UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY – PAUTE

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

AUTORES: ORTIZ ABRIL CLAUDIA ALEXANDRA

POGO BALCÁZAR ANDREA ALEJANDRA

TUTOR: ING. DIEGO FERNANDO CORONEL SACOTO, MSc.

CUENCA, MARZO 2018

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres Holger e Irma, que son la muestra fehaciente de que Dios existe, y por haberme dado las herramientas para labrar mi destino. A mis hermanos, Alberto y César, que me han apoyado abriendo brecha en el recorrido de este sendero; a Carmita por creer en mí y por su apoyo incondicional; a mi ángel que desde algún lugar me guía y es mi fuente de inspiración, abuelita Isabel.

Andrea Alejandra

A Dios por haberme permitido llegar hasta aquí y cumplir uno de mis sueños; a mis padres Rubén y María del Carmen, por su incondicional apoyo, amor y comprensión; a mis hermanas Daniela y María Emilia, por ser parte de mi vida y por toda la paciencia hacia mí, y a todos quienes estuvieron a mi lado e hicieron que pudiera lograr este sueño, mediante su motivación, inspiración y ayuda en cada instante.

Claudia Alexandra

Agradecimiento

Agradecemos en primer lugar a Dios, por todas las bendiciones recibidas, por permitirnos llegar hasta este lugar. A nuestras familias, motor principal para alcanzar esta meta tan anhelada, quienes nos han permitido seguir adelante y culminar nuestra carrera; gracias por todo el apoyo incondicional, cariño y ejemplo.

A la Universidad Católica de Cuenca, en especial a la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción, carrera de Ingeniería Civil, ya que se convirtió en nuestro segundo hogar durante estos últimos años, donde nos formamos como profesionales, nos permitió realizar este Trabajo de Titulación, y, nos permitió conocer personas maravillosas.

A nuestro Director, Ing. Diego Coronel Sacoto, MSc., por el esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación, logró que podamos culminar nuestros estudios con éxito.

A la Prefectura del Azuay, específicamente a la Dirección de Riego quienes supieron colaborarnos con la información requerida y el direccionamiento del presente Trabajo de Titulación.

Finalmente, a la Junta de Regantes del Sistema de Riego de Chicticay – Paute, por la confianza depositada y la apertura para realizar este Trabajo de Titulación.

Autorización de Autoría

Nosotras, **ORTIZ ABRIL CLAUDIA ALEXANDRA** y **POGO BALCÁZAR ANDREA ALEJANDRA**, en calidad de autoras del trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniera Civil elaborado con el tema **"REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY – PAUTE"**, por el presente autorizamos a la **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**, hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contiene este documento, con fines estrictamente académicos, didácticos o de investigación.

Los derechos que como autoras nos corresponden, con excepción de esta autorización, seguirán vigentes a nuestro favor, según lo estipulado en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes en la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Además, autorizamos a la **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**, realizar la digitalización y publicación de este trabajo de investigación dentro del repositorio virtual, según lo estipulado en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, marzo de 2018

Ortiz Abril Claudia Alexandra	Pogo Balcázar Andrea Alejandra
C.C.: 010547817-6	C.C.: 171355752-6

Índice general

Dedicatoria ii
Agradecimiento iii
Autorización de Autoría iv
Índice general v
Índice de Tablas x
Índice de Ilustraciones xiii
Resumen i
Abstract ii
Introducción xvii
Capítulo 1 1
1.1. Antecedentes 2
1.2. Objetivos 5
1.2.1. Objetivo General 5
1.2.2. Objetivos Específicos 5
1.3. Planteamiento del Problema 6
1.4. Justificación 6
1.5. Diagnóstico 7
Capítulo 2 10
2.1. Ubicación del Proyecto 11
2.1.1. Ubicación Político Administrativa Nacional y Provincial 11
2.1.2. Ubicación Hidrográfica del Sistema de Riego 11
2.1.3. Ubicación Geográfica del Sistema de Riego 12
2.1.3.1. Sector: Monjas – Huayco 13
2.1.3.2. Sector: Monjas – Huayco Uno 13
2.1.3.3. Sector: La Estancia 14
2.1.3.4. Sector: La Estancia Dos 14
2.1.3.5. Sector: El Cabo Uno 15
2.1.3.6. Sector: El Cabo Dos 15
2.1.3.7. Sector: La Estancia 16
2.1.3.8. Sector: Zhumir 16
2.1.3.9. Sector: Uzhupud 17
2.1.3.10. Sector: Pirincay 17
2.1.3.11. Sector: Tutucán 18
2.2. Población Beneficiaria 18

2.3. Situación Socioeconómica 19
2.3.1. Social 19
2.3.2. Cultural 23
2.3.3. Económico 24
2.4. Actividades Agrícolas 24
2.4.1. Uso del suelo 25
2.5. Organización del Sistema de Riego Chicticay – Paute 25
2.6. Sistema de Riego Actual 27
2.6.1. Infraestructura 27
2.6.2. Nivel Organizativo 30
2.6.3. Operación y mantenimiento 30
2.6.4. Caudal Actual 30
2.7. Información Meteorológica 31
2.7.1. Precipitación 31
2.7.2. Temperatura 33
2.7.3. Humedad 38
2.7.4. Velocidad del viento 40
2.7.5. Heliofanía 42
2.7.6. Evaporación 42
2.7.7. Cálculo de Evapotranspiración de Referencia ETo 42
2.7.7.1. Gráfico ETo vs Precipitación Mensual 45
2.7.8. Calidad del agua 46
2.8. Topografía 47
2.8.1. Levantamiento Topográfico 47
2.8.1.1. Actividades realizadas 48
Capítulo 3 50
3.1. Caudal asignado 51
3.2. Métodos de riego existentes 51
3.2.1. Riego por gravedad 52
3.2.2. Riego por aspersión 54
3.2.3. Riego por micro aspersión 58
3.2.4. Riego por goteo 58
3.2.5. Riego mecanizado 60
3.2.6. Sistema de control manual y automático 61
3.2.7. Selección del Método de riego adecuado para la zona 61
3.3. Dosis de Riego 64
3.3.1. Taxonomía 64

3.3.2. Evapotranspiración del cultivo 68
3.3.3. Factor Kc 68
3.3.4. Agua disponible 69
3.3.5. Demanda Neta 70
3.3.6. Demanda bruta o total 71
3.3.7. Área neta para riego 74
3.3.8. Programación de riego 75
Capítulo 4 82
4.1. Rediseño de los componentes hidráulicos del sistema 83
4.1.1. Captación 83
4.1.1.1. Pérdidas por filtraciones 84
4.1.1.2. Dimensionamiento de Rejilla de entrada 84
4.1.1.3. Cálculo del Azud (Perfil Creager) 88
4.1.1.4. Obras complementarias 91
4.1.2. Canal Abierto 91
4.1.2.1. Cálculo de Caudal de infiltración 96
4.1.3. Tomas de agua para consumidores 96
4.1.3.1. Diseño de Orificios 100
4.1.4. Desarenadores 104
4.1.4.1. Consideraciones para el diseño de Desarenadores 104
4.1.4.1.1. Diámetro de las partículas a sedimentar 104
4.1.4.1.2. Cálculo de la velocidad 104
4.1.4.1.3. Cálculo de la velocidad de sedimentación o velocidad de caída 105
4.1.4.1.4. Longitud del desarenador 107
4.1.4.1.5. Pantalla 108
4.1.4.1.6. Lodos 108
4.1.4.1.7. Lavado 108
4.1.4.1.8. Longitud de Transición 109
4.1.4.1.9. Vertedero 110
4.1.4.1.10 Diseño para derivación a Gualaceo 111
4.1.5. Diseño de la Red de distribución 113
4.1.5.1. Primaria 113
4.1.5.2. Secundaria 115
4.1.5.3. Aplicación del Programa Epanet 117
Capítulo 5 121
5.1. Agua y la Salud Humana 123
5.1.1. El Agua 123

5.1.2. Ciclo Hidrológico 124
5.1.3. Fuentes de Agua 125
5.1.4. Contaminación del Agua 125
5.2. Conceptos Básicos 126
5.2.1. Generalidades 126
5.2.2. Conceptos Básicos 126
5.3. Derecho de agua 128
5.4. La Junta de regantes del Sistema de Riego Chicticay - Paute 129
5.4.1. De la constitución de la Junta de Riego y marco normativo 129
5.4.2. Administración y manejo de recursos económicos 130
5.4.2.1. De la Administración 130
5.4.2.2. De la Asamblea General 131
5.4.2.3. De los recursos económicos 131
5.4.2.4. Fuentes de ingreso económico 131
5.4.2.5. Administración de los recursos económicos 132
5.5. Planificación y Organización 133
5.6. Dirección, Control y Evaluación 133
5.7. Funciones de la Junta de riego 134
5.7.1. Formatos para requerimientos, compras y pagos 134
5.7.1.1. Requerimientos de materiales 134
5.7.1.2. Cotización de productos 135
5.7.1.3. Orden de compra 135
5.7.1.4. Recibo pago de cuota mensual 136
5.7.2. Libros de Contabilidad 136
5.7.2.1. Libro de Caja 136
5.7.2.2. Libro diario 137
5.7.3. Informe económico mensual 137
5.8. Operación del Sistema de Riego 138
5.8.1. Operación de Estructuras hidráulicas 139
5.8.1.1. Captación 139
5.8.1.2. Equipo de bombeo 140
5.8.1.3. Desarenador 141
5.8.1.4. Red de Distribución 142
5.8.1.5. Aspersores 142
5.9. Mantenimiento del sistema de riego 143
5.9.1. Tipos de mantenimiento 143
5.9.1.1. Mantenimiento rutinario 144

5.9.1.2. Mantenimiento preventivo 144
5.9.1.3. Mantenimiento de emergencia 145
5.9.2. Importancia 145
5.9.3. Mantenimiento de los componentes del sistema de riego 146
5.9.3.1. Captación 146
5.9.3.2. Desarenador 146
5.9.3.3. Canal 147
5.9.3.4. Compuertas 147
5.9.3.5. Válvulas 148
5.9.3.6. Tuberías 148
5.9.4. Plan de Mantenimiento 149
5.10. Presupuesto 151
Conclusiones 152
Recomendaciones 154
Anexos 158

Índice de Tablas

Tabla 1: *Comunidades pertenecientes al Sistema de Riego Chicticay - Paute* 3
Tabla 2: *Priorización de Problemas - parte técnica* 9
Tabla 3: *Ubicación Hidrográfica del Sistema de Riego* 12
Tabla 4: *Sector: Monjas - Huayco* 13
Tabla 5: *Sector: Monjas - Huayco Uno* 13
Tabla 6: *Sector: La Estancia* 14
Tabla 7: *Sector: La Estancia Dos* 14
Tabla 8: *Sector: El Cabo Uno* 15
Tabla 9: *Sector: El Cabo Dos* 15
Tabla 10: *Sector: La Estancia* 16
Tabla 11: *Sector: Zhumir* 16
Tabla 12: *Sector: Uzhupud* 17
Tabla 13: *Sector: Pirincay* 17
Tabla 14: *Sector: Tutucán* 18
Tabla 15: *Número de Usuarios por Sector* 18
Tabla 16: *Usuarios por Sector en porcentaje* 19
Tabla 17: *Nivel de Instrucción - Chicán* 19
Tabla 18: *Nivel de Instrucción - El Cabo* 20
Tabla 19: *Nivel de Instrucción - Paute (Rural)* 20
Tabla 20: *Nivel de Instrucción - General* 20
Tabla 21: *Tipo de Vivienda* 21
Tabla 22: *Material de Vivienda* 21
Tabla 23: *Abastecimiento de Agua* 21
Tabla 24: *Eliminación de Aguas Servidas* 22
Tabla 25: *Recolección de Residuos* 22
Tabla 26: *Servicio eléctrico* 22
Tabla 27: *Teléfono Convencional* 23
Tabla 28: *Teléfono Móvil* 23
Tabla 29: *Vialidad* 23
Tabla 30: *Autoidentificación según cultura y costumbres* 23
Tabla 31: *Idioma* 23
Tabla 32: *Categoría de Ocupación* 24
Tabla 33: *Principales cultivos del Cantón Paute* 25
Tabla 34: *Directiva Central* 26
Tabla 35: *Directiva de cada sector* 27
Tabla 36: *Caudales de cada Sector* 31
Tabla 37: *Precipitación Mensual* 32
Tabla 38: *Temperatura Media Mensual* 34
Tabla 39: *Temperatura Media Máxima* 35
Tabla 40: *Temperatura Media Mínima* 36
Tabla 41: *Humedad Relativa Media Mensual* 39
Tabla 42: *Velocidad del Viento* 41
Tabla 43: *Resultado de Evapotranspiración de Referencia ETo.* 44
Tabla 44: *Precipitación Efectiva Mensual* 45
Tabla 45: *Análisis de Agua* 46
Tabla 46: *Distancia entre surcor según la textura del suelo* 53
Tabla 47: *Longitud promedio de surcos para diferentes suelos* 53
Tabla 48: *Pendientes de los surcos* 53

Tabla 49: *Formas del surco según el tipo de suelo* 54
Tabla 50: *Variación de la eficiencia en función del método de riego* 63
Tabla 51: *Clasificación del suelo en la zona de estudio en función de la Taxonomía* 66
Tabla 52: *Valores de Kc para diferentes tipos de cultivos* 69
Tabla 53: *Cálculo de la demanda bruta por mes (l/s/ha)* 72
Tabla 54: *Cálculo de la demanda bruta (l/s/ha) mensual sin considerar la precipitación* 73
Tabla 55: *Profundidad de las raíces* 75
Tabla 56: *Profundidad de las raíces de los cultivos predominantes de la zona* 75
Tabla 57: *Humedad disponible del Suelo por tipo de suelo* 76
Tabla 58: *Densidad aparente de acuerdo al tipo de suelo* 77
Tabla 59: *Reserva de agua disponible para los cultivos predominantes de la zona de estudio* 77
Tabla 60: *Factor "f" para diferentes cultivos* 78
Tabla 61: *Factor "f" para los cultivos predominantes de la zona de estudio* 78
Tabla 62: *Cálculo de la Lámina Neta* 78
Tabla 63: *Variación de la eficiencia en función del método de riego* 79
Tabla 64: *Cálculo de la Lámina Bruta* 79
Tabla 65: *Frecuencia de Riego* 80
Tabla 66: *Variación de la infiltración respecto al tipo de suelo* 80
Tabla 67: *Tiempo de riego* 81
Tabla 68: *Tabla resumen de la programación de riego* 81
Tabla 69: *Dimensiones de la rejilla actual* 85
Tabla 70: *Dimensiones de la rejilla de entrada* 87
Tabla 71: *Factor de Corrección, C* 89
Tabla 72: *Coordenadas de Perfil Creager - Ofizeroff para Ho=1* 90
Tabla 73: *Caudales en canal actual* 92
Tabla 74: *Geometría de nuevo canal* 95
Tabla 75: *Parámetros para el cálculo de las características hidraúlicas del canal* 95
Tabla 76: *Caudales de Infiltración por Sector* 96
Tabla 77: *Derivaciones existentes* 96
Tabla 78: *Diseño de Oficios* 101
Tabla 79: *Caudales para cada derivación de influencia* 102
Tabla 80: *Valor de la constante "a" en función del diámetro de las partículas a sedimentar* 105
Tabla 81: *Velocidad de sedimentación en función del diámetro de partículas* 106
Tabla 82: *Coeficiente para el cálculo de desarenadores de baja velocidad* 107
Tabla 83: *Diseño de Desarenadores* 109
Tabla 84: *Dimensiones de los Vertederos* 112
Tabla 85: *Dimensiones de las cajas de Distribución* 113
Tabla 86: *Derivaciones - Red primaria* 115
Tabla 87: *Red-Nudos derivación 22* 118
Tabla 88: *Red-tuberías derivación 22* 119
Tabla 89: *Resumen de resultados del programa EPANET, para derivación 22* 119
Tabla 90: *Resumen de resultados del programa EPANET* 120
Tabla 91: *Formato para requerimiento de materiales* 134
Tabla 92: *Formato para cotización de productos* 135
Tabla 93: *Formato para orden de compra* 135
Tabla 94: *Formato para recibo de pago de cuota mensual* 136
Tabla 95: *Formato para Libro de Caja* 136
Tabla 96: *Formato para Libro diario* 137

Tabla 97: *Formato para libro de caja chica* 137
Tabla 98: *Formato para informe económico mensual* 138
Tabla 99: *Plan de Mantenimiento* 150
Tabla 100: *Presupuesto* 151

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: *Ubicación Político Administrativa Nacional y Provincial*.....11
Ilustración 2: *Ubicación Geográfica de Sistema de Riego*.....12
Ilustración 3: *Sector: Monjas - Huayco*.....13
Ilustración 4: *Sector: Monjas - Huayco Uno*.....13
Ilustración 5: *Sector: La Estancia*.....14
Ilustración 6: *Sector: La Estancia Dos*.....14
Ilustración 7: *Sector: El Cabo Uno*.....15
Ilustración 8: *Sector: El Cabo Dos*.....15
Ilustración 9: *Sector: La Estancia*.....16
Ilustración 10: *Sector: Zhumir*.....16
Ilustración 11: *Sector: Uzhupud*.....17
Ilustración 12: *Sector: Pirincay*.....17
Ilustración 13: *Sector: Tutucán*.....18
Ilustración 14: *Captación - Río Cuenca*.....27
Ilustración 15: *Rápidas, Captación - Río Cuenca*.....28
Ilustración 16: *Canal, Sector La Estancia*.....28
Ilustración 17: *Canal, tramo anterior al Puente Europa*.....29
Ilustración 18: *Desarenador, Balcón de Pilato*.....29
Ilustración 19: *Evapotraspiración de Referencia ETo*.....43
Ilustración 20: *Sistema de Riego*.....49
Ilustración 21: *Taxonomía del suelo*.....65
Ilustración 22: *Tipo de Suelo - Sector La Estancia - parte 1*.....67
Ilustración 23: *Tipo de Suelo - Sectores La Estancia – parte 2, El Cabo, La Higuera, Uzhupud, San Ignacio, Zhumir, Pirincay y Tutucán*.....67
Ilustración 24: *Balance de agua en la zona radicular*.....70
Ilustración 25: *Capacidad de Campo (Cc) y Punto de Marchitez (Pm)*.....76
Ilustración 26: *Esquema de distribución de caudal para Paute y Gualaceo*.....85
Ilustración 27: *Rejilla de entrada*.....85
Ilustración 28: *Rejilla de entrada*.....86
Ilustración 29: *Dimensiones de la Rejilla de Captación*.....88
Ilustración 30: *Perfil Creager*.....89
Ilustración 31: *Predimiencionamiento de muro de hormigón armado*.....91
Ilustración 32: *Vista en planta del canal de riego existente*.....93
Ilustración 33: *Esquema de derivaciones*.....97
Ilustración 34: *Esquema de derivaciones sector La Estancia*.....98
Ilustración 35: *Esquema de derivaciones sector El Cabo*.....98
Ilustración 36: *Esquema derivaciones sectores La Higuera, Uzhupud y San Ignacio*.....99
Ilustración 37: *Esquema derivación sector Zhumir*.....99
Ilustración 38: *Esquema derivación sectores Pirincay y Tutucán*.....100
Ilustración 39: *Planta del desarenador tipo*.....111
Ilustración 40: *Corte del desarenador tipo*.....111
Ilustración 41: *Vertedero Triangular*.....112
Ilustración 42: *Vista en planta del canal y red primaria del sistema de riego Chicticay - Paute*.....114
Ilustración 43: *Vista en planta del canal, red primaria y red secundaria del Sistema de Riego Chicticay-Paute*.....116
Ilustración 44: *Esquema red de distribución primaria y secundaria derivación No. 22*.....118
Ilustración 45: *Ciclo Hidrológico*.....124

Índice de Gráficos

Gráfico 1: *Precipitación Mensual* 33
Gráfico 2: *Temperatura Media Mensual* 37
Gráfico 3: *Temperatura Media Mínima* 37
Gráfico 4: *Temperatura Media Mínima* 38
Gráfico 5: *Humedad Relativa Media Mensual* 40
Gráfico 6: *Velocidad del Viento* 41
Gráfico 7: *Evapotranspiración de Referencia, ETo.* 44
Gráfico 8: *ETo. vs Precipitación Mensual* 45
Gráfico 9: *Métodos de Riego* 51
Gráfico 10: *Tipos de Aspersores* 57
Gráfico 11: *Variación de la evapotranspiración según el clima* 62
Gráfico 12: *Curva del Coeficiente del cultivo, Kc* 69
Gráfico 13: *Esquema general del Proyecto* 103
Gráfico 14: *Abaco Stokes y Sellerio* 105
Gráfico 15: *Esquema estado sólido agua* 123
Gráfico 16: *Esquema estado líquido agua* 123
Gráfico 17: *Esquema estado gaseoso agua* 124

Resumen

El Gobierno Nacional, dentro de su Plan de Desarrollo Nacional 2017-2021 insiste en la necesidad de trabajar con el sector agrícola en el "Plan Nacional de Riego", el cual se basa en dotar de riego a los cultivos para mejorar la productividad, lo cual incrementa los ingresos económicos de los agricultores debido a que el exceso de la producción es comercializado, así como garantiza la Soberanía Alimentaria de sus familias.

El Sistema de Riego Chicticay – Paute se encuentra ubicado en el cantón Paute de la provincia del Azuay y sirve a más de mil familias; en base al marco del Plan de Mejoras que ha sido observado por la Agencia de Regulación y Control del Agua, ARCA, y con el fin de solventar estas observaciones, se desarrolló este trabajo de Titulación para atender a los requerimientos basados principalmente en la necesidad de definir el caudal de captación correcto en el río Cuenca, de manera que cubra el área regable de todos los consumidores, para lo cual se hizo el levantamiento catastral de las áreas de riego, información importante para la Junta de Riego.

De acuerdo a las características hidrofísicas del suelo y datos climatológicos del sector, se definió la dosis de riego que sirvió para cuantificar el caudal de captación, y a partir de este dato se dimensionaron estructuras hidráulicas como: captación, sección del canal, desarenadores, derivadores y redes de distribución.

Este trabajo servirá de modelo para el mejoramiento de otros sistemas de riego, que cuentan también con las observaciones presentadas por la Agencia de Regulación y Control del Agua, ARCA, entidad adscrita a la Autoridad del Agua Nacional, SENAGUA.

PALABRA CLAVES: SISTEMA DE RIEGO, CAUDAL DE CAPTACIÓN, DOSIS DE RIEGO, RED DE DISTRIBUCIÓN, RIEGO POR ASPERSIÓN

CENTRO DE IDIOMAS

Abstract

The National Government, within its National Development Plan 2017-2021 insists on the need to work with the agricultural sector in the "National Irrigation Plan", which is based on providing irrigation to crops to improve productivity, which increases the economic income of the farmers due to the fact that the excess production is commercialized, as well as guarantees the Food Sovereignty of their families.

The Chicticay - Paute Irrigation System is located in the Paute town of the province of Azuay and serves more than a thousand families; based on the framework of the Improvement Plan that has been observed by the Water Regulation and Control Agency, ARCA, and in order to resolve these observations, this Titling work was developed to meet the requirements based mainly on the need to define the flow of correct catchment in the river Cuenca, so as to cover the irrigable area of all consumers, for which the cadastral survey of the irrigation areas was done, important information for the Irrigation Board.

According to the hydro physical characteristics of the soil and climatological data of the sector, the irrigation dose that was used to quantify the catchment flow was defined, and from this data hydraulic structures were designed such as catchment, channel section, drainages, diverters and distribution networks.

This work will serve as a model for the improvement of other irrigation systems, which also have the observations presented by the Water Regulation and Control Agency, ARCA, an entity attached to the National Water Authority, SENAGUA.

KEY WORD: IRRIGATION SYSTEM, CAPTATION FLOW, IRRIGATION DOSE, DISTRIBUTION NETWORK, SPRINKLER IRRIGATION

Cuenca, 15 de marzo de 2018

EL CENTRO DE IDIOMAS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA, CERTIFICA QUE EL DOCUMENTO QUE ANTECEDE FUE TRADUCIDO POR PERSONAL DEL CENTRO PARA LO CUAL DOY FE Y SUSCRIBO.

ING. EDGAR VINTIMILLA V.
DIRECTOR

Introducción

El ser humano ha volcado sus esfuerzos al estudio del riego agrícola, con el fin de construir una adecuada captación, conducción y una eficiente distribución del agua para los cultivos. El agua al no ser un recurso inagotable, ha generado preocupación a nivel mundial, para solventar esta escasez se ha diseñado los sistemas de riego como solución alternativa ante esta preocupación.

Al ser el agua un recurso importante e indispensable para la agricultura y la ganadería; la Prefectura del Azuay ha impulsado el mejoramiento del sistema de riego en el cantón Paute, Sistema de Chicticay del catón Paute, a fin de satisfacer las necesidades de los cultivos.

El sistema de riego Chicticay - Paute tiene varias décadas de existencia por lo que varios de sus componentes como captación, conducción, repartidores de caudal y distribución tienen falencias tanto en su dimensionamiento como en la calidad de materiales que han cumplido su vida útil.

Por lo que, la autoridad del agua SENAGUA, en su afán de optimizar los caudales de agua autorizados para riego han solicitado elaborar un Plan de Mejoras para lograr este cometido, donde existe la necesidad de mejorar varios componentes del sistema de riego entre ellos técnicos, sociológicos, económicos y de administración. Por lo que, desde el punto de vista técnico se deben hacer varios rediseños hidráulicos adecuados con la realidad actual y para justificación del buen uso del agua ante la SENAGUA, enmarcados a lo recomendado en el Plan de Mejoras.

Para el rediseño definitivo de los componentes del sistema, se debe partir del área que cubre el sistema Chicticay - Paute, la cual es desconocida (demanda de agua), así como la red de distribución que sirve a éstas áreas ya que también ha sufrido ampliaciones sin criterios técnicos. Con las áreas a servir y la demanda de agua conocida por sectores se procederá a

diseñar la distribución, partidores, canal principal y captación, así como generar directrices para la administración operación y mantenimiento.

Concomitante a esto se plantea la demanda hídrica de acuerdo al tipo del suelo y cultivos que se presentan mayormente en la zona; esta permitirá la programación de riego, además del correcto manejo de agua que muchas veces pese a construir sistemas, estos tienen baja eficiencia, lo que involucra un desperdicio del recurso hídrico.

Capítulo 1

Generalidades

1.1. Antecedentes

El Sistema Chicticay – Paute fue construido en 1962 por el Estado Ecuatoriano a través del Centro de Reconversión Económica el Azuay, Cañar y Morona Santiago (CREA), los cuales, estuvieron a cargo de la Administración, Operación y Mantenimiento de la infraestructura existente, hasta 1980, deslindándose posteriormente debido a la falta de recursos económicos y presupuestarios.

Ante esta situación, las comunidades que formaban parte del Sistema se agruparon y conformaron el denominado "Comité del Canal de Riego" cuya estructura organizacional se sustentó en una Asamblea General como máxima autoridad; y, en una directiva central que daría cumplimiento a tareas específicas: distribución del agua de riego, cobro de aportes y resolución de conflictos. Sin embargo, no es hasta 1998 que el CREA transfirió la Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Riego al Comité Central del Canal "Chicticay – Paute".

El 15 de octubre de 1998 mediante Acuerdo No. 79, el Ministerio de Agricultura y Ganadería otorgó personería jurídica a la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego "Chicticay – Paute", convirtiéndose de esta manera en una institución jurídica sin fines de lucro y cuyo objetivo fundamental estaba orientado a la Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema.

El Sistema de Riego tiene una longitud de 17 km y atraviesa las siguientes comunidades, pertenecientes a 3 parroquias del Cantón Paute:

No.	Parroquia	Sector
1	El Cabo	La Estancia
2	El Cabo	El Cabo
3	El Cabo	La Higuera

4	Chicán	Uzhupud
5	Paute	San Ignacio
6	Paute	Zhumir
7	Paute	Pirincay
8	Paute	Tutucán

Tabla 1: *Comunidades pertenecientes al Sistema de Riego Chicticay - Paute*
Fuente: *El Autor*

Se han realizado procesos de fortalecimiento socio – organizativo, que por su propia naturaleza no cumplen con los objetivos. Bajo esta mirada y considerando que el universo actualmente es de 1549 socios, se vuelve imperativo mantener procesos de capacitación permanentes para empoderar a los consumidores y a la comunidad en su conjunto para la participación proactiva en diversas actividades indispensables para lograr la sostenibilidad del sistema de riego.

La principal fuente de financiamiento del sistema de riego Chicticay – Paute son las tarifas y aportes extraordinarios de los consumidores. El uso de los fondos recaudados se dirige al mantenimiento del Sistema de Riego para lograr, a medida de la estructura actual, la prestación del servicio.

En el año 2013; dentro del marco de la competencia exclusiva constante en el art. 263 de la Constitución de 2008, a través de un convenio con el GAD-AZUAY, se ejecutaron obras puntuales de mejoramiento a la infraestructura existente; y, que son las siguientes:

- Rehabilitación de la conducción para distribuir el agua con tubería de 110 mm de PVC;
- Construcción de un tanque de captación en Pirincay (sector La Playa) para distribuir el agua mediante tubería de 160 mm; y,

- Construcción del puente colgante sobre el Río Paute para ampliar la cobertura del área de riego hacia el sector de Tutucán. Esta construcción contó además con un aporte económico por parte del GAD Municipal de Paute.

La Junta de Riego cuenta con un Operador del Sistema, quien es el responsable del mantenimiento de las estructuras de captación, conducción y distribución del agua de riego. Actualmente se realizan dos mingas de limpieza general del Sistema de Riego, en la que participan los consumidores de los ocho sectores integrantes del sistema. Además, se llevan registros de asistencia los que luego son digitalizados para el cumplimiento de las obligaciones y derechos establecidos en el Estatuto y Reglamento.

En cuanto al ámbito productivo se han realizado algunos procesos puntuales que permitan lograr una agricultura competitiva para los mercados internos de Paute, Gualaceo y, fundamentalmente, Cuenca.

Dentro del componente ambiental se han reforestado algunas áreas con especies nativas de la zona; además se han realizado algunos controles de la calidad de agua que ingresa al canal principal del Sistema, sin embargo, no se pudo obtener resultados positivos debido a la falta de colaboración ciudadana. En cuanto a la eliminación de excretas y desechos sólidos, la Junta de Riego ha realizado algunas gestiones ante el GAD Municipal de Paute ya que es el único que tiene competencia en este ámbito.

El Ministerio Coordinador de los Sectores Estratégicos, la SENAGUA y SENPLADES, expidió el Plan de Control 2015, el cual planteó establecer una línea base de la prestación de los servicios de riego en Juntas de Riego Comunitarias con concesiones/autorizaciones superiores a los 150 l/s.

El 16 de diciembre de 2015 se notifica al Señor Presidente de la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Chicticay – Paute, sobre el estado en el que se encuentra el Sistema y la obligatoriedad de presentar un Plan de Mejoras.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Conocer el caudal de captación que sirva eficientemente, a través de determinar las áreas reales a atender, sustentado en diseños técnicos adecuados para cada componente del Sistema de riego.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Análisis de la problemática actual.
- Determinar el área de servicio, catastrando los lotes de los usuarios en cada uno de los sectores.
- Determinar el caudal de riego apropiado para las áreas catastradas.
- Analizar métodos de riego para determinar el más adecuado para la zona.
- Alternativas para el mejoramiento del sistema.
- Realizar el trazado de la Red de distribución de cada sector.
- Rediseño de los componentes hidráulicos del sistema (captación, conducción, partidores, distribución).
- Presupuesto para la construcción de mejoras.
- Elaboración de manual para administración, operación y mantenimiento.

