
1	C-1	M-2	1.00 m - 1.60 m	1.842	10.20	11.94
2	C-6	M-2	1.00 m - 1.60 m	1.875	11.60	11.91
3	C-9	M-2	1.20 m - 1.70 m	1.830	13.80	11.85
4	C-12	M-2	0.30 m - 1.60m	1.849	12.60	11.83

4.2.10. GRAVEDAD ESPECÍFICA

Los resultados mostrados en el siguiente cuadro corresponden al ensayo de gravedad específica correspondientes a las calicatas C-2 / M-2, C-5 / M-2, C-8 / M-2, C-10 / M-1 y C-12 / M-1.

TABLA 72: Resultados del Ensayo de Gravedad Específica

Datos de Calicatas				Resultados
N°	Calicata	Muestra	Profundidad	Peso Específico Relativo de Sólidos Gs (Gr/cm ³)
1	C-2	M-2	0.90 m - 1.60m	2.361
2	C-5	M-2	1.00 m - 1.60 m	2.334
3	C-8	M-2	1.10 m - 1.60 m	2.347
4	C-10	M-1	0.30 m - 1.70m	2.381
5	C-12	M-1	0.30 m - 1.60m	2.370

4.2.11. PESO VOLUMÉTRICO HUMEDO

Los resultados mostrados en el siguiente cuadro corresponden al ensayo de para determinar el peso volumétrico húmedo correspondientes a las calicatas C-2 / M-2, C-5 / M-2, C-8 / M-2, C-10 / M-1 y C-12 / M-1.

TABLA 73: Resultados del Ensayo de Peso Volumétrico Húmedo

Datos de Calicatas				Resultados
N°	Calicata	Muestra	Profundidad	Peso Volumétrico Húmedo (Gr/cm ³)
1	C-2	M-2	0.90 m - 1.60m	1.485
2	C-5	M-2	1.00 m - 1.60 m	1.486
3	C-8	M-2	1.10 m - 1.60 m	1.444
4	C-10	M-1	0.30 m - 1.70m	1.626
5	C-12	M-1	0.30 m - 1.60m	1.562

4.2.12. PESO VOLUMETRICO SECO

Los resultados mostrados en el siguiente cuadro corresponden al ensayo de para determinar el peso volumétrico seco correspondientes a las calicatas C-2 / M-2, C-5 / M-2, C-8 / M-2, C-10 / M-1 y C-12 / M-1.

TABLA 74: Resultados del Ensayo de Peso Volumétrico Seco

Datos de Calicatas				Resultados
N°	Calicata	Muestra	Profundidad	Peso Volumétrico Seco (Gr/cm ³)
1	C-2	M-2	0.90 m - 1.60m	1.361
2	C-5	M-2	1.00 m - 1.60 m	1.324
3	C-8	M-2	1.10 m - 1.60 m	1.307
4	C-10	M-1	0.30 m - 1.70m	1.428
5	C-12	M-1	0.30 m - 1.60m	1.418

4.2.13. EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Las propiedades físicas y mecánicas determinadas de las 12 calicatas con nomenclatura C-1/ M-1/M-2, C-2/ M-1/M-2, C-3/ M-1/M-2, C-4/ M-1/M-2, C-5/ M-1/M-2, C-6/ M-1/M-2, C-7/ M-1/M-2, C-8/ M-1/M-2, C-9/ M-1/M-2, C-10/ M-1, C-11/ M-1 y C-12/ M-1 se hallan resumidos en los siguientes aspectos:

A. EVALUACIÓN GEOTÉCNICA POR CALICATA

Luego de ensayar las muestras y realizar la clasificación usando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) se obtuvo la siguiente estratigrafía:

CALICATA C – 1

- RELLENO (0.00 m – 0.30 m)

Del nivel 0.00 m hasta la profundidad de 0.30 m se ubicó un sub-estrato compuesto de material de relleno descontrolado de ladrillos y residuos sólidos.

- M – 1 (0.30 m – 1.00 m)

La calicata C-1/M-1 presentan arenas arcillosas de *clasificación SUCS SC*, equivalente a la *clasificación AASHTO A-4(2)*, con profundidad de 0.70 m, humedad natural de 7.31%, con límite líquido igual a 27.26% e índice plástico igual a 9.41%. Estos suelos son regulares y malos.

- M – 2 (1.00 m – 1.60 m)

La calicata C-1/M-2 presentan suelos limo arenosos de baja plasticidad, correspondiente a la *clasificación SUCS ML*, equivalente a la *clasificación AASHTO A-4(5)*, con profundidad de 0.60 m, humedad natural de 5.22%, con límite líquido igual a 27.78% e índice plástico igual a 3.96%. Estos suelos son regulares y malos.

Nivel freático no se encontró.

CALICATA C – 2

- RELLENO (0.00 m – 0.30 m)

Del nivel 0.00 m hasta la profundidad de 0.30 m se ubicó un sub-estrato compuesto de material de relleno con residuos sólidos.

- M – 1 (0.30 m – 0.90 m)

La calicata C-2/M-1 presentan un sub-estrato constituido por arenas arcillosas de *clasificación SUCS SC*, equivalente a la *clasificación AASHTO A-4(3)*, con profundidad de 0.60 m, lo cual contiene una humedad natural de 7.31%, límite líquido igual a 27.26% e índice plástico de 9.41%. Estos suelos son de regular- malo trabajabilidad.

- M – 2 (0.90 m – 1.60 m)

La calicata C-2/M-2 presenta un sub-estrato correspondiente a suelos limo arenosos de baja plasticidad, correspondiente a la *clasificación SUCS ML*, equivalente a la *clasificación AASHTO A-4(6)*, con profundidad de 0.70 m, contiene 7.96% de humedad natural, límite líquido de 22.24% e índice plástico igual a 2.44%. Estos suelos son regulares-malos.

Nivel freático no se encontró.

CALICATA C – 3

- RELLENO (0.00 m – 0.20 m)

Del nivel 0.00 m hasta la profundidad de 0.20 m se ubicó un sub-estrato compuesto de material de relleno descontrolado de ladrillos y residuos sólidos.

- M – 1 (0.20 m – 1.00 m)

En calicata C-3/M-1 se ubicó un sub-estrato formado por arenas arcillosas con clasificación *SUCS SC* y con respecto a la *clasificación AASHTO A-4(1)*, con

profundidad de 0.80 m, con humedad natural de 11.86%, con límite líquido igual a 21.95% e índice plástico igual a 9.96%.

- M – 2 (1.00 m – 1.60 m)

En calicata C-3/M-2 se identificó un sub-estrato constituido por suelos limo arenosos de baja plasticidad, correspondiente a la *clasificación SUCS CL* y con equivalente a la *clasificación AASHTO A-4(5)*, tiene una profundidad de 0.60 m, humedad natural de 10.34%.

Nivel freático no se encontró.

CALICATA C – 4

- RELLENO (0.00 m – 0.20 m)

Del nivel 0.00 m hasta la profundidad de 0.20 m se identificó un sub-estrato compuesto de material de relleno descontrolado de ladrillos y residuos sólidos.

- M – 1 (0.20 m – 0.90 m)

En la calicata C-4/M- se localizó un segundo sub-estrato que presentan arenas limo arcillosas con *clasificación SUCS SC-SM*, con equivalente a la *clasificación AASHTO A-4(1)*, además tiene profundidad de 0.70 m, humedad natural de 8.56%, con límite líquido igual a 25.67% e índice plástico igual a 5.11%.

- M – 2 (0.90 m – 1.50 m)

La calicata C-4/M-2 presentan un sub estrato formado por suelos limo arenosos de baja plasticidad, correspondiente a la *clasificación SUCS ML*, con equivalente a la *clasificación AASHTO A-4(5)*, con profundidad de 0.60 m, humedad natural de 10.47%, con límite líquido igual a 23.00% e índice plástico igual a 3.29%.

Nivel freático no se encontró.

CALICATA C – 5

- RELLENO (0.00 m – 0.20 m)

Del nivel 0.00 m hasta la profundidad de 0.20 m se halló un sub-estrato compuesto de material de relleno descontrolado de ladrillos y residuos sólidos.

- M – 1 (0.20 m – 1.00 m)

La calicata C-5/M-1 presenta un sub- estrato compuesto por arenas arcillosas de *clasificación SUCS SC*, equivalente a la *clasificación AASHTO A-6(3)*, lo cual tiene una profundidad de 0.80 m, humedad natural de 8.48%, con límite líquido igual a 26.79% e índice plástico igual a 12.97%.

- M – 2 (1.00 m – 1.60 m)

La calicata C-5/M-2 presenta un sub estrato constituido por arcillas limo arenosos de baja plasticidad, correspondiente a la **clasificación SUCS CL-ML**, con equivalente a la clasificación **AASHTO A-4(5)**, alcanza una profundidad de 0.60 m, humedad natural de 14.31%, con límite líquido igual a 23.82% e índice plástico igual a 5.33%.

Nivel freático no se encontró.

CALICATA C – 6

- RELLENO (0.00 m – 0.20 m)

Del nivel 0.00 m hasta la profundidad de 0.20 m se ubicó un sub-estrato compuesto de material de relleno descontrolado de ladrillos y residuos sólidos.

- M – 1 (0.20 m – 1.00 m)

La calicata C-6/M-1 está constituido por un sub estrato con profundidad 0.80 m formado por arcillas limo arenosos de baja plasticidad, según la clasificación SUCS se encuentran en el grupo **CL-ML**, con respecto a la **clasificación AASHTO A-4(6)**, con humedad natural de 8.41%, con límite líquido igual a 19.55% e índice plástico igual a 6.01%.

- M – 2 (1.00 m – 1.60 m)

La calicata C-6/M-2 presenta un sub estrato con profundidad 0.60 m constituido por suelos limo arenosos de baja plasticidad, según la clasificación **SUCS** se encuentran en el grupo **ML**, con respecto a la clasificación **AASHTO A-4(6)**, con humedad natural de 3.56%, no presentan límite líquido e índice plástico.

Nivel freático no se encontró.

CALICATA C – 7

- RELLENO (0.00 m – 0.30 m)

Del nivel 0.00 m hasta la profundidad de 0.30 m se ubicó un sub-estrato compuesto de material de relleno descontrolado de ladrillos y residuos sólidos.

- M – 1 (0.30 m – 1.10 m)

La calicata C-7/M-1 está formado por un primer sub estrato con profundidad 0.80 m formado por arcillas de baja plasticidad con arenas, según la clasificación SUCS se encuentran en el grupo **CL**, con respecto a la **clasificación AASHTO A-6(9)**, con

humedad natural de 8.55%, con límite líquido igual a 21.86% e índice plástico igual a 14.58%.

- M – 2 (1.10 m – 1.50 m)

La calicata C-7/M-2 presenta un sub estrato con profundidad 0.40 m constituido por suelos limo arenosos de baja plasticidad, según la clasificación *SUCS* se encuentran en el grupo *ML*, con respecto a la clasificación *AASHTO A-4(6)*, con humedad natural de 7.36%, no presentan límite líquido e índice plástico.

Nivel freático no se encontró.

CALICATA C – 8

- RELLENO (0.00 m – 0.30 m)

Del nivel 0.00 m hasta la profundidad de 0.30 m se ubicó un sub-estrato compuesto de material de relleno descontrolado de ladrillos y residuos sólidos.

- M – 1 (0.30 m – 1.10 m)

La calicata C-8/M-1 presenta un sub estrato con profundidad 0.80 m formado por arcillas arenosas de baja plasticidad, según la clasificación *SUCS* se encuentran en el grupo *CL*, con respecto a la *clasificación AASHTO A-4(5)*, con humedad natural de 4.77%, con límite líquido igual a 24.12% e índice plástico igual a 9.08%.

- M – 2 (1.10 m – 1.60 m)

La calicata C-8/M-2 presenta un segundo sub estrato con profundidad 0.50 m constituido por suelos limo arenosos de baja plasticidad, según la clasificación *SUCS* se encuentran en el grupo *ML*, con respecto a la clasificación *AASHTO A-4(5)*, con humedad natural de 8.36%, no presentan límite líquido e índice plástico.

Nivel freático no se encontró.

CALICATA C – 9

- RELLENO (0.00 m – 0.30 m)

Del nivel 0.00 m hasta la profundidad de 0.30 m se ubicó un sub-estrato compuesto de material de relleno descontrolado de ladrillos y residuos sólidos.

- M – 1 (0.30 m – 1.00 m)

La calicata C-9/M-1 está formada por un sub-estrato compuesto por arcillas limo arenosos de baja plasticidad, con *clasificación SUCS SC* y con equivalente a la *clasificación AASHTO A-4(6)*, este estrato tiene una profundidad de 0.70 m, con

humedad natural de 5.75%, con límite líquido igual a 23.51% e índice plástico igual a 5.95%. Estos suelos son regulares - malos.

- M – 2 (1.00 m – 1.60 m)

La calicata C-9/M-2 presenta un sub-estrato formado por suelos limo arenosos de baja plasticidad, correspondiente a la *clasificación SUCS ML*, equivalente a la *clasificación AASHTO A-4(6)*, con profundidad de 0.60 m, humedad natural de 5.22%.

Nivel freático no se encontró.

CALICATA C – 10

- RELLENO (0.00 m – 0.30 m)

Del nivel 0.00 m hasta la profundidad de 0.30 m se ubicó un sub-estrato compuesto de material de afirmado.

- M – 1 (0.30 m – 1.60 m)

La calicata C-10/M-1 está compuesto por un sub-estrato de arena limo arcilloso, de *clasificación SUCS SC-SM*, con equivalente a la *clasificación AASHTO A-2-6(0)*, las características presentes a una profundidad de 1.30 m son: Humedad natural de 7.98%, límite líquido de 20.36% e índice plástico de 5.22%. Suelos buenos de fácil trabajabilidad.

Nivel freático no se encontró.

CALICATA C – 11

- RELLENO (0.00 m – 0.20 m)

Del nivel 0.00 m hasta la profundidad de 0.20 m se ubicó un sub-estrato compuesto de material de relleno descontrolado de ladrillos y residuos sólidos.

- M – 1 (0.20 m – 1.50 m)

La calicata C-11/M-1 está compuesto por un sub-estrato de arena limo arcilloso, de *clasificación SUCS SC-SM*, con equivalente a la *clasificación AASHTO A-2-6(0)*, las características presentes a una profundidad de 1.30 m, contiene una humedad natural de 8.34%, límite líquido de 23.17% e índice plástico de 5.62%. Suelos regulares.

Nivel freático no se encontró.

CALICATA C – 12

- RELLENO (0.00 m – 0.30 m)

Del nivel 0.00 m hasta la profundidad de 0.30 m se ubicó un sub-estrato compuesto de material de relleno residuos de construcción.

- M – 1 (0.30 m – 1.60 m)

La calicata C-12/M-1 está constituida de un sub-estrato formado por arenas arcillosas correspondiendo a la *clasificación SUCS SC*, similar a la *clasificación AASHTO A-2-6(0)*, con profundidad de 1.30 m, las características que presenta el estrato son: 7.41% de humedad natural, límite líquido igual a 24.82% e índice plástico igual a 16.09%. Suelos regulares.

Nivel freático no se encontró.

4.3. ESTUDIO DE CANTERA

Los resultados geotécnicos luego de ejecutados los ensayos a los materiales se hallan resumidos en los siguientes materiales:

AGREGADOS

a. Muestra: Arena gruesa

Las características físicas, mecánicas y químicas determinadas de la arena gruesa son las siguientes:

Contenido de humedad: 1.4%

Módulo de fineza: 2.248

Material más fino que pasa por la malla N°200: 1.20%

Peso Unitario Suelto Húmedo: 1667 Kg/m³

Peso Unitario Compuesto Húmedo: 1896 Kg/m³

Peso Específico: 2.553 g/cm³

Peso Específico de la masa s.s.s: 2.581 g/cm³

Peso Específico Aparente: 2.628 g/cm³

Porcentaje de Absorción: 1.11%

Sales solubles: 2000 ppm ≈ 0.20%

b. Muestra: Piedra Chancada 1/2

Las características físicas, mecánicas y químicas determinadas correspondientes son las siguientes:

Contenido de humedad: 0.44%

Peso Húmedo: 4120

Peso Seco: 4102

Material más fino que pasa por la malla N°200: 0.10%

Peso Unitario Suelto Húmedo: 1396 Kg/m³

Peso Unitario Compuesto Húmedo: 1582 Kg/m³

Peso Específico: 2.131 g/cm³

Peso Específico de la masa s.s.s: 2.153 g/cm³

Peso Específico Aparente: 2.178 g/cm³

Porcentaje de Absorción: 1.01%

Salas solubles: 1500 ppm \approx 0.15%

% de Desgaste por Abrasión: 24.3%

% de Uniformidad: 0.5%

AFIRMADO

Las características físicas, mecánicas y químicas determinadas correspondientes son las siguientes:

Granulometría: La denominación corresponde es arena bien graduada con arcilla y grava, presenta una doble clasificación según SUCS corresponde SW-SC y el equivalente a la clasificación AASHTO pertenece a subgrupo A-1-a (0).

Contenido de humedad: 4.4%

Límite Líquido: 25.9%

Índice de Plasticidad: 7.3%

Proctor: Los resultados muestran una Densidad Máxima Seca igual a 2.135 g/cm³ con un Óptimo Contenido de Humedad de 6.50%.

CBR: Al 95% de MDS se obtiene un CBR de 52.3%.

Equivalente de Arena: 37%

4.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO

La información pluviométrica que se ha usado como base para determinar la escorrentía superficial corresponde a precipitaciones máximas en 24 horas considerados de la Estación de Puchaca por ser está, la más cercana a la Zona Urbana de Batangrande durante el periodo de

1983 al 2017. Información obtenida del “Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú”- Senamhi.

La siguiente tabla se muestra la información de 32 años de precipitaciones máximas en 24 horas.

TABLA 75: Precipitaciones Máximas en 24 horas

DATOS HIDROLÓGICOS EST. PUCHACA			
Nº	Mes	Año	Max. Precip.
1	Marzo	1983	150
2	Marzo	1987	60.2
3	Abril	1988	9.7
4	Marzo	1989	51.5
5	Noviembre	1990	8.5
6	Abril	1991	4.2
7	Marzo	1992	12.9
8	Marzo	1993	60.9
9	Marzo	1994	96.2
10	Febrero	1995	65.3
11	Marzo	1996	30.3
12	Marzo	1997	30
13	Enero	1998	150.2
14	Febrero	1999	70.3
15	Marzo	2000	55.6
16	Marzo	2001	128.3
17	Febrero	2002	74.7
18	Febrero	2003	40.3
19	Marzo	2004	73.5
20	Marzo	2005	41.5
21	Marzo	2006	77.4
22	Marzo	2007	10.8
23	Febrero	2008	45.8
24	Enero	2009	55.2
25	Marzo	2010	38.2
26	Febrero	2011	20.6
27	Marzo	2012	60.4
28	Marzo	2013	30.9
29	Noviembre	2014	14.2
30	Marzo	2015	50.2
31	Febrero	2016	22.4
32	Febrero	2017	148.1

4.4.1. DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA

El análisis de frecuencia tiene como propósito evaluar precipitaciones, intensidades o caudales máximos en distintos periodos de retorno, aplicando modelos probabilísticos.

La estimación estadística se efectuó aplicando las distribuciones de frecuencia para obtener la de mejor ajuste obteniéndose lo siguiente:

DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LA PRUEBA KOLMOGOROV - SMIRNOV					
m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	4.2	0.0303	0.1046	0.0970	0.0743
2	8.5	0.0606	0.1248	0.1169	0.0642
3	9.7	0.0909	0.1309	0.1229	0.0400
4	10.8	0.1212	0.1367	0.1286	0.0155
5	12.9	0.1515	0.1482	0.1400	0.0034
6	14.2	0.1818	0.1556	0.1474	0.0262
7	20.6	0.2121	0.1956	0.1876	0.0165
8	22.4	0.2424	0.2079	0.2001	0.0345
9	30.0	0.2727	0.2647	0.2577	0.0080
10	30.3	0.3030	0.2671	0.2601	0.0359
11	30.9	0.3333	0.2719	0.2651	0.0614
12	38.2	0.3636	0.3337	0.3284	0.0299
13	40.3	0.3939	0.3525	0.3477	0.0415
14	41.5	0.4242	0.3634	0.3589	0.0609
15	45.8	0.4545	0.4032	0.4000	0.0513
16	50.2	0.4848	0.4451	0.4432	0.0398
17	51.5	0.5152	0.4576	0.4561	0.0576
18	55.2	0.5455	0.4934	0.4931	0.0521
19	55.6	0.5758	0.4972	0.4971	0.0785
20	60.2	0.6061	0.5418	0.5432	0.0643
21	60.4	0.6364	0.5437	0.5452	0.0927
22	60.9	0.6667	0.5485	0.5501	0.1182
23	65.3	0.6970	0.5905	0.5935	0.1065
24	70.3	0.7273	0.6369	0.6414	0.0903
25	73.5	0.7576	0.6657	0.6710	0.0919
26	74.7	0.7879	0.6762	0.6818	0.1117
27	77.4	0.8182	0.6994	0.7056	0.1188
28	96.2	0.8485	0.8363	0.8445	0.0121
29	128.3	0.8788	0.9608	0.9656	0.0820
30	148.1	0.9091	0.9875	0.9898	0.0784
31	150.0	0.9394	0.9889	0.9910	0.0495
32	150.2	0.9697	0.9890	0.9911	0.0193

Fuente: Elaboración propia (Hidroesta)

Delta Maximo 0.1188

 Parámetros de la distribución normal:

 Con momentos ordinarios:

Parámetro de localización (Xm)= 55.8844

Parámetro de escala (S)= 41.1578

 Caudal de diseño:

 El caudal de diseño para un periodo de retorno de 10 años, es 108.64

DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL 2 PARÁMETROS Y LA PRUEBA KOLMOGOROV - SMIRNOV					
m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	4.2	0.0303	0.0052	0.0051	0.0251
2	8.5	0.0606	0.0387	0.0380	0.0219
3	9.7	0.0909	0.0528	0.0521	0.0381
4	10.8	0.1212	0.0672	0.0663	0.0540
5	12.9	0.1515	0.0973	0.0963	0.0542
6	14.2	0.1818	0.1172	0.1161	0.0646
7	20.6	0.2121	0.2205	0.2194	0.0083
8	22.4	0.2424	0.2494	0.2484	0.0070
9	30.0	0.2727	0.3640	0.3634	0.0913
10	30.3	0.3030	0.3682	0.3676	0.0652
11	30.9	0.3333	0.3766	0.3760	0.0432
12	38.2	0.3636	0.4697	0.4696	0.1061
13	40.3	0.3939	0.4937	0.4937	0.0998
14	41.5	0.4242	0.5069	0.5069	0.0826
15	45.8	0.4545	0.5510	0.5512	0.0964
16	50.2	0.4848	0.5915	0.5919	0.1066
17	51.5	0.5152	0.6026	0.6031	0.0875
18	55.2	0.5455	0.6324	0.6330	0.0869
19	55.6	0.5758	0.6354	0.6360	0.0597
20	60.2	0.6061	0.6685	0.6692	0.0624
21	60.4	0.6364	0.6698	0.6705	0.0335
22	60.9	0.6667	0.6732	0.6739	0.0065
23	65.3	0.6970	0.7010	0.7018	0.0040
24	70.3	0.7273	0.7291	0.7300	0.0019
25	73.5	0.7576	0.7454	0.7464	0.0121
26	74.7	0.7879	0.7513	0.7522	0.0366
27	77.4	0.8182	0.7637	0.7647	0.0544
28	96.2	0.8485	0.8322	0.8333	0.0163
29	128.3	0.8788	0.9009	0.9019	0.0221
30	148.1	0.9091	0.9262	0.9272	0.0171
31	150.0	0.9394	0.9282	0.9291	0.0112
32	150.2	0.9697	0.9284	0.9293	0.0413

Fuente: Elaboración propia (Hidroesta)

Delta Maximo 0.1066

 Parámetros de la distribución log Normal:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de escala (μ_y)= 3.7104

Parámetro de forma (S_y)= 0.889

 Caudal de diseño:

El caudal de diseño para un periodo de retorno de 10 años, es 127.71

DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL 3 PARÁMETROS Y LA PRUEBA KOLMOGOROV - SMIRNOV					
m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	4.2	0.0303	-1.748	0.0402	0.0099
2	8.5	0.0606	-1.5089	0.0657	0.0051
3	9.7	0.0909	-1.4462	0.0741	0.0168
4	10.8	0.1212	-1.3901	0.0822	0.039
5	12.9	0.1515	-1.2866	0.0991	0.0524
6	14.2	0.1818	-1.2246	0.1104	0.0715
7	20.6	0.2121	-0.9408	0.1734	0.0387
8	22.4	0.2424	-0.8667	0.1931	0.0494
9	30	0.2727	-0.5765	0.2821	0.0094
10	30.3	0.303	-0.5658	0.2858	0.0173
11	30.9	0.3333	-0.5444	0.2931	0.0402
12	38.2	0.3636	-0.2982	0.3828	0.0191
13	40.3	0.3939	-0.2318	0.4083	0.0144
14	41.5	0.4242	-0.1947	0.4228	0.0014
15	45.8	0.4545	-0.0661	0.4736	0.0191
16	50.2	0.4848	0.0587	0.5234	0.0385
17	51.5	0.5152	0.0944	0.5376	0.0224
18	55.2	0.5455	0.1931	0.5766	0.0311
19	55.6	0.5758	0.2035	0.5806	0.0049
20	60.2	0.6061	0.3204	0.6257	0.0196
21	60.4	0.6364	0.3254	0.6276	0.0088
22	60.9	0.6667	0.3377	0.6322	0.0344
23	65.3	0.697	0.4437	0.6714	0.0256
24	70.3	0.7273	0.5588	0.7119	0.0154
25	73.5	0.7576	0.6297	0.7355	0.022
26	74.7	0.7879	0.6557	0.744	0.0439
27	77.4	0.8182	0.7133	0.7622	0.056
28	96.2	0.8485	1.0803	0.86	0.0115
29	128.3	0.8788	1.601	0.9453	0.0665
30	148.1	0.9091	1.8739	0.9695	0.0604
31	150	0.9394	1.8986	0.9712	0.0318
32	150.2	0.9697	1.9011	0.9714	0.0017

Fuente: Elaboración propia (Hidroesta)

Delta Maximo 0.0715

 Parámetros de la distribución log normal:

Parámetro de posición (x_0)= -37.0945

Parámetro de escala (μy)= 4.445

Parámetro de forma (Sy)= 0.4143

Caudal de diseño:

El caudal de diseño para un periodo de retorno de 10 años, es 107.80

DISTRIBUCIÓN GAMMA 2 PARÁMETROS Y LA PRUEBA KOLMOGOROV - SMIRNOV					
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	4.2	0.0303	0.0166	0.1217	0.0137
2	8.5	0.0606	0.0522	0.2021	0.0085
3	9.7	0.0909	0.0642	0.2218	0.0267
4	10.8	0.1212	0.0758	0.2390	0.0454
5	12.9	0.1515	0.0993	0.2701	0.0522
6	14.2	0.1818	0.1145	0.2883	0.0679
7	20.6	0.2121	0.1945	0.3684	0.0176
8	22.4	0.2424	0.2177	0.3886	0.0247
9	30.0	0.2727	0.3157	0.4650	0.0430
10	30.3	0.3030	0.3195	0.4678	0.0165
11	30.9	0.3333	0.3271	0.4733	0.0062
12	38.2	0.3636	0.4164	0.5345	0.0527
13	40.3	0.3939	0.4408	0.5505	0.0468
14	41.5	0.4242	0.4544	0.5593	0.0302
15	45.8	0.4545	0.5016	0.5894	0.0470
16	50.2	0.4848	0.5468	0.6178	0.0619
17	51.5	0.5152	0.5595	0.6257	0.0444
18	55.2	0.5455	0.5943	0.6473	0.0489
19	55.6	0.5758	0.5980	0.6496	0.0222
20	60.2	0.6061	0.6379	0.6743	0.0318
21	60.4	0.6364	0.6395	0.6754	0.0032
22	60.9	0.6667	0.6437	0.6779	0.0230
23	65.3	0.6970	0.6783	0.6996	0.0187
24	70.3	0.7273	0.7141	0.7222	0.0132
25	73.5	0.7576	0.7352	0.7357	0.0224
26	74.7	0.7879	0.7427	0.7406	0.0452
27	77.4	0.8182	0.7590	0.7513	0.0592
28	96.2	0.8485	0.8489	0.8135	0.0005
29	128.3	0.8788	0.9344	0.8849	0.0556
30	148.1	0.9091	0.9614	0.9141	0.0523
31	150.0	0.9394	0.9634	0.9165	0.0240
32	150.2	0.9697	0.9636	0.9167	0.0061

Fuente: Elaboración propia (Hidroesta)

Delta Máximo 0.0679

 Los 2 parámetros de la distribución Gamma:

 Con momentos ordinarios:

Parámetro de forma (gamma)= 1.7459

Parámetro de escala (beta)= 32.0083

 Caudal de diseño:

 El caudal de diseño para un periodo de retorno de 10 años, es 112.23

DISTRIBUCIÓN GAMMA 3 PARÁMETROS Y LA PRUEBA KOLMOGOROV - SMIRNOV					
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	4.2	0.0303	0.0574	0.0369	0.0271
2	8.5	0.0606	0.0869	0.0708	0.0263
3	9.7	0.0909	0.0962	0.0817	0.0053
4	10.8	0.1212	0.1050	0.0922	0.0162
5	12.9	0.1515	0.1228	0.1132	0.0287
6	14.2	0.1818	0.1344	0.1268	0.0474
7	20.6	0.2121	0.1964	0.1988	0.0158
8	22.4	0.2424	0.2150	0.2200	0.0274
9	30.0	0.2727	0.2974	0.3111	0.0247
10	30.3	0.3030	0.3007	0.3147	0.0023
11	30.9	0.3333	0.3074	0.3219	0.0259
12	38.2	0.3636	0.3886	0.4075	0.0249
13	40.3	0.3939	0.4117	0.4312	0.0178
14	41.5	0.4242	0.4248	0.4446	0.0005
15	45.8	0.4545	0.4709	0.4911	0.0164
16	50.2	0.4848	0.5164	0.5361	0.0316
17	51.5	0.5152	0.5295	0.5489	0.0144
18	55.2	0.5455	0.5656	0.5840	0.0202
19	55.6	0.5758	0.5694	0.5877	0.0063
20	60.2	0.6061	0.6118	0.6282	0.0057
21	60.4	0.6364	0.6135	0.6299	0.0228
22	60.9	0.6667	0.6180	0.6341	0.0487
23	65.3	0.6970	0.6554	0.6696	0.0415
24	70.3	0.7273	0.6948	0.7065	0.0325
25	73.5	0.7576	0.7182	0.7283	0.0394
26	74.7	0.7879	0.7266	0.7361	0.0613
27	77.4	0.8182	0.7448	0.7530	0.0734
28	96.2	0.8485	0.8463	0.8468	0.0022
29	128.3	0.8788	0.9407	0.9356	0.0620
30	148.1	0.9091	0.9684	0.9632	0.0593
31	150.0	0.9394	0.9703	0.9651	0.0309
32	150.2	0.9697	0.9705	0.9653	0.0008

Fuente: Elaboración propia (Hidroesta)

Delta Maximo 0.0734

Los 3 parámetros de la distribución Gamma:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de localización (X_0)= -20.0293

Parámetro de forma (γ)= 3.402

Parámetro de escala (β)= 22.3143

Caudal de diseño:

El caudal de diseño para un periodo de retorno de 10 años, es 111.06

DISTRIBUCIÓN GUMBEL Y LA PRUEBA KOLMOGOROV - SMIRNOV					
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	4.2	0.0303	0.0602	0.0627	0.0299
2	8.5	0.0606	0.0856	0.0885	0.0250
3	9.7	0.0909	0.0937	0.0967	0.0028
4	10.8	0.1212	0.1015	0.1045	0.0197
5	12.9	0.1515	0.1173	0.1204	0.0342
6	14.2	0.1818	0.1277	0.1309	0.0541
7	20.6	0.2121	0.1853	0.1885	0.0268
8	22.4	0.2424	0.2031	0.2063	0.0393
9	30.0	0.2727	0.2843	0.2869	0.0115
10	30.3	0.3030	0.2876	0.2903	0.0154
11	30.9	0.3333	0.2943	0.2969	0.0390
12	38.2	0.3636	0.3775	0.3794	0.0139
13	40.3	0.3939	0.4015	0.4032	0.0076
14	41.5	0.4242	0.4152	0.4167	0.0090
15	45.8	0.4545	0.4636	0.4646	0.0090
16	50.2	0.4848	0.5116	0.5121	0.0267
17	51.5	0.5152	0.5254	0.5258	0.0102
18	55.2	0.5455	0.5635	0.5636	0.0181
19	55.6	0.5758	0.5675	0.5676	0.0082
20	60.2	0.6061	0.6121	0.6118	0.0061
21	60.4	0.6364	0.6140	0.6136	0.0224
22	60.9	0.6667	0.6186	0.6182	0.0480
23	65.3	0.6970	0.6579	0.6572	0.0391
24	70.3	0.7273	0.6989	0.6978	0.0284
25	73.5	0.7576	0.7230	0.7219	0.0345
26	74.7	0.7879	0.7317	0.7305	0.0562
27	77.4	0.8182	0.7504	0.7490	0.0678
28	96.2	0.8485	0.8523	0.8507	0.0038
29	128.3	0.8788	0.9429	0.9417	0.0641
30	148.1	0.9091	0.9688	0.9679	0.0597
31	150.0	0.9394	0.9705	0.9697	0.0312
32	150.2	0.9697	0.9707	0.9699	0.0010

Fuente: Elaboración propia (Hidroesta)

Delta Maximo 0.0678

 Parámetros de la distribución Gumbel:

 Con momentos ordinarios:

Parámetro de posición (μ)= 37.3612

Parámetro de escala (alfa)= 32.0906

 Caudal de diseño:

 El caudal de diseño para un periodo de retorno de 10 años, es 109.58

DISTRIBUCIÓN LOG GUMBEL Y LA PRUEBA KOLMOGOROV - SMIRNOV					
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	4.2	0.0303	0.0000	0.0000	0.0303
2	8.5	0.0606	0.0045	0.0070	0.0561
3	9.7	0.0909	0.0114	0.0160	0.0795
4	10.8	0.1212	0.0217	0.0284	0.0995
5	12.9	0.1515	0.0516	0.0618	0.0999
6	14.2	0.1818	0.0757	0.0875	0.1061
7	20.6	0.2121	0.2212	0.2338	0.0091
8	22.4	0.2424	0.2627	0.2742	0.0203
9	30.0	0.2727	0.4160	0.4221	0.1433
10	30.3	0.3030	0.4212	0.4272	0.1182
11	30.9	0.3333	0.4315	0.4370	0.0982
12	38.2	0.3636	0.5385	0.5398	0.1749
13	40.3	0.3939	0.5639	0.5641	0.1699
14	41.5	0.4242	0.5774	0.5772	0.1532
15	45.8	0.4545	0.6210	0.6192	0.1665
16	50.2	0.4848	0.6588	0.6557	0.1740
17	51.5	0.5152	0.6688	0.6654	0.1537
18	55.2	0.5455	0.6950	0.6908	0.1495
19	55.6	0.5758	0.6976	0.6934	0.1218
20	60.2	0.6061	0.7254	0.7204	0.1193
21	60.4	0.6364	0.7265	0.7215	0.0901
22	60.9	0.6667	0.7292	0.7242	0.0625
23	65.3	0.6970	0.7516	0.7461	0.0546
24	70.3	0.7273	0.7736	0.7677	0.0463
25	73.5	0.7576	0.7860	0.7799	0.0285
26	74.7	0.7879	0.7904	0.7842	0.0025
27	77.4	0.8182	0.7998	0.7935	0.0184
28	96.2	0.8485	0.8494	0.8428	0.0009
29	128.3	0.8788	0.8978	0.8916	0.0190
30	148.1	0.9091	0.9161	0.9103	0.0070
31	150.0	0.9394	0.9176	0.9118	0.0218
32	150.2	0.9697	0.9177	0.9120	0.0520

Fuente: Elaboración propia (Hidroesta)

Delta Maximo 0.1749

 Parámetros de la distribución log Gumbel:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de posición (μ)= 3.3103

Parámetro de escala (alfa)= 0.6931

Caudal de diseño:

El caudal de diseño para un periodo de retorno de 10 años, es 130.33

4.4.2. P. MÁX 24 HRS POR DISTRIBUCIÓN PROBABILÍSTICA

Haciendo uso del *software hidroesta* se realizaron los cálculos estadísticos con las distribuciones probabilísticas para los siguientes periodos de retorno donde se obtuvo las siguientes precipitaciones máximas 24 horas:

TABLA 76: Precipitación máx. por Modelo de Distribución Probabilística

Tiempo Retorno (años)	Dist. Normal (mm)	Dist. Log Normal 2 Parámetros (mm)	Dist. Log Normal 3 Parámetros (mm)	Dist. Gamma 2 Parámetros (mm)	Dist. Gamma 3 Parámetros (mm)	Dist. Gumbel (mm)	Dist. Log Gumbel (mm)
2	55.88	40.87	48.10	45.66	48.59	49.12	35.32
5	90.52	86.35	83.64	85.00	86.64	85.50	77.47
10	108.64	127.71	107.80	112.23	111.06	109.59	130.33
20	123.60	176.43	131.36	138.43	133.70	132.68	214.65
25	127.95	193.84	138.91	146.70	140.72	140.00	251.45
50	140.43	253.78	162.46	172.04	161.93	162.58	409.45
100	151.65	323.37	186.32	196.91	182.38	184.98	664.32

Fuente: Elaboración propia

4.4.3. RESULTADOS DE PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE

La aplicación del análisis estadístico a un conjunto de datos de precipitaciones permite determinar la distribución teórica de mejor ajuste de la base de datos históricos. Considerando los diferentes métodos para estimar la distribución teórica que mejor se ajuste, el más usado en las pruebas de bondad de ajuste y el que se aplicara en el presente estudio será el Test de Kolmogorov – Smirnov.

Para efectuar el proceso de cálculo de las distribuciones teóricas y realizar la selección de una de ellas se utilizó el *software hidroesta*, desarrollado por Máximo Villón Béjar en la Escuela de Ingeniería Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

TABLA 77: Resultados de las pruebas de Bondad de Ajuste

	Dist. Normal (mm)	Dist. Log Normal 2 Parámetros (mm)	Dist. Log Normal 3 Parámetros (mm)	Dist. Gamma 2 Parámetros (mm)	Dist. Gamma 3 Parámetros (mm)	Dist. Gumbel (mm)	Dist. Log Gumbel (mm)
Δ Tubular	0.2404	0.2404	0.2404	0.2404	0.2404	0.2404	0.2404
Δ Teórico	0.1188	0.1066	0.0715	0.0679	0.07338	0.0678	0.1749

Fuente: Elaboración propia

Se concluye: Según el análisis de bondad de ajuste realizado a las precipitaciones máximas se determinó que la distribución más adecuada que se ajusta con el modelo es la **Distribución**

Gumbel, ya que durante el proceso de análisis de gráfico se determinó que los datos experimentales y el de las distribuciones teóricas tienen mejor coincidencia, alcanzando un Δ Teórico = 0.0678. Para la formulación del proyecto, se ha determinado trabajar con los resultados de la **Distribución Gumbel**, correspondiente a la Estación de Puchaca.

TABLA 78: P. máx. en 24 hrs Ponderada

TR (años)	Dist. Gumbel (mm)
2	49.12
5	85.50
10	109.59
20	132.68
25	140.00
50	162.58
100	184.98

Fuente: Elaboración propia

4.4.4. PERIODO DE RETORNO

Por lo tanto, para el presente estudio el periodo de retorno será de 10 años.

4.4.5. P. MÁX (DISTRIBUCIÓN GUMBEL)

TABLA 79: Precipitaciones aplicando dist. Gumbel

N°	Año	Max. Precip.	Precipitación (mm)	
			x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1983	150	150.00	8857.75
2	1987	60.2	60.20	18.62
3	1988	9.7	9.70	2133.00
4	1989	51.5	51.50	19.22
5	1990	8.5	8.50	2245.28
6	1991	4.2	4.20	2671.27
7	1992	12.9	12.90	1847.66
8	1993	60.9	60.90	25.16
9	1994	96.2	96.20	1625.35
10	1995	65.3	65.30	88.65
11	1996	30.3	30.30	654.56
12	1997	30	30.00	670.00
13	1998	150.2	150.20	8895.44
14	1999	70.3	70.30	207.81
15	2000	55.6	55.60	0.08
16	2001	128.3	128.30	5244.02
17	2002	74.7	74.70	354.03
18	2003	40.3	40.30	242.87
19	2004	73.5	73.50	310.31
20	2005	41.5	41.50	206.91
21	2006	77.4	77.40	462.92
22	2007	10.8	10.80	2032.60
23	2008	45.8	45.80	101.69
24	2009	55.2	55.20	0.47
25	2010	38.2	38.20	312.74
26	2011	20.6	20.60	1244.99
27	2012	60.4	60.40	20.39
28	2013	30.9	30.90	624.22
29	2014	14.2	14.20	1737.59
30	2015	50.2	50.20	32.31
31	2016	22.4	22.40	1121.20
32	2017	148.1	148.10	8503.72
32		Suma	1788.3	52512.8

TABLA 80: Cálculo variables probabilísticas

Cálculo variables probabilísticas	
Promedio	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 55.88 \text{ mm}$
Desviación estandar	$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 41.16 \text{ mm}$
	$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 32.09 \text{ mm}$
	$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 37.36 \text{ mm}$

TABLA 81: Precip. máx 24 hrs en distintas frecuencias

Periodo Retorno	Variable Reducida	Prob. de ocurrencia	Precip. (mm)
Años	YT	F(xT)	XT'(mm)
2	0.3665	0.5000	49.1233
5	1.4999	0.8000	85.4956
10	2.2504	0.9000	109.5773
25	3.1985	0.9600	140.0045
50	3.9019	0.9800	162.5772
100	4.6001	0.9900	184.9832

TABLA 82: Coeficientes de duración de lluvias entre 24 horas y una hora

Coeficientes de duración de lluvias entre 24 horas y una hora									
1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	8.00	12.00	18.00	24.00
0.25	0.31	0.38	0.44	0.50	0.56	0.64	0.79	0.90	1.00

TABLA 83: Precip. máx en función a la duración de lluvia

Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempo de duración					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
24 hr	X24	49.123	85.496	109.577	140.005	162.577	184.983
18 hr	X18 = 91%	44.211	76.946	98.620	126.004	146.319	166.485
12 hr	X12 = 80%	38.807	67.542	86.566	110.604	128.436	146.137
8 hr	X8 = 68%	31.439	54.717	70.129	89.603	104.049	118.389
6 hr	X6 = 61%	27.509	47.878	61.363	78.403	91.043	103.591
5 hr	X5 = 57%	24.562	42.748	54.789	70.002	81.289	92.492
4 hr	X4 = 52%	21.614	37.618	48.214	61.602	71.534	81.393
3 hr	X3 = 46%	18.667	32.488	41.639	53.202	61.779	70.294
2 hr	X2 = 39%	15.228	26.504	33.969	43.401	50.399	57.345
1 hr	X1 = 30%	12.281	21.374	27.394	35.001	40.644	46.246

4.4.6. CÁLCULO DE INTENSIDAD DE LLUVIA

TABLA 84: Ecuación de Intensidad

FÓRMULA PARA CÁLCULO DE INTENSIDAD
$I = \frac{P \text{ (mm)}}{t_{\text{duración}} \text{ (hr.)}}$
P : Precipitación de lluvia (mm)
P : Duración (hrs)

TABLA 85: Intensidades de lluvia

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) para diferentes periodos de retorno					
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
24 hr	1440	2.047	3.562	4.566	5.834	6.774	7.708
18 hr	1080	2.456	4.275	5.479	7.000	8.129	9.249
12 hr	720	3.234	5.628	7.214	9.217	10.703	12.178
8 hr	480	3.930	6.840	8.766	11.200	13.006	14.799
6 hr	360	4.585	7.980	10.227	13.067	15.174	17.265
5 hr	300	4.912	8.550	10.958	14.000	16.258	18.498
4 hr	240	5.404	9.405	12.054	15.400	17.883	20.348
3 hr	180	6.222	10.829	13.880	17.734	20.593	23.431
2 hr	120	7.614	13.252	16.984	21.701	25.199	28.672
1 hr	60	12.281	21.374	27.394	35.001	40.644	46.246

4.4.7. CURVAS DE INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA (IDF)

TABLA 86: Representación matemática de las curvas IDF

REPRESENTACIÓN MATEMÁTICA DE LAS CURVAS IDF	
$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$	I = Intensidad (mm/hr)
	t = Duración de la lluvia (min)
	T = Período de retorno (años)
	K, m, n = Parámetros de ajuste

4.4.8. CÁLCULO DE LA ECUACIÓN DE INTENSIDAD

Mediante el cálculo de regresiones se obtuvieron los parámetros de ajuste que forman parte de la ecuación de intensidad máxima.

TABLA 87: Regresión potencial

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	105.475	0.693	4.658	3.229	0.480
2	5	183.572	1.609	5.213	8.389	2.590
3	10	235.279	2.303	5.461	12.574	5.302
4	25	300.611	3.219	5.706	18.366	10.361
5	50	349.077	3.912	5.855	22.906	15.304
6	100	397.186	4.605	5.984	27.559	21.208
6	192	1571.200	16.341	32.877	93.024	55.245
Ln (K) =	4.5968	K =	99.1626	m =	0.3241	

TABLA 88: Ecuación de Intensidad de diseño

$$I = \frac{99.1626 \cdot T^{0.3241}}{t^{0.5375}}$$

4.4.9. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD

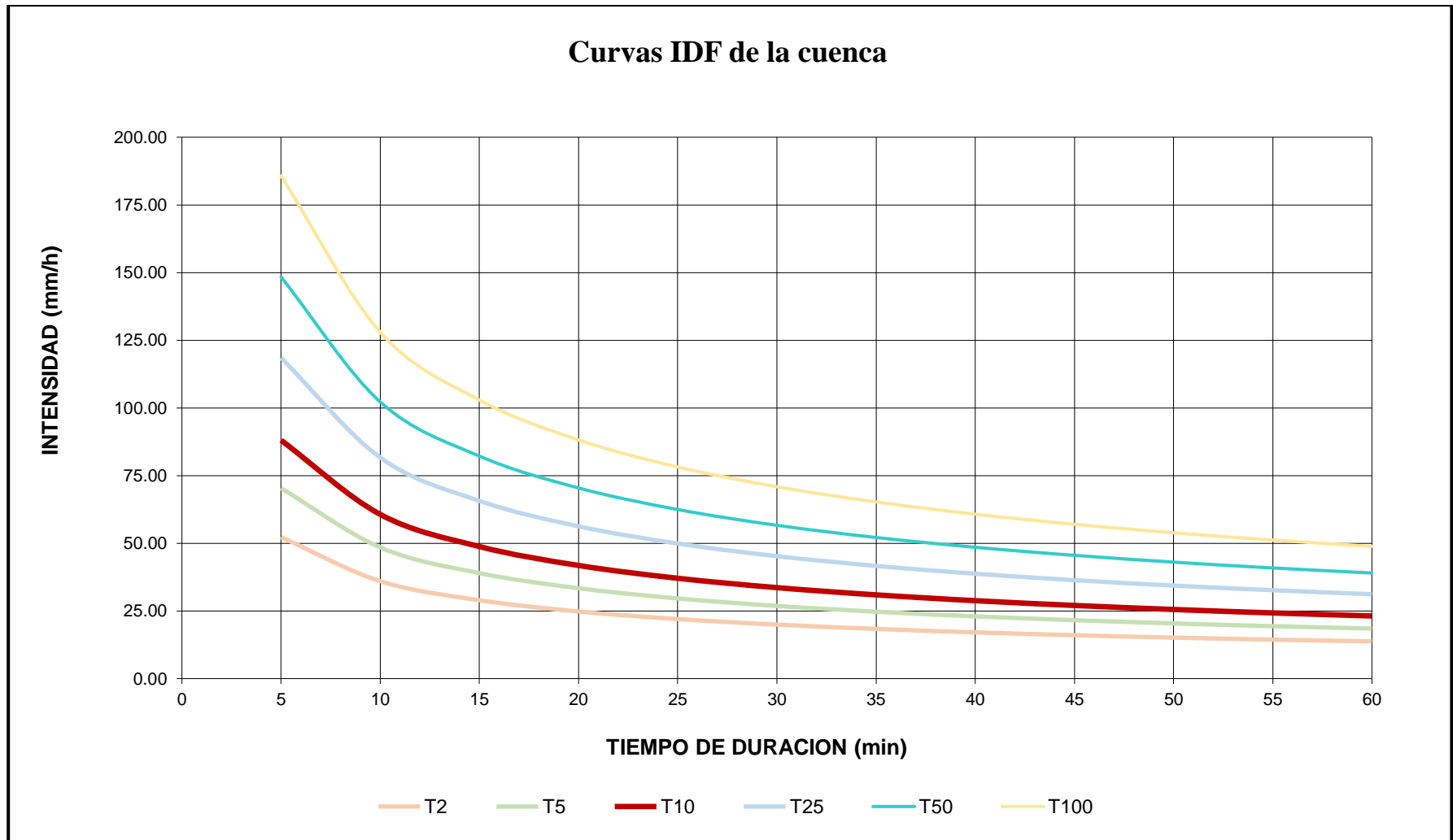
Luego de construir la ecuación de intensidad máxima se calcularon las intensidades máximas en función del periodo de retorno y la duración (mm) como se muestra en el cuadro.

TABLA 89: Intensidades máximas para diferentes Tr y D

Intensidades maximas												
Frecuencia	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	52.27	36.01	28.96	24.81	22.00	19.95	18.36	17.09	16.04	15.16	14.40	13.74
5	70.34	48.46	38.97	33.39	29.61	26.85	24.71	23.00	21.59	20.40	19.38	18.50
10	88.06	60.67	48.79	41.80	37.07	33.61	30.94	28.80	27.03	25.54	24.27	23.16
25	118.51	81.65	65.66	56.25	49.89	45.24	41.64	38.76	36.38	34.37	32.66	31.17
50	148.37	102.22	82.20	70.42	62.46	56.63	52.13	48.52	45.54	43.03	40.89	39.02
100	185.74	127.97	102.91	88.16	78.20	70.90	65.26	60.74	57.01	53.88	51.18	48.85

Las intensidades máximas, se determinó para un periodo de retorno (T), donde para un sistema de drenaje menor el periodo de retorno (T) es 10 años y la duración efectiva de lluvia (d) para este estudio será $d= 1 \text{ hr}$, lo que equivale a 60 minutos, obteniendo una $I = 23.16 \text{ mm/h}$.

Figura N° 7 : Curva IDF para Estación Pluviométrica Puchaca



4.4.10. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

“Se define como el tiempo que tarda el flujo desde la cota más alta hasta el punto de entrega de la cuenca.” [13]. Para el proyecto se determinará el T_c aplicando la fórmula según California Culverts Practice (1942):

TABLA 90: Ecuación del tiempo de concentración

MÉTODO	FÓRMULA
California Culverts Practice (1942)	$T_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$
L= longitud del curso de mas largo, m	
H= diferencia del nivel entre la divisoria de aguas y la salida, m	

TABLA 91: Tiempo de Concentración de diseño

L (m)	L (Km)	COTAS		Desnivel	TIEMPO DE CONCENTRACION
		Inicial	Final		California Culverts Practice
1450.00	1.450	114.43	110.44	3.99	51.29 min

Por tanto, considerando que existe una limitada información de la estación de Puchaca se estimará que la duración de la lluvia sea aproximadamente igual al tiempo de concentración, es decir **1 hora (60 min)**.

4.4.11. CAUDALES DE ESCURRIMIENTO

Los caudales de escurrimiento serán estimados por el método racional, puesto que el proyecto tiene áreas de drenaje menores a 13 km² estipulado en la OS.060 Drenaje Pluvial Urbano. [13]

TABLA 92: Fórmula para estimar el Caudal de Esgurrimiento

MÉTODO RACIONAL	FÓRMULA
Q= Descarga máxima de diseño (m ³ /s)	$Q = 0.278 CIA$
C= Coeficiente de escurrimiento	
I= Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/hr)	
A= Área de la cuenca (Km ²)	

TABLA 93: Coeficientes de escorrentía según el Método Racional

COEFICIENTES DE ESCORRENTIA SEGÚN MÉTODO RACIONAL							
SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
ÁREAS URBANAS	2	5	10	25	50	100	500
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/ Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
ZONAS VERDES (Jardines, parques,etc)							
Condición pobre (Cubierta de pasto < 50% del área)							
Plano 0 – 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2% – 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente superior 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62

TABLA 94: Coeficientes de escorrentía promedio en áreas urbanas

COEFICIENTES DE ESCORRENTIA PROMEDIO EN ÁREAS URBANAS (Periodo de retorno de 5 a 10 años)	
SUPERFICIE	COEFICIENTE
CALLES	
Pavimento asfáltico	0.70 a 0.95
Pavimento de concreto	0.80 a 0.95
Pavimento de adoquines	0.70 a 0.85
Veredas	0.70 a 0.85
Techos y Azoteas	0.75 a 0.95
CÉSPED, SUELO ARENOSO	
Plano (0 – 2%) Pendiente	0.05 a 0.10
Promedio (2% – 7%) Pendiente	0.10 a 0.15
Pendiente superior (>7%) Pendiente	0.15 a 0.20
CÉSPED, SUELO ARENOSO	
Plano (0 – 2%) Pendiente	0.13 a 0.17
Promedio (2% – 7%) Pendiente	0.18 a 0.22
Pendiente superior (>7%) Pendiente	0.25 a 0.35
PRADERAS	0.20

Por tanta, la escorrentía de diseño para el proyecto será $C = 0.83$.