1.3. Planteamiento del Problema

El problema básicamente consiste en la falta de control del uso del agua por parte de la directiva del Sistema de Riego Chicticay - Paute, tanto en su cantidad como en su acceso, pues, existe una gran cantidad de tomas clandestinas que han salido de control lo que significa grandes pérdidas de dinero, así como desperdicio de agua.

Todo este descontrol involucra un incremento de caudal captado, lo que significa mayor pago anual ante la autoridad de agua, así como captación en exceso en la fuente que puede ser entregado a otras comunidades para diferentes fines, inhibiendo su desarrollo, y generando desbordamiento en el canal, lo que provoca deslizamientos del talud. Por lo que se justifica una política que resuelva esta problemática, aún más si consideramos que la población económicamente activa está dedicada a la agricultura.

1.4. Justificación

Según la Constitución de la República del Ecuador de 2008; la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua de 2014; el Reglamento a la Ley de 2015; el Plan Nacional de Riego – Drenaje 2012 – 2027; las normativas de la Secretaría del Agua; la Agencia de Regulación y Control del Agua; el GAD Provincial del Azuay; el Consejo Nacional de Competencias y la Junta de Riego Chicticay – Paute; el riego es un proceso de constante construcción social, por lo tanto los seres humanos son sus protagonistas principales y por ende el riego no debería ser visto únicamente desde el punto de vista técnico.

El aprovechamiento de los recursos naturales utilizando tecnologías apropiadas y la diversificación de cultivos de alta calidad nutricional, aunados al empoderamiento de la población, constituyen las bases para establecer mecanismos de coordinación para la gestión

responsable del riego para asumir y ejercer los roles diferenciados aplicando un modelo de gestión integral que privilegie a los seres humanos.[1]

El Plan de Mejora del Sistema de Riego Chicticay – Paute realizado por el GAD del Azuay está enmarcado dentro del ámbito legal, técnico, social, administrativo, cultural, financiero y ambiental, el cual busca la calidad y satisfacción del servicio, mejorando las condiciones de vida para la familia rural.

Uno de los objetivos del Plan de Mejora del Sistema de Riego Chicticay – Paute es el mejoramiento de la infraestructura existente del sistema de riego además de la construcción de un Manual para la Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Riego, mismos que se convierten en los objetivos principales del presente trabajo investigativo, buscando de esta manera brindar un servicio de riego, con criterios de eficiencia económica, calidad en cuanto a la prestación del servicio y sobretodo buscando la equidad en la distribución del agua.

1.5. Diagnóstico

La Junta de Riego está conformada por una Directiva Central, misma que está integrada a su vez por cada uno de los Delegados de los ocho Módulos que conforman el Sistema de Riego.

La Junta General de Usuarios de "Chicticay – Paute" actualmente opera y mantiene el Sistema de Riego bajo los siguientes parámetros:

- Una autorización del uso del agua emitida por la SENAGUA el 23 de diciembre de 2016.
- Al Ministerio de Agricultura y Ganadería como personería jurídica.
- Un estatuto que se encuentra vigente.

[1] Plan Nacional de Riego y Drenaje 2012 - 2027

- Un Comité Central y Directivas en cada uno de los Módulos (8).
- El continuo servicio del agua de riego.
- Un Nro. de RUC (0190160025001).
- Cada sector cuenta con su propia infraestructura; los módulos son La Estancia, El Cabo, La Higuera, Uzhupud, San Ignacio, Zhumir, Pirincay y Tutucán.
- Captación, Conducción y Distribución, en mal estado.

En base al nuevo marco jurídico vigente se realizó un Plan de Mejora del Sistema de Riego "Chicticay – Paute" para enfocar de mejor manera el propósito que se ha planteado.

Cabe destacar que para la elaboración del Plan de Mejora fue de vital importancia la participación tanto de representantes comunitarios como de consumidores del Sistema de Riego Chicticay – Paute en los diferentes talleres y entrevistas, en donde se analizaron diferentes temáticas ligadas a variables e indicadores que el ARCA notificó mediante un oficio sobre el Estado Situacional del Sistema de Riego.

Únicamente el componente Técnico correspondiente al Plan de Mejora, será solventado por el presente trabajo de investigación, a continuación, se detallan los problemas, causas, soluciones y responsables, que se presentó al ARCA a través del Gobierno Provincial del Azuay.

PROBLEMA	CAUSA	SOLUCIÓN	RESPONSABLE
No se dispone de planos, especificaciones técnicas de las estructuras de riego.	Planos no tienen detalle de las obras de infraestructura.	Elaborar "Diagnóstico y Mejoramiento del Sistema de riego Chicticay – Paute" que cuenten con planos y especificaciones técnicas.	Junta Riego GAD – Azuay
Captación no cuenta con características técnicas.	No se dispone de diseño.	Construcción de captación con observaciones ARCA.	Junta Riego GAD – Azuay
Conducción ha cumplido su vida útil. H3 en malas condiciones. Existe derrumbe de taludes. Túneles en peligro.	El sistema se construyó en 1962. A 2016, se han ejecutado reconstrucciones puntuales en diversos tramos. No existen estudios de estabilidad de taludes y túneles.	Ejecutar la reconstrucción del canal en función de planos constructivos y especificaciones técnicas.	Junta Riego GAD – Azuay
No existen registros de	No se ha registrado	Estudio definirá sitios	Junta Riego

caudal del Sistema de Riego.	valores de caudal por falta de medidores.	adecuados implantación de aforadores para análisis de pérdidas.	GAD – Azuay
No existe un catastro actualizado de consumidores ni de redes de distribución.	Falta de recursos económicos.	Se realizará el catastro de consumidores de 8 Módulos.	Junta Riego GAD – Azuay
En épocas de estiaje severo no se capta la totalidad del caudal autorizado por SENAGUA.	Se coordinará con SENAGUA sobre condiciones de la captación.	Contratación de estudios de "DM3RCH3R". Análisis para lograr soluciones técnicas.	Junta Riego GAD – Azuay
El sistema es ineficiente en la prestación del servicio por pérdidas de agua en el canal.	Filtraciones del canal ocurre por haber concluido su vida útil. Falta de recursos económicos para controlar infraestructura en longitud del canal.	Se realizará el estudio técnico con soluciones técnicas.	Junta Riego GAD – Azuay
Inexistencia de Manual para la Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Riego.	Falta de recursos económicos.	Se elaborará el Manual para la Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema.	Junta Riego GAD – Azuay
Escasos procesos de capacitación	Falta de colaboración de consumidores.	Se construirá participativamente la Reforma a Estatuto. Se elaborará Reglamento Interno y Plan de Fortalecimiento socio – organizativo.	Junta Riego GAD – Azuay SENAGUA
Módulos disponen de red presurizada antitécnica que ocasiona pérdidas de agua.	Falta de recursos económicos. Desconocimiento de infraestructura existente de redes ampliadas incorrectamente.	Realizar levantamiento de información de campo: Topografía. Evaluación de redes.	Junta Riego GAD - Azuay

Tabla 2: *Priorización de Problemas - parte técnica*
Fuente: *Plan de Mejora. Sistema de Riego "Chicticay – Paute"*

Capítulo 2
Información General

2.1. Ubicación del Proyecto

2.1.1. Ubicación Político Administrativa Nacional y Provincial

El cantón Paute se encuentra localizado en la provincia del Azuay, en el Corredor Nororiental. Al Norte y al Oeste limita con la provincia del Cañar; al Sur con el cantón Gualaceo perteneciente a la provincia del Azuay; y al Este limita con los cantones de El Pan y Sevilla de Oro de igual manera pertenecientes a la provincia del Azuay.

La cabecera cantonal se encuentra ubicada a 42 km. de la ciudad de Cuenca, a una altitud de 2100 m.s.n.m. La cantonización de Paute es el 26 de febrero de 1860.

Ilustración 1: *Ubicación Político Administrativa Nacional y Provincial*
Fuente: *Plan de Mejora. Sistema de Riego "Chicticay – Paute"*

2.1.2. Ubicación Hidrográfica del Sistema de Riego

A partir de la información que consta en SENAGUA – DHS con fecha 29 de agosto de 2013, podemos encontrar que:

División Geográfica			
Provincia	**Cantón**	**Parroquia**	**Sector**
Azuay	Paute	Paute	Chicticay
División hidrográfica			
Sistema	**Cuenca**	**Subcuenca**	**Microcuenca**
30 Santiago	3078 Río Santiago	301809 Paute	30780913 Dren al río Paute. D.J. Yumincay
Cota Captación. Coordenadas WGS 84			
Captación Cota	**Caudal Autorizado**	**Longitud (Este)**	**Latitud (Norte)**
2260 m.s.n.m.	300 l/s	742312 m	9684015 m

Tabla 3: *Ubicación Hidrográfica del Sistema de Riego*
Fuente: *SENAGUA 29/AGOSTO/2013*

2.1.3. Ubicación Geográfica del Sistema de Riego

El proyecto del sistema de riego se encuentra localizado dentro de la jurisdicción geopolítica de las parroquias de El Cabo, Chicán y en el área rural de la parroquia Paute perteneciente al cantón Paute, provincia del Azuay.

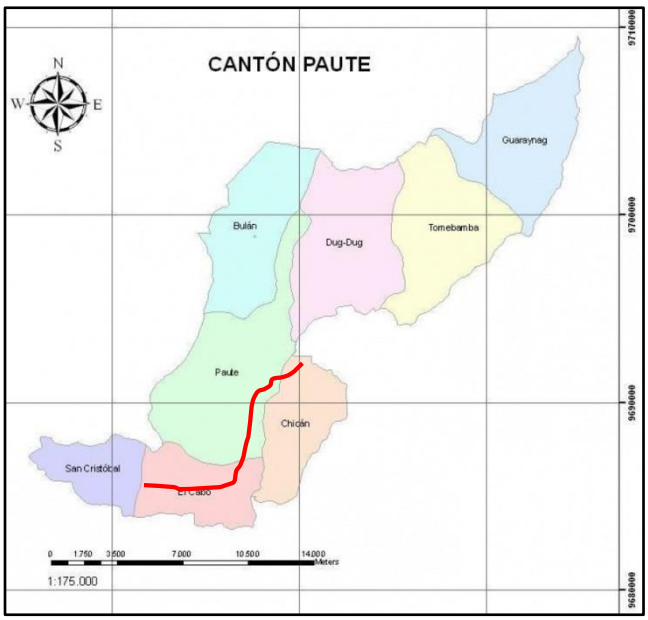


Ilustración 2: *Ubicación Geográfica de Sistema de Riego*
Fuente: *El Autor*

A continuación, se detalla la información del levantamiento de los sectores que comprende el Sistema de Riego "Chicticay – Paute", para esto se utilizó GPS y el trazado se realizó con Google Earth Pro.

2.1.3.1. Sector: Monjas – Huayco

Ilustración 3: *Sector: Monjas - Huayco*
Fuente: *Google Earth Pro*

Datos	Longitud	Latitud	Cota
Coordenada inicial:	745662	9683994	2265
Coordenada final:	745667	9683500	2227
Diámetro tubería (mm):		90	
Longitud (m):		728	

Tabla 4: *Sector: Monjas - Huayco*
Fuente: *Plan de Mejora. Sistema de Riego "Chicticay – Paute"*

2.1.3.2. Sector: Monjas – Huayco Uno

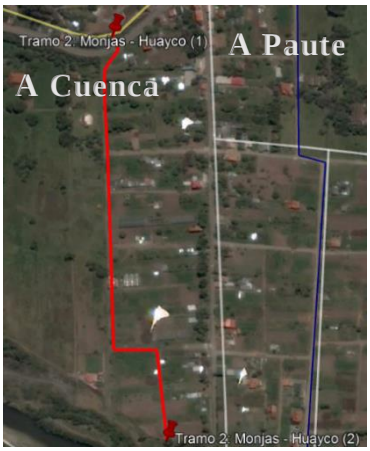


Ilustración 4: *Sector: Monjas - Huayco Uno*
Fuente: *Google Earth Pro*

Datos	Longitud	Latitud	Cota
Coordenada inicial:	746151	9683939	2247
Coordenada final:	746386	9683415	2221
Diámetro tubería (mm):		110, 90	
Longitud (m):		728	

Tabla 5: *Sector: Monjas - Huayco Uno*
Fuente: *Plan de Mejora. Sistema de Riego "Chicticay – Paute"*

2.1.3.3. Sector: La Estancia

Ilustración 5: *Sector: La Estancia*
Fuente: *Google Earth Pro*

Datos	Longitud	Latitud	Cota
Coordenada inicial:	746284	9684113	2257
Coordenada final:	746543	9683326	2219
Diámetro tubería (mm):		110, 90	
Longitud (m):		830	

Tabla 6: *Sector: La Estancia*
Fuente: *Plan de Mejora. Sistema de Riego "Chicticay – Paute"*

2.1.3.4. Sector: La Estancia Dos

Ilustración 6: *Sector: La Estancia Dos*
Fuente: *Google Earth Pro*

Datos	Longitud	Latitud	Cota
Coordenada inicial:	746410	9684141	2255
Coordenada final:	746926	9683444	2229
Diámetro tubería (mm):		110, 90	
Longitud (m):		960	

Tabla 7: *Sector: La Estancia Dos*
Fuente: *Plan de Mejora. Sistema de Riego "Chicticay – Paute"*

2.1.3.5. Sector: El Cabo Uno

Ilustración 7: *Sector: El Cabo Uno*
Fuente: *Google Earth Pro*

Datos	Longitud	Latitud	Cota
Coordenada inicial:	746745	9684413	2248
Coordenada final:	747154	9683681	2217
Diámetro tubería (mm):		110, 90, 75	
Longitud (m):		840	

Tabla 8: *Sector: El Cabo Uno*
Fuente: *Plan de Mejora. Sistema de Riego "Chicticay – Paute"*

2.1.3.6. Sector: El Cabo Dos

Ilustración 8: *Sector: El Cabo Dos*
Fuente: *Google Earth Pro*

Datos	Longitud	Latitud	Cota
Coordenada inicial:	746873	9684471	2252
Coordenada final:	747326	9683936	2214
Diámetro tubería (mm):		110, 90, 75	
Longitud (m):		960	

Tabla 9: *Sector: El Cabo Dos*
Fuente: *Plan de Mejora. Sistema de Riego "Chicticay – Paute"*

2.1.3.7. Sector: La Estancia

Ilustración 9: *Sector: La Estancia*
Fuente: *Google Earth Pro*

Datos	Longitud	Latitud	Cota
Coordenada inicial:	747516	9686351	2249
Coordenada final:	747814	9686207	2211
Diámetro tubería (mm):		90, 75	
Longitud (m):		470	

Tabla 10: *Sector: La Estancia*
Fuente: *Plan de Mejora. Sistema de Riego "Chicticay – Paute"*

2.1.3.8. Sector: Zhumir

Ilustración 10: *Sector: Zhumir*
Fuente: *Google Earth Pro*

Datos	Longitud	Latitud	Cota
Coordenada inicial:	747271	9689373	2225
Coordenada final:	747563	9689336	2191
Diámetro tubería (mm):		75, 63	
Longitud (m):		550	

Tabla 11: *Sector: Zhumir*
Fuente: *Plan de Mejora. Sistema de Riego "Chicticay – Paute"*

2.1.3.9. Sector: Uzhupud

Ilustración 11: *Sector: Uzhupud*
Fuente: *Google Earth Pro*

Datos	Longitud	Latitud	Cota
Coordenada inicial:	747535	9686199	2254
Coordenada final:	747527	9684885	2218
Diámetro tubería (mm):		110, 90	
Longitud (m):		2250	

Tabla 12: *Sector: Uzhupud*
Fuente: *Plan de Mejora. Sistema de Riego "Chicticay – Paute"*

2.1.3.10. Sector: Pirincay

Ilustración 12: *Sector: Pirincay*
Fuente: *Google Earth Pro*

Datos	Longitud	Latitud	Cota
Coordenada inicial:	748142	9690897	2229
Coordenada final:	748868	9691330	2173
Diámetro tubería (mm):		110, 90, 75	
Longitud (m):		1360	

Tabla 13: *Sector: Pirincay*
Fuente: *Plan de Mejora. Sistema de Riego "Chicticay – Paute"*

2.1.3.11. Sector: Tutucán

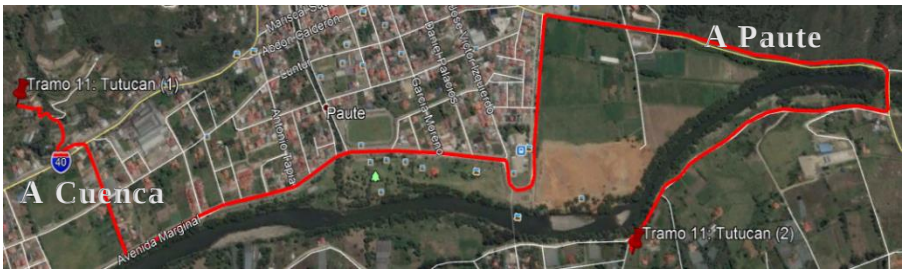


Ilustración 13: *Sector: Tutucán*
Fuente: *Google Earth Pro*

Datos	Longitud	Latitud	Cota
Coordenada inicial:	748447	9691622	2224
Coordenada final:	749906	9692710	2178
Diámetro tubería (mm):	160, 110, 90, 75, 63		
Longitud (m):	2490		

Tabla 14: *Sector: Tutucán*
Fuente: *Plan de Mejora. Sistema de Riego "Chicticay – Paute"*

2.2. Población Beneficiaria

Los beneficiarios del proyecto son 1549 socios que conforman el Sistema de Riego de "Chicticay – Paute", en la siguiente tabla se encuentra la distribución de la misma según el Sector.

Sector	No. Usuarios
La Estancia	361
El Cabo	763
Uzhupud	47
San Ignacio	24
Zhumir	188
Pirincay	97
Tutucán	68

Tabla 15: *Número de Usuarios por Sector*
Elaborado por: *El Autor*

2.3. Situación Socioeconómica

2.3.1. Social

El total de beneficiarios es de 1549, de los cuales el 49.29% pertenecen a El Cabo, el 23.32% pertenece a La Estancia, el 12.14% a Zhumir, el 6.27% a Pirincay, el 4.39% a Tutucán, el 3.04% a Uzhupud y finalmente el 1.55% a San Ignacio.

Sector	Porcentaje
La Estancia	23.32%
El Cabo	49.29%
Uzhupud	03.04%
San Ignacio	01.55%
Zhumir	12.14%
Pirincay	06.27%
Tutucán	04.39%

Tabla 16: *Usuarios por Sector en porcentaje*
Elaborado por: *El Autor*

En cuanto al nivel de Instrucción, dentro de las parroquias de El Cabo, Chicán y Paute (Rural), las cuales pertenecen al Sistema de Riego, podemos encontrar que:

CHICÁN		
NINGUNA	285	8,67%
CENTRO DE ALFABETIZACIÓN	19	0,58%
PREESCOLAR	19	0,58%
PRIMARIO	1562	47,49%
SECUNDARIO	284	8,63%
EDUCACIÓN BÁSICA	737	22,41%
BACHILLERATO EDUCACIÓN MEDIA	192	5,84%
CICLO POSTBACHILLERATO	8	0,24%
SUPERIOR	84	2,55%
POSTGRADO	3	0,09%
SE IGNORA	96	2,92%

Tabla 17: *Nivel de Instrucción - Chicán*
Fuente: *INEC – Censo 2010*

EL CABO		
NINGUNA	246	8,34%
CENTRO DE ALFABETIZACIÓN	57	1,93%
PREESCOLAR	31	1,05%
PRIMARIO	1283	43,52%
SECUNDARIO	485	16,45%
EDUCACIÓN BÁSICA	401	13,60%
BACHILLERATO EDUCACIÓN MEDIA	197	6,68%
CICLO POSTBACHILLERATO	37	1,26%
SUPERIOR	148	5,02%

POSTGRADO	4	0,14%
SE IGNORA	59	2,00%

Tabla 18: *Nivel de Instrucción - El Cabo*
Fuente: *INEC – Censo 2010*

PAUTE (Rural)		
NINGUNA	226	9,58%
CENTRO DE ALFABETIZACIÓN	32	1,36%
PREESCOLAR	12	0,51%
PRIMARIO	1113	47,16%
SECUNDARIO	334	14,15%
EDUCACIÓN BÁSICA	453	19,19%
BACHILLERATO EDUCACIÓN MEDIA	76	3,22%
CICLO POSTBACHILLERATO	8	0,34%
SUPERIOR	69	2,92%
POSTGRADO	3	0,13%
SE IGNORA	34	1,44%

Tabla 19: *Nivel de Instrucción - Paute (Rural)*
Fuente: *INEC – Censo 2010*

Por lo tanto, podemos concluir que en cuanto al nivel de Instrucción los porcentajes de mayor relevancia son: Nivel Primario 46.06%, Educación Básica 18.40% y Secundario 13.08%, demostrando un nivel muy básico en cuanto a Instrucción ya que apenas el 3.50% cuenta con estudios de nivel superior, en la siguiente tabla se detallan los mismos.

GENERAL		
NINGUNA	757	8,86%
CENTRO DE ALFABETIZACIÓN	108	1,29%
PREESCOLAR	62	0,71%
PRIMARIO	3958	46,06%
SECUNDARIO	1103	13,08%
EDUCACIÓN BÁSICA	1591	18,40%
BACHILLERATO EDUCACIÓN MEDIA	465	5,25%
CICLO POSTBACHILLERATO	53	0,61%
SUPERIOR	301	3,50%
POSTGRADO	10	0,12%
SE IGNORA	189	2,12%

Tabla 20: *Nivel de Instrucción - General*
Fuente: *INEC – Censo 2010*

De igual manera, dentro del área de estudio (las parroquias de El Cabo, Chicán y Paute), el 81,63% indicó que su vivienda es tipo Casa/Villa, el 11,17% indica que es tipo Mediagua y el 2,12% indica que es tipo Covacha, estos entre los más representativos, a continuación, se detallan los mismos en la siguiente tabla.

Tipo de Vivienda (El Cabo, Chicán, Paute)		
Casa/Villa	3896	81,63%
Departamento en casa o edificio	12	0,25%
Cuarto en casa de inquilinato	60	1,26%
Mediagua	533	11,17%
Rancho	88	1,84%
Covacha	101	2,12%
Choza	70	1,47%
Otra	11	0,23%
Hotel, pensión, residencial u hostal	1	0,02%
Convento o Institución religiosa	1	0,02%

Tabla 21: *Tipo de Vivienda*
Fuente: *INEC – Censo 2010*

Además, el material predominante de estas viviendas es el Ladrillo o Bloque, 64,24%, y el Adobe o Tapia, 26,33%.

Material de Vivienda (El Cabo, Chicán, Paute)		
Hormigón	40	1,59%
Ladrillo o Bloque	1615	64,24%
Adobe o tapia	662	26,33%
Madera	67	2,67%
Caña revestida o bahareque	125	4,97%
Otros	5	0,20%

Tabla 22: *Material de Vivienda*
Fuente: *INEC – Censo 2010*

En cuanto a Servicios Básicos, al ser el área de estudio una zona rural el nivel de cobertura es bajo, lo que promueve un déficit en la calidad de vida de sus habitantes. En relación al abastecimiento de agua, apenas el 49,16% cuenta con el abastecimiento a través de Red Pública mientras que el 42,04% lo hace a través de río, vertiente, acequia o canal.

Abastecimiento de Agua (El Cabo, Chicán, Paute)		
Red Pública	1236	49,16%
Pozo	123	4,89%
Rio, vertiente, acequia o canal	1057	42,04%
Carro repartidor	4	0,16%
Agua lluvia / albarrada	94	3,74%

Tabla 23: *Abastecimiento de Agua*
Fuente: *INEC – Censo 2010*

Siendo de vital importancia una adecuada eliminación de aguas servidas, lo que ayuda a prevenir enfermedades, existe una ineficiencia del servicio, pues dentro del área de estudio, el

46,10% posee pozo séptico y apenas el 21,04% se encuentra conectado a una red pública de alcantarillado.

Eliminación de Aguas Servidas (El Cabo, Chicán Paute)		
Red Pública de alcantarillado	529	21,04%
Pozo séptico	1159	46,10%
Pozo ciego	306	12,17%
Descarga directa río, lago o quebrada	13	0,52%
Letrina	53	2,11%
No tiene	454	18,06%

Tabla 24: *Eliminación de Aguas Servidas*
Fuente: *INEC – Censo 2010*

La recolección de los residuos es importante para evitar la proliferación de enfermedades, sin embargo, al ser un sector rural el carro recolector brinda su servicio únicamente al 35,20% de la población de la zona, la mayoría de ellos, el 47,85% queman la basura y a pesar de no ser un porcentaje alto el 13,17% arrojan los desechos en un terreno baldío, quebrada, río, acequia o canal, lo que afectaría notablemente a la calidad de agua que es utilizada para el cultivo.

Recolección de Residuos (El Cabo, Chicán, Paute)		
Carro Recolector	885	35,20%
Arrojan en terreno baldío o quebrada	322	12,81%
La queman	1203	47,85%
La entierran	81	3,22%
Arrojan al rio, acequia o canal	9	0,36%
Otra forma	14	0,56%

Tabla 25: *Recolección de Residuos*
Fuente: *INEC – Censo 2010*

En cuanto, a servicio de energía eléctrica el 95,15% de la población de la zona, cuenta con electricidad proveída por la Empresa Eléctrica.

Servicio eléctrico (El Cabo, Chicán, Paute)		
Empresa eléctrica	2392	95.15%
Otro	2	0.08%
No tiene	120	4.77%

Tabla 26: *Servicio eléctrico*
Fuente: *INEC – Censo 2010*

El 76,55% de la población indica que no dispone de teléfono convencional, sin embargo, el 62,00% posee teléfono móvil.

Teléfono Convencional (El Cabo, Chicán, Paute)		
Si	596	23.45%
No	1946	76.55%

Tabla 27: *Teléfono Convencional*
Fuente: *INEC – Censo 2010*

Teléfono Móvil (El Cabo, Chicán, Paute)		
Si	1576	62.00%
No	966	38.00%

Tabla 28: *Teléfono Móvil*
Fuente: *INEC – Censo 2010*

En cuanto a la vialidad, el 41,04% son vías lastradas o de tierra y únicamente el 11,26% de ellas se encuentran adoquinadas o pavimentadas.

Vialidad (El Cabo, Chicán, Paute)		
Adoquín, pavimentada o de concreto	537	11.26%
Empedrada	375	7.86%
Lastrada o de tierra	1958	41.04%
Camino, sendero, chaquiñan	1889	39.59%
Otro	12	0.25%

Tabla 29: *Vialidad*
Fuente: *INEC – Censo 2010*

2.3.2. Cultural

Autoidentificación según cultura y costumbres		
Indígena	175	0.69%
Afroecuatoriano	513	2.01%
Negro	13	0.05%
Mulato	79	0.31%
Montubio	76	0.30%
Mestizo	23508	92.21%
Blanco	1087	4.26%
Otro	43	0.17%

Tabla 30: *Autoidentificación según cultura y costumbres*
Fuente: *INEC – Censo 2010*

Idioma		
Indígena	38	0.15%
Castellano	24373	95.60%
Extranjero	119	0.47%
Indígena/Castellano	41	0.16%
Castellano/Extranjero	100	0.39%
Indígena/Castellano/Extranjero	1	0.00%
No habla	822	3.22%

Tabla 31: *Idioma*
Fuente: *INEC – Censo 2010*

La población que conforma el área de estudio, en su mayoría, se autoidentifica según su cultura y costumbres como Mestizo, en un 92.21%; y la lengua mayormente hablada es el castellano, en un 95.60%.

2.3.3. Económico

Categoría de Ocupación		
Empleado/a u Obrero/a Público	689	6.52%
Empleado/a u Obrero/a Privado	2349	22.23%
Jornalero/a o Peón	1439	13.62%
Patrono/a	201	1.90%
Socio/a	167	1.58%
Cuenta Propia	4799	45.42%
Trabajador/a no remunerado	265	2.51%
Empleado/a doméstico	314	2.97%
Se ignora	343	3.25%

Tabla 32: *Categoría de Ocupación*
Fuente: *INEC – Censo 2010*

Podemos observar que el 45.42% de la población labora por cuenta propia, mientras que el 22.23% es Empleado/a u Obrero/a Privado, esto como datos más relevantes de la tabla superior. Además, es importante indicar que, ya sea por cuenta propia o siendo empleado u obrero privado, la principal actividad de la zona es la agrícola.

2.4. Actividades Agrícolas

El poblado de Paute se dedica principalmente a la agricultura, razón por la cual se pretende que la estructura destinada al sistema de riego sea en su totalidad productiva, la cual esté orientada a diversificar e incrementar el cultivo de productos, y que a su vez sea sostenible.

Paute es un cantón rico en producción agraria, sobretodo en el cultivo de frutas, mismas que abastecen varios mercados del Austro del país, así como el cultivo de flores, las que son de comercialización nacional e internacional. Además, la población se dedica al criadero de cuyes, lo que implica la necesidad de agua para regar pastos y parcelas en donde se encuentra la producción.

2.4.1. Uso del suelo

Dentro de las clases de cobertura vegetal existen tierras destinadas al cultivo en huertas, identificadas por estar conformadas de policultivos de ciclo corto como: maíz blanco, fréjol, arveja, papa y haba; y cultivos perennes que tienen un espacio para cada especie, generalmente para el consumo familiar.

Las tierras agropecuarias ocupan el 79.8% del territorio cantonal, de aquí se identifica los cultivos permanentes que se localizan en la zona junto a la vía principal son dedicados a las flores y tomate de mesa bajo invernadero, también son comunes los cultivos de hortalizas como col, zanahoria, lechuga, cebolla, rábano, acelga, perejil, apio, etc.

En el cantón Paute según (PAUTE, 2014) indica la producción de los principales cultivos del cantón.

Principales Cultivos	Producción (%)
Maíz	32.24
Papas	29.40
Tomate riñón	12.21
Fréjol	12.12
Hortalizas	3.49
Avena	2.36
Alfalfa	1.98
Haba	1.62
Tomate de árbol	0.77
Frutales	0.27
Aguacate	0.08
TOTAL	100

Tabla 33: *Principales cultivos del Cantón Paute*
Fuente: *(PAUTE, 2014)*

2.5. Organización del Sistema de Riego Chicticay – Paute

El sistema de Chicticay – Paute actualmente cubre un área de 382 Ha., sin embargo, el área total corresponde a 544 Ha., en vista de esta deficiencia la Directiva del Sistema de Riego, ha logrado que gracias a su buena gestión e iniciativa se desarrolle un buen manejo, quienes no buscan más que mejorar la producción de sus tierras, ingresos y con esto la vida de la

población. En la siguiente tabla se indica quienes conforman la Directiva Central del Sistema de Riego Chicticay – Paute.