4.4.12. ÁREAS APORTANTES (Km²)

Se calculó el área aportante formando sub cuencas en cada cuadra de las calles ubicadas dentro del área aportante.

A continuación, se muestra las áreas aportantes para el estudio hidrológico:

TABLA 95 : Áreas aportantes de las sub cuencas

ÁREAS APORTANTES					
SUB CUENCA	VIVIENDA A	VIVIENDA B	APORTE VIVIENDAS (m²)	APORTE VER+SARD.+ PISTA (m²)	ÁREA (Km²)
SC-1	304.66	2685.25	2989.91	570.92	0.004
SC-2	304.40	3961.22	4265.62	1060.33	0.005
SC-3	304.13	493.92	798.05	329.09	0.001
SC-4	318.52	1634.47	1952.99	1203.33	0.003
SC-5	616.07	1275.97	1892.04	1299.85	0.003
SC-6	405.77	614.92	1020.68	583.20	0.002
SC-7	615.68	0.00	615.68	722.19	0.001
SC-8	671.40	0.00	671.40	1527.99	0.002
SC-9	487.58	0.00	487.58	1447.74	0.002
SC-10	255.44	0.00	255.44	2398.96	0.003
SC-11	2245.42	724.22	2969.64	5103.48	0.008
SC-12	675.81	3347.63	4023.44	666.92	0.005
SC-13	3657.22	1348.03	5005.25	2419.75	0.007
SC-14	337.86	267.64	605.50	813.78	0.001
SC-15	2246.90	0.00	2246.90	1824.32	0.004
SC-16	3389.83	0.00	3389.83	4128.48	0.008
SC-17	974.22	0.00	974.22	3485.86	0.004
SC-18	975.15	0.00	975.15	2242.24	0.003
SC-19	3439.04	0.00	3439.04	3644.34	0.007
SC-20	0.00	5452.36	5452.36	3644.34	0.009
SC-21	2538.33	406.62	2944.94	1631.70	0.005
SC-22	699.99	2163.04	2863.03	4079.23	0.007
SC-23	732.01	194.50	926.51	2115.53	0.003
SC-24	307.56	201.12	508.68	958.74	0.001
SC-25	247.33	200.12	447.44	214.44	0.001
SC-26	252.18	194.49	446.67	246.30	0.001
SC-27	247.32	248.62	495.94	119.87	0.001
SC-28	200.62	194.50	395.11	114.31	0.001
SC-29	447.94	0.00	447.94	338.05	0.001
SC-30	374.45	0.00	374.45	1010.24	0.001
SC-31	374.62	0.00	374.62	915.31	0.001
SC-32	723.13	0.00	723.13	1180.12	0.002
SC-33	1192.70	0.00	1192.70	6400.79	0.008
SC-34	515.45	1166.64	1682.08	1559.05	0.003
SC-35	3431.95	0.00	3431.95	2046.80	0.005

SC-36	3433.34	3370.77	6804.11	4324.43	0.011
SC-37	600.91	0.00	600.91	2529.19	0.003
SC-38	1404.77	578.66	1983.43	2237.04	0.004
SC-39	5033.16	0.00	5033.16	9428.03	0.014
SC-40	1493.43	305.09	1798.52	607.16	0.002
SC-41	1781.89	1026.49	2808.38	3763.63	0.007
SC-42	1075.31	1023.45	2098.76	398.39	0.002
SC-43	3498.40	5121.58	8619.98	7298.41	0.016
SC-44	1045.03	176.80	1221.83	470.49	0.002
SC-45	177.10	0.00	177.10	213.01	0.000
SC-46	177.07	2384.30	2561.37	516.17	0.003
SC-47	1702.14	3575.89	5278.03	1508.16	0.007
SC-48	578.51	2418.14	2996.64	1208.70	0.004
SC-49	5536.32	1323.57	6859.89	5830.02	0.013
SC-50	6145.93	4322.89	10468.82	10176.00	0.021
SC-51	4791.69	720.07	5511.76	1698.22	0.007
SC-52	1197.92	717.50	1915.42	519.54	0.002
SC-53	3638.55	1825.40	5463.95	4260.95	0.010
SC-54	918.66	2461.42	3380.08	4603.36	0.008
SC-55	3634.00	3807.99	7441.98	1421.07	0.009
SC-56	624.80	1800.84	2425.64	581.97	0.003
SC-57	297.78	614.97	912.75	389.38	0.001
SC-58	596.94	1801.58	2398.51	1370.08	0.004
SC-59	1206.04	1559.33	2765.37	477.08	0.003
SC-60	896.03	896.57	1792.60	916.79	0.003
SC-61	896.23	1703.77	2600.00	874.15	0.003
SC-62	1501.86	633.67	2135.53	985.85	0.003
SC-63	1000.71	799.69	1800.39	1258.50	0.003
SC-64	4434.20	4938.63	9372.83	3643.75	0.013
SC-65	3298.48	983.76	4282.25	1291.40	0.006
SC-66	1175.39	1597.99	2773.38	930.91	0.004
SC-67	1994.17	922.46	2916.62	387.78	0.003
SC-68	1229.94	1405.02	2634.96	793.46	0.003
SC-69	1805.67	0.00	1805.67	2661.40	0.004
SC-70	225.00	0.00	225.00	345.46	0.001
SC-71	1351.45	0.00	1351.45	813.78	0.002
SC-72	1974.41	723.13	2697.54	1111.45	0.004
SC-73	224.55	200.00	424.55	723.53	0.001

Seguidamente, se realizó la elaboración del hietograma de diseño utilizando la información de curvas IDF, método de los bloques alternados.

Sin embargo, para poder efectuar los cálculos, es necesario definir la duración de la lluvia y los intervalos de tiempo en el que se dividirá esta duración.

Periodo de retorno: 10 años

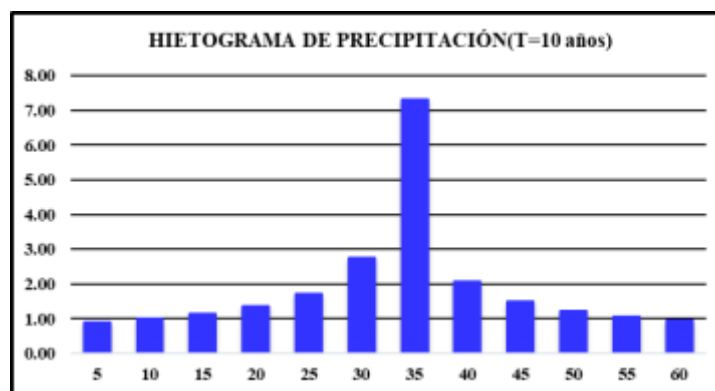
Intensidad: 23.16 mm/hr

En el siguiente cuadro se muestra los valores del hietograma de diseño.

TABLA 96 : Cálculos para la construcción del hietograma de diseño

INSTANTE	INTENSIDAD	PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm)	PRECIPITACIÓN (mm)	INTENSIDAD PARCIAL	PRECIPITACIÓN ALTERNADA	INTENSIDAD PARCIAL ALTERNADA
5	88.0589744	7.338247863	7.338248	88.0589744	0.9133754	1.10881237
10	60.6685405	10.11142341	2.773176	27.3904339	1.012284	1.48826996
15	48.7877422	12.19693555	2.085512	11.8807983	1.149704	2.14289919
20	41.7978046	13.93260153	1.735666	6.98993763	1.358999	3.46089995
25	37.0733867	15.44724448	1.514643	4.72441784	1.735666	6.98993763
30	33.6124868	16.80624339	1.358999	3.46089995	2.773176	27.3904339
35	30.9396438	18.04812557	1.241882	2.67284295	7.338248	88.0589744
40	28.7967446	19.19782976	1.149704	2.14289919	2.085512	11.8807983
45	27.0301103	20.27258273	1.074753	1.76663434	1.514643	4.72441784
50	25.5418403	21.28486695	1.012284	1.48826996	1.241882	2.67284295
55	24.2662535	22.24406571	0.959199	1.27558684	1.074753	1.76663434
60	23.1574411	23.15744113	0.913375	1.10881237	0.959199	1.27558684

Figura N° 8 : Relación precipitación – Escorrentía



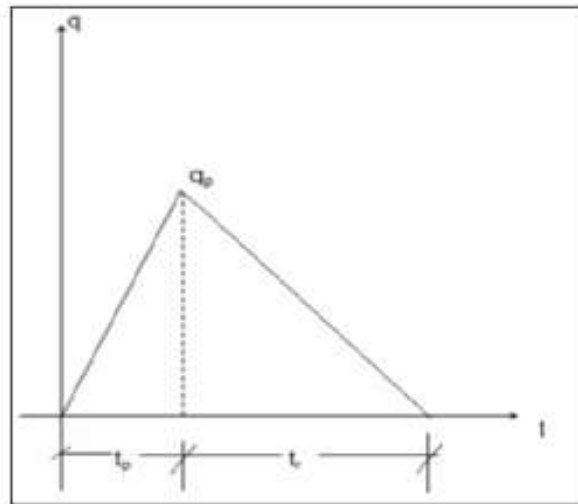
Puesto, no se cuenta mayor información, se efectuó la aplicación del Hidrograma Unitario (SUCS), para la elaboración del hidrograma unitario se ha considerado el área de influencia del proyecto, considerando que la estación más cercana es la estación “Puchaca”.

Para el cálculo del caudal pico (qp) y el tiempo pico (tp) se realizó los cálculos mostrados a continuación:

$$T_p = 0.5 (D) + 0.6 (t_c) \quad T_r = 1.67 t_p \quad T_b = t_r + t_p \quad q_p = 0.208 (A/t_p)$$

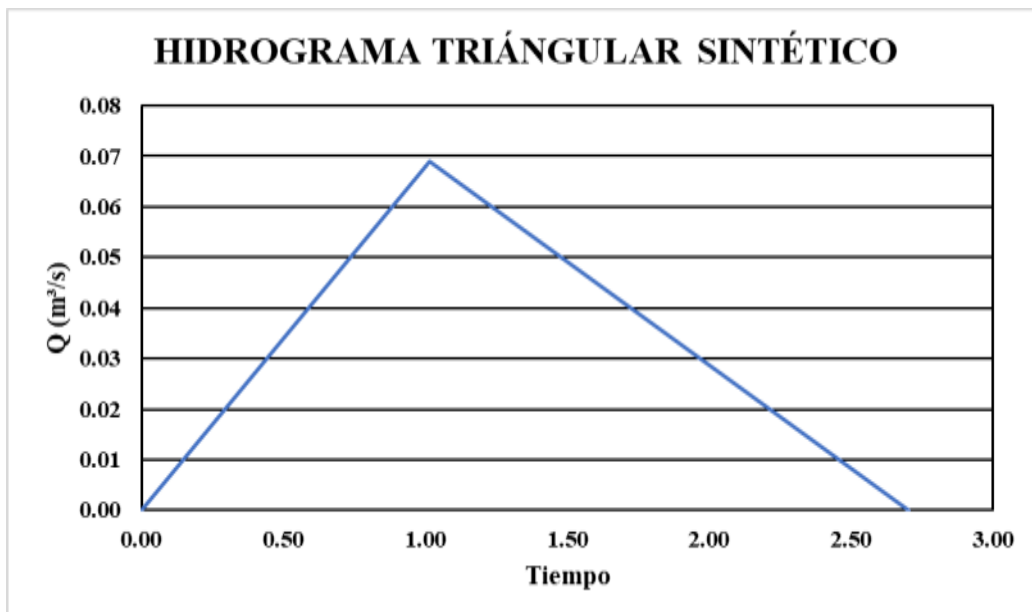
Area de Cuenca	A	0.334 km ²
Tiempo de concentración	Tc	60.00 min
Tiempo pico en horas	Tp	1.100 hrs
Tiempo de recesión en horas	Tr	1.837 hrs
Tiempo base de precipitación	Tb	2.937 hrs
Caudal pico	qp	0.063 m³/seg

TABLA 97 : Hidrograma Triangular Sintético

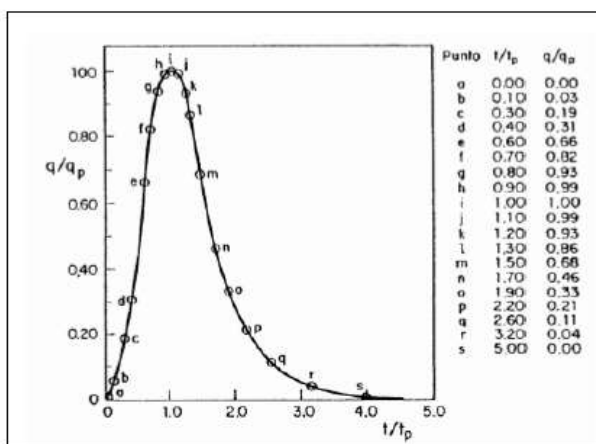


Fuente: Principios y Fundamentos de Hidrología Superficial (Augusto F. Breña 2010)

TABLA 98 : Hidrograma triangular Sintético (Q vs T)



Los parámetros utilizados en el Hidrograma unitario SUCS se muestran a continuación:



Fuente: Principios y Fundamentos de Hidrología Superficial (Augusto F. Breña 2010)

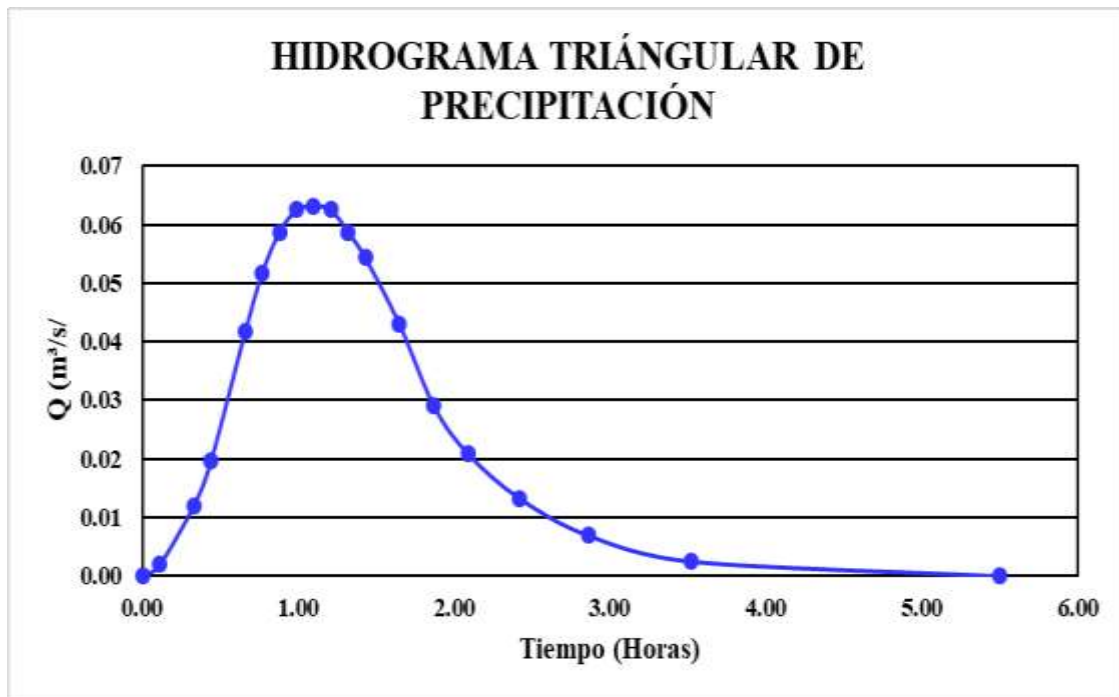
Para obtener el Hidrograma de escurrimiento unitario directo se obtuvo multiplicando las ordenadas del hidrograma unitario SUCS por la precipitación efectiva e insertando los valores de “qp” y “tp” como se muestra a continuación:

T_p 1.100 hrs
 q_p 0.063 m³/seg

TABLA 99 : Valores para la construcción del hidrograma de escurrimiento unitario.

t/t_p	q/q_p	Tiempo (Horas)	Caudal (m ³ /s)
0.00	0.00	0.000	0.000
0.10	0.03	0.110	0.002
0.30	0.19	0.330	0.012
0.40	0.31	0.440	0.020
0.60	0.66	0.660	0.042
0.70	0.82	0.770	0.052
0.80	0.93	0.880	0.059
0.90	0.99	0.990	0.063
1.00	1.00	1.100	0.063
1.10	0.99	1.210	0.063
1.20	0.93	1.320	0.059
1.30	0.86	1.430	0.054
1.50	0.68	1.650	0.043
1.70	0.46	1.870	0.029
1.90	0.33	2.090	0.021
2.20	0.21	2.420	0.013
2.60	0.11	2.860	0.007
3.20	0.04	3.520	0.003
5.00	0.00	5.500	0.000

TABLA 100 : Hidrograma Triangular de precipitación.



4.4.13. CAPTACIÓN DE SUMIDEROS

Para el proyecto en estudio el sumidero a utilizarse se ha determinado en función de la topografía, su eficiencia, tipo de pavimento. Bajo estas condiciones se utilizará para este proyecto el sumidero lateral de sardinel o acera con depresión.

TABLA 101 : Sumideros laterales con depresión

LOCALIZACIÓN DE SUMIDEROS	
PENDIENTE (%)	ESPACIAMIENTO (m)
0.40	50.00
0.4 ± 0.6	60.00
0.6 ± 1.0	70.00
1.0 ± 3.0	80.00

A. CAUDALES CAPTADOS POR SUMIDEROS

TABLA 102 : Cálculo de los caudales captados por sumideros

CAUDALES	APORTE DE VIVIENDAS+VEREDA+SARDINEL+PISTA (m ²)	TOTAL (km ²)	Ce	I. max(mm/hr)	Qc=0.278*C*I ^{0.75} (m ³ /s)	n	K _u	SL	St	ANCHO DE INUNDACIÓN T	PROFUNDIDAD DEL FLUJO (D)	PERÍMETRO DE LA REJILLA	CAUDAL CAPTADO POR SUMIDERO	W	CAUDAL CAPTADO POR LA BATEA
Q1	3560.83	0.004	0.83	23.16	0.019	0.0016	0.376	0.30%	2.00%	1.0	0.02	1.70	0.008	0.30	0.007
Q2	5325.95	0.005	0.83	23.16	0.028	0.0016	0.376	0.30%	2.00%	1.2	0.02	1.70	0.010	0.30	0.009
Q3	1127.14	0.001	0.83	23.16	0.006	0.0016	0.376	0.30%	2.00%	0.7	0.01	1.70	0.004	0.30	0.004
Q4	3156.32	0.003	0.83	23.16	0.017	0.0016	0.376	0.30%	2.00%	1.0	0.02	1.70	0.008	0.30	0.007
Q5	3191.89	0.003	0.83	23.16	0.017	0.0016	0.376	0.76%	2.00%	0.8	0.02	1.70	0.006	0.30	0.005
Q6	1603.88	0.002	0.83	23.16	0.009	0.0016	0.376	0.30%	2.00%	0.7	0.01	1.70	0.005	0.30	0.005
Q7	1337.87	0.001	0.83	23.16	0.007	0.0016	0.376	0.30%	2.00%	0.7	0.01	1.70	0.005	0.30	0.004
Q8	2199.39	0.002	0.83	23.16	0.012	0.0016	0.376	0.76%	2.00%	0.7	0.01	1.70	0.005	0.30	0.004
Q9	1935.32	0.002	0.83	23.16	0.010	0.0016	0.376	0.76%	2.00%	0.7	0.01	1.70	0.004	0.30	0.004
Q10	2654.40	0.003	0.83	23.16	0.014	0.0016	0.376	0.73%	2.00%	0.8	0.02	1.70	0.005	0.30	0.005
Q11	8073.12	0.008	0.83	23.16	0.043	0.0016	0.376	0.73%	2.00%	1.2	0.02	1.70	0.010	0.30	0.009
Q12	4690.35	0.005	0.83	23.16	0.025	0.0016	0.376	0.31%	2.00%	1.1	0.02	1.70	0.009	0.30	0.008
Q13	7425.00	0.007	0.83	23.16	0.040	0.0016	0.376	0.31%	2.00%	1.3	0.03	1.70	0.012	0.30	0.011
Q14	1419.27	0.001	0.83	23.16	0.008	0.0016	0.376	0.30%	2.00%	0.7	0.01	1.70	0.005	0.30	0.004
Q15	4071.22	0.004	0.83	23.16	0.022	0.0016	0.376	0.31%	2.00%	1.1	0.02	1.70	0.009	0.30	0.008
Q16	7518.31	0.008	0.83	23.16	0.040	0.0016	0.376	0.73%	2.00%	1.1	0.02	1.70	0.010	0.30	0.009
Q17	4460.08	0.004	0.83	23.16	0.024	0.0016	0.376	0.35%	2.00%	1.1	0.02	1.70	0.009	0.30	0.008
Q18	3217.39	0.003	0.83	23.16	0.017	0.0016	0.376	0.69%	2.00%	0.8	0.02	1.70	0.006	0.30	0.005
Q19	7083.38	0.007	0.83	23.16	0.038	0.0016	0.376	0.30%	2.00%	1.3	0.03	1.70	0.012	0.30	0.011
Q20	9096.70	0.009	0.83	23.16	0.049	0.0016	0.376	0.30%	2.00%	1.4	0.03	1.70	0.014	0.30	0.012
Q21	4576.64	0.005	0.83	23.16	0.024	0.0016	0.376	0.30%	2.00%	1.1	0.02	1.70	0.009	0.30	0.008
Q22	6942.26	0.007	0.83	23.16	0.037	0.0016	0.376	0.30%	2.00%	1.3	0.03	1.70	0.012	0.30	0.011
Q23	3042.04	0.003	0.83	23.16	0.016	0.0016	0.376	0.30%	2.00%	0.9	0.02	1.70	0.007	0.30	0.007
Q24	1467.42	0.001	0.83	23.16	0.008	0.0016	0.376	0.30%	2.00%	0.7	0.01	1.70	0.005	0.30	0.004
Q25	661.88	0.001	0.83	23.16	0.004	0.0016	0.376	0.50%	2.00%	0.5	0.01	1.70	0.003	0.30	0.002
Q26	692.97	0.001	0.83	23.16	0.004	0.0016	0.376	0.50%	2.00%	0.5	0.01	1.70	0.003	0.30	0.003
Q27	615.81	0.001	0.83	23.16	0.003	0.0016	0.376	0.41%	2.00%	0.5	0.01	1.70	0.003	0.30	0.002
Q28	509.42	0.001	0.83	23.16	0.003	0.0016	0.376	0.41%	2.00%	0.5	0.01	1.70	0.002	0.30	0.002
Q29	785.99	0.001	0.83	23.16	0.004	0.0016	0.376	0.30%	2.00%	0.6	0.01	1.70	0.003	0.30	0.003
Q30	1384.69	0.001	0.83	23.16	0.007	0.0016	0.376	0.30%	2.00%	0.7	0.01	1.70	0.005	0.30	0.004
Q31	1289.93	0.001	0.83	23.16	0.007	0.0016	0.376	0.30%	2.00%	0.7	0.01	1.70	0.005	0.30	0.004
Q32	1903.25	0.002	0.83	23.16	0.010	0.0016	0.376	0.30%	2.00%	0.8	0.02	1.70	0.006	0.30	0.005
Q33	7593.49	0.008	0.83	23.16	0.041	0.0016	0.376	0.59%	2.00%	1.2	0.02	1.70	0.010	0.30	0.009
Q34	3241.13	0.003	0.83	23.16	0.017	0.0016	0.376	0.81%	2.00%	0.8	0.02	1.70	0.006	0.30	0.005
Q35	5478.75	0.005	0.83	23.16	0.029	0.0016	0.376	0.50%	2.00%	1.1	0.02	1.70	0.009	0.30	0.008

Q36	11128.54	0.011	0.83	23.16	0.059	0.0016	0.376	0.50%	2.00%	1.4	0.03	1.70	0.013	0.30	0.012
Q37	3130.10	0.003	0.83	23.16	0.017	0.0016	0.376	0.30%	2.00%	1.0	0.02	1.70	0.007	0.30	0.007
Q38	4220.47	0.004	0.83	23.16	0.023	0.0016	0.376	0.50%	2.00%	1.0	0.02	1.70	0.008	0.30	0.007
Q39	14461.19	0.014	0.83	23.16	0.077	0.0016	0.376	0.50%	2.00%	1.5	0.03	1.70	0.015	0.30	0.014
Q40	2405.68	0.002	0.83	23.16	0.013	0.0016	0.376	0.89%	2.00%	0.7	0.01	1.70	0.005	0.30	0.004
Q41	6572.01	0.007	0.83	23.16	0.035	0.0016	0.376	0.50%	2.00%	1.2	0.02	1.70	0.010	0.30	0.009
Q42	2497.15	0.002	0.83	23.16	0.013	0.0016	0.376	3.48%	2.00%	0.6	0.01	1.70	0.003	0.30	0.003
Q43	15918.39	0.016	0.83	23.16	0.085	0.0016	0.376	0.57%	2.00%	1.6	0.03	1.70	0.016	0.30	0.014
Q44	1692.31	0.002	0.83	23.16	0.009	0.0016	0.376	1.63%	2.00%	0.6	0.01	1.70	0.003	0.30	0.003
Q45	390.11	0.000	0.83	23.16	0.002	0.0016	0.376	1.31%	2.00%	0.3	0.01	1.70	0.002	0.30	0.001
Q46	3077.54	0.003	0.83	23.16	0.016	0.0016	0.376	1.19%	2.00%	0.7	0.01	1.70	0.005	0.30	0.005
Q47	6786.19	0.007	0.83	23.16	0.036	0.0016	0.376	0.51%	2.00%	1.2	0.02	1.70	0.010	0.30	0.009
Q48	4205.34	0.004	0.83	23.16	0.022	0.0016	0.376	0.54%	2.00%	1.0	0.02	1.70	0.007	0.30	0.007
Q49	12689.91	0.013	0.83	23.16	0.068	0.0016	0.376	0.25%	2.00%	1.7	0.03	1.70	0.017	0.30	0.016
Q50	20644.82	0.021	0.83	23.16	0.110	0.0016	0.376	0.43%	2.00%	1.8	0.04	1.70	0.020	0.30	0.018
Q51	7209.98	0.007	0.83	23.16	0.039	0.0016	0.376	0.53%	2.00%	1.2	0.02	1.70	0.010	0.30	0.009
Q52	2434.96	0.002	0.83	23.16	0.013	0.0016	0.376	1.04%	2.00%	0.7	0.01	1.70	0.005	0.30	0.004
Q53	9724.90	0.010	0.83	23.16	0.052	0.0016	0.376	0.51%	2.00%	1.3	0.03	1.70	0.012	0.30	0.011
Q54	7983.44	0.008	0.83	23.16	0.043	0.0016	0.376	1.11%	2.00%	1.1	0.02	1.70	0.009	0.30	0.008
Q55	8863.05	0.009	0.83	23.16	0.047	0.0016	0.376	1.13%	2.00%	1.1	0.02	1.70	0.009	0.30	0.008
Q56	3007.61	0.003	0.83	23.16	0.016	0.0016	0.376	0.51%	2.00%	0.9	0.02	1.70	0.006	0.30	0.006
Q57	1302.13	0.001	0.83	23.16	0.007	0.0016	0.376	0.50%	2.00%	0.6	0.01	1.70	0.004	0.30	0.004
Q58	3768.59	0.004	0.83	23.16	0.020	0.0016	0.376	0.50%	2.00%	0.9	0.02	1.70	0.007	0.30	0.007
Q59	3242.45	0.003	0.83	23.16	0.017	0.0016	0.376	0.51%	2.00%	0.9	0.02	1.70	0.007	0.30	0.006
Q60	2709.39	0.003	0.83	23.16	0.014	0.0016	0.376	0.50%	2.00%	0.8	0.02	1.70	0.006	0.30	0.005
Q61	3474.15	0.003	0.83	23.16	0.019	0.0016	0.376	0.50%	2.00%	0.9	0.02	1.70	0.007	0.30	0.006
Q62	3121.38	0.003	0.83	23.16	0.017	0.0016	0.376	0.50%	2.00%	0.9	0.02	1.70	0.006	0.30	0.006
Q63	3058.89	0.003	0.83	23.16	0.016	0.0016	0.376	0.50%	2.00%	0.9	0.02	1.70	0.006	0.30	0.006
Q64	13016.58	0.013	0.83	23.16	0.070	0.0016	0.376	0.53%	2.00%	1.5	0.03	1.70	0.014	0.30	0.013
Q65	5573.65	0.006	0.83	23.16	0.030	0.0016	0.376	0.33%	2.00%	1.2	0.02	1.70	0.010	0.30	0.009
Q66	3704.29	0.004	0.83	23.16	0.020	0.0016	0.376	0.50%	2.00%	0.9	0.02	1.70	0.007	0.30	0.006
Q67	3304.40	0.003	0.83	23.16	0.018	0.0016	0.376	0.94%	2.00%	0.8	0.02	1.70	0.006	0.30	0.005
Q68	3428.42	0.003	0.83	23.16	0.018	0.0016	0.376	0.45%	2.00%	0.9	0.02	1.70	0.007	0.30	0.006
Q69	4467.07	0.004	0.83	23.16	0.024	0.0016	0.376	0.35%	2.00%	1.1	0.02	1.70	0.009	0.30	0.008
Q70	570.46	0.001	0.83	23.16	0.003	0.0016	0.376	0.35%	2.00%	0.5	0.01	1.70	0.003	0.30	0.002
Q71	2165.23	0.002	0.83	23.16	0.012	0.0016	0.376	0.30%	2.00%	0.8	0.02	1.70	0.006	0.30	0.006
Q72	3808.99	0.004	0.83	23.16	0.020	0.0016	0.376	0.30%	2.00%	1.0	0.02	1.70	0.008	0.30	0.008
Q73	1148.08	0.001	0.83	23.16	0.006	0.0016	0.376	0.75%	2.00%	0.6	0.01	1.70	0.003	0.30	0.003

4.5. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

4.5.1. METODOLOGÍA DE DISEÑO

El diseño de pavimentos rígidos se puede determinar bajo dos métodos:

- El método AASHTO de 1993
- El método de la Asociación de Cemento Portland (PCA)

Usualmente en nuestro país se utiliza cualquier método de diseño estructural respaldado en teorías y experiencias. Para el cálculo del diseño del pavimento rígido que constituye al área urbana de Batangrande se aplicará el Método AASHTO-93, porque éste método difiere del método PCA estableciendo el criterio de serviciabilidad en el diseño del pavimento como ponderación de su capacidad para brindar una superficie segura y confortable. Además de considerar el comportamiento del pavimento rígido de alta elasticidad bajo cargas móviles de magnitudes, frecuencias conocidas y el efecto del medio ambiente.

4.5.2. FACTORES DE DISEÑO

Para que la estructura de un pavimento puede tener un comportamiento confiable, no ser afectado y evitar alcanzar el grado de colapso durante el periodo de servicio es imprescindible efectuar el análisis detallado de los diferentes factores basados en: características del suelo, tráfico, clima, drenaje, capacidad de transferencia de carga, nivel de serviciabilidad y grado de confiabilidad.

4.5.3. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

El procedimiento se basa en un proceso iterativo, donde se asumen los espesores de la losa de concreto dando lugar al inicio de tanteos hasta que la ecuación AASTHO-93 llegue al equilibrio, es decir que el *N18 calculado* sea igual a *N18 Nominal*. Éste espesor de losa de concreto calculado debe soportar el paso de un número de cargas determinado sin causar daños.

TABLA 103: Ecuación de diseño (Pavimentos Rígidos)

ECUACIÓN DE DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS (AASHTO-93)	
$\log_{10} W_{18} = 6.75 + 1.78 \log_{10} (Z_r + 2.35) - 0.32 \log_{10} \left(\frac{S_o}{1 + 0.0007 S_o} \right) + 18.22 - 0.22 \log_{10} \left(\frac{D}{10} \right) + 1.82 \log_{10} \left(\frac{M_r}{1.01 + 0.0007 M_r} \right) - 0.06 \log_{10} \left(\frac{C_d}{10} \right) - 0.00012 J$	
WS2	Número de ejes equivalentes EE8.2m, equivalente al ESAL's
Zr	Desviación estándar normal
So	Desviación estándar total
D	Espesor de la losa del pavimento en milímetros
ΔPSI	Diferencia de los índices de servicio inicial y final
Mr	Resistencia media del concreto (Mpa) a los 28 día
Cd	Coefficiente de drenaje
J	Coefficiente de transferencia de carga en las juntas
Ec	Módulo de elasticidad del concreto, en psi
K	Módulo de reacción (coeficiente de balastro) de la base, subbase o subrasante

4.5.4. VARIABLES DE DISEÑO

Las variables de diseño en pavimentos rígidos se determinan en función:

4.5.4.1. TIEMPO (PERIODO DE DISEÑO)

Para efectos de diseño se recomienda que el periodo de diseño debe ser el mayor permitido con la finalidad que la alternativa sea viable económicamente. El periodo de diseño mínimo para pavimentos rígidos según lo recomendado en [12] debe ser 20 años.

TABLA 104: Periodo de diseño

TIPO DE PAVIMENTOS	PERIODO DE DISEÑO
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 -50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10 - 20 años

Para el presente proyecto el periodo de diseño será de **20 años**.

4.5.4.2. TRÁNSITO (ESALs)

Para determinar el ESALs se debe contar con información detallada del tránsito existente con el fin de proyectar pavimentos que resistan un número de cargas determinado durante su vida útil.

Para estimar los ejes equivalentes (ESALs) se considera siguiente fórmula:

TABLA 105: Fórmula para estimar ESALs

CÁLCULO DEL ESALs	
$ESAL = (\#Vehiculos) \times (FEE) \times (FD) \times (FC) \times 365 \times (Fca)$	
# Veh	Conteo Vehicular IMDs
FEE	Factor de Eje Equivalente
FD	Factor de Dirección
FC	Factor de Carril
Fca	Factor de Crecimiento Anual

De los resultados del estudio de tráfico el número de repeticiones será: **ESAL = 2.57 E+05: 257,787**

Las 2 categorías que se consideran para el diseño de pavimentos rígidos y del tráfico están en función de:

TABLA 106: Categorías según rango de tráfico

CATEGORIA	TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE 150,001 A 1 000,000 EE	TP1	> 150 000 EE ≤ 300 000 EE
	TP2	> 300 000 EE ≤ 500 000 EE
	TP3	> 500 000 EE ≤ 750 000 EE
	TP4	> 750 000 EE ≤ 1 000 000 EE

Según al número de repeticiones de ejes equivalentes el tipo de tráfico para el presente proyecto corresponde **a: TP1**

Al fijar la vida útil de diseño de un pavimento en función al periodo de diseño y el número de repeticiones de carga se está estimando las cargas y descargas al que será expuesto o el pavimento, cumpliendo con lo establecido por el método AASHTO 93 lo cual diseña los pavimentos por fatiga.

4.5.4.3. CONFIABILIDAD

La confiabilidad está vinculada directamente con la manifestación de imperfecciones o fallas en el pavimento. Por lo tanto, la confiabilidad se define como la probabilidad que el comportamiento estructural y funcional del pavimento durante la vida útil, sea beneficioso soportando las condiciones del medio ambiente y cargas generadas por el tráfico.

A. DESVIACIÓN ESTÁNDAR TOTAL (SO)

Con el propósito de garantizar el comportamiento adecuado durante su periodo de vida útil de la estructura se establece la desviación considerando la metodología AASHTO ya que involucra la variabilidad inherente a los materiales y su proceso constructivo [17].

TABLA 107: Valores de la desviación estándar total

CONDICIÓN DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	PAV. FLEXIBLE	PAV. RÍGIDO
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito	0.50	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito	0.40	0.30

La desviación estándar establecida para el presente proyecto es de **So = 0.35**

B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)

La confiabilidad hace referencia al factor de seguridad, que es un equivalente a incrementar en una proporción el tránsito previsto a lo largo de un periodo de diseño. A mayor valor de confiabilidad se considera la importancia del pavimento. [14]

TABLA 108: Nivel de confiabilidad (R)

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
CAMINOS DE BAJO TRANSITO	TP0	75 000	150 000	65 %
	TP1	150 001	300 000	70 %
	TP2	300 001	500 000	75 %
	TP3	500 001	750 000	80 %
	TP4	750 001	1 000 000	80 %

TABLA 109: Valores de Desv. Estándar (Zr)

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTANDAR NORMAL (ZR)
CAMINOS DE BAJO TRANSITO	TP0	75 000	150 000	-0.385
	TP1	150 001	300 000	-0.524
	TP2	300 001	500 000	-0.674
	TP3	500 001	750 000	-0.842
	TP4	750 001	1 000 000	-0.842

Para el presente proyecto, por encontrarse en un tipo de tráfico TP1, se estimó:

- Factor de confiabilidad (R) = **70%**
- Desviación estándar (Zr) = **-0.524%**

4.5.4.4. CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

4.5.5. SERVICIABILIDAD

La serviciabilidad hace alusión a cuan seguro y confortable represente para los usuarios el pavimento en un determinado tiempo cuando entren en circulación (comportamiento funcional de la estructura). La serviciabilidad también se asocia al comportamiento estructural, es decir a las características físicas (grietas, fallas, etc.) que podrían influir en la capacidad de soporte de la estructura. Por lo tanto, se califica al pavimento de acuerdo a una escala de valores de 0 a 5 [17].

TABLA 110: Valores de PSI

ÍNDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy Bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

A. ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PO)

Se considera índice de serviciabilidad inicial al estado original del pavimento seguidamente después de su construcción. AASHTO-93 estableció los siguientes valores:

- Para *pavimentos rígidos*, un valor inicial deseable P_o de 4,5
- Para *pavimentos flexibles*, un valor inicial deseable P_o de 4,2

TABLA 111: Índice de Serviciabilidad Inicial (P_o)

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_o)
CAMINOS DE BAJO TRANSITO	TP0	75 000	150 000	4.10
	TP1	150 001	300 000	4.10
	TP2	300 001	500 000	4.10
	TP3	500 001	750 000	4.10
	TP4	750 001	1 000 000	4.10

El proyecto, por pertenecer al tipo de tráfico **TP1** le corresponde una serviciabilidad inicial de: $P_o = 4.10$

B. ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P_f)

El índice de serviciabilidad final, refiere a que el comportamiento funcional de la superficie se ve afectado y éste ya no cumple con las expectativas de seguridad y confort requeridas por el usuario. Dependiendo de la importancia de los pavimentos se considera los siguientes valores:

TABLA 112: Índice de Serviciabilidad Final (P_t)

P_t	TIPO DE VIA
3.00	Expresas
2.50	Arteriales
2.25	Colectoras
2.00	Locales y estacionamientos

TABLA 113: Índice de Serviciabilidad Final (P_t) según rango de tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P_t)
CAMINOS DE BAJO TRANSITO	TP0	75 000	150 000	2.00
	TP1	150 001	300 000	2.00
	TP2	300 001	500 000	2.00
	TP3	500 001	750 000	2.00
	TP4	750 001	1 000 000	2.00

El proyecto, por corresponder al tipo de tráfico **TP1** se considera una serviciabilidad final de: $P_t = 2.00$

C. PÉRDIDA DE SERVICIABILIDAD

Es la diferencia entre la serviciabilidad inicial (P_o) y la serviciabilidad final (P_t). Representa el cambio o pérdida en la serviciabilidad de un pavimento durante el periodo de vida útil estimado.

TABLA 114: Estimación de pérdida de serviciabilidad

CÁLCULO DE PÉRDIDA DE SERVICIABILIDAD	
$\Delta PSI = P_o - P_t$	
ΔPSI	4.10 - 2.00
ΔPSI	2.10

La pérdida de serviciabilidad estimado será **2.10**

4.5.6. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

4.5.6.1. MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE (K)

Este factor refiere a cuanto se asienta la sub rasante cuando se aplica un esfuerzo de compresión. Puesto que la prueba de carga sobre placa, requiere tiempo y es costosa, el valor de k es estimado generalmente por correlación con otros ensayos simples, tal como la razón de soporte california (CBR) o las pruebas de valores R [17].

Se considerarán como materiales idóneos para las capas de la subrasante suelos con $CBR \geq 6\%$. En caso de ser menor (subrasante pobre o subrasante inadecuada), se procederá a la estabilización de los suelos aprobados por [14], elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose la más conveniente técnica y económica.

A partir de valores de CBR de la sub rasante y la sub base según sea necesario, es posible determinar el valor de K a partir de las siguientes expresiones propuesto por AASHTO:

TABLA 115: Fórmulas para cálculo del K (AASHTO)

CÁLCULO DE K (AASHTO)	
$K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)}$	Si $CBR \leq 10$
$K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^{4.34}$	Si $CBR > 10$

Es conveniente considerar el uso de una calidad superior de base granular con el fin de aumentar el valor K , cuando se tiene una sub rasante con suficiente capacidad de soporte. Por lo tanto, se aplicará la ecuación siguiente:

TABLA 116: Fórmula para aumentar el Módulo de Reacción (K)

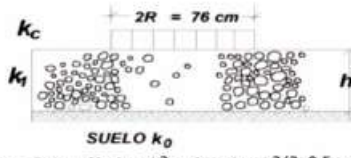
FÓRMULA PARA AUMENTAR EL MÓDULO DE REACCIÓN (K)	
FÓRMULA	COMPONENTES
 <p>SUELO K_0</p> $K_c = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$	K1 (Mpa/m) Coeficiente de reacción de la sub base granular
	Kc (Mpa/m) Coeficiente de reacción combinado
	K0 (Mpa/m) Coeficiente de reacción de la sub rasante
	h Espesor de la sub base granular

TABLA 117: Módulo de Reacción (K) de diseño

DESCRIPCIÓN	MÓDULO CBR (95%)	ECUACIÓN	COEF.	RESULTADO
SUB BASE	30 %	$46 + 9.08 (\text{LOG} (\text{CBR}))^{4.34}$	K ₁	95.36 MPa/m
SUB RASANTE	11.83%	$46 + 9.08 (\text{LOG} (\text{CBR}))^{4.34}$	K ₀	58.33 MPa/m
K	-----	$[1 + (h/38)^2 * (K_1 / K_0)^{2/3}]^{1/2} * K_0$	K _c	68.63 MPa/m
ESP. SUB BASE	-----	-----	h	20 cm

4.5.6.2. MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO (MR)

Parámetro esencial como variable a establecer para el diseño de pavimentos rígidos debido a que éste controlara el agrietamiento por fatiga ocasionado por las cargas de los vehículos en circulación. Por lo tanto, la resistencia a compresión del concreto se estimará:

$$M_R = a(f_c')^{0.5} \text{ (kg/cm}^2\text{)}, \text{ según ACI 363}$$

- Valores de “a” oscilan entre $1.99 < a < 3.18$

Para el presente proyecto el valor de “a” será el promedio: **2.585**

TABLA 118: Resistencia a la compresión del concreto de diseño

RANGO DE TRÁNSITO EN EE	RESISTENCIA MÍN A LA FLEXOCOMPRESIÓN (Mr)	RESISTENCIA MÍN EQUIV. A LA COMPRESIÓN (f _c)
< 5000000	40 kg/cm ²	210 kg/cm ²
5000000 a 15000000	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
> 15000000	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Según el rango de tránsito relacionado a los ejes equivalentes, la resistencia del concreto equivale a **210 kg/cm²**.

El módulo de rotura será estimado por:

TABLA 119: Módulo de Rotura de diseño

CÁLCULO DEL MÓDULO DE ROTURA		
FÓRMULA	COMPONENTES	
$M_R = a(f_c')^{0.5}$	Mr (Kg/cm ²)	37.50
	Mr (Mpa)	3.67

4.5.6.3. MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (EC)

Factor que connota a la rigidez y a la capacidad de distribuir cargas que tiene una losa de pavimento [17].

El Instituto del Concreto Americano propuso que para concreto de peso normal:

TABLA 120: Resistencia del concreto de diseño

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO		
FÓRMULA	COMPONENTES	
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	$f'c \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$	210
	$f'c \text{ (psi)}$	2981

TABLA 121: Cálculo del Módulo de Elasticidad

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD		
FÓRMULA	COMPONENTES	
$E_c = 57000 [f'c \text{ (psi)}]^{0.5} \text{ (psi)}$	$E_c \text{ (psi)}$	$57000(2981)^{0.5}$
	$E_c \text{ (psi)}$	$57000(2981)^{0.5}$
	$E_c \text{ (Mpa)}$	21457

Para proyecto en estudio la resistencia y el módulo de elasticidad del concreto será igual a $f'c = 2981 \text{ Psi}$ y $E_c = 21457 \text{ Mpa}$.

4.5.7. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

4.5.7.1. COEFICIENTE DE DRENAJE (CD)

Se refiere a la capacidad con el cual el agua de filtración es derivada del suelo por medios naturales o artificiales, denominándose drenaje. El coeficiente de drenaje se evalúa en función a:

- **Calidad de drenaje:** es el tiempo que demora la escorrentía superficial al ser evacuada del pavimento [17].
- **Exposición a la saturación:** es la frecuencia con la que un pavimento está expuesto a condiciones de humedad aproximándose a la saturación durante el año [17].

TABLA 122: Coeficiente de drenaje

Cd	TIEMPO TRANSCURRIDO PARA QUE EL SUELO LIBERE EL 50% DE SU AGUA LIBRE	% TIEMPO EN QUE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD PRÓXIMOS A LA SATURACIÓN			
		< 1%	1 % - 5 %	5 % - 25 %	> 25%
Excelente	2 horas	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1,10
Bueno	1 día	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1,00
Mediano	1 semana	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0,90
Malo	1 mes	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0,80
Muy malo	Nunca	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0,70

La zona urbana de Batangrande por localizarse en la región costera, el porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación se encuentra en el rango de < 1%, y con calidad de drenaje malo, lo cual se considera: $Cd = 1.0$ %

4.5.7.2. TRANSFERENCIA DE CARGA (J)

Las cargas de tránsito deben ser transferidas de modo eficiente de una losa a la siguiente para reducir las deflexiones en las juntas. Las deflexiones excesivas producen bombeo de la subbase y posteriormente rotura de la losa de concreto [17].

TABLA 123: Coeficientes de transmisión de carga “J”

TIPO DE BERMA	MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA			
	CONCRETO		ASFALTICO O GRANULAR	
Valores J	<i>Sin pasadores</i>	<i>Con pasadores</i>	<i>Sin pasadores</i>	<i>Con pasadores</i>
	3.8	2.8	3.8 - 4.4	2.7

Para el proyecto en estudio, se estableció un coeficiente de transmisión de carga de: $J = 3.8$

4.5.8. CÁLCULO DEL ESPESOR DE LOSA

El cálculo del espesor de la losa se realizó aplicando la ecuación Aashto según se muestra:

Figura N° 9 : Ecuación para cálculo del espesor de Losa

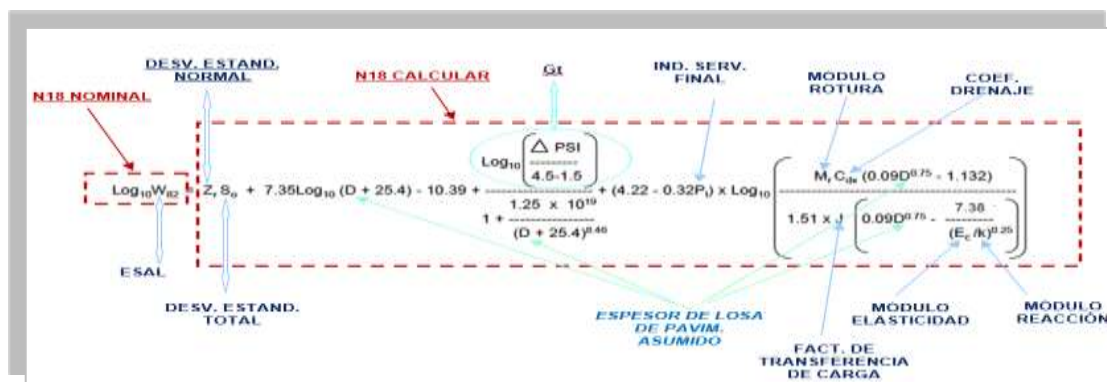


TABLA 124: Componentes de diseño

COMPONENTES DE DISEÑO	
W80 =	257787
ZR =	-0,524
So =	0,35
Pt =	2,00
ΔPSI =	2,10
Mr =	3,67 Mpa
Ec =	21457 Mpa
Cd =	1,00
J =	3,80
K =	68,63 Mpa/m
R =	70%

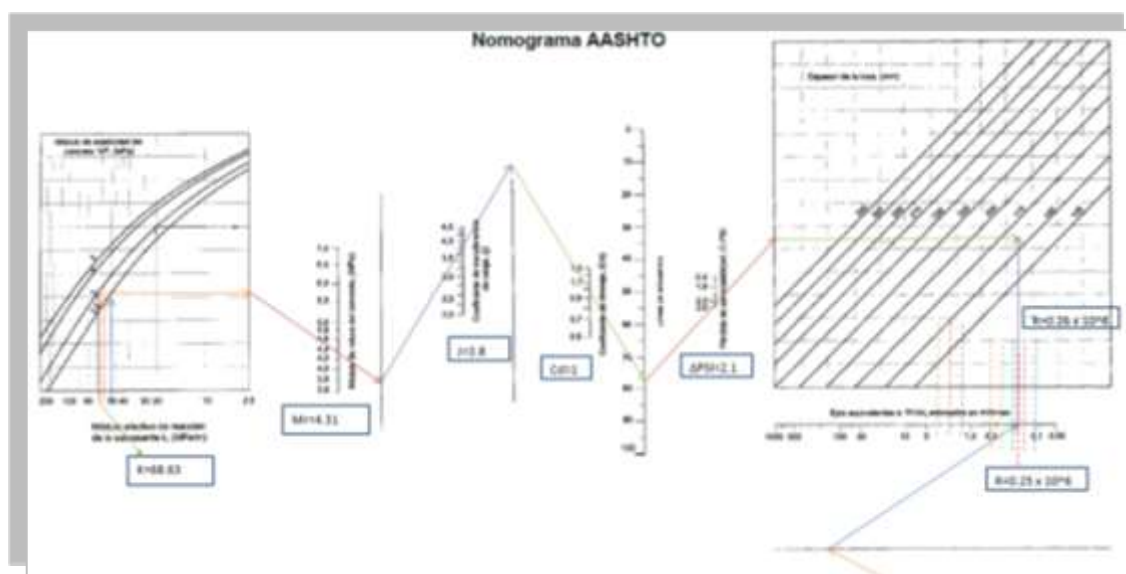
Nota: Con los datos calculados, y por el método del tanteo se determina el espesor de la losa en la formula AASHTO – 93, hasta que el “N18 calculado” \geq a “N18 Nominal”, como se muestra:

TABLA 125: Espesor de la losa para el pavimento

ESPESOR	N18 NOMINAL	Gt	N18 CALCULADO	EVALUACION
165 mm	5.411	- 0.155	5.753	Correcto!

Siguiendo el método de diseño Aashto 93 el espesor de la losa calculado es 165 mm, sin embargo, los espesores normados están en un rango van de 15 cm y 17.5 cm. Por lo tanto, el espesor para el pavimento se considera **17.5 cm** por ser el inmediato superior según el método Aashto 93 como se aprecia en el siguiente cuadro.

Figura N° 10 : Cálculo del espesor de losa en monograma AASHTO



4.5.9. MECANISMO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS

El buen desempeño de un pavimento depende del mecanismo de transferencia de estas cargas debido a que disminuyen las deflexiones, reduce el escalonamiento, el despostillamiento en las juntas y fisuras en las esquinas [14].

4.5.9.1. DOWELLS O PASADORES

Son barras de acero lisas (cuyo diámetro aproximado es 1/8 del espesor de la losa), insertadas en la mitad de las juntas con el propósito de transferir cargas sin restringir el movimiento de las losas y permitiendo el alineamiento horizontal y vertical [14].

A continuación, se muestra las recomendaciones de los diámetros y longitudes en pasadores según lo determinado en [14].

TABLA 126: Diámetros y longitudes recomendados en pasadores

ESPESOR DE LOSA (mm)		DIÁMETRO		LONGITUD DE PASADOR (mm)	SEPARACIÓN ENTRE PASADOR (mm)
		(in)	(mm)		
De 150	A 200	1"	25	410	300
De 200	A 300	1 ¼ "	32	460	300
De 300	A 430	1 ½ "	38	510	380

Para el proyecto en estudio por tener un Número de Repeticiones de EE menores a 4 millones en el periodo de diseño no es necesario la utilización de dowells o pasadores. No obstante, es necesario considerar la utilización de pasadores en la Av. Real por la vía principal que conecta a otros centros poblados.

Los pasadores serán de **25 mm** de diámetro, de **410 mm** de longitud con una separación de **300 mm**.

4.5.9.2. BARRAS DE AMARRE

Son aceros corrugados colocados en la parte central de la junta longitudinal con el propósito de anclar carriles adyacentes, contribuyendo a la integridad del sello empleado [14].

TABLA 127: Diámetros y longitudes en barras de amarre

ESPESOR DE LOSA (mm)	TAMAÑO DE VARILLA		SEPARACIÓN (cm)
	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	
150	1.27	66	76
160	1.27	69	76
170	1.27	70	76
180	1.27	71	76
190	1.27	74	76
200	1.27	76	76
210	1.27	78	76
220	1.27	79	76

Las barras de amarre tendrán un diámetro de **1.27 cm**, una longitud de **66 cm** con una separación de **76 cm**.