Directiva Central	
Cargo	**Apellidos y Nombres**
Presidente	Curillo Orellana Luis Sebastián
Vicepresidente	Lalvay Morocho Jose Abraham
Secretario	Bau Saguay Manuel Santos
Tesorera	Yanza Guachun Rosa Elvira

Tabla 34: *Directiva Central*
Fuente: *Plan de Mejora. Sistema de Riego "Chicticay – Paute"*

Además, cada uno de los sectores, cuenta con su propia Directiva, la cual se detalla a continuación:

Directiva Zonas		
Zona	**Cargo**	**Apellidos y Nombres**
La Estancia	Presidente	Trelles Mendez Noe Naum
	Vicepresidente	Rocano Orellana Victor Manuel
	Secretaria	Perez Gomez Silvia Verónica
	1° Vocal	Deleg Perez Rosa Lina
	2° Vocal	Guachun Marina
El Cabo	Presidente	Sanchez Rocano Juan María
	Vicepresidente	Brito Calderón Ana Lucía
	Secretario	Bau Marcelo
	1° Vocal	Zhicay Angelita
	2° Vocal	Rocano Rocano Ángel Emilio
La Higuera	Presidente	Vera Loja Victor Leopoldo
	Vicepresidente	Barronuevo Pesantez Hilda Beatriz
	Secretario	Saguay Once Rosa Alejandra
	1° Vocal	Saguay Once María Lucrecia
	2° Vocal	Suco Buestan Gladis Yolanda
	2° Vocal	Bau Condo Luis Defilio
Uzhupud	Presidente	Bau Saguay Manuel Santos
	Vicepresidente	Palma Gavilanes Carlos Guillermo
	Secretario	Morocho Bueno Manuel Alejandro
San Ignacio	Vicepresidente	Condo Zhicay Gloria Maruja
	Secretario	Acevedo Mayra
	1° Vocal	Zhicay Alcra
	2° Vocal	Guachun Rocano Luis Defilio
Zhumir	Presidente	Yanzaguano Corte Victor Miguel
	Vicepresidente	Villa Caceres María Adoración
	Secretario	Ortiz Once Victor Miguel
	1° Vocal	Chungata Lasso Luis Heriberto
	2° Vocal	Perez Orellana Rosa America
Pirincay	Presidente	Bravo Flores Jacinto Vicente
	Vicepresidente	Saltos Jara Jose Ignacio
	Secretaria	Cajas Laura
	1° Vocal	Yupangui Isabel
	2° Vocal	Chuquiralao Luis
	3° Vocal	Guallpa Jose

Tutucán	Presidente	Chungata Muñoz Luis Rigoberto
	Vicepresidente	Coronel Patricio
	Secretario	Juela Moscoso Carmen Eulalia
	1° Vocal	Amaya Villalta María Genoveva
	2° Vocal	Jimenez Jimenez Alciviades Telespodo
	3° Vocal	Segarra Togra Tránsito Natividad

Tabla 35: *Directiva de cada sector*
Fuente: *Plan de Mejora. Sistema de Riego "Chicticay – Paute*"

2.6. Sistema de Riego Actual

2.6.1. Infraestructura

Actualmente el sistema de riego cuenta con las siguientes estructuras hidráulicas: captación, canal, 7 desarenadores, 24 conducciones principales y conducciones secundarias, es un sistema de riego tradicional a gravedad en la mayoría de su recorrido, sin embargo, existe la presencia de bombas para ciertas derivaciones.

Las estructuras hidráulicas existentes, no cumplen con los parámetros técnicos necesarios para que cumplan su función de manera eficiente, además de que su condición física, ya ha cumplido su vida útil.

Ilustración 14: *Captación - Río Cuenca*
Fuente: *El Autor*

Ilustración 15: *Rápidas, Captación - Río Cuenca*
Fuente: *El Autor*

Ilustración 16: *Canal, Sector La Estancia*
Fuente: *El Autor*

Ilustración 17: *Canal, tramo anterior al Puente Europa*
Fuente: *El Autor*

Ilustración 18: *Desarenador, Balcón de Pilato*
Fuente: *El Autor*

2.6.2. Nivel Organizativo

El nivel organizativo se fundamenta en la existencia de una Junta de Riego, la cual se encuentra legalizada y regida por reglamentos que contienen derechos, obligaciones y sanciones para los usuarios.

2.6.3. Operación y mantenimiento

El servicio de dotación de agua es permanente, es decir, los usuarios tienen acceso a la misma todos los días de la semana, durante las 24 horas del día.

La Junta de Riego Chicticay – Paute, cuenta con personal capacitado, que realiza recorridos a lo largo del sistema para verificar cualquier irregularidad que se presenta.

El mantenimiento del Sistema de Chicticay – Paute se encuentra a cargo de todos los usuarios, quienes periódicamente realizan mingas generales de limpieza a fin de que este funcione de manera eficiente.

Los usuarios mensualmente cancelan un aporte económico, el cual es utilizado para solventar los gastos tanto del sistema de riego como los gastos administrativos.

2.6.4. Caudal Actual

El sistema de riego de Chicticay – Paute, cuenta con un caudal de 300 l/s, adjudicado por la SENAGUA, el cual se encuentra distribuido a lo largo de todos los sectores pertenecientes al sistema; a continuación, se detallan los caudales actuales correspondientes a cada sector, los que han sido obtenidos a partir de la fórmula Q = A*dotación, en donde el área se obtuvo del levantamiento topográfico y la dotación se impuso inicialmente un valor de 0,5 l/s/ha:

SECTOR	ÁREA (Ha)	Q (L/S)	No. Terrenos
La Estancia	114	56.95	362
El Cabo	71	35.28	641
La Higuera	35	17.34	122
Uzhupud	24	12.25	47
San Ignacio	18	9.12	24
Zhumir	72	36.23	188
Pirincay	19	9.30	97
Tutucán	30	14.75	68
TOTALES	382	191.22	1549

Tabla 36: *Caudales de cada Sector*
Fuente: *El Autor*

2.7. Información Meteorológica

Los factores meteorológicos y climatológicos se obtienen a partir de estaciones de control cercanas a la localidad del sistema de riego. La información ha sido obtenida de los Anuarios Meteorológicos que han sido publicados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), se eligió al Estación Climatológica Principal Paute, ubicada en las coordenadas Latitud 2° 48’ 00’’ Sur y Longitud 78° 45’ 46’’ Oeste y una elevación de 2194 msnm.

2.7.1. Precipitación

En épocas de sequía, la cantidad de agua que es aportada por el sistema de riego puede no ser la necesaria para la planta, así como en invierno la cantidad de agua aportada puede ser demasiada, por esta razón es necesario analizar la distribución de lluvia a lo largo del año.

Los datos estadísticos obtenidos de la Estación Climatológica Principal Paute, del período comprendido entre 1990 y 2012, establece que los meses de mayor precipitación son marzo y abril, mientras que los meses que presenta poca lluvia son agosto y septiembre.

En la siguiente Tabla se encuentran los datos de la precipitación mensual de los años indicados, y, en el gráfico se encuentra un análisis de los valores de precipitaciones mensuales máximas, mínimas y medias.

Nombre Estación: Paute
Código: M0138
Tipo: Climatológica Principal

Latitud: 2° 48’ 00’’ S
Longitud: 78° 45’ 46’’ W
Elevación: 2194 m.s.n.m.

Precipitación Total Mensual (mm)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	Media	Máxima	Mínima
1990	28.7	40.8	32.5	81.7	24.9	43.7	18.9	32.7	32.9	83.8	63.1	115.4	599.1	**49.9**	**115.4**	**18.9**
1991	37.0	36.2	47.4	71.8	75.6	51.0	25.2	35.0	19.8	30.0	93.1	64.4	586.5	**48.9**	**93.1**	**19.8**
1992	26.9	55.0	72.7	54.0	50.4	52.4	41.7	15.3	28.3	32.7	77.9	-	-	**-**	**-**	**-**
1993	26.7	135.6	195.6	73.5	43.1	27.9	44.3	24.4	22.1	100.4	83.9	198.9	976.4	**81.4**	**198.9**	**22.1**
1994	62.9	-	110.0	112.2	61.4	64.1	69.2	81.9	24.0	98.8	113.7	42.6	-	**-**	**-**	**-**
1995	6.3	31.0	42.3	71.8	76.8	24.1	63.0	11.7	28.2	40.3	133.5	108.6	637.6	**53.1**	**133.5**	**6.3**
1996	93.1	176.5	100.0	126.4	98.0	41.7	53.5	33.2	39.2	114.4	31.4	50.1	957.5	**79.8**	**176.5**	**31.4**
1997	93.5	64.9	69.5	66.1	29.6	30.9	48.2	41.7	95.5	70.1	140.6	57.4	808.0	**67.3**	**140.6**	**29.6**
1998	38.9	65.5	82.2	100.0	50.7	43.6	68.4	29.7	11.9	-	73.7	16.0	-	**-**	**-**	**-**
1999	62.6	70.5	216.8	69.2	84.4	56.1	47.8	58.7	88.0	64.3	32.0	190.4	1040.8	**86.7**	**216.8**	**32.0**
2000	88.5	235.6	134.3	93.1	98.8	70.4	10.5	46.9	113.2	12.5	27.5	42.3	973.6	**81.1**	**235.6**	**10.5**
2001	50.7	24.1	53.4	73.8	45.3	75.9	28.3	27.9	40.0	26.3	59.7	58.3	563.7	**47.0**	**75.9**	**24.1**
2002	21.6	38.8	72.2	90.8	63.8	49.2	26.3	25.0	26.7	85.0	79.6	58.8	637.8	**53.2**	**90.8**	**21.6**
2003	29.0	70.3	102.2	82.8	70.4	53.4	30.9	10.0	39.5	63.4	101.9	37.4	691.2	**57.6**	**102.2**	**10.0**
2004	18.2	46.3	60.0	88.1	42.8	50.3	65.9	13.5	70.0	70.6	138.6	59.9	724.2	**60.4**	**138.6**	**13.5**
2005	29.4	83.5	122.0	128.0	14.5	54.3	26.0	11.1	15.3	84.4	42.6	133.6	744.7	**62.1**	**133.6**	**11.1**
2006	61.4	32.7	112.6	120.3	31.3	64.4	11.2	26.8	37.1	29.0	98.0	99.7	724.5	**60.4**	**120.3**	**11.2**
2007	52.9	15.7	92.9	118.9	48.7	96.2	19.1	66.6	39.4	64.5	104.9	77.1	796.9	**66.4**	**118.9**	**15.7**
2008	50.2	111.3	113.8	96.7	111.4	60.4	42.8	47.6	38.6	-	139.0	73.5	-	-	-	-
2009	87.9	52.6	91.1	90.0	66.0	40.4	28.9	24.0	23.0	68.6	28.6	90.9	692.0	**57.7**	**91.1**	**23.0**
2010	23.6	43.8	34.8	92.6	106.1	100.8	96.9	29.8	25.6	47.2	134.9	116.5	852.6	**71.1**	**134.9**	**23.6**
2011	90.9	111.3	78.4	174.5	86.8	48.5	102.1	46.8	62.8	75.9	86.8	124.4	1089.2	**90.8**	**174.5**	**46.8**
2012	97.6	118.9	49.8	102.0	53.3	49.4	40.6	32.2	14.2	147.8	90.1	56.5	852.4	**71.0**	**147.8**	**14.2**
Total	1178.5	1160.9*	2086.5	2178.3	1434.1	1249.1	1009.7	772.5	935.3	1410.0*	1975.1	1872.7*	-	-	-	-
Media	**51.2**	**75.5***	**90.7**	**94.7**	**62.4**	**54.3**	**43.9**	**33.6**	**40.7**	**67.1***	**85.9**	**85.1***	**-**	**-**	**-**	**-**
Mínima	**6.3**	**15.7***	**34.8**	**66.1**	**14.5**	**24.1**	**10.5**	**10.0**	**11.9**	**12.5***	**28.6**	**16.0***	**-**	**-**	**-**	**-**
Máxima	**97.6**	**235.6***	**216.8**	**174.5**	**111.4**	**100.8**	**102.1**	**81.9**	**113.2**	**147.8***	**140.6**	**198.9***	**-**	**-**	**-**	**-**

*** Valores no reales, falta un dato para calcular valor real.**

Tabla 37: *Precipitación Mensual*
Fuente: *Anuarios Meteorológicos INAMHI 1990 - 2012*

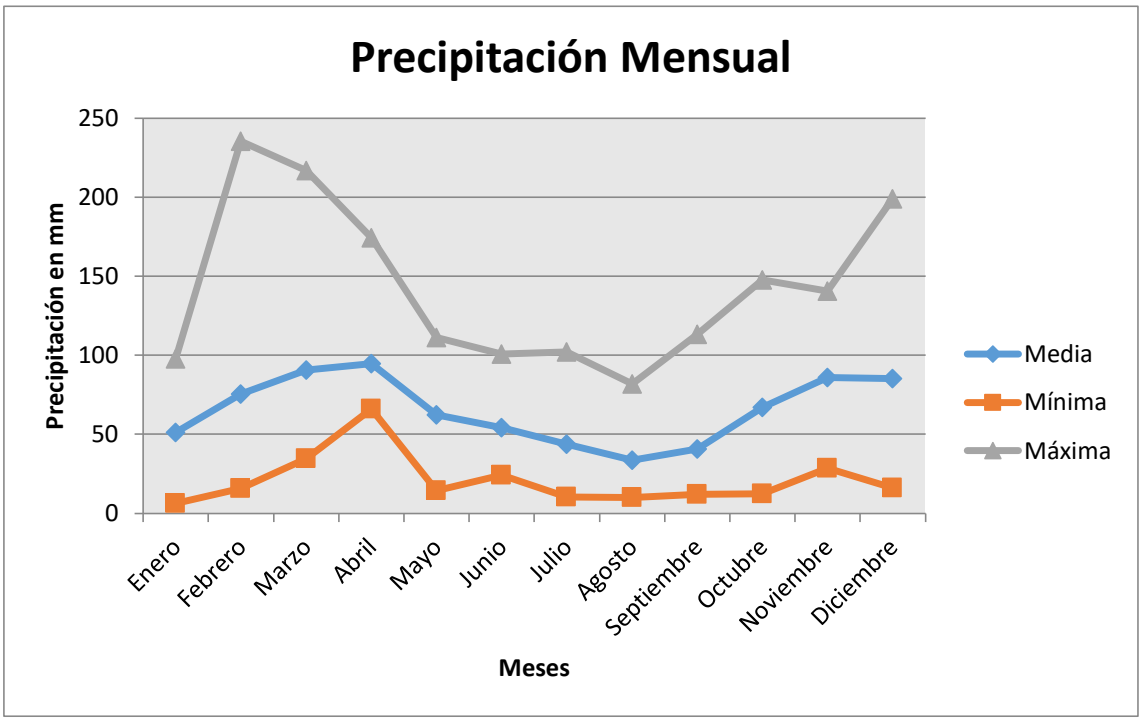


Gráfico 1: *Precipitación Mensual*
Fuente: *Anuarios Meteorológicos INAMHI 1990 – 2012*

2.7.2. Temperatura

Las variaciones de la temperatura estacional, afectan directamente sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo en sus distintas fases.

Además, la temperatura interviene en el cálculo de la evapotranspiración del cultivo ETo, por esta razón se ha tomado los datos de temperatura máxima, mínima y media en grados centígrados °C de los anuarios meteorológicos entre los años 1990 a 2012.

En las siguientes tablas se detallan estos valores y, además, se realiza un análisis de las temperaturas máximas, mínimas y media mensuales a través de gráficos.

Nombre Estación: Paute
Código: M0138
Tipo: Climatológica Principal

Latitud: 2° 48’ 00’’ S
Longitud: 78° 45’ 46’’ W
Elevación: 2194 m.s.n.m.

Temperatura Media Mensual (°C)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	Media	Máxima	Mínima
1990	18.3	18.7	18.0	18.0	17.5	16.9	16.0	15.8	17.4	18.3	18.5	17.8	211.2	**17.6**	**18.7**	**15.8**
1991	18.2	18.1	18.8	17.8	17.9	17.6	16.0	14.9	17.7	17.2	18.3	19.3	211.8	**17.7**	**19.3**	**14.9**
1992	18.8	18.0	18.5	18.1	18.2	16.7	15.2	16.0	17.0	17.5	18.3	-	192.3	**17.5***	**18.8***	**15.2***
1993	18.1	17.5	17.1	17.3	17.4	16.7	16.1	16.3	17.0	17.5	17.7	18.4	207.1	**17.3**	**18.4**	**16.1**
1994	17.7	-	17.7	17.4	17.3	15.9	15.8	14.6	16.4	17.5	17.8	18.4	186.5	**17.0***	**18.4***	**14.6***
1995	18.3	18.5	18.7	18.5	17.4	17.1	16.7	16.8	16.5	18.1	18.3	17.8	212.7	**17.7**	**18.7**	**16.5**
1996	17.9	17.3	17.6	17.7	17.1	16.5	15.0	15.7	16.5	18.1	18.1	18.2	205.7	**17.1**	**18.2**	**15.0**
1997	18.4	17.5	18.1	18.1	17.4	17.9	15.3	15.4	17.2	18.6	18.0	18.6	210.5	**17.5**	**18.6**	**15.3**
1998	18.5	19.4	19.2	19.2	17.9	16.7	15.6	17.0	17.4	-	18.9	18.4	198.2	**18.0***	**19.4***	**15.6***
1999	18.3	17.1	17.4	16.8	16.7	17.2	15.4	15.7	16.8	16.7	18.5	17.9	204.5	**17.0**	**18.5**	**15.4**
2000	17.7	16.7	17.0	17.0	16.8	17.0	16.2	16.0	16.9	17.5	17.9	18.0	204.7	**17.1**	**18.0**	**16.0**
2001	17.8	17.8	18.2	17.7	18.0	16.4	17.3	15.5	16.9	18.8	18.4	18.7	211.5	**17.6**	**18.8**	**15.5**
2002	18.7	18.3	18.4	18.2	18.0	16.5	17.4	17.1	17.4	18.0	17.8	18.8	214.6	**17.9**	**18.8**	**16.5**
2003	18.0	18.3	18.0	18.2	17.6	16.9	16.3	16.9	17.3	18.0	18.2	18.2	211.9	**17.7**	**18.3**	**16.3**
2004	18.8	18.2	18.1	18.3	18.4	17.0	17.1	15.9	16.4	18.0	18.3	18.9	213.4	**17.8**	**18.9**	**15.9**
2005	19.0	18.4	18.1	17.8	18.0	17.3	16.2	16.4	17.6	18.1	18.0	17.7	212.6	**17.7**	**19.0**	**16.2**
2006	12.8	13.2	12.9	13.3	12.8	11.7	11.3	11.5	12.1	13.7	13.5	13.9	152.7	**12.7**	**13.9**	**11.3**
2007	18.9	18.2	17.9	18.1	18.2	16.0	16.9	16.1	15.6	18.1	18.5	17.9	210.4	**17.5**	**18.9**	**15.6**
2008	18.3	17.5	17.9	17.9	17.1	16.7	16.1	16.0	17.0	-	17.6	18.0	190.1	**17.3***	**18.3***	**16.0***
2009	18.1	17.9	18.6	17.9	17.8	17.4	16.7	16.9	17.5	19.0	19.8	19.5	217.1	**18.1**	**19.8**	**16.7**
2010	19.0	19.5	19.3	19.1	18.6	17.0	17.4	15.4	16.1	17.8	17.0	17.2	213.4	**17.8**	**19.5**	**15.4**
2011	16.9	17.3	17.2	16.8	16.4	16.6	15.4	16.2	15.7	17.3	17.2	17.6	200.6	**16.7**	**17.6**	**15.4**
2012	17.8	17.4	17.2	17.3	16.5	16.7	15.6	15.4	15.9	17.4	18.2	17.8	203.2	**16.9**	**18.2**	**15.4**
Total	414.3	390.8	409.9	406.5	399.0	382.4	367.0	363.5	382.3	371.2	412.8	397.0	-	-	-	-
Media	**18.0**	**17.8***	**17.8**	**17.7**	**17.3**	**16.6**	**16.0**	**15.8**	**16.6**	**17.7***	**17.9**	**18.0***	**-**	**-**	**-**	**-**
Mínima	**12.8**	**13.2***	**12.9**	**13.3**	**12.8**	**11.7**	**11.3**	**11.5**	**12.1**	**13.7***	**13.5**	**13.9***	**-**	**-**	**-**	**-**
Máxima	**19.0**	**19.5***	**19.3**	**19.2**	**18.6**	**17.9**	**17.4**	**17.1**	**17.7**	**19.0***	**19.8**	**19.5***	**-**	**-**	**-**	**-**

*** Valores no reales, falta un dato para calcular valor real.**

Tabla 38: *Temperatura Media Mensual*
Fuente: *Anuarios Meteorológicos INAMHI 1990 – 2012*

Nombre Estación: Paute
Código: M0138
Tipo: Climatológica Principal

Latitud: 2° 48’ 00’’ S
Longitud: 78° 45’ 46’’ W
Elevación: 2194 m.s.n.m.

Temperatura Media Máxima (°C)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	Media	Máxima	Mínima
1990	24.9	26.1	24.9	24.2	23.4	22.3	22.4	21.8	-	-	24.7	24.3	239.0	**23.9***	**26.1***	**21.8***
1991	24.5	24.6	25.3	24.0	24.0	23.3	21.2	19.7	24.0	23.8	24.9	26.2	285.5	**23.8**	**26.2**	**19.7**
1992	25.4	25.1	25.2	24.1	24.6	21.9	20.4	22.6	23.6	24.4	25.8	-	263.1	**23.9***	**25.8***	**20.4***
1993	24.9	23.3	23.2	23.6	24.0	22.7	21.9	22.5	23.5	24.5	25.0	25.2	284.3	**23.7**	**25.2**	**21.9**
1994	24.0	-	24.5	23.6	23.8	21.4	21.8	20.1	22.6	25.2	25.0	25.9	257.9	**23.4***	**25.9***	**20.1***
1995	25.9	26.5	26.3	25.5	23.9	23.6	23.4	23.9	22.7	24.7	25.1	25.3	296.8	**24.7**	**26.5**	**22.7**
1996	25.0	23.6	24.7	24.5	2.4	22.8	21.1	21.7	23.4	25.4	26.7	25.1	266.4	**22.2**	**26.7**	**2.4**
1997	25.8	23.2	24.5	24.7	23.4	25.1	20.7	21.6	24.4	26.2	24.9	25.3	289.8	**24.2**	**26.2**	**20.7**
1998	24.9	25.9	26.1	25.9	24.6	22.7	21.1	23.9	25.6	-	26.5	27.5	274.7	**25.0***	**27.5***	**21.1***
1999	25.5	23.6	24.4	22.4	22.7	23.8	21.4	22.4	23.6	24.0	26.7	24.5	285.0	**23.8**	**26.7**	**21.4**
2000	24.2	23.4	22.9	22.7	22.5	23.0	22.5	22.0	23.7	24.1	27.0	25.1	283.1	**23.6**	**27.0**	**22.0**
2001	24.5	24.7	25.4	24.1	24.8	22.6	23.2	20.7	23.5	26.5	26.1	26.1	292.2	**24.4**	**26.5**	**20.7**
2002	26.1	25.6	25.0	25.3	24.5	23.4	24.7	24.4	24.4	24.4	24.5	25.6	297.9	**24.8**	**26.1**	**23.4**
2003	25.0	25.3	24.9	25.0	23.4	23.3	23.2	24.2	24.8	25.6	26.2	25.6	296.5	**24.7**	**26.2**	**23.2**
2004	27.9	26.0	25.3	25.7	25.7	23.8	24.2	22.7	23.6	25.3	26.2	27.0	303.4	**25.3**	**27.9**	**22.7**
2005	27.6	25.7	25.6	24.5	25.7	24.2	24.2	23.9	25.5	25.6	26.1	25.8	304.4	**25.4**	**27.6**	**23.9**
2006	19.1	19.7	19.0	20.0	19.3	17.2	16.8	16.7	17.5	20.2	20.0	20.6	226.1	**18.8**	**20.6**	**16.7**
2007	26.3	25.7	24.9	25.4	25.2	21.8	24.9	22.7	22.2	26.0	26.2	25.5	296.8	**24.7**	**26.3**	**21.8**
2008	25.8	24.4	25.6	25.3	23.6	23.7	22.6	22.5	24.5	-	25.4	26.3	269.7	**24.5***	**26.3***	**22.5***
2009	25.1	24.6	26.2	24.7	25.0	24.1	23.1	24.1	25.1	27.4	28.7	27.9	306.0	**25.5**	**28.7**	**23.1**
2010	26.3	26.6	27.1	26.5	26.6	23.2	24.7	21.6	24.1	25.7	25.2	24.3	301.9	**25.2**	**27.1**	**21.6**
2011	24.5	24.5	25.6	23.4	23.0	22.7	21.8	23.2	22.5	25.5	25.4	24.7	286.8	**23.9**	**25.6**	**21.8**
2012	24.9	24.3	23.7	24.4	22.8	23.3	22.7	22.8	23.2	25.4	25.5	25.3	288.3	**24.0**	**25.5**	**22.7**
Total	578.1	542.4	570.3	559.5	528.9	525.9	514.0	511.7	518.0	499.9	587.8	559.1	-	-	-	-
Media	**25.1**	**24.7***	**24.8**	**24.3**	**23.0**	**22.9**	**22.3**	**22.2**	**23.5***	**25.0***	**25.6**	**25.4***	**-**	**-**	**-**	**-**
Mínima	**19.1**	**19.7***	**19.0**	**20.0**	**2.4**	**17.2**	**16.8**	**16.7**	**17.5***	**20.2***	**20.0**	**20.6***	**-**	**-**	**-**	**-**
Máxima	**27.9**	**26.6***	**27.1**	**26.5**	**26.6**	**25.1**	**24.9**	**24.4**	**25.6***	**27.4***	**28.7**	**27.9***	**-**	**-**	**-**	**-**

*** Valores no reales, falta un dato para calcular valor real.**

Tabla 39: *Temperatura Media Máxima*
Fuente: *Anuarios Meteorológicos INAMHI 1990 – 2012*

Nombre Estación: Paute
Código: M0138
Tipo: Climatológica Principal

Latitud: 2° 48’ 00’’ S
Longitud: 78° 45’ 46’’ W
Elevación: 2194 m.s.n.m.

Temperatura Media Mínima (°C)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	Media	Máxima	Mínima
1990	11.9	11.5	11.7	11.6	11.3	11.3	8.9	8.9	9.5	10.4	11.4	10.4	128.8	**10.7**	**11.9**	**8.9**
1991	11.1	10.9	12.0	11.3	11.8	10.6	9.5	9.3	9.2	9.5	11.5	11.2	127.9	**10.7**	**12.0**	**9.2**
1992	11.2	11.0	11.7	11.2	11.2	11.2	9.9	8.9	10.9	9.8	9.9	-	116.9	**10.6***	**11.7***	**8.9***
1993	11.0	11.6	11.3	10.8	10.2	9.7	9.1	9.0	10.2	10.6	10.2	11.2	124.9	**10.4**	**11.6**	**9.0**
1994	10.8	-	10.5	10.6	10.4	10.1	9.9	9.1	10.1	10.4	11.6	11.6	104.3	**10.4***	**11.6***	**9.1***
1995	11.2	10.9	11.4	11.9	11.5	10.8	10.0	9.2	9.4	10.8	11.7	10.9	129.7	**10.8**	**11.9**	**9.2**
1996	11.1	11.2	11.6	11.5	11.0	10.6	9.2	10.0	10.2	11.2	9.5	11.5	128.6	**10.7**	**11.6**	**9.2**
1997	11.5	11.5	11.2	11.6	11.5	11.1	9.7	9.6	10.4	12.0	12.5	12.7	135.3	**11.3**	**12.7**	**9.6**
1998	13.0	13.0	13.1	13.4	11.7	11.2	10.1	9.9	9.3	-	12.0	9.2	125.9	**11.4***	**13.4***	**9.2***
1999	11.9	11.7	11.5	11.7	11.5	11.0	9.5	8.9	10.4	10.0	11.7	11.9	131.7	**11.0**	**11.9**	**8.9**
2000	11.2	10.9	11.4	11.3	11.3	11.4	10.0	9.8	10.3	10.4	8.8	11.1	127.9	**10.7**	**11.4**	**8.8**
2001	11.1	11.7	12.1	11.8	11.2	10.5	10.6	9.8	10.3	11.7	11.3	12.3	134.4	**11.2**	**12.3**	**9.8**
2002	11.9	12.0	12.3	12.1	12.0	10.5	11.2	10.1	10.0	11.3	11.8	12.3	137.5	**11.5**	**12.3**	**10.0**
2003	11.1	11.8	11.1	11.1	11.4	10.6	9.7	10.2	10.2	11.2	10.9	11.5	130.8	**10.9**	**11.8**	**9.7**
2004	10.2	11.6	12.3	11.5	11.7	10.5	10.6	8.7	9.7	11.4	11.7	11.4	131.3	**10.9**	**12.3**	**8.7**
2005	10.5	12.1	11.6	11.5	10.7	10.8	8.7	9.0	10.2	10.9	9.2	10.9	126.1	**10.5**	**12.1**	**8.7**
2006	8.1	8.8	8.6	8.9	8.3	7.8	7.2	7.3	7.1	7.4	8.3	8.7	96.5	**8.0**	**8.9**	**7.1**
2007	13.3	12.1	12.4	12.9	12.4	10.7	9.9	10.4	10.3	11.6	12.3	11.8	140.1	**11.7**	**13.3**	**9.9**
2008	12.5	12.4	11.9	12.0	12.1	10.9	10.9	10.2	10.7	-	11.8	11.8	127.2	**11.6***	**12.5***	**10.2***
2009	12.5	11.5	12.3	11.4	11.8	11.8	10.9	10.9	10.5	12.4	11.8	12.9	140.7	**11.7**	**12.9**	**10.5**
2010	12.7	13.4	13.0	12.7	12.6	11.8	11.1	9.3	8.9	11.1	10.4	12.0	139.0	**11.6**	**13.4**	**8.9**
2011	11.3	12.7	10.8	12.7	11.7	11.8	10.9	10.6	10.6	10.5	10.6	12.3	136.5	**11.4**	**12.7**	**10.5**
2012	12.5	12.7	12.5	12.6	11.8	11.4	9.6	8.3	9.2	11.8	12.3	9.5	134.2	**11.2**	**12.7**	**8.3**
Total	263.6	257.0	268.3	268.1	261.1	248.1	227.1	217.4	227.6	226.4	253.2	249.1	-	-	-	-
Media	**11.5**	**11.7***	**11.7**	**11.7**	**11.4**	**10.8**	**9.9**	**9.5**	**9.9**	**10.8***	**11.0**	**11.3***	**-**	**-**	**-**	**-**
Mínima	**8.1**	**8.8***	**8.6**	**8.9**	**8.3**	**7.8**	**7.2**	**7.3**	**7.1**	**7.4***	**8.3**	**8.7***	**-**	**-**	**-**	**-**
Máxima	**13.3**	**13.4***	**13.1**	**13.4**	**12.6**	**11.8**	**11.2**	**10.9**	**10.9**	**12.4***	**12.5**	**12.9***	**-**	**-**	**-**	**-**

*** Valores no reales, falta un dato para calcular valor real.**

Tabla 40: *Temperatura Media Mínima*
Fuente: *Anuarios Meteorológicos INAMHI 1990 – 2012*

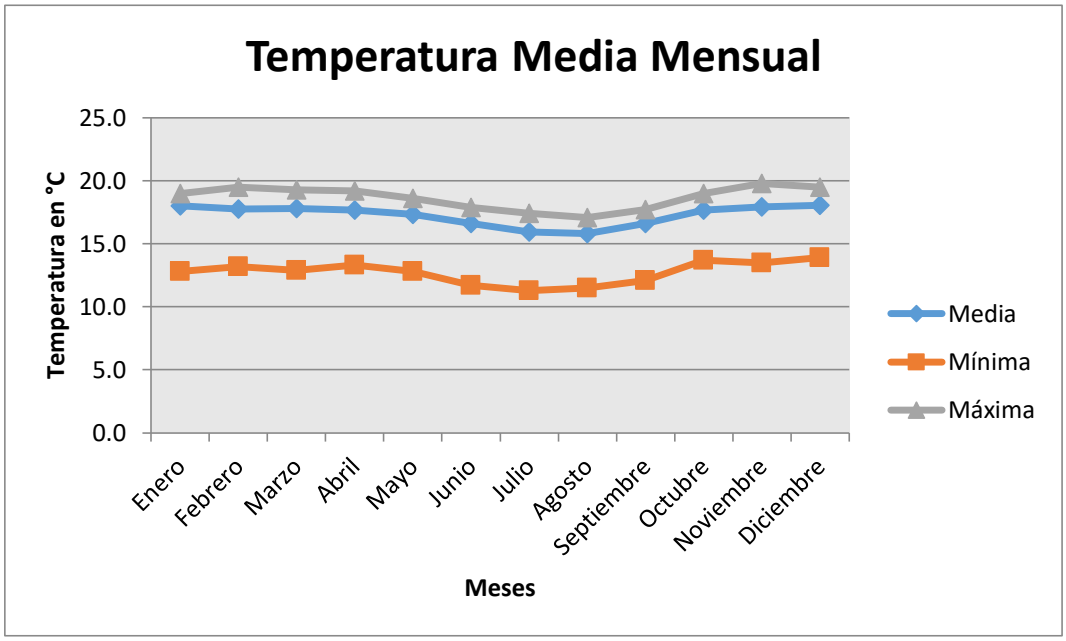


Gráfico 2: *Temperatura Media Mensual*
Fuente: *Anuarios Meteorológicos INAMHI 1990 – 2012*

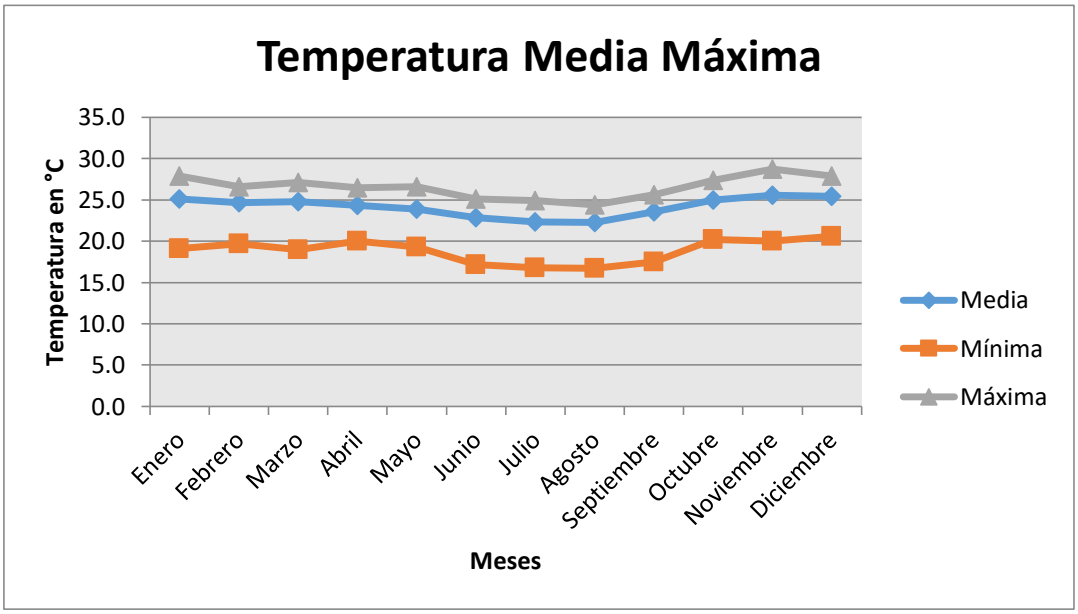


Gráfico 3: *Temperatura Media Mínima*
Fuente: *Anuarios Meteorológicos INAMHI 1990 – 2012*

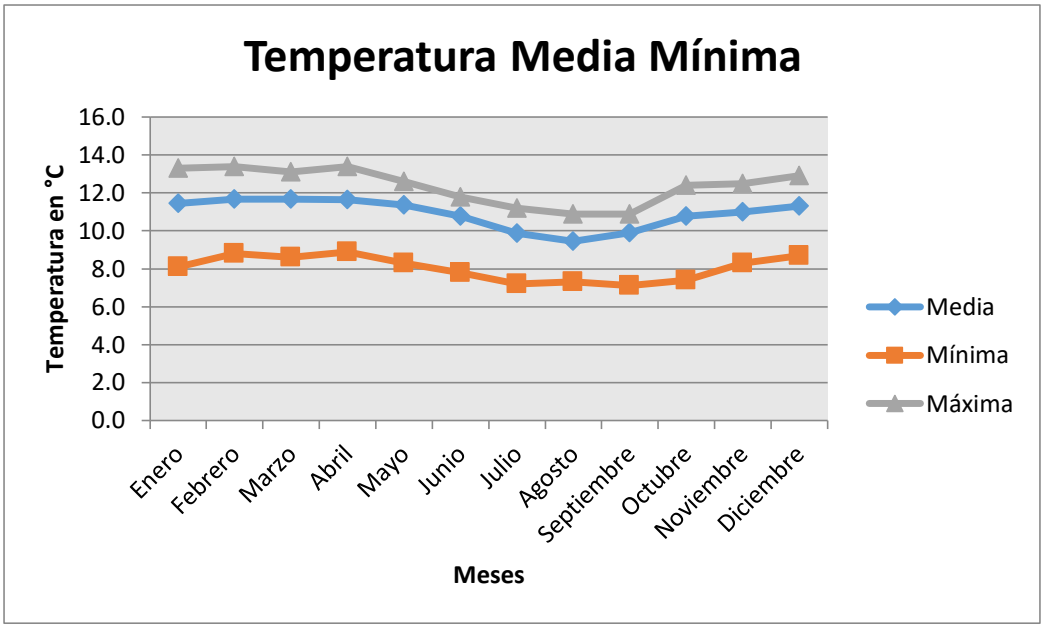


Gráfico 4: *Temperatura Media Mínima*
Fuente: *Anuarios Meteorológicos INAMHI 1990 – 2012*

2.7.3. Humedad

Este parámetro es imprescindible para el consumo de agua de las plantas, ya que estas necesitan de cierta cantidad de humedad del aire, que no es más que vapor de agua existente en el aire, para realizar la transpiración.

Entonces, de existir mayor cantidad de humedad en el aire, la cantidad de agua necesaria para el riego será menor, lo opuesto de ser un ambiente seco, las plantas aumentan su transpiración y por ende aumenta la cantidad de agua necesaria para el riego.

Al analizar los datos obtenidos de los anuarios meteorológicos, se tiene que los meses con mayor humedad son junio y julio, mientras que los meses que presentan menor humedad son octubre y noviembre; en la siguiente tabla encontramos los datos registrados por la estación climatológica principal de Paute del año 1990 al año 2012, e igualmente en el gráfico se presenta un análisis de los valores de humedad mensual media, máxima y mínima.

Nombre Estación: Paute
Código: M0138
Tipo: Climatológica Principal

Latitud: 2° 48’ 00’’ S
Longitud: 78° 45’ 46’’ W
Elevación: 2194 m.s.n.m.

Humedad Relativa Media Mensual (%)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	Media	Máxima	Mínima
1990	82,0	80,0	82,0	84,0	82,0	85,0	83,0	84,0	80,0	80,0	80,0	79,0	981,0	**81,8**	**85,0**	**79,0**
1991	80,0	81,0	82,0	83,0	83,0	84,0	85,0	84,0	82,0	84,0	85,0	86,0	999,0	**83,3**	**86,0**	**80,0**
1992	86,0	86,0	84,0	76,0	76,0	81,0	80,0	76,0	76,0	68,0	69,0	-	858,0	**78,0**	**86,0**	**68,0**
1993	73,0	79,0	80,0	81,0	77,0	76,0	76,0	80,0	85,0	85,0	86,0	86,0	964,0	**80,3**	**86,0**	**73,0**
1994	87,0	-	78,0	80,0	80,0	84,0	82,0	83,0	82,0	76,0	84,0	86,0	902,0	**82,0**	**87,0**	**76,0**
1995	84,0	83,0	83,0	81,0	79,0	75,0	79,0	72,0	76,0	77,0	80,0	81,0	950,0	**79,2**	**84,0**	**72,0**
1996	79,0	82,0	82,0	81,0	82,0	82,0	83,0	83,0	81,0	77,0	77,0	80,0	969,0	**80,8**	**83,0**	**77,0**
1997	77,0	80,0	77,0	78,0	81,0	77,0	80,0	79,0	78,0	75,0	80,0	78,0	940,0	**78,3**	**81,0**	**75,0**
1998	79,0	77,0	77,0	78,0	79,0	80,0	85,0	84,0	84,0	-	83,0	82,0	888,0	**80,7**	**85,0**	**77,0**
1999	84,0	88,0	87,0	87,0	88,0	87,0	89,0	87,0	88,0	87,0	85,0	87,0	1044,0	**87,0**	**89,0**	**84,0**
2000	86,0	89,0	89,0	90,0	90,0	88,0	85,0	83,0	82,0	81,0	74,0	79,0	1016,0	**84,7**	**90,0**	**74,0**
2001	77,0	81,0	80,0	81,0	78,0	80,0	80,0	82,0	79,0	75,0	78,0	78,0	949,0	**79,1**	**82,0**	**75,0**
2002	77,0	81,0	82,0	82,0	83,0	85,0	85,0	83,0	82,0	79,0	79,0	76,0	974,0	**81,2**	**85,0**	**76,0**
2003	75,0	76,0	77,0	75,0	79,0	80,0	80,0	79,0	83,0	79,0	80,0	80,0	943,0	**78,6**	**83,0**	**75,0**
2004	83,0	85,0	85,0	84,0	83,0	87,0	86,0	79,0	79,0	75,0	75,0	73,0	974,0	**81,2**	**87,0**	**73,0**
2005	72,0	77,0	78,0	81,0	76,0	80,0	76,0	78,0	76,0	75,0	74,0	76,0	919,0	**76,6**	**81,0**	**72,0**
2006	75,0	78,0	79,0	79,0	78,0	81,0	82,0	83,0	81,0	78,0	82,0	79,0	955,0	**79,6**	**83,0**	**75,0**
2007	77,0	77,0	76,0	78,0	77,0	84,0	77,0	80,0	83,0	76,0	75,0	75,0	935,0	**77,9**	**84,0**	**75,0**
2008	78,0	79,0	78,0	78,0	80,0	79,0	78,0	80,0	78,0	-	79,0	78,0	865,0	**78,6**	**80,0**	**78,0**
2009	78,0	77,0	76,0	79,0	78,0	79,0	78,0	75,0	74,0	73,0	69,0	74,0	910,0	**75,8**	**79,0**	**69,0**
2010	74,0	76,0	82,0	83,0	83,0	83,0	88,0	90,0	72,0	69,0	75,0	77,0	952,0	**79,3**	**90,0**	**69,0**
2011	77,0	80,0	75,0	84,0	95,0	79,0	82,0	74,0	79,0	85,0	83,0	82,0	975,0	**81,3**	**95,0**	**74,0**
2012	83,0	85,0	86,0	90,0	87,0	86,0	85,0	79,0	79,0	81,0	80,0	78,0	999,0	**83,3**	**90,0**	**78,0**
Total	1823,0	1777,0	1855,0	1873,0	1874,0	1882,0	1884,0	1857,0	1839,0	1635,0	1812,0	1750,0	-	-	-	-
Media	**79,3**	**80,8**	**80,7**	**81,4**	**81,5**	**81,8**	**81,9**	**80,7**	**80,0**	**77,9**	**78,8**	**79,5**	-	-	-	-
Mínima	**72,0**	**76,0**	**75,0**	**75,0**	**76,0**	**75,0**	**76,0**	**72,0**	**72,0**	**68,0**	**69,0**	**73,0**	-	-	-	-
Máxima	**87,0**	**89,0**	**89,0**	**90,0**	**95,0**	**88,0**	**89,0**	**90,0**	**88,0**	**87,0**	**86,0**	**87,0**	-	-	-	-

*** Valores no reales, falta un dato para calcular valor real.**

Tabla 41: *Humedad Relativa Media Mensual*
Fuente: *Anuarios Meteorológicos INAMHI 1990 – 2012*

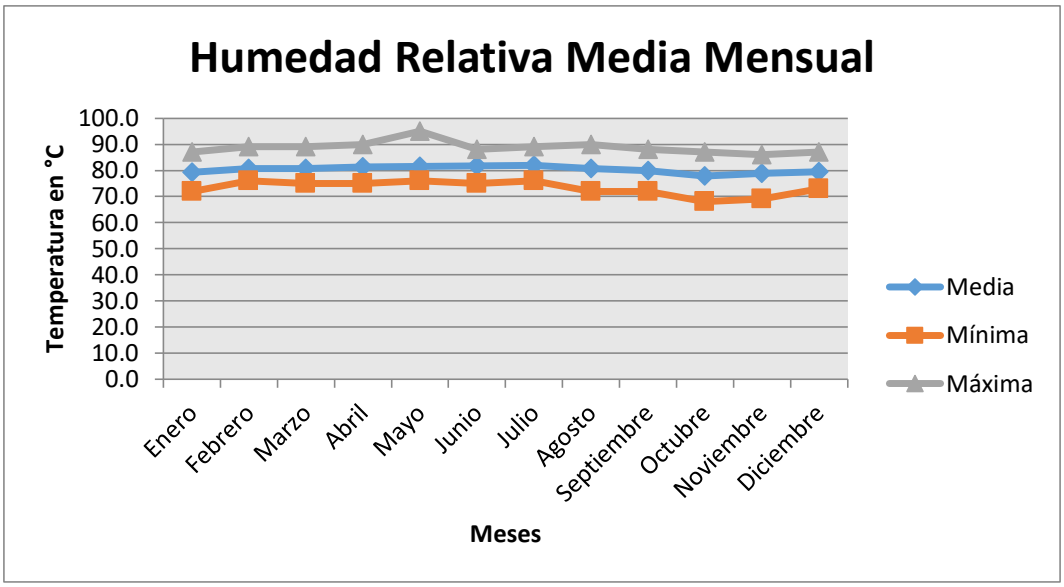


Gráfico 5: *Humedad Relativa Media Mensual*
Fuente: *Anuarios Meteorológicos INAMHI 1990 – 2012*

2.7.4. Velocidad del viento

Para un sistema de riego por aspersión, la velocidad del viento es de vital importancia, pues vientos fuertes pueden ocasionar problemas al momento de transportar el agua desde los aspersores hacia otras áreas del terreno, sin suministrarse agua de manera uniforme y la requerida por el cultivo.

Es ideal un viento suave lo que favorece la transpiración de la planta, lo contrario de un viento fuerte que puede ocasionar una excesiva transpiración.

La velocidad del viento se ha obtenido (METEOBLUE, 2018) debido a la falta de información en los anuarios meteorológicos. El diagrama de la velocidad de viento muestra los días por mes, durante los cuales el viento alcanza una cierta velocidad, con lo que se ha calculado el promedio de los días marcados para obtener la velocidad del viento en km/h.

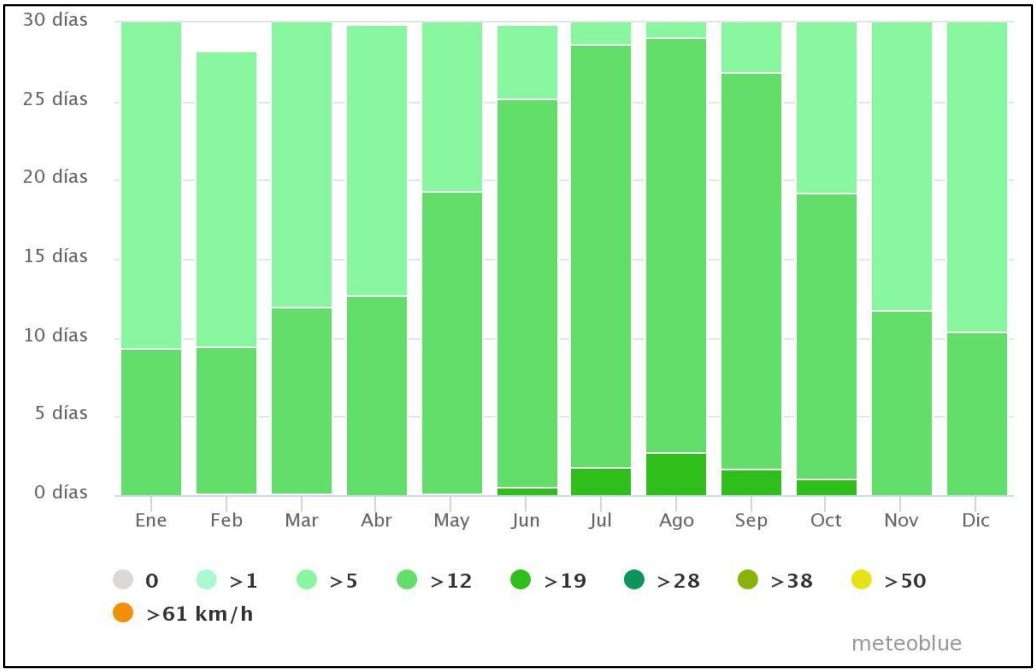


Gráfico 6: *Velocidad del Viento*
Fuente: *(METEOBLUE, 2018)*

Velocidad del viento (km/h)

0	>1	>5	>12	>19	>28	>38	>50	>61

MES	DIAS									V (km/h)	V (m/s)
Enero	0	0	21.6	9.3	0	0	0	0	0	8.5	2.4
Febrero	0	0	18.8	9.3	0.1	0	0	0	0	12	3.3
Marzo	0	0	19	11.9	0.1	0	0	0	0	12	3.3
Abril	0	0	17.2	12.7	0	0	0	0	0	8.5	2.4
Mayo	0	0	11.6	19.2	0.1	0	0	0	0	12	3.3
Junio	0	0	4.7	24.7	0.5	0	0	0	0	12	3.3
Julio	0	0	2.4	26.8	1.8	0	0	0	0	12	3.3
Agosto	0	0	1.9	26.4	2.7	0	0	0	0	12	3.3
Septiembre	0	0	3.1	25.2	1.7	0	0	0	0	12	3.3
Octubre	0	0	11.8	18.1	1.1	0	0	0	0	12	3.3
Noviembre	0	0	18.3	11.7	0	0	0	0	0	8.5	2.4
Diciembre	0	0	20.6	10.4	0	0	0	0	0	8.5	2.4

Tabla 42: *Velocidad del Viento*
Fuente: *(METEOBLUE, 2018)*

2.7.5. Heliofanía

Se conoce como heliofanía al número de horas que el sol se encuentra obstruido por nubes. Las plantas necesitan contar con un ambiente que permita una fácil fotosíntesis, acelerando el proceso de crecimiento, por este motivo contar con un registro de la heliofanía es muy importante.

Los datos de heliofanía no se encuentran registrados en los boletines de la Estación Climatológica Principal Paute (M0138) del INAMHI, por lo que se obtuvieron de la tesis (Donoso Correa, 2018). Resultando la insolación del 30% de insolación diario.

2.7.6. Evaporación

La evaporación es fundamental al momento de determinar la cantidad de agua que debe ser brindada a cada cultivo; esta constituye en el proceso físico por el que el agua que se encuentra en la superficie del suelo, debido al aumento de la temperatura y otros parámetros meteorológicos, se convierte en vapor.

Por otra parte, la evaporación del agua de la superficie del suelo más la transpiración de las plantas constituyen la evapotranspiración.

2.7.7. Cálculo de Evapotranspiración de Referencia ETo

La Evapotranspiración de Referencia, ETo, es aquella que relaciona de manera directa la necesidad de agua de los cultivos, y, depende principalmente de las condiciones climáticas. La ETo es utilizada para cultivos específicos, que presentan una altura de 8 a 15 cm, que se superpone a lo largo de todo el suelo y que no se presenta déficit hídrico.

Ilustración 19: *Evapotraspiración de Referencia ETo*
Fuente: (Meterorología Agrícola - FCA- UNCuyo, 2017)

Con la ayuda de CROPWAT 8.0, programa informático gratuito diseñado por la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), y con los datos meteorológicos obtenidos de la Estación Paute (Temperatura mínima y máxima, Humedad, Viento e Insolación), se procede a calcular la evapotranspiración de referencia ETo.

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Promedio
Temperatura Mínima (°C)	11.5	11.7	11.7	11.7	11.4	10.8	9.9	9.5	9.9	10.8	11.0	11.3	10.9
Temperatura Máxima (°C)	25.1	24.7	24.8	24.3	23.0	22.9	22.3	22.2	23.5	25.0	25.6	25.4	24.1
Humedad (%)	79	81	81	81	82	82	82	81	80	78	79	80	81
Viento (m/s)	2.4	3.3	3.3	2.4	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	2.4	2.4	3.0
Insolación	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Rad. (MJ/m2/día)	14.8	15.1	15.2	14.5	13.6	13.1	13.3	14.1	14.8	15.0	14.8	14.6	14.4
ETo (mm/día)	3.32	3.40	3.42	3.17	2.96	2.86	2.85	2.99	3.25	3.52	3.36	3.28	3.20
Eto (mm/mes)	102.92	95.2	106.02	95.1	91.76	85.8	88.35	92.69	97.5	109.12	100.8	101.68	81.34

Tabla 43: *Resultado de Evapotranspiración de Referencia ETo.*
Fuente: *Programa CROP-WAT*

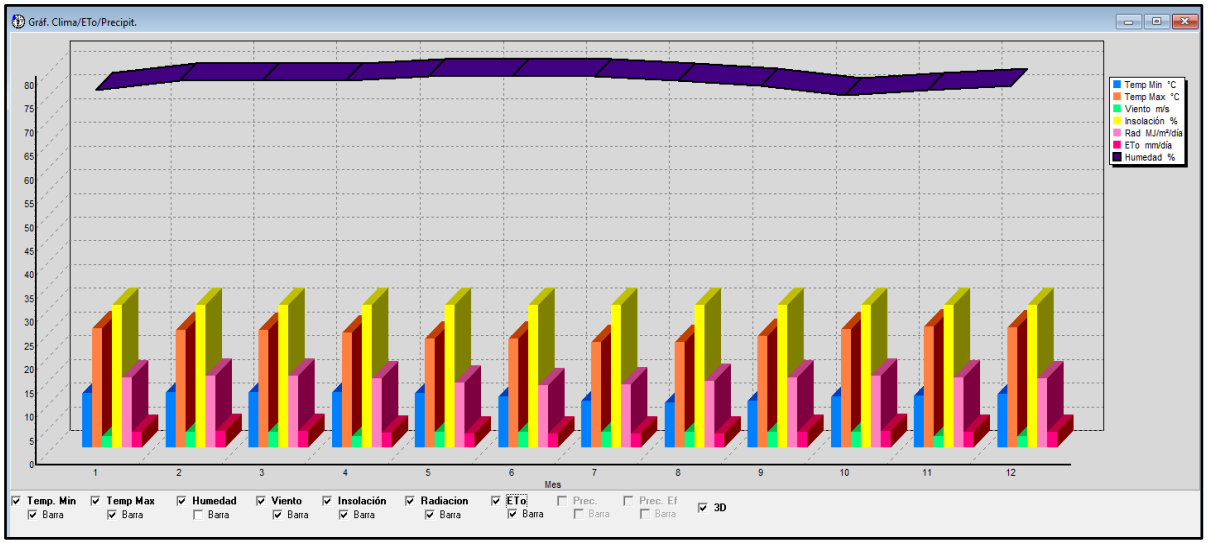


Gráfico 7: *Evapotranspiración de Referencia, ETo.*
Fuente: *Programa CROP-WAT*

A partir de los datos de la tabla No. 37 de la precipitación mensual, se obtiene la precipitación mensual efectiva, que no es más que una fracción de la precipitación mensual total que ha sido utilizada para satisfacer los requerimientos de los cultivos, es decir, el agua que ha sido aprovechada por la planta; en la siguiente tabla encontramos los datos correspondientes a la precipitación efectiva mensual versus la precipitación mensual, para la obtención de estos datos se utilizó de igual manera el programa CROP-WAT, en donde los cálculos están en función de los datos meteorológicos de la Estación Paute.

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Precipitación mensual	51.2	75.5	90.7	94.7	62.4	54.3	43.9	33.6	40.7	67.1	85.9	85.1	785.1
Precipitación mensual efectiva	47.0	66.4	77.5	80.4	56.2	49.6	40.8	31.8	38.0	59.9	74.1	73.5	695.2

Tabla 44: *Precipitación Efectiva Mensual*
Fuente: *Programa CROP-WAT*

2.7.7.1. Gráfico ETo vs Precipitación Mensual

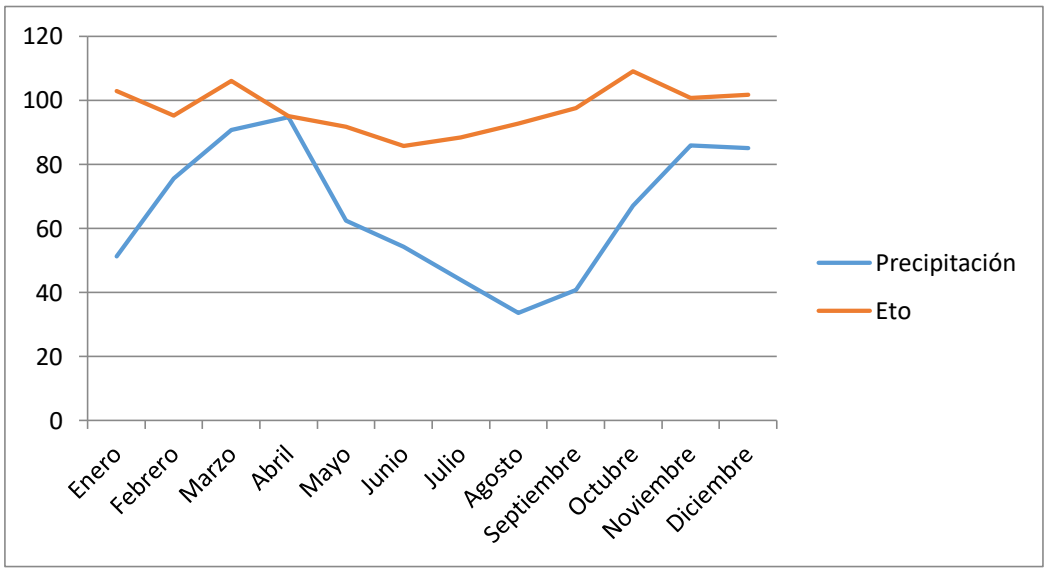


Gráfico 8: *ETo. vs Precipitación Mensual*
Fuente: *El Autor*

En el gráfico se puede observar que la Evapotranspiración (ETo), es mayor a la precipitación mensual, por lo que existe la necesidad de aplicar riego en la zona, a fin de satisfacer el requerimiento de agua de los cultivos, además el mes más desfavorable corresponde a agosto.

2.7.8. Calidad del agua

Se deben realizar análisis físicos, químicos y biológicos, al agua de riego que será utilizada, en los diferentes cultivos.

A continuación, se presentan algunos parámetros que han sido analizados en laboratorio, del agua del río Paute.

Parámetros	Unidades	Resultado		Límite aceptable (Libro VI Anexo I TULAS)
		Invierno	Verano	
Coliformes Totales	NPM/ml	8599.88	4566.029	1000 mg/l
Coliformes Fecales	NPM/ml	7257.59	1454.717	< 1000 mg/l
Sodio	ppm	4.2	5.9	3 meq/l
Calcio	ppm	4.9	1.4	-
Potasio	ppm	3.1	2.3	-
Magnesio	ppm	0.5	2.2	-
Nitratos	ppm	0.3	0.6	10 mg/l
Amonio	ppm	1.8	0.9	0.05 mg/l
Alcalinidad	ppm	0.9	1.9	-
Turbiedad (NTU)	ppm	3.8	1.8	100 UTN
DBO	ppm	6.9	12.8	100 mg/l
DQO	ppm	16.1	29.5	250 mg/l
Sólidos Totales	ppm	0.3	7.7	1600 mg/l
Fósforo	ppm	0.5	0.1	10 mg/l
Fosfatos	ppm	1.7	0.7	-
pH		7.45	7.48	6.5 – 8.4

Tabla 45: *Análisis de Agua*
Fuente: (Ortiz Ulloa & Rodas Espinoza, 2014)

2.8. Topografía

El área de riego del sistema de Riego Chicticay – Paute, cuenta con una topografía ondulada, con pendientes que varían entre el 5% y el 22%, algunas de las conducciones principales presentan en su inicio un área escarpada; sin embargo, al llegar a la conducción secundaria las pendientes son más suaves.

El análisis de la topografía es necesario al momento de elegir el método de riego a implementar.

El desnivel existente permite conducir el agua con la presión necesaria a cada uno de los puntos del sistema; sin embargo, existen ciertos usuarios que se ubican sobre la cota del canal, y para ellos el agua debe ser bombeada.

2.8.1. Levantamiento Topográfico

El levantamiento catastral fue entregado por Técnicos de la Prefectura del Azuay de manera física, la misma que fue digitalizada y corroborado por el autor en el presente estudio; mientras que el levantamiento de las estructuras hidráulicas existentes, captación, canal, desarenadores, conducciones principales, conducciones secundarias; fueron realizados con la utilización de GPS por el autor. En el anexo, se presenta la libreta topográfica.

Una vez digitalizadas las coordenadas de las áreas de riego levantadas correspondientes a cada uno de los terrenos de los consumidores, se procedió a localizar las mismas sobre la cartografía correspondiente a los cantones de Paute y Gualaceo, y de la misma manera se procedió a localizar las estructuras hidráulicas existentes.

2.8.1.1. Actividades realizadas

1. Transcripción de coordenadas de los 1549 terrenos correspondientes de las fichas entregadas a Excel.

2. Creación de archivos por zona en formato .txt, para posteriormente pasar estos datos al programa AutoCAD Civil 3D.

3. Digitalización de los 1549 terrenos, y, estructuración de cada sector.

4. Ubicación del área y nombre de propietario de los 1549 terrenos.

5. Superposición de los terrenos sobre la Ortofoto correspondiente, y, reubicación de los terrenos.

5. Levantamiento de estructuras hidráulicas (captación, canal, derivadores, desarenadores).

6. Localización de los 1549 terrenos y estructuras hidráulicas sobre la cartografía correspondiente a los cantones de Paute y Gualaceo.

7. Trazo del río Cuenca y vía principales y secundarias.

A continuación, observamos el esquema en formato A4 del levantamiento realizado, en los anexos se encuentra en formato A1.