4.5.10. ALTERNATIVA TÉCNICA Y ECONÓMICA OPTADA

De los resultados obtenidos se puede concluir que, como se tiene suelos con sub rasante *bueno* encantándose en el rango de $8\% < \text{CBR} < 17\%$ se valora como alternativa técnica:

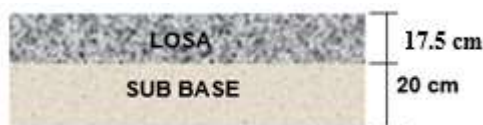
Donde la estructura del pavimento estará compuesta con una capa de sub base formada por material granular con Afirmado Tipo I, $e = 0.20 \text{ m}$ y una losa de Concreto de $e = 0.175 \text{ m}$ con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO:

- Pavimento rígido (Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) : Capa 1 = 17.5 cm

- Sub-base Granular (Afirmado) : **Capa 2 = 20 cm**
TOTAL 37.5 cm

Figura N° 11 : Estructura del pavimento



4.6. MODELAMIENTO Y DISEÑO

4.6.1. INFORMACIÓN BASE PARA MODELAMIENTO

La información utilizada para el modelamiento de la red del sistema de drenaje ha sido:

- Plano de catastro urbano (formato dxf)
- Plano de pre dimensionamiento de redes (formato dxf)
- Plano de curvas de nivel (formato dxf)
- Curvas IDF de la Estación Pluviométrica Puchaca Tr:10 años
- Diámetros de tuberías PVC

4.6.2. CONFIGURACIÓN DEL MODELO EN SEWERGEMS

El procedimiento para la creación del modelo consiste en:

4.6.3. CREACIÓN DE UN NUEVO PROYECTO

Para la creación del nuevo proyecto se hizo doble click en el ícono de Sewergems, en la ventana de bienvenida se hace click en **Create a New Project**. Creado el proyecto recurrí a al menú File/ Save As y asigne un nombre, posteriormente se verificó el sistema de unidades a utilizar mediante el menú **Tools/Options/Unit/Reset Defaults** (menú desplegable) /**System International**.

TABLA 128: Creación de un nuevo proyecto en SewerGems



TABLA 129: Configuración de unidades (SewerGems)

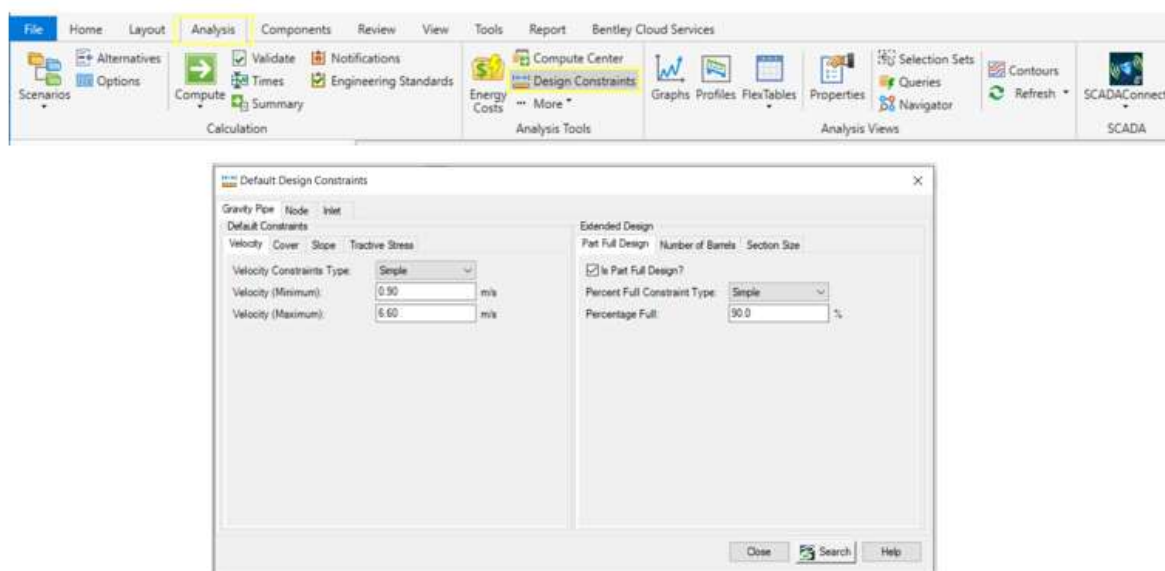


Label	Unit	Default	Category
1. Manning Roughness	m/s	0	Number
2. Angle	degrees	2	Number
3. Area	m ²	1	Number
4. Area - Large	m ²	2	Number
5. Area - Medium	m ²	3	Number
6. Background Layer Unit	m	0.1	Number
7. Cost	L/ton/feet	1	Number
8. Coefficient		3	Number
9. Concentration (B&B)	mg/L	1	Number
10. Coordinate	m	2	Number
11. Coordinate (x/y/z)	m	3	Number
12. Cost per Unit Energy	\$/kWh	2	Number
13. Cost per Unit Power	\$/kW	1	Number
14. Cost per Unit Volume	\$/m ³	0	Number
15. Culvert Coefficient		4	Number
16. Current	A	2	Number
17. Date/Time	Hours	2	Point Point
18. Density	L/ft ³	2	Number
19. Depth	m	1	Number
20. Depth - Large	m	2	Number
21. Diameter	m	1	Number
22. Diameter - Large	m	2	Number

4.6.4. DETERMINAR LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

Este ítem se deberá seleccionar menú **Analysis/Design Constraints** y se ingresará los parámetros mínimos y máximos según lo estipulado en [13].

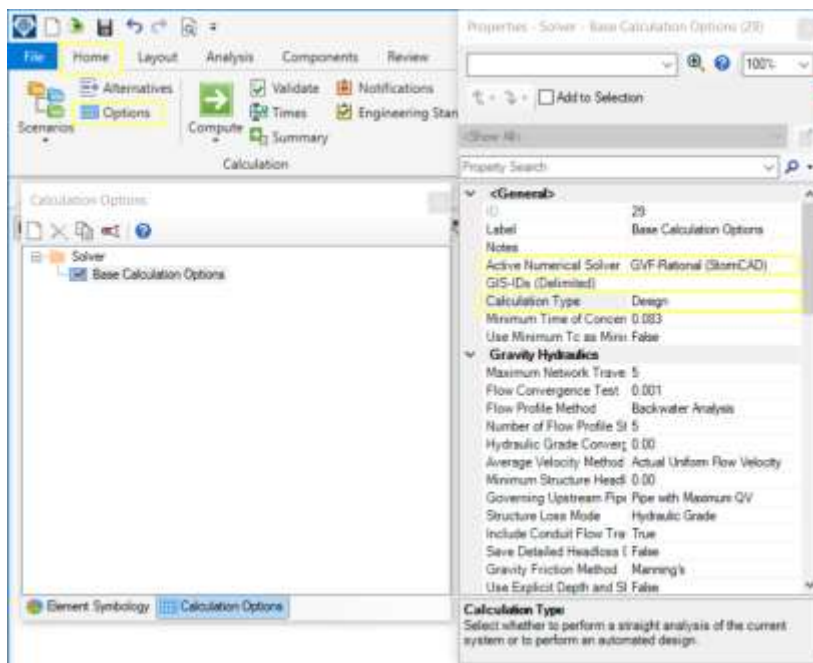
TABLA 130: Determinación de parámetros de diseño (SewerGems)



4.6.5. DETERMINAR LAS OPCIONES DE CÁLCULO

Para determinar este ítem, ingresamos al menú **Home/Options/Base Calculations** (doble click) y modificamos el tipo de sistema numérico usado en aguas de lluvia (**Active Numerical Solver/GVF-Rational(StormCAD)**) y designaremos el tipo de cálculo (**Calculation Type-Desing**).

TABLA 131: Determinando las opciones de cálculo (SewerGems)



4.6.6. IMPORTAR CATÁLOGO DE COLECTORES

En este ítem, se configuran las propiedades de los colectores según el manual del fabricante Pavco, para ello se ingresó al menú **Components/ Catalog /Conduit Catalog/ Conduit**, para colocar los diámetros, rugosidades, forma de todos los tipos de colectores para finalmente cerrar el cuadro de diálogo **Conduit Catalog**.

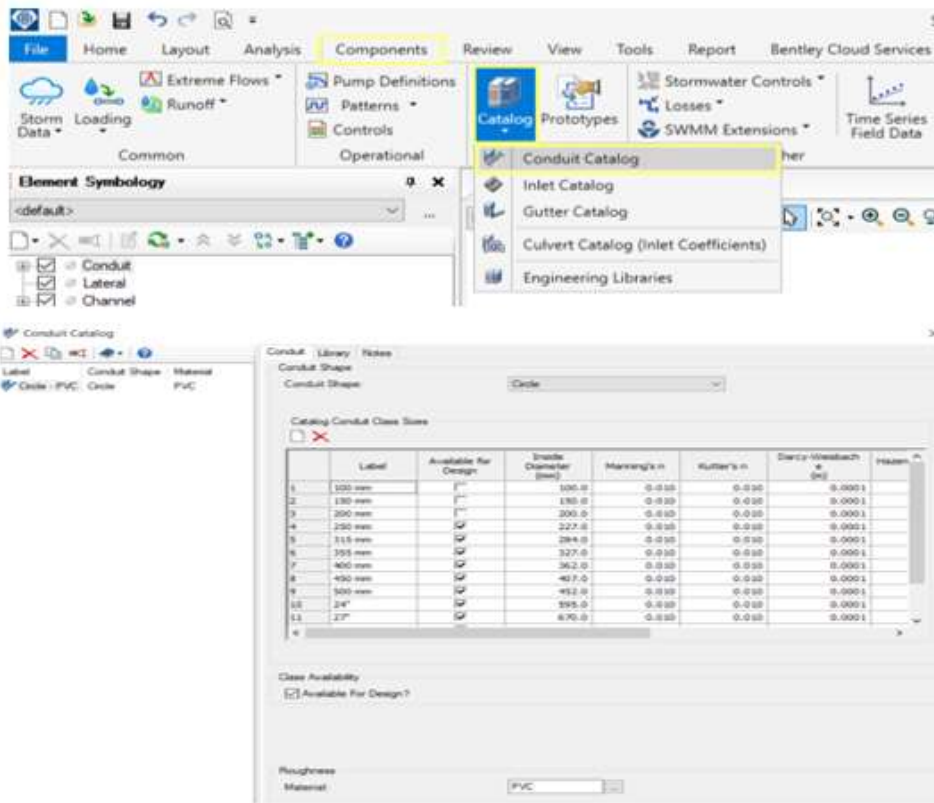
TABLA 132: Diámetros de tuberías de PVC (PAVCO)

NORMA NTC 3722-3 S2											
Referencia	Diámetro Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Volumen (litros)	Rugosidad Interna (mm)	Rugosidad Externa (mm)	Longitud Total (m)	Capacidad Longitudinal (litros)	Capacidad Diámetro Exterior (litros)	Peso (kg)	
390000	110	132	86	1.1	0.27	0	0	0	0	128	0.12
390001	150	180	118	1.2	0.27	0	0	0	0	181	0.12
390004	200	240	167	1.6	0.27	0	0	0	0	231	0.22
390005	250	300	217	1.7	0.27	0	0	0	0	281	0.41
390006	315	375	267	1.8	0.27	0	0	0	0	341	0.54
390007	375	450	317	2.1	0.27	0	0	0	0	401	0.83
390008	450	540	387	2.5	0.27	0	0	0	0	481	1.38
390009	525	630	457	2.8	0.27	0	0	0	0	571	1.92

NORMA NTC 3722-3 S4										
Referencia	Diámetro Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Volumen (litros)	Rugosidad Interna (mm)	Rugosidad Externa (mm)	Longitud Total (m)	Capacidad Longitudinal (litros)	Capacidad Diámetro Exterior (litros)	Peso (kg)
390400	200	240	136	1.4	0.28	4	0	119	221	2.08
390401	250	300	201	1.7	0.28	4	0	134	281	4.28
390402	315	375	266	1.8	0.28	4	0	149	341	7.22
390404	375	450	331	2.1	0.28	4	0	167	411	9.88
390406	450	540	401	2.5	0.28	4	0	184	481	14.42

NORMA NTC 5005 ASTM F 704 - GRANDES DIÁMETROS											
Referencia	Diámetro Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Volumen (litros)	Rugosidad Interna (mm)	Rugosidad Externa (mm)	Longitud Total (m)	Capacidad Longitudinal (litros)	Capacidad Diámetro Exterior (litros)	Peso (kg)	
390810	24	32	28	1.75	0.28	4	0	6.2	240	68	20.40
390811	37	48	43	1.95	0.28	4	0	6.4	304	82	24.82
390812	48	63	57	2.30	0.28	4	0	6.6	405	107	32.75
390813	60	78	72	2.65	0.28	4	0	6.8	506	132	40.70
390814	75	96	90	3.00	0.28	4	0	7.0	607	157	48.65
390815	90	117	108	3.35	0.28	4	0	7.2	708	182	56.60
390816	105	138	126	3.70	0.28	4	0	7.4	809	207	64.55
390817	120	159	144	4.05	0.28	4	0	7.6	910	232	72.50

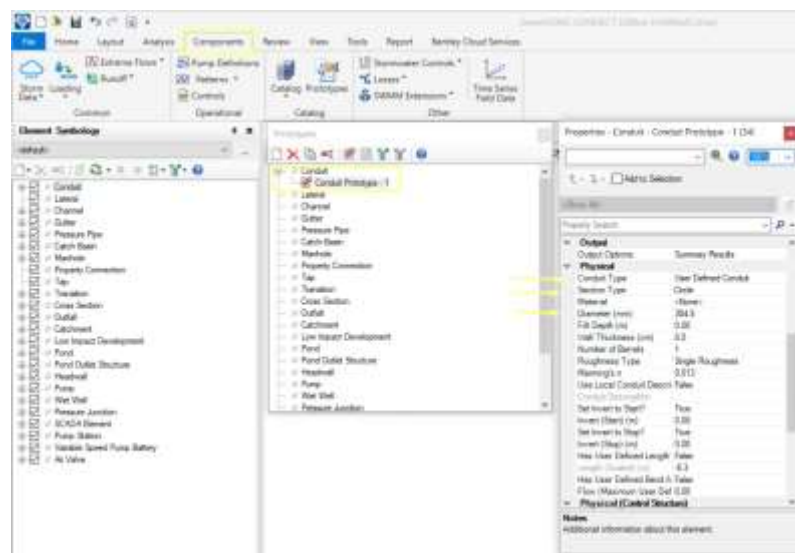
TABLA 133: Importación de diámetros de tubería (SewerGems)



4.6.7. ESTABLECER LOS PROTOTIPOS

Este ítem, es la configuración final donde se definió los parámetros por defecto que adoptará el programa para cada elemento que se dibuje. Para definir este prototipo se usó la herramienta **Components/ Prototypes /Conduit /New** y se cambiara las siguientes propiedades:

TABLA 134: Establecimiento de las características en tuberías (SewerGems)



4.6.8. IMPORTAR ARCHIVOS BASE

Este ítem, se importará los planos (Curvas de Nivel-Catastro-Pre dimensionamiento de red de drenaje pluvial) usando la herramienta **View/Backgrounds/New/File**.

TABLA 135: Importando archivos base (SewerGems)

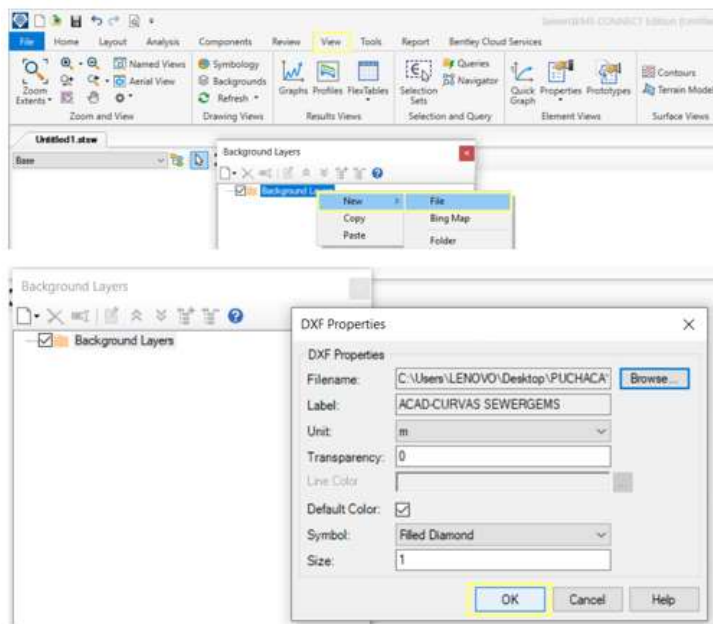
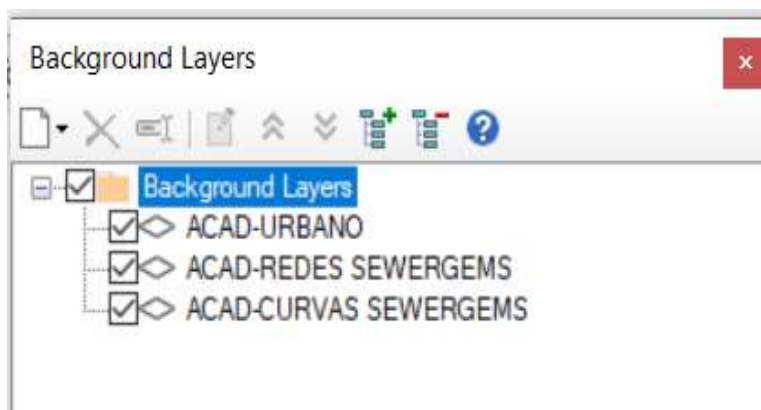


TABLA 136: Planos de diseño (SewerGems)



4.6.9. CREACIÓN DE LA RED Y ASIGNACIÓN DE COTAS

La creación de la red de drenaje se realizó usando la herramienta **Tools/ModelBuilder** y se asignará las cotas de los colectores insertando el plano de curvas de nivel, para ello se ingresó a la herramienta **Tools/TRex** y se realizará el proceso similar como se muestra.

TABLA 137: Importando la red de drenaje y Cotas

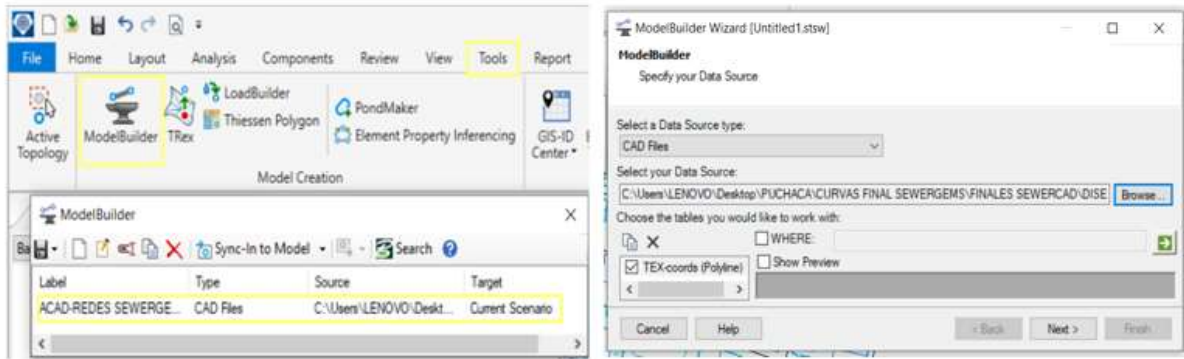


TABLA 138: Configuración de las unidades

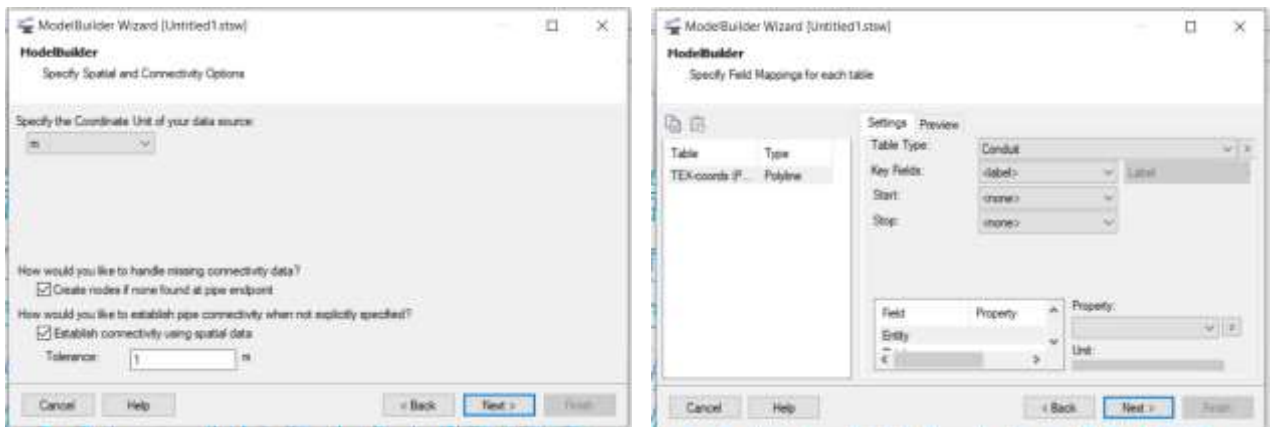
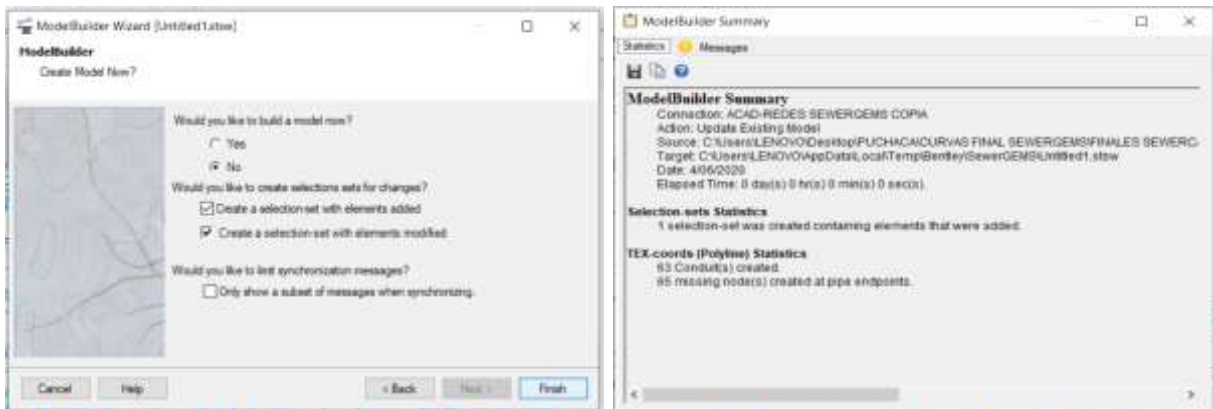
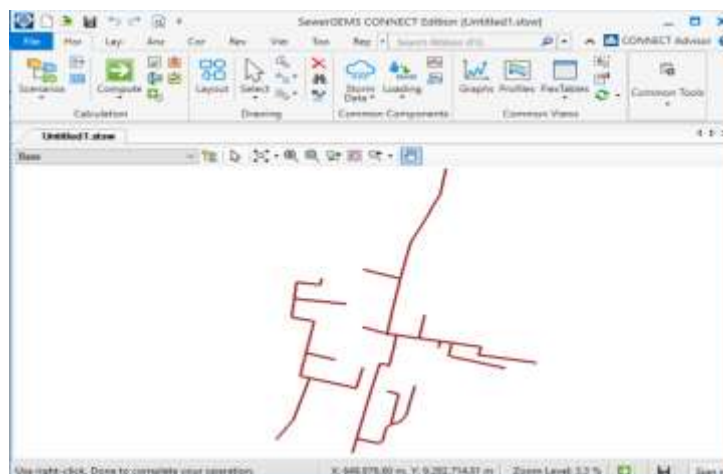


TABLA 139: Creación de red de drenaje (SewerGems)





4.6.9.1.1. CREACIÓN Y ASIGNACIÓN DE ÁREAS TRIBUTARIAS

En este ítem, se ingresó a la herramienta **Layout/Catchment** y se va dibujando las áreas tributarias que aportaran a cada colector, finalmente se seleccionara cada área tributaria y se le asignó el colector que recibirá el aporte de cada área para ello se dio doble click en cada área luego en la ventana **Properties – Catchment** desplegamos el cursor hasta **Catchment** en **Outflow Element** desplegamos y seleccionamos **Select Outflow Element** para todas las áreas tributarias.

TABLA 140: Delimitación de las áreas tributarias

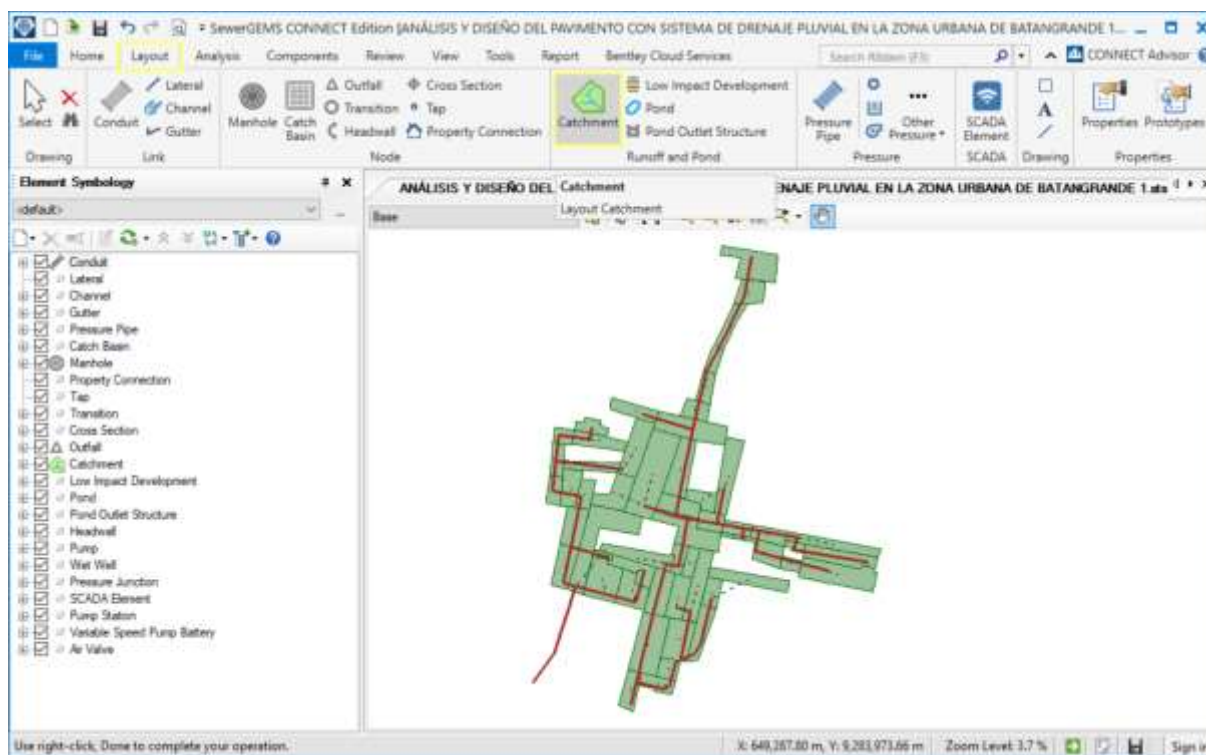
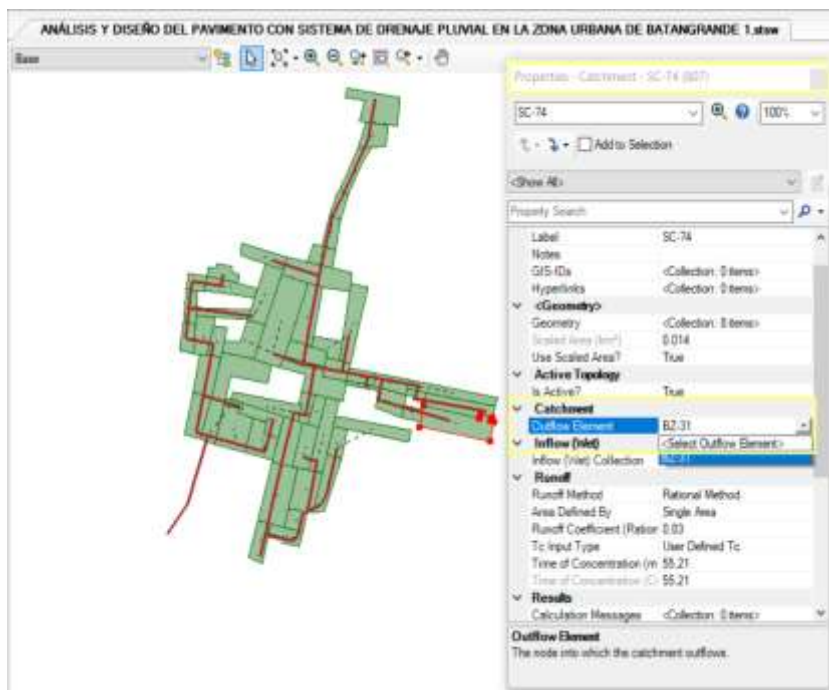


TABLA 141: Asignación de áreas tributarias a cada colector



4.6.10. DEFINICIÓN DE EVENTOS DE LLUVIA

Este ítem, consistió en ingresar las curvas IDF para los diferentes periodos de retorno de la Estación Pluviométrica de Puchaca para ello ingresaremos a la herramienta **Components/StormData** e ingresamos los componentes de la ecuación de intensidad obtenida del estudio hidrológico. Finalmente, se le asignó la curva IDF con $T_r=10$ años ingresando a **Components/Global Storm Events**.

TABLA 142: Ingresando las curvas IDF de Estación Puchaca

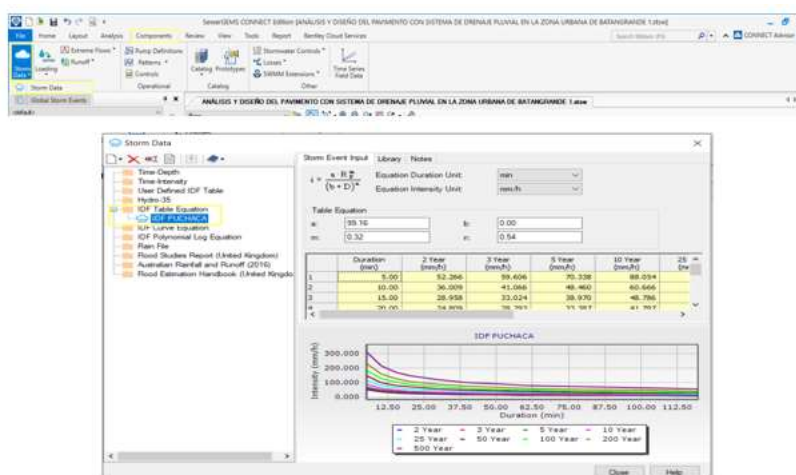
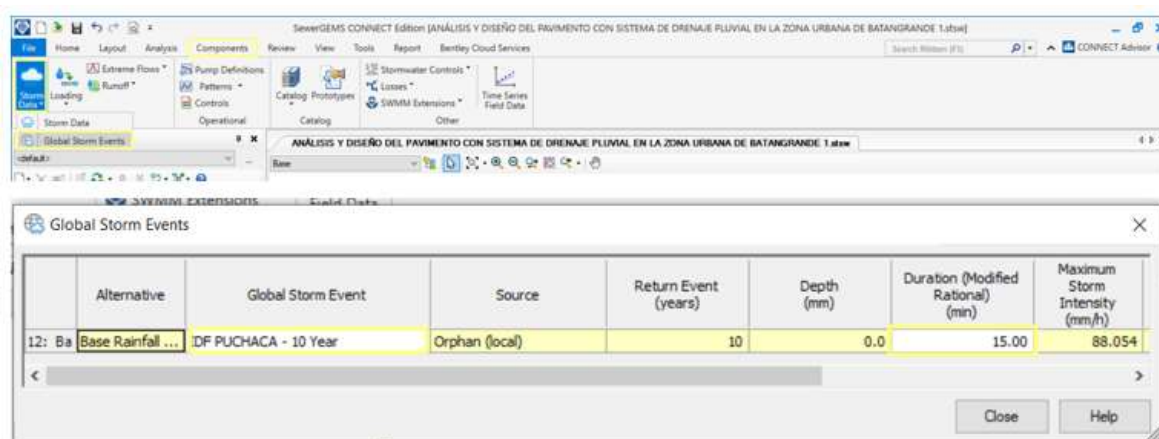


TABLA 143: Seleccionando curva IDF con Tr:10 años



4.6.11. RESULTADOS

Los resultados alcanzados aplicando el Software SewerGems a la Zona Urbana de Batangrande se expresan en los siguientes cuadros:

TABLA 144: Aporte de Sub Cuencas

APORTE DE SUB CUENCAS					
Sub Cuenca	Área (km ²)	Sub Cuenca	Área (km ²)	Sub Cuenca	Área (km ²)
SC-4	0.007	SC-28	0.003	SC-59	0.003
SC-5	0.001	SC-29	0.004	SC-62	0.005
SC-7	0.004	SC-30	0.003	SC-64	0.003
SC-8	0.001	SC-33	0.003	SC-66	0.008
SC-9	0.003	SC-34	0.006	SC-67	0.004
SC-10	0.010	SC-35	0.004	SC-70	0.006
SC-11	0.004	SC-37	0.008	SC-71	0.004
SC-12	0.010	SC-38	0.007	SC-72	0.012
SC-14	0.006	SC-39	0.007	SC-73	0.002
SC-15	0.011	SC-39	0.007	SC-74	0.014
SC-16	0.005	SC-40	0.018	SC-75	0.008
SC-18	0.004	SC-41	0.001	SC-76	0.003
SC-19	0.003	SC-49	0.012	SC-77	0.009
SC-20	0.004	SC-50	0.008	SC-78	0.006
SC-21	0.004	SC-51	0.007	SC-79	0.007
SC-22	0.022	SC-52	0.008	SC-80	0.011
SC-23	0.005	SC-53	0.004	SC-81	0.003
SC-24	0.010	SC-55	0.009	SC-82	0.014
SC-27	0.006	SC-57	0.007		

El área aportante total sería 0.334 Km²

TABLA 145: Resultados obtenidos en tuberías

RESULTADOS DE TUBERIAS									
Tubería	Colector de Inicio	Colector de Llegada	Longitud (Tubería) (m)	Pendiente (Calculada) (%)	Tipo de Sección	Diámetro (mm)	Coefficiente de Manning's n	Velocidad (m/s)	Capacidad (Flujo Completo) (m³/s)
TUB-60	BZ-43	BZ-44	17.0	0.50	Circle	452.0	0.010	1.88	0.27
TUB-58	BZ-37	BZ-42	19.7	0.50	Circle	452.0	0.010	1.87	0.27
TUB-39	BZ-50	BZ-51	29.0	0.50	Circle	407.0	0.010	1.75	0.20
TUB-34	BZ-45	BZ-46	31.0	0.50	Circle	227.0	0.010	1.01	0.04
TUB-32	BZ-23	BZ-22	32.8	6.49	Circle	227.0	0.010	1.70	0.15
TUB-11	BZ-11	BZ-12	35.4	0.50	Circle	595.0	0.010	2.24	0.55
TUB-14	BZ-14	BZ-15	36.8	0.50	Circle	747.0	0.010	2.61	1.01
TUB-56	BZ-40	BZ-41	37.2	0.50	Circle	327.0	0.010	1.51	0.11
TUB-41	BZ-54	BZ-55	37.6	0.50	Circle	595.0	0.010	2.02	0.55
TUB-24	BZ-26	BZ-25	38.3	0.50	Circle	284.0	0.010	1.31	0.08
TUB-57	BZ-41	BZ-37	41.4	0.50	Circle	327.0	0.010	1.50	0.11
TUB-51	BZ-34	BZ-35	44.3	0.50	Circle	227.0	0.010	1.18	0.04
TUB-26	BZ-24	BZ-22	45.7	0.50	Circle	452.0	0.010	1.86	0.27
TUB-9	BZ-09	BZ-10	55.0	0.50	Circle	595.0	0.010	2.03	0.55
TUB-38	BZ-49	BZ-50	58.0	0.50	Circle	407.0	0.010	1.74	0.20
TUB-10	BZ-10	BZ-11	59.9	0.50	Circle	595.0	0.010	2.03	0.55
TUB-31	BZ-29	BZ-24	61.6	0.50	Circle	327.0	0.010	1.51	0.11
TUB-8	BZ-08	BZ-09	61.9	0.50	Circle	452.0	0.010	1.88	0.27
TUB-16	BZ-18	O-2	67.8	0.50	Circle	1,054.0	0.010	2.94	2.54
TUB-52	BZ-35	BZ-36	68.1	0.50	Circle	327.0	0.010	1.48	0.11
TUB-12	BZ-12	BZ-13	68.3	0.50	Circle	747.0	0.010	2.57	1.01
TUB-59	BZ-42	BZ-43	68.4	0.50	Circle	452.0	0.010	1.88	0.27
TUB-54	BZ-38	BZ-39	68.5	0.50	Circle	284.0	0.010	1.36	0.08
TUB-55	BZ-39	BZ-40	68.5	0.50	Circle	327.0	0.010	1.51	0.11
TUB-20	BZ-19	BZ-07	70.3	1.11	Circle	227.0	0.010	1.51	0.06
TUB-3	BZ-03	BZ-04	72.0	0.50	Circle	327.0	0.010	1.52	0.11
TUB-62	BZ-51	BZ-52	75.2	0.50	Circle	452.0	0.010	1.85	0.27
TUB-63	BZ-52	BZ-53	75.2	0.50	Circle	452.0	0.010	1.88	0.27
TUB-13	BZ-13	BZ-14	75.2	0.50	Circle	747.0	0.010	2.60	1.01
TUB-36	BZ-47	BZ-48	76.2	0.50	Circle	284.0	0.010	1.36	0.08
TUB-53	BZ-36	BZ-37	76.2	1.01	Circle	327.0	0.010	2.14	0.16
TUB-19	BZ-20	BZ-19	76.3	0.50	Circle	227.0	0.010	1.12	0.04
TUB-4	BZ-04	BZ-05	76.6	0.50	Circle	362.0	0.010	1.60	0.15
TUB-27	BZ-22	BZ-33	80.6	0.50	Circle	452.0	0.010	1.88	0.27
TUB-7	BZ-07	BZ-08	83.2	0.50	Circle	452.0	0.010	1.88	0.27
TUB-61	BZ-44	BZ-18	85.2	3.22	Circle	452.0	0.010	3.98	0.67
TUB-6	BZ-06	BZ-07	85.3	0.50	Circle	407.0	0.010	1.72	0.20
TUB-28	BZ-33	BZ-12	87.1	0.56	Circle	595.0	0.010	2.18	0.58
TUB-37	BZ-48	BZ-49	88.2	0.50	Circle	407.0	0.010	1.71	0.20
TUB-35	BZ-46	BZ-47	90.5	0.50	Circle	284.0	0.010	1.29	0.08
TUB-50	BZ-60	BZ-55	91.0	2.60	Circle	327.0	0.010	3.06	0.26
TUB-49	BZ-59	BZ-60	91.0	0.50	Circle	284.0	0.010	1.38	0.08
TUB-5	BZ-05	BZ-06	91.2	0.50	Circle	362.0	0.010	1.62	0.15
TUB-2	BZ-02	BZ-03	98.6	0.50	Circle	327.0	0.010	1.48	0.11
TUB-21	BZ-21	BZ-11	98.9	2.59	Circle	362.0	0.010	3.25	0.33
TUB-48	BZ-58	BZ-59	99.0	0.50	Circle	227.0	0.010	1.15	0.04
TUB-45	BZ-62	BZ-63	100.0	0.50	Circle	284.0	0.010	1.31	0.08
TUB-46	BZ-63	BZ-48	100.0	0.63	Circle	284.0	0.010	1.54	0.09
TUB-42	BZ-55	BZ-56	102.8	0.50	Circle	595.0	0.010	2.26	0.55
TUB-43	BZ-56	BZ-57	102.8	0.50	Circle	595.0	0.010	2.26	0.55
TUB-30	BZ-30	BZ-29	106.1	0.50	Circle	327.0	0.010	1.47	0.11
TUB-33	BZ-32	BZ-33	107.8	2.19	Circle	227.0	0.010	2.47	0.09
TUB-40	BZ-53	BZ-54	108.6	0.50	Circle	452.0	0.010	1.88	0.27
TUB-44	BZ-57	O-1	110.0	0.50	Circle	595.0	0.010	2.25	0.55
TUB-23	BZ-27	BZ-26	110.5	0.50	Circle	284.0	0.010	1.27	0.08
TUB-22	BZ-28	BZ-27	110.6	0.50	Circle	284.0	0.010	1.27	0.08
TUB-18	BZ-17	BZ-18	112.7	0.50	Circle	747.0	0.010	2.63	1.01
TUB-17	BZ-16	BZ-17	112.7	0.50	Circle	747.0	0.010	2.63	1.01
TUB-25	BZ-25	BZ-24	114.0	0.56	Circle	327.0	0.010	1.56	0.12
TUB-29	BZ-31	BZ-30	115.1	0.50	Circle	284.0	0.010	1.38	0.08
TUB-47	BZ-61	BZ-53	116.5	2.40	Circle	227.0	0.010	1.29	0.09
TUB-1	BZ-01	BZ-02	117.5	0.50	Circle	284.0	0.010	1.35	0.08
TUB-15	BZ-15	BZ-16	134.2	0.50	Circle	747.0	0.010	2.62	1.01

TABLA 146: Resultados obtenidos de Colectores

RESULTADOS DE COLECTORES				
Colectores	Cota de Tapa (m)	Cota de Fondo (m)	Caudal (Total de Entrada) (m ³ /s)	Caudal (Total de Salida)
BZ-43	110.64	107.60	0.25	0.25
BZ-44	110.33	107.41	0.25	0.25
BZ-37	110.57	108.24	0.21	0.21
BZ-42	110.61	108.04	0.23	0.23
BZ-50	112.01	108.80	0.19	0.19
BZ-51	112.32	108.56	0.21	0.21
BZ-45	112.25	111.02	0.02	0.02
BZ-46	112.17	110.77	0.05	0.05
BZ-23	112.41	111.18	0.00	0.00
BZ-22	112.18	108.95	0.21	0.21
BZ-11	111.98	108.14	0.46	0.44
BZ-12	111.97	107.86	0.73	0.72
BZ-14	111.41	106.95	0.81	0.80
BZ-15	111.57	106.66	0.84	0.84
BZ-40	110.87	108.83	0.08	0.08
BZ-41	110.69	108.54	0.08	0.08
BZ-54	111.04	106.96	0.27	0.27
BZ-55	110.95	106.68	0.47	0.46
BZ-26	113.29	110.31	0.05	0.05
BZ-25	112.47	110.02	0.08	0.08
BZ-34	111.10	109.87	0.03	0.03
BZ-35	111.09	109.55	0.08	0.08
BZ-24	112.24	109.28	0.19	0.19
BZ-09	112.24	108.91	0.27	0.27
BZ-10	112.08	108.54	0.27	0.27
BZ-49	112.08	109.19	0.17	0.17
BZ-29	112.11	109.69	0.09	0.09
BZ-08	112.39	109.32	0.22	0.22
BZ-18	110.51	104.56	1.21	1.19
BZ-36	110.79	109.11	0.13	0.13
BZ-13	111.65	107.42	0.78	0.77
BZ-38	111.00	109.72	0.05	0.05
BZ-39	110.98	109.27	0.08	0.08
BZ-19	112.53	110.72	0.03	0.03
BZ-07	112.63	109.84	0.23	0.22
BZ-03	113.96	111.87	0.09	0.09
BZ-04	113.60	111.40	0.10	0.10
BZ-52	111.85	108.08	0.24	0.24
BZ-53	111.22	107.61	0.24	0.24
BZ-47	111.80	110.22	0.06	0.06
BZ-48	111.91	109.73	0.15	0.15
BZ-20	112.43	111.20	0.03	0.03
BZ-05	113.20	110.92	0.12	0.12
BZ-33	111.99	108.45	0.29	0.28
BZ-06	113.13	110.37	0.14	0.14
BZ-60	112.19	109.14	0.13	0.13
BZ-59	111.24	109.70	0.07	0.07
BZ-02	114.07	112.46	0.06	0.06
BZ-21	112.21	110.80	0.16	0.16
BZ-58	111.52	110.29	0.03	0.03
BZ-62	112.35	111.07	0.05	0.05
BZ-63	112.10	110.47	0.07	0.07
BZ-56	110.65	106.06	0.46	0.46
BZ-57	110.34	105.45	0.46	0.45
BZ-30	112.14	110.32	0.07	0.07
BZ-32	112.19	110.91	0.06	0.06
BZ-27	112.56	110.96	0.04	0.04
BZ-28	112.90	111.62	0.04	0.04
BZ-17	111.11	105.23	0.95	0.94
BZ-16	111.25	105.89	0.88	0.87
BZ-31	112.28	110.99	0.06	0.06
BZ-61	111.73	110.50	0.01	0.01
BZ-01	114.43	113.15	0.05	0.05

TABLA 147: Caudales de Escurrimiento

CAUDALES DE ESCURRIMIENTO						
Sub Cuenca	Colector de Salida	Área (km ²)	Método de Cálculo	Coefficiente de Escorrentia	Tiempo de Concentración (min)	Caudal (Total de Salida) (m ³ /s)
SC-4	BZ-25	0.005	Rational Method	0.83	60	0.03
SC-5	BZ-26	0.001	Rational Method	0.83	60	0.01
SC-7	BZ-24	0.004	Rational Method	0.83	60	0.02
SC-8	BZ-23	0.001	Rational Method	0.83	60	0.00
SC-9	BZ-22	0.003	Rational Method	0.83	60	0.02
SC-10	BZ-32	0.008	Rational Method	0.83	60	0.04
SC-11	BZ-33	0.004	Rational Method	0.83	60	0.02
SC-12	BZ-09	0.010	Rational Method	0.83	60	0.05
SC-14	BZ-11	0.006	Rational Method	0.83	60	0.03
SC-15	BZ-01	0.008	Rational Method	0.83	60	0.05
SC-16	BZ-02	0.004	Rational Method	0.83	60	0.02
SC-18	BZ-03	0.004	Rational Method	0.83	60	0.02
SC-19	BZ-04	0.003	Rational Method	0.83	60	0.01
SC-20	BZ-05	0.004	Rational Method	0.83	60	0.02
SC-21	BZ-06	0.004	Rational Method	0.83	60	0.02
SC-22	BZ-21	0.022	Rational Method	0.83	60	0.12
SC-23	BZ-20	0.005	Rational Method	0.83	60	0.03
SC-24	BZ-62	0.010	Rational Method	0.83	60	0.05
SC-27	BZ-46	0.006	Rational Method	0.83	60	0.03
SC-28	BZ-47	0.003	Rational Method	0.83	60	0.01
SC-29	BZ-63	0.004	Rational Method	0.83	60	0.02
SC-30	BZ-48	0.003	Rational Method	0.83	60	0.02
SC-33	BZ-49	0.003	Rational Method	0.83	60	0.02
SC-34	BZ-50	0.005	Rational Method	0.83	60	0.03
SC-35	BZ-51	0.004	Rational Method	0.83	60	0.02
SC-37	BZ-21	0.007	Rational Method	0.83	60	0.04
SC-38	BZ-52	0.006	Rational Method	0.83	60	0.03
SC-39	BZ-54	0.006	Rational Method	0.83	60	0.03
SC-40	BZ-55	0.014	Rational Method	0.83	60	0.07
SC-41	BZ-61	0.001	Rational Method	0.83	60	0.01
SC-49	BZ-13	0.011	Rational Method	0.83	60	0.06
SC-50	BZ-15	0.008	Rational Method	0.83	60	0.04
SC-51	BZ-34	0.007	Rational Method	0.83	60	0.03
SC-52	BZ-16	0.008	Rational Method	0.83	60	0.04
SC-53	BZ-38	0.004	Rational Method	0.83	60	0.02
SC-55	BZ-36	0.009	Rational Method	0.83	60	0.05
SC-57	BZ-39	0.006	Rational Method	0.83	60	0.03
SC-59	BZ-42	0.003	Rational Method	0.83	60	0.02
SC-62	BZ-18	0.005	Rational Method	0.83	60	0.03
SC-64	BZ-14	0.003	Rational Method	0.83	60	0.02
SC-66	BZ-38	0.006	Rational Method	0.83	60	0.03
SC-67	BZ-43	0.004	Rational Method	0.83	60	0.02
SC-70	BZ-29	0.005	Rational Method	0.83	60	0.03
SC-71	BZ-32	0.003	Rational Method	0.83	60	0.02
SC-72	BZ-07	0.012	Rational Method	0.83	60	0.06
SC-73	BZ-30	0.002	Rational Method	0.83	60	0.01
SC-74	BZ-31	0.011	Rational Method	0.83	60	0.06
SC-75	BZ-28	0.008	Rational Method	0.83	60	0.04
SC-76	BZ-14	0.003	Rational Method	0.83	60	0.02
SC-77	BZ-35	0.009	Rational Method	0.83	60	0.05
SC-78	BZ-58	0.006	Rational Method	0.83	60	0.03
SC-79	BZ-59	0.007	Rational Method	0.83	60	0.04
SC-80	BZ-60	0.011	Rational Method	0.83	60	0.06
SC-81	BZ-45	0.003	Rational Method	0.83	60	0.02
SC-82	BZ-17	0.014	Rational Method	0.83	60	0.08

TABLA 148: Diámetros internos de tuberías

CARACTERISTICAS DE TUBERIA		
Descripción de tubería	Cantidad	Longitud de Tubería (PVC) (m)
Circle - 1,054.0	1	67.8
Circle - 227.0 mm	8	577.9
Circle - 284.0 mm	11	1,018.3
Circle - 327.0 mm	11	834.8
Circle - 362.0 mm	3	266.7
Circle - 407.0 mm	4	260.5
Circle - 452.0 mm	11	720.7
Circle - 595.0 mm	8	590.5
Circle - 747.0 mm	6	539.8
Total	63	4,877.0

4.6.12. PERFILES DE LAMINA DE AGUA

Las imágenes 35 al 40 ilustran los diagramas del perfil mostrando la variación de profundidad simulada del agua y recorrido desde el colector de inicio hasta el final.

TABLA 149: Perfil 01 Calle Molino



TABLA 150: Perfil 02 Calle Real - Progreso



TABLA 151: Perfil 03 Calle Dátil-Molino



TABLA 152: Perfil 04 Calle Real

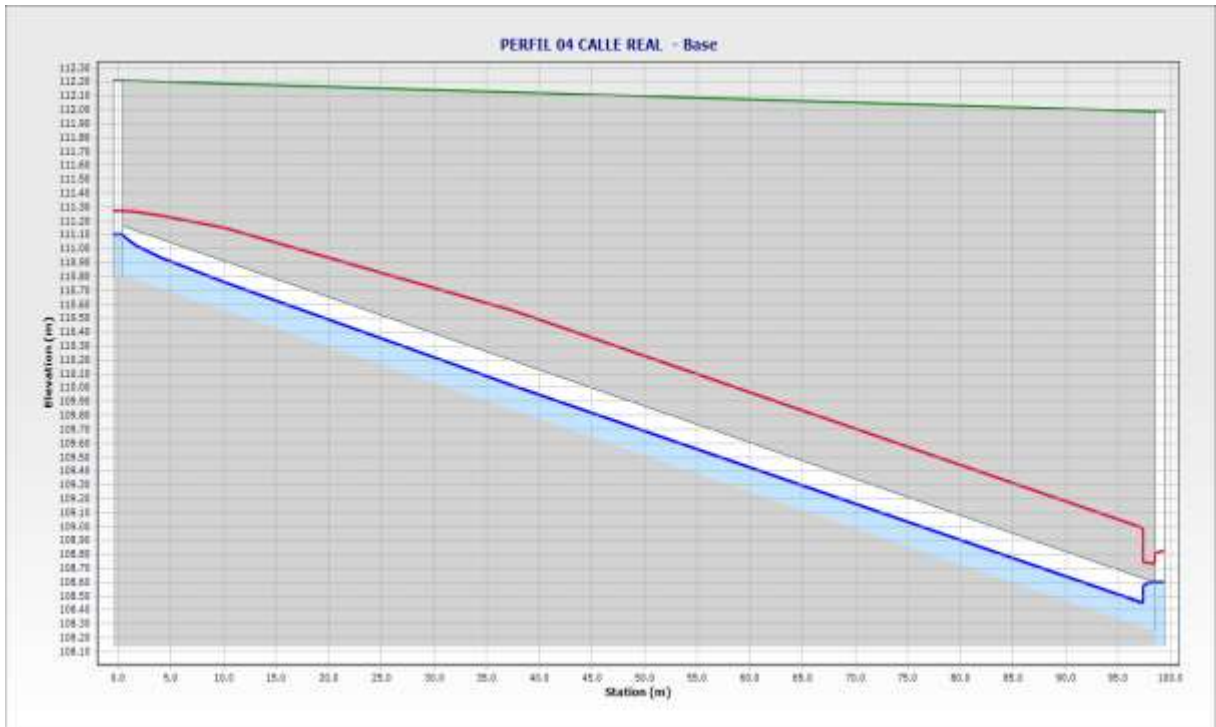


TABLA 153: Perfil 05 Calle Almendros



TABLA 154: Perfil 06 Calle Ciruelo - Real

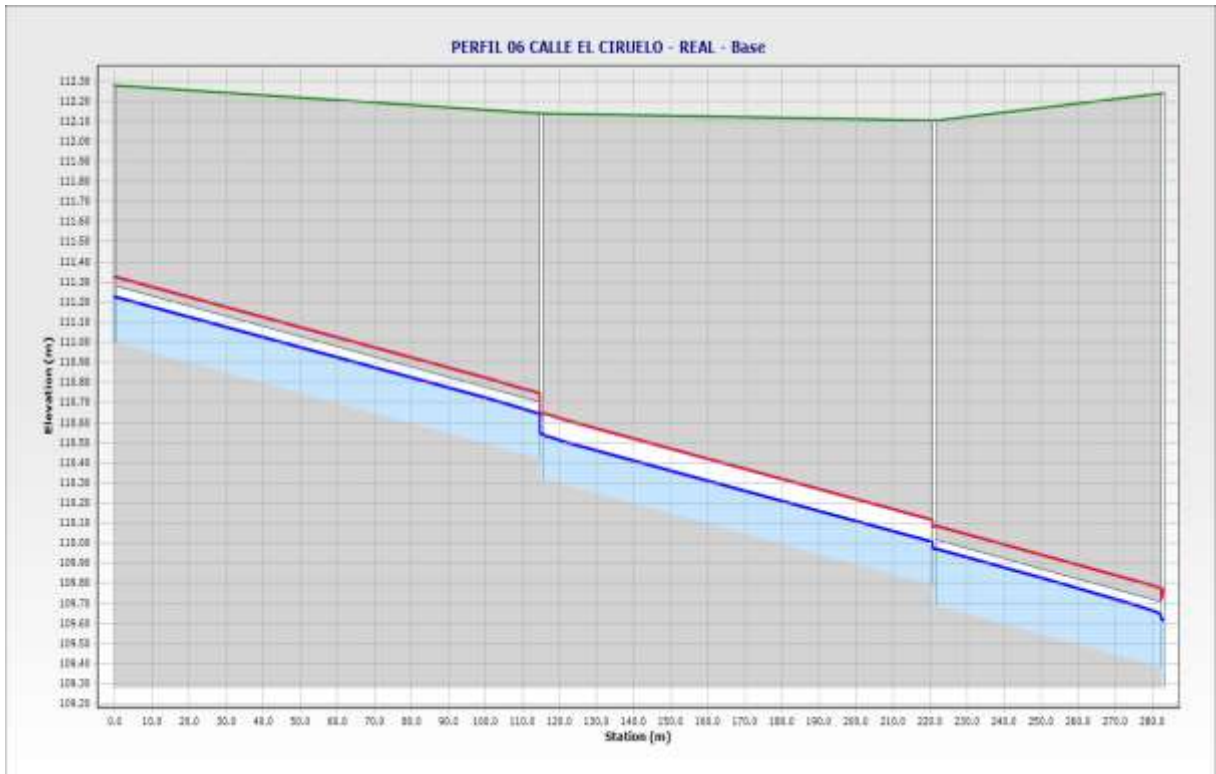


TABLA 155: Perfil 07 Calle Balsa - Real

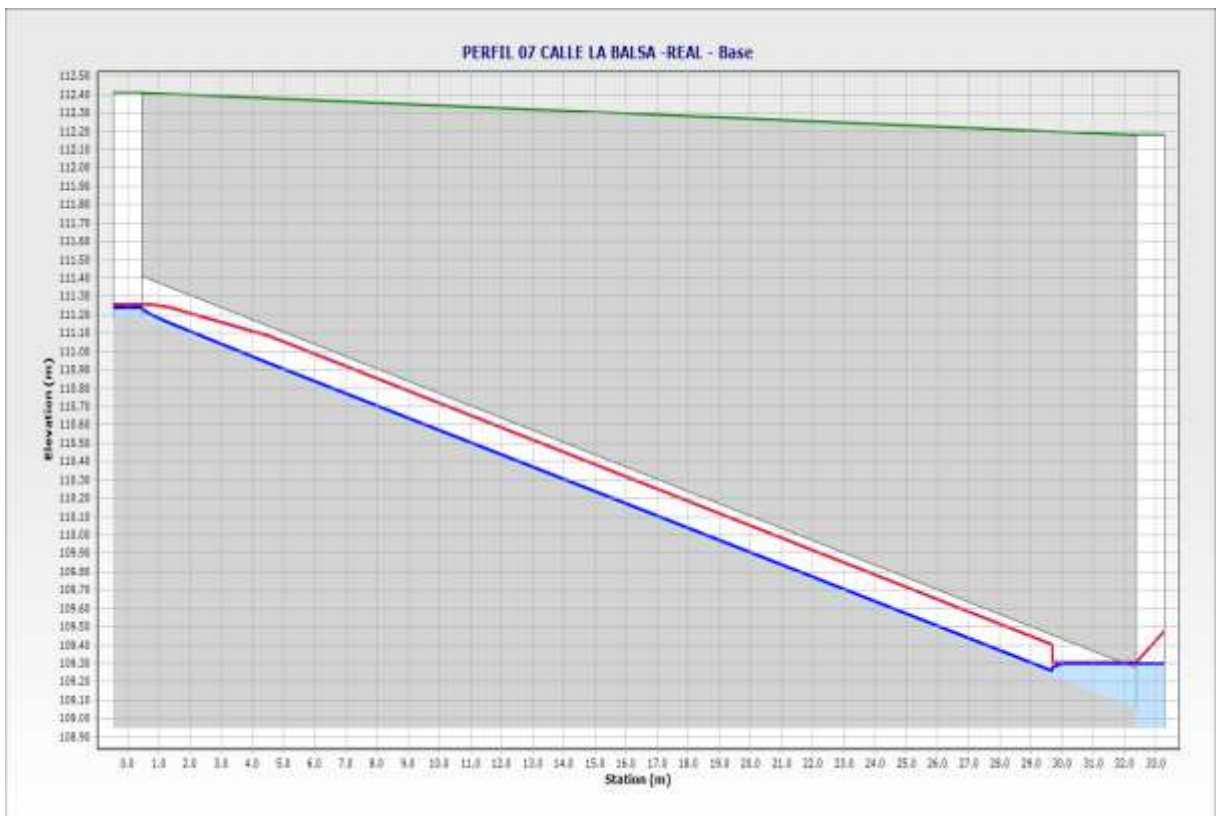


TABLA 156: Perfil 08 Calle San Juan-Real

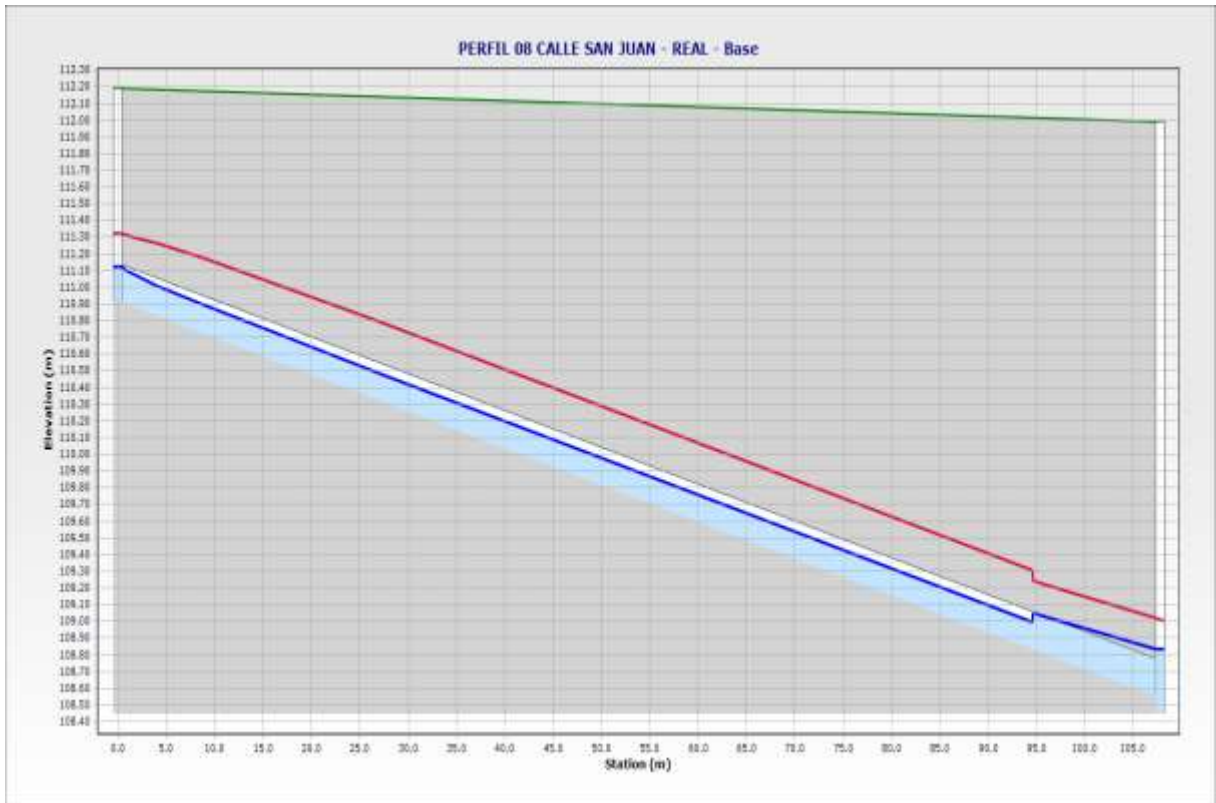


TABLA 157: Perfil 09 Calle las Flores



TABLA 158: Perfil 10 Calle los Molles



TABLA 159: Perfil 11 Calle los Mangos - Quinta

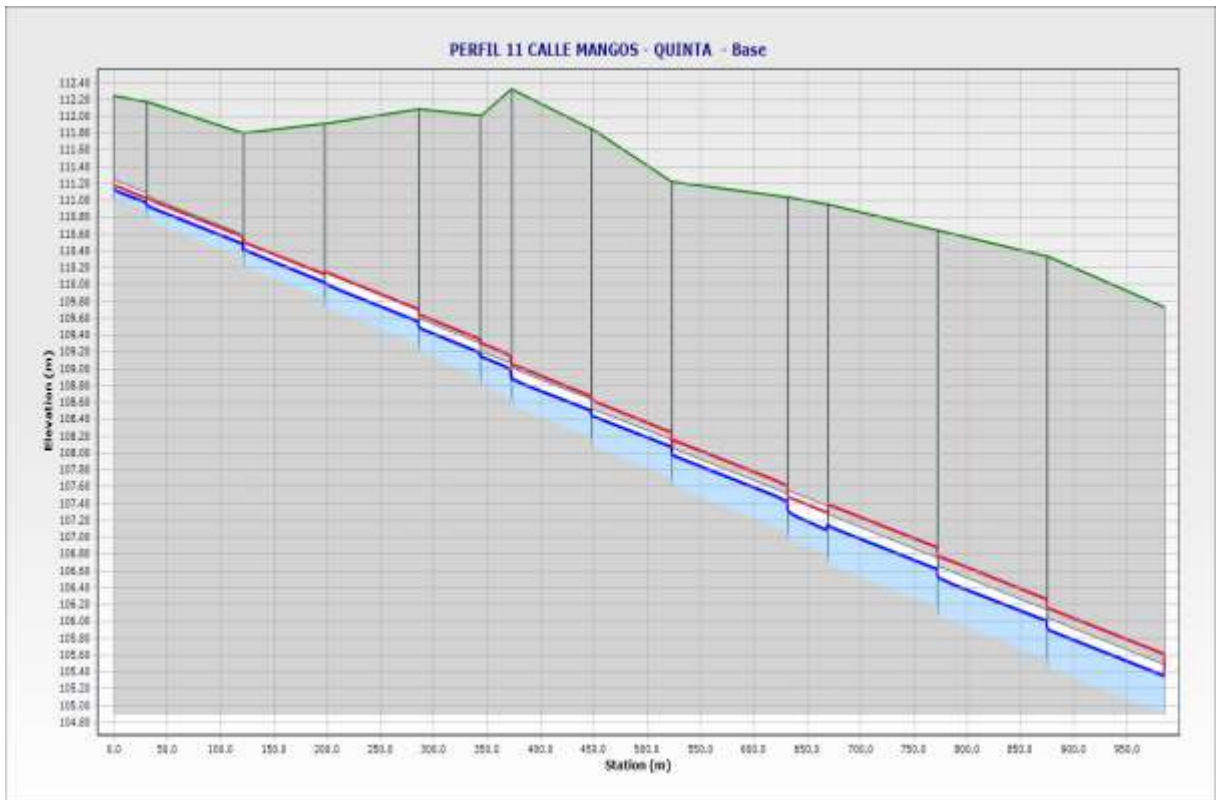


TABLA 160: Perfil 12 Calle los Mangos I



TABLA 161: Perfil 13 Calle los Naranjos



TABLA 162: Perfil 14 Calle la Quinta

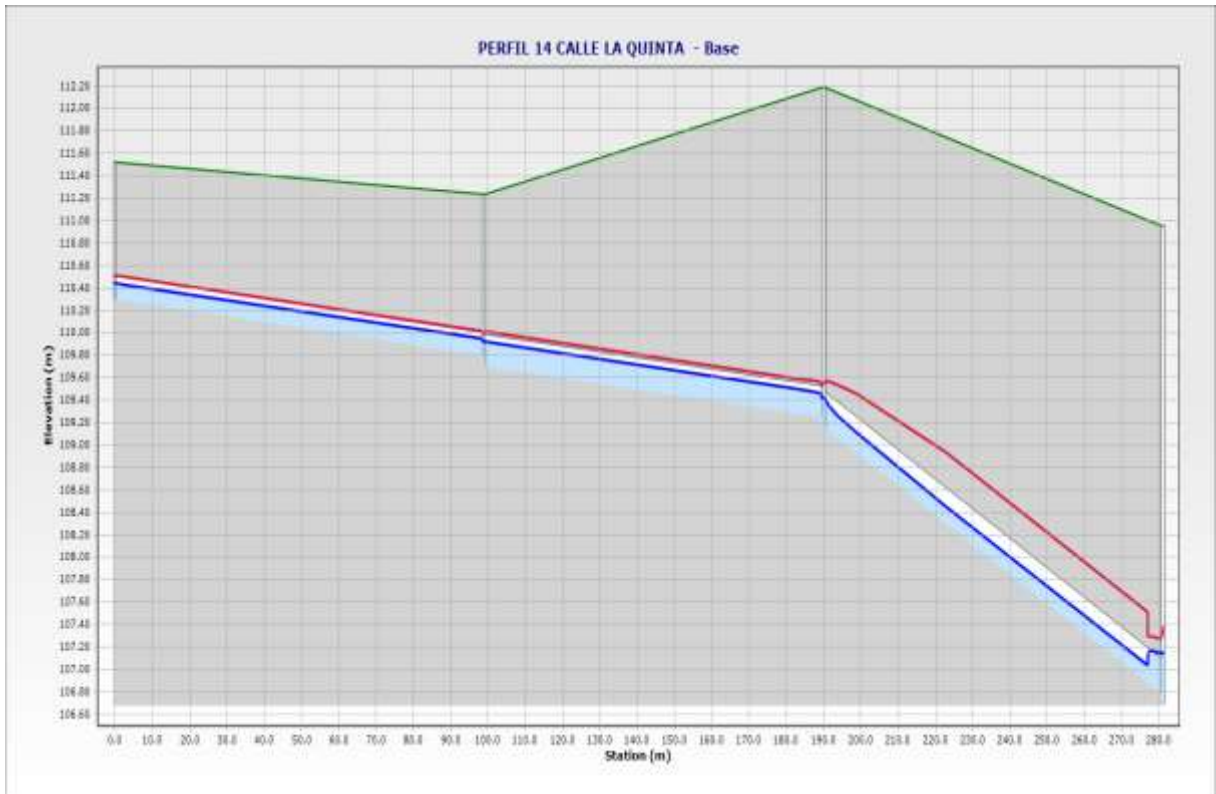


TABLA 163: Perfil 15 Calle Balsa



4.8. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

4.8.1. GENERALIDADES

En la actualidad el Estudio de impacto ambiental constituye una herramienta imprescindible durante la elaboración y/o ejecución de obras civiles, pues por medio de una evaluación minuciosa de los impactos ambientales pretende establecer un equilibrio armonioso entre el desarrollo de las actividades socioeconómicas y el medio ambiente.

Es importante recalcar que todo proyecto incluye un estudio de impacto ambiental con el fin paliar o disminuir los efectos originados por la transformación continua del medio natural específicamente con mayor incidencia en la contaminación de recursos hídricos (agua), geológicos (suelo) y paisajísticos (flora y fauna), ruptura del equilibrio biológico y de cadenas tróficas como consecuencia de la destrucción de especies biológicas y la perturbación debida a desechos (Eliminación directa de combustible, aceites provenientes de maquinaria y herramientas) o residuos urbanos (orgánicos e inorgánicos) , que no han sido controlados adecuadamente.

El Estudio de Impacto Ambiental involucra una descripción del medio, área de influencia del proyecto, evaluación, análisis de los factores afectados tanto bióticos como abióticos e identificación de los impactos que pueden ocurrir determinando su grado de importancia mediante la valoración numérica según lo establecido por la Matriz de Leopold, en la fase de construcción y operación del proyecto, planteando finalmente el plan de contingencia y medidas correctivas para disminuir o mitigar los efectos negativos durante las etapas antes mencionadas.

El Estudio de Impacto Ambiental tiene como objetivo esencial identificar y/o evaluar, predecir, analizar los posibles impactos ambientales que se originarán en las etapas de construcción y operación del proyecto a fin de plantear las medidas paliativas que eviten y/o minimicen los impactos ambientales negativos, conforme a los lineamientos establecidos por las normas vigentes en materia ambiental. Es importante recalcar que el proyecto se realizara netamente en el ámbito urbano.

Son objetivos específicos del estudio de impacto ambiental, los siguientes:

- Determinar el área de intervención e identificar el área de influencia directa e indirecta, entorno físico, biológico y socioeconómico que pueden ser afectados durante las fases de construcción y operación del proyecto.
- Determinar los impactos ambientales que pueden producirse en el proyecto durante las etapas de construcción y operación del proyecto.

- Recomendar las medidas provisionarias y correctoras para paliar los impactos negativos.

4.8.2. UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRAFICA

Batángrande se encuentra localizada en la región natural de la costa, en el valle La Leche y posee las siguientes ubicaciones geográficas:

Latitud sur : 6° 29' 05"
 Longitud oeste : 79° 39' 07"
 Altitud : 112.00 m.s.n.m

Figura N° 12 : Macrolocalización del Proyecto



El proyecto en estudio pretende beneficiar a la población que habita en la zona urbana de Batángrande con la implementación del sistema de drenaje pluvial y pavimentación, lo cual es indispensable realizar diferentes estudios para garantizar el correcto funcionamiento y éxito del proyecto dentro de los cuales destaca el estudio de impacto ambiental.

4.8.3. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

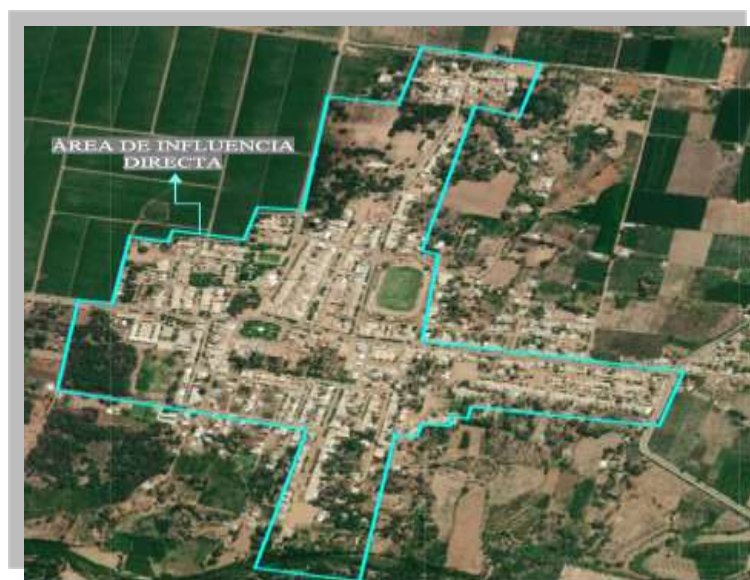
La demarcación del área de influencia pretende contener a todo el conjunto de elementos bióticos, abióticos y población humana que pueden ser afectados positiva o negativamente por la ejecución de proyectos de infraestructura dentro de un área geográfica específica. El estudio de Impacto Ambiental por el medio al cual investiga y según las actividades que contemple el proyecto involucra una gran cantidad de variables que generalmente tienen cierto grado de complejidad en cuanto a su análisis, que para ello es necesario delimitar un área de influencia específica para diagnosticar las alteraciones producidas.

Por lo tanto, para el presente proyecto se ha determinado un área de influencia directa que constituye al espacio físico-geográfico, socioeconómico, ambiental y Arqueológico donde las actividades programadas en el proyecto pueden originar impactos positivos y/o negativos; del mismo modo se determinó un área de influencia indirecta.

4.8.4. ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

El área de influencia directa se encuentra dentro de la zona urbana lo cual involucra aprox. 34.41 ha.

Figura N° 13 : Área de influencia directa del proyecto



4.8.5. ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA

El área de indirecta del estudio comprende al espacio físico donde un componente ambiental es impactado indirectamente por las actividades programadas en el proyecto. Los criterios considerados para definir el área de influencia indirecta son:

- Accesibilidad al área del proyecto.
- Impactos indirectos positivos y/o negativos que se podrían generar por la implantación de este proyecto.
- Características de los componentes ambientales.
- Cuerpos receptores que podrían ser afectados por descargas provenientes del área del proyecto.

Bajo los criterios especificados se ha identificado el área de influencia indirecta serán las zonas cercanas, específicamente los caseríos de Tambo Real, Motupillo, Pativilca y campos de cultivos.

Figura N° 14 : Área de influencia indirecta



4.8.6. DESCRIPCIÓN DE LA LINEA BASE AMBIENTAL

Los indicadores socio-ambientales que serán monitoreados durante la fase de operación serán detallados en la línea base física (aire, agua, suelo, etc), biológica (flora y fauna), socioeconómica y diagnóstico arqueológico.

4.8.7. LINEA BASE FÍSICA

CLIMA

El clima que presenta Batangrande se clasifica como desértico subtropical árido debido a la influencia directa de la corriente fría marina de Humbolt, que actúa como elemento regulador de los fenómenos meteorológicos.

HUMEDAD RELATIVA

La Humedad Relativa promedio anual de Batangrande y en general en la costa norte es de 80% aproximadamente. Los meses de menor humedad son los de verano, incrementándose en los meses más fríos y durante el Fenómeno del Niño.

TEMPERATURA

Batangrande no presenta lluvias constantes durante el año en condiciones normales presenta temperaturas máximas promedio de 26.0°C correspondientes al periodo más

caluroso Febrero y Marzo y temperaturas mínimas en promedio de 20.30 °C en el mes de invierno Agosto.

VIENTOS

El Anticiclón del Pacífico del Sur, determina la presencia de los vientos alisios del sureste. La dirección e intensidad de los vientos depende principalmente de la posición en que se encuentre el Anticiclón de la hora y la estación del año. Aproximadamente el 90% de los vientos soplan de SSE a S.

CALIDAD DEL AIRE

Generalmente en épocas de verano se pueden distinguir zonas con alta concentración de tránsito vehicular liviano generalmente moto lineal, mototaxis, etc. que generan alta concentración de fuertes contaminantes debido a la falta de vías pavimentadas en el sector la Quinta y la Balsa.

TOPOGRAFÍA

La zona urbana presenta un relieve de topografía específicamente plana caracterizada por la presencia de pequeñas zonas ligeramente altas y áreas con depresiones topográficas. Por lo que las vías asfaltadas representan un 57.95% y las vías sin asfaltar representan el 42.05%.

GEOLOGÍA

La geología de la región Lambayeque está vinculada al proceso de formación de cerros o montañas, desintegración de las rocas por acciones físicas y químicas, como también originadas por el arrastre del agua o viento de los materiales desprendidos y sedimentación, propias de las depresiones o fosas de la corteza terrestre continental; se puede encontrar unidades lito-estratigráficas de las eras Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico.

USOS DEL SUELO

El suelo de Batangrande es rico y con alta capacidad de explotación concerniente a la producción agrícola, las mejores áreas están destinadas para el sembrío de caña de azúcar administrado por la empresa agroindustrial Pucalá, arroz y productos de pan llevar, etc. Otro sector de suelo está destinado para viviendas, ocupación pública, salud, educación, establecimientos públicos y recreación, espacios para realizar actividades económicas, infraestructura vial, etc.

Figura N° 15 : Usos del suelo de Batangrande



HIDROLOGÍA

Batángrende cuenta con el recurso hídrico útil para el suministro de agua potable que actualmente tiene como fuente de captación las aguas subterráneas provenientes de la cuenca del Río La Leche.

Figura N° 16 : Localización de Batangrande en la Cuenca Motupe



4.8.8. LINEA BASE BIOLÓGICA

FLORA

Batangrande posee una flora muy diversa, debido a que aquí se localiza el bosque de los algarrobos más importante de la costa norte del Perú que se extiende desde Batangrande – Zaranda abarcando una extensión de 13,400 has. denominadas como reserva arqueológica y ecológica de Poma.

En esta reserva se puede encontrar las especies detalladas en la tabla siguiente:

TABLA 164: Especies propias de Batangrande

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Mango	Mangifera
Palta	Persea Americana
Algarrobo	Prosopis pallida
Zapote	Pouteria sapote
Faique	Acacia macracantha
Angola	Welwitschia Rehb.
Vichayo	Capparis ovalifolia
Guarajos	Prosopis pallida
Molle	Schimus molle
Geranio	Pelargonium spp
Palmera	Arecaceae
Rosa	Rosa spp
Caña de azúcar	Saccharum officinarum
Maiz	Zea mays
Cucarda	Hibus rosa - sinensis
Árbol del pan	Artocarpus incisa
Achiote	Bixa Orellana
Planta ramo de novia	Succulent Avenue

Figura N° 17 : Flora existente en Batangrande



Además a lo largo del cauce del Río la Leche y la Quebrada el Zanjón se encuentran especies con nombre científico como : Caña brava (*Arundo donax*), carrizo (*Phragmites australis*), molle (*Schimus molle*), sauce (*salix*).

Figura N° 18 : Árboles de algarrobo propios de Batangrande



FAUNA

La fauna es muy variada como consecuencia de la flora existente y hace posible que la presencia de animales silvestres sea biodiversa encontrándose las siguientes especies: Culebras, iguanas, sapos, mosquitos, pájaro bobo, loros, capones, etc.

Figura N° 19 : Aves que habitan en la zona de Batangrande



4.8.9. LINEA BASE SOCIOECONÓMICA

A. ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO

Los índices de desarrollo humano son indicadores que miden el progreso medio de un país apoyado en tres aspectos básicos del desarrollo humano:

- Disfrutar de una vida larga y saludable medida a través de la esperanza de vida.
- Disponer de educación que se mide a través de la tasa de analfabetismo en adultos y la tasa de escolaridad de la población de 5 a 18 años.
- Disponer de adecuados accesos a bienes, medido a través del ingreso familiar per cápita (nuevos soles).

Basado en estos tres aspectos, respecto al indicador de esperanza de vida los pobladores de Batangrande podían alcanzar una edad probable de 73.2 años.

Con respecto a educación se obtiene que Pítipo ocupa el tercer lugar en cuanto a alfabetismo con un 96.8% de su población de 15 a más años que saben leer y escribir a nivel de distritos que conforman a la provincia de Ferreñafe. Por otro lado, en cuanto a escolaridad nos muestra que el 88.2% de la población en edad escolar, comprendida en el grupo de edad de 5 a 18 años asisten a algún centro educativo; situando en Batangrande en el tercer lugar a

nivel de la Provincia de Ferreñafe y de la misma manera con respecto al logro educativo alcanzado.

Finalmente, el ingreso per cápita de las familias de Batangrande alcanza S/. 475.8 al mes, permitiéndoles tener acceso al consumo de bienes. Este hecho ubica al Distrito de Pítipo en el quinto lugar a nivel de la Provincia de Ferreñafe.

B. ACTIVIDAD ECONOMICA DE LA POBLACIÓN (PEA)

Con respecto a la población económicamente activa en el Perú se considera a partir de los 14 años a más, ya que a esa edad la persona se encuentra apta en cuanto a edad para ejercer funciones productivas y generalmente concluye con la enseñanza obligatoria. Pero por razones obvias se ha considerado la PEA y no PEA a partir de 6 años a más ya que existen muchos niños que trabajan a partir de esta edad.

Analizando la PEA en la zona urbana de Batangrande se tiene que 1,290 habitantes se encuentran ocupados, es decir desempeñan alguna actividad económica; trabajando al menos 1 hora mientras que 521 habitantes se encuentran desocupados, es decir buscando activamente un empleo. En tanto que el resto de habitantes no participan en el mercado laboral.

C. PRINCIPALES ACTIVIDADES

Sus actividades económicas se basan principalmente en la crianza de animales menores en pequeña escala y agricultura.

La ocupación principal de la población se desempeña en el sector agrario, principalmente en el área de cultivos agroindustriales caña de azúcar, maíz, lenteja, yuca, entre otros productos, los mismos que son incluidos como parte de su dieta familiar. También tiene importancia la actividad pecuaria, cuya producción más destacada es la en la crianza de ganado equino, porcino, vacuno y aves de corral, etc.

Otra de sus actividades a las que se dedican los pobladores de Batánggrande es a la comercialización de abarrotos, enseres propios de la producción de la zona dentro y fuera de su mercado.

Figura N° 20 : Sembríos de maíz en Batangrande



Figura N° 21 : Crianza de ganado Caprino



D. PRINCIPALES RECURSOS

Extensión Territorial: El Centro poblado de Batangrande cuenta una extensión territorial de 84, 234 hectáreas incluyendo sus anexos, distribuidas para uso agrícola, vivienda, áreas arqueológicas, etc. Cabe resaltar que el área del proyecto involucra 64.61 ha.

Recurso hídrico: El área en estudio cuenta con dos fuentes hídricas cercanas, denominadas rio la Leche y la quebrada el Zanjón las que servirán para la ejecución del proyecto.

Figura N° 22 : Recursos hídricos - Río Zanjón



Recurso Turístico: La zona urbana de Batangrande cuenta con atractivos turísticos como: Casa Hacienda, Huaca del Pueblo, Árboles añejos de Mangos, Centro de Conservación del Oso de Anteojos, Cruz de Calpón, Etc.

Figura N° 23 : Casa hacienda de Batangrande



Figura N° 24 : Centro de Conservación del Oso de Anteojos



Figura N° 25 : Árboles añejo de mangos



4.8.10. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales generados por la ejecución del proyecto fueron determinados usando el procedimiento mostrado a continuación:

- Identificando las partidas y subpartidas a ejecutarse en el proyecto que generaran huellas ambientales sobre los diferentes componentes ambientales que se encuentran en el área de influencia.
- Previa realización de las actividades preliminares del proyecto se efectuará la identificación y determinación de los componentes ambientales que se hallen dentro del área de influencia expuestos a sufrir impactos positivos o negativos.
- Para la evaluación de los impactos ambientales generados por cada una de las partidas que contempla el proyecto se utilizara la metodología establecida en la matriz de Leopold.
- Se efectuará la evaluación bajo en criterio de importancia y magnitud para cada factor ambiental expuesto a los posibles impactos ambientales.

4.8.11. MÉTODO LEOPOLD

“El método se basa en la construcción de una matriz con columnas y filas, donde en las columnas se exponen las partidas y subpartidas a ejecutarse de un determinado proyecto y en las filas consideran los factores ambientales que puedan ser afectados.” [25]

“Para realizar la evaluación mediante la matriz de Leopold, previa identificación y determinación las partidas y subpartidas a ejecutarse se debe identificar los impactos existentes, para considerar durante la evaluación y valoración cuanto afectaría al ejecutarse de las actividades programadas en el proyecto.” [25]

“Luego de cada acción, se considerarán los factores ambientales que pueden ser afectados significativamente, trazando una diagonal en las cuadrículas donde se interceptan con cada acción.” [25]

“Las intersecciones entre ambas se numeran con dos valores numéricos, el primero indica la magnitud y el segundo la importancia del impacto de la actividad respecto a cada factor ambiental.” [25]

A. IMPORTANCIA

“Valor ponderal que proporciona el peso relativo del efecto potencial y refleja la significación y relevancia del sí mismo, así como la extensión o parte del entorno afectado. Este se considera en la mitad inferior derecha del cuadro, se califica del 1 al 10 en orden creciente de importancia.” [25]

TABLA 165 : Evaluación considerando la importancia

INTENSIDAD		
CALIFICACIÓN	INFLUENCIA	DURACIÓN
1	Puntual	Temporal
2		Media
3		Permanente
4	Local	Temporal
5		Media
6		Permanente
7	Regional	Temporal
8		Media
9		Permanente
10	Regional	Permanente

B. MAGNITUD

“Expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental del factor considerado, hace referencia a la dimensión, trascendencia y medida del efecto. También se considera a la valoración del impacto potencial provocada, el cual se coloca en la mitad superior izquierda. Tiene referencia a la intensidad y se califica del 1 al 10 de menor a mayor, poniendo un signo “+” para los efectos positivos y “-” para los negativos.” [25]

TABLA 166 : Evaluación considerando la magnitud

MAGNITUD		
CALIFICACIÓN	INTENSIDAD	AFECCIÓN
1	Baja	Baja
2		Media
3		Alta
4	Media	Baja
5		Media
6		Alta
7	Alta	Baja
8		Media
9		Alta
10	Muy Alta	Alta

4.8.12. MATRIZ DE LEOPOLD DEL PROYECTO

TABLA 167 : Matriz de evaluación de impactos del proyecto

IMPACTO TOTAL	MAGNITUD (+)/(-) IMPORTANCIA	FASE DE PLANEACIÓN		FASE PRELIMINAR								FASE DE CONSTRUCCIÓN						FASE DE OPERACIÓN			FASE DE MANTENIMIENTO		MAGNITUD (+)/(-) IMPORTANCIA	PROMEDIO								
		ELABORACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS	LIMPIEZA DEL TERRENO	OBRAS PROVISIONALES		OBRAS PRELIMINARES				MOVIMIENTO DE TIERRAS		OBRAS DE CONCRETO			OBRAS AMBIENTALES	SEÑALIZACIÓN	PINTADO DE SEÑALIZACIÓN	TRÁFICO VEHICULAR	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	TALADO DE ARBOLES	LIMPIEZA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL	MANTENIMIENTO VIAL										
				INSTALACIÓN DE OFICINA Y ALMACÉN DEL PROYECTO	INSTALACIÓN DE SERVICIOS HIGIENICOS	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIA	DESVOIO A RUTAS ALTERNATIVAS	LIMPIEZA DEL TERRENO	TRAZADO Y REPLANTEO	DEMOLICIÓN Y ELIMINACIÓN DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	CORTE DEL TERRENO CON MAQUINARIA	PERRILADO DEL TERRENO	RELLENO COMPACTADO	ELIMINACIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE											BASE Y SUBBASE	PAVIMENTO RIGIDO	DRENAJE PLUVIAL	TRANSPORTE DEPÓSITO DE MATERIALES	PREPARACIÓN Y VACIADO DEL CONCRETO	COMPACTACIÓN Y VIBRADO DEL CONCRETO	PREPARACIÓN Y VACIADO DE CONCRETO EN CANALETAS	COMPACTACIÓN Y VIBRADO DEL CONCRETO
FACTORES AMBIENTALES	AIRE	-1		-4			-4	-8	-7	-3	-7	-8	-7	-3	-3	-3	-2		-2		-1		-1		-3	3	-3	3	-3		-70	-376
	Partículas Suspensas (Polvo)		1	4			5	8	6	3	8	8	7	3	3	3	2		2		1		1		3	3	3	3	3	3	77	
	Emission de Gases y olores				-1		-4	-6	-3			-5	-2	-2	-2	-2	2							-1	-5	-3	-3	3		-39	-147	
	Nivel de Ruido		-1	-1	1		-4	-8	-6	-2	-5	-6	-5	-6	-4	-2	-3	-2	-3	-2	-1				-3	2	2	-2	-1	-1	68	-302
	AGUA																															
	Calidad																									-2	2				-2	-4
	SUELO																															
	Calidad del Suelo			-1				-3	-2	-4		-5	-1	2								6				-3	-2				-13	-19
	Contaminación por residuos						-1	-4														6				2	2				-5	-17
	Vibraciones		-1	2			-3	1	4		-2	1	-2	2																	-11	-22
PROCESOS																																
Compactación			-1			-1	1	-1	0				2	2							2		2							1	7	
Estabilidad						-1	1				-1	1	3	3						1		1							2	6	8	
FLORA																																
Eliminación de Pastos (Gras)			-2	1			-1	1	2			-2	1																	-9	-13	
Eliminación de Plantas Ornamentales			-1	2			-1	-5	5			-5	5													-3	3		-15	-60		
Alteración de la Cubierta Vegetal		-1	2		-2		2	-2	-1	1		-4	-2	2						9		7					-5	5	-6	27	11	
FAUNA																																
Reptiles Pequeños e Insectos	-1		-3	2			-1	2	-1	-2	-2	-4	-2	3						4		4				-2	2		-14	-24		
Alteración del Habitat		-2	-1	1			-3	-1	2	-1		-4	-3	3						5		5				-2	2		-12	-23		
ESTETICA																																
Vistas Escenicas y Panoramicas		-1	-1	1	1	1	1		-2	1		-1	1	1	-2	2		-1	-2	-1	-2	7		7	1	2	-1	-1	-1	5	-4	55
AREAS AMBIENTALES																																
Naturaleza y Espacios Abiertos					-2	-1	1	-3				-1	2			-1	1				4		4			1	1			-3	12	5
SERVICIOS E INFRAESTRUCTURAS																																
Construcciones Cercanas								-1	1			-2	2	-1	1												-1	1		-5	-7	
Red de transporte (movim., acceso)		-2	2				-1	1																						-3	-5	
Eliminación de Residuos		-3	-2	-3	-1		1																							-8	-11	
EFFECTOS SOCIOCULTURALES																																
Comercio	2			1	1		4	1	2																					8	23	
Salud y Seguridad		2		1	2		-1	3	1			-2	3					-1	-1						3	3				0	1	
Empleo	3	4	1	1	1		2	5	4	2	-5	5	4	3	4	4	4	1	1		5	3	3	5	3	2	5	6	75	279		
IMPACTO TOTAL	MAGNITUD (+)/(-) IMPORTANCIA	3	-19	-2	-8	-21	-26	-34	-6	-27	-45	-19	-6	-6	-7	-3	-2	-3	-2	41	2	3	0	-6	-22	6	7					
PROMEDIO		7	24	9	7	23	41	43	14	27	55	27	26	14	7	10	6	10	6	43	4	5	21	11	26	10	15			-641	VERDADERO	
		11	-26	-3	-11	-71	-167	-122	-14	-128	-210	-78	-32	-14	-17	-3	-4	-3	-4	233	8	9	-1	-11	-66	32	51			-641	VERDADERO	

4.8.13. JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La jerarquización de los impactos ambientales del proyecto se consideró lo especificado en el siguiente cuadro:

TABLA 168 : Jerarquización de impactos ambientales

MEDIDA DEL IMPACTO	RANGO	SIMBOLOGÍA
No significativo	[0 – 20,8]	
Bajo	[< 20,8 – 60,0]	
Medio	[< 60,0 – 162,8]	
Alto	[< 162,8 – 516,8]	
Muy alto	[< 516,8 – 960,0]	

TABLA 169 : Análisis de las características físico – químicas (matriz de Leopold)

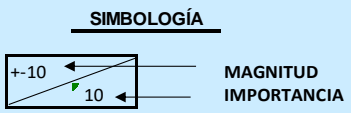

MATRIZ LEOPOLD : CAUSA - EFECTO  SIMBOLOGÍA  MAGNITUD IMPORTANCIA <i>IMPORTANCIA : Correspondiente a la Intensidad (I) o grado de incidencia del impacto</i> <i>MAGNITUD : Correspondiente a la Extensión (E) del impacto dentro del área de influencia</i>		PROMEDIO	MEDIDA DEL IMPACTO	SIMBOLOGÍA
AMBIENTALES	AIRE			
	Partículas Suspensas (Polvo)	-376	ALTO	
	Emisión de Gases y olores	-147	MEDIO	
	Nivel de Ruido	-302	ALTO	
	AGUA			
	Calidad	-4	NO SIGNIFICATIVO	
	SUELO			
	Calidad del Suelo	-19	NO SIGNIFICATIVO	
	Contaminación por residuos	-17	NO SIGNIFICATIVO	
	Vibraciones	-22	BAJO	
	PROCESOS			
	Compactación	7	NO SIGNIFICATIVO	
	Estabilidad	8	NO SIGNIFICATIVO	

TABLA 170 : Resultados del análisis de las características bióticas según

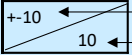
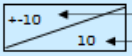
MATRIZ LEOPOLD : CAUSA - EFECTO		PROMEDIO	MEDIDA DEL IMPACTO	SIMBOLOGÍA	
<p style="text-align: center;">SIMBOLOGÍA</p>  <p style="text-align: right;">MAGNITUD IMPORTANCIA</p> <p>USAT Unidad de Seguimiento Ambiental y Social Banco Interamericano de Desarrollo</p> <p><i>IMPORTANCIA : Correspondiente a la Intensidad (I) o grado de incidencia del impacto</i></p> <p><i>MAGNITUD : Correspondiente a la Extensión (E) del impacto dentro del área de influencia</i></p>					
A M B I E N T A L E S	CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS	FLORA			
		Eliminación de Pastos (Gras)	-13	NO SIGNIFICATIVO	
		Eliminación de Plantas Ornamentales	-60	MEDIO	
		Alteración de la Cubierta Vegetal	11	NO SIGNIFICATIVO	
		FAUNA			
		Reptiles Pequeños e Insectos	-24	BAJO	
		Alteración del Habitat	-23	BAJO	

TABLA 171 : Análisis de las características socioeconómicos – culturales- matriz de Leopold.

MATRIZ LEOPOLD : CAUSA - EFECTO		PROMEDIO	MEDIDA DEL IMPACTO	SIMBOLOGÍA	
<p style="text-align: center;">SIMBOLOGÍA</p>  <p style="text-align: right;">MAGNITUD IMPORTANCIA</p> <p>USAT Unidad de Seguimiento Ambiental y Social Banco Interamericano de Desarrollo</p> <p><i>IMPORTANCIA : Correspondiente a la Intensidad (I) o grado de incidencia del impacto</i></p> <p><i>MAGNITUD : Correspondiente a la Extensión (E) del impacto dentro del área de influencia</i></p>					
A M B I E N T A L E S	EFFECTOS SOCIOECONÓMICOS - CULTURALES	ESTÉTICA			
		Vistas Escenicas y Panoramicas	55	BAJO	
		AREAS AMBIENTALES			
		Naturaleza y Espacios Abiertos	5	NO SIGNIFICATIVO	
		SERVICIOS E INFRAESTRUCTURAS			
		Construcciones Cercanas	-7	NO SIGNIFICATIVO	
		Red de transporte (movim., acceso)	-5	NO SIGNIFICATIVO	
		Eliminación de Residuos	-11	NO SIGNIFICATIVO	
		EFFECTOS SOCIOCULTURALES			
		Comercio	23	BAJO	
		Salud y Seguridad	1	NO SIGNIFICATIVO	
		Empleo	279	ALTO	

4.8.14. RESUMEN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Los resultados de la evaluación por el método Leopold aplicados al proyecto sobre los arrojan que los factores ambientales estarán expuestos a impactos altos, medios, bajos y no significativos.

IMPACTO ALTO

- Partículas suspendidas –Polvo (Negativo)
- Nivel de ruido (Negativo)
- Empleo (Positivo)

IMPACTO MEDIO

- Emisión de gases y olores (Negativo)
- Eliminación de plantas ornamentales (Negativo)

IMPACTO BAJO

- Vibraciones (Negativo)
- Reptiles pequeños e insectos (Negativo)
- Alteración del hábitat (Negativo)
- Vistas escénicas y panorámicas (Positivo)
- Comercio (Positivo)

IMPACTO NO SIGNIFICATIVO

- Calidad del agua (Negativo)
- Calidad del suelo (Negativo)
- Contaminación por residuos (Negativo)
- Compactación del suelo (Positivo)
- Estabilidad del suelo (Positivo)
- Eliminación de pastos – Gras (Negativo)
- Alteración de la cubierta vegetal (Positivo)
- Construcciones cercanas (Negativo)
- Red de transporte (Negativo)
- Eliminación de residuos (Negativo)
- Seguridad y salud (Positivo)

4.8.15. ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Después de la identificación, clasificación y cuantificación de los impactos ambientales aplicados a los diferentes factores ambientales los resultados expresan una perspectiva más clara de los posibles efectos causados por la ejecución del proyecto sobre el medio ambiente.

A continuación, se presenta el análisis de dichos resultados evaluados:

- A través del método de Leopold se pudo identificar los aspectos ambientales con mayor y menor jerarquización que se deberá priorizar durante la elaboración del Plan de Manejo Ambiental.
- Las subpartidas a ejecutarse que generarán mayor impacto negativo se encuentran dentro de las partidas de movimiento de tierras y obras preliminares como consecuencia del uso de maquinaria y equipos con alto impacto. Por otro lado, las actividades que generarán mayor impacto positivo serán las obras ambientales y obras de mantenimiento que serán el complemento a la pavimentación y construcción del drenaje tendrán impacto directo sobre el paisaje y medio ambiente tornándolo como un ambiente amigable y sostenible.
- Los factores ambientales con mayor vulnerabilidad de impacto es el aire, suelo, flora como consecuencia del desvío del tráfico, movimiento de tierras donde se producirán niveles altos de contaminación del aire (emisión de polvo) y compactación progresiva del suelo, aumento de los niveles de ruido y finalmente la eliminación de árboles y plantas ornamentales contribuyen a la alteración del hábitat.
- Los factores ambientales que tienen impacto positivo en sus diferentes etapas del proyecto será los socioeconómicos – culturales específicamente la generación de empleo y comercio que sumado a la realización del proyecto se impone los atractivos turísticos se evidenciará un constante crecimiento socioeconómico dentro del área de influencia.

4.8.16. ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS PREDOMINANTES POR FASE

a. Análisis de impactos negativos en la fase preliminar.

(-21) Movilización y desmovilización de maquinaria y equipos.

Esta subpartida que se encuentra dentro de las obras provisionales que contempla la ejecución del proyecto se determinó como la actividad que generará mayor impacto negativo dentro de esta fase sobre el medio ambiente afectando directamente y con mayor predominancia sobre los factores ambientales como: Aire, suelo, seguido de las actividades relacionadas con la limpieza del terreno (-19), instalación de servicios higiénicos (-8) y en menor grado las instalaciones de oficinas y almacén del proyecto (-2).

Tomando como referencia el promedio general negativo que está en función a la magnitud e importancia la actividad de movilización y desmovilización de maquinaria y equipos alcanza un valor de (-71) generando mayor impacto negativo, seguido de limpieza del terreno (-26), instalación de servicios higiénicos (-11) y en menor grado las instalaciones de oficinas y almacén del proyecto (-3) que generará impacto en menor grado.

(-34) Limpieza del terreno.

Los resultados determinan que la limpieza de terreno que se encuentra dentro de las obras preliminares y considerando la magnitud, implica un mayor impacto al medio ambiente como consecuencia de la utilización de maquinaria y equipos que afectaran directamente en el aire por la eliminación de partículas suspendidas (polvo), aumento de los niveles de ruido, suelo, etc. Otra subpartida que tiene un valor predominante de impacto sobre el medio ambiente es la demolición y eliminación de estructuras existentes con un valor de (-27) y en tercer lugar está el desvío a rutas alternativas con un valor de (-26) y con un mínimo impacto se considera a la actividad denominada como trazo y replanteo con (-6).

Sin embargo, los resultados considerados como referencia el promedio general negativo que está en función a la magnitud e importancia muestran que el desvío a rutas alternativas genera mayor impacto negativo alcanza un valor de (-167) en segundo lugar, con alto impacto es generado por la demolición y eliminación de estructuras existentes (-128), finalmente serán (-122) y el trazo y replanteo (-3) que generará impacto en menor grado.

b. Análisis de impactos negativos en la fase de construcción.**(-45) Corte del terreno con maquinaria.**

Esta subpartida que se encuentra dentro de las obras de movimiento de movimiento de tierras del proyecto se determinó como la actividad que generará mayor impacto negativo sobre el medio ambiente a nivel de toda la fase de construcción, afectando directamente y con mayor predominancia sobre los factores ambientales como aire y suelo con una magnitud igual a (-45) como consecuencia de la utilización de maquinaria pesada y equipos generando directamente la emisión de partículas como polvo, aumento de los niveles de ruido, compactación del suelo, etc.

Referente a toda la fase de construcción que involucra el proyecto y basados en el promedio general negativo que está en función a la magnitud e importancia se determinó que el corte del terreno con maquinaria tiene un valor igual a (-210) seguidas con menor incidencia por las obras de concreto realizadas para la construcción del pavimento rígido y drenaje pluvial.

c. Análisis de impactos negativos en la fase de operación.**(-22) Talado de árboles.**

Considerando la magnitud la actividad del talado de árboles es la que genera mayor impacto negativo al medio ambiente con un valor de (-22) predominando sobre la generación de residuos sólidos que tiene un impacto de (-11), seguido del tráfico vehicular que presenta un impacto mínimo en esta etapa. Por otro lado, si se considera el promedio en función a su magnitud e importancia el talado de árboles predomina sobre las demás actividades de esta fase con un valor de (-66).

d. Análisis de impactos positivos en la fase de planeación.**(+3) Elaboración de estudios previos.**

Considerando los resultados basados en el promedio que está en función a la magnitud e importancia la elaboración de estudios previos genera un impacto positivo con un valor de (11) afectando directamente sobre el factor socioeconómico específicamente en la generación de empleo y comercio. Sin embargo, considerando la magnitud alcanza un valor igual a (3).

e. Análisis de impactos positivos en la fase de construcción.**(+233) Construcción de áreas verdes.**

Los resultados muestran que la construcción de áreas verdes alcanza un valor igual a (+233) considerando como promedio basado en la magnitud e importancia, contemplado dentro de las obras ambientales para mitigar los impactos negativos durante las actividades de movimiento de tierras, lo que generan un impacto que resulta amigable y positivo para el medio ambiente. De la misma manera se puede determinar que el pintado de la señalización alcanza un valor igual a (+9) y la colocación de la señalización alcanza un valor correspondiente a (+8) considerándolos que su promedio que está calculado en función de la magnitud e importancia, lo cual generan un impacto positivo dentro del área de influencia y contribuirá a tener una ciudad con mayor seguridad y un tránsito más ordenado.

f. Análisis de impactos positivos en la fase de mantenimiento.**(+7) Mantenimiento vial.**

Esta actividad implica un impacto positivo para el área de influencia debido a que generaría un impacto directo en la generación de empleo para la población Batagrandina por otro lado, evitara el deterioro rápido del pavimento. Por otro lado, de toda la fase de mantenimiento es la actividad que genera mayor impacto positivo ya que alcanza un valor igual (+51) calculada en función de su magnitud e importancia, y considerando solo el promedio calculado en función a la magnitud adquiere un valor igual a (+7).

(+6) Limpieza del sistema de drenaje pluvial.

La actividad que consiste en la limpieza del sistema de drenaje pluvial genera un impacto positivo que implicará la generación de empleo en beneficio de la población que se encuentra en la zona de influencia, permitirá el funcionamiento eficiente del sistema de drenaje preservando y evitando pérdidas materiales, la proliferación de insectos denominados dengue que pone en riesgo la vida de los habitantes. Su valor promedio considerando solo su magnitud será igual a (+6) y alcanza el valor igual a (+32) si se considera su magnitud e importancia.

4.8.17. ANÁLISIS IMPACTOS SOBRE LOS FACTORES AMBIENTALES

El análisis de los impactos sobre los factores ambientales se realizará en base al promedio calculado en función de su magnitud e importancia y de acuerdo al grado de impacto positivo o negativo como consecuencia de la ejecución las actividades contempladas dentro del proyecto, obteniendo los siguientes resultados:

Impactos positivos

El siguiente análisis de los factores ambientales se realiza considerando el mayor impacto generado por la realización de las actividades contempladas en las diferentes fases del proyecto, esto no quiere decir que los factores ambientales afectados positivamente en menor grado no dejen de ser importantes.

a. Empleo

Este factor socioeconómico tendrá un impacto positivo y directo durante la fase de ejecución del proyecto y las condiciones de logística, generando diferentes tipos de empleos direccionados a: a). Personal con mano de obra calificada y no calificada requeridos para la ejecución de las actividades contempladas en las diferentes fases del proyecto, b). Personal con perfil profesional para la supervisión y logística del proyecto. Estas condiciones determinaran el incremento de la masa salarial si se analiza desde la perspectiva del rubro de la construcción civil, pero en otros aspectos asociados al comercio y a la prestación de servicios ofrecido a los usuarios.

El impacto positivo generado para este factor socioeconómico alcanza un valor promedio calculado en función a su magnitud igual a (+75), pero si se considera el promedio calculado en función a su magnitud e importancia tiene un valor igual a (+279) siendo este el que genera mayor impacto positivo durante la ejecución del proyecto.

b. Comercio

Este factor socioeconómico se ve afectado de manera positiva directamente, como consecuencia de la ejecución de las actividades de construcción y operación ya que implicaran en el aumento de la demanda de productos, alimentación, hospedaje, etc., cubriendo las necesidades de los obreros, visitantes y habitantes.

El impacto positivo generado en el comercio tiene un valor promedio calculado en función a su magnitud igual a (+8), pero si se considera el promedio calculado en función a su magnitud e importancia tiene un valor igual a (+23).

c. Impacto en vistas escénicas y panorámicas

Si bien se considera en el análisis que las vistas escénicas sufren un impacto negativo durante la fase de construcción del proyecto, este tiene un impacto positivo directo cuando este en la fase de funcionamiento. El promedio calculado en función a su magnitud e importancia tiene un valor igual a (+55).