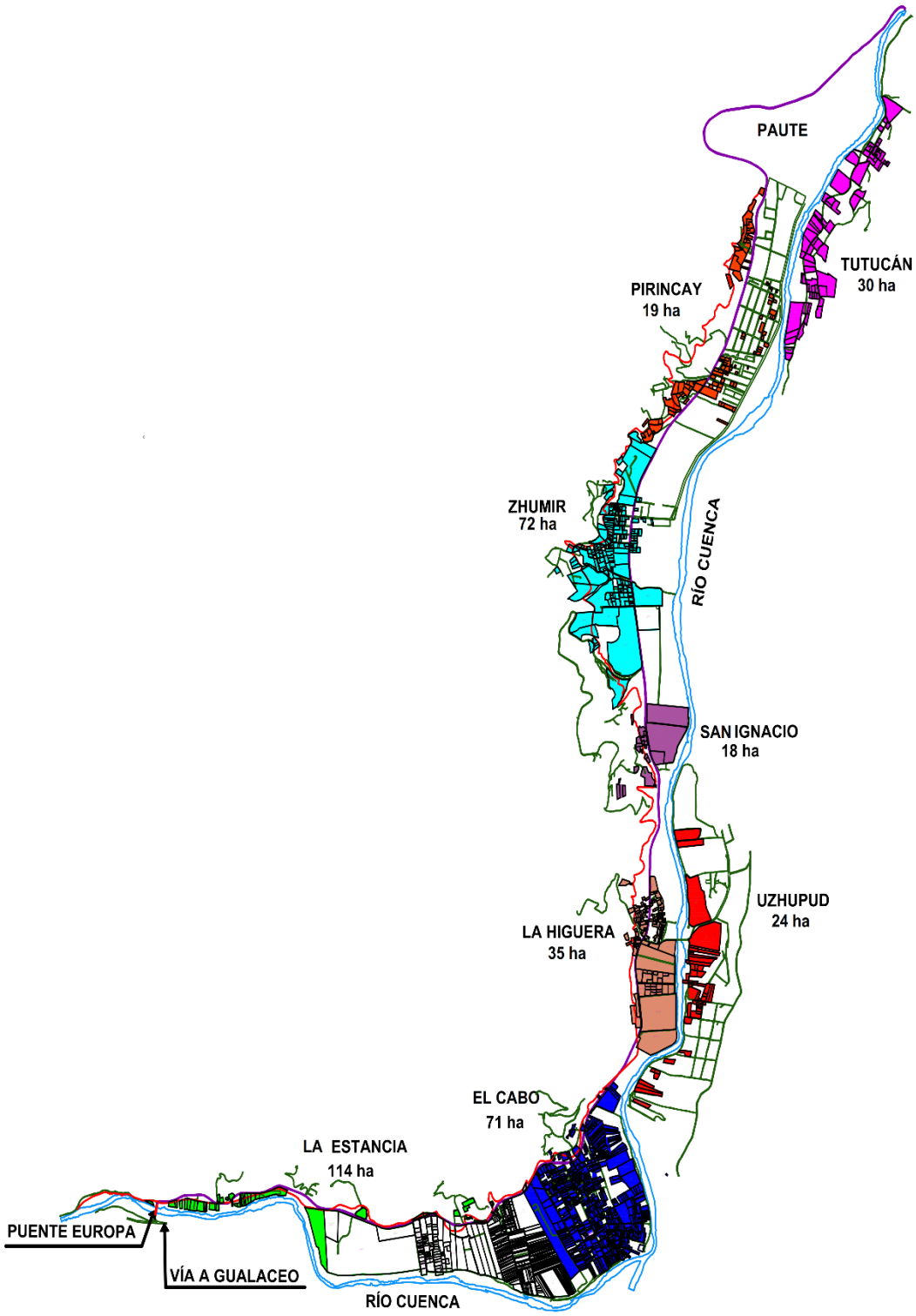


Ilustración 20: *Sistema de Riego*
Fuente: *El Autor*

Capítulo 3

Determinación de la dosis de riego

3.1. Caudal asignado

La Secretaría Nacional del Agua, SENAGUA, resuelve, el 23 de diciembre del 2016 que para cubrir de manera eficiente con los requerimientos hídricos de la Junta General de consumidores del Sistema de Riego Chicticay-Paute y Chicticay – Gualaceo, asignar preliminarmente el caudal de 300 l/s para el Sistema de Riego de Chicticay - Paute, y un caudal de 250 l/s para el Sistema de Riego de Chicticay – Gualaceo; según lo indicado en el expediente administrativo No.: 1334-A CNRH.

3.2. Métodos de riego existentes

Los cultivos necesitan absorber el agua del suelo, para ello existen los sistemas de riego que son infraestructuras hidráulicas que reponen el nivel de humedad, en el suelo para que el cultivo no entre en estrés.

Regar incluye que el agua se infiltre de manera homogénea en el suelo a una profundidad adecuada, para ello mencionamos los diversos métodos existentes con sus ventajas y desventajas.

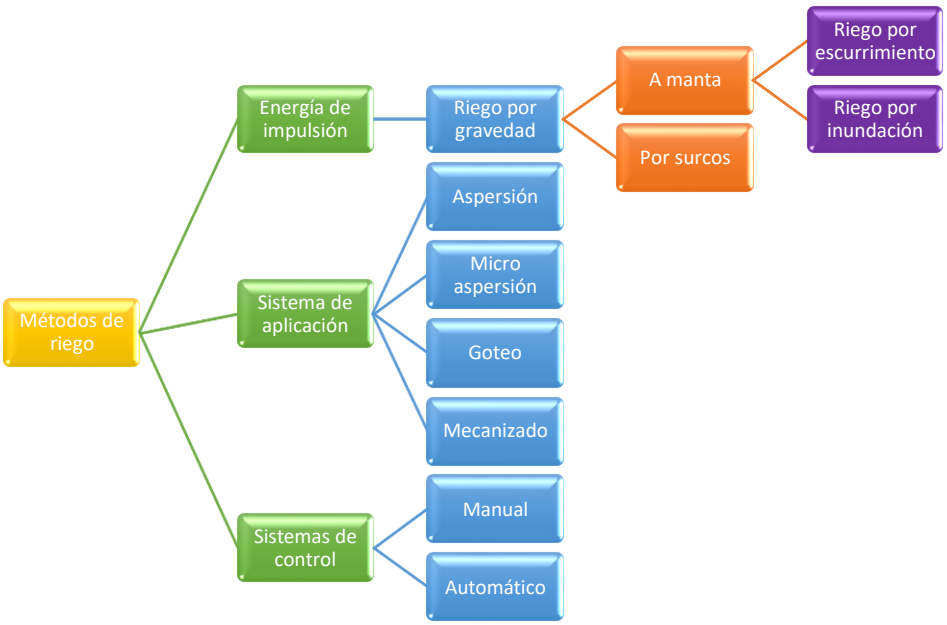


Gráfico 9: *Métodos de Riego*
Fuente: *El Autor*

3.2.1. Riego por gravedad

La ventaja de este tipo de riego es que no requiere consumo de energía ya que el agua circula por su propio peso y se reparte en la superficie. La desventaja de este tipo de riego es que posee pérdidas de agua por infiltración produciéndose escurrimientos al final de los surcos.

Hay diferentes formas de regar por gravedad:

a) A manta, es considerado porque toda la superficie está cubierta de agua. Se derivan dos métodos:

- Riego por escurrimiento, el agua circula por medio de franjas de manera que el agua se mueve encajonada y esta va desde la cabecera hasta el pie, lo cual el exceso va a un desagüe o se puede reutilizar. Existe la desventaja de necesitar mayor cantidad de agua y el suelo esté bien nivelado. Se debe considerar la pendiente transversal para que el agua circule pareja.
- Riego por inundación, los estanques suelen ser rectangulares o cuadrados y tienen bordos para contener la salida del agua, un claro ejemplo de este caso es el riego del arroz.

b) Por surcos, el agua circula por pequeños canales, este tipo de riego se adapta a hortícolas y frutales sembrados en línea. La ventaja es que se puede lograr un buen control sobre el agua de riego, al igual que tiene un gran poder de lavado de sales, aquí no implica el viento y puede efectuarse en el día o la noche indistintamente, tiene a su disposición un volumen grande de agua para que utilicen las raíces de los cultivos, pero esta última ventaja puede convertirse en una desventaja ya que se da un desperdicio considerable del volumen de agua, al igual que no puede darse en terrenos con pendiente cero, ni con pendientes muy elevadas, puede provocar pérdidas de fertilidad y no se le aplica fertilizantes conjuntamente con el riego. Es por ello que para llegar a un riego eficiente se deben considerar estos factores:

1) Los patrones de infiltración, la textura y la distancia entre las líneas del cultivo definen la separación entre surcos; en suelos arcillosos deben estar más alejados y en suelos arenosos más juntos.

TIPO DE SUELO		
Arenoso	Franco	Arcilloso
0.40 a 0.50 m.	0.60 a 0.80 m.	100 m.

Tabla 46: *Distancia entre surcor según la textura del suelo*
Fuente: *Pablo E. Demin; "Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego" (2014)*

2) La longitud de los surcos depende de la textura e infiltración. En los suelos arenosos llegan a ser más cortos, angostos y profundos los surcos, mientras que en los suelos arcillosos son largos, anchos y poco profundos.

TIPO DE SUELO		
Arenoso	Franco	Arcilloso
50 m.	60 a 80 m.	100 m. ó más

Tabla 47: *Longitud promedio de surcos para diferentes suelos*
Fuente: *Pablo E. Demin; "Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego" (2014)*

3) Cuando el caudal es alto se pueden realizar mayor número de surcos de manera que se pueda trabajar fácilmente con ellos.

4) Pendiente de los surcos se establece que sea el 30% como límite entre las tierras regables y no regables en suelos moderadamente escarpados, pero se puede dividir al terreno en pendientes iguales ya que la topografía no es uniforme en todos los casos.

Pendientes	Condiciones
1%	Influye la lluvia mínima
2%	Regiones secas y caudales pequeños
0.5%	Elevada precipitación
1.5% y 2%	Regiones Húmedas

Tabla 48: *Pendientes de los surcos*
Fuente: *El Autor*

Los suelos arcillosos tienen mayor pendiente, por ende, se llega a la conclusión de que la mejor pendiente lo define la textura del suelo.

5) La forma de los surcos pueden ser triangulares, rectangulares o parabólicos.

Tipo de Suelo	Forma del surco
Arenoso	Triangular
Arcilloso	Rectangular
Franco	Parabólico

Tabla 49: *Formas del surco según el tipo de suelo*
Fuente: *El Autor*

Se debe tener en cuenta que con el primer riego se puede modificar la forma del surco y esto sucede cuando se tiene tierra suelta.

3.2.2. Riego por aspersión

El riego por aspersión facilita regar los cultivos en forma de lluvia, se utiliza tuberías para llegar con presión a los dispositivos que rompen en gotas y caen sobre el terreno. Estos dispositivos llamados aspersores pueden regularse tanto en intensidad, duración y frecuencia. Este tipo de sistema es utilizado por lo general en la Sierra donde existen pendientes pronunciadas, al igual que este método sirve para lugares donde el viento no tiene mayor importancia.

Dentro de las ventajas existen:

- En este método la topografía irregular no tiene mayor importancia ya que la conducción es por tubería y con presión y solo requiere un mínimo de nivelación.
- Se puede controlar el flujo de agua mediante los dispositivos dependiendo del tipo de cultivo con el que se cuente.
- No se produce la erosión de los suelos.
- Al circular el agua por tubería se evita la contaminación y las pérdidas por evaporación.
- En los aspersores se puede adaptar la precipitación a la velocidad de infiltración

- Se puede colocar fertilizantes en la red de riego, lo que se puede ahorrar mano de obra y por ende ayuda a la economía.
- La eficiencia por aspersión es alta (80 a 85%)
- Se necesita menos volumen de agua por unidad de superficie
- Se puede controlar el tiempo de riego de acuerdo a cada tipo de cultivo ya sea durante el día y la noche.
- Pueden arrojar caudales de 600 litros/hora o más y de presiones de 2.5 a 4.5 kg/cm2 (baja y alta presión respectivamente)
- Existen distintos tipos de aspersores dependiendo de la presión y caudal lo que da un diámetro de riego.

Las desventajas del riego con aspersores:

- No realizan los aspersores la función correspondiente si es que existe demasiado viento.
- La evaporación del agua es mayor que en los sistemas de riego subterráneo.
- Se corre el riesgo de que plagas y enfermedades afecten al cultivo.
- La lluvia de los aspersores sigue su curso y van llevando consigo el material fumigado, por lo cual acarrea daños en el cultivo y posibles plagas.
- El impacto de las gotas a las flores hace que se caigan y por ende se reduce la producción.
- Su costo es mayor a los sistemas de riego por goteo y por exudación y requiere mayor inversión energética que es igual a presión.
- Al arrastrar sedimentos los aspersores suelen cumplir su vida útil antes de tiempo.

Los componentes básicos del sistema por aspersión son:

a) Fuentes de agua

Requiere de un caudal continuo que puede ser de una fuente superficial o subterránea, también de un desnivel el cual va a influir en la presión. En la calidad del agua se debe conocer si tiene sedimentos, materia orgánica y sales.

b) Fuentes de energía

Se requiere de bombas y motores cuando la cota de captación sea menor a la cota donde se pretende regar.

La motobomba cumple con la necesidad de succionar el agua desde la captación e impulsarle a través de tuberías hasta llegar a los aspersores y que cumplan dicho trabajo de regar los cultivos con una presión adecuada.

Las características de los motores que se pueden utilizar pueden ser de motor eléctrico, a diésel o gasolina; la bomba puede ser de tipo centrifugada o de turbina. Las bombas accionadas por motores de 220 voltios generan una potencia máxima de 3 HP y puede elevar un caudal máximo de 220lt/min a 25m de altura.

c) Sistemas de distribución de agua

Las tuberías que pertenecen a la red principal y que pueden ser metálicas o plásticas se conectan y estás pueden ser unidas a través de un anillo de caucho, o un cierre mecánico, pero también el sistema de distribución no solo cuenta con redes principales sino secundarias y laterales que permiten conducir el agua a presión hasta los aspersores.

Se recomienda que las bombas sean fijas y vayan enterradas a fin de ahorrar recursos económicos.

d) Aspersores

Los aspersores son los dispositivos encargados de distribuir el agua sobre el terreno como una lámina de agua en forma de lluvia, estos dispositivos tienen un mecanismo que les permite rotar o moverse. Los aspersores van colocados en los tubos que sirven de conexión entre las redes laterales o directamente sobre ella.

Este elemento con sus distintas características va a racionar el agua sobre el cultivo y determinará la eficiencia del sistema.

Los aspersores pueden ser giratorios y fijos, se clasifican de la siguiente manera:

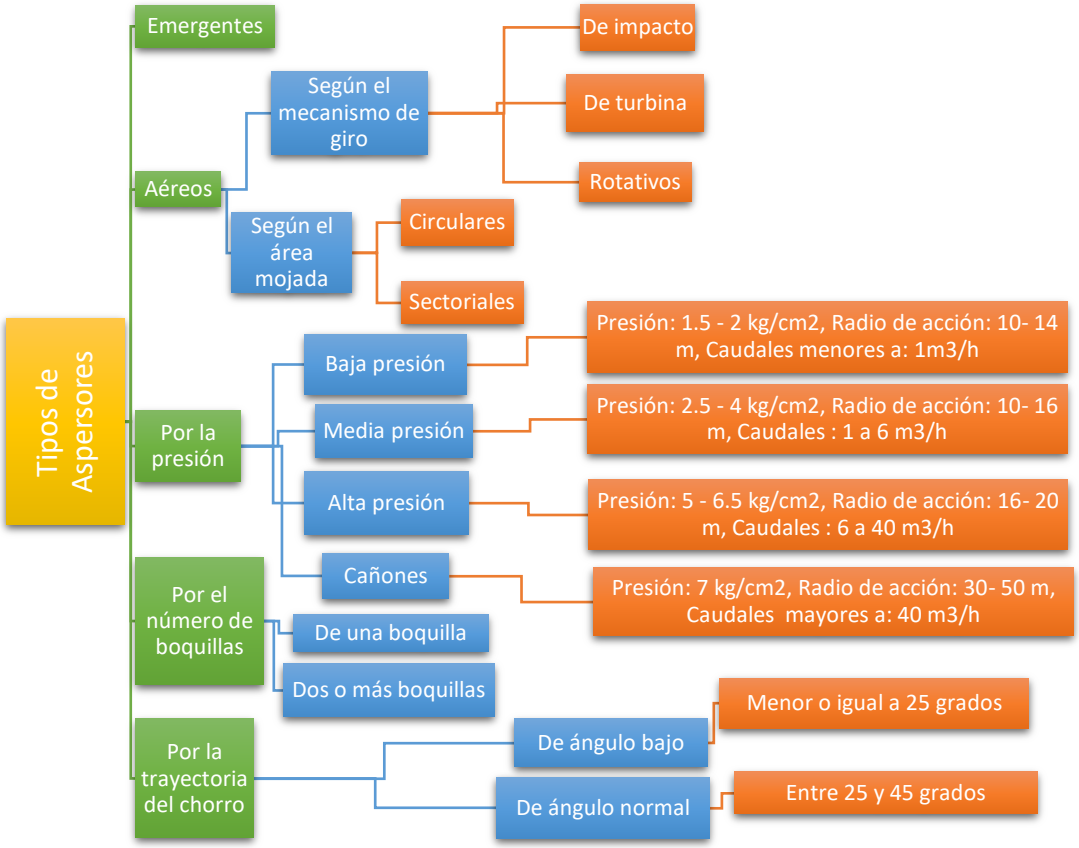


Gráfico 10: *Tipos de Aspersores*
Fuente: *El Autor*

Se debe tomar en cuenta para la selección de un aspersor los siguientes aspectos:

- Medidas de la superficie a regar (largo y ancho)
- Disposición de los aspersores: cuadrados, rectángulo, y triángulos
- El espaciamiento de los aspersores

- El alcance mínimo del chorro, para obtener la separación óptima se debe tomar en cuenta el radio (r) del aspersor y cuando la distribución se cuadrada se utiliza 1.4*(r), cuando es rectangular 1*(r) entre aspersores y 1.2*(r) entre laterales, cuando es triangular 1.7*(r) entre aspersores y 1.5*(r) entre laterales.

e) Accesorios

Los accesorios son necesarios para la instalación del sistema, estos son:

- Conexiones (codos, acoples uniones, reducciones, elevadores, etc.)
- Válvulas
- Ventosas
- Hidrantes o tomas de agua
- Reguladores de presión
- Medidores de flujo y de presión
- Filtros, Inyectores de fertilizantes

3.2.3. Riego por micro aspersión

Este tipo de sistema ayuda al riego en forma de lluvia, pero en gotas muy finas, con caudales de 16 y 200 l/h por punto de emisión y requiere una presión de 1.6 kg/cm2. Se utilizan en cultivos que no requieren gran volumen de agua, como el riego en viveros, cultivos frutales y algunas hortalizas.

3.2.4. Riego por goteo

Se efectúa el riego gota a gota de manera continua en un lugar próximo a la planta, y de esta manera se ahorra el recurso agua. Al realizar el riego por goteo se forma un bulbo húmedo debajo de cada goteo, en la parte más baja de este se forma una zona de sales y para evitar que esta parte ingrese al bulbo se debe regar constantemente e incluso cuando está lloviendo.

Cabe recalcar que en este sistema la gota cae sin presión, pero en la tubería circula con presión y esto se produce debido al dispositivo emisor y estos están diseñados para que viertan caudales de (2; 2.5; 3; 4 litros/hora).

Las ventajas de este sistema son:

- Economía, la eficiencia obtenida en producciones hace que su rendimiento por hectárea a tal punto que compensa las altas inversiones.
- Programación, el riego por goteo se puede realizar como sistema diurno y la aspersión nocturna.
- Recuperación de suelos, es ideal para suelos marginales ya que se obtiene rendimientos económicos.
- Eficiencia, es ideal para lugares donde la presencia del viento es fuerte y a su vez reduce la evaporación del agua desde el suelo.
- Los riesgos de contaminación son menores al no mojarse la parte aérea.
- Se usa en suelos de baja infiltración, ondulados o salinos.

Las desventajas de este sistema son:

- La inversión inicial es elevada
- La planta puede sufrir un estrés hídrico con mayor facilidad
- Son sensibles a las heladas los cultivos
- Los accesorios son un número elevado.
- Requiere mantenimiento constante en los cabezales para evitar obstrucciones.
- Se requiere personal técnico capacitado en este tipo de sistemas
- No permite el lavado del suelo
- No se aplica en cultivos densos.
- Necesita una fuente de agua constante

Se debe tomar en cuenta para la selección de este tipo de sistema los siguientes aspectos:

- El caudal limitado
- Si es una zona donde el viento es constante.
- Los cultivos están protegidos bajo plástico
- Costo vs beneficio del terreno y cultivo
- Existen suelos de malas características

Los componentes importantes para la instalación del sistema:

- Cabezal de riego (está compuesto por: equipo de bombeo, sistema de filtración, tanque o equipo de inyección de fertilizantes, regulador de presión, válvulas de distribución y de corte)
- Red de distribución (tuberías encargadas de conducir el agua desde el cabezal hasta las plantas)
- Mecanismos emisores de agua (los goteros y los filtros son los más importantes del sistema)
- Dispositivos de control. (absorben el exceso de energía de la red y devuelven una presión constante)

3.2.5. Riego mecanizado

Consiste en el desplazamiento de una estructura durante el riego.

Las ventajas de este sistema son:

- Riegos frecuentes y poco abundantes
- Se necesita de una sola persona para regar hasta 500 ha
- Eliminar el exceso de sales superficiales en el suelo
- Evita la formación de costras
- Para regar zonas rectangulares o cuadradas

- Ideal para cuando el cultivo necesita un periodo mayor de agua

Las desventajas son:

- Después del riego, los suelos quedan blandos
- Difícil retiro del mecanismo cuando las ruedas se hunden
- Se compacta el suelo
- Se puede aplastar los cultivos.

3.2.6. Sistema de control manual y automático

El proceso es automático cuando no interviene el hombre, y caso contrario es manual. El sistema automático nos permite evitar tareas repetitivas, y así ayuda a la economía, aunque este sistema a sus inicios requiere una inversión grande, así mismo ayuda a evitar actividades peligrosas y que ponen en riesgo la vida. Dicho sistema tiene que realizar acciones básicas: como medir la presión, dotar del caudal necesario, las pérdidas de cargas que se producen, etc.

3.2.7. Selección del Método de riego adecuado para la zona

Se han comparado los diferentes sistemas de riego considerando ventajas, desventajas y parámetros a considerar para la selección de dicho método.

Factores para el manejo del agua en el suelo y en el cultivo:

1) Disponibilidad del recurso hídrico.
2) La cantidad y frecuencia de lluvia
3) Necesidades del cultivo y demanda de agua.
4) La infraestructura económica coligada a los costos del riego
5) Eficiencia máxima del sistema de riego

6) Asociación del riego con la fertilización

Estos seis puntos se describen a continuación:

1) El caudal que recorre el canal, corresponde al adjudicado por la Secretaría Nacional de Agua (SENAGUA), 300 l/s, según el expediente administrativo No.: 1334-A CNRH.

2) El registro diario y mensual de la cantidad y frecuencia de lluvia determinará los períodos probables en los que el cultivo podría padecer de estrés hídrico debido al exceso de agua. A partir de los anuarios meteorológicos del INAMHI, hemos obtenido la distribución media mensual de lluvia, así como se ha determinado que el déficit de agua para la zona de paute son durante los meses de agosto y septiembre.

3) Para las necesidades de cultivo y demanda de agua, a continuación, se presenta el esquema que indica el cálculo de la evapotranspiración.

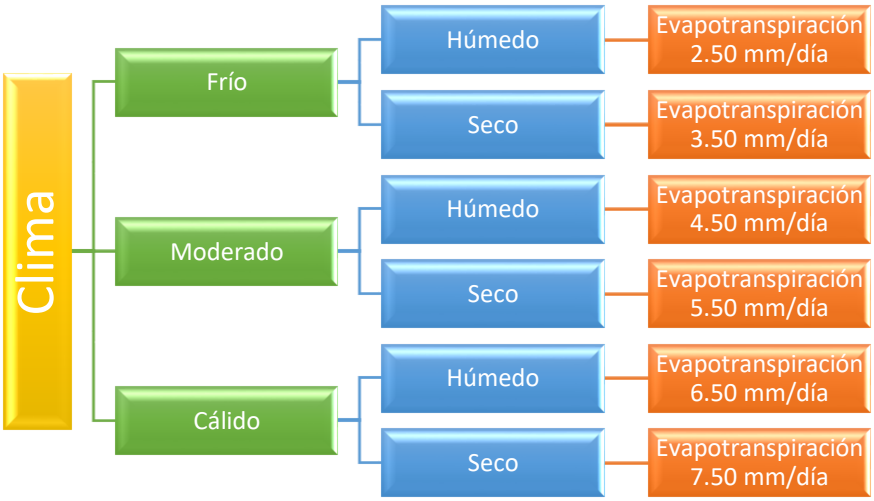


Gráfico 11: *Variación de la evapotranspiración según el clima*
Fuente: *CaRdenas,Víctor Hugo; (HABLEMOS DE RIEGO CON LOS AGRICULTORES, pág. 87)*

El clima en Paute es cálido y templado. Por lo tanto, el clima se clasifica como Cfb, utilizando el sistema Köppen- Geiger. Además, la temperatura media anual es 17.3° (CLIMATE-DATA.ORG, 2018).

A partir de estos datos referentes al clima, se selecciona el valor promedio para la evapotranspiración entre los valores de 6.5 y 7.5, obteniendo como resultado, 7.00 mm/día, lo que equivale a 7.0 l/m2, este valor es el correspondiente a la cantidad de agua que la planta ha perdido por cada metro cuadrado y por ende, la cantidad que debe de reponerse.

4) El costo del riego es el que determina la cantidad de agua que será aplicada. El costo de cualquier sistema está en función de las variables como costo de electricidad, combustible para las bombas, o como los diferentes accesorios para el correcto funcionamiento de los métodos ya antes mencionados. Los consumidores deben conocer la inversión del sistema de riego escogido y los beneficios que conlleva dicha inversión en el rendimiento, estabilidad y calidad de la producción, entre otros factores.

5) La cantidad de agua que recibe la planta con la lámina neta debe satisfacer las necesidades del cultivo, es por ello que la cantidad de agua debe penetrar el suelo y ser retenida por las raíces. Pero también se debe considerar las pérdidas que existen ya sea por uniformidad del terreno, escurrimiento del agua, etc.

Para ello debemos tener en cuenta este factor importante como es la eficiencia ya que depende del tipo de riego que se vaya a emplear y tiene que ver con las pérdidas de agua que se tenga en todo el sistema de red de riego. Antes se menciona los métodos de riego con la finalidad de escoger el más adecuado, porque existen métodos que desperdician menos agua que otros por tanto tienen una mayor eficiencia.

A continuación, se presenta el cuadro de la eficiencia de los sistemas de riego:

MÉTODO DE RIEGO	EFICIENCIA (%)
Riego por gravedad	30 – 70% (0.3 – 0.70)
Riego por aspersión	80 – 85% (0.80-0.85)
Riego por goteo	Mayor a 90% (0.90)

Tabla 50: *Variación de la eficiencia en función del método de riego*
Fuente: *Cadenas, Víctor Hugo; "Hablemos de riego con los agricultores"; (2014)*

6) Según las indagaciones el incluir a los fertilizantes a un cultivo por medio del agua de riego y según los nutrientes que cada cultivo necesita es indispensable, a este proceso se le denomina fertirrigación. Este tipo de metodología aumenta la producción de los cultivos, ya que da al consumidor la flexibilidad en el manejo de esta aplicación.

Con esta aplicación vamos a estar seguros de que los fertilizantes llegarán directamente a las raíces de la planta.

Luego de analizados los siete factores, y comparando con la situación actual con la que se cuenta en el proyecto, con terrenos con topografía ondulada y al contar con un caudal constante y no por turnos, se llega a la conclusión técnica que el método a utilizarse sea el **Sistema de Riego por Aspersión**, ya que otra de las ventajas es que actualmente la mayoría de consumidores utilizan dicho sistema.

3.3. Dosis de Riego

Se conoce como dosis de riego a la cantidad de agua que debe ser aplicada durante la irrigación por cada unidad de superficie.

En la presente sección, a partir de la taxonomía del suelo, evapotranspiración, y, precipitación efectiva; se calculará la lámina neta y lámina bruta, que a su vez permiten la determinación de la dosis de riego requerida.

3.3.1. Taxonomía

Se pretende hacer la clasificación del tipo de suelo para lograr un mejor aprovechamiento de las propiedades de este recurso llamado suelo.

En la siguiente ilustración, se presenta el mapa de la Taxonomía del suelo en la zona de estudio.

Ilustración 21: *Taxonomía del suelo*
Fuente: *El Autor*

Los suelos correspondientes a la zona de estudio, se detallan a continuación:

SECTOR	ORDEN	SUBORDEN	DESCRIPCIÓN
La Estancia	Entisoles	Orthents	Suelo poco profundo, menos de 20 cm, arenoso, areno-arcilloso sobre material duro.
La Estancia El Cabo Uzhupud La Higuera	Inceptisoles-Vertisoles	Aquepts- Usterts	Posibilidad mezclado con cenizas, materia orgánica 2 a 3%. Suelos que presentan baja o media evolución. Suelos ricos en arcilla.
La Estancia	S (sin clasificación)		Suelos poco profundos sobre material más o menos duro, no derivado de ceniza o en parte solamente. 20 a 30 cm de espesor, erosionados sobre pendientes
Uzhupud Zhumir Tutucán	Vertisoles	Usterts	Suelo arcilloso medio profundo de 40 a 60 cm de espesor, encima material más o menos duro poco meteorizado
San Ignacio Zhumir Pirincay Tutucán	Inceptisoles	Aquepts-Tropepts	Se encuentran en áreas depresionales de algunas terrazas de la planicie. Se caracterizan por la diferencia de temperatura media menor de 5° C.
Uzhupud Zhumir	Inceptisoles	Tropepts	Suelo arcilloso. Corto espesor 20 a 40 cm, encima del material más o menos duro, poco meteorizado
Tutucán	Alfisoles- Inceptisoles	Udalfs-Tropepts	Suelo pardo rojizo, pesado sobre un metro de profundidad. Más friable en la profundidad

Tabla 51: *Clasificación del suelo en la zona de estudio en función de la Taxonomía*
Fuente: *El Autor*

Del cuadro anterior se define lo siguiente:

- Parte del sector La Estancia – parte 1 se tiene un suelo arenoso, areno-arcilloso según el cuadro anterior.

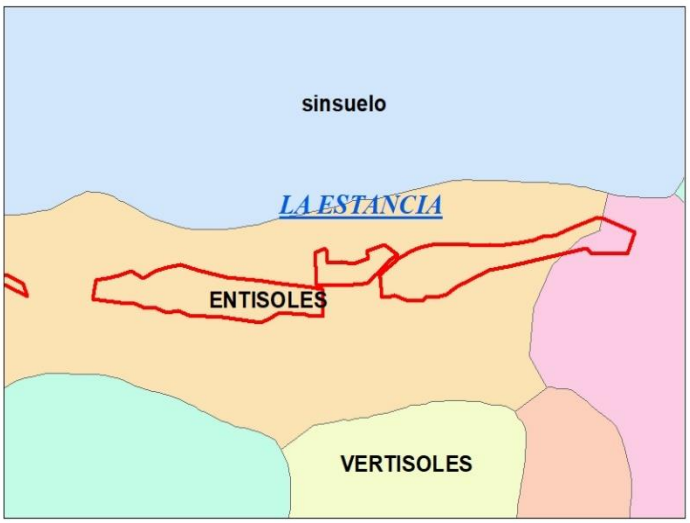


Ilustración 22: *Tipo de Suelo - Sector La Estancia - parte 1*
Fuente: *El Autor*

- Para los sectores de la Estancia - parte 2, El Cabo, La Higuera, Uzhupud, San Ignacio, Zhumir, Pirincay y Tutucán cuentan con un suelo arcilloso.

Ilustración 23: *Tipo de Suelo - Sectores La Estancia – parte 2, El Cabo, La Higuera, Uzhupud, San Ignacio, Zhumir, Pirincay y Tutucán*
Fuente: *El Autor*

De la taxonomía existente en el área de estudio se define al suelo en dos texturas presentes en la zona:

- Arenoso
- Arcilloso

3.3.2. Evapotranspiración del cultivo

Para conocer la necesidad de agua del cultivo se debe diagnosticar el déficit o exceso de la misma, es por ello que existe la necesidad de determinar la evapotranspiración del cultivo, la que no es más que la evaporación del agua del suelo y la transpiración de las plantas.