Impactos negativos

En este punto se realizará el análisis de a los factores ambientales que tengan mayor grado de impacto negativo sobre el medio ambiente, es decir se tomaran los más representativos, esto no quiere decir que los demás factores ambientales dejan de ser importantes al momento de realizar el plan de manejo ambiental y las acciones que mitigaran los impactos generados. Los resultados muestran a los siguientes factores ambientales con un nivel de importancia con efecto negativo

a. Calidad del aire

El factor ambiental con mayor impacto negativo a nivel de todas las fases que involucra el proyecto, es la calidad del aire debido a la emisión constante de partículas suspendidas (polvo) como consecuencia del desvío a rutas alternas y corte del terreno con maquinaria y demolición - eliminación de estructuras existentes, que generaran un impacto negativo alto sobre la calidad del aire, exponiendo a la población a contraer enfermedades respiratorias.

Al efectuar un análisis más detallado los resultados muestran que la emisión de partículas suspendidas (polvo) generan un impacto negativo alto logrando alcanzar un promedio calculado en función de a su magnitud e importancia igual a (-376) y considerando solamente su magnitud alcanza un valor de (-70) siendo este el impacto negativo con mayor daño como consecuencia de las diferentes actividades realizadas durante la etapa de construcción del proyecto.

b. Nivel de ruido

Los resultados determinan que existirá un incremento alto de los niveles de ruido como consecuencia de la utilización de maquinaria y equipos y vibraciones en la fase de construcción del proyecto y al tránsito vehicular. Este incremento en los niveles de ruido afectara directamente en la población debido a que el proyecto a ejecutarse se localiza en el ámbito urbano.

El nivel de ruido tiene un promedio calculado en función a su magnitud e importancia igual a (-302), considerando solo su magnitud alcanza un valor de (-68), siendo este el

segundo factor ambiental con mayor impacto negativo identificado durante la ejecución del proyecto.

c. Eliminación de plantas ornamentales

Respecto a las características biológicas el factor ambiental denominado flora, específicamente plantas ornamentales sufrirán un impacto negativo directo por la eliminación se genera una alteración a la cubierta vegetal. El promedio obtenido es igual a (-60) considerando su magnitud e importancia.

4.8.18. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Los resultados muestran que durante la ejecución del proyecto implicará generar impactos positivos y negativos sobre los factores ambientales presentes en el área de influencia. Para ello se deberá añadir un Plan de Manejo Ambiental (PMA) que será elaborado en función a las medidas paliativas que mitiguen, restauren o compensen los impactos ambientales negativos generados en el área de influencia por las actividades a desarrollarse en el proyecto.

El fin principal de las acciones consideradas dentro del Plan de Manejo Ambiental es de incluir las medidas preventivas durante las diferentes fases contempladas en el proyecto para paliar y compensar los efectos negativos y aprovechar al máximo los impactos positivos.

4.8.19. PROGRAMAS DE MONITOREO AMBIENTAL

El Programa de Monitoreo Ambiental permitirá la valoración detallada, constante, completa de los factores ambientales, para ello se deberá contar con los parámetros adecuados, con la finalidad de obtener información veraz y actualizada para la toma de decisiones, orientadas a mejorar y conservar el medio ambiente durante la ejecución de todas las fases establecidas en el proyecto.

El programa tiene como fin realizar la verificación del cumplimiento de las medidas paliativas y/o mitigables propuestas, logrando así cumplir con los estándares y normas ambientales, además de efectuar el monitoreo de los impactos generados por el proyecto. Por ende, la entidad ejecutora estará sujeta a realizar las siguientes actividades:

- Realizar una evaluación continua de los factores ambientales.
- Evaluar y verificar el cumplimiento con éxito el desarrollo del Plan de Manejo Ambiental
- Evaluar y elaborar informes periódicos sobre las actividades realizadas durante la fase de operación y mantenimiento.

4.8.20. PROGRAMAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

Efectuada la tipificación y valoración de los impactos generados sobre los factores del medio ambiente se realiza el planteamiento de las acciones o medidas paliativas a desarrollarse con el fin de evitar cualquier daño que pueda generar el proyecto en el medio ambiente al ejecutarse.

A continuación, se detalla el programa de prevención con el fin de mitigar y compensar los impactos ambientales negativos emanados en el área de influencia debido a la implementación del proyecto.

Medidas preventivas sobre los factores ambientales

a. Suelo

Se determinará la zona apropiada para la eliminación del material excedente, con el fin de no alterar directamente la calidad paisajística de la zona en estudio, ni afectar la propiedad de terceros, ni generar zonas inestables y más aún ni emanar malos olores.

Por otro lado, se dispondrá un lugar específico para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos generados durante el proceso de construcción y no contaminar el suelo y alterar la calidad paisajística.

Durante la ejecución de las actividades se dará las instrucciones adecuadas para el buen manejo de maquinarias y equipos, evitando la contaminación del suelo.

Se instalará servicios higiénicos químicos para evitar la contaminación del suelo y emanar malos olores.

b. Aire

Se fijará medidas para la emisión de partículas como polvo mediante el humedecimiento continuo de las rutas de desvío vehiculares durante toda la etapa de construcción.

Durante la ejecución de las actividades de todas las fases se exigirá la utilización de materiales, equipos que sirvan como barrera de protección de polvo y otras partículas.

Para el transporte de materiales destinados para la construcción se exigirá a los proveedores que las unidades donde se transportaran los materiales dispongan de mantas que cubran la tolva y no alterar la calidad del aire.

c. Medio socio-cultural

Crear medidas para prever el cuidado del patrimonio cultural, mediante la delimitación adecuada de la zona de trabajo donde se desarrollarán las actividades programadas en para el proyecto.

Durante la ejecución del proyecto se dará el equipo y las condiciones apropiadas a los trabajadores.

d. Paisaje

Se utilizará materiales adecuados que sirvan como barreras visuales.

- Determinar el área de intervención e identificar el área de influencia directa e indirecta, entorno físico, biológico y socioeconómico que pueden ser afectados durante las fases de construcción y operación del proyecto.
- Determinar los impactos ambientales que pueden producirse en el proyecto durante las etapas de construcción y operación del proyecto.

4.9. DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS

4.9.1. VELOCIDAD DIRECTRIZ

Se considera como la velocidad máxima que los vehículos pueden circular para salvaguardar la integridad física sobre una vía específica, cuando las condiciones meteorológicas y de tránsito son favorables predominando las características de diseño.

La velocidad directriz determinada en función al tipo de vía para el proyecto será de $V = 60$ Km/hr correspondiente a vías colectoras y de $V = 40$ Km/hr para vías locales.

4.9.2. VEHICULO DE DISEÑO

De acuerdo al estudio de tráfico realizado se tomará en cuenta los vehículos que circulen en mayor volumen y tengan mayores dimensiones.

Según el estudio efectuado se registró con mayor volumen de circulación vehículos livianos y vehículos pesados como Camión C2, C3 y semi-trailer 3S3.

4.9.3. LONGITUD DE FRENADO

Corresponde a las distancias mínimas de visibilidad necesarias para el trazado de diseño, según lo estipulado en el manual de diseño 2018 para el proyecto la velocidad de frenado corresponde una longitud de frenado de 15 m para una velocidad de $V = 40$ Km/hr y de 35 m para $V = 60$ Km/hr.

4.9.4. VISIBILIDAD

La visibilidad se determina como la distancia por la cual no se visualizan obstáculos.

Según lo estipulado por el manual de diseño geométrico la visibilidad de parada en terrenos planos corresponde a una distancia de 45 m para una velocidad de $V = 40$ Km/hr y de 85 m para $V = 60$ Km/hr.

4.9.5. ALINEAMIENTO VERTICAL

Los criterios considerados para el diseño están en función de:

Pendiente mínima: “Se toma en el punto bajo del sitio que da hacia la viabilidad precedida por problemas de drenaje, es así que si el bombeo de la calzada es de por lo menos 2% se puede permitir una pendiente mínima de 0.3%, para casos de bombeo menor, usar como pendiente mínima 0.5%.” [16]

Pendiente máxima: “En la construcción de una pendiente en vías urbanas se debe **tener** en cuenta el análisis de costos y efectos de la misma en la operación vehicular”. [16]

“Se usará curvas verticales en pendientes de diferencia existente mayor a 0.5% cuando el parámetro del diseño geométrico de la vía es 50km/h.” [16]

Batangrande, presenta una topografía plana, por lo cual, las pendientes deben tener una pendiente mínima de 4% y máxima de 6%, siempre y cuando se diseñe un drenaje superficial basado en las normas vigentes y apropiado.

4.9.6. RESULTADOS

Los resultados mostrados en la siguiente tabla han sido determinados de acuerdo a lo estipulado en [16], estudio de tráfico y la topografía del terreno para Batangrande.

TABLA 172 : Parámetros de diseño geométrico para el proyecto

PARÁMETROS DE DISEÑO	
VELOCIDAD DIRECTRIZ (Km/Hr)	40-60
VEHÍCULO DE DISEÑO	ST-3S3
LONGITUD DE FRENADO (m)	15-35
VISIBILIDAD DE PARADA (m)	45-85
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	En función a la lotización
PENDIENTES	
PENDIENTE MAXIMA PARA TERRENO PLANO	
VIA LOCAL	SEGÚN LA TOPOGRAFÍA
VIA COLECTORA	6%
PENDIENTE MINIMA	0.30%
SECCIONES TRANSVERSALES	
ANCHO MINIMOS	
LOCAL	2.75 m

COLECTORA	3.00 m
DOS CARRILES SI LA CONFIFURACION LO PERMITE	
BOMBEO	2%
PERANTE	4%
VEREDAS	
ANCHO RECOMENDABLE	1.20 m
ANCHO MINIMO	0.50 m
BOMBEO HACIA LA PISTA	2% - 4%

4.10. POZO PERCOLADOR

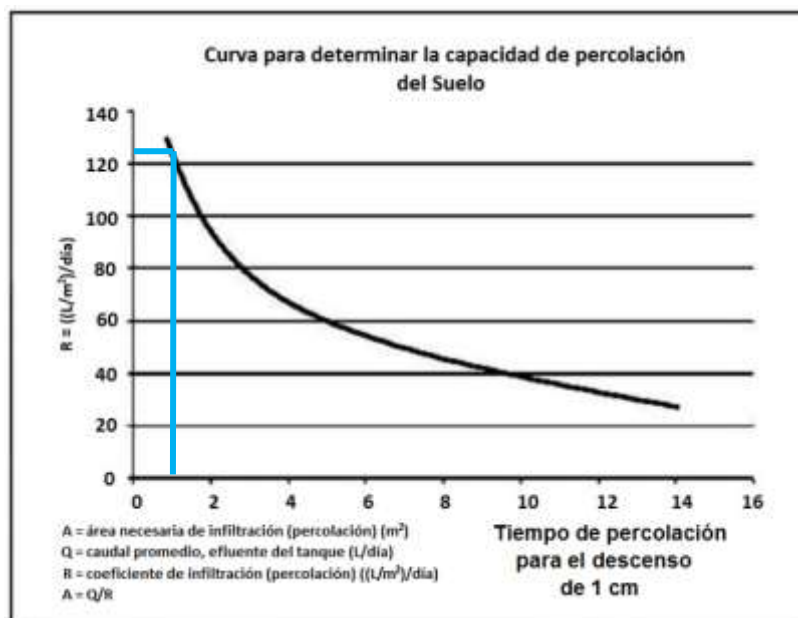
4.10.1. COEFICIENTE DE INFILTRACIÓN

Para determinar el coeficiente de percolación se deberá realizar un test de infiltración realizada en campo.

SEGÚN ESTUDIO DE SUELOS: **Tiempo:** 1 min

TABLA 173: Tipo de suelos según tiempo de infiltración

TIPO DE TERRENO	TIEMPO DE INFILTRACIÓN PARA EL DESCENSO DE 1 CM
Rápidos	0 a 4 minutos
Medios	4 a 8 minutos
Lentos	8 a 12 minutos

TABLA 174: Estimación del coeficiente de infiltración (Lts/m²/día)

Considerando la curva de infiltración el terreno es de clase: **rápido**

4.10.2. CÁLCULO DEL POZO PERCOLADOR

TABLA 175 : Ecuación para determinar el área de infiltración

PARÁMETROS	FÓRMULA
A=Área de absorción o Infiltración en (m ²)	$A = \frac{Q_{LL}}{R}$
Q _{LL} =Caudal de aguas residuales (lt/día)	
R=Coeficiente de infiltración(Lt/m ² /día)	

CÁLCULO DEL ÁREA DE INFILTRACIÓN

Coeficiente de infiltración (R) 126.00 Lt/m²/día

Caudal de aguas de lluvia (Q_{LL}) 43994209.98 Lt/día

Teniendo estos parámetros calculamos el área de infiltración:

$$A_i = \frac{43994209.98 \text{ Lt/día}}{126.00 \text{ Lt/m}^2/\text{día}}$$

Área de infiltración $A_i = 349160.40 \text{ m}^2$

DIMENSIONAMIENTO DEL POZO PERCOLADOR N° 01

Diámetro del pozo (D_p) 3.00 m

N° de pozos (N) 1.00

Profundidad requerida (H_p) 6.00 m

CÁLCULO DEL ÁREA DE INFILTRACIÓN

Coefficiente de infiltración (R) 126.00 Lt/m²/día

Caudal de aguas de lluvia (Q_{LL}) 113737539.15 Lt/día

Teniendo estos parámetros calculamos el área de infiltración:

$$A_i = \frac{113737539.15 \text{ Lt/día}}{126.00 \text{ Lt/m}^2/\text{día}}$$

Área de infiltración $A_i = 902678.88 \text{ m}^2$

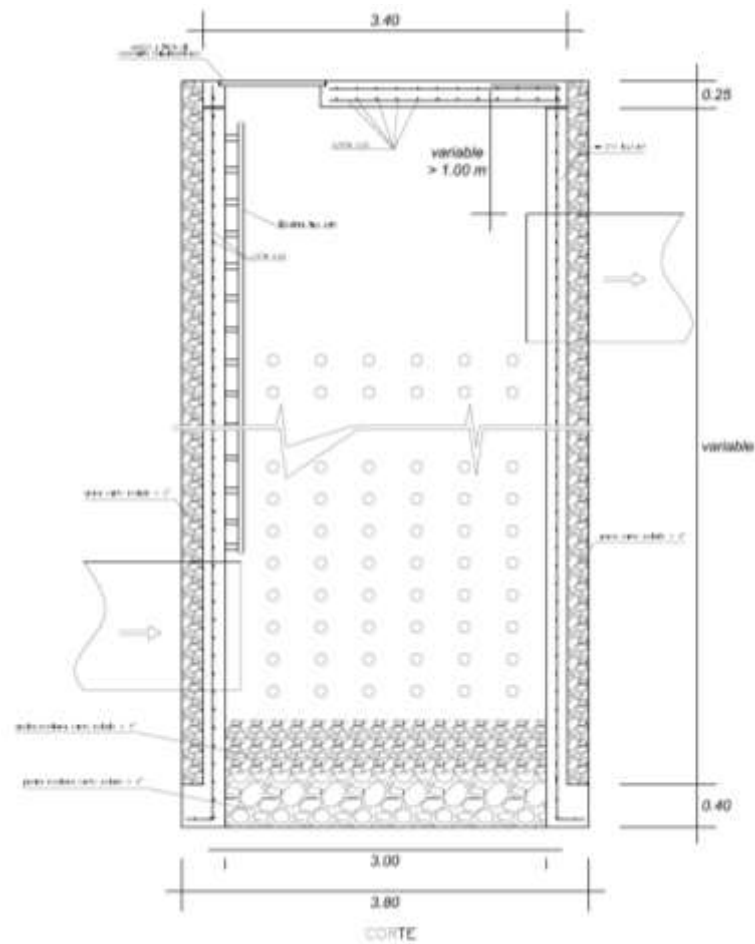
DIMENSIONAMIENTO DEL POZO PERCOLADOR N° 02

Diámetro del pozo (D_p) 3.00 m

N° de pozos (N) 1.00

Profundidad requerida (H_p) 8.00 m

Figura N° 26 : Corte longitudinal del pozo percolador



V. DISCUSIÓN

Considerando los resultados obtenidos de los estudios básicos de topografía, tráfico, mecánica de suelos e hidrológico se determinó que las vías no tienen la capacidad de evacuar correctamente las aguas pluviales, es decir estas no satisfacen la capacidad hidráulica necesaria para la intensidad de diseño de 23.16 mm/hr para un periodo de retorno de 10 años y una duración de una hora, por lo que la escorrentía pluvial inundaría las veredas. Por tal motivo, se plantea como alternativa de solución el diseño del pavimento con sistema de drenaje pluvial brindando una mejor calidad de vida a la población de Batangrande. Otro factor que justifica el desarrollo del proyecto son las deficiencias que presenta las vías pavimentadas y la falta de pavimentación.

VI. CONCLUSIONES

El diseño del pavimento rígido con sistema de drenaje pluvial propuesto en la zona urbana de Batangrande se logrará solucionar los problemas de transitabilidad peatonal y vehicular, así mismo se producirá una reducción de los índices de enfermedades respiratorias producto de la emisión de polvo. No obstante, al contar con un sistema de drenaje integrado en el pavimento se, solucionaran problemas relacionados con inundaciones, encharcamiento y generación de proliferación del dengue y enfermedades dérmicas ante la ocurrencia de fuertes lluvias.

Implementando el diseño del drenaje pluvial dentro del pavimento se evitará que los pobladores de la zona descarguen las aguas pluviales en el sistema de alcantarillado evitando problemas de funcionalidad del sistema.

Considerando la característica de durabilidad el tipo de pavimento diseñado corresponde a pavimentos rígidos aplicando la metodología AASHTO-93, porque éste método difiere del método PCA estableciendo el criterio de serviciabilidad en el diseño del pavimento como ponderación de su capacidad para brindar una superficie segura y confortable.

Para el diseño del pavimento rígido se tomó en consideración todos los parámetros estipulados en la metodología AASHTO-93, los espesores que constituyen la estructura del pavimento rígido serán de 20 cm para la sub base granular y 17.5 cm para la losa de concreto.

Finalmente, el sistema de drenaje estará compuesto por 63 cámaras de inspección, tuberías de PVC-UF desde 10 pulgadas, sumideros laterales con depresión de dimensiones 1.90 m x 0.90 m y 2 pozos percoladores o absorción.

La puesta en marcha del proyecto generará la creación de puestos de trabajo provisional y permanentes, durante la fase de construcción y en la fase de operación. También, se producirá la valorización de los predios dentro del casco urbano debido a la implementación del nuevo sistema de drenaje pluvial y pavimentación, además existirá un rápido drenado de las aguas pluviales mediante el sistema de drenaje asegurando la continuación de las actividades en el mercado de Batangrande y eliminación de focos de infección.

VII. REFERENCIAS

- [1] Manuel.J, Problemática del drenaje de aguas pluviales en zonas urbanas y del estudio hidráulico de las redes de colectores, Universidad Politécnica de Catalunya, España, 1994.
- [2] Manual de agua potable alcantarillado y saneamiento, drenaje pluvial urbano, Tlalpan, México, D.F.: Mexico, 2016
- [3] Clima y desastres naturales: relación en aumento, Boletín Ambiental N° 35, Diciembre, 2015.
- [4] D. Gutierrez Aguilar, Estudio y monitoreo de los efectos del fenómeno el niño en el esosistema marino frente al peru, Boletin trimestral Oceanografico, Vol. 1, 2015.
- [5] A. Rocha Felices, Las lluvias de 1925 en el departamento de Lambayeque y sus implicancias para el proyecto Olmos, 2015.
- [6] Indeci ,Séptimo boletin estadistico virtual de INDECI de la Gestion Reactiva, Lima 2017.
- [7] GNL, Informe Multianual de Inversiones en Asociaciones Público Privadas, Lambayeque, 2016.
- [8] J. Maeda Ascencio, Piura: Las catastróficas lluvias de 1998 y cambio climático, Lambayeque, 2011.
- [9] W. A. Arregui Romero , "Diseño del pavimento flexible utilizando el método Aashto 93 en la vía del Cantón Montalvo - intersección de Tres Bocas provincia de los Ríos", Tesis de grado, Escuela de ingenieria civil, Univesidad Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 2016.
- [10] E. . W. Fontalba Gallardo , “Diseño de un pavimento alternativo para la avenida circunvalación sector Guacamayo 1° etapa", Tesis de grado, Esc. de ingenieria civil en obras civiles, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 2015.
- [11] M. J. Ccasani Bravo y Y. . I. Ferro Moina, “Evaluación y análisis de pavimentos en la ciudad de Abancay, para proponer una mejor alternativa estructural en el diseño de pavimentos”, Tesis de grado, Esc. profesional de ingeniería civil, Universidad Tecnológica de los Andes, Apurimac, Perú, 2017.

- [12] J. A. Villareal Piguabe , "Diseño del sistema de alcantarillado pluvial de la comunidad Casas Viejas de la parroquia Pedro Pablo Gómez del Cantón de Jipijapa", Tesis de grado, Facultad de ciencias técnicas carrera de ingeniería civil, Universidad Estatal del Sur Manabí, Ecuador, 2019.
- [13] D. D. D Silva, "Estrategia para el diseño de redes de drenaje pluvial, empleando la modelación matemática, para su aplicación en la ciudad de Luanda", Tesis doctoral , Facultad de ingeniería civil, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarria, La Habana, Cuba, 2015.
- [14] G. S. Bustamante Pérez, "Diseño del pavimento con sistema de drenaje pluvial urbano para el Asentamiento Humano la Galaxia, distrito Miraflores, provincia y departamento de Arequipa", Tesis de titulación, Fac. de Arquitectura e ingenierías de civil y del Ambiente, Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú, 2017.
- [15] L. Escobar Bellido y J. Huincho Ochoa, "Diseño de pavimento flexible, bajo la influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa - Sachapite, Huancavelica", Tesis de titulación, Esc. profesional de ingeniería civil, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú, 2017.
- [16] P. C. Rojas Neira y V. H. Huampiri Pari, "Evaluación, diseño y modelamiento del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca con la aplicación del Software SWMM", Tesis de titulación, Facultad de ingeniería civil y arquitectura, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú, 2016.
- [17] M. Hernández Jimenes , "Diseño del drenaje pluvial y evaluación de impacto ambiental en Urb. El Chilcal de la ciudad de Piura", Tesis de titulación, Dpto. de ingeniería, Universidad de Piura, Perú, 2018.
- [18] N. M. Baldera Villegas , "Mejoramiento del sistema de drenaje Dren D-1700 Ferreñafe del Valle Chancay Lambayeque", Tesis de titulación, Facultad de ingeniería agrícola, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú, 2014.
- [19] Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, *D.S 001 2010. CE 010 : Pavimentos Urbanos del RNE* , Perú - 2010.
- [20] Ministerio de transportes y comunicaciones , *Manual de carreteras suelos, Geología, geotecnia y pavimentos*. Lima, Perú 2018.

- [21] Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, *D.S 001 2010. OS 060 : Drenaje pluvial urbano del RNE*. Perú 2010.
- [22] G. Montoya H, *Ingeniería de tránsito*, Facultad ingeniería civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2005.
- [23] R. Cal, M. Reyes Spíndola y J. Cardenas Grisales, *Ingeniería de tránsito - Fundamentos y aplicaciones*, México: Alfaomenga S.A, 1994.
- [24] Ministerio de trasportes y comunicaciones , *Manual de diseño geométrico*, Lima, Perú: Macro, 2018.
- [25] Sociedad americana de oficiales estatales de carreteras y trasportes , *Guia Asstho para el diseño de estructuras de pavimentos 1993* , Lima, 1997.
- [26] JJF y L. E. Bolinga, *Drenaje urbano*, Caracas, 1979.
- [27] F. J. Apacio Mijares, *Fundamentos de la hidrología de superficie*, México: Limusa S.A, 1989.
- [28] M. Villón Béjar, *Hidrología*, Lima: Editorial Villón, 2002.
- [29] M. Borja Suarez , *Metodología para la Investigación para Ingenieros*, Chiclayo, 2012.
- [30] M. Villón Bejar , *Manual del usuario Hidroesta 2 calculos hidrológicos*, Lima, Perú: Ediciones Villón , 2010.
- [31] N. Rojas Morales , *Curvas de intensidad, duración, frecuencia de algunas estaciones mecánicas*, Depatamento de climatología e investigaciones aplicadas (MINAET), 1888.
- [32] V Conesa , *Guia metodológica para la evaluación del impacto ambiental*, México : Ediciones Mundi-Prensa, 2010.

VII. ANEXOS

7.1. ESTADO SITUACIONAL

TESIS

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN Y DRENAJE PLUVIAL DE LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PÍTIPO, LAMBAYEQUE 2019



Fotografía N° 1 : Estado situacional de calles durante las lluvias en marzo 2018.



Fotografía N° 2 : Daños ocasionado en colectores, marzo 2017



Fotografía N° 3 : Daños en terrenos de cultivo durante fenómeno del niño 2017.



Fotografía N° 4 : Viviendas inundadas durante las lluvias, marzo 2017



Fotografía N° 5 : Viviendas vulnerables del sector Construcción.



Fotografía N° 6 : Estado situacional de calles durante las lluvias, 2018



Fotografía N° 7 : Formación de charcos de agua donde se prolifera el dengue, 2017.



Fotografía N° 8 : Huellas provocadas por el flujo de agua durante las lluvias de marzo, 2017.



Fotografía N° 9 : Daños ocasionados en los colectores y viviendas durante las lluvias, marzo 2017.



Fotografía N° 10 : Cunetas en mal estado, obstruidas con residuos sólidos.



Fotografía N° 11 : Estado situacional de la calles San Juan.

SECTOR LA CONSTRUCCIÓN	
DESCRIPCIÓN	ESTADO
Ca. NN	No pavimentada
Ca. San Martin	Con pavimento asfáltico
Ca. El Molino	Con pavimento asfáltico.
Ca. San Martin	No pavimentado
Ca. NN	No pavimentado
Ca. NN	No pavimentado
Ca. El Dátil	No pavimentado al 100%
Ca. Independencia	Con pavimento asfáltico
Ca. NN	Con pavimento asfáltico
Ca. San Juan	No pavimentado
Av. Pativilca	Con pavimento asfáltico
Ca. Real	Con pavimento asfáltico



Fotografía N° 12 : Estado situacional del pavimento de la calle Real.

SECTOR LOS MANGOS	
DESCRIPCIÓN	ESTADO
Ca. Claveles	Con pavimento asfáltico
Ca. Calpón	No pavimentado
Ca. NN	No pavimentado
Ca. Los Rosales	Con pavimento asfáltico
Ca. Los Mangos	Con pavimento asfáltico
Ca. NN	No pavimentado
Ca. El Dátil	No pavimentado
Ca. Daniel A. Carrión	Con pavimento asfáltico
Ca. José Olaya	Con pavimento asfáltico
Ca. Las Casuarinas	No pavimentado
Ca. Jorge Chávez	No pavimentado
Ca. Real	Con pavimento asfáltico



Fotografía N° 13 : Estado situacional de la calle Jose Olaya.

SECTOR LA QUINTA	
DESCRIPCIÓN	ESTADO
Ca. Los Laureles	Con pavimento asfáltico
Ca. Calpón	Con pavimento rígido
Ca. NN	No pavimentado
Ca. NN	Con pavimento asfáltico
Ca. Los Naranjos	No pavimentado
Ca. Los Jardines	Con pavimento asfáltico
Ca. NN	No pavimentado
Ca. El Progreso	No pavimentado al 100%
Ca. NN	No pavimentado
Ca. El Molle	No pavimentado
Ca. NN	No pavimentado

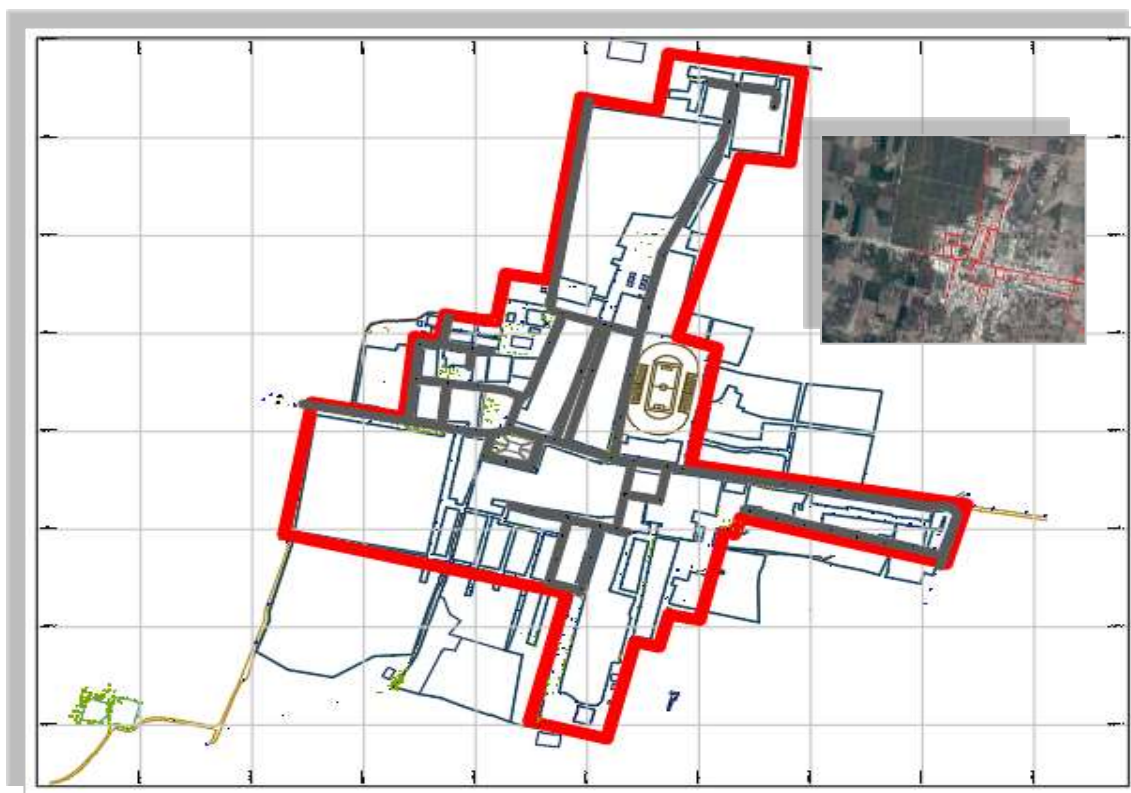


Fotografía N° 14 : Estado situacional de las calles Algarrobo y Progreso.

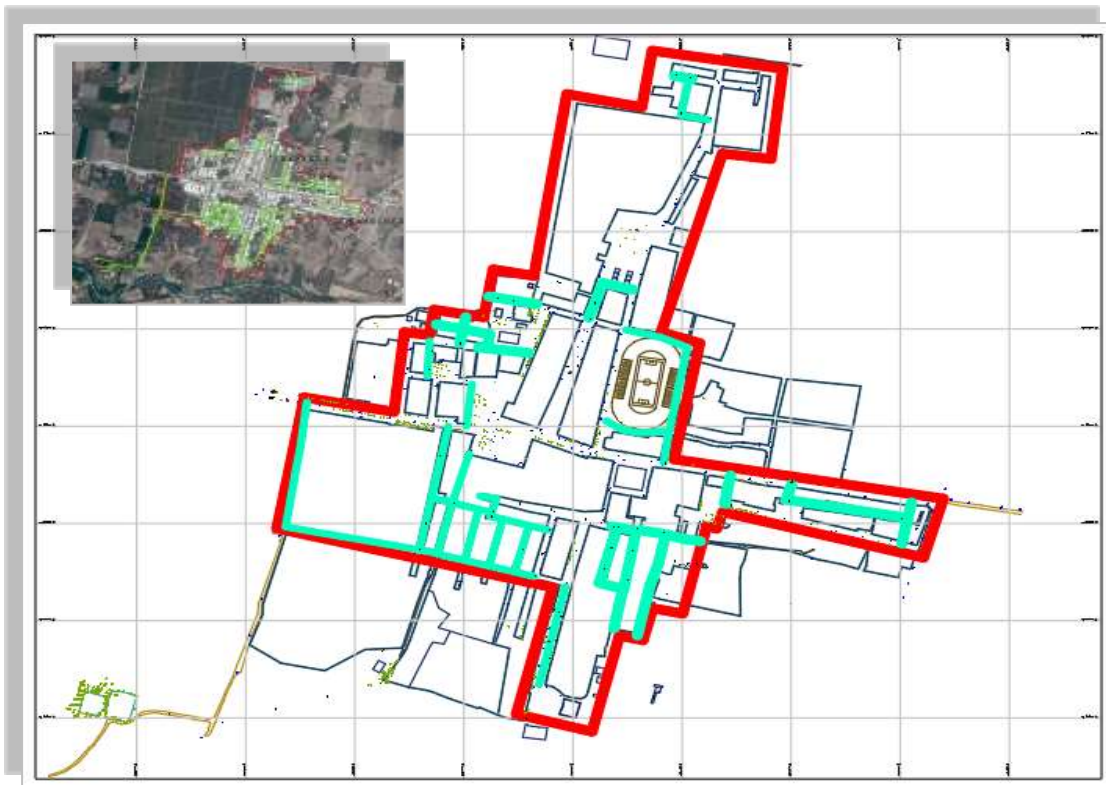
SECTOR LA BALSA	
DESCRIPCIÓN	ESTADO
Ca. NN	No pavimentado
Ca. Las Flores	No pavimentado
Ca. NN	No pavimentado
Ca. El Ciruelo	Con pavimento asfáltico
Ca. Los Almendros	No pavimentado
Pasaje	No pavimentado
Pasaje	No pavimentado
Pasaje	No pavimentado
Ca. NN	No pavimentado
Ca. El Molle	No pavimentado
Ca. NN	No pavimentado



Fotografía N° 15 : Estado situacional de la calle la Balsa.



Fotografía N° 16 : Calles pavimentadas de la zona urbana de Batangrande.



Fotografía N° 17 : Calles sin pavimento de la zona urbana de Batangrande.



Fotografía N° 18 : Desinfección para la erradicación del dengue, marzo 2017.

7.2. ESTUDIO TOPOGRAFICO

TESIS

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN Y DRENAJE PLUVIAL DE LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PÍTIPO, LAMBAYEQUE 2019



Fotografía N° 19 : Levantamiento topográfico de la calle Los Laureles.



Fotografía N° 20 : Levantamiento Topográfico de la calle Los Algarrobos.



Fotografía N° 21 : Levantamiento Topográfico calle Progreso.



Fotografía N° 22 : Levantamiento topográfico de áreas públicas.



Fotografía N° 23 : Levantamiento topográfico de la calle Dátil.



Fotografía N° 24 : Levantamiento topográfico de la sección de vía.



Fotografía N° 25 : Levantamiento de sección de vía, calle Real.



Fotografía N° 26 : Levantamiento topográfico en el sector los Mangos.



Fotografía N° 27 : Nivelación de la red topográfica.



Fotografía N° 28 : Nivelación de BM 19, sector Balsa.



Fotografía N° 29 : Nivelación de BM 22, sector Quinta.



Fotografía N° 30 : Ubicación del BM 2, sector Construcción.



Fotografía N° 31: BM ubicados en el sector Construcción.




Fotografía N° 32 : BM ubicado en el sector la Quinta.



Fotografía N° 33 : BM ubicado en el sector los Mangos.

RESULTADOS DE COMPENSACIÓN DE NIVELACIÓN DE BMS

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	HOJA DE CÁLCULO					Ubicación	Call. Real
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM					Tramo	BM 0 AL BM - 1
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina					Fecha	02/09/2019

1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

EST	PV	V.AT	ALT. INST	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM 0	1.203	113.203		112.000	5.000	BM - 0	IDA
	BM 1			1.199	112.004	4.000	BM - 1	
E2	BM 1	1.124	113.128			4.000	BM - 1	REGRESO
	BM 0			1.128	112.000	5.000	BM - 0	
$\Sigma =$		2.327		$\Sigma =$	2.327		$\Sigma =$	18.000

2.- VERIFICACIONES

Verificación del Cálculo Matemático:

$\Sigma L(+)$	-	$\Sigma L(-)$	=	Cota "BM- 0" (Calculado)	-	Cota "BM- 0" (Dato)
2.327	-	2.327	=	112.000	-	112.000
		0.000	=	0.000		CORRECTO

Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)

$E_c =$	Cota "BM-0" (calculado)	-	Cota "BM-0" (dato)
$E_c =$	112.000	-	112.000
$E_c =$	+ 0.000		
	Ecierre =		0.000

Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)


$E_{máx} =$	$\pm 0.01\sqrt{k}$		Verificación del Ecierre con Emáx
$E_{máx} =$	0.01* $\sqrt{0.018}$		$E_{cierre} < E_{máx}$
$E_{máx} =$	0.001		CORRECTO


Compensando:


$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$	$C_i =$ 0.000
----------------------------------	----------------------

Compensación de Cotas:

Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada
BM-0	112.000				112.000
BM-1	112.004	9.000	-	0.000	112.004

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO		HOJA DE CÁLCULO				Ubicación	El Molino	
Tesista		NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM				Tramo	BM - 1 AL BM - 2	
		Burga Tapia Gaby Yanina				Fecha	02/09/2019	
1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO								
EST	PV	V.AT	ALT. INST	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 1	1.289	113.293		112.004	22.759	BM - 1	IDA
	C1			1.307	111.986	11.034	Cambio	
E2	C1	1.180	113.166			20.000	Cambio	
	C2			1.140	112.026	20.000	Cambio	
E3	C2	1.167	113.193			20.000	Cambio	
	C3			0.948	112.245	20.000	Cambio	
E4	C3	1.085	113.330			20.000	Cambio	
	C4			1.038	112.292	20.000	Cambio	
E5	C4	1.045	113.337			20.000	Cambio	
	C5			1.003	112.334	20.000	Cambio	
E6	C5	1.261	113.595			20.000	Cambio	
	C6			1.140	112.455	20.000	Cambio	
E7	C6	1.151	113.606			20.000	Cambio	
	BM - 2			0.843	112.763	20.000	BM - 2	
E8	BM - 2	0.844	113.607			20.000	BM - 2	REGRESO
	C6			1.150	112.457	20.000	Cambio	
E9	C6	1.105	113.562			20.000	Cambio	
	C5			1.227	112.335	20.000	Cambio	
E10	C5	1.000	113.335			20.000	Cambio	
	C4			1.031	112.304	20.000	Cambio	
E11	C4	1.017	113.321			20.000	Cambio	
	C3			1.066	112.255	20.000	Cambio	
E12	C3	0.922	113.177			20.000	Cambio	
	C2			1.141	112.036	20.000	Cambio	
E13	C2	1.130	113.166			20.000	Cambio	
	C1			1.198	111.968	20.000	Cambio	
E14	C1	1.299	113.267			11.034	Cambio	
	BM - 1			1.279	111.988	22.759	BM - 1	
		Σ= 15.495		Σ= 15.511		Σ= 547.586		
2.- VERIFICACIONES								
Verificación del Cálculo Matemático:								
ΣL(+)	-	ΣL(-)	=	Cota "BM- 1" (calculado)	-	Cota "BM- 1" (dato)		
15.495	-	15.511	=	111.988	-	112.004		
		-0.016	=	-0.016			CORRECTO	
Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)								
Ec =	Cota "BM- 1" (calculado)	-	Cota "BM- 1" (dato)					
Ec =	111.988	-	112.004					
Ec =	+ -0.016							
		Ecierre =	-0.016					
Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)								
Emáx =	± 0.01√k	Verificación del Ecierre con Emáx						
Emáx =	0.01*√ 0.548	Ecierre < Emáx	CORRECTO					
Emáx =	0.007							
Compensando:								
$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$				Ci =	-0.0080			
Compensación de Cotas:								
Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada			
BM- 1	112.004				112.004			
BM- 2	112.763	42.759	+	-0.0080	112.771			

		HOJA DE CÁLCULO				Ubicación	El Molino	
		NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM				Tramo	BM - 2 AL BM - 3	
Tesista		Burga Tapia Gaby Yanina				Fecha	02/09/2019	
1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO								
EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 2	1.347	114.118		112.771	20.000	BM - 2	IDA
	C1			1.119	112.999	20.000	Cambio	
E2	C1	1.238	114.237			20.000	Cambio	
	C2			1.249	112.988	20.000	Cambio	
E3	C2	1.315	114.303			20.000	Cambio	
	C3			1.283	113.020	20.000	Cambio	
E4	C3	1.328	114.348			20.000	Cambio	
	C4			1.081	113.267	20.000	Cambio	
E5	C4	1.301	114.568			20.000	Cambio	
	BM - 3			1.329	113.239	20.000	BM - 3	
E6	BM - 3	1.250	114.489			20.000	BM - 3	REGRESO
	C4			1.195	113.294	20.000	Cambio	
E7	C4	1.210	114.504			20.000	Cambio	
	C3			1.285	113.219	20.000	Cambio	
E8	C3	1.100	114.319			20.000	Cambio	
	C2			1.330	112.989	20.000	Cambio	
E9	C2	1.180	114.169			20.000	Cambio	
	C1			1.251	112.918	20.000	Cambio	
E10	C1	1.240	114.158			20.000	Cambio	
	BM - 2			1.390	112.768	20.000	Cambio	
$\Sigma =$		12.51		$\Sigma =$	12.512	$\Sigma =$	400.000	
2.- VERIFICACIONES								
Verificación del Cálculo Matemático:								
$\Sigma L(+)$	-	$\Sigma L(-)$	=	Cota "BM- 1" (calculado)	-	Cota "BM- 1" (dato)		
12.509	-	12.512	=	112.768	-	112.771		
		-0.003	=	-0.003			CORRECTO	
Calculando el Error de Cierre: (E cierre)								
$E_c =$	Cota "BM- 1" (calculado)	-	Cota "BM- 1" (dato)					
$E_c =$	112.768	-	112.771					
$E_c =$	+ -0.003	E cierre =		-0.003				
Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)								
Emáx =	$\pm 0.01\sqrt{k}$	Verificación del E cierre con Emáx						
Emáx =	$0.01\sqrt{0.400}$	E cierre < Emáx	CORRECTO					
Emáx =	0.006							
Compensando:								
$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$				Ci =	-0.0014			
Compensación de Cotas:								
Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada			
BM- 2	112.771				112.771			
BM- 3	113.239	40.000	+	-0.0014	113.241			

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	HOJA DE CÁLCULO					Ubicación	El Molino
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM					Tramo	BM - 3 AL BM - 4
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina					Fecha	02/09/2019

1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 3	1.335	114.574		113.239	20.000	BM - 3	IDA
	C5			1.255	113.319	20.000	Cambio	
E2	C5	1.254	114.573			20.000	Cambio	
	C6			1.213	113.360	20.000	Cambio	
E3	C6	1.322	114.682			20.000	Cambio	
	BM - 4			1.299	113.383	20.000	BM - 4	
E4	BM - 4	1.261	114.644			20.000	BM - 4	REGRESO
	C6			1.318	113.326	20.000	Cambio	
E5	C6	1.277	114.603			20.000	Cambio	
	C5			1.248	113.355	20.000	Cambio	
E6	C5	1.281	114.636			20.000	Cambio	
	BM - 3			1.398	113.238	20.000	Cambio	
$\Sigma =$		7.73		$\Sigma =$	7.731	$\Sigma =$	240.000	

2.- VERIFICACIONES

Verificación del Cálculo Matemático:

$\Sigma L(+)$	-	$\Sigma L(-)$	=	Cota "BM- 1" (calculado)	-	Cota "BM- 1" (dato)
7.730	-	7.731	=	113.238	-	113.239
		-0.001	=	-0.001		CORRECTO

Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)

Ec =	Cota "BM- 1" (calculado)	-	Cota "BM- 1" (dato)
Ec =	113.238	-	113.239
Ec =	+ -0.001		
	Ecierre =		-0.001

Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)


Emáx =	$\pm 0.01 \sqrt{k}$	Verificación del Ecierre con Emáx
Emáx =	0.01 * $\sqrt{0.240}$	Ecierre < Emáx
Emáx =	0.005	CORRECTO

Compensando:

$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$	Ci = -0.0005
----------------------------------	----------------------------

Compensación de Cotas:

Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada
BM- 2	113.239				113.239
BM- 3	113.383	40.000	+	-0.0005	113.384

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	HOJA DE CÁLCULO					Ubicación	El Molino
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM					Tramo	BM - 3 AL BM - 4
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina					Fecha	02/09/2019

1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 3	1.335	114.574		113.239	20.000	BM - 3	IDA
	C5			1.255	113.319	20.000	Cambio	
E2	C5	1.254	114.573			20.000	Cambio	
	C6			1.213	113.360	20.000	Cambio	
E3	C6	1.322	114.682			20.000	Cambio	
	BM - 4			1.299	113.383	20.000	BM - 4	
E4	BM - 4	1.261	114.644			20.000	BM - 4	REGRESO
	C6			1.318	113.326	20.000	Cambio	
E5	C6	1.277	114.603			20.000	Cambio	
	C5			1.248	113.355	20.000	Cambio	
E6	C5	1.281	114.636			20.000	Cambio	
	BM - 3			1.398	113.238	20.000	Cambio	
$\Sigma =$		7.73		$\Sigma =$	7.731	$\Sigma =$	240.000	

2.- VERIFICACIONES

Verificación del Cálculo Matemático:

$\Sigma L(+)$	-	$\Sigma L(-)$	=	Cota "BM- 1" (calculado)	-	Cota "BM- 1" (dato)
7.730	-	7.731	=	113.238	-	113.239
		-0.001	=	-0.001		CORRECTO

Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)

Ec =	Cota "BM- 1" (calculado)	-	Cota "BM- 1" (dato)
Ec =	113.238	-	113.239
Ec =	+ -0.001		
	Ecierre =		-0.001

Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)

Emáx =	$\pm 0.01\sqrt{k}$	Verificación del Ecierre con Emáx
Emáx =	0.01* $\sqrt{0.240}$	Ecierre < Emáx
Emáx =	0.005	CORRECTO


Compensando:

$$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$$

Ci = -0.0005

Compensación de Cotas:

Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada
BM- 3	113.239				113.239
BM- 4	113.383	40.000	+	-0.0005	113.384

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	HOJA DE CÁLCULO	Ubicación	Call. Real - Call. Real
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM	Tramo	BM - 1 AL BM - 5
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina	Fecha	02/09/2019

1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 1	1.587	113.591		112.004	20.000	BM - 1	IDA
	C1			1.368	112.223	20.000	Estaca	
E2	C1	1.252	113.475			20.000	Estaca	
	C2			1.394	112.081	20.000	Estaca	
E3	C2	1.262	113.343			20.000	Estaca	
	C3			1.350	111.993	20.000	Estaca	
E4	C3	1.244	113.237			20.000	Estaca	
	C4			1.298	111.939	20.000	Estaca	
E5	C4	1.235	113.174			19.355	Estaca	
	BM - 5			1.291	111.883	22.759	BM - 5	
E6	BM - 5	1.061	112.944			22.759	BM - 5	REGRESO
	C4			1.219	111.725	19.355	Estaca	
E7	C4	1.231	112.956			20.000	Estaca	
	C3			1.235	111.721	20.000	Estaca	
E8	C3	1.545	113.266			20.000	Estaca	
	C2			1.267	111.999	20.000	Estaca	
E9	C2	1.322	113.321			20.000	Estaca	
	C1			1.199	112.122	20.000	Estaca	
E10	C1	1.346	113.468			20.000	Estaca	
	BM - 1			1.568	111.900	20.000	BM - 1	
$\Sigma =$		13.085		$\Sigma =$	13.189	$\Sigma =$	404.227	

2.- VERIFICACIONES

Verificación del Cálculo Matemático:

$$\begin{array}{rclcl}
 \Sigma L(+) & - & \Sigma L(-) & = & \text{Cota "BM - 1" (Calculado)} - \text{Cota "BM - 1" (Dato)} \\
 13.085 & - & 13.189 & = & 111.900 - 112.004 \\
 & & -0.104 & = & -0.104
 \end{array}$$

CORRECTO

Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)

$$\begin{array}{rcl}
 E_c & = & \text{Cota "BM - 1" (calculado)} - \text{Cota "BM - 1" (Dato)} \\
 E_c & = & 111.900 - 112.004 \\
 E_c & = & + -0.104
 \end{array}$$

Ecierre = -0.104

Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)

Emáx = $\pm 0.01\sqrt{k}$

Verificación del Ecierre con Emáx

$$\begin{array}{l}
 E_{máx} = 0.01\sqrt{0.404} \\
 E_{máx} = 0.006
 \end{array}$$

Ecierre < Emáx

CORRECTO


Compensando:

$$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$$

Ci = -0.052

Compensación de Cotas:

Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada
BM-1	112.004				112.004
BM-5	111.883	42.759	-	-0.052	111.935

	HOJA DE CÁLCULO	Ubicación	Call. Real - Los Laureles
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM	Tramo	BM - 5 AL BM - 6
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina	Fecha	02/09/2019

1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 5	1.397	113.332		111.935	20.000	BM-5	IDA
	C5			1.074	112.258	20.000	Estaca	
E2	C5	1.270	113.528			20.000	Estaca	
	BM - 6			1.368	112.160	12.414	BM-6	
E3	BM - 6	1.315	113.475			12.414	BM-6	REGRESO
	C5			1.219	112.256	20.000	Estaca	
E4	C5	1.017	113.273			20.000	Estaca	
	BM - 5			1.341	111.932	20.000	BM-5	
$\Sigma =$		4.999		$\Sigma =$	5.002	$\Sigma =$	144.828	

2.- VERIFICACIONES

Verificación del Cálculo Matemático:

$$\begin{array}{rclcl}
 \Sigma L(+) & - & \Sigma L(-) & = & \text{Cota "BM - 5" (calculado)} - \text{Cota "BM - 5" (dato)} \\
 4.999 & - & 5.002 & = & 111.932 - 111.935 \\
 & & -0.003 & = & -0.003 \quad \text{CORRECTO}
 \end{array}$$

Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)

$$\begin{array}{rclcl}
 E_c & = & \text{Cota "BM - 5" (calculado)} & - & \text{Cota "BM - 5" (dato)} \\
 E_c & = & 111.932 & - & 111.935 \\
 E_c & = & + -0.003 & &
 \end{array}$$

$$E_{\text{cierre}} = -0.003$$

Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)

$$E_{\text{máx}} = \pm 0.01\sqrt{k}$$

$$\begin{array}{l}
 E_{\text{máx}} = 0.01\sqrt{0.145} \\
 E_{\text{máx}} = 0.004
 \end{array}$$

Verificación del Ecierre con Emáx

$$E_{\text{cierre}} < E_{\text{máx}} \quad \text{CORRECTO}$$


Compensando:

$$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$$

$$C_i = -0.001$$

Compensación de Cotas:

Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada
BM-5	111.935				111.935
BM-6	112.160	32.414	+	-0.001	112.162

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	HOJA DE CÁLCULO					Ubicación	Los Laureles - Jose Olaya
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM					Tramo	BM-6 AL BM- 7
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina					Fecha	02/09/2019

1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 6	1.222	113.384		112.162	20.000	BM-6	IDA
	C6			1.449	111.935	20.000	Estaca	
E2	C6	1.382	113.317			20.000	Estaca	
	C7			1.540	111.777	20.000	Estaca	
E3	C7	1.218	112.995			6.452	Estaca	
	BM - 7			1.373	111.622	4.516	BM-7	
E4	BM - 7	1.371	112.993			4.516	BM-7	REGRESO
	C7			1.209	111.784	6.452	Estaca	
E5	C7	1.490	113.274			20.000	Estaca	
	C6			1.332	111.942	20.000	estaca	
E6	C6	1.435	113.377			20.000	estaca	
	BM - 6			1.211	112.166	20.000	BM-6	
$\Sigma =$		8.118		$\Sigma =$	8.114	$\Sigma =$	181.935	

2.- VERIFICACIONES

Verificación del Cálculo Matemático:

$\Sigma L(+)$	-	$\Sigma L(-)$	=	Cota "BM - 6" (calculado) - Cota "BM - 6" (dato)
8.118	-	8.114	=	112.166 - 112.162
		0.004	=	0.004

CORRECTO

Calculando el Error de Cierre: (E cierre)

Ec =	Cota "BM - 6" (calculado)	-	Cota "BM - 6" (dato)
Ec =	112.166	-	112.162
Ec =	+ 0.004		

E cierre = 0.004

Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)

Emáx = $\pm 0.01\sqrt{k}$	Verificación del E cierre con Emáx
Emáx = $0.01\sqrt{0.182}$	E cierre < Emáx
Emáx = 0.004	CORRECTO


Compensando:


$$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$$

Ci = 0.002

Compensación de Cotas:

Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada
BM-6	112.162				112.162
BM-7	111.622	24.516	-	0.002	111.620

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	HOJA DE CÁLCULO					Ubicación	Jose Olaya - Los Mangos	
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM					Tramo	BM-7 AL BM-8	
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina					Fecha	02/09/2019	
1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO								
EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 7	1.361	112.981		111.620	20.000	BM-7	IDA
	C8			1.269	111.712	20.000	Estaca	
E2	C8	1.316	113.028			20.000	Estaca	
	C9			1.298	111.730	20.000	Estaca	
E3	C9	1.317	113.047			20.000	Estaca	
	BM - 8			1.317	111.730	17.931	BM-8	
E4	BM - 8	1.265	112.995			17.931	BM-8	REGRESO
	C9			1.288	111.707	20.000	Estaca	
E5	C9	1.383	113.090			20.000	Estaca	
	C8			1.299	111.791	20.000	estaca	
E6	C8	1.151	112.942			20.000	estaca	
	BM - 7			1.319	111.623	20.000	BM-7	
$\Sigma =$		7.793		$\Sigma =$	7.790	$\Sigma =$	235.862	
2.- VERIFICACIONES								
Verificación del Cálculo Matemático:								
$\Sigma L(+)$	-	$\Sigma L(-)$	=	Cota "BM - 7" (calculado) - Cota "BM - 7" (dato)				
7.793	-	7.790	=	111.623	-	111.620		
		0.003	=	0.003			CORRECTO	
Calculando el Error de Cierre: (E cierre)								
$E_c =$	Cota "BM - 7" (calculado)		-	Cota "BM - 7" (dato)				
$E_c =$	111.623		-	111.620				
$E_c =$	+ 0.003							
E cierre = 0.003								
Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)								
Emáx = $\pm 0.01\sqrt{k}$				Verificación del E cierre con Emáx				
$Emáx =$	0.01* $\sqrt{0.236}$			E cierre < Emáx		CORRECTO		
$Emáx =$	0.005							
Compensando:								
$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$				$C_i = 0.001$				
Compensación de Cotas:								
Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada			
BM-7	111.620				111.620			
BM-8	111.730	37.931	-	0.001	111.728			