Del gráfico No. 43 se obtiene la evapotranspiración de referencia máxima que corresponde al mes de octubre, Eto= 3.52 mm/día, la que utilizaremos para el cálculo de ETo.

$$ETc = Kc * Eto \quad (1)$$

De donde:

Etc= Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

Kc= Coeficiente del cultivo (adimensional)

Eto= Evapotranspiración de cultivo de referencia (mm/día)

3.3.3. Factor Kc

El factor Kc corrige la evapotranspiración de referencia ETo, para ello se basa en las etapas del ciclo vegetativo de la planta, que comprende cuatro fases, y, además se basa en las características específicas del cultivo.

a) Fase inicial: desde la germinación hasta la aparición de las primeras hojas.

b) Fase de desarrollo: llega hasta un 80% de cubierta de sombra.

c) Fase de maduración: desde la fase de desarrollo hasta comienzos de la maduración.

d) Fase final: hasta la cosecha

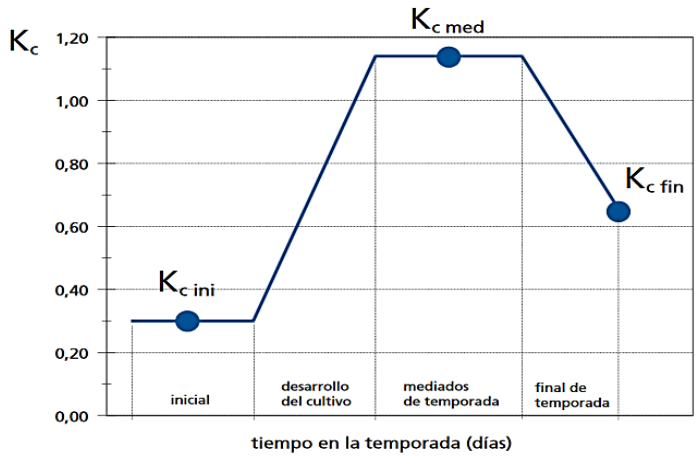


Gráfico 12: *Curva del Coeficiente del cultivo, Kc*
Fuente: *(FAO, 2018)*

La siguiente tabla se encuentra algunos valores de Kc para diferentes cultivos:

Cultivo	Primera fase	Segunda fase	Tercera fase	Cuarta fase
Poroto verde	0.35	0.70	1.10	0.90
Poroto seco	0.35	0.70	1.10	0.30
Col/Zanahoria	0.45	0.75	1.05	0.90
Pepino/zapallo	0.45	0.70	0.90	0.75
Berenjena/tomate	0.45	0.75	1.15	0.80
Lenteja/legumbres	0.45	0.75	1.10	0.50
Lechuga/espinaca	0.45	0.60	1.00	0.90
Maíz	0.40	0.80	1.15	0.70
Cebolla blanca	0.50	0.70	1.00	1.00
Cebolla paiteña	0.50	0.75	1.05	0.85
Arveja	0.45	0.80	1.15	1.05
Pimiento	0.35	0.70	1.05	0.90
Papas	0.60	0.75	1.15	0.75
Remolacha	0.45	0.75	1.05	0.90

Tabla 52: *Valores de Kc para diferentes tipos de cultivos*
Fuente: *(CADENA, 2014)*

Es de vital importancia que el cultivo no carezca de agua, para que aquello ocurra se debe tomar la fase que presente el requerimiento más alto; es decir, se elige para el diseño el kc de la tercera fase.

3.3.4. Agua disponible

Cuando cesa la lluvia, una parte del agua percola por debajo de la zona radicular, mientras que otra parte se queda en esta zona; del agua que cae en la superficie una parte se evapora y

otra se infiltra. En estas circunstancias las necesidades del agua de riego resultan de la diferencia entre las necesidades hídricas del cultivo y la parte de agua de lluvia que es usada por las plantas y que se denomina Precipitación efectiva. (CADENA, 2014).

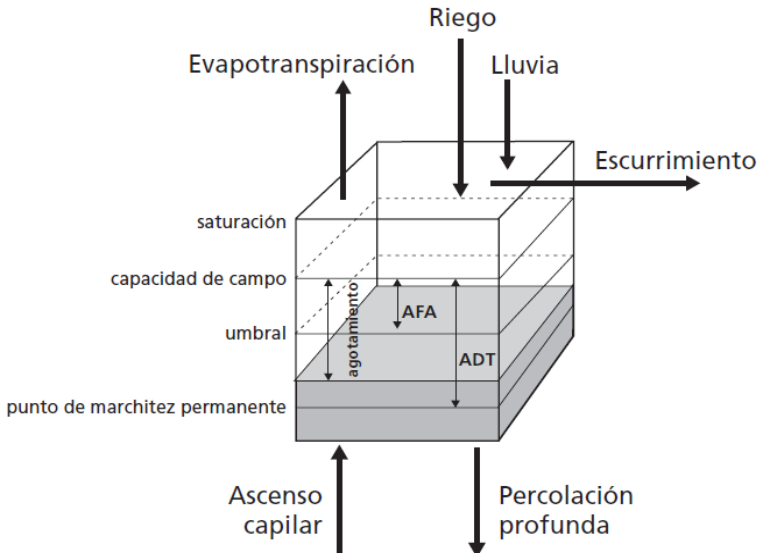


Ilustración 24: *Balance de agua en la zona radicular*
Fuente: (FAO, Riego y Drenaje)

3.3.5. Demanda Neta

La demanda neta es básicamente la cantidad de agua que necesita la planta, lo que equivale a la reserva de agua fácilmente disponible y esto a su vez es igual a la cantidad de agua que debería quedar en la zona de raíces de los cultivos para lograr la capacidad de campo después del riego.

$$Dn = ETc - Pef \qquad (2)$$

De donde:

Dn= Demanda neta (mm/día)

ETc= Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

Pef= Precipitación efectiva (mm/día)

3.3.6. Demanda bruta o total

La demanda bruta o total, es la cantidad de agua adicional que se debe aplicar en cada riego a la superficie del terreno con el fin de retener en la zona radicular el valor de la demanda neta. Esta dada por la fórmula:

$$Dt = \frac{Dn}{Ef_r} \qquad (3)$$

De donde:

Dt= Demanda bruta o total (mm/día)

Dn= Demanda neta

$\boldsymbol{Ef_r}$= Eficiencia del sistema de riego

Antes de conocer la demanda bruta se necesita calcular la eficiencia del sistema de riego que está dada por la fórmula:

$$Ef_r = Ef_c * \ Ef_d * Ef_a \qquad (4)$$

De donde:

$\boldsymbol{Ef_r}$= Eficiencia de riego

$\boldsymbol{Ef_c}$= Eficiencia de conducción (0.95)

$\boldsymbol{Ef_d}$= Eficiencia de distribución (0.80)

$\boldsymbol{Ef_a}$= Eficiencia de aplicación (0.70)

$$Ef_r = 0.532$$

Mediante las actividades agrícolas que se dan en la zona de estudio se ha definido los cultivos predominantes que son el maíz, alfalfa y arveja, para dichos cultivos se ha calculado la demanda bruta.

Parámetros	Cultivos		
	Maíz	Alfalfa	Arveja
ETo (mm/día)		3.52	
Kc	1.15	1.10	1.15
ETc (mm/día)	4.05	3.87	4.05
P (mm/año)		785.10	
Pef (mm/año)		695.20	
Pef (mm/día)		1.91	
Dem. Neta (mm/día)	2.14	1.97	2.14
Dem. Bruta (mm/día)	4.03	3.70	4.03
Dem. Bruta (l/s/ha)	0.47	0.43	0.47

Tabla 53: *Cálculo de la demanda bruta (l/s/ha)*
Fuente: *El Autor*

A continuación, se presenta en la tabla el cálculo de la demanda bruta correspondiente a cada mes del año, considerando el kc del cultivo de mayor predominancia de la zona, que es la alfalfa.

Parámetros	MES											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
ETo (mm/día)	3.32	3.40	3.42	3.17	2.96	2.87	2.85	2.99	3.25	3.52	3.36	3.27
Kc	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
ETc (mm/día)	3.65	3.74	3.76	3.49	3.26	3.16	3.14	3.29	3.58	3.87	3.70	3.60
P (mm/mes)	51.20	75.50	90.70	94.70	62.40	54.30	43.90	33.60	40.70	67.10	85.90	85.10
Pef (mm/mes)	47.00	66.40	77.50	80.40	56.20	49.60	40.80	31.80	38.00	59.90	74.10	73.50
Pef (mm/día)	1.52	2.37	2.50	2.68	1.81	1.65	1.32	1.03	1.27	1.93	2.47	2.37
Dem. Neta (mm/día)	2.14	1.37	1.26	0.81	1.44	1.50	1.82	2.26	2.31	1.94	1.23	1.23
Dem. Bruta (mm/día)	4.01	2.57	2.37	1.52	2.71	2.83	3.42	4.25	4.34	3.65	2.30	2.30
Dem. Bruta (l/s/ha)	0.46	0.30	0.27	0.18	0.31	0.33	0.40	0.49	0.50	0.42	0.27	0.27

Tabla 54: *Cálculo de la demanda bruta por mes (l/s/ha)*
Fuente: *El Autor*

Ejemplo para el cálculo de un cultivo:

1) De la ecuación (1) se obtiene ETc= 3.52*1.15 =4.05 mm/día

2) Para la demanda neta = ETc –Pef =4.05 – 1.91= 2.14

3) Demanda bruta =Dem. Neta / eficiencia del sistema de riego = 2.14/0.532 = 4.03 mm/día

4) Demanda bruta = 4.03*10000/86400 = 0.47 l/s/ha

De las tablas No. 54 y 56 se concluye que para los cultivos de maíz y arveja se tiene una demanda de riego de 0.47 l/s/ha y mientras que para los cálculos efectuados por cada mes donde requiere una mayor demanda es en septiembre con un valor de 0.50 l/s/ha. Considerando estas demandas brutas de riego se puede definir un valor final de 0.50 l/s/ha.

Sin considerar la precipitación, se tiene la siguiente tabla:

Parámetros	Cultivos		
	Maíz	Alfalfa	Arveja
ETo (mm/día)		3.52	
Kc	1.15	1.10	1.15
ETc (mm/día)	4.05	3.87	4.05
P (mm/año)		0	
Pef (mm/año)		0	
Pef (mm/día)		0	
Dem. Neta (mm/día)	4.05	3.87	4.05
Dem. Bruta (mm/día)	7.61	7.28	7.61
Dem. Bruta (l/s/ha)	0.88	0.84	0.88

Tabla 55: *Cálculo de la demanda bruta (l/s/ha) sin considerar la precipitación*
Fuente: *El Autor*

En función de cada mes y sin considerar la precipitación, se tiene lo siguiente:

Parámetros	MES											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
ETo (mm/día)	3.32	3.40	3.42	3.17	2.96	2.87	2.85	2.99	3.25	3.52	3.36	3.27
kc	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
ETc (mm/día)	3.65	3.74	3.76	3.49	3.26	3.16	3.14	3.29	3.58	3.87	3.70	3.60
P (mm/mes)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pef (mm/mes)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pef (mm/día)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dem. Neta (mm/día)	3.65	3.74	3.76	3.49	3.26	3.16	3.14	3.29	3.58	3.87	3.70	3.60
Dem. Bruta (mm/día)	6.86	7.03	7.07	6.55	6.12	5.93	5.89	6.18	6.72	7.28	6.95	6.76
Dem. Bruta (l/s/ha)	0.79	0.81	0.82	0.76	0.71	0.69	0.68	0.72	0.78	0.84	0.80	0.78

Tabla 56: *Cálculo de la demanda bruta (l/s/ha) mensual sin considerar la precipitación*
Fuente: *El Autor*

En función de los datos obtenidos en las tablas No. 55 y 56, se concluye que la mayor demanda es de 0.88 l/s/ha, y, que para el mes de octubre se produce una demanda de 0.84 l/s/ha; valores que tienden a 0.90 l/s/ha, dotación que será necesaria durante el verano.

Además, a partir de la tabla de precipitación mensual, se observa que la zona de estudio no presenta meses secos, o con precipitación igual a cero, por lo tanto, el suelo debe mantener niveles de humedad que tienden a variar según la época del año, es por ello que desde el punto de vista técnico se ha elegido que el valor de dotación de **0.5 l/s /ha**, es el más idóneo.

3.3.7. Área neta para riego

El caudal adjudicado es de Q= 300 l/s

Requerimiento hídrico= 0.50 l/s/ha

$$An = \frac{Q_{adjudicado}}{Req._{Hídrico}} \qquad (5)$$

Reemplazando valores obtenemos:

$$An = \frac{300\ l/s}{0.5\ \ l/s/ha} = 600\ ha$$

Mediante el levantamiento catastral se obtuvo 382 ha, según lo detallado en la Tabla 36 para cada sector.

Sin embargo, si consideramos que existen áreas libres entre las áreas de riego que se pueden anexar al Sistema de Riego, incluso se mejora la distribución; obteniéndose un área de 544 ha y para lo cual se requiere un caudal de 272 l/s.

$$544\ ha < 600\ ha$$

$$544\ ha * \frac{0.5\ l/s}{ha} = \ \ 272 l\ /s$$

$$272\ l/s < 300\ l/s$$

3.3.8. Programación de riego

Está en función de satisfacer las necesidades de agua del cultivo y la capacidad de retención de agua del suelo, para esto es necesario conocer lo siguiente:

1) Profundidad de la raíz

En la siguiente tabla se presenta los valores correspondientes a la profundidad de las raíces para diferentes cultivos y para los tipos de suelo como arcilloso, franco y arenoso:

Cultivo	Profundidad de las raíces (mm)-suelo		
	Arcilloso	Franco	Arenoso
Lechuga	200	250	300
Cebolla	200	250	300
Fréjol	400	500	600
Papa	400	500	600
Maíz	600	800	1000
Tomate	800	1000	1200
Caña de azúcar	600	1050	1500
Alfalfa	1000	1500	2000
Frutales	1000	2000	3000
Aguacates	800	1000	1200
Arveja	500	700	900
Café	900	1050	1200
Cítricos	1200	1350	1500
Col y Coliflor	600	650	700
Leguminosas de grano	500	750	1000
Pastos	600	800	1000
Zanahoria	400	450	500

Tabla 57: *Profundidad de las raíces*
Fuente: *(CADENAS, 2014)*

Los cultivos predominantes en la zona que son: maíz, alfalfa y arveja, para lo cual los datos obtenidos son:

Tipo de suelo	Cultivo	Profundidad de la raíz (mm)
Arenoso	Maíz	1000
	Alfalfa	1000
	Arveja	900
Arcilloso	Maíz	600
	Alfalfa	600
	Arveja	500

Tabla 58: *Profundidad de las raíces de los cultivos predominantes de la zona*
Fuente: *El Autor*

2) Estados de humedad del suelo

Los cultivos toman del suelo la cantidad de agua que requieren, es ahí donde debemos analizar el almacenamiento de agua, mediante los factores de la capacidad de campo (Cc) que corresponde al contenido de agua que retiene el suelo, luego de haber estado saturado, y el punto de marchitez (Pm), que es la tensión que ejerce tanto el suelo como la planta para absorber el agua es la misma, y por tanto el cultivo no puede aprovecharse del agua debido a que no se desprende del suelo, es aquí donde las plantas se marchitan y finalmente mueren.

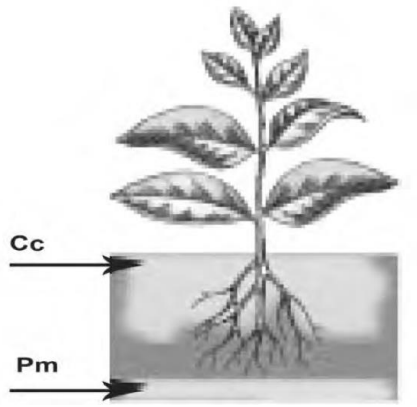


Ilustración 25: *Capacidad de Campo (Cc) y Punto de Marchitez (Pm)*
Fuente: *El Autor*

Estos valores extremos determinan la humedad disponible del suelo que puede ser utilizada por los cultivos. Para el tipo de suelo arenoso y arcilloso tenemos:

HUMEDAD EN EL SUELO			
Tipo de Suelo	**Capacidad de campo**	**Punto de Marchitez**	**Humedad Disponible**
Arenoso	9%	2%	7%
Arcilloso	38%	34%	14%

Tabla 59: *Humedad disponible del Suelo por tipo de suelo*
Fuente: *(elRiego.com, 2018)*

3) Reserva de agua disponible para la planta

Nos interesa conocer la cantidad de agua que se va a aplicar en cada riego, y para ello debemos saber que entre la capacidad de campo y el punto de marchitez se encuentra comprendida el agua útil para los cultivos, mediante la fórmula:

$$Reserva\ disponible = (Cc - Pm) * \square a * Pr \qquad (6)$$

De donde:

Cc= Capacidad de campo (decimales)

Pm= Punto de marchitez (decimales)

fa= densidad aparente (adimensional)

Pr= Profundidad radicular efectiva (m)

La densidad aparente, está en función del tipo de suelo y se tomará un promedio entre los límites:

$$Da = Peso\ de\ los\ granos\ de\ suelo\ /Peso\ \ del\ volumen\ de\ agua \quad (7)$$

TIPO DE SUELO	DENSIDAD APARENTE	DENSIDAD ESCOGIDA
Arenoso	1.50 a 1.80	1.70
Arcilloso	1.10 a 1.30	1.20

Tabla 60: *Densidad aparente de acuerdo al tipo de suelo*
Fuente: *(Agrícola, 1985)*

A partir de los parámetros 1 y 2, antes mencionados, se obtiene la siguiente tabla que contiene la reserva de agua disponible para los cultivos predominantes de la zona de estudio:

Tipo de suelo	Método de riego	Cultivo	Profundidad de la raíz (mm)	Humedad disponible (%)	Da	Reserva de Agua Disponible (mm)
Arenoso	Aspersión	Maíz	1000	7	1.70	119.00
		Alfalfa	1000	7	1.70	119.00
		Arveja	900	7	1.70	107.10
Arcilloso	Aspersión	Maíz	600	14	1.20	100.80
		Alfalfa	600	14	1.20	100.80
		Arveja	500	14	1.20	84.00

Tabla 61: *Reserva de agua disponible para los cultivos predominantes de la zona de estudio*
Fuente: *El Autor*

4) Lámina neta

La lámina neta, corresponde a la cantidad de agua que se entrega a las plantas, para ello existe un factor "f" que se define como, el valor de la fracción de agotamiento del agua disponible, para lo cual se tiene la siguiente tabla:

Cultivo	f	Cultivo	f
Alfalfa	0.60	Limón	0.25
Aguacate	0.30	Maíz grano	0.40
Brócoli	0.30	Naranjo	0.35
Caña de azúcar	0.60	Papa	0.40
Cebolla	0.30	Tomate	0.45
Coliflor	0.45	Uvas	0.55
Arveja	0.25	Lechuga	0.35
Fréjol	0.50	Zanahoria	0.40

Tabla 62: *Factor "f" para diferentes cultivos*
Fuente: *(CADENAS, 2014)*

Los factores “f”, para los cultivos predominantes de la zona de estudio son:

Cultivo	f
Maíz	0.40
Alfalfa	0.40
Arveja	0.25

Tabla 63: *Factor "f" para los cultivos predominantes de la zona de estudio*
Fuente: *El Autor*

Una vez obtenidos los datos necesarios, se procede a realizar el cálculo de la Lámina neta necesaria para mantener el suelo en humedad disponible para el cultivo, mediante la siguiente fórmula:

$$Ln = Reserva\ de\ agua\ disponible\ para\ la\ planta * f \qquad (8)$$

Tipo de suelo	Cultivo	Reserva de agua disponible (mm)	f	Ln (mm)
Arenoso	Maíz	119.00	0.40	47.60
	Alfalfa	119.00	0.40	47.60
	Arveja	107.10	0.25	26.78
Arcilloso	Maíz	100.80	0.40	40.32
	Alfalfa	100.80	0.40	40.32
	Arveja	84.00	0.25	21.00

Tabla 64: *Cálculo de la Lámina Neta*
Fuente: *El Autor*

5) Lámina Bruta

La Lámina Bruta es la cantidad de agua que da el sistema de riego, para ello se cuenta con la siguiente tabla de eficiencia de acuerdo al método de riego:

Método de Riego	Eficiencia (%)
Riego por gravedad	30 - 70% (0.30 – 0.70)
Riego por aspersión	80 - 85% (0.80 – 0.85)
Riego por goteo	➢ 90% (0.90)

Tabla 65: *Variación de la eficiencia en función del método de riego*
Fuente: *(CADENAS, 2014)*

La fórmula de cálculo para la Lámina bruta, es la siguiente:

$$L_{bruta} = \frac{Ln}{Eficiencia} \qquad (9)$$

El método de riego seleccionado es el de aspersión, para la elección de la eficiencia se consideran las pérdidas de carga que ocurren mayormente a nivel de la parcela, debido a que la distribución con tubería minimiza las pérdidas; por esta razón se estima una eficiencia del 80%.

Tipo de suelo	Cultivo	Ln (mm)	Eficiencia (%)	Lb (mm)
Arenoso	Maíz	47.60	80	59.50
	Alfalfa	47.60	80	59.50
	Arveja	26.78	80	33.47
Arcilloso	Maíz	40.32	80	50.40
	Alfalfa	40.32	80	50.40
	Arveja	21.00	80	26.25

Tabla 66: *Cálculo de la Lámina Bruta*
Fuente: *El Autor*

6) Frecuencia de Riego

La frecuencia de riego, hace referencia al número de días que transcurren entre dos riegos sucesivos.

$$Fr = \frac{Ln}{Etc} \qquad (10)$$

Dónde:

Fr= Frecuencia de riego

Ln= Lámina neta

ETc= Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

En la siguiente tabla, se indican los valores correspondientes a la frecuencia de riego, para los cultivos predominantes en la zona de estudio, clasificados por el tipo de suelo.

Tipo de suelo	Cultivo	Ln (mm)	ETc (mm/día)	Fr (días)
Arenoso	Maíz	47.60	4.05	12
	Alfalfa	47.60	3.87	12
	Arveja	26.78	4.05	7
Arcilloso	Maíz	40.32	4.05	10
	Alfalfa	40.32	3.87	10
	Arveja	21.00	4.05	5

Tabla 67: *Frecuencia de Riego*
Fuente: *El Autor*

7) Tiempo de riego

Se refiere al tiempo para que la lámina bruta se infiltre en el terreno, se aplica la siguiente fórmula:

$$Tr = \frac{Lb}{Vi} \qquad (11)$$

De dónde:

Tr= Tiempo de riego

Lb= Lámina bruta

Vi= Velocidad de infiltración

En la siguiente tabla se presenta la velocidad de infiltración, en función del tipo de suelo.

Tipo de suelo	Velocidad (mm/hora)
Arenoso	20 – 25
Franco	12
Arcilloso	5

Tabla 68: *Variación de la infiltración respecto al tipo de suelo*
Fuente: *(CADENAS, 2014)*

Una vez determinada la Lámina bruta y la velocidad de infiltración, se procede a calcular el Tiempo de riego aplicando la fórmula 11, obteniendo los siguientes resultados:

Tipo de suelo	Cultivo	Lb (mm)	Vi (mm/hrs)	Tr (hrs)
Arenoso	Maíz	59.50	23	3
	Alfalfa	59.50	23	3
	Arveja	33.47	23	1
Arcilloso	Maíz	50.40	5	10
	Alfalfa	50.40	5	10
	Arveja	26.25	5	5

Tabla 69: *Tiempo de riego*
Fuente: *El Autor*

Finalmente, a continuación, se presenta una tabla resumen con todos los resultados obtenidos para la programación de riego.

Tipo de suelo	**Arenoso**			**Arcilloso**		
Método de riego	**Aspersión**			**Aspersión**		
Cultivo	Maíz	Alfalfa	Arveja	Maíz	Alfalfa	Arveja
Profundidad de la raíz (mm)	1000	1000	900	600	600	500
Humedad disponible (%)	7	7	7	14	14	14
Da	1.70	1.70	1.70	1.20	1.20	1.20
Reserva de agua disponible para la planta (mm)	119.00	119.00	107.10	100.80	100.80	84.00
f	0.4	0.4	0.25	0.4	0.4	0.25
Ln (mm) ó (l/m2)	47.60	47.60	26.78	40.32	40.32	21.00
Eficiencia (%)	80	80	80	80	80	80
Lb (mm)	59.50	59.50	33.47	50.40	50.40	26.25
ETc (mm/día)	4.05	3.87	4.05	4.05	3.87	4.05
Fr (días)	12	12	7	10	10	5
V. infiltración (mm/hora)	23	23	23	5	5	5
Tr (hrs)	3	3	1	10	10	5

Tabla 70: *Tabla resumen de la programación de riego*
Fuente: *El Autor*

Como conclusión, se determina que, a fin de no causar estrés hídrico a la planta, no debe sobrepasar los 7 días sin riego.

Capítulo 4

Diseño de elementos hidráulicos

4.1. Rediseño de los componentes hidráulicos del sistema

Una vez determinado el caudal de diseño, el cual será captado en el Río Cuenca, se pretende rediseñar la red de riego, definir los diámetros del sistema de tuberías, dimensionamiento de los elementos hidráulicos, para garantizar un correcto funcionamiento, tomando en cuenta los parámetros mencionados en los capítulos anteriores.

Los elementos a diseñarse son los siguientes:

- Captación
- Canal
- Derivaciones
- Desarenadores
- Red de Distribución

4.1.1. Captación

La captación para el sistema de riego Chicticay-Paute, se encuentra ubicada en el sector del Puente Europa, el que atraviesa el Río Cuenca, en la cota 2260 msnm, coordenadas longitud: 742312 m E y latitud 9684015 m N.

Las crecientes en el Río Cuenca son muy violentas, causadas por fuertes precipitaciones, que arrastran materiales producto de cortes de árboles, erosión, y otros materiales montañosos (limos, arenas, vegetación, canto rodado, etc.), para ello es necesario realizar el diseño de una captación que conste de los siguientes elementos:

1. Una rejilla de entrada que impida el paso hacía el desarenador de material sólido, considerando que la separación entre barrotes no sea mayor a de 7cm.
2. Un azud para que el agua que se encuentra por debajo de la cresta pueda ingresar a la conducción.
3. Obras complementarias: muro de encausamiento.

4.1.1.1. Pérdidas por filtraciones

Las filtraciones se producen debido a que el revestimiento del canal al ser de hormigón presenta grietas, por donde el agua es filtrada, presentándose de esta manera posibles fugas del agua a lo largo del canal, reduciéndose lentamente de esta manera el caudal requerido.

Para el cálculo de las pérdidas por filtración utilizamos la siguiente fórmula:

$$P = k\frac{d}{t}\left(b + d\sqrt{1+m^2}\right) * 1000 \quad (6)$$

De dónde:

k= infiltración en H.S. (0.0000007 cm/s)

d= calado (1.0 m)

t= espesor de H.S. (0.12 m)

b= base

Entonces, las pérdidas por infiltración corresponden a 1.70 l/s por kilómetro.

4.1.1.2. Dimensionamiento de Rejilla de entrada

En el margen de ancho del río Cuenca, el agua es captada mediante un orificio rectangular de barrotes verticales, que impiden el paso del material flotante que arrastra el río. El orificio estará dentro de un muro y aguas abajo dicho muro se prolonga a conectarse con la compuerta de purga. El umbral del orificio debe estar a una altura no menor de 0.60-0.80cm de fondo. El dintel será de hormigón armado y deberá llegar hasta una altura superior a la de mayor creciente. Los barrotes verticales serán de hierro de un diámetro mayor a (1”), estos deben resistir los impactos de materiales flotantes.

El muro donde se encuentra la rejilla se ubicará perpendicular a la dirección del azud, sin embargo, puede darse una inclinación no superior a 20° con respecto a la dirección del río, esto a fin de acortar la longitud necesaria y llegar al terreno más alto.

Para el dimensionamiento de la rejilla se ha considerado un caudal de seguridad correspondiente al 10% del caudal requerido por el Sistema de Riego Chicticay - Paute (300 l/s) y por el Sistema de Riego Chicticay – Gualaceo (250 l/s), obteniéndose un caudal de captación total de 600 l/s. El caudal de exceso será devuelto al río en el punto de Balcón de Pilato mediante un vertedero.

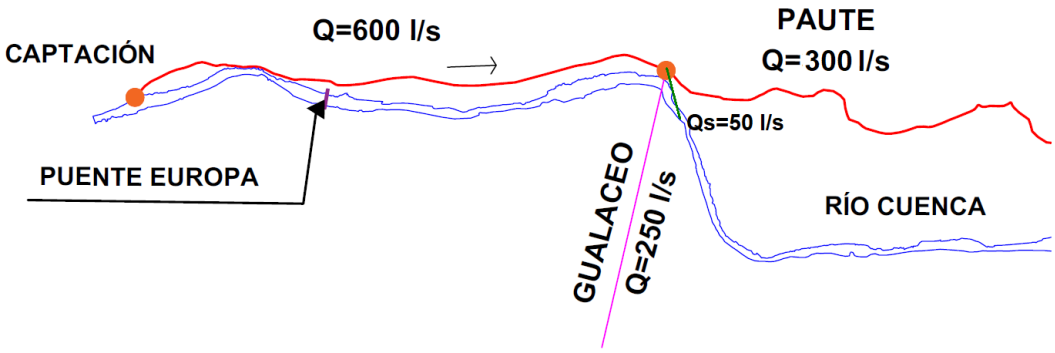


Ilustración 26: *Esquema de distribución de caudal para Paute y Gualaceo*
Fuente: *El Autor*

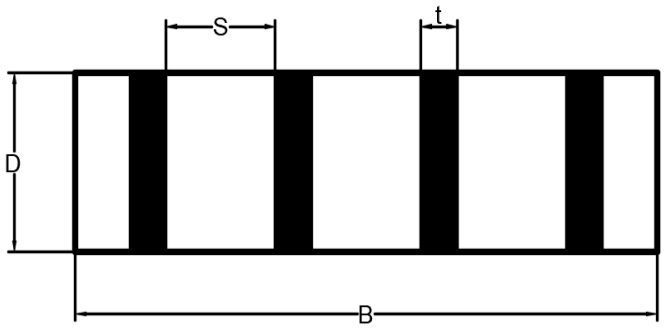


Ilustración 27: *Rejilla de entrada*
Fuente: *El Autor*

Condiciones de la rejilla existente

Dimensiones rejilla existente	
D	0.60 m
B	2.50 m
n	21
t	0.018 m
S	0.10 m

Tabla 71: *Dimensiones de la rejilla actual*
Fuente: El Autor

A partir de las dimensiones que presenta la actual rejilla, se ha determinado que la misma capta un caudal de 1.8 m^3/s, comprobando el sobredimensionamiento y exceso en la captación de agua, por lo que la misma debe de ser rediseñada.

Rediseño de la rejilla

La rejilla ha de ser sumergida, y se rediseñará para los siguientes componentes:

Para empezar, se debe determinar el coeficiente Mo, para lo que se cuenta con dos fórmulas, que se indican a continuación:

$$Mo = \left(1.794 + \frac{0.0133}{H}\right)\left[1 + 0.55\left(\frac{H}{H + P_1}\right)^2\right] \quad \rightarrow Bazin \quad (12)$$

$$Mo = \left(0.407 + \frac{0.045 * H}{H + P_1}\right)\left[1 + 0.285\left(\frac{H}{H + P_1}\right)^2\right]\sqrt{2g} \quad \rightarrow Konovalov \quad (13)$$

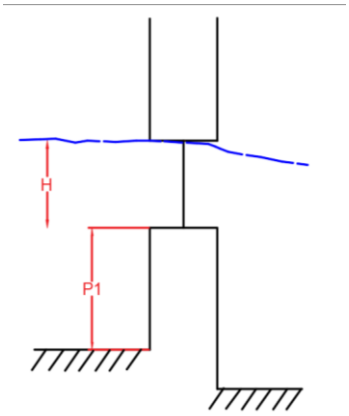


Ilustración 28: *Rejilla de entrada*
Fuente: *El Autor*

Obteniendo, para Bazin un Mo = 2.142, mientras que para Konovalov un Mo = 2.095, y, finalmente consiguiendo un Mo para el cálculo de 2.119.