	HOJA DE CÁLCULO	Ubicación	Los Mangos - Jose Olaya
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM	Tramo	BM-8 AL BM-9
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina	Fecha	02/09/2019

1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 8	1.070	112.798		111.728	20.000	BM -8	IDA
	C10			1.199	111.599	20.000	Estaca	
E2	C10	1.294	112.893			20.000	Estaca	
	C11			1.265	111.628	20.000	Estaca	
E3	C11	1.297	112.925			15.484	Estaca	
	BM - 9			1.480	111.445	13.103	BM-9	
E4	BM - 9	1.461	112.906			13.103	BM-9	REGRESO
	C11			1.275	111.631	15.484	Estaca	
E5	C11	1.219	112.850			20.000	Estaca	
	C10			1.249	111.601	20.000	estaca	
E6	C10	1.080	112.681			20.000	estaca	
	BM - 8			1.031	111.650	20.000	BM -8	

 $\Sigma = 7.421$
 $\Sigma = 7.499$
 $\Sigma = 217.175$

2.- VERIFICACIONES

Verificación del Cálculo Matemático:

$$\begin{array}{rcl} \Sigma L(+) & - & \Sigma L(-) = \text{Cota "BM - 8" (calculado)} - \text{Cota "BM - 8" (dato)} \\ 7.421 & - & 7.499 = 111.650 - 111.728 \\ & & -0.078 = -0.078 \end{array}$$

CORRECTO

Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)

$$\begin{array}{rcl} E_c & = & \text{Cota "BM-8" (calculado)} - \text{Cota "BM-8" (dato)} \\ E_c & = & 111.650 - 111.728 \\ E_c & = & + -0.078 \end{array}$$

$$E_{cierre} = -0.078$$

Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)

$$E_{máx} = \pm 0.01\sqrt{k}$$

$$\begin{array}{l} E_{máx} = 0.01\sqrt{0.217} \\ E_{máx} = 0.005 \end{array}$$

Verificación del Ecierre con Emáx

$$E_{cierre} < E_{máx}$$

CORRECTO


Compensando:


$$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$$

$$C_i = -0.039$$

Compensación de Cotas:

Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada
BM-8	111.728				111.728
BM-9	111.445	33.103	+	-0.039	111.484

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	HOJA DE CÁLCULO				Ubicación	Jose Olaya - CA. Calpon		
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM				Tramo	BM-9 AL BM-10		
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina				Fecha	02/09/2019		
1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO								
EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 9	1.461	112.945		111.484	13.103	BM-9	IDA
	C11			1.275	111.670	15.484	Estaca	
E2	C11	1.223	112.893			20.000	Estaca	
	C12			1.222	111.671	20.000	Estaca	
E3	C12	1.205	112.876			20.000	Estaca	
	C13			1.804	111.072	20.000	Estaca	
E4	C13	1.369	112.441			20.000	Estaca	
	C14			1.280	111.161	20.000	Estaca	
E5	C14	1.386	112.547			9.032	Estaca	
	BM - 10			1.385	111.162	12.258	BM-10	
E6	BM - 10	1.339	112.501			12.258	BM-10	REGRESO
	C14			1.338	111.163	9.032	Estaca	
E7	C14	1.243	112.406			20.000	Estaca	
	C13			1.331	111.075	20.000	Estaca	
E8	C13	1.109	112.184			20.000	Estaca	
	C12			1.227	110.957	20.000	Estaca	
E9	C12	1.184	112.141			20.000	Estaca	
	C11			1.189	110.952	20.000	Estaca	
E10	C11	1.297	112.249			15.484	Estaca	
	BM - 9			1.480	110.769	13.103	BM-9	
$\Sigma =$		12.816		$\Sigma =$	13.531	$\Sigma =$	339.755	
2.- VERIFICACIONES								
Verificación del Cálculo Matemático:								
$\Sigma L(+)$	-	$\Sigma L(-)$	=	Cota "BM-9" (calculado) - Cota "BM-9" (dato)				
12.816	-	13.531	=	110.769	-	111.484		
		-0.715	=	-0.715			CORRECTO	
Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)								
$E_c =$	Cota "BM-9" (calculado)		-	Cota "BM-9" (dato)				
$E_c =$	110.769		-	111.484				
$E_c =$	+ -0.715							
Ecierre = -0.715								
Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)								
$E_{máx} =$	$\pm 0.01\sqrt{k}$			Verificación del Ecierre con Emáx				
$E_{máx} =$	0.01 $\sqrt{0.340}$			Ecierre < Emáx				
$E_{máx} =$	0.006			CORRECTO				
Compensando:								
$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$				$C_i = -0.358$				
Compensación de Cotas:								
Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada			
BM-9	111.484				111.484			
BM-10	111.162	25.362	+	-0.358	111.520			

	HOJA DE CÁLCULO	Ubicación	La Huaca - Los Claveles
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM	Tramo	BM-5 AL BM-11
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina	Fecha	02/09/2019

1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 5	1.211	113.146		111.935	25.806	BM - 5	IDA
	C1			0.788	112.358	20.000	Estaca	
E2	C1	0.991	113.349			20.000	Estaca	
	BM - 11			1.253	112.096	24.828	BM-11	
E3	BM - 11	1.234	113.330			24.828	BM-11	REGRESO
	C1			0.970	112.360	20.000	Estaca	
E4	C1	0.855	113.215			20.000	Estaca	
	BM - 5			1.279	111.936	25.806	BM-5	
$\Sigma =$		4.291		$\Sigma =$	4.290		$\Sigma =$	181.268

2.- VERIFICACIONES

Verificación del Cálculo Matemático:

$$\begin{array}{rcl}
 \Sigma L(+) & - & \Sigma L(-) \\
 4.291 & - & 4.290 \\
 & & \mathbf{0.001} \\
 & = & \mathbf{0.001}
 \end{array}
 = \text{Cota "BM - 5" (calculado)} - \text{Cota "BM - 5" (dato)}$$

$$\begin{array}{rcl}
 & & = 111.936 - 111.935 \\
 & & \mathbf{0.001}
 \end{array}$$

CORRECTO

Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)

$$\begin{array}{rcl}
 E_c & = & \text{Cota "BM - 5" (calculado)} - \text{Cota "BM - 5" (dato)} \\
 E_c & = & 111.936 - 111.935 \\
 E_c & = & + 0.001
 \end{array}$$

$$E_{\text{cierre}} = 0.001$$

Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)

$$E_{\text{máx}} = \pm 0.01\sqrt{k}$$

$$E_{\text{máx}} = 0.01\sqrt{0.181}$$

$$E_{\text{máx}} = 0.004$$

Verificación del Cierre con Emáx

$$E_{\text{cierre}} < E_{\text{máx}}$$

CORRECTO


Compensando:


$$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$$

$$C_i = 0.001$$

Compensación de Cotas:

Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada
BM- 5	111.935				111.935
BM- 11	112.096	50.634	-	0.001	112.096

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	HOJA DE CÁLCULO					Ubicación	Los Claveles- El Datil	
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM					Tramo	BM-11 AL BM-12	
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina					Fecha	02/09/2019	
1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO								
EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 11	1.190	113.286		112.096	20.000	BM-11	IDA
	C2			1.189	112.097	20.000	Estaca	
E2	C2	1.342	113.439			20.000	Estaca	
	C3			1.320	112.119	20.000	Estaca	
E3	C3	1.309	113.428			20.000	Estaca	
	C4			1.088	112.340	20.000	Estaca	
E4	C4	1.188	113.528			10.968	Estaca	
	BM-12			1.099	112.429	16.129	BM-12	
E5	BM-12	1.069	113.498			16.129	BM-12	REGRESO
	C4			1.155	112.343	10.968	Estaca	
E6	C4	1.051	113.394			20.000	Estaca	
	C3			1.273	112.121	20.000	Estaca	
E7	C3	1.311	113.432			20.000	Estaca	
	C2			1.332	112.100	20.000	Estaca	
E8	C2	1.162	113.262			20.000	Estaca	
	BM - 11			1.161	112.101	20.000	BM-11	
$\Sigma =$		9.622		$\Sigma =$	9.617	$\Sigma =$	294.194	
2.- VERIFICACIONES								
Verificación del Cálculo Matemático:								
$\Sigma L(+)$	-	$\Sigma L(-)$	=	Cota "BM - 11" (calculado) - Cota "BM - 11" (dato)				
9.622	-	9.617	=	112.101	-	112.096		
		0.005	=	0.005			CORRECTO	
Calculando el Error de Cierre: (E cierre)								
$E_c =$	Cota "BM - 11" (calculado)		-	Cota "BM - 11" (dato)				
$E_c =$	112.101		-	112.096				
$E_c =$	+ 0.005							
				E cierre =	0.005			
Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)								
Emáx = $\pm 0.01\sqrt{k}$				Verificación del E cierre con Emáx				
$Emáx = 0.01\sqrt{0.294}$				E cierre < Emáx				
$Emáx = 0.005$				CORRECTO				
Compensando:								
$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$				$C_i = 0.003$				
Compensación de Cotas:								
Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada			
BM - 11	112.096				112.096			
BM - 12	112.429	36.129	-	0.003	112.426			

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	HOJA DE CÁLCULO		Ubicación	El Molino - El Datil
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM		Tramo	BM-2 AL BM-13
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina		Fecha	02/09/2019

1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA(m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 2	1.119	113.890		112.771	25.517	BM - 2	IDA
	BM - 13			1.391	112.499	25.517	BM - 13	
E2	BM - 13	1.374	113.873			25.517	BM - 13	REGRESO
	BM - 2			1.099	112.774	25.517	BM - 2	
$\Sigma =$		2.493		$\Sigma =$	2.490	$\Sigma =$	102.069	

2.- VERIFICACIONES

Verificación del Cálculo Matemático:

$$\begin{array}{rcl}
 \Sigma L(+) & - & \Sigma L(-) \\
 2.493 & - & 2.490 \\
 & & \mathbf{0.003} \\
 & = & \mathbf{0.003}
 \end{array}
 = \text{Cota "BM - 2" (calculado)} - \text{Cota "BM - 2" (dato)}$$

$$\begin{array}{rcl}
 & = & 112.774 - 112.771 \\
 & = & \mathbf{0.003}
 \end{array}$$

CORRECTO

Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)

$$\begin{array}{rcl}
 E_c & = & \text{Cota "BM - 2" (calculado)} - \text{Cota "BM - 2" (dato)} \\
 E_c & = & 112.774 - 112.771 \\
 E_c & = & + 0.003
 \end{array}$$

$$E_{\text{cierre}} = 0.003$$

Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)

$$E_{\text{máx}} = \pm 0.01\sqrt{k}$$

$$\begin{array}{l}
 E_{\text{máx}} = 0.01\sqrt{102} \\
 E_{\text{máx}} = \mathbf{0.003}
 \end{array}$$

Verificación del Ecierre con Emáx

$$E_{\text{cierre}} < E_{\text{máx}} \quad \mathbf{CORRECTO}$$


Compensando:

$$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$$

$$C_i = 0.001$$

Compensación de Cotas:

Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada
BM - 2	112.771				112.771
BM - 13	112.499	51.034	-	0.001	112.498

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	HOJA DE CÁLCULO	Ubicación	El Molino - El Datil
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM	Tramo	BM-2 AL BM-14
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina	Fecha	02/09/2019

1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 2	1.001	113.772		112.771	20.000	BM-2	IDA
	C1			1.332	112.440	20.000	Estaca	
E2	C1	1.331	113.771			20.000	Estaca	
	C2			1.165	112.606	20.000	Estaca	
E3	C2	1.161	113.767			20.000	Estaca	
	BM - 14			1.372	112.395	20.690	BM-14	
E4	BM - 14	1.343	113.738			20.690	BM-14	REGRESO
	C2			1.130	112.608	20.000	Estaca	
E5	C2	1.133	113.741			20.000	Estaca	
	C1			1.300	112.441	20.000	estaca	
E6	C1	1.289	113.730			20.000	estaca	
	BM - 2			0.958	112.772	20.000	BM-2	
$\Sigma =$		7.258		$\Sigma =$	7.257		$\Sigma =$	241.379

2.- VERIFICACIONES

Verificación del Cálculo Matemático:

$$\begin{array}{rcl} \Sigma L(+) & - & \Sigma L(-) \\ 7.258 & - & 7.257 \\ & & 0.001 \end{array} = \begin{array}{l} \text{Cota "BM - 2" (calculado)} - \text{Cota "BM - 2" (dato)} \\ 112.772 - 112.771 \\ 0.001 \end{array} \quad \text{CORRECTO}$$

Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)

$$\begin{array}{rcl} E_c & = & \text{Cota "BM - 2" (calculado)} - \text{Cota "BM - 2" (dato)} \\ E_c & = & 112.772 - 112.771 \\ E_c & = & + 0.001 \end{array}$$

$$E_{\text{cierre}} = 0.001$$

Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)

$$E_{\text{máx}} = \pm 0.01\sqrt{k}$$

$$\begin{array}{l} E_{\text{máx}} = 0.01\sqrt{0.241} \\ E_{\text{máx}} = 0.005 \end{array}$$

Verificación del Cierre con Emáx

$$E_{\text{cierre}} < E_{\text{máx}} \quad \text{CORRECTO}$$


Compensando:


$$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$$

$$C_i = 0.001$$

Compensación de Cotas:

Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada
BM - 2	112.771				112.771
BM - 14	112.395	40.690	-	0.001	112.395

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	HOJA DE CÁLCULO					Ubicación	Call. Real - Call. Real	
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM					Tramo	BM-1 AL BM-15	
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina					Fecha	02/09/2019	
1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO								
EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 1	1.205	113.209		112.004	20.000	BM -1	IDA
	C1			1.131	112.078	20.000	Estaca	
E2	C1	1.214	113.292			20.000	Estaca	
	C2			1.323	111.969	20.000	Estaca	
E3	C2	1.323	113.292			12.903	Estaca	
	BM - 15			1.178	112.114	10.345	BM-15	
E4	BM - 15	1.131	113.245			10.345	BM-15	REGRESO
	C2			1.327	111.918	12.903	Estaca	
E5	C2	1.327	113.245			20.000	Estaca	
	C1			1.195	112.050	20.000	estaca	
E6	C1	1.133	113.183			20.000	estaca	
	BM - 1			1.178	112.005	20.000	BM -1	
$\Sigma =$		7.333		$\Sigma =$	7.332	$\Sigma =$	206.496	
2.- VERIFICACIONES								
Verificación del Cálculo Matemático:								
$\Sigma L(+)$	-	$\Sigma L(-)$	=	Cota "BM - 1" (calculado) - Cota "BM - 1" (dato)				
7.333	-	7.332	=	112.005	-	112.004		
		0.001	=	0.001			CORRECTO	
Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)								
$E_c =$	Cota "BM - 1" (calculado)		-	Cota "BM - 1" (dato)				
$E_c =$	112.005		-	112.004				
$E_c =$	+ 0.001							
				Ecierre =	0.001			
Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)								
Emáx = $\pm 0.01\sqrt{k}$				Verificación del Ecierre con Emáx				
Emáx = $0.01\sqrt{0.206}$				Ecierre < Emáx				CORRECTO
Emáx = 0.005								
Compensando:								
$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$				Ci = 0.001				
Compensación de Cotas:								
Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada			
BM - 1	112.004				112.004			
BM - 15	112.114	30.345	-	0.001	112.114			

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	HOJA DE CÁLCULO	Ubicación	Call. Real - Call. San Juan
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM	Tramo	BM-15 AL BM-16
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina	Fecha	02/09/2019

1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 15	1.268	113.382		112.114	20.000	BM -15	IDA
	C3			1.291	112.091	20.000	Estaca	
E2	C3	1.303	113.394			20.000	Estaca	
	BM - 16			1.298	112.096	7.097	BM-16	
E5	BM - 16	1.265	113.361			7.097	BM-16	REGRESO
	C3			1.293	112.068	20.000	Estaca	
E6	C3	1.342	113.410			20.000	Estaca	
	BM - 15			1.300	112.110	20.000	BM -15	
$\Sigma =$		5.178		$\Sigma =$	5.182	$\Sigma =$	134.194	

2.- VERIFICACIONES

Verificación del Cálculo Matemático:

$$\begin{array}{rclcl}
 \Sigma L(+) & - & \Sigma L(-) & = & \text{Cota "BM -15" (calculado)} - \text{Cota "BM - 15" (dato)} \\
 5.178 & - & 5.182 & = & 112.110 - 112.114 \\
 & & -0.004 & = & -0.004 \quad \text{CORRECTO}
 \end{array}$$

Calculando el Error de Cierre: (E cierre)

$$\begin{array}{rclcl}
 E_c & = & \text{Cota "BM - 15" (calculado)} & - & \text{Cota "BM - 15" (dato)} \\
 E_c & = & 112.110 & - & 112.114 \\
 E_c & = & + -0.004 & &
 \end{array}$$

$$E_{\text{cierre}} = -0.004$$

Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)

$$E_{\text{máx}} = \pm 0.01\sqrt{k}$$

$$\begin{array}{l}
 E_{\text{máx}} = 0.01\sqrt{0.134} \\
 E_{\text{máx}} = 0.004
 \end{array}$$

Verificación del E cierre con Emáx

$$E_{\text{cierre}} < E_{\text{máx}} \quad \text{CORRECTO}$$


Compensando:


$$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$$

$$C_i = -0.002$$

Compensación de Cotas:

Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada
BM - 15	112.114				112.114
BM - 16	112.096	27.097	-	-0.002	112.098

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO		HOJA DE CÁLCULO				Ubicación	Call. Real - Call SN	
		NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM				Tramo	BM-15 AL BM-17	
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina				Fecha	02/09/2019		
1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO								
EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 15	1.239	113.353		112.114	20.000	BM -15	IDA
	C4			1.190	112.163	20.000	Estaca	
E2	C4	1.238	113.401			20.000	Estaca	
	C5			1.145	112.256	20.000	Estaca	
E3	C5	1.188	113.444			20.000	Estaca	
	C6			1.130	112.314	20.000	Estaca	
E4	C6	1.304	113.618			20.000	Estaca	
	C7			1.166	112.452	20.000	Estaca	
E5	C7	1.209	113.661			20.000	Estaca	
	C8			1.130	112.531	20.000	Estaca	
E6	C8	1.050	113.581			20.000	Estaca	
	BM - 17			1.090	112.491	24.138	BM-17	
E7	BM - 17	1.058	113.549			24.138	BM-17	REGRESO
	C8			1.038	112.511	20.000	Estaca	
E8	C8	1.250	113.761			20.000	Estaca	
	C7			1.379	112.382	20.000	Estaca	
E9	C7	1.150	113.532			20.000	Estaca	
	C6			1.299	112.233	20.000	Estaca	
E10	C6	1.154	113.387			20.000	Estaca	
	C5			1.190	112.197	20.000	Estaca	
E11	C5	1.176	113.373			20.000	Estaca	
	C4			1.241	112.132	20.000	Estaca	
E12	C4	1.171	113.303			20.000	Estaca	
	BM - 15			1.190	112.113	20.000	BM -15	
$\Sigma =$		14.187		$\Sigma =$	14.188	$\Sigma =$	488.276	
2.- VERIFICACIONES								
Verificación del Cálculo Matemático:								
$\Sigma L(+)$	-	$\Sigma L(-)$	=	Cota "BM - 15" (calculado) - Cota "BM - 15" (dato)				
14.187	-	14.188	=	112.113	-	112.114		
		-0.001	=	-0.001			CORRECTO	
Calculando el Error de Cierre: (E cierre)								
$E_c =$	Cota "BM - 15" (calculado)		-	Cota "BM - 15" (dato)				
$E_c =$	112.113		-	112.114				
$E_c =$	+ -0.001							
				$E_{cierre} =$	-0.001			
Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)								
$E_{máx} =$	$\pm 0.01\sqrt{k}$			Verificación del E cierre con Emáx				
$E_{máx} =$	0.01 $\sqrt{0.488}$			$E_{cierre} < E_{máx}$				
$E_{máx} =$	0.007			CORRECTO				
Compensando:								
$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$				$C_i =$ 0.000				
Compensación de Cotas:								
Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada			
BM-15	112.114				112.114			
BM- 17	112.491	44.138	-	0.000	112.491			

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	HOJA DE CÁLCULO					Ubicación	Call SN - Call. Real
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM					Tramo	BM-17 AL BM-18
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina					Fecha	02/09/2019

1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 17	1.080	113.571		112.491	24.138	BM-17	IDA
	C8			1.080	112.491	20.000	Estaca	
E2	C8	1.092	113.583			20.000	Estaca	
	C9			1.241	112.342	20.000	Estaca	
E3	C9	1.278	113.620			20.000	Estaca	
	BM - 18			1.254	112.366	7.097	BM-18	
E4	BM - 18	1.121	113.487			7.097	BM-18	REGRESO
	C9			1.109	112.378	20.000	Estaca	
E5	C9	1.146	113.524			20.000	Estaca	
	C8			1.176	112.348	20.000	estaca	
E6	C8	1.028	113.376			20.000	estaca	
	BM - 17			1.078	112.298	24.138	BM-17	
$\Sigma =$		6.745		$\Sigma =$	6.938		$\Sigma =$	222.469

2.- VERIFICACIONES

Verificación del Cálculo Matemático:

$\Sigma L(+)$	-	$\Sigma L(-)$	=	Cota "BM - 17" (calculado)	-	Cota "BM - 17" (dato)
6.745	-	6.938	=	112.298	-	112.491
		-0.193	=	-0.193		CORRECTO

Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)

Ec =	Cota "BM - 17" (calculado)	-	Cota "BM - 17" (dato)
Ec =	112.298	-	112.491
Ec =	+ -0.193		
Ecierre = -0.193			

Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)


Emáx = $\pm 0.01\sqrt{k}$	Verificación del Ecierre con Emáx
Emáx = $0.01\sqrt{0.222}$	Ecierre < Emáx CORRECTO
Emáx = 0.005	

Compensando:

$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$	Ci = -0.096
----------------------------------	-------------

Compensación de Cotas:

Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada
BM - 17	112.491				112.491
BM - 18	112.366	31.235	+	-0.096	112.463

	HOJA DE CÁLCULO		Ubicación		Call. Real - Los Almendros
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM		Tramo		BM-18 AL BM-19
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina		Fecha		02/09/2019

1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 18	1.383	113.846		112.463	20.000	BM - 18	IDA
	BM - 19			1.454	112.392	17.241	BM - 19	
E2	BM - 19	1.434	113.826			17.241	BM - 19	REGRESO
	BM - 18			1.459	112.367	20.000	BM - 18	
$\Sigma =$		2.817		$\Sigma =$	2.913	$\Sigma =$	74.483	

2.- VERIFICACIONES

Verificación del Cálculo Matemático:

$\Sigma L(+)$	-	$\Sigma L(-)$	=	Cota "BM - 18" (calculado)	-	Cota "BM - 18" (dato)
2.817	-	2.913	=	112.367	-	112.463
		-0.096	=	-0.096		CORRECTO

Calculando el Error de Cierre: (E cierre)

$E_c =$	Cota "BM - 18" (calculado)	-	Cota "BM - 18" (dato)
$E_c =$	112.367	-	112.463
$E_c =$	+ -0.096		

$E_{cierre} = -0.096$

Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)

$Emáx = \pm 0.01\sqrt{k}$	Verificación del E cierre con Emáx
$Emáx = 0.01\sqrt{0.074}$	$E_{cierre} < Emáx$
$Emáx = 0.003$	CORRECTO


Compensando:


$$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$$

$C_i = -0.290$

Compensación de Cotas:

Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada
BM - 18	112.463				112.463
BM - 19	112.392	37.241	-	-0.290	112.681

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO		HOJA DE CÁLCULO				Ubicación	Call. Real - Call. Real	
		NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM				Tramo	BM-18 AL BM-20	
Tesista		Burga Tapia Gaby Yanina				Fecha	02/09/2019	
1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO								
EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 18	1.279	113.742		112.463	20.000	BM-18	IDA
	C1			1.040	112.702	20.000	Estaca	
E2	C1	1.120	113.822			20.000	Estaca	
	C2			1.090	112.732	20.000	Estaca	
E3	C2	1.245	113.977			20.000	Estaca	
	C3			1.245	112.732	20.000	Estaca	
E4	C3	1.256	113.988			20.000	Estaca	
	C4			1.195	112.793	20.000	Estaca	
E5	C4	1.178	113.971			20.000	Estaca	
	BM - 20			1.089	112.882	20.690	BM - 20	
E6	BM - 20	1.175	114.057			20.690	BM - 20	REGRESO
	C4			1.302	112.755	20.000	Estaca	
E7	C4	1.339	114.094			20.000	Estaca	
	C3			1.350	112.744	20.000	Estaca	
E8	C3	1.329	114.073			20.000	Estaca	
	C2			1.354	112.719	20.000	Estaca	
E9	C2	1.026	113.745			20.000	Estaca	
	C1			1.082	112.663	20.000	Estaca	
E10	C1	1.219	113.882			20.000	Estaca	
	BM - 18			1.422	112.460	20.000	BM - 18	
$\Sigma =$		12.166		$\Sigma =$	12.169	$\Sigma =$	401.379	
2.- VERIFICACIONES								
Verificación del Cálculo Matemático:								
$\Sigma L(+)$	-	$\Sigma L(-)$	=	Cota "BM - 18" (calculado) - Cota "BM - 18" (dato)				
12.166	-	12.169	=	112.460	-	112.463		
		-0.003	=	-0.003			CORRECTO	
Calculando el Error de Cierre: (E cierre)								
$E_c =$	Cota "BM-18" (calculado)		-	Cota "BM - 18" (dato)				
$E_c =$	112.460		-	112.463				
$E_c =$	+ -0.003							
$E_{cierre} =$				-0.003				
Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)								
$Emáx = \pm 0.01\sqrt{k}$				Verificación del E cierre con Emáx				
$Emáx = 0.01\sqrt{0.401}$				$E_{cierre} < Emáx$				
$Emáx = 0.006$				CORRECTO				
Compensando:								
$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$				$C_i = -0.002$				
Compensación de Cotas:								
Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada			
BM-18	112.463				112.463			
BM-20	112.882	40.690	-	-0.002	112.883			

	HOJA DE CÁLCULO	Ubicación	Call. Real - El Ciruelo
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM	Tramo	BM-20 AL BM-21
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina	Fecha	02/09/2019

1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 20	1.258	114.141		112.883	7.097	BM -20	IDA
	C1			1.447	112.694	7.097	Estaca	
E2	C1	0.964	113.658			20.000	Estaca	
	C2			1.401	112.257	20.000	Estaca	
E3	C2	1.168	113.425			16.774	Estaca	
	BM - 35			1.254	112.171	18.710	BM-35	
E4	BM - 35	1.161	113.332			18.710	BM-35	REGRESO
	C2			1.064	112.268	16.774	Estaca	
E5	C2	1.289	113.557			20.000	Estaca	
	C1			0.921	112.636	20.000	estaca	
E6	C1	1.527	114.163			7.097	estaca	
	BM - 20			1.334	112.829	7.097	BM -20	
$\Sigma =$		7.367		$\Sigma =$	7.421		$\Sigma =$	179.355

2.- VERIFICACIONES

Verificación del Cálculo Matemático:

$$\begin{array}{rcl}
 \Sigma L(+) & - & \Sigma L(-) \\
 7.367 & - & 7.421 \\
 & & -0.054 \\
 & = & = \\
 & & \text{Cota "BM - 20" (calculado) - Cota "BM - 20" (dato)} \\
 & & 112.829 - 112.883 \\
 & & -0.054 \\
 & & \text{CORRECTO}
 \end{array}$$

Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)

$$\begin{array}{rcl}
 E_c & = & \text{Cota "BM - 20" (calculado) - Cota "BM - 20" (dato)} \\
 E_c & = & 112.829 - 112.883 \\
 E_c & = & + -0.054
 \end{array}$$

$$E_{\text{cierre}} = -0.054$$

Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)

$$E_{\text{máx}} = \pm 0.01\sqrt{k}$$

$$\begin{array}{l}
 E_{\text{máx}} = 0.01\sqrt{0.179} \\
 E_{\text{máx}} = 0.004
 \end{array}$$

Verificación del Cierre con Emáx

$$E_{\text{cierre}} < E_{\text{máx}} \quad \text{CORRECTO}$$


Compensando:

$$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$$

$$C_i = -0.027$$

Compensación de Cotas:

Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada
BM-20	112.883				112.883
BM-21	112.171	25.806	+	-0.027	112.198

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	HOJA DE CÁLCULO	Ubicación	Call. Real - El Progreso
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM	Tramo	BM-1 AL BM-22
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina	Fecha	02/09/2019

1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 1	1.121	113.125		112.004	30.323	BM-1	IDA
	C1			1.580	111.545	32.414	Estaca	
E2	C1	1.270	112.815			20.000	Estaca	
	C2			1.230	111.585	20.000	Estaca	
E3	C2	1.249	112.834			20.000	Estaca	
	BM - 22			1.419	111.415	17.419	BM-22	
E4	BM - 22	1.249	112.664			17.419	BM-22	REGRESO
	C2			1.136	111.528	20.000	Estaca	
E5	C2	1.345	112.873			20.000	Estaca	
	C1			1.149	111.724	20.000	estaca	
E6	C1	1.469	113.193			32.414	estaca	
	BM - 1			1.191	112.002	30.323	BM -1	
$\Sigma =$		7.703		$\Sigma =$	7.705	$\Sigma =$	280.311	

2.- VERIFICACIONES

Verificación del Cálculo Matemático:

$$\begin{array}{rcl}
 \Sigma L(+) & - & \Sigma L(-) & = & \text{Cota "BM - 1" (calculado)} & - & \text{Cota "BM - 1" (dato)} \\
 7.703 & - & 7.705 & = & 112.002 & - & 112.004 \\
 & & -0.002 & = & -0.002 & & \text{CORRECTO}
 \end{array}$$

Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)

$$\begin{array}{rcl}
 E_c & = & \text{Cota "BM - 1" (calculado)} & - & \text{Cota "BM - 1" (dato)} \\
 E_c & = & 112.002 & - & 112.004 \\
 E_c & = & + -0.002 & &
 \end{array}$$

$$E_{\text{cierre}} = -0.002$$

Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)

$$E_{\text{máx}} = \pm 0.01\sqrt{k}$$

$$\begin{array}{l}
 E_{\text{máx}} = 0.01\sqrt{0.280} \\
 E_{\text{máx}} = 0.005
 \end{array}$$

Verificación del Ecierre con Emáx

$$E_{\text{cierre}} < E_{\text{máx}} \quad \text{CORRECTO}$$


Compensando:

$$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$$

$$C_i = -0.001$$

Compensación de Cotas:

Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada
BM - 1	112.004				112.004
BM - 22	111.415	47.742	+	-0.001	111.416

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	HOJA DE CÁLCULO	Ubicación	El Progreso - Los Molles
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM	Tramo	BM-22 AL BM-23
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina	Fecha	02/09/2019

1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 22	1.151	112.567		111.416	20.000	BM -22	IDA
	C1			1.165	111.402	20.000	Estaca	
E2	C1	1.321	112.723			13.548	Estaca	
	BM - 23			1.329	111.394	13.548	BM-23	
E4	BM - 23	1.235	112.629			13.548	BM-23	REGRESO
	C1			1.289	111.340	13.548	Estaca	
E5	C1	1.271	112.611			20.000	Estaca	
	BM - 22			1.199	111.412	20.000	BM -22	
$\Sigma =$		4.978		$\Sigma =$	4.982		$\Sigma =$	134.194

2.- VERIFICACIONES

Verificación del Cálculo Matemático:

$$\begin{array}{rclcl}
 \Sigma L(+) & - & \Sigma L(-) & = & \text{Cota "BM - 22" (calculado)} - \text{Cota "BM - 22" (dato)} \\
 4.978 & - & 4.982 & = & 111.412 - 111.416 \\
 & & -0.004 & = & -0.004
 \end{array}$$

CORRECTO

Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)

$$\begin{array}{rcl}
 E_c & = & \text{Cota "BM - 22" (calculado)} - \text{Cota "BM - 22" (dato)} \\
 E_c & = & 111.412 - 111.416 \\
 E_c & = & + -0.004
 \end{array}$$

$$E_{\text{cierre}} = -0.004$$

Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)

$$E_{\text{máx}} = \pm 0.01\sqrt{k}$$

$$\begin{array}{l}
 E_{\text{máx}} = 0.01\sqrt{0.134} \\
 E_{\text{máx}} = 0.004
 \end{array}$$

Verificación del Ecierre con Emáx

$$E_{\text{cierre}} < E_{\text{máx}} \quad \text{CORRECTO}$$


Compensando:

$$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$$

$$C_i = -0.002$$

Compensación de Cotas:

Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada
BM - 22	111.416				111.416
BM - 23	111.394	33.548	-	-0.002	111.396

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	HOJA DE CÁLCULO	Ubicación	Los Almendros (Huaca) - El
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM	Tramo	BM-19 AL BM-22
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina	Fecha	02/09/2019

1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 19	0.892	113.573		112.681	20.000	BM - 19	IDA
	C1			1.458	112.115	20.000	Estaca	
E2	C1	1.223	113.338			20.000	Estaca	
	C2			1.219	112.119	20.000	Estaca	
E3	C2	1.205	113.324			20.000	Estaca	
	BM - 21			1.188	112.136	24.138	BM-21	
E4	BM - 21	1.304	113.440			24.138	BM-21	REGRESO
	C2			1.181	112.259	20.000	Estaca	
E5	C2	1.331	113.590			20.000	Estaca	
	C1			1.350	112.240	20.000	estaca	
E6	C1	1.330	113.570			20.000	estaca	
	BM - 19			0.888	112.682	20.000	BM - 19	
$\Sigma =$		7.285		$\Sigma =$	7.284	$\Sigma =$	248.276	

2.- VERIFICACIONES

Verificación del Cálculo Matemático:

$$\begin{array}{rclcl}
 \Sigma L(+) & - & \Sigma L(-) & = & \text{Cota "BM - 19" (calculado) - Cota "BM - 19" (dato)} \\
 7.285 & - & 7.284 & = & 112.682 - 112.681 \\
 & & 0.001 & = & 0.001
 \end{array}$$

CORRECTO

Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)

$$\begin{array}{rcl}
 E_c & = & \text{Cota "BM - 19" (calculado) - Cota "BM - 19" (dato)} \\
 E_c & = & 112.682 - 112.681 \\
 E_c & = & + 0.001
 \end{array}$$

$$E_{\text{cierre}} = 0.001$$

Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)

$$E_{\text{máx}} = \pm 0.01\sqrt{k}$$

$$E_{\text{máx}} = 0.01\sqrt{0.248}$$

$$E_{\text{máx}} = 0.005$$

Verificación del Ecierre con Emáx

$$E_{\text{cierre}} < E_{\text{máx}}$$

CORRECTO


Compensando:


$$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$$

$$C_i = 0.001$$

Compensación de Cotas:

Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada
BM - 19	112.681				112.681
BM - 22	112.136	44.138	-	0.001	112.136

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO		HOJA DE CÁLCULO				Ubicación	Los Molles - El Molle	
		NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM				Tramo	BM-23 AL BM-26	
Tesista		Burga Tapia Gaby Yanina				Fecha	02/09/2019	
1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO								
EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 23	1.163	112.559		111.396	20.000	BM -23	IDA
	C1			1.438	111.121	20.000	Estaca	
E2	C1	0.969	112.090			20.000	Estaca	
	C2			1.059	111.031	20.000	Estaca	
E3	C2	1.054	112.085			20.000	Estaca	
	C3			1.232	110.853	20.000	Estaca	
E4	C3	1.078	111.931			20.000	Estaca	
	C4			1.186	110.745	20.000	Estaca	
E5	C4	1.120	111.865			20.000	Estaca	
	C5			1.545	110.320	20.000	Estaca	
E6	C5	1.393	111.713			10.968	Estaca	
	BM - 26			1.329	110.384	14.194	BM-26	
E7	BM - 26	1.278	111.662			14.194	BM-26	REGRESO
	C5			1.341	110.321	10.968	Estaca	
E8	C5	1.395	111.716			20.000	Estaca	
	C4			1.089	110.627	20.000	Estaca	
E9	C4	1.308	111.935			20.000	Estaca	
	C3			1.159	110.776	20.000	Estaca	
E10	C3	1.279	112.055			20.000	Estaca	
	C2			1.056	110.999	20.000	Estaca	
E11	C2	1.014	112.013			20.000	Estaca	
	C1			0.938	111.075	20.000	Estaca	
E12	C1	1.371	112.446			20.000	Estaca	
	BM - 23			1.120	111.326	20.000	BM -23	
$\Sigma =$		14.422		$\Sigma =$	14.492	$\Sigma =$	450.323	
2.- VERIFICACIONES								
Verificación del Cálculo Matemático:								
$\Sigma L(+)$	-	$\Sigma L(-)$	=	Cota "BM - 23" (calculado) - Cota "BM - 23" (dato)				
14.422	-	14.492	=	111.326	-	111.396		
		-0.070	=	-0.070			CORRECTO	
Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)								
Ec =	Cota "BM - 23" (calculado)	-	Cota "BM - 23" (dato)					
Ec =	111.326	-	111.396					
Ec =	+ -0.070							
				Ecierre =	-0.070			
Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)								
Emáx =	$\pm 0.01\sqrt{k}$	Verificación del Cierre con Emáx						
Emáx =	$0.01\sqrt{0.450}$	Ecierre < Emáx					CORRECTO	
Emáx =	0.007							
Compensando:								
$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$				Ci =	-0.035			
Compensación de Cotas:								
Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada			
BM- 23	111.396				111.396			
BM - 26	110.384	34.194	+	-0.035	110.419			

	HOJA DE CÁLCULO	Ubicación	Los Molles - Las Flores
	NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM	Tramo	BM-23 AL BM-25
Tesista	Burga Tapia Gaby Yanina	Fecha	02/09/2019

1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 23	0.809	112.205		111.396	20.000	BM -23	IDA
	C1			1.633	110.572	20.000	Estaca	
E2	C1	0.818	111.390			20.000	Estaca	
	C2			1.339	110.051	20.000	Estaca	
E3	C2	1.471	111.522			17.419	Estaca	
	BM - 25			0.751	110.771	17.419	BM-25	
E4	BM - 25	0.782	111.553			17.419	BM-25	REGRESO
	C2			1.581	109.972	17.419	Estaca	
E5	C2	1.379	111.351			20.000	Estaca	
	C1			0.885	110.466	20.000	Estaca	
E6	C1	1.702	112.168			20.000	Estaca	
	BM - 23			0.825	111.343	20.000	BM -23	
$\Sigma =$		6.961		$\Sigma =$	7.014	$\Sigma =$	229.677	

2.- VERIFICACIONES

Verificación del Cálculo Matemático:

$$\begin{array}{rcl}
 \Sigma L(+) & - & \Sigma L(-) \\
 6.961 & - & 7.014 \\
 & & -0.053 \\
 & = & = \\
 & & \text{Cota "BM - 23" (calculado) - Cota "BM - 23" (dato)} \\
 & & 111.343 - 111.396 \\
 & & -0.053
 \end{array}$$

CORRECTO

Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)

$$\begin{array}{rcl}
 E_c & = & \text{Cota "BM - 23" (calculado) - Cota "BM - 23" (dato)} \\
 E_c & = & 111.343 - 111.396 \\
 E_c & = & + -0.053
 \end{array}$$

$$E_{cierre} = -0.053$$

Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)

$$E_{máx} = \pm 0.01\sqrt{k}$$

$$\begin{array}{l}
 E_{máx} = 0.01\sqrt{0.230} \\
 E_{máx} = 0.005
 \end{array}$$

Verificación del Ecierre con Emáx

$$E_{cierre} < E_{máx}$$

CORRECTO


Compensando:


$$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$$

$$C_i = -0.027$$

Compensación de Cotas:

Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada
BM - 23	111.396				111.396
BM - 25	110.771	37.419	+	-0.027	110.798

		HOJA DE CÁLCULO				Ubicación	Los Molles - El Progreso	
		NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM				Tramo	BM-26 AL BM-27	
Tesista		Burga Tapia Gaby Yanina				Fecha	02/09/2019	
1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO								
EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 26	1.194	111.613		110.419	8.276	BM - 26	IDA
	C1			1.200	110.413	8.276	Estaca	
E2	C1	1.089	111.502			25.806	Estaca	
	C2			1.148	110.354	27.586	Estaca	
E3	C2	0.923	111.277			27.586	Estaca	
	C3			1.246	110.031	27.586	Estaca	
E4	C3	1.063	111.094			25.806	Estaca	
	BM - 27			0.939	110.155	22.759	BM - 27	
E5	BM - 27	0.868	111.023			22.759	BM - 27	REGRESO
	C3			0.992	110.031	25.806	Estaca	
E6	C3	1.209	111.240			27.586	Estaca	
	C2			1.003	110.237	27.586	Estaca	
E7	C2	1.241	111.478			27.586	Estaca	
	C1			1.149	110.329	25.806	Estaca	
E8	C1	1.250	111.579			8.276	Estaca	
	BM - 26			1.267	110.312	8.276	BM - 26	
$\Sigma =$		8.837		$\Sigma =$	8.944	$\Sigma =$	347.364	
2.- VERIFICACIONES								
Verificación del Cálculo Matemático:								
$\Sigma L(+)$	-	$\Sigma L(-)$	=	Cota "BM - 26" (calculado) - Cota "BM - 26" (dato)				
8.837	-	8.944	=	110.312	-	110.419		
		-0.107	=	-0.107			CORRECTO	
Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)								
$E_c =$	Cota "BM - 26" (calculado)		-	Cota "BM - 26" (dato)				
$E_c =$	110.312		-	110.419				
$E_c =$	+ -0.107							
				$E_{cierre} =$	-0.107			
Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)								
$Emáx = \pm 0.01\sqrt{k}$				Verificación del Ecierre con Emáx				
$Emáx =$	0.01* $\sqrt{0.347}$			$E_{cierre} < Emáx$		CORRECTO		
$Emáx =$	0.006							
Compensando:								
$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$				$C_i = -0.053$				
Compensación de Cotas:								
Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada			
BM - 26	110.419				110.419			
BM - 27	110.155	31.034	-	-0.053	110.209			

		HOJA DE CÁLCULO				Ubicación	Los Laureles - Los	
		NIVELACIÓN GEOMETRICA DE BM				Tramo	BM-30 AL BM-31	
Tesista		Burga Tapia Gaby Yanina				Fecha	02/09/2019	
1.- DATOS OBTENIDOS EN CAMPO								
EST	PV	V.AT	ALT. INST.	V.AD	COTA	DISTANCIA (m)	OBSERVACIÓN	CIRCUITO
E1	BM - 30	1.319	112.685		111.366	25.806	BM -30	IDA
	C1			1.397	111.288	27.586	Estaca	
E2	C1	1.173	112.461			25.806	Estaca	
	C2			1.251	111.210	27.586	Estaca	
E3	C2	1.139	112.349			25.806	Estaca	
	C3			1.231	111.118	27.586	Estaca	
E4	C3	1.162	112.280			25.806	Estaca	
	C4			1.424	110.856	27.586	Estaca	
E5	C4	1.224	112.080			4.828	Estaca	
	BM - 31			1.250	110.830	3.448	BM - 31	
E6	BM - 31	1.287	112.117			3.448	BM - 31	REGRESO
	C4			1.260	110.857	4.828	Estaca	
E7	C4	1.468	112.325			27.586	Estaca	
	C3			1.268	111.057	25.806	Estaca	
E8	C3	1.331	112.388			27.586	Estaca	
	C2			1.199	111.189	25.806	Estaca	
E9	C2	1.377	112.566			27.586	Estaca	
	C1			1.270	111.296	25.806	Estaca	
E10	C1	1.290	112.586			27.586	Estaca	
	BM - 30			1.239	111.347	25.806	BM -30	
$\Sigma =$		12.770		$\Sigma =$	12.789	$\Sigma =$	443.693	
2.- VERIFICACIONES								
Verificación del Cálculo Matemático:								
$\Sigma L(+)$	-	$\Sigma L(-)$	=	Cota "BM - 30" (calculado)	-	Cota "BM - 30" (dato)		
12.770	-	12.789	=	111.347	-	111.366		
		-0.019	=	-0.019			CORRECTO	
Calculando el Error de Cierre: (Ecierre)								
Ec =	Cota "BM - 30" (calculado)	-	Cota "BM - 30" (dato)					
Ec =	111.347	-	111.366					
Ec =	+ -0.019							
			Ecierre =	-0.019				
Calculando el Error Tolerable Máximo: (Emáx)								
Emáx =	$\pm 0.01\sqrt{k}$							
Emáx =	$0.01\sqrt{0.444}$							
Emáx =	0.007							
					Ecierre < Emáx		CORRECTO	
Compensando:								
$C_i = \frac{(a_i) * (E_c)}{dt}$				Ci =	-0.009			
Compensación de Cotas:								
Pto	Cota	ai	Signo	Ci	Cota Compensada			
BM - 30	111.366				111.366			
BM - 31	110.830	29.255	+	-0.009	110.839			

7.3. ESTUDIO DE TRÁNSITO

TESIS

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN Y DRENAJE PLUVIAL DE LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PÍTIPO, LAMBAYEQUE 2019

ESTUDIO DE TRÁFICO EN LA ESTACIÓN N° 01

FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR ESTUDIO DE TRÁFICO ESTACIÓN N° 01

TRAMO	INTERSECCION CALLE REAL - PROGRESO		
SENTIDO	Entrada	E ←	S →
UBICACIÓN	DISTRITO DE PÍTIPO - FERREÑAFE - LAMBAYEQUE		
DÍA	01		



ESTACION	E 1
CODIGO DE LA ESTACION	0
DÍA Y FECHA	JUEVES 12 9 2019

HORA	SENTIDO	MOTOLINEAL	MOTOTAXI	FURGONETA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MINI VAN	MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER			
							PICK UP	PANEL	RURAL COMBI				2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRAMA VEHICULAR																										
00-01	E	5	2				3		1																	
01-02	E	4					2		2																	
02-03	E	2	3				2		2																	
03-04	E		2		1		1		4	4																
04-05	E	4	5		2	1	3		5	3					1											
05-06	E	6	7		3	2	5		7	3																
06-07	E	7	11		2	3	7		6	4					1											
07-08	E	10	18		4	2	9		6	4					3											
08-09	E	12	20	1	7	3	7		6	4					3	1										
09-10	E	18	28	1	10	4	5	1	9	4	1				5	1										
10-11	E	14	16	1	6	2	9	1	5	6					3						2					
11-12	E	15	36	3	11	4	10	1	5	4					3											
12-13	E	26	38		13	2	10	2	4	4					3											
13-14	E	15	38	1	9		9		7	4					2											
14-15	E	17	45	4	7	4	6		7	4																
15-16	E	20	28	3	5	4	8		7	4					1											
16-17	E	20	24	2	5	2	6		9	4					2											
17-18	E	19	27	1	2	2	3		9	4					1											
18-19	E	19	25		2	1	3		6	4																
19-20	E	17	20		1	1	2		4	4																
20-21	E	17	15		2	1	1		4						1											
21-22	E	8	12		1		1		1																	
22-23	E	4	8				1								1											
23-24	E	2	4				1																			
PARCIAL:		281	432	17	93	38	114	5	116	68	1	0	0	26	6	0	0	0	0	2	0	0	0	0		

FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁFICO ESTACIÓN N° 01



TRAMO		INTERSECCION CALLE REAL - PROGRESO				
SENTIDO		SALIDA			E ←	S →
UBICACIÓN		DISTRITO DE PÍTIPO - FERREÑAFE - LAMBAYEQUE				
DÍA	01					

ESTACION	E 1		
CODIGO DE LA ESTACION	0		
DÍA Y FECHA	JUEVES	12	9 2019

HORA	SENTIDO	MOTOLINEAL	MOTOTAXI	FURGONETA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER			
							PICK UP	PANEL	RURAL COMBI	MINI VAN		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRAMA VEHICULAR																										
00-01	S				1		2																			
01-02	S						2																			
02-03	S																									
03-04	S								2																	
04-05	S		4		2		4	4	1																	
05-06	S	3	7		2	2	3		5	1																
06-07	S	3	10		3		3		5	1				2												
07-08	S	2	12	1	2	1		1	6	3				3						1						
08-09	S	11	14		3		4		4	2				2												
09-10	S	15	12		5		7	1	4	3				2	1					3						
10-11	S	10	25		9	2	9		7	2				1						1						
11-12	S	17	22	2	6		7	1	7	5				3												
12-13	S	20	37		11		13		5	4				2	1											
13-14	S	19	45		12		2		5	4				1												
14-15	S	17	25	1	12	3	7		4	5				3						2						
15-16	S	12	22		13		10	1	6	8				1												
16-17	S	22	20		15		15		5	4				1												
17-18	S	25	12	1	10	1	2		4	7				3												
18-19	S	15	20		8		4		4	2																
19-20	S	8	12	1	2		3		3	3																
20-21	S	4	9				5		2	4																
21-22	S	2	5		2		1		1	1																
22-23	S		3																							
23-24	S		4				2																			
PARCIAL:		205	320	6	118	9	105	4	83	60	0	0	0	24	2	0	0	0	0	7	0	0	0	0		

FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁFICO ESTACIÓN N° 01



TRAMO		INTERSECCION CALLE REAL - PROGRESO			
SENTIDO		ENTRADA		E ←	S →
UBICACIÓN		DISTRITO DE PÍTIPO - FERREÑAFE - LAMBAYEQUE			
DÍA	02				

ESTACION		E 1		
CODIGO DE LA ESTACION		0		
DÍA Y FECHA	VIERNES	13	9	2019

HORA	SENTIDO	MOTOLINEAL	MOTOTAXI	FURGONETA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER					
							PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MINI VAN		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRAMA VEHICULAR																										
00-01	E	2																								
01-02	E	1	2		3																					
02-03	E	2	1		1				1																	
03-04	E		5		2				3																	
04-05	E	2	3		1	1	1		3	2																
05-06	E	5	5		3		2		4	3																
06-07	E	7	13		5		1	1	4	3																
07-08	E	10	22				4		4	6															1	
08-09	E	14	15			2	3	1	3	5					1											
09-10	E	20	12	2	2		5		3	6															1	
10-11	E	18	32		5	3	6		7	8															2	
11-12	E	19	39			3	8		5	6					1											
12-13	E	17	35	2	9		9		4	5																
13-14	E	28	50		9	1	9		4	7					1											
14-15	E	20	22		4	1	11		3	6																
15-16	E	17	20		4	1	6	1	3	8																
16-17	E	19	26	1	5	2	8		6	5																
17-18	E	22	33		5	1	8		6	6																
18-19	E	17	35		2		3		3	4																
19-20	E	14	25				1		1	3																
20-21	E	11	16			1				3																
21-22	E	6	13				1																			
22-23	E	5	11		1		1																			
23-24	E	4	14																							
PARCIAL:		280	449	5	61	16	87	3	67	86	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	

**FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁFICO ESTACIÓN N° 01**



TRAMO	INTERSECCION CALLE REAL - PROGRESO		
SENTIDO	SALIDA	E ←	S →
UBICACIÓN	DISTRITO DE PÍTIPO - FERREÑAFE - LAMBAYEQUE		
DÍA	03		

ESTACION	E 1		
CODIGO DE LA ESTACION	0		
DÍA Y FECHA	SABADO	14	9 2019

HORA	SENTIDO	MOTOLINEAL	MOTOTAXI	FURGONETA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS				CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER			
							PICK UP	PANEL	RURAL COMBI	MINI VAN		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
DIAGRAMA VEHICULAR																											
00-01	S						2																				
01-02	S		3																								
02-03	S							1																			
03-04	S				2	1																					
04-05	S	5	5		2	1			4	4																	
05-06	S	6	5		1	1	3	1	3	5																	
06-07	S	6	9		2	2	2		3	4				1													
07-08	S	4	15		5	1	4		3	4				1													
08-09	S	5	12	1	5		4		5	3																	
09-10	S	4	8		6		4		4	6				2	1							1					
10-11	S	15	22		10	4	4		4	8																	
11-12	S	14	21		13	1	9		3	3																	
12-13	S	23	25	1	12	2	6		5	5				1													
13-14	S	15	17		12		5		5	7																	
14-15	S	13	15	2	3		9		4	5																	
15-16	S	15	15		3		3		3	6																	
16-17	S	14	28	2	2		6		4	5																	
17-18	S	18	28		2		4		6	6				1								1					
18-19	S	20	20		3		3		4	4																	
19-20	S	14	13				2		3	4																	
20-21	S	7	10				1		1																		
21-22	S	5	8						1																		
22-23	S	2	2																								
23-24	S	4	2																								
PARCIAL:		209	283	6	83	13	71	2	65	79	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0		