El caudal que ingresa por la rejilla se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$Q = Mo * B * (H - hr)^{3/2} \quad (14)$$

Mediante la aplicación de las siguientes fórmulas, se realiza varias iteraciones para la obtención de la pérdida en la rejilla (hr), hasta obtener un valor similar en hasta 4 decimales:

$$n = \frac{b - S}{S} \quad (15)$$

$$B = b + nt \quad (16)$$

$$V_O = \frac{Q}{B * D} \quad (17)$$

$$hr^* = \beta * kr \left(\frac{t}{S}\right)^{4/3} \sin \propto \frac{{V_O}^2}{2g} \quad (18)$$

De donde:

b= Ancho neto

n= Número de barras

S= Separación entre barras

t= Espesor de barras

B= Ancho real

D= Alto de la rejilla

$\boldsymbol{\beta}$= Coeficiente de corrección debido al ángulo de ingreso del agua (β =2.2)

kr= Factor de forma

$\boldsymbol{V_O}$= Velocidad

g= Gravedad (g=9.81m/s^2)

Una vez realizado los cálculos, se ha obtenido que las dimensiones de la rejilla son las siguientes:

Denominación	Resultado
D	0.60 m
B	1.10 m
n	15
t	0.02 m
S	0.05 m

Tabla 72: *Dimensiones de la rejilla de entrada*
Fuente: *El Autor*

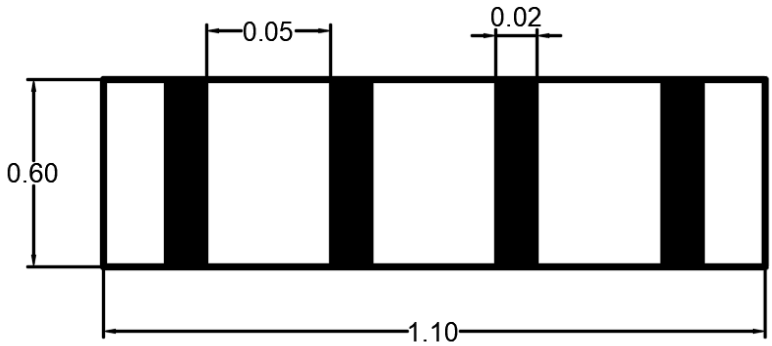


Ilustración 29: *Dimensiones de la Rejilla de Captación*
Fuente: *El Autor*

4.1.1.3. Cálculo del Azud (Perfil Creager)

Por el río Cuenca recorre un caudal aproximado de 160 m^3/s, tomándose el 5% de este, para el diseño del Azud o Perfil Creager, es decir, el caudal que ingresará al Azud será de 8 m3/s, sin embargo, el caudal que pasará por la cresta del azud está determinado por la siguiente fórmula:

$$Q = 2.21 * B * {H_O}^{3/2} \quad (19)$$

Despejando de la ecuación 19, se tiene:

$$H_o = \left(\frac{Q}{2.21 * B}\right)^{2/3} \quad (20)$$

$$H_o = \left(\frac{Q}{2.21 * B * C}\right)^{2/3} \quad (21)$$

De donde:

Q= Caudal de diseño

Ho= Carga de diseño sobre el vertedero

C= Factor de corrección

B= Base impuesta, para este caso es de 3m

El factor de corrección, C, según Ofizerov se obtiene mediante la siguiente tabla:

Ho/ Hod	Corrección
0.2	0.842
0.4	0.900
0.3	0.940
0.8	0.973
1.0	1.000
1.2	1.024
1.4	1.045
1.6	1.064
1.8	1.082
2.0	1.099

Tabla 73: *Factor de Corrección, C*
Fuente: *(Krochin, 1986)*

En base a las coordenadas del perfil Creager-Ofizeroff para un valor de Ho=1m, calculamos las coordenadas de nuestro perfil del prototipo.

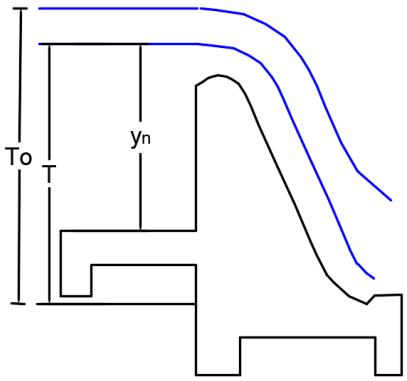


Ilustración 30: *Perfil Creager*
Fuente: *El Autor*

x	y
0.000	0.126
0.100	0.036
0.200	0.007
0.300	0.000
0.400	0.006
0.500	0.025
0.600	0.060
0.700	0.098
0.800	0.147
0.900	0.198
1.000	0.256
1.100	0.322
1.200	0.393

1.300	0.477
1.400	0.565
1.500	0.662
1.600	0.764
1.700	0.873
1.800	0.987
1.900	1.108
2.000	1.235
2.100	1.369
2.200	1.508
2.300	1.654
2.400	1.804
2.500	1.960

Tabla 74: *Coordenadas de Perfil Creager - Ofizeroff para Ho=1*
Fuente: *(Krochin, 1986)*

A partir de la fórmula general de Manning se calcula el Yn aguas arriba del azud

$$Q = \frac{A^{5/3} * S^{1/2}}{P^{2/3} * n} \qquad (22)$$

De donde:

Q= caudal

S= pendiente

p= perímetro mojado

n= rugosidad del material

Obteniendo un valor de Yn = 0.810 m., aguas arriba del azud.

Para la diferencia de niveles aguas arriba y abajo, To; se utiliza la siguiente fórmula:

$$To = T + \frac{V^2}{2g} \qquad (23)$$

De donde:

To= desnivel aguas arriba y abajo

v= velocidad antes del azud

g= gravedad (9.81 m/s)

Se obtiene un valor de To = 3.943 m.

Es importante que, el resalto hidráulico aguas abajo del azud sea sumergido. Sin embargo, existe un desfogue de agua que desaloja la misma a una rápida.

4.1.1.4. Obras complementarias

Se ha planteado un muro de hormigón armado como obra complementaria, la cual cumple con la función de proteger a la captación de posibles erosiones o daños que pudiera causar material arrastrado por el río, además cumple la función de encausar el agua hacia la mencionada estructura.

El muro tendrá una longitud de 3 metros, y, el predimensionamiento será el siguiente:

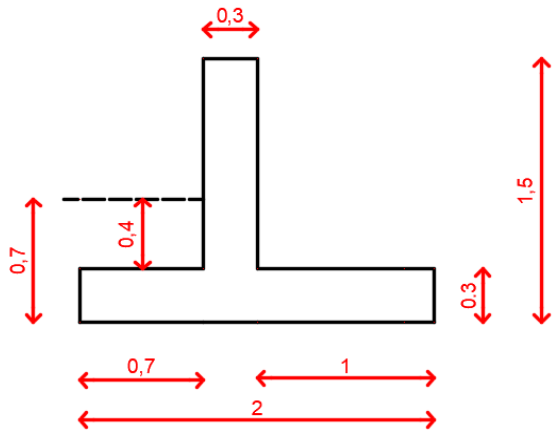


Ilustración 31: *Predimiencionamiento de muro de hormigón armado*
Fuente: *El Autor*

4.1.2. Canal Abierto

Debido a la condición actual en la que encuentra el canal abierto del Sistema de Riego Chicticay-Paute, se ha planteado el rediseño del mismo, pues actualmente presenta una sección de 1m x 1m a lo largo de todo el canal y está recubierto de hormigón simple, además, el recurso hídrico hace un recorrido que es innecesario devolviendo al río un caudal de

108.78 l/s, el presente proyecto pretende aprovechar de mejor manera las obras existentes consiguiendo el máximo rendimiento de las aguas.

Realizando un cálculo, para el canal en las condiciones actuales, en un tramo del sector de La Estancia, se obtiene la siguiente capacidad:

$$Q = \frac{1}{n} * \frac{A^{5/3} * S^{1/2}}{P^{2/3}} = \frac{(1 * 0.90)^{5/3} * \ 0.0018^{1/2}}{\left(1 + (2 * 0.90)\right)^{2/3} * 0.015} \ = 1.18\, m3/s \quad (24)$$

En la siguiente tabla presentan los caudales que circulan por el canal existente, los que han sido calculados a partir de la fórmula de Manning:

ABSCISAS		B (m)	h	COTA	COTA	S	n	Q m3/s	DIR.	SECTOR
Inicio	Fin		(m)	INICIO	FIN	(m/m)				
0	4900	1.00	0.90	2260	2252	0.00163	0.015	1.1376	DESC.	La Estancia
4900	6350	1.00	0.90	2252	2237	0.01034	0.015	2.8635	DESC.	El Cabo
6350	8740	1.00	0.90	2237	2232	0.00209	0.015	1.2877	DESC.	La Higuera y Uzhupud
8740	10260	1.00	0.90	2232	2243	0.00724	0.015	2.3951	ASC.	San Ignacio
10260	13940	1.00	0.90	2243	2220	0.00625	0.015	2.2258	DESC.	Zhumir
13940	17067	1.00	0.90	2220	2212	0.00256	0.015	1.4240	DESC.	Pirincay

Tabla 75: *Caudales en canal actual*
Fuente: *El Autor*

En los siguientes esquemas, se presenta la vista en planta del canal:

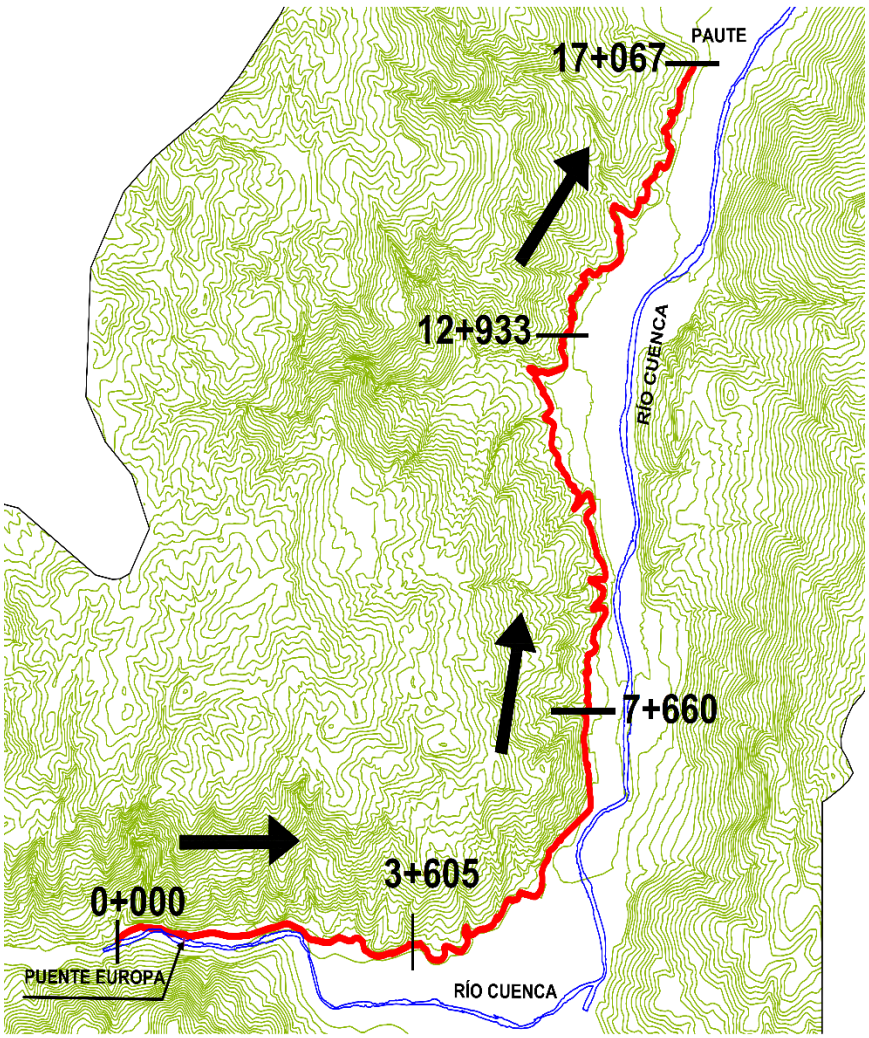


Ilustración 32: *Vista en planta del canal de riego existente*
Fuente: *El Autor*

Cálculo de sección necesaria de canal para caudales requeridos

Con la ayuda de una hoja de cálculo se ha considerado los siguientes parámetros para determinar la geometría del canal:

1. Para el cálculo del caudal se ha considerado a partir del área de aporte de los futuros posibles consumidores, obteniendo así un resultado total de 544 ha. En base a las áreas se colocaron derivadores para cada tramo.

   La fórmula utilizada para cálculo del caudal es:

$$Q = A * dotación \qquad (25)$$

De donde:

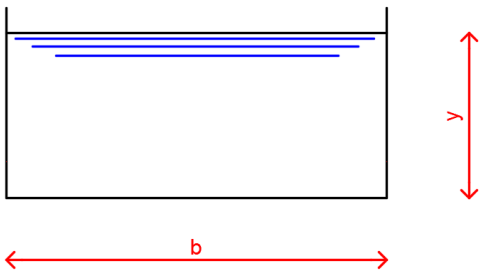
Q= Caudal

A=Área

Dotación= 0.5 l/s/ha

2. Se debe obtener las pendientes del canal, estos datos han sido obtenidos del perfil longitudinal del canal. La tabla 74 presenta dichas pendientes.

3. Para el predimensionamiento del canal, se tomó la condición de máxima eficiencia donde y=b/2, para el tipo de sección rectangular:



$$A = by \qquad (26)$$

$$P = b + 2y \qquad (27)$$

Reemplazando las ecuaciones (26) y (27) en la fórmula de Manning, se obtuvo el valor de la base del canal, como se indica en la siguiente tabla:

$$Q = \frac{1}{n} * \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} * S^{1/2} \qquad (28)$$

De Donde:

Q= Caudal (m3/s)

A= Área (m2)

P= Perímetro mojado (m)

S= Pendiente

n= Rugosidad (0.014 para canal de hormigón)

SECTOR	Abscisa		S	n	Q	B	H (m)
	Inicio	Fin	(m/m)		m3/s	(m)	
La Estancia (hasta Balcón de Pilato)	0	2156	0.00163	0.014	0.6000	0.80	1.00
La Estancia	2156	4900	0.00163	0.014	0.2758	0.60	0.70
El Cabo	4900	6350	0.01034	0.014	0.2679	0.60	0.70
La Higuera y Uzhupud	6350	8740	0.00209	0.014	0.2341	0.50	0.50
San Ignacio	8740	10260	0.00724	0.014	0.1863	0.40	0.40
Zhumir	10260	13940	0.00625	0.014	0.1753	0.40	0.40
Pirincay	13940	17067	0.00256	0.014	0.1330	0.40	0.40

Tabla 76: *Geometría de nuevo canal*
Fuente: *El Autor*

Las fórmulas que se utilizaron para analizar las características hidráulicas del canal se presentan en la siguiente tabla:

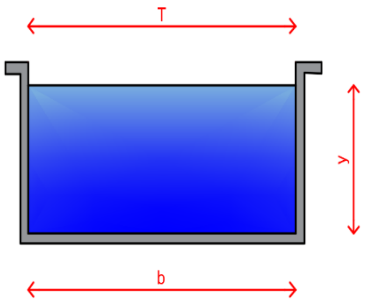
SECCIÓN	FÓRMULA	DESCRIPCIÓN
	$Q = \frac{A^{5/3} * S^{1/2}}{P^{2/3} * n}$	Q= caudal (m3/s) S= pendiente (m/m) n= rugosidad
	$A = b * y$	A=área (m2) b= ancho solera (m) y=tirante normal (m)
	T=b	T= Superficie libre (m)
	$F^2 = \frac{Q^2 * T}{g * A^3}$	F=Número de Foude g= gravedad F=1 Flujo Crítico F<1 Flujo Subcrítico F>1 Flujo Supercrítico
	P=b+2y $R = \frac{b * y}{b + 2y}$	P= perímetro mojado (m) R= radio hidráulico (m)
	$V = \frac{Q}{A}$	V= velocidad (m/s)
	$E = y + \propto \frac{Q^2}{2gA}$	E= Energía específica en m-kg/kg α= Coeficiente de Coreolis (1- 1.5≈1.0)

Tabla 77: *Parámetros para el cálculo de las características hidraúlicas del canal*
Fuente: *El Autor*

En cuanto al espesor del revestimiento, no existe una regla general, sin embargo, empíricamente se ha construido canales en donde el espesor oscila entre 10 a 15 cm para canales medianos y grandes, para el presente cálculo se ha elegido un espesor

correspondiente a 10 cm. Los cálculos realizados sobre las características hidráulicas del canal se encuentran en el Anexo.

4.1.2.1. Cálculo de Caudal de infiltración

Una vez determinadas las pérdidas por filtraciones, se obtuvo un valor correspondiente a 1.70 l/s por kilómetro, a partir de lo cual se procedió a calcular el caudal de infiltración correspondiente a cada uno de los sectores; los que se detallan a continuación:

Sector	Q infiltración (l/s)
La Estancia	8.33
El Cabo	2.47
La Higuera y Uzhupud	4.10
San Ignacio	2.58
Zhumir	6.23
Pirincay y Tutucán	5.32
Total	29.03

Tabla 78: *Caudales de Infiltración por Sector*
Fuente: *El Autor*

4.1.3. Tomas de agua para consumidores

El sistema de riego Chicticay – Paute, cuenta con 56 tomas de agua a lo largo del canal, las que son las encargadas de distribuir el agua captada hacia los terrenos.

En la siguiente tabla se presenta las tomas existentes:

Tipo de Toma	Cantidad	Simbología
Con Bomba para cotas sobre el canal	13	B
Directo del canal porque atraviesa terreno	20	D
Derivación de corta longitud	10	DC
Derivador grande para un sector, requiere diseño	13	DS
Total	56	

Tabla 79: *Derivaciones existentes*
Fuente: *El Autor*

A continuación, se presenta un esquema general de las derivaciones existentes:

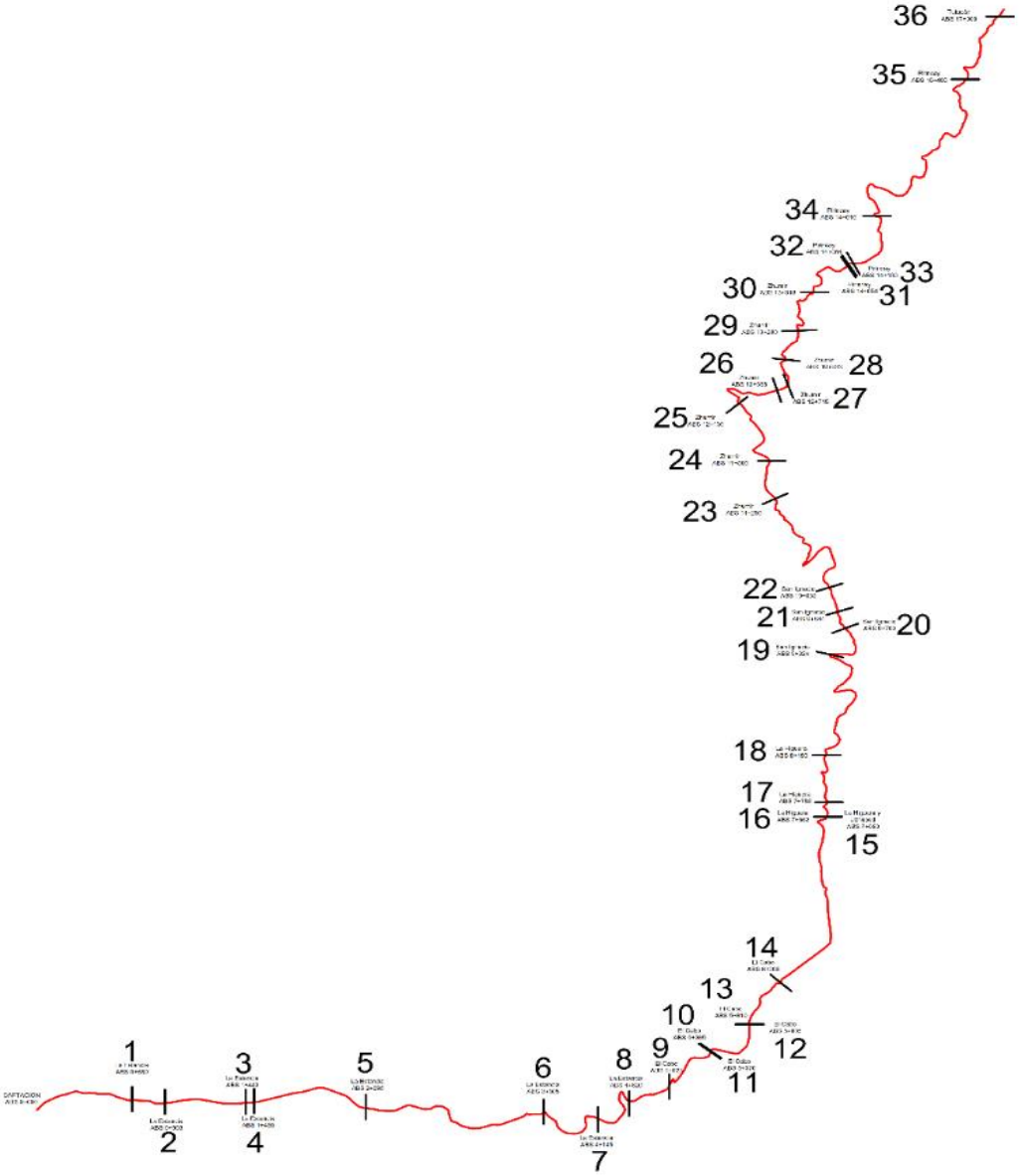


Ilustración 33: *Esquema de derivaciones*
Fuente: *El Autor*

A continuación, se presentan los esquemas de los derivadores por sectores:

- La Estancia

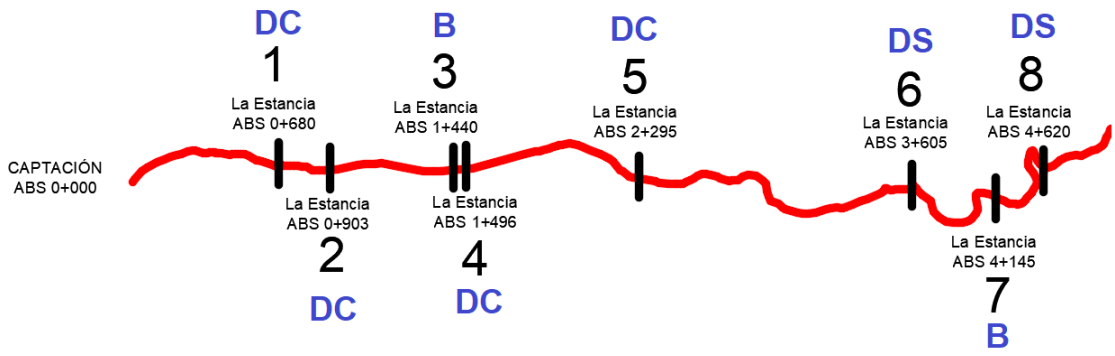


Ilustración 34: *Esquema de derivaciones sector La Estancia*
Fuente: *El Autor*

- El Cabo

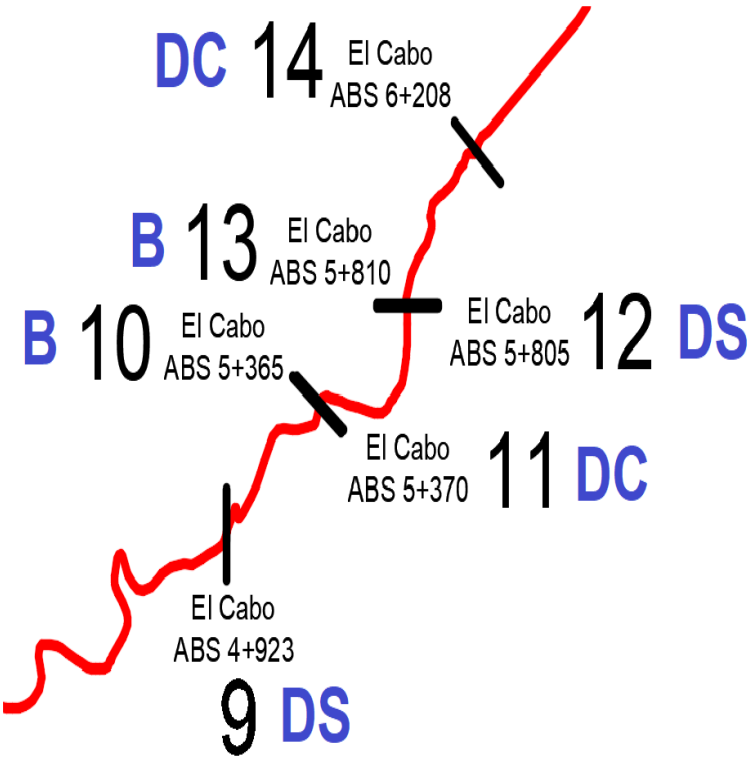


Ilustración 35: *Esquema de derivaciones sector El Cabo*
Fuente: *El Autor*

- La Higuera, Uzhupud y San Ignacio

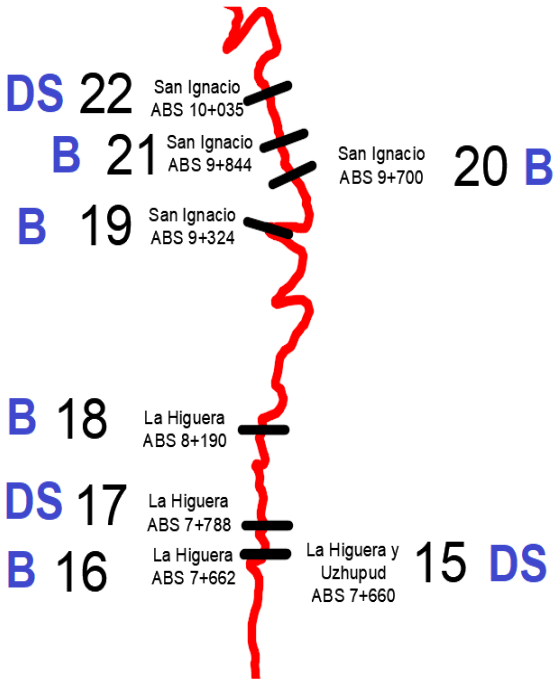


Ilustración 36: *Esquema derivaciones sectores La Higuera, Uzhupud y San Ignacio*
Fuente: *El Autor*

- Zhumir

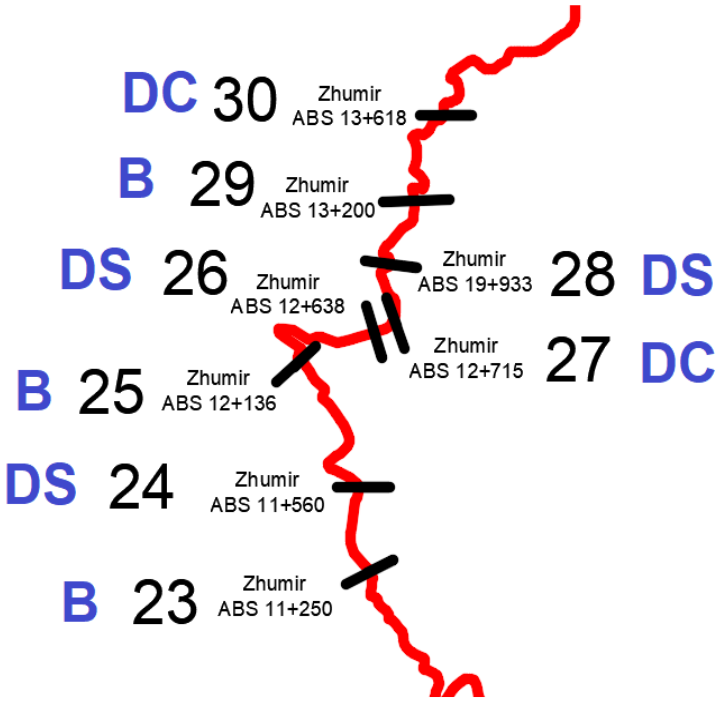


Ilustración 37: *Esquema derivación sector Zhumir*
Fuente: *El Autor*

- Pirincay y Tutucán

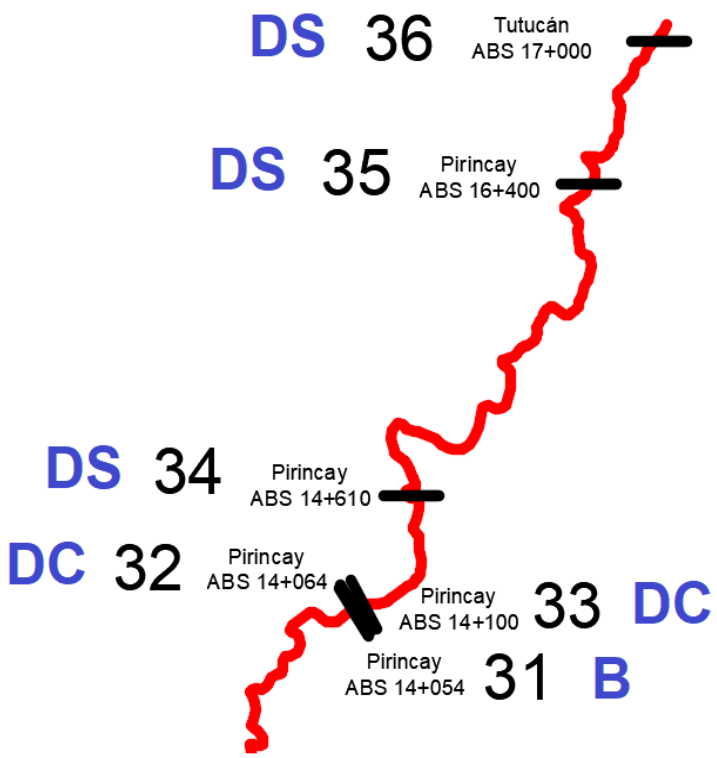


Ilustración 38: *Esquema derivación sectores Pirincay y Tutucán*
Fuente: *El Autor*

Por ser de mayor importancia en el presente proyecto se realizará el diseño únicamente de las derivaciones de mayor aporte.

4.1.3.1. Diseño de Orificios

Los orificios diseñados son de forma rectangular y se ubican en la pared lateral, en el fondo del canal, a través de estos orificios se captará el caudal correspondiente a cada una de las derivaciones de mayor importancia, y pasará hacia los desarenadores correspondientes a cada derivación.