FORMATO RESUMEN DEL DIA 3 EN AMBOS SENTIDOS
ESTUDIO DE TRÁFICO ESTACIÓN N° 01



TRAMO	INTERSECCION CALLE REAL - PROGRESO			
SENTIDO	AMBOS	E ←	S →	
UBICACIÓN	DISTRITO DE PÍTIPO - FERREÑAFE - LAMBAYEQUE			
DÍA	03			

ESTACION	E 1		
CODIGO DE LA ESTACION	0		
DÍA Y FECHA	SABADO	14	9 2019

HORA	MOTOLINEAL	MOTOTAXI	FURGONETA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MINI VAN		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGR. VEH.																								
00-01	1	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
01-02	1	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
02-03	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
03-04	0	2	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
04-05	8	12	0	5	3	3	0	9	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
05-06	12	12	0	3	1	7	1	7	11	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
06-07	12	20	2	5	3	6	1	7	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66
07-08	11	34	2	12	1	9	0	7	9	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88
08-09	10	26	3	12	1	9	0	9	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78
09-10	7	19	0	15	0	12	0	10	11	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	78
10-11	32	50	2	23	5	12	0	10	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147
11-12	29	46	0	28	3	21	0	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143
12-13	50	55	1	27	6	16	0	10	12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178
13-14	33	36	0	29	1	13	0	11	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136
14-15	28	33	2	8	1	21	0	10	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114
15-16	31	30	0	8	0	8	0	7	11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96
16-17	29	55	2	9	0	14	0	8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127
17-18	31	63	2	6	1	10	0	11	11	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	138
18-19	35	43	0	7	0	7	0	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110
19-20	31	29	0	2	1	7	0	7	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
20-21	20	23	0	0	1	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
21-22	13	18	0	0	0	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
22-23	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
23-24	9	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
TOTAL	439	623	16	201	29	191	3	146	163		0	0	10	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1827

FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁFICO ESTACIÓN N° 01



TRAMO		INTERSECCION CALLE REAL - PROGRESO			
SENTIDO		ENTRADA		E ←	S →
UBICACIÓN		DISTRITO DE PÍTIPO - FERREÑAFE - LAMBAYEQUE			
DÍA	05				

ESTACION		E 1		
CODIGO DE LA ESTACION		0		
DÍA Y FECHA	LUNES	16	9	2019

HORA	SENTIDO	MOTOLINEAL	MOTOTAXI	FURGONETA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER						
							PICK UP	PANEL	RURAL COMBI	MINI VAN		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3					
DIAGRAMA VEHICULAR																													
00-01	E	5	2						1																				
01-02	E	4	1				2		2																				
02-03	E	2	1				2		2																				
03-04	E		2				1		4	4																			
04-05	E	4	1		3		3		5	3				1															
05-06	E	6	2		2	2	4		7	3				1															
06-07	E	7	11		1		6		6	4				1	1														
07-08	E	10	18	1	5		9		6	4				1							1								
08-09	E	12	20	1	8	2	7		6	4				2	1														
09-10	E	18	28	1	9		9		9	4	1			3															
10-11	E	14	20	1	7		9		5	6				5							2								
11-12	E	15	37	1	9		11		5	4				2															
12-13	E	26	35	1	14		11		4	4				2															
13-14	E	15	35	1	10		7		7	4				1															
14-15	E	17	42	1	5		6		7	4				1															
15-16	E	20	22	1	6		5		7	4				1							1								
16-17	E	20	15	1	6		6		9	4				1	1														
17-18	E	19	33	1	1		2		9	4				1															
18-19	E	19	22	1	2		3		6	4																			
19-20	E	17	19		3	2	2		4	4																			
20-21	E	17	12		4		1		4					1															
21-22	E	7	10		3		1		1																				
22-23	E	5	5				1							1															
23-24	E	3	3				1																						
PARCIAL:		282	396	12	98	6	109	0	116	68	1	0	0	22	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0

FORMATO RESUMEN DEL DÍA 06 EN AMBOS SENTIDOS
ESTUDIO DE TRÁFICO ESTACION N° 01



TRAMO	INTERSECCION CALLE REAL - PROGRESO
SENTIDO	AMBOS
UBICACIÓN	DISTRITO DE PÍTIPO - FERREÑAFE - LAMBAYEQUE
DÍA	06

ESTACION	E 1			
CODIGO DE LA ESTACION	0			
DÍA Y FECHA	MARTES	17	9	2019

HORA	MOTOLINEAL	MOTOTAXI	FURGONETA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MINI VAN		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGR. VEH.																									
00-01	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
01-02	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
02-03	0	0	0	0	0	4	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
03-04	0	0	0	4	0	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
04-05	2	8	0	10	6	2	0	12	16	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	
05-06	6	12	0	8	8	15	0	10	16	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	76	
06-07	8	17	0	12	8	16	0	20	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97	
07-08	18	55	0	11	6	18	0	24	16	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	
08-09	22	43	0	14	6	18	1	18	16	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	139	
09-10	22	55	0	15	11	17	0	18	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	154	
10-11	34	93	0	16	9	17	0	12	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	197	
11-12	36	71	0	12	11	17	1	14	18	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	183	
12-13	36	58	0	8	9	15	1	18	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	161	
13-14	36	43	0	7	8	16	1	18	16	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	146	
14-15	36	40	0	12	8	16	1	10	14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	
15-16	36	30	0	15	8	14	0	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	139	
16-17	30	52	0	13	6	16	1	10	19	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148	
17-18	36	52	0	13	5	11	1	20	18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	157	
18-19	30	26	0	10	5	10	0	18	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	
19-20	45	24	0	9	0	10	1	12	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	
20-21	0	24	0	6	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	
21-22	0	12	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	
22-23	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
23-24	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
TOTAL	433	721	0	195	114	259	8	266	245	0	0	0	0	8	0	0	0	5	0	0	0	0	2254		

ESTUDIO DE TRÁFICO EN LA ESTACIÓN N° 02

FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁFICO ESTACIÓN N° 02

TRAMO	INTERSECCION AV. PATIVILCA - EL DATIL - LOS CLAVELES		
SENTIDO	ENTRADA	E ←	S →
UBICACIÓN	DISTRITO DE PÍTIPO - FERREÑAFE - LAMBAYEQUE		
DÍA	01		



ESTACION	E 2		
CODIGO DE LA ESTACION	0		
DÍA Y FECHA	JUEVES	12	9 2019

HORA	SENTIDO	MOTOLINEAL	MOTOTAXI	FURGONETA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER																			
							PICK UP	PANEL	RURAL COMBI	MINI VAN		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3																		
DIAGRAMA VEHICULAR																																										
00-01	E																																									
01-02	E																																									
02-03	E																																									
03-04	E																																									
04-05	E																																									
05-06	E																																									
06-07	E																																									
07-08	E																																									
08-09	E																																									
09-10	E																																									
10-11	E																																									
11-12	E																																									
12-13	E																																									
13-14	E																																									
14-15	E																																									
15-16	E																																									
16-17	E																																									
17-18	E																																									
18-19	E																																									
19-20	E																																									
20-21	E																																									
21-22	E																																									
22-23	E																																									
23-24	E																																									
PARCIAL:		0	0	0	4	2	5	0	10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0																				

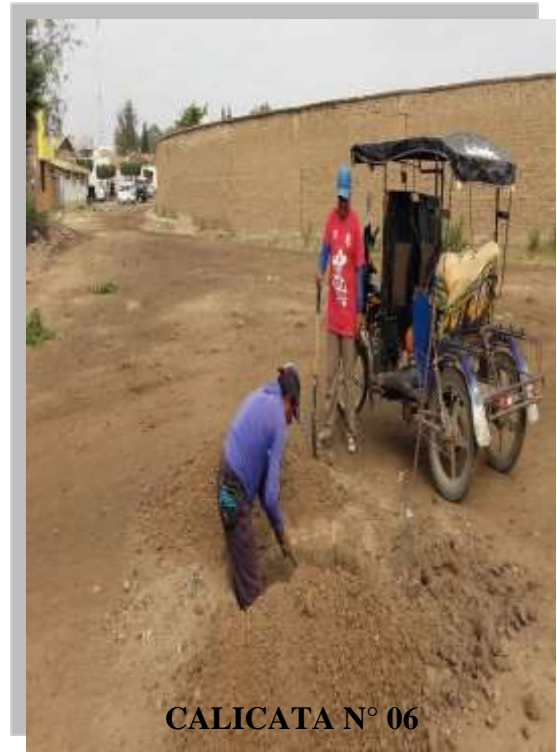
7.4. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN Y DRENAJE PLUVIAL DE LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PÍTIPO, LAMBAYEQUE 2019

PANEL FOTOGRÁFICO DE LA EXPLORACIÓN DE SUELOS







CALICATA N° 09



CALICATA N° 10



CALICATA N° 12

PANEL FOTOGRÁFICO ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE CONTENIDO



ENSAYO DE CONTENIDO

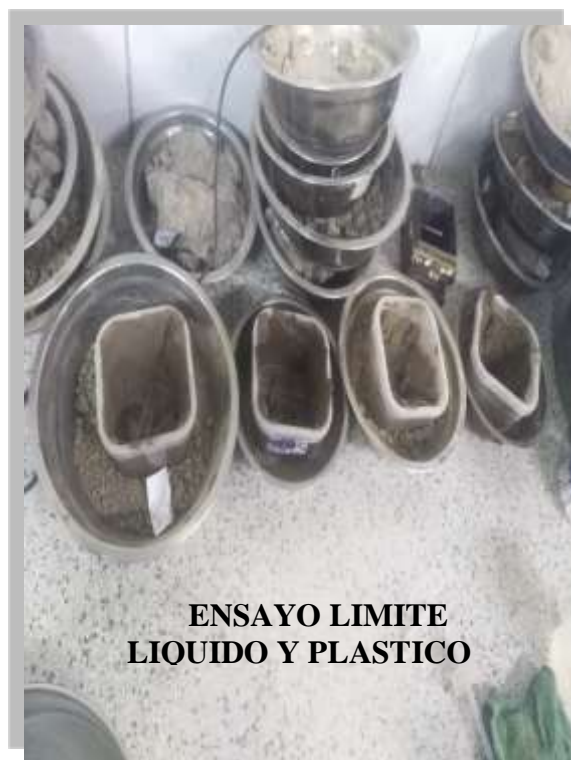


ENSAYO PESO



ENSAYO PESO









ENSAYO DE PROCTOR



ENSAYO DE PROCTOR



ENSAYO DE PROCTOR




ENSAYO DE PROCTOR

CALICATA N° 01

ESCUELA: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS: : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019
 UBICACIÓN : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Calicata C-1
 Tipo de Excavación A CIELO ABIERTO
 COORDENADAS : 649273.000 E - 9283916.000 N **Nivel freático : No se encontro**

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.0 (m)	A C I E L O A B I E R T O	M-1		SC	Material de relleno descontrolado de ladrillos y residuos solidos
0.30					Arena Arcillosa Límite líquido : 27.26% Índice plástico : 9.41% Humedad natural : 7.31%
1.00					Limo Arenoso de Baja Plasticidad Límite líquido : 22.78% Índice plástico : 3.96% Humedad natural : 5.22%
1.60					

Observaciones:

M = Muestra
 C = Calicata
 S/M = Sin muestra


 Rivadeneira Oblitas Denis
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESIS : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRADE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127 : 1998

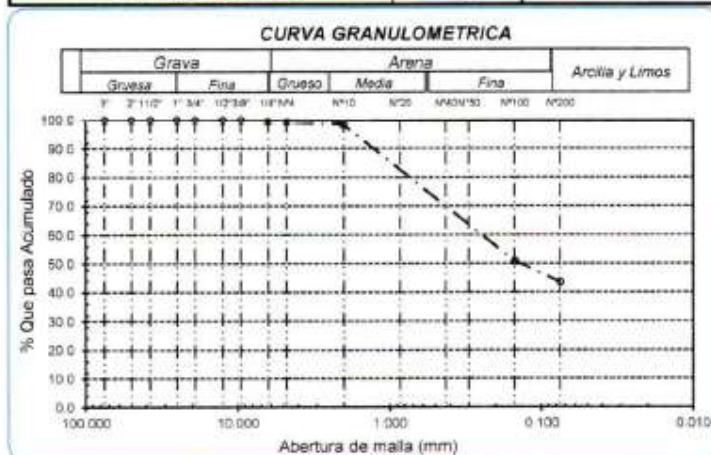
Calicata - 1

Muestra: M-1

Profundidad: 0.30m. - 1.00m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.5	99.5
N° 4	4.750	0.7	99.3
N° 10	2.000	1.6	98.4
N° 20	0.850	3.7	96.3
N° 50	0.300	30.2	69.8
N° 100	0.150	49.2	50.8
N° 200	0.075	56.4	43.6

Distribución granulométrica		Ensayo de Limite de Atterberg		
% Grava	G.G. %	0.0	Límite líquido (LL)	27.26 (%)
	G.F. %	0.7	Límite Plástico (LP)	17.85 (%)
	A.G. %	0.9	Índice Plástico (IP)	9.41 (%)
% Arena	A.M. %	12.6	Clasificación (S.U.C.S.)	SC
	A.F. %	42.2	Descripción del suelo	Arena arcillosa
% Arcilla y Limo		43.6	Clasificación (AASHTO)	A-4 (2)
Total		100.0	Descripción	REGULAR-MALO



Ritzy Yanina Burga Tapia
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivé N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESIS : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 1

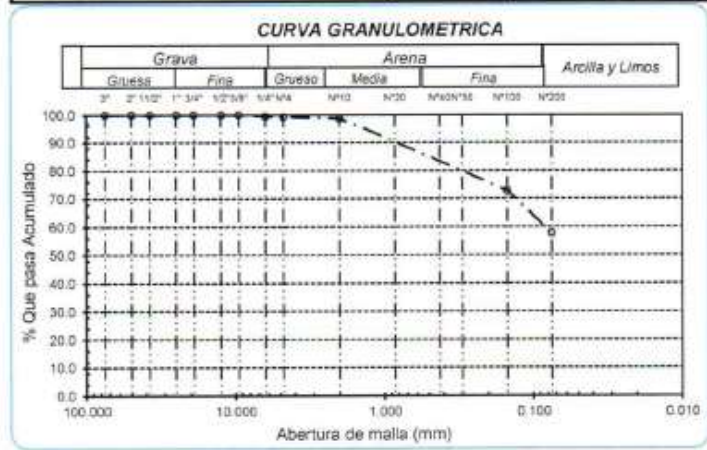
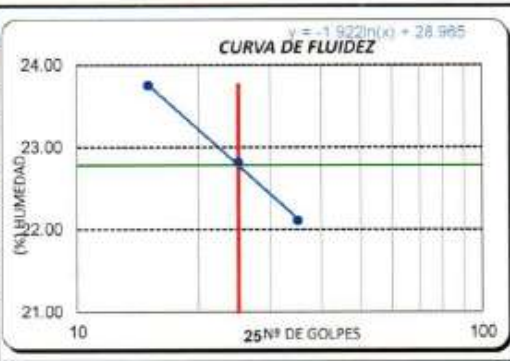
Muestra: M-2

Profundidad: 1.00m. - 1.60m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.5	99.5
N° 4	4.750	0.7	99.3
N° 10	2.000	1.2	98.8
N° 20	0.850	2.1	97.9
N° 50	0.300	9.6	90.4
N° 100	0.150	27.1	72.9
N° 200	0.075	42.3	57.7

Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	0.0	
	G.F. %	0.7	0.7
	A.G. %	0.5	
% Arena	A.M. %	3.9	
	A.F. %	37.2	41.6
% Arcilla y Limo		57.7	57.7
Total			100.0

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	22.78 (%)
Límite Plástico (LP)	18.82 (%)
Índice Plástico (IP)	3.96 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	ML
Descripción del suelo	
Limo arenoso de baja plasticidad	
Clasificación (AASHTO)	A-4 (5)
Descripción	
REGULAR-MALO	



Rivudoneyro Jblitas Ferris
 TÉCNICO DE LABORATORIO



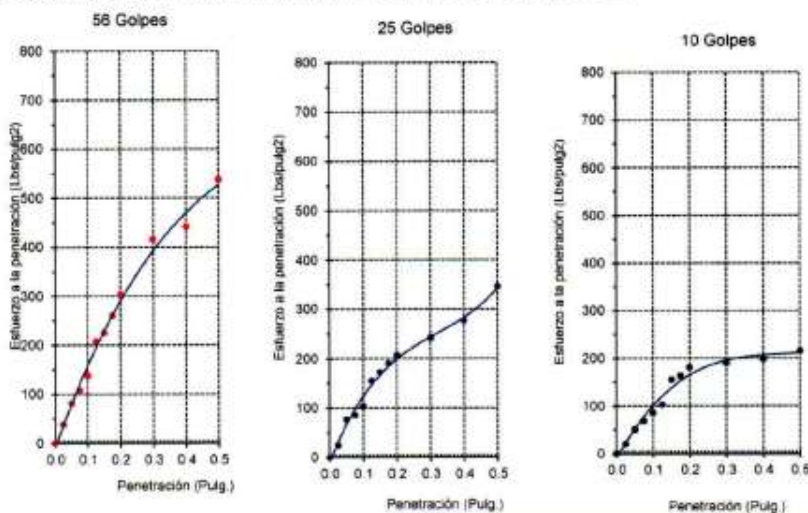
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855 Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESISISTAS : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019
 Ubicación : ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Cód.: N.T.P. 339 145 / ASTM D-1883
 Nom.: Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra Muestra : Terreno Natural
 Profundidad : 1,00 a 1,60 m
 Calicata : C-1

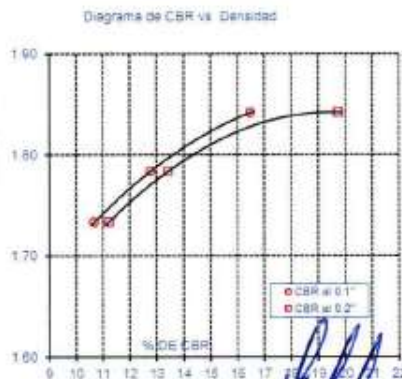
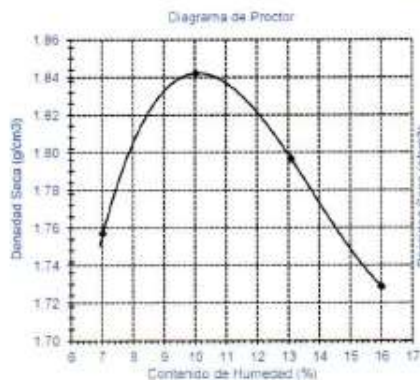
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.842 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	10.2 %

Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Esperación (%)	CBR a la penetración (Pulg.)	% de MDS	CBR (%)
01	56	16.5	1.842	13.8	0.1"	100	14.5
02	25	12.8	1.784	19.7	0.1"	95	11.4
03	10	10.7	1.734	22.4	0.2"	100	19.8
					0.2"	95	17.9



Rtundeyna Jobitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D 3080

ESCUELA : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL.
 TESISTA : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019 "

UBICACIÓN : ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

CALICATA : C - 1

MUESTRA : 1

PROFUNDIDAD : 0,00 a 1,60 m

ESPECIMEN N°	DENSIDAD REMOLDEADA g/ cm ³	DENSIDAD SECA g/ cm ³	ESFUERZO NORMAL kg/ cm ²	HUMEDAD NATURAL %	GRADO DE SATURACIÓN %	ESFUERZO CORTE MÁX. kg/ cm ²
N° 01	1.831	1.559	0.50	17.42	84.30	0.374
N° 02	1.820	1.512	1.00	20.40	89.99	0.555
N° 03	1.829	1.530	1.50	19.52	89.30	0.885

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ (Kg/Cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ (Kg/Cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ (Kg/Cm ²)
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.044	0.088	0.10	0.044	0.044	0.10	0.056	0.037
0.20	0.056	0.111	0.20	0.090	0.090	0.20	0.078	0.052
0.35	0.090	0.179	0.35	0.135	0.135	0.35	0.090	0.060
0.50	0.135	0.270	0.50	0.146	0.146	0.50	0.124	0.082
0.75	0.169	0.338	0.75	0.169	0.169	0.75	0.135	0.090
1.00	0.203	0.406	1.00	0.203	0.203	1.00	0.146	0.098
1.25	0.237	0.474	1.25	0.237	0.237	1.25	0.169	0.113
1.50	0.249	0.497	1.50	0.260	0.260	1.50	0.203	0.135
1.75	0.260	0.520	1.75	0.271	0.271	1.75	0.237	0.158
2.00	0.271	0.543	2.00	0.317	0.317	2.00	0.260	0.173
2.50	0.283	0.565	2.50	0.328	0.328	2.50	0.271	0.181
3.00	0.283	0.565	3.00	0.351	0.351	3.00	0.317	0.211
3.50	0.294	0.588	3.50	0.374	0.374	3.50	0.328	0.219
4.00	0.317	0.633	4.00	0.408	0.408	4.00	0.374	0.249
4.50	0.328	0.656	4.50	0.430	0.430	4.50	0.419	0.279
5.00	0.339	0.679	5.00	0.476	0.476	5.00	0.430	0.287
5.50	0.351	0.702	5.50	0.487	0.487	5.50	0.487	0.325
6.00	0.362	0.724	6.00	0.510	0.510	6.00	0.544	0.363
6.50	0.374	0.747	6.50	0.544	0.544	6.50	0.601	0.400
7.00	0.374	0.747	7.00	0.544	0.544	7.00	0.657	0.438
7.50	0.374	0.747	7.50	0.555	0.555	7.50	0.714	0.476
8.00	0.374	0.747	8.00	0.555	0.555	8.00	0.805	0.537
8.50	0.374	0.747	8.50	0.555	0.555	8.50	0.828	0.552
9.00	0.374	0.747	9.00	0.555	0.555	9.00	0.851	0.567
9.50	0.374	0.747	9.50	0.555	0.555	9.50	0.885	0.590
10.00	0.374	0.747	10.00	0.555	0.555	10.00	0.885	0.590
11.00	0.374	0.747	11.00	0.555	0.555	11.00	0.885	0.590
12.00	0.374	0.747	12.00	0.555	0.555	12.00	0.885	0.590

Rivadeneira Jhonas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D 3080

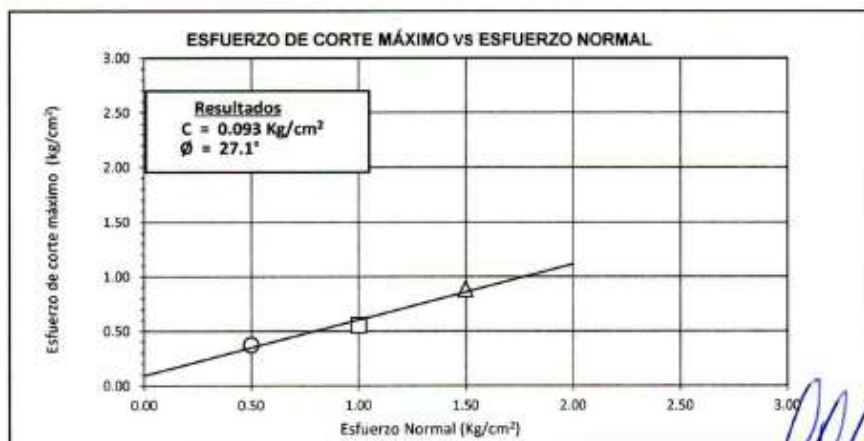
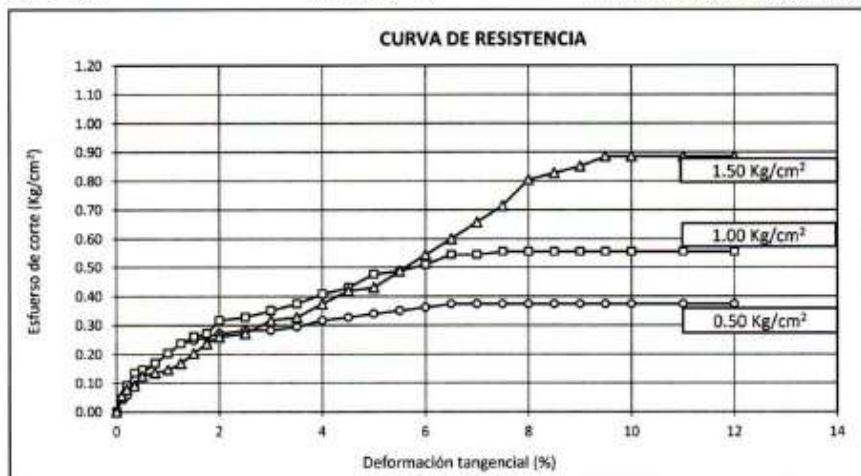
ESCUELA : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL.
 TESISTA : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019 "

UBICACIÓN: ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

CALICATA : C - 1

MUESTRA : 1

PROFUNDIDAD : 0,00 a 1,60 m



Ritunda
 TÉCNICO DE LABORATORIO

ESCUELA INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESIS GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRADE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación ZONA URBANA DE BATANGRADE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

CIMENTACION AISLADA

CAPACIDAD PORTANTE (FALLA LOCAL)

$$q_d = 1.3(2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot Z \cdot N'_q + 0.4 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga limite en Tm/m^2

C = Cohesión del suelo en Tm/m^2

Y = Peso volumétrico del suelo en Tm/m^3

Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

N'_c , N'_q , N'_y = Factores de carga obtenidas del gráfico

DATOS:

Ø =	27.1
C =	0.09
Y =	0.45
Df =	1.50
B =	1.00
N_c =	16.38
N_q =	6.59
N_y =	2.96

$$q_d = 18.18 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 1.82 \text{ Kg/cm}^2$$

* Factor de seguridad (FS=3)

PRESION ADMISIBLE

$$q_d = 0.61 \text{ Kg/cm}^2$$

[Firma]
 RIVADENEIRO, YANINA BURGA TAPIA
 TÉCNICO DE LABORATORIO

CALICATA N° 02



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

ESCUELA: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESISTA : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019
 UBICACIÓN : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Calicata C-2
 Tipo de Excavación A CIELO ABIERTO
 COORDENADAS :649096.367 E- 9283436.218 N **Nivel freático : No se encontro**

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo	Clasificación	Descripción visual (IN-SITU)
0.0 (m)	A C I E L O A B I E R T O	M-1		SUCS	Material de relleno con residuos solidos
0.30					Arena Arcillosa Limite líquido : 21.94% Índice plástico : 9.04% Humedad natural : 8.35%
0.90		M-2		ML	Limo Arenoso de Baja Plasticidad Limite líquido : 22.24% Índice plástico : 2.44% Humedad natural : 7.96%
1.60					

Observaciones:

M = Muestra
 C = Calicata
 S/M = Sin muestra

Riudeneira Oblitas Jennis
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESIS : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

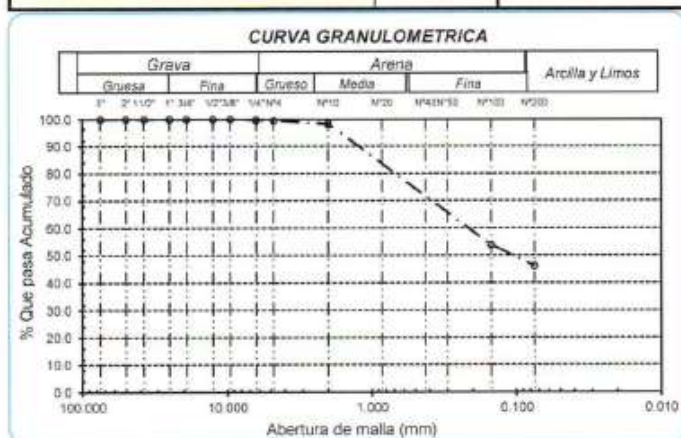
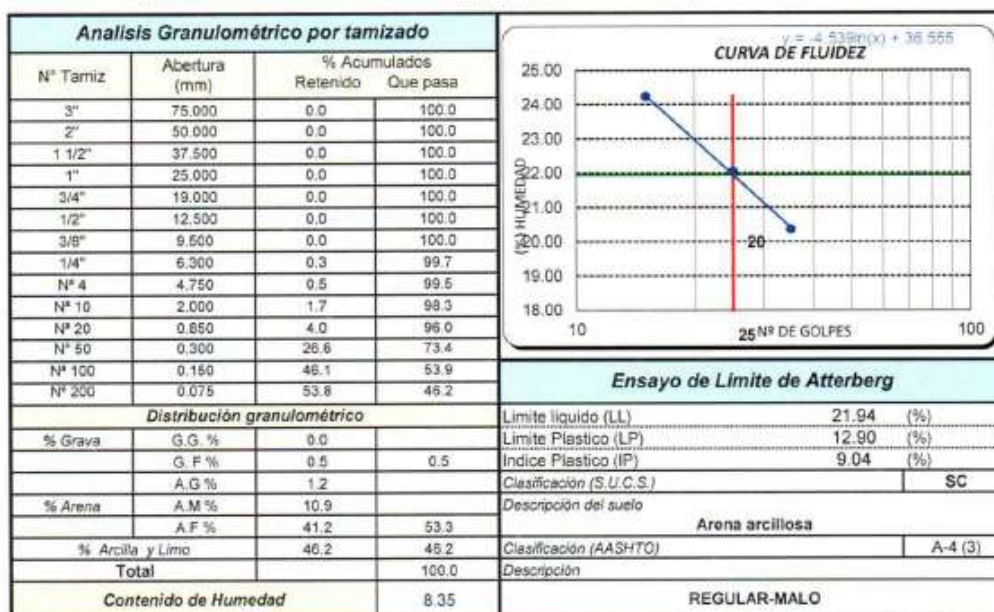
ENSAYO : SUELO, Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO, Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS, Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo, 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 2

Muestra: M-1

Profundidad: 0.20m. - 0.90m.



Rivallena Obilitas Arroyo
 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

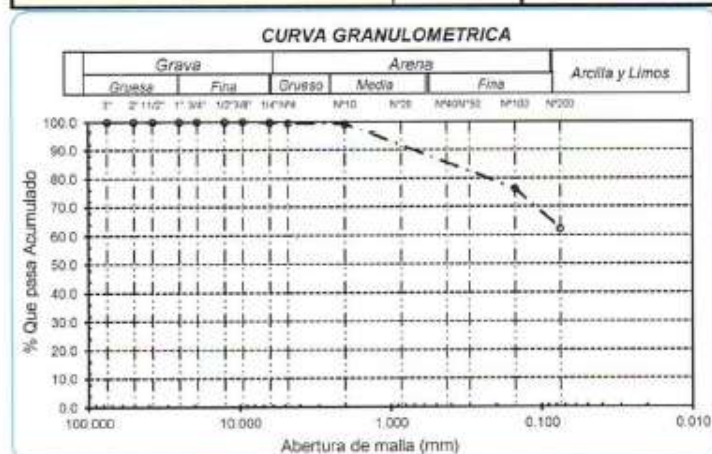
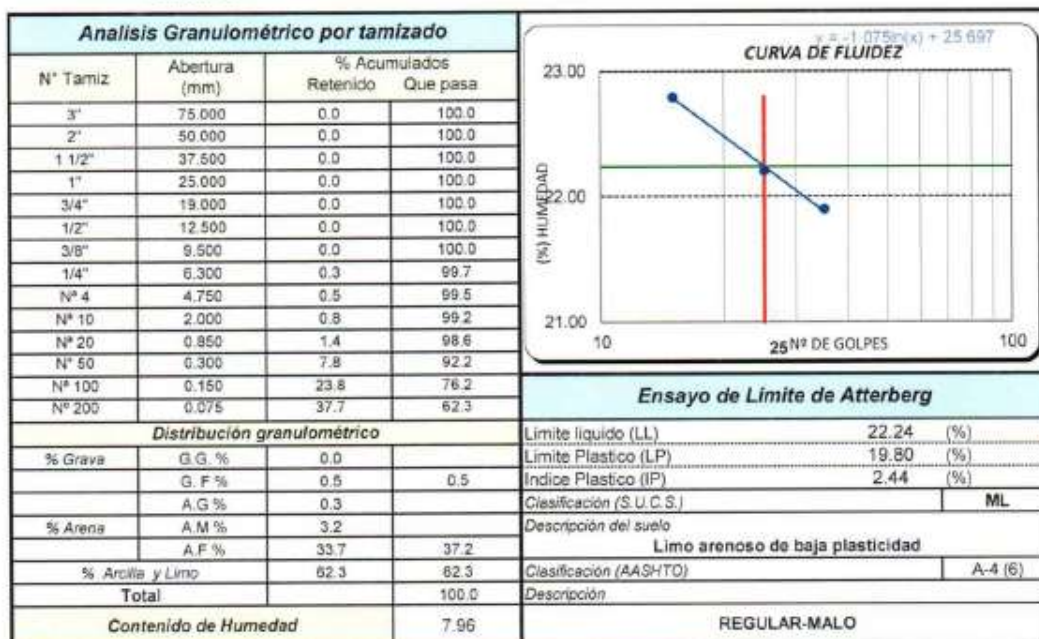
ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESIS : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO : SUELO, Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO, Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS, Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo: 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128: 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata - 2

Muestra: M-2

Profundidad: 0.90m. - 1.60m.



Ricardo J. Obitas Aen.
 TÉCNICO DE LABORATORIO

CALICATA N° 03



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS: : ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRADE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019
 UBICACIÓN : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Calicata C-3
 Tipo de Excavación A CIELO ABIERTO
 COORDENADAS : 648531.925 E - 9283238.705 N **Nivel freático : No se encontro**

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.20	A C I E L O A B I E R T O	M-1		SC	Material de relleno descontrolado de ladrillos y residuos solidos
1.00					Arena Arcillosa Límite líquido : 21.95% Índice plástico : 9.96% Humedad natural : 11.86%
1.60		M-2		CL	Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad Límite líquido : 23.93% Índice plástico : 9.98% Humedad natural : 10.34%

Observaciones:

M = Muestra
 C = Calicata
 S/M = Sin muestra

Rivaldo de la Cruz Henríquez
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josémaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESIS : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

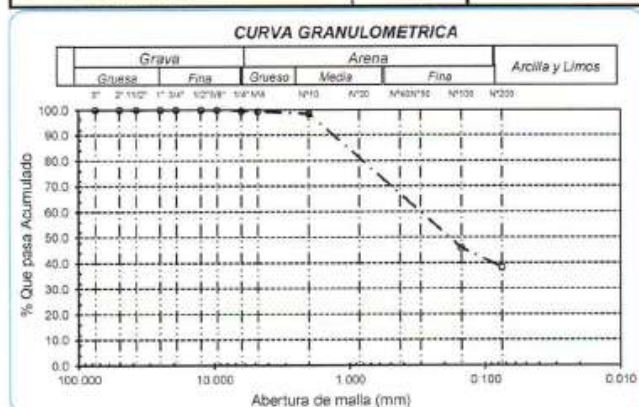
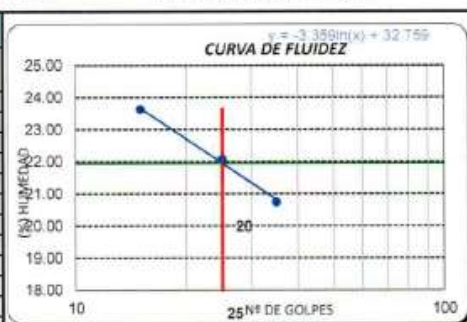
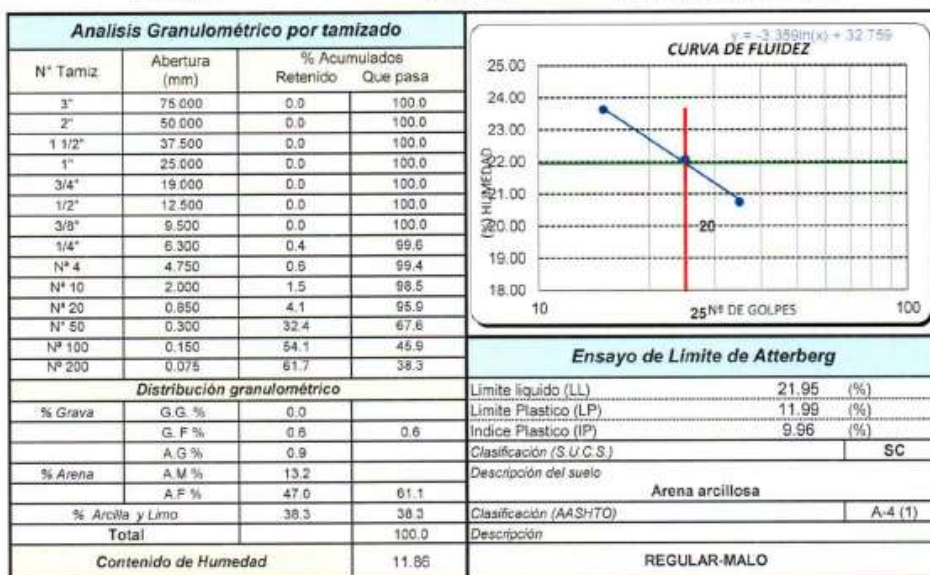
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 3

Muestra: M-1

Profundidad: 0.20m. - 1.00m.



Riudoneyro Jblitas Jentis
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

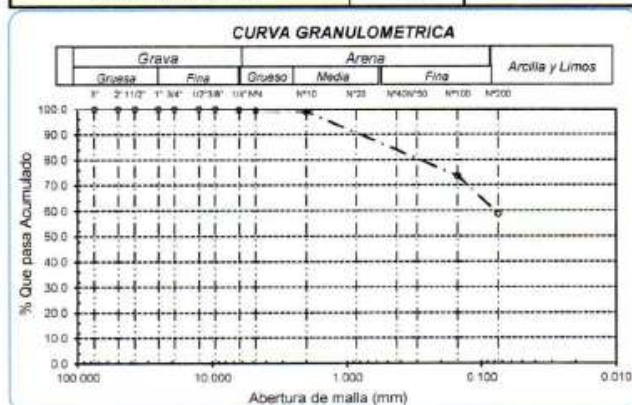
ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESIS : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRADE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127 : 1998

Calicata - 3

Muestra: M-2

Profundidad: 1.00m. - 1.60m.



Rivadeneyra Obdilas Henrí
 TÉCNICO DE LABORATORIO

CALICATA N° 04



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESISTA : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019
 UBICACIÓN : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Calicata : C-1
 Tipo de Excavación : A CIELO ABIERTO
 COORDENADAS : 649028.763 E - 9283143.001 N **Nivel freático : No se encontro**

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Simbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.20	A C I E L O A B I E R T O	M-1		SC-SM	Material de relleno descontrolado de ladrillos y residuos solidos
0.90					Arena Limo Arcillosa Límite líquido : 25.67% Índice plástico : 5.11% Humedad natural : 8.56%
1.50		M-2		ML	Limo Arenoso de Baja Plasticidad Límite líquido : 23.00% Índice plástico : 3.29% Humedad natural : 10.47%

Observaciones:

M = Muestra
 C = Calicata
 S/M = Sin muestra

Rivaldo Alberto Oblitas Henríquez
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855 Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESISISTA : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

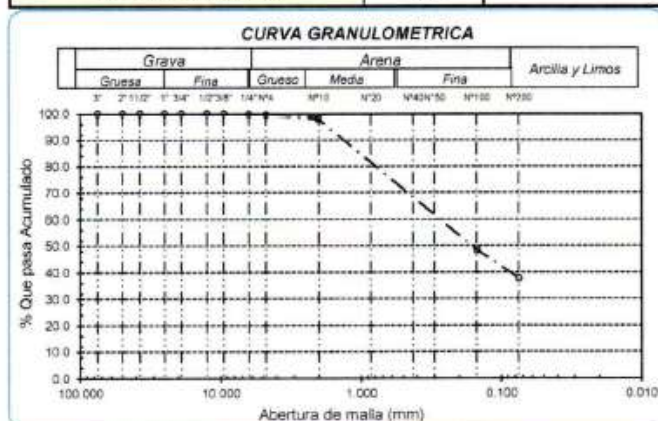
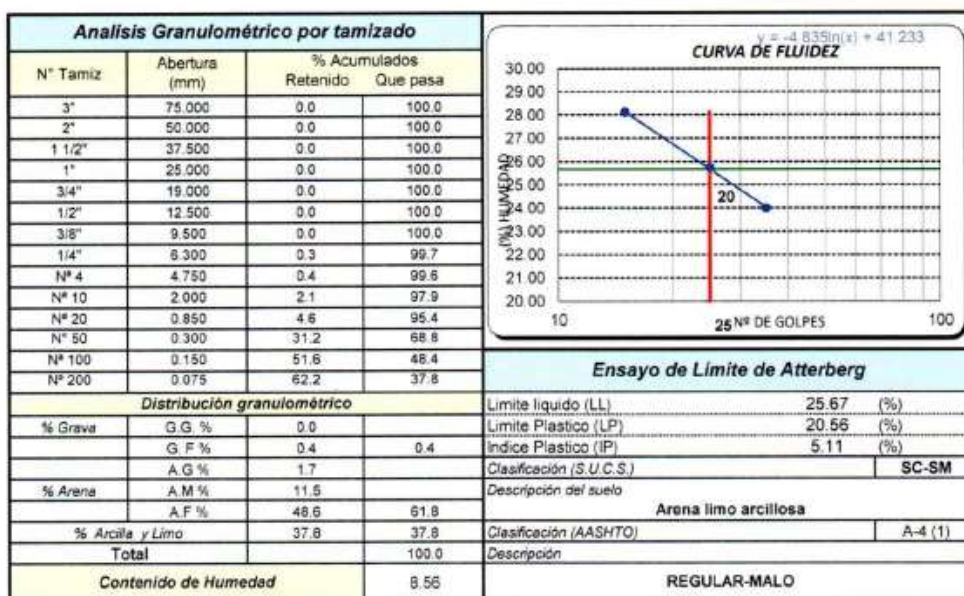
ENSAYO : SUELO Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 - 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 4

Muestra: M-1

Profundidad: 0.20m - 0.90m.



Rivendeyra Obitas Henrí
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Peru

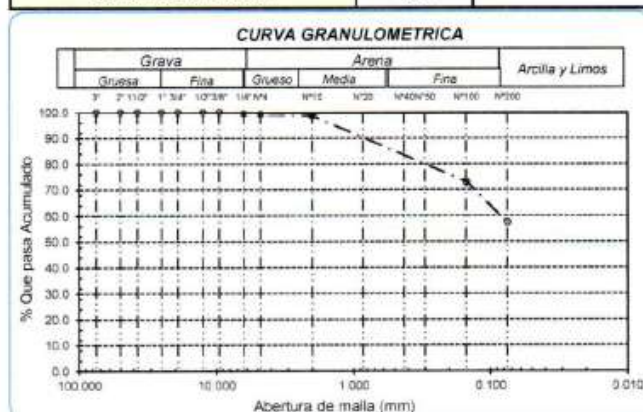
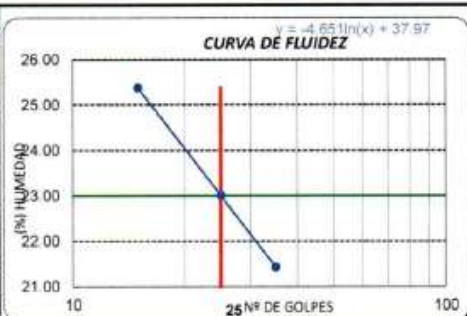
ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESISTA : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 - 1999
 N.T.P. 399.131
 N.T.P. 399.127. 1998

Calicata - 4

Muestra: M-2

Profundidad: 0.90m. - 1.50m.



Rivero
 Rivero Yanina Jblitas Ferris
 TÉCNICO DE LABORATORIO

CALICATA N° 05



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019
 UBICACIÓN : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Calicata : C-1
 Tipo de Excavación : A CIELO ABIERTO
 COORDENADAS : 649625.434 E - 9283053.543 N **Nivel freático : No se encontro**

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.20	A C I E L O A B I E R T O	M-1		SC	Material de relleno descontrolado de ladrillos y residuos solidos
					Arena Arcillosa Límite líquido : 26.79% Índice plástico : 12.97% Humedad natural : 8.48%
1.00				CL-ML	Arcilla Limo Arenoso de Baja Plasticidad Límite líquido : 23.82% Índice plástico : 5.33% Humedad natural : 14.31%
1.60					

Observaciones:

M = Muestra
 C = Calicata
 S/M = Sin muestra

Rivaldo Ayra
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESIS : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRADE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

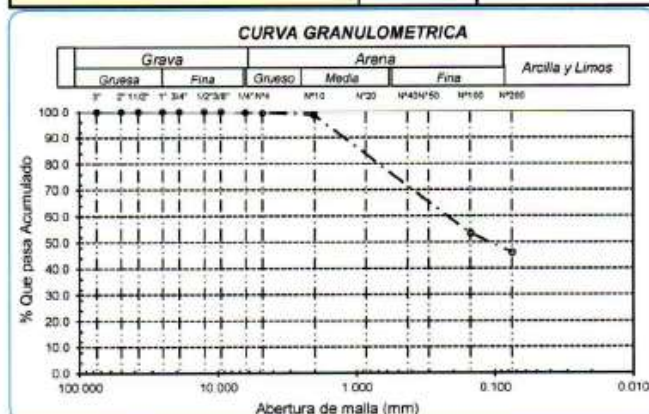
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127. 1998

Calicata - 5

Muestra: M-1

Profundidad: 0.20m. - 1.00m.



Rivendeyra Jblitas Aenti
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855 Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESISTA : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128: 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata - 5

Muestra: M-2

Profundidad: 1.00m. - 1.60m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.5	99.5
N° 4	4.750	0.7	99.3
N° 10	2.000	1.2	98.8
N° 20	0.850	2.0	98.0
N° 50	0.300	9.6	90.4
N° 100	0.150	28.4	71.6
N° 200	0.075	44.5	55.5

Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	0.0	
	G.F. %	0.7	0.7
	A.G. %	0.5	
% Arena	A.M. %	3.8	
	A.F. %	39.5	43.8
% Arcilla y Limo		55.5	55.5
Total		100.0	100.0

Ensayo de Limite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	23.82 (%)
Límite Plástico (LP)	18.49 (%)
Índice Plástico (IP)	5.33 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL-ML
Descripción del suelo	
Arcilla limo arenoso de baja plasticidad	
Clasificación (AASHTO)	A-4 (5)
Descripción	
REGULAR-MALO	

Contenido de Humedad	
	14.31



[Handwritten Signature]
 RIVERA YANINA JOLITAS AENIS
 TÉCNICO DE LABORATORIO

CALICATA N° 06



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS : ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019
 TESIS : GABY YANINA BURGA TAPIA
 UBICACIÓN : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Calicata C-6
 Tipo de Excavación A CIELO ABIERTO
 COORDENADAS : 649410.729 E - 9283012.692 N **Nivel freático : No se encontro**

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad	Tipo de	Muestra	Símbolo	Clasificación	Descripción visual (IN-SITU)
0.0 (m)	Excavación	Nº		SUCS	
0.20	A C I E L O	M-1		CL-ML	Material de relleno descontrolado de ladrillos y residuos solidos
					Arcilla Limo Arenoso de Baja Plasticidad Límite líquido : 19.55% Índice plástico : 6.01% Humedad natural : 8.41%
1.00	A B I E R T O	M-2		ML	Limo Arenoso de Baja Plasticidad Límite líquido : NP Índice plástico : NP Humedad natural : 3.56%
1.60					

Observaciones:

M = Muestra
 C = Calicata
 S/M = Sin muestra

Rivaldo Obliatas Ferris
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESIS : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

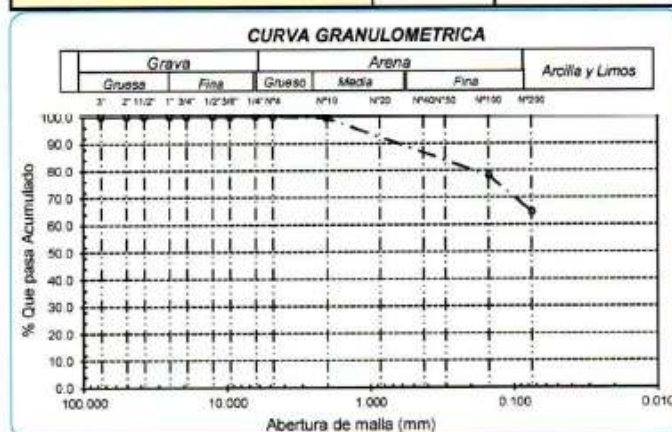
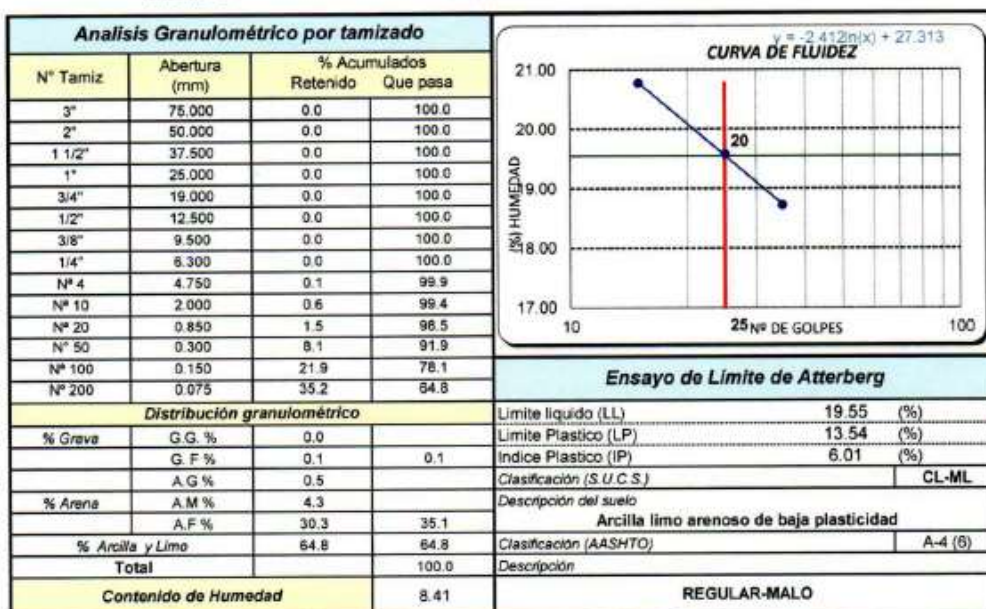
ENSAYO : SUELO Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 6

Muestra: M-1

Profundidad: 0.20m. - 1.00m.



Riviera...
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESIS : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRADE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127: 1998

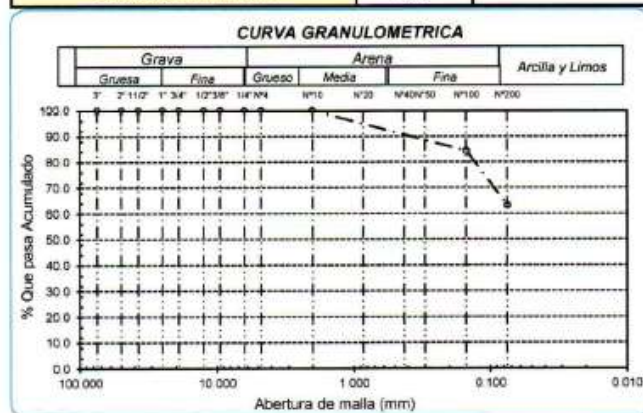
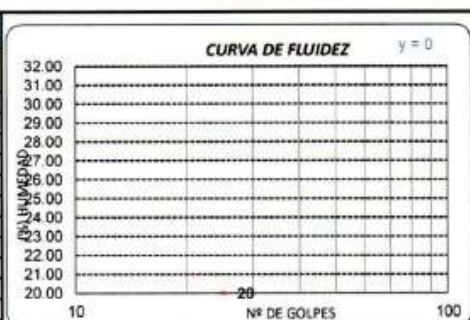
Calicata - 6

Muestra: M-2

Profundidad: 1.00m. - 1.60m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	0.0	100.0
N° 20	0.850	0.1	99.9
N° 50	0.300	5.3	94.7
N° 100	0.150	15.7	84.3
N° 200	0.075	36.8	63.2

Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	0.0	0.0
	G.F. %	0.0	0.0
	A.G. %	0.0	
% Arena	A.M. %	2.2	
	A.F. %	34.6	36.8
% Arcilla y Limo		63.2	63.2
Total		100.0	100.0
Contenido de Humedad		3.56	
Límite líquido (LL)		0.00	(%)
Límite Plástico (LP)		0.00	(%)
Índice Plástico (IP)		0.00	(%)
Clasificación (S.U.C.S.)		ML	
Descripción del suelo			
Limo arenoso de baja plasticidad			
Clasificación (AASHTO)		A-4 (6)	
Descripción			
REGULAR-MALO			



Rivadeneira Oblitas Denis
 TÉCNICO DE LABORATORIO



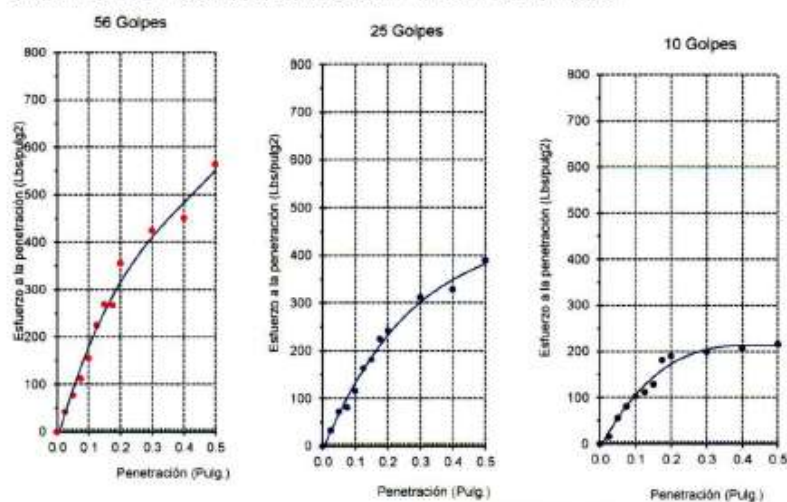
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS : ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019
 Ubicación : ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Cód: N.T.P. 339.145 / ASTM D-1653
 Norm: Método de ensayo de CBR (Relación de Soporta de California) de suelos compactados en el laboratorio / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Muestra : Terreno Natural
 Profundidad : 1,00 a 1,60 m
 Calicata : C-6

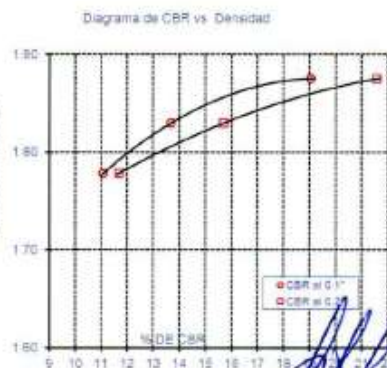
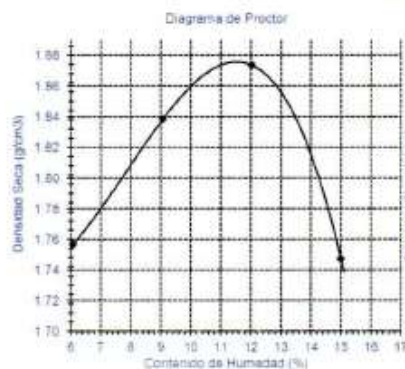
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.875 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	11.6 %

Explicimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	19.1	1.875	15.2	0.1"	100	19.1
02	25	13.7	1.830	23.0	0.1"	99	11.2
03	10	11.1	1.779	25.8	0.2"	100	21.6
					0.2"	95	11.9



Rivadeneira Jélicas Henz
 TÉCNICO DE LABORATORIO

CALICATA N° 07



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS: : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019
 UBICACIÓN : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Calicata C-7
 Tipo de Excavación A CIELO ABIERTO
 COORDENADAS : 648853.000 E - 9283054.000 N **Nivel freático : No se encontro**

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.30	A C I E L O A B I E R T O	M-1		CL	Material de relleno descontrolado de ladrillos y residuos solidos
1.10					Arcilla de Baja Plasticidad con Arena Límite líquido : 21.86% Índice plástico : 14.58% Humedad natural : 8.55%
1.50		M-2		ML	Limo Arenoso de Baja Plasticidad Límite líquido : NP Índice plástico : NP Humedad natural : 7.36%

Observaciones:

M = Muestra
 C = Calicata
 S/M = Sin muestra

Rivaldo Obitias Ferrero
 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESIS : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO : SUELO Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 7

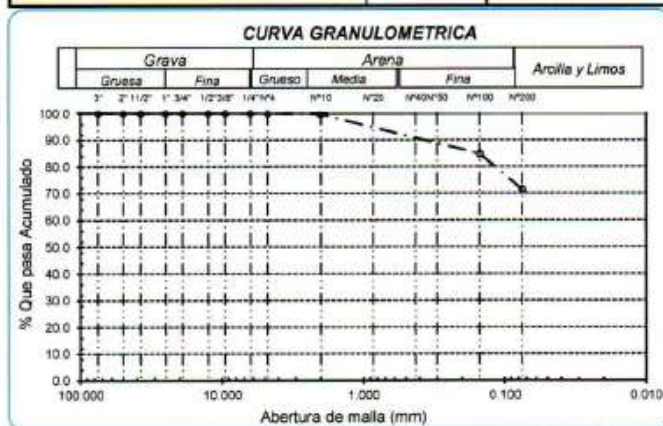
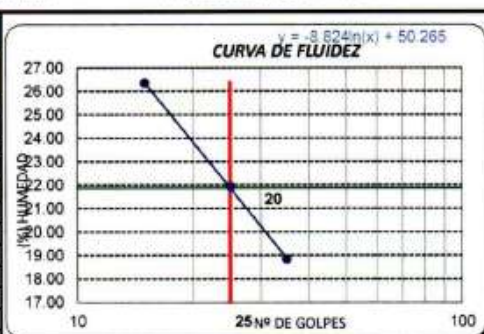
Muestra: M-1

Profundidad: 0.30m. - 1.10m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.1	99.9
N° 10	2.000	0.4	99.6
N° 20	0.850	1.7	98.3
N° 50	0.300	9.5	90.5
N° 100	0.150	15.2	84.8
N° 200	0.075	28.6	71.4

Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	0.0	
	G.F. %	0.1	0.1
	A.G. %	0.3	
% Arena	A.M. %	5.5	
	A.F. %	22.7	28.5
% Arcilla y Limo		71.4	71.4
Total		100.0	
Contenido de Humedad		8.55	

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	21.86 (%)
Límite Plástico (LP)	7.28 (%)
Índice Plástico (IP)	14.58 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	
Arcilla de baja plasticidad con arena	
Clasificación (AASHTO)	A-6 (9)
Descripción	
MALO	



Rivendreyro Jblatas Denis
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESIS : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127: 1998

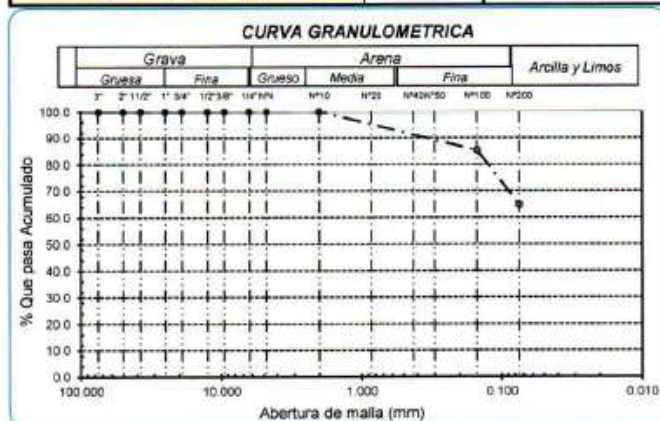
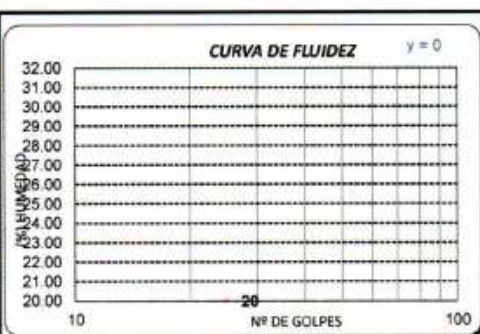
Calicata - 7

Muestra: M-2

Profundidad: 1.10m. - 1.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	0.0	100.0
N° 20	0.850	0.0	100.0
N° 50	0.300	5.9	94.1
N° 100	0.150	14.7	85.3
N° 200	0.075	35.1	64.9

Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	0.0	
	G.F. %	0.0	0.0
	A.G. %	0.0	
% Arena	A.M. %	2.1	
	A.F. %	33.0	35.1
% Arcilla y Limo		64.9	64.9
Total		100.0	
Contenido de Humedad		7.36	
Límite líquido (LL)		0.00 (%)	
Límite Plástico (LP)		0.00 (%)	
Índice Plástico (IP)		0.00 (%)	
Clasificación (S.U.C.S.)		ML	
Descripción del suelo		Limo arenoso de baja plasticidad	
Clasificación (AASHTO)		A-4 (6)	
Descripción		REGULAR-MALO	



Rivadeneyra Jolitas Jenny
 TÉCNICO DE LABORATORIO

CALICATA N° 08



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS: : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019
 UBICACIÓN : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Calicata C-8
 Tipo de Excavación A CIELO ABIERTO
 COORDENADAS : 648718.985 E - 9283012.692 N **Nivel freático : No se encontro**

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad	Tipo de	Muestra	Símbolo	Clasificación	Descripción visual (IN-SITU)
0.0 (m)	Excavación	Nº		SUCS	
0.30	A C I E L O A B I E R T O	M-1		CL	Material de relleno descontrolado de ladrillos y residuos solidos
1.10					Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad Límite líquido : 24.12% Índice plástico : 9.08% Humedad natural : 4.77%
1.60		M-2		ML	Limo Arenoso de Baja Plasticidad Límite líquido : NP Índice plástico : NP Humedad natural : 8.36%

Observaciones:

M = Muestra
 C = Calicata
 S/M = Sin muestra

Rivaldo J. Obitas Henr.
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESISISTA : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

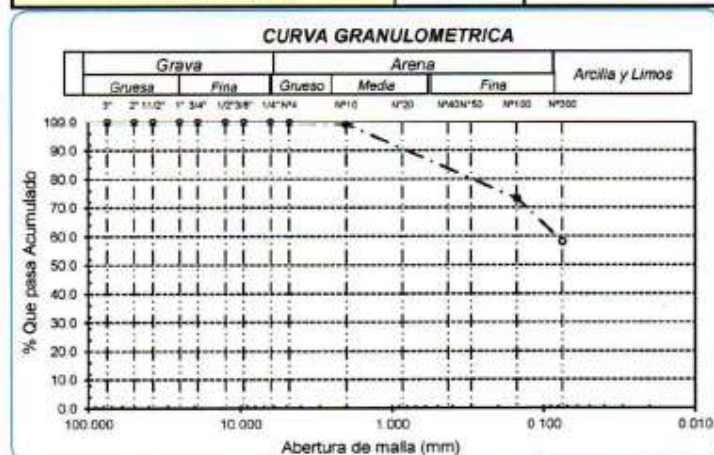
ENSAYO : SUELO Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 8

Muestra: M-1

Profundidad: 0.30m. - 1.10m.



Rivadeneira Jblitas Deni
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESIS : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRADE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO : SUELO Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 8

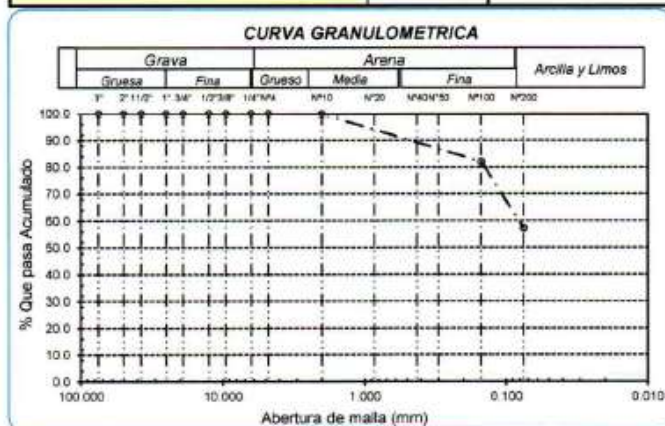
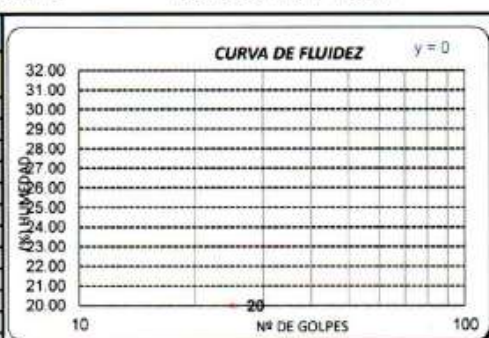
Muestra: M-2

Profundidad: 1.10m. - 1.60m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	0.1	99.9
N° 20	0.850	0.2	99.8
N° 50	0.300	6.7	93.3
N° 100	0.150	18.1	81.9
N° 200	0.075	42.8	57.2

Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	0.0	
	G.F. %	0.0	0.0
	A.G. %	0.1	
% Arena	A.M. %	2.7	
	A.F. %	40.0	42.8
% Arcilla y Limo		57.2	57.2
Total		100.0	100.0
Contenido de Humedad		8.36	

CURVA DE FLUIDEZ	
límite líquido (LL)	0.00 (%)
límite plástico (LP)	0.00 (%)
Índice Plástico (IP)	0.00 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	ML
Descripción del suelo	
Limo arenoso de baja plasticidad	
Clasificación (AASHTO)	A-4 (5)
Descripción	
REGULAR-MALO	



Rivando Ayta Oblitas Ferris
 TÉCNICO DE LABORATORIO

CALICATA N° 09



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESISTA : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019
 UBICACIÓN : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Calicata : C-9
 Tipo de Excavación : A CIELO ABIERTO
 COORDENADAS : 648933.888 E - 9282620.545 N Nivel freático : No se encontro

RÉGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.0 (m)	A C I E L O A B I E R T O	M-1		CL-ML	Material de relleno descontrolado de ladrillos y residuos solidos
0.30					Arcilla Limo Arenoso de Baja Plasticidad Límite líquido : 23.51% Índice plástico : 5.95% Humedad natural : 5.75%
1.20		M-2		ML	Limo Arenoso de Baja Plasticidad Límite líquido : NP Índice plástico : NP Humedad natural : 8.07%
1.70					

Observaciones:

M = Muestra
 C = Calicata
 S/M = Sin muestra

Rivaldo J. Rojas Henrí
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESISTA : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

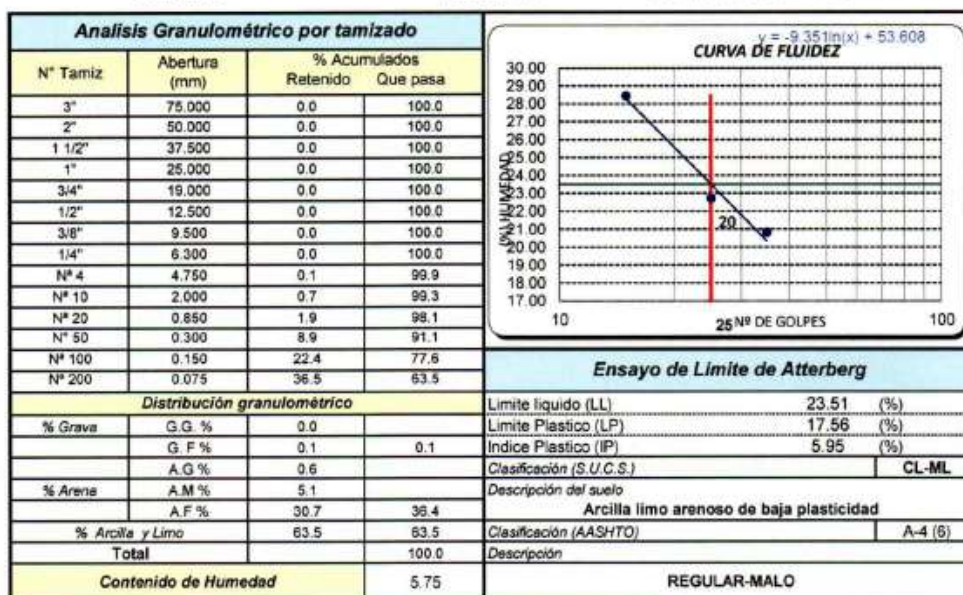
ENSAYO : SUELO Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata - 9

Muestra: M-1

Profundidad: 0.30m. - 1.20m.



Rivindreyra Jbilitas Henz
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855 Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESISTA : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.126 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 9

Muestra: M-2

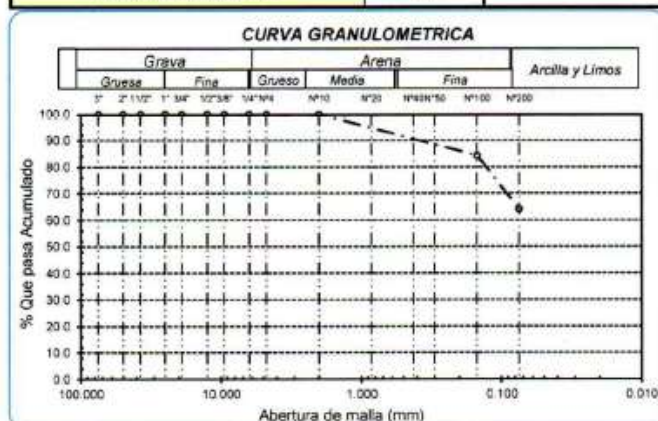
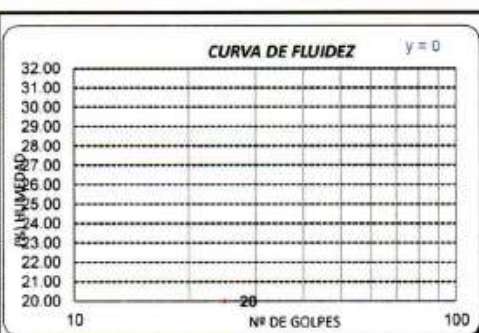
Profundidad: 1.20m. - 1.70m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	0.1	99.9
N° 20	0.850	0.5	99.5
N° 50	0.300	4.8	95.2
N° 100	0.150	15.7	84.3
N° 200	0.075	35.8	64.2

Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	0.0	
	G.F. %	0.0	0.0
	A.G. %	0.1	
% Arena	A.M. %	1.9	
	A.F. %	33.8	35.8
% Arcilla y Limo		64.2	
Total		100.0	

Ensayo de Limite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	0.00 (%)
Límite Plástico (LP)	0.00 (%)
Índice Plástico (IP)	0.00 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	ML
Descripción del suelo	Limo arenoso de baja plasticidad
Clasificación (AASHTO)	A-4 (6)
Descripción	REGULAR-MALO

Contenido de Humedad	
	8.07



Rivadeneyra Obitas Denis
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

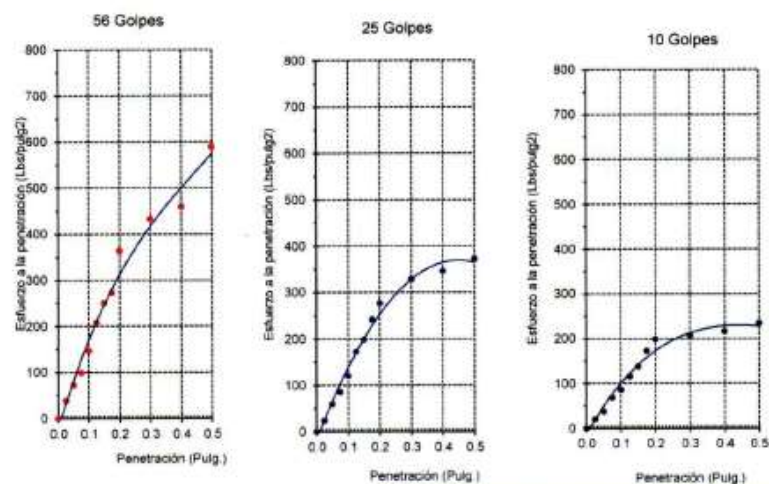
(Pág. 01 de 01)

ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESISISTAS : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019
 Ubicación : ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Codi : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Nom : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Muestra : Terreno Natural
 Profundidad : 1,20 a 1,70 m
 Calicata : C-9

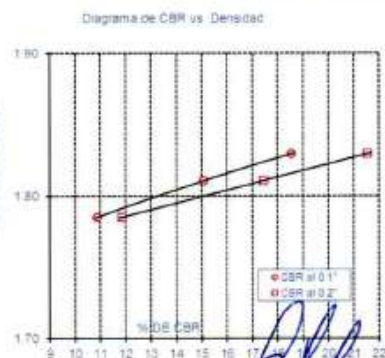
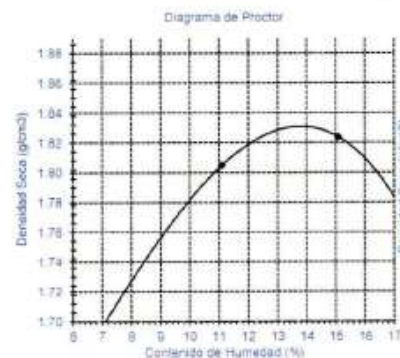
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.830 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.8 %

Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg.)	% de MDS	CBR (%)
01	56	18.6	1.830	18.0	0.1"	100	18.6
02	25	15.1	1.811	22.5	0.1"	95	10.9
03	10	10.9	1.785	24.7	0.2"	100	21.7
					0.2"	95	11.9



Rivendeyro Delitas Henz
TÉCNICO DE LABORATORIO

CALICATA N° 10



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESISTA : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019
 UBICACIÓN : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Calicata : C-10
 Tipo de Excavación : A CIELO ABIERTO
 COORDENADAS : 649092.976 E- 9282863.906 N **Nivel freático : No se encontro**

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.0 (m)					
0.30	A C I E L O A B I E R T O	M-1		SC-SM	Material de Afirmado
					Arena Limo Arcillosa
					Límite líquido : 20.36%
					Índice plástico : 5.22%
					Humedad natural : 7.98%
1.60					

Observaciones:

M = Muestra
 C = Calicata
 S/M = Sin muestra

Rivedeysa Oblitas Henríquez
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESIS : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.126 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127 : 1998

Calicata - 10

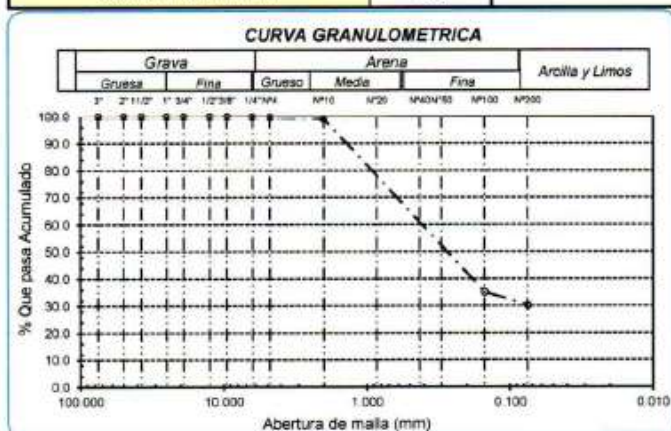
Muestra: M-1

Profundidad: 0.30m. - 1.60m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.1	99.9
N° 4	4.750	0.3	99.7
N° 10	2.000	0.8	99.2
N° 20	0.850	3.1	96.9
N° 50	0.300	38.9	61.1
N° 100	0.150	64.9	35.1
N° 200	0.075	69.8	30.2

Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	0.0	0.0
	G.F. %	0.3	0.3
	A.G. %	0.5	
% Arena	A.M. %	17.5	
	A.F. %	51.5	69.5
% Arcilla y Limo		30.2	30.2
Total			100.0
Contenido de Humedad			7.98

Ensayo de Limite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	20.36 (%)
Límite Plástico (LP)	15.14 (%)
Índice Plástico (IP)	5.22 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SC-SM
Descripción del suelo	
Arena limo arcillosa	
Clasificación (AASHTO)	A-2-4 (0)
Descripción	
BUENO	



Rivendreyro Jobitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

CALICATA N° 11



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS: : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019
 UBICACIÓN : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Calicata C-11
 Tipo de Excavación A CIELO ABIERTO
 COORDENADAS :648857.590 E - 9283364.461 N **Nivel freático : No se encontro**

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.20	A C I E L O A B I E R T O	M-1		SC-SM	Material de relleno descontrolado de ladrillos y residuos solidos
					Arena Limo Arcillosa
					Límite líquido : 23.17%
					Índice plástico : 5.62%
					Humedad natural : 8.34%
1.50					

Observaciones:

M = Muestra
 C = Calicata
 S/M = Sin muestra

Rivaldo J. J. J. J. J.
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESIS : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

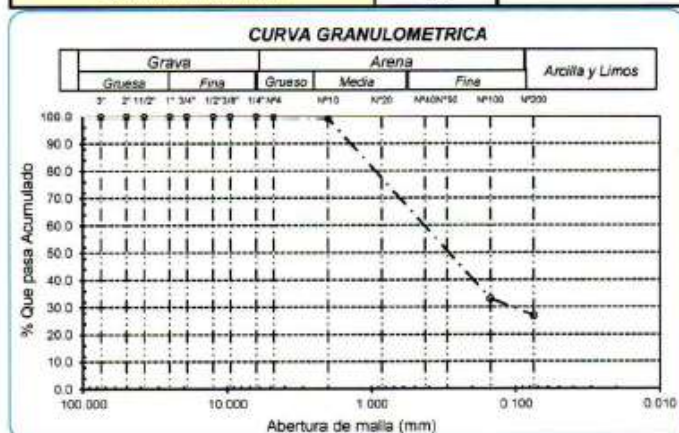
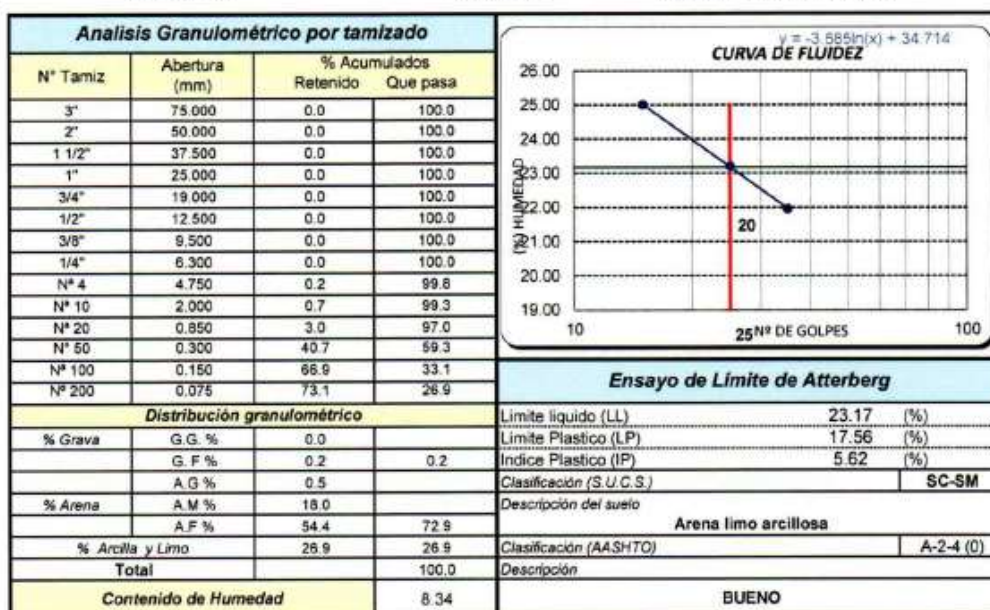
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1996
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 11

Muestra: M-1

Profundidad: 0.20m. - 1.50m.



Rivadeneiro Obitias Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

CALICATA N° 12



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS: : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019
 UBICACIÓN : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Calicata C-12
 Tipo de Excavación A CIELO ABIERTO
 COORDENADAS : 648963.572 E - 9283683.554 N **Nivel freático : No se encontro**

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.0 (m)					
0.30	A C I E L O A B I E R T O	M-1		SC	Material de relleno residuos de construcción
					Arena Arcillosa
					Límite líquido : 24.82%
					Índice plástico : 16.09%
					Humedad natural : 7.41%
1.60					

Observaciones:

M = Muestra
 C = Calicata
 S/M = Sin muestra

Rivaldo José Abitas Henríquez
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESISTA : GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRADE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 ENSAYO : SUELO Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 12

Muestra: M-1

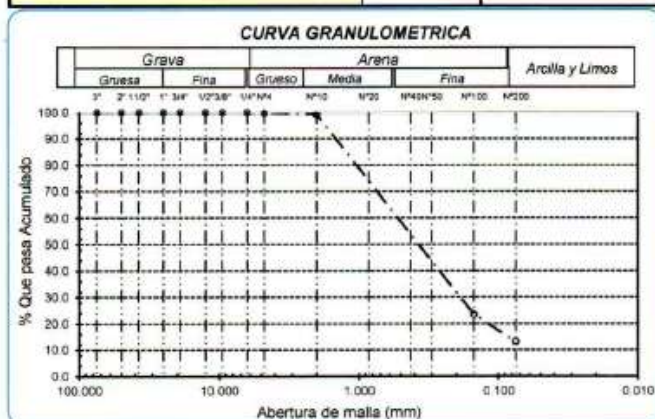
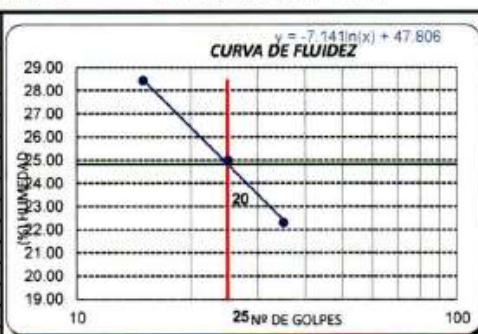
Profundidad: 0.30m. - 1.60m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.3	99.7
N° 10	2.000	0.6	99.2
N° 20	0.850	3.3	96.7
N° 50	0.300	46.4	53.6
N° 100	0.150	76.6	23.4
N° 200	0.075	86.9	13.1

Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %		
	G.F. %	0.3	0.3
	A.G. %	0.5	
% Arena	A.M. %	19.7	
	A.F. %	86.4	86.6
% Arcilla y Limo		13.1	13.1
Total		100.0	

Ensayo de Limite de Atterberg	
Limite líquido (LL)	24.82 (%)
Limite Plástico (LP)	8.73 (%)
Índice Plástico (IP)	16.09 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SC
Descripción del suelo	Arena arcillosa
Clasificación (AASHTO)	A-2-6 (0)
Descripción	REGULAR

Contenido de Humedad	
	7.41



Rivadeneira Oblitás Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESISISTAS : GABY YANINA BURGA TAPIA

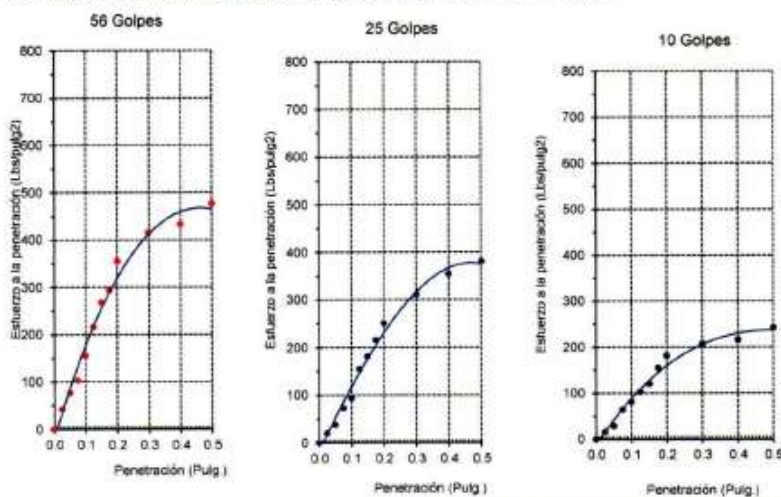
TESIS : ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRADE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019

Ubicación : ZONA URBANA DE BATANGRADE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Cód: N.T.P. 339.145 / ASTM D-1983
 Norm: Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra Muestra : Terreno Natural
 Profundidad : 1,30 a 1,60 m
 Calicata : C-12

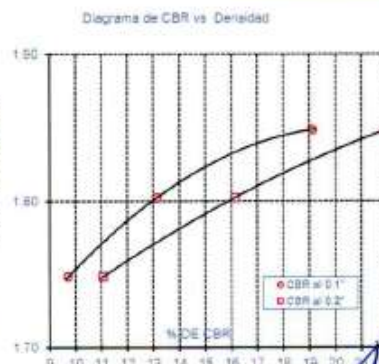
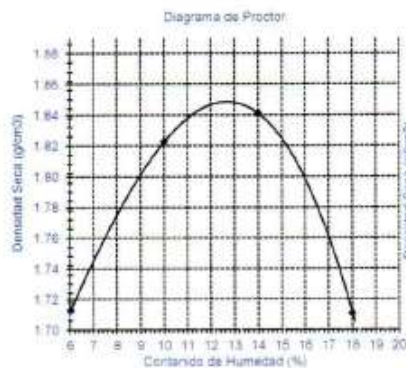
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.849 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.6 %

Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg.)	% de MDE	CBR (%)
01	56	19.1	1.849	16.0	0.1"	100	19.2
02	25	13.1	1.802	22.5	0.1"	95	10.2
03	10	9.7	1.749	24.7	0.2"	100	22.0
					0.2"	95	11.8



Rivadeneira Jblitas Arco
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y
 PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo.

REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854

Tesista : GABY YANINA BURGA TAPIA
 Tesis : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Ubicación : ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

<u>Calicata</u> : C-2	
<u>Muestra</u> : M-2	
<u>Profundidad</u> : 0.90 - 1.60 m.	
Peso específico relativo de sólidos (G_s)	g/cm ³ 2.361

<u>Calicata</u> : C-5	
<u>Muestra</u> : M-2	
<u>Profundidad</u> : 1.00 - 1.60 m.	
Peso específico relativo de sólidos (G_s)	g/cm ³ 2.334

<u>Calicata</u> : C-8	
<u>Muestra</u> : M-2	
<u>Profundidad</u> : 1.10 - 1.60 m.	
Peso específico relativo de sólidos (G_s)	g/cm ³ 2.347

<u>Calicata</u> : C-10	
<u>Muestra</u> : M-1	
<u>Profundidad</u> : 0.30 - 1.70 m.	
Peso específico relativo de sólidos (G_s)	g/cm ³ 2.381

<u>Calicata</u> : C-12	
<u>Muestra</u> : M-1	
<u>Profundidad</u> : 0.30 - 1.60 m.	
Peso específico relativo de sólidos (G_s)	g/cm ³ 2.370

Ryudeneyra Jbilitas Henr.
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y
 PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS: : ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE
 PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE
 PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE
 LAMBAYEQUE, 2019
 UBICACIÓN : ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA
 DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO : Peso Volumétrico de Suelos Cohesivos
REFERENCIA : NTP-339.139 / BS-1377

Calicata : C-2
 Muestra : M-2
 Profundidad : 0.90 - 1.6

Peso volumétrico húmedo	g/cm ³	1.485
-------------------------	-------------------	-------

Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.361
-----------------------	-------------------	-------

Calicata : C-5
 Muestra : M-2
 Profundidad : 1.00 - 1.60

Peso volumétrico húmedo	g/cm ³	1.486
-------------------------	-------------------	-------

Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.324
-----------------------	-------------------	-------

Calicata : C-8
 Muestra : M-2
 Profundidad : 1.10 - 1.60

Peso volumétrico húmedo	g/cm ³	1.444
-------------------------	-------------------	-------

Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.307
-----------------------	-------------------	-------

Calicata : C-10
 Muestra : M-1
 Profundidad : 0.30 - 1.70

Peso volumétrico húmedo	g/cm ³	1.626
-------------------------	-------------------	-------

Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.428
-----------------------	-------------------	-------

Calicata : C-12
 Muestra : M-1
 Profundidad : 0.30 - 1.60

Peso volumétrico húmedo	g/cm ³	1.562
-------------------------	-------------------	-------

Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.418
-----------------------	-------------------	-------

Rina Deneyra Jilinas Aenu,
 TÉCNICO DE LABORATORIO

AFIRMADO



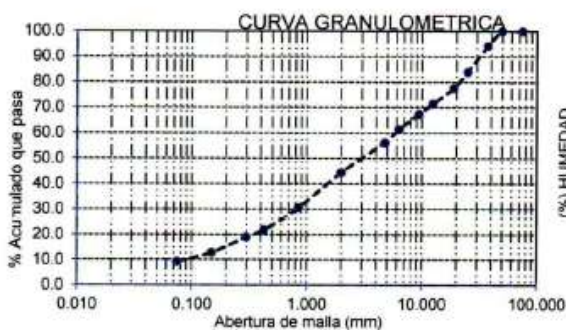
Escuela : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 Tesista : GABY YANINA BURGA TAPIA
 Proyecto : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRADE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Lugar : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318
 ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para Determinar el contenido de humedad de un suelo
 REFERENCIA : N.T.P. 339.127

Cantera : Tres Tomas

Muestra : Afirmado

Mallas		% Acumulado		Distribución granulométrica		
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa			
3"	75.00	0.0	100.0	% Grava	G.G. %	22.4
2"	50.00	0.0	100.0		G.F. %	21.4
1 1/2"	37.50	5.9	94.1		A.G. %	11.8
1"	25.00	16.0	84.0	% Arena	A.M. %	22.7
3/4"	19.00	22.4	77.6		A.F. %	12.5
1/2"	12.50	28.5	71.5	% Arcilla y Limo		9.2
3/8"	9.50	32.6	67.4		Total	100.0
1/4"	6.30	38.6	61.4	Límite líquido	%	25.9
Nº4	4.75	43.8	56.2	Límite plástico	%	18.6
Nº10	2.00	55.6	44.4	Índice de plasticidad	%	7.3
Nº20	0.850	69.4	30.6	Clasificación SUCS		SW-SC
Nº40	0.425	78.3	21.7	Clasificación AASHTO		A-1-a (0)
Nº50	0.300	81.0	19.0	Denominación :		
Nº100	0.150	87.1	12.9	Arena bien graduada con arcilla y grava		
Nº200	0.075	90.8	9.2	Contenido de Humedad		4.40%



[Handwritten Signature]
 RIVADENEIRO J. BLITAS DENIZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

SUELOS. EQUIVALENTE DE ARENA, SUELOS Y AGREGADOS FINOS
MTC E 114-2000

ESCUELA: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA : GABY YANINA BURGA TAPIA
TESIS : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"

UBICACIÓN : BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

MUESTRA : AFIRMADO
CANTERA : Tres Tomas

$$\text{Equivalente de arena(EA)} = \frac{\text{Lectura de la Arena}}{\text{Lectura de la Arcilla}} \times 100$$

N° De Ensayo	Lectura de la arena	lectura de la arcilla	EA
Probeta 01	2.8	7.6	36.8
Probeta 02	2.9	8.1	35.8
Probeta 03	2.9	8.2	35.4
Promedio de EA			36.00

Equivalente de arena(EA) % 37


 RIVARDEYRA JHONAS JENNY
 TÉCNICO DE LABORATORIO

TAMICES		% QUE PASA	SUB BASE GRANULAR			
(Pul)	(mm)		A	B	C	D
3"	75.000	100.0				
2"	50.000	100.0	100 - 100	100 - 100		
1 1/2"	37.500	94.1	-	-		
1"	25.000	84.0	-	75 - 95	100 - 100	100 - 100
3/4"	19.000	77.6	-	-	-	-
1/2"	12.500	71.5	-	-	-	-
3/8"	9.500	67.4	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
1/4"	6.300	61.4	-	-	-	-
Nº4	4.750	56.2	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
Nº10	2.000	44.4	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
Nº20	0.850	30.6	-	-	-	-
Nº40	0.425	21.7	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
Nº50	0.300	19.0	-	-	-	-
Nº100	0.150	12.9	-	-	-	-
Nº200	0.075	9.2	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15
CONDICIÓN			NO	NO	SI	SI

ENSAYOS	CANTERA	PARAMETRO	CONDICIÓN
Abrasión Los Ángeles (%)	34.4	50 Máx.	SI
Límite Líquido (%)	25.9	25 Máx.	NO
Índice de Plasticidad (%) < 3.000 msnm	7.3	6 Máx.	NO
Índice de Plasticidad (%) ≥ 3.000 msnm	7.3	4 Máx.	NO
Equivalente de Arena (%) < 3.000 msnm	22.1	25 Mín.	NO
Equivalente de Arena (%) ≥ 3.000 msnm	22.1	35 Mín.	NO
CBR 0.1" (100%)	76.64	40 Mín.	SI
Sales Solubles Totales (%)	0.6	1 Máx.	SI
Pertículas Chatas y Alargadas (%)	10.8	20 Máx.	SI

EE: Ejes Equivalentes / msnm: Metros sobre nivel del mar.

[Firma]
 RIVERA DE J. G. J. G.
 TÉCNICO DE LABORATORIO

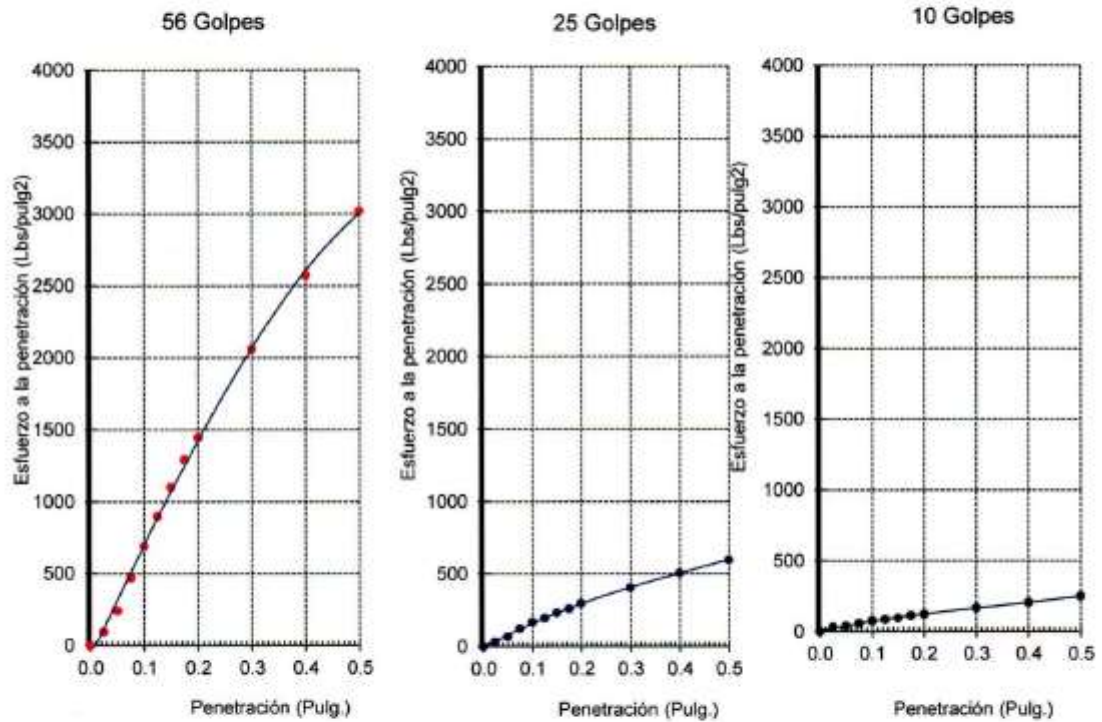
Escuela : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 Tesista : GABY YANINA BURGA TAPIA
 Proyecto : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Lugar : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1583
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio / Diagrama de penetración



Identificación de la muestra Calicata : Tres Tomas
 Muestra : Afirmado

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



[Handwritten signature]
 Ruvilberto Obllitas de la Cruz
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Escuela : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 Tesista : GABY YANINA BURGA TAPIA
 Proyecto : "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 Lugar : DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

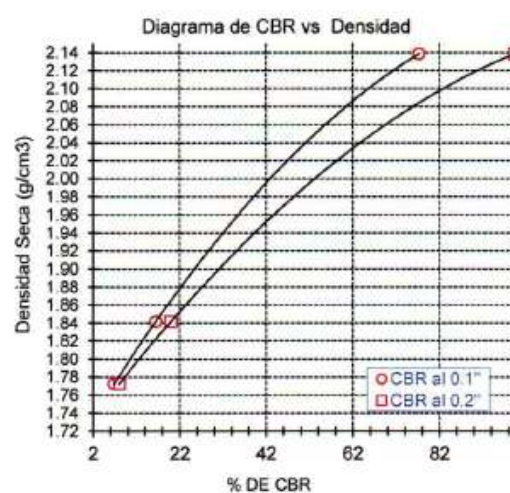
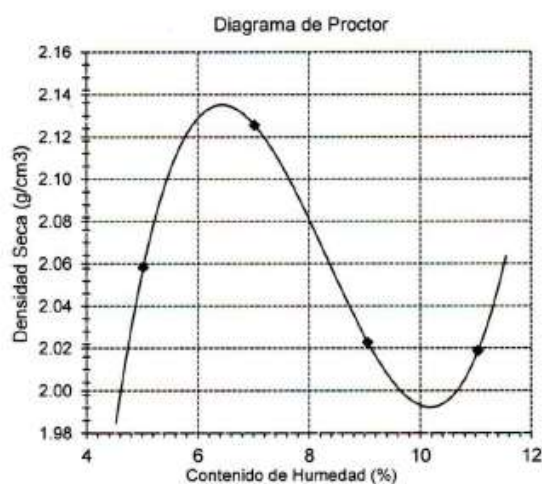
Identificación de la muestra

Calicata : Tres Tomas
 Muestra : Afirmado

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	2.135 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	6.5 %

N°	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	77.3	2.139	0.4	0.1"	100	76.6
02	25	16.5	1.842	1.0	0.1"	95	42.6
03	10	6.9	1.773	1.3	0.2"	100	98.5
					0.2"	95	52.3



Rivadeneyra Obitas Henrí
 TÉCNICO DE LABORATORIO

TAMICES		% QUE PASA	BASE GRANULAR			
(Pul)	(mm)		A	B	C	D
3"	75.000	100.0				
2"	50.000	100.0	100 - 100	100 - 100		
1 1/2"	37.500	94.1	-	-		
1"	25.000	84.0	-	75 - 95	100 - 100	100 - 100
3/4"	19.000	77.6	-	-	-	-
1/2"	12.500	71.5	-	-	-	-
3/8"	9.500	67.4	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
1/4"	6.300	61.4	-	-	-	-
Nº4	4.750	56.2	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
Nº10	2.000	44.4	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
Nº20	0.850	30.6	-	-	-	-
Nº40	0.425	21.7	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
Nº50	0.300	19.0	-	-	-	-
Nº100	0.150	12.9	-	-	-	-
Nº200	0.075	9.2	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15
CONDICIÓN			NO	NO	SI	SI

ENSAYOS	CANTERA	PARAMETRO	CONDICIÓN
Abrasión Los Angeles (%)	34.4	40 Máx.	SI
Índice de Plasticidad (%) < 3.000 msnm	7.3	4 Máx.	NO
Índice de Plasticidad (%) ≥ 3.000 msnm	7.3	2 Máx.	NO
Equivalente de Arena (%) < 3.000 msnm	22.1	25 Mín.	NO
Equivalente de Arena (%) ≥ 3.000 msnm	22.1	35 Mín.	NO
CBR 0.1" (100%) EE < 10 ^Λ	7.3	80 Mín.	NO
CBR 0.1" (100%) EE ≥ 10 ^Λ	76.6	100 Mín.	NO
Sales Solubles Totales (%)	0.6	0.5 Máx.	NO
Peticulas Chatas y Alargadas (%)	10.8	15 Máx.	SI

EE: Ejes Equivalentes / msnm: Metros sobre nivel del mar.

[Firma]
 Rubén Alejandro Jbilitas de la Cruz
 INGENIERO DE LABORATORIO

AGREGADO

FINO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA GABY YANINA BURGA TAPIA

TESIS
 "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2018"

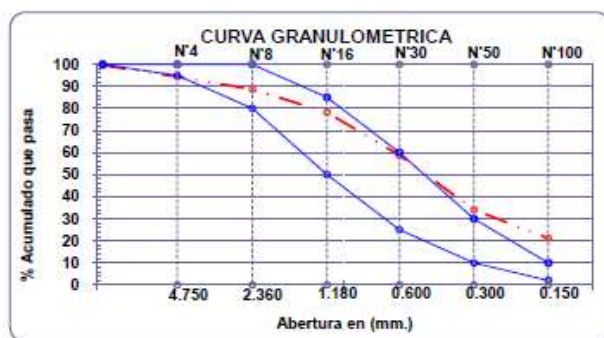
UBICACIÓN DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Cantera : Pitipo

Muestra : Arena Gruesa

Peso Hum 500.0
 P. Inicial S 493.0 % De Humedad 1.42

Malla		(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Que Pasa		
1/2"	12.700	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0.4	0.4	99.6	100	100
Nº 04	4.750	5.3	5.7	94.3	95	100
Nº 08	2.360	5.7	11.4	88.6	80	100
Nº 16	1.180	10.4	21.8	78.2	50	85
Nº 30	0.600	19.4	41.2	58.8	25	60
Nº 50	0.300	24.8	65.9	34.1	10	30
Nº 100	0.150	13.0	78.9	21.1	2	10
Fondo		21.1	100.0	0.0		
Módulo de Fineza			2.248			



[Firma manuscrita]
 RIVADENEIRO JOLITAS JENI
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS: GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS: "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 UBICACIÓN: DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 ENSAYO: : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N° 200) por lavado en agregados
 REFERENCIA: : NORMA NTP 400.018 / ASTM C-117

Resultados de ensayo	
<i>Muestra</i>	: Arena Gruesa
<i>Cantera</i>	: Pitipo
<i>Muestra</i>	: M 1
Material más fino que la malla (N° 200) por vía húmeda	% 1.20


 RIVADENEIRO JOLITAS JENI
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESISTA: GABY YANINA BURGA TAPIA

TESIS: "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"

UBICACIÓN: DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO : AGREGADO. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado

REFERENCIA : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra	: Arena		
Cantera	: Pitipo		
- Peso unitario suelto húmedo		Kg/m ³	1667
- Peso unitario compactado húmedo		Kg/m ³	1896

[Handwritten Signature]
 RIVARDO J. J. J. J.
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS: GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS: "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 UBICACIÓN: DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : NTP 400.022

<p><u>Cantera</u> : Pitipo <u>Muestra</u> : Arena Gruesa</p>		
A.- PESO ESPECIFICO DE LA ARENA.	g/cm ³	2.553
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S.	g/cm ³	2.581
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	g/cm ³	2.628
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	%	1.11


 RIVADENEYIA J. J. J.
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESISTA GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 UBICACIÓN DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

REFERENCIA : NTP 339.152 / USBR E - 8

<u>Cantera</u> : Pitipo		
<u>Muestra</u> : Arena Gruesa		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	2000
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.20

Rivandeneiro J. J. J.
 TÉCNICO DE LABORATORIO

AGREGADO

GRUESO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESISISTA: GABY YANINA BURGA TAPIA

TESIS: "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRADE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"

UBICACIÓN: DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Ensayo RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 1/2") POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES

Referencia Norma MTC E 207 / ASTM C-131

Cantera : Tres Tomas

I.- Granulometría global

Mallas Pasa	Retiene	Peso retenido	% retenido	Método A
1 1/2"	1"	105.5	0.9	0.0
1"	3/4"	2890.0	24.6	1500.0
3/4"	1/2"	4956.0	42.2	2000.0
1/2"	3/8"	3780.0	32.2	1500.0
Total		11731.5	100.0	5000

II.- Ensayo de Abrasión

- Peso inicial antes del ensayo	5000.0
- Peso final después de las 200 revoluciones	4385.9
- Peso final después de las 500 revoluciones	3785.0

III.- Cálculos

- % de desgaste por abrasión	24.3
- % de uniformidad	0.5

OBSERVACIONES :

NOTA :

- Método de ensayo a usar: Gradación "A", Nº de esferas : 12, Revoluciones : total 500

[Firma manuscrita]
 RIVADENEYRA J. J. J. J.
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y
 PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA GABY YANINA BURGA TAPIA

TESIS "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"

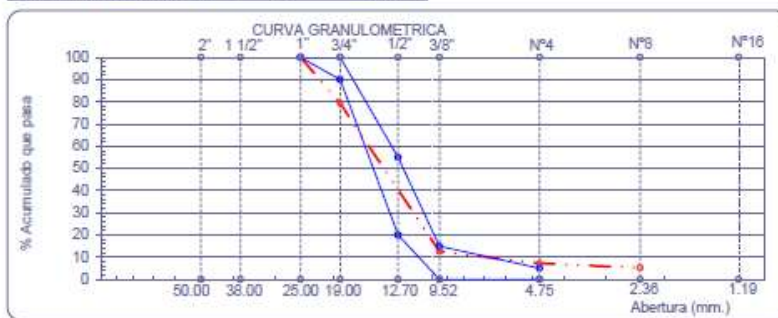
UBICACIÓN DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Cantera : Tres Tomas

Muestra : Piedra Chancada 1/2

Peso Hum. : 4120 **Peso Seco** : 4102 **% =** 0.44

Malla	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.
Pulg. (mm.)	Ret.	Ret.	Que Pasa
2"	50.00	0.0	100.0
1 1/2"	38.00	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	20.7	79.3
1/2"	12.70	46.0	33.3
3/8"	9.52	20.7	12.6
Nº 04	4.75	5.4	7.2
Nº 08	2.36	2.0	5.2
Nº 16	1.19	0.3	4.9
Fondo		4.9	0.0
Tamaño Maximo	1"	25.00	
Tamaño Maximo Nominal	3/4"	19.00	



[Handwritten Signature]
 RIVADENEYRA J. J. J.
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESISTA: IVAN YAIR SAAVEDRA SERRATO
 TESIS: "PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y AGUAS RESIDUALES EN LA LOCALIDAD DE FRIAS ,AYABACA PIURA "

UBICACIÓN: LOCALIDAD DE FRIAS ,PROVINCIA DE AYABACA, DEPRTAMENTO DE PIURA

ENSAYO: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (N° 200) por lavado en agregados

REFERENCIA: NORMA NTP 400.018 / ASTM C-117

Muestra : Piedra Chancada 1/2
Cantera :
Muestra : M 1

Material más fino que la malla (N° 200) por vía húmeda	%	0.1
--	---	-----

[Handwritten signature]
 RIVADENEIRO JOLITAS DENI
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y
 PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESISTA: GABY YANINA BURGA TAPIA
 TESIS: "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"
 UBICACIÓN: DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO : AGREGADO. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado

REFERENCIA : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra	: Piedra Chancada de 1/2	
Cantera	: Tres Tomas	
- Peso unitario suelto húmedo	Kg/m3	1396
- Peso unitario compactado húmedo	Kg/m3	1582


 RIVADENEYRA J. J. J. J.
 TÉCNICO DE LABORATORIO

7.5. HOJA DE PRESUPUESTO Y COSTOS UNITARIOS

TESIS

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN Y DRENAJE
PLUVIAL DE LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE
PÍTIPO, LAMBAYEQUE 2019**

7.6. PLANOS

TESIS

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN Y DRENAJE PLUVIAL DE LA ZONA URBANA DE BATANGRANDE, DISTRITO DE PÍTIPO, LAMBAYEQUE 2019