Predimensionamiento de los Orificios

Para el dimensionamiento de los orificios se utilizó las siguientes fórmulas:

$$Q = \frac{2}{3} * Cd * A * (2g)^{\frac{1}{2}} * \frac{h2^{1.5} - h1^{1.5}}{h2 - h1} \qquad (29)$$

$$Cd' = 0.6(1 + 0.15k) \qquad (30)$$

$$k = \frac{b}{2(a + b)} \qquad (31)$$

En la siguiente tabla, se presentan las dimensiones de los diferentes orificios a lo largo del canal:

No. Toma	Sector	Q (m3/s)	h (m)	b (m)	k	Cd'	b' (m)	Sección requerida de orificio (cm)
6	La Estancia	0.01098	0.10	0.1034	0.2542	0.6229	0.0996	10x10
8	La Estancia	0.01543	0.15	0.1279	0.2302	0.6207	0.1237	15x15
9	El Cabo	0.03037	0.18	0.2179	0.2738	0.6246	0.2093	20x20
12	El Cabo	0.03200	0.18	0.2329	0.2820	0.6254	0.2234	20x20
15	La Higuera y Uzhupud	0.04190	0.14	0.4427	0.3799	0.6342	0.4188	40x15
17	La Higuera	0.00495	0.10	0.0556	0.1787	0.6161	0.0542	10x10
22	San Ignacio	0.00851	0.10	0.1070	0.2584	0.6233	0.1030	10x10
24	Zhumir	0.01273	0.10	0.1457	0.2965	0.6267	0.1395	15x10
26	Zhumir	0.00520	0.10	0.0528	0.1727	0.6155	0.0514	10x10
28	Zhumir	0.00833	0.10	0.1136	0.2659	0.6239	0.1092	10x10
34	Pirincay	0.01503	0.10	0.2244	0.3459	0.6311	0.2133	20x10
35	Pirincay	0.01496	0.10	0.2272	0.3472	0.6312	0.2160	20x10
36	Tutucán	0.02311	0.10	0.3919	0.3983	0.6359	0.3698	35x10

Tabla 80: *Diseño de Oficios*
Fuente: *El Autor*

De igual manera, utilizando la fórmula 25, se procedió a calcular el caudal necesario para cada una de las derivaciones importantes, mismo que fue utilizado para el predimensionamiento de los orificios.

En la siguiente tabla se presenta el caudal correspondiente a cada una de las derivaciones para los sectores:

# TOMA	ÁREA DE RIEGO(M2)	DOTACIÓN (L/S *HA)	Q (L/S)	SECTOR	Q TOTAL
6	219677.60	0.5	10.98	La Estancia	26.41
8	308689.57	0.5	15.43	La Estancia	
9	607365.92	0.5	30.37	El Cabo	62.37
12	640054.42	0.5	32.00	El Cabo	
15	837969.53	0.5	41.90	La Higuera y Uzhupud	46.85
17	99046.53	0.5	4.95	La Higuera	
22	170218.26	0.5	8.51	San Ignacio	8.51
24	254574.91	0.5	12.73	Zhumir	26.26
26	104070.13	0.5	5.20	Zhumir	
28	166620.37	0.5	8.33	Zhumir	
34	300520.53	0.5	15.03	Pirincay	29.99
35	299225.71	0.5	14.96	Pirincay	
36	462221.79	0.5	23.11	Tutucan	23.11
Sumatoria	4470255.27		223.5		

Tabla 81: *Caudales para cada derivación de influencia*
Fuente: *El Autor*

A continuación, se presenta el esquema general del rediseño del canal con sus derivaciones y caudales de diseño respectivamente:

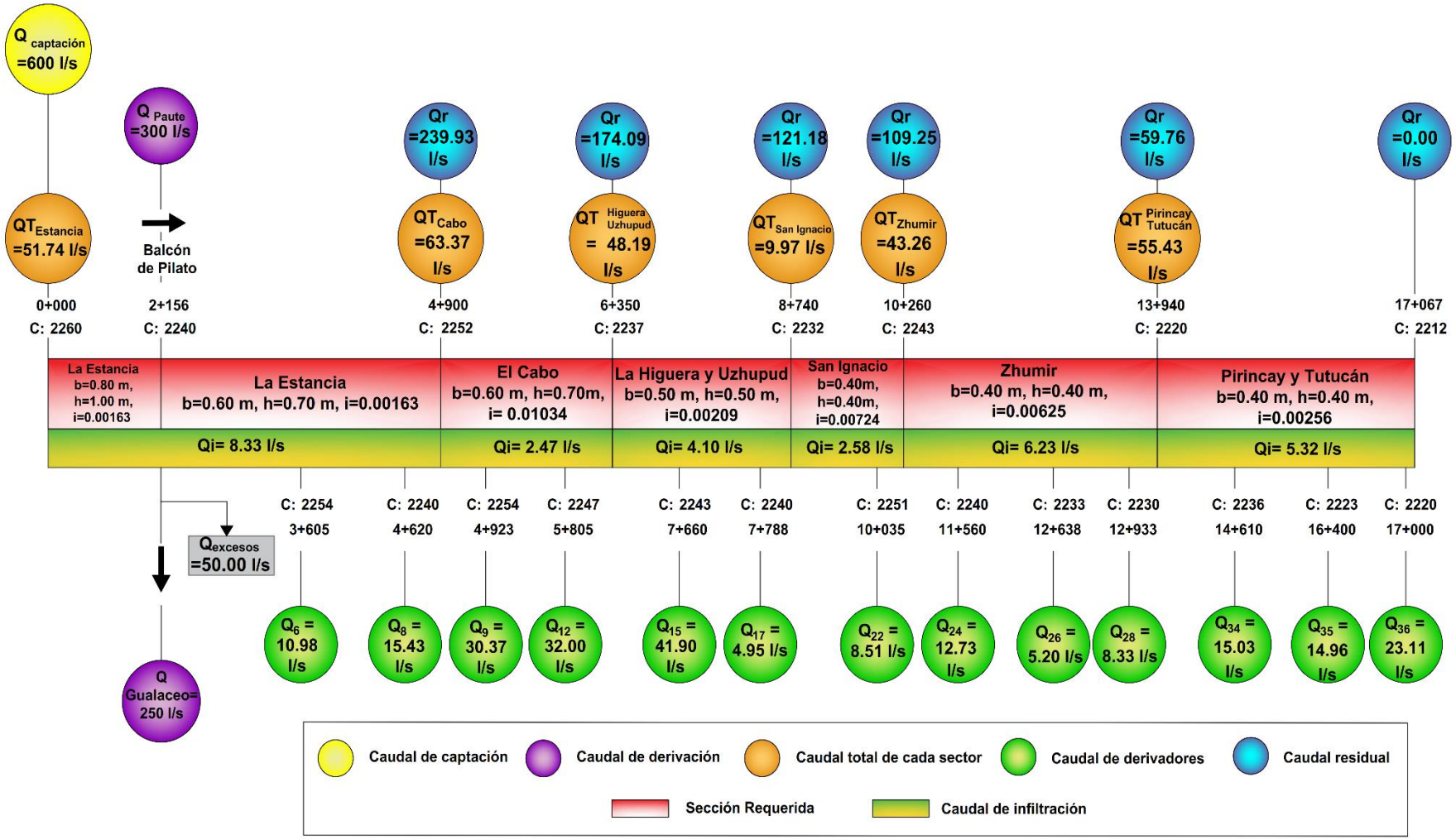


Gráfico 13: *Esquema general del Proyecto*
Fuente: *El Autor*

4.1.4. Desarenadores

Los desarenadores son obras hidráulicas, su función es decantar y evacuar después el material sólido que lleva el agua de un canal, lo que puede ocasionar que estos materiales sólidos disminuyan la sección del canal acumulándose en el fondo.

Los desarenadores que se han diseñado, corresponden a cada una de las derivaciones de mayor influencia, cabe mencionar que el diseño es el mismo para todas estas derivaciones, ya que presentan caudales relativamente bajos, y por esta razón se tomó un caudal de diseño fijo de 0.5 m3/s, para estos desarenadores.

En cuanto al diseño de los desarenadores ubicados en el canal principal, se determinó, de acuerdo al punto de vista técnico que los mismos, estarán ubicados en las abscisas: 2+140, 8+640 y 12+300.

4.1.4.1. Consideraciones para el diseño de Desarenadores

4.1.4.1.1. Diámetro de las partículas a sedimentar

Existe una consideración de los análisis de agua, se desprende las partículas comunes con la que se va a trabajar para el sistema de riego con el diámetro máximo permitido de 0.5 mm.

4.1.4.1.2. Cálculo de la velocidad

Se ha considerado que la velocidad máxima que se puede admitir es de 1 m/s, y se ha utilizado la siguiente fórmula para su cálculo:

$$V = a * \sqrt{d} \qquad (32)$$

Dónde:

V= velocidad (cm/s)

a= constante en función del diámetro

d= diámetro (mm)

El valor de a, está en función del diámetro de la partícula a sedimentar, para lo cual tenemos la siguiente tabla:

a	d (mm)
51	< 0.1
44	0.1 – 1
36	> 1

Tabla 82: *Valor de la constante "a" en función del diámetro de las partículas a sedimentar*
Fuente: *El Autor*

La velocidad debe ser mayor a 0.2 m/s y menor que 0.6 m/s.

4.1.4.1.3. Cálculo de la velocidad de sedimentación o velocidad de caída

Para el cálculo de la velocidad de sedimentación existen varias fórmulas empíricas, de las cuales se ha considerado las siguientes:

- **Sellerio**

Facilita calcular la velocidad de sedimentación w (cm/s) en función del diámetro d (mm).

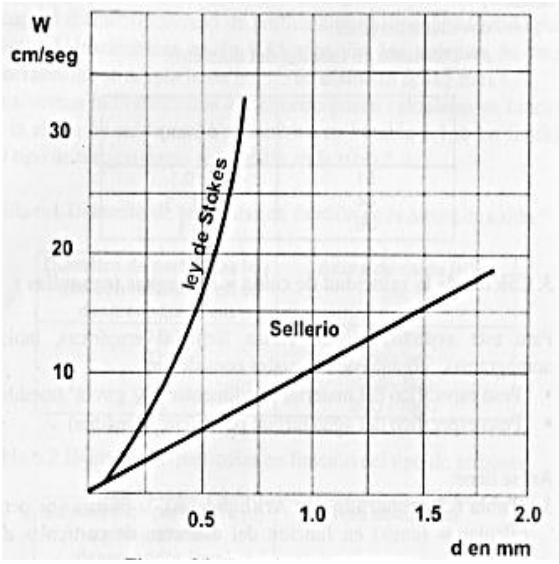


Gráfico 14: *Abaco Stokes y Sellerio*
Fuente: *Manual: Criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico*

- **Arkhangelski**

Arkhangelski, utiliza la siguiente tabla que se encuentra en función del diámetro d (mm) de la partícula:

d(mm)	w (cm/s)
0.05	0.178
0.10	0.692
0.15	1.560
0.20	2.160
0.25	2.700
0.30	3.240
0.35	3.780
0.40	4.320
0.45	4.860
0.50	5.400
0.55	5.940
0.60	6.480
0.70	7.320
0.80	8.070
1.00	9.44
2.00	15.29
3.00	19.25
5.00	24.90

Tabla 83: *Velocidad de sedimentación en función del diámetro de partículas*
Fuente: *Manual: Criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico.*

- **Scotti-Foglieni**

Se plantea la siguiente fórmula en función del diámetro d (mm):

$$w = 3.8\sqrt{d} + 8.3 * d \quad (33)$$

La fórmula presentada por Scotti-Foglieni nos da resultados un tanto elevados por lo que para el cálculo se procede a sacar el promedio entre Sellerio y Arkhangelski.

Además, se debe cumplir la condición entre la velocidad horizontal y la velocidad de sedimentación:

$$V < 20w$$

4.1.4.1.4. Longitud del desarenador

En el diseño para desarenadores de bajas velocidades se toma en cuenta la siguiente tabla de corrección:

Velocidad de escurrimiento (m/s)	k
0.20	1.25
0.30	1.50
0.50	2.00

Tabla 84: *Coeficiente para el cálculo de desarenadores de baja velocidad*
Fuente: *Manual: Criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico.*

Para calcular la longitud contamos con la siguiente ecuación:

$$L = k * \frac{hv}{w} \qquad (34)$$

En cuanto al ancho del desarenador, se impone la condición:

$$\frac{L}{B} = \frac{4}{1} \qquad (35)$$

Por tanto, el ancho es igual a la ecuación (34) sobre la ecuación (35):

$$B = \frac{L}{L/B} \quad = T_1 \qquad (36)$$

El tiempo de sedimentación, es calculado a través de la siguiente fórmula:

$$t = \frac{h}{w} \qquad (37)$$

Volumen de agua conducido en el tiempo de sedimentación:

$$V = Q * t \qquad (38)$$

Volumen de la capacidad del tanque:

$$V = B * h * L \qquad (39)$$

Es importante verificar la capacidad del tanque, para ello debe cumplir la siguiente condición:

V tanque ≥ V agua conducido

4.1.4.1.5. Pantalla

Para el cálculo de la Longitud de pantalla, se presenta la siguiente condición:

$$\frac{L}{4} \qquad (40)$$

La velocidad máxima se considera 1m/s, y por tanto se calcula áreas y el número de orificios que va a tener la pantalla a través de las siguientes fórmulas:

$$A = \frac{Q}{v} \qquad (41)$$

$$\mathrm{A_{Ø}} = \pi \mathrm{r}^2 \quad (42)$$

$$N_o = \frac{A}{A_{Ø}} \qquad (43)$$

4.1.4.1.6. Lodos

Se utiliza la condición:

$$H_{lodos} = \frac{L}{10} \qquad (44)$$

4.1.4.1.7. Lavado

Se utiliza la condición:

$$L_{Desague} = \frac{L}{3} \qquad (45)$$

4.1.4.1.8. Longitud de Transición

De esta fórmula depende la uniformidad en la sección transversal:

$$\mathrm{LT} = \frac{\mathrm{T_1} - \mathrm{T_2}}{2 * \tan\frac{\alpha}{2}} \qquad (46)$$

De donde:

LT= longitud de transición

T1= Espejo de agua del desarenador (B)

T2=Espejo del agua en el canal

α/2= 25°

Se obtuvieron los siguientes valores para los desarenadores diseñados:

Para Canal								
Abscisa	**L des. (m)**	**B des. (m)**	**H des. (m)**	**t sedi. (s)**	**L pant. (m)**	**No. Orificios**	**H lodos (m)**	**L vert. (m)**
2+140	9	3	1	18	2.25	32	0.30	6.885
8+640	9	3	1	19	2.25	28	0.30	5.534
12+300	9	3	1	19	2.25	20	0.30	5.524

Para Tomas								
No. Toma	**L des. (m)**	**B des. (m)**	**H des. (m)**	**t sedi. (s)**	**L pant. (m)**	**No. Orificios**	**H lodos (m)**	**L vert. (m)**
6, 8, 9, 12, 15, 17, 22, 24, 26, 28, 34, 35, 36	7	3.50	0.80	15	1.75	15	0.28	5.774

Tabla 85: *Diseño de Desarenadores*
Fuente: *El Autor*

4.1.4.1.9. Vertedero

Se construye el vertedero con el fin de que circule el agua limpia hacía el canal, es por ello que la velocidad debe ser pequeña con el fin de producir menos turbulencia y menos materiales en suspensión son arrastrados.

Se admite:

$$v = 1 \text{ m/s}$$

$$h_{sobre\ vertedero} = 0.25 \text{ m (como máximo)}$$

Para la longitud del vertedero se utiliza:

$$Lv = \frac{Q}{2 * H^{2/3}} \qquad (47)$$

Cálculo de α:

$$C = \frac{180 * Lv}{\pi * b} \qquad (48)$$

De la ecuación (48) se puede escribir:

$$\frac{\alpha}{1 - \cos \propto} = C \qquad (49)$$

De la ecuación (49) el valor de α se calcula por tanteos.

Para encontrar R se utiliza la fórmula:

$$R = \frac{B}{1 - \cos \propto} \qquad (50)$$

La longitud de la proyección longitudinal se obtiene de la ecuación:

$$L_1 = R * \sin \propto \qquad (51)$$

A continuación, se presenta el desarenador tipo en planta y corte. Las dimensiones de los mismos se presentan en el plano de detalle.

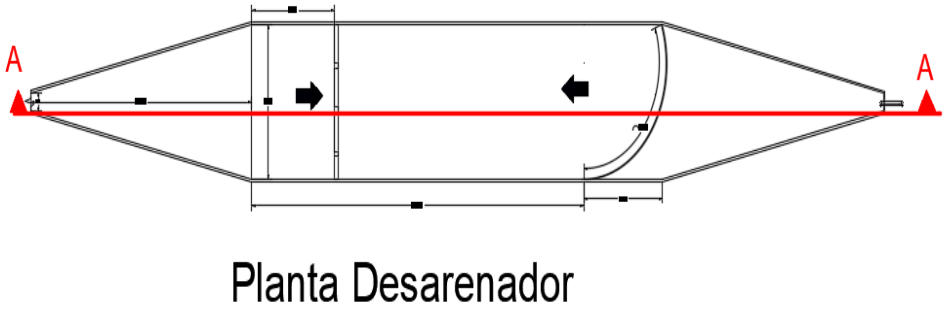


Ilustración 39: *Planta del desarenador tipo*
Fuente: *El Autor*

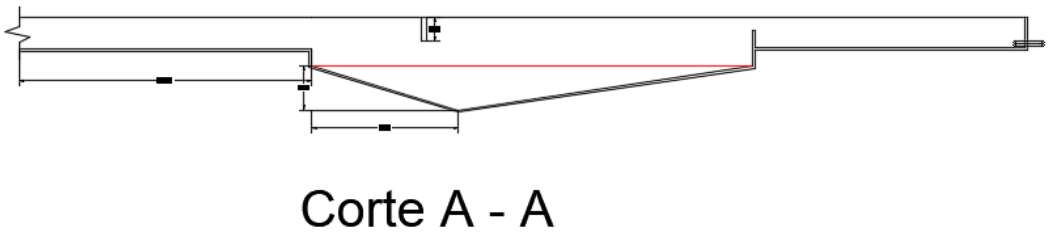


Ilustración 40: *Corte del desarenador tipo*
Fuente: *El Autor*

4.1.4.1.10 Diseño para derivación a Gualaceo

El caudal correspondiente al sistema de riego Chicticay Paute es de 300 l/s y para el sistema de riego Chicticay- Gualaceo es de 250 l/s, para lo que se procede a realizar el diseño de un vertedero que estará ubicado en el punto “Balcón de Pilato”, y que cumple con la función de dividir el caudal común de 600 l/s en los caudales correspondientes a Paute y Gualaceo.

El volumen del reservorio será de 0.6 m3, y se consideran vertederos triangulares para dividir el caudal requerido para cada zona.

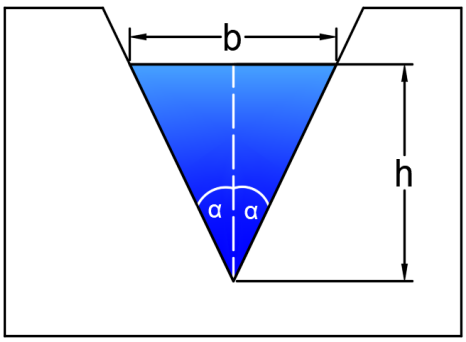


Ilustración 41: *Vertedero Triangular*
Fuente: *El Autor*

Con α= 30°; 2α =60°; se utiliza la fórmula de Mr. Cone para el cálculo del caudal:

$$Q = 0.775 * h^{2.47} \qquad (52)$$

De la fórmula (52) se despeja h para encontrar la altura del agua:

$$h = \left(\frac{Q}{0.775}\right)^{1/2.47} \qquad (53)$$

$$\tan \alpha = \frac{b/2}{h} \qquad (54)$$

Dimensiones del vertedero	Para Paute	Para Gualaceo
h' (m)	0.70	0.65
b (m)	0.80	0.75

Tabla 86: *Dimensiones de los Vertederos*
Fuente: *El Autor*

4.1.4.2 Caja de Control

Las dimensiones de la caja se obtienen con la ecuación:

$$V = A * L \qquad (55)$$

V= Volumen (m3)

A= Área (b*h) (m2)

L= longitud (m)

Dimensiones de la caja de distribución	Caja común	Caja para Paute	Caja para Gualaceo
h (m)	0.80	0.50	0.50
b (m)	0.80	0.80	0.75
L (m)	1.00	0.75	0.75

Tabla 87: *Dimensiones de las cajas de Distribución*
Fuente: *El Autor*

En este mismo punto, se ubicará un vertedero de exceso que será el encargado de devolver al río el caudal de seguridad captado.

4.1.5. Diseño de la Red de distribución

El caudal que va por cada ramal o red de distribución depende de la superficie a regarse y del tipo de cultivo, es por ello que se tiene el valor conocido del caudal, de acuerdo a la tabla No. 79 de caudales para cada derivación de influencia.

Para el trazado de las redes se toma en cuenta la topografía de los diferentes sectores que corresponden a La Estancia, El Cabo, La Higuera, Uzhupud, San Ignacio, Zhumir, Pirincay y Tutucán, y, referente a este aspecto se ha obtenido que 13 tomas necesitan bomba, 20 sectores tienen conexión directa del canal y 23 son tomas las cuales las pendientes favorecen y actúan por gravedad; de estas 23 tomas se considera para el diseño solo 13 debido a su mayor influencia.

4.1.5.1. Primaria

El agua es distribuida por tuberías, la tubería que sale de la fuente de agua (canal) se llama Matriz Principal, la cual tiene submatrices y este a su vez domiciliarias.

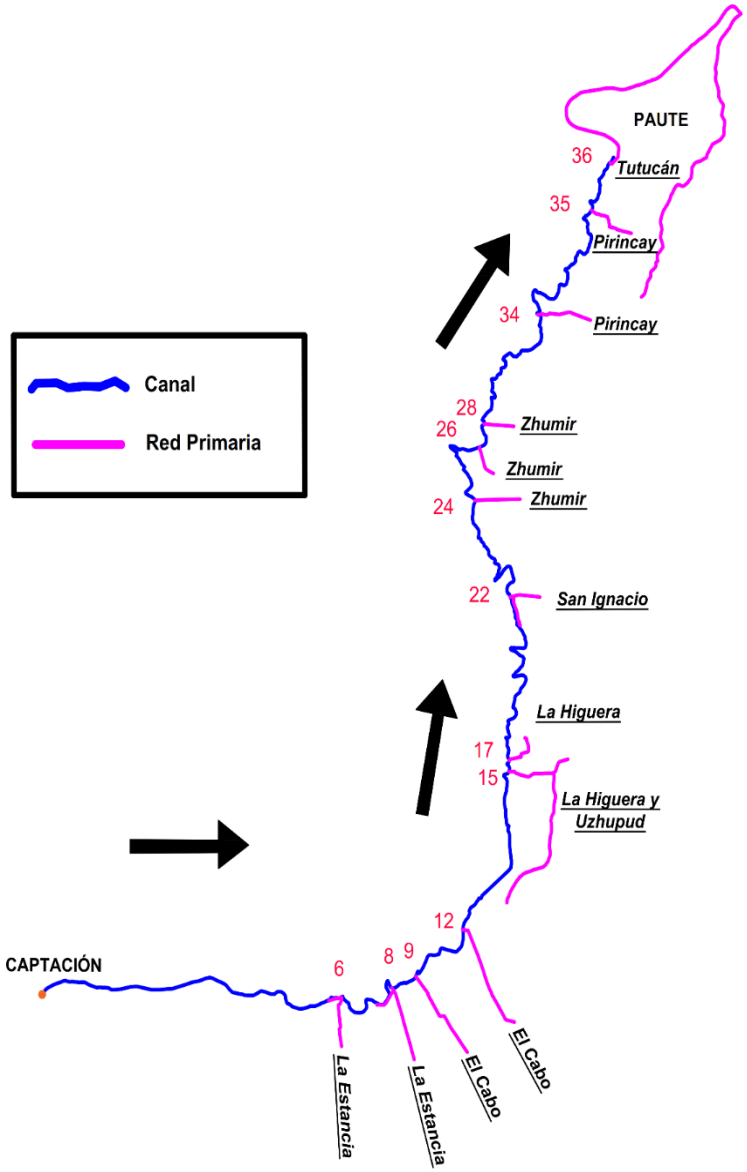


Ilustración 42: *Vista en planta del canal y red primaria del sistema de riego Chicticay - Paute*
Fuente: *El Autor*

Las 13 derivaciones a diseñarse pertenecen a los siguientes sectores:

N° de Derivador	Sector	Abscisa	Caudal (l/s)
6	La Estancia	3+605	10.98
8	La Estancia	4+620	15.43
9	El Cabo	4+923	30.36
12	El Cabo	5+805	32.00
15	La Higuera y Uzhupud	7+660	41.90
17	La Higuera	7+788	4.95
22	San Ignacio	10+035	8.51

24	Zhumir	11+560	12.73
26	Zhumir	12+638	5.20
28	Zhumir	12+933	8.33
34	Pirincay	14+610	15.03
35	Pirincay	16+400	14.96
36	Tutucán	17+000	23.11

Tabla 88: *Derivaciones - Red primaria*
Fuente: *El Autor*

4.1.5.2. Secundaria

Se menciona la red primaria de la cual se derivan tuberías de distribución denominada red secundaria, pueden tener o no inclinación de acuerdo a la topografía del terreno, puede que sea necesario que salgan de estas otras tuberías denominadas terciarias y así sucesivamente hasta llegar al terreno donde se va a regar, en este sitio es donde se instala la tubería lateral en la que se encuentran los aspersores, está última red de tubería puede ser móvil, semi-móvil o fija. El rediseño está enfocado en la red primaria y secundaria que son parte del presente estudio.

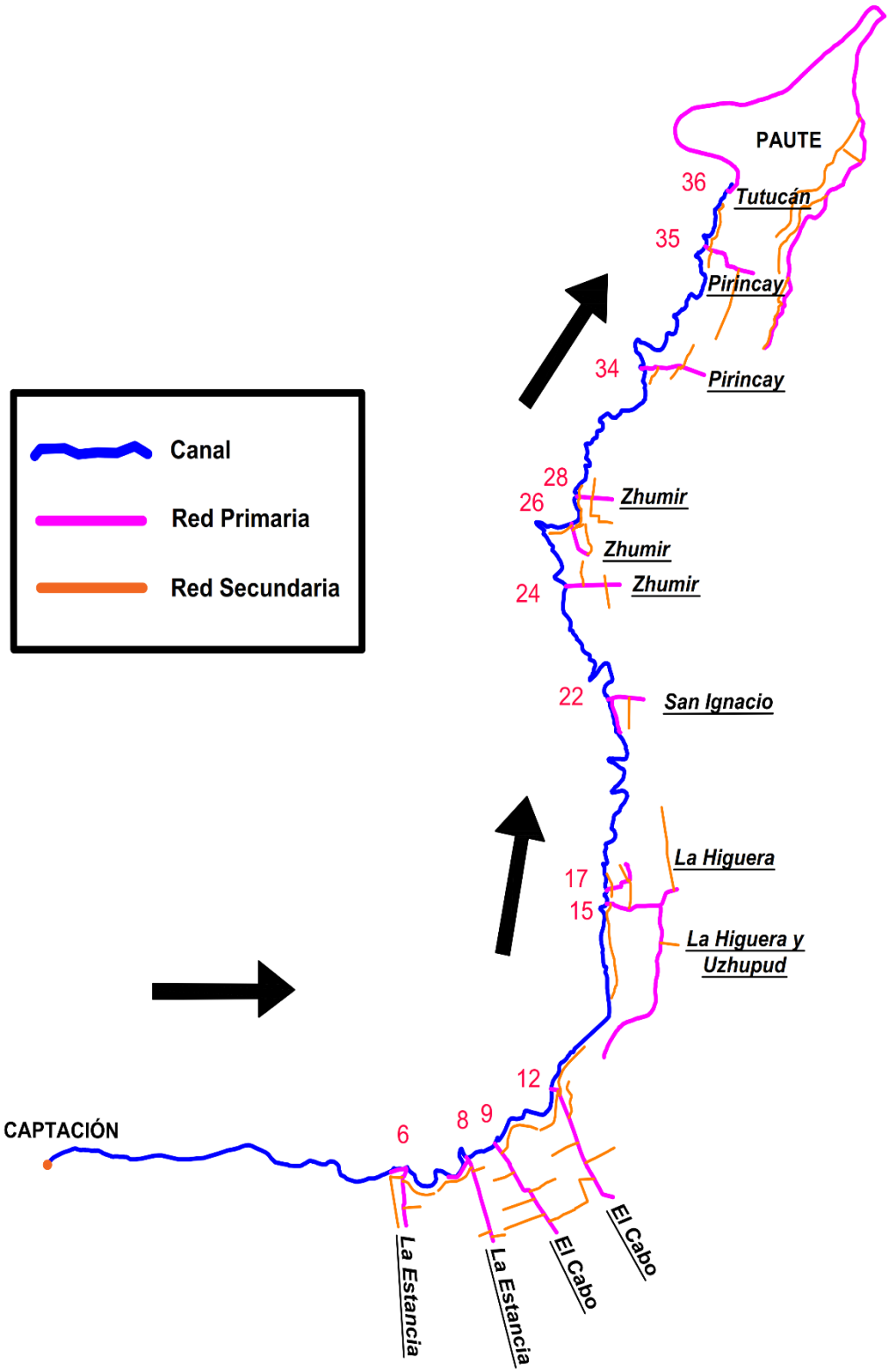


Ilustración 43: *Vista en planta del canal, red primaria y red secundaria del Sistema de Riego Chicticay-Paute*
Fuente: *El Autor*

4.1.5.3. Aplicación del Programa Epanet

Para el diseño de las redes primarias y secundarias nos hemos apoyado en el programa EPANET, que permite realizar simulaciones del comportamiento hidráulico en redes de suministro a presión.

Los parámetros elegidos:

- La ecuación a elegir es la de Hazen-Williams para la simulación del programa EPANET

$$Hf = \frac{10.665 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}} \quad (52)$$

De Donde:

Hf= Pérdida de carga

L= Longitud

Q= Caudal

C= Coeficiente de rugosidad (140-150 para tuberías de plástico)

D= Diámetro

- La tubería empleada será de PVC, de distintas presiones que van desde 0.63 -1.00 MPa.

- Los datos introducidos son el caudal, longitud y diámetro interior

- Se considera que la presión en las conexiones o nudos no excedan los 50 m.c.a; al igual que la velocidad de diseño en las tuberías debe fluctuar entre 0.6 m/s y 2.5 m/s, valores mínimo y máximo respectivamente.

Se ha realizado la simulación en el programa Epanet para la derivación No. 22 con su red primaria y secundaria perteneciente al sector San Ignacio se obtuvo los siguientes resultados:

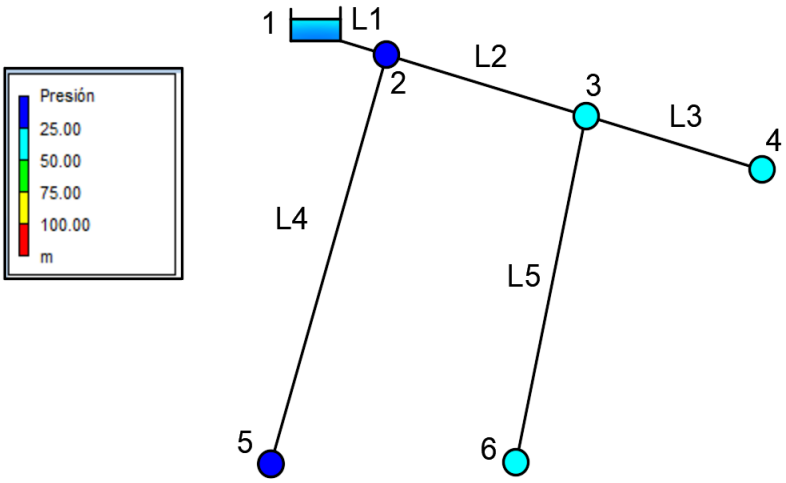


Ilustración 44: *Esquema red de distribución primaria y secundaria derivación No. 22*
Fuente: *Programa Epanet*

Resultados obtenidos de la simulación en el programa Epanet:

Tabla de Red - Nudos

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión 5	2237.4	0.72	2246.33	8.93
Conexión 6	2200	4.74	2246.89	46.89
Conexión 2	2228	0.00	2250.30	22.30
Conexión 3	2200	0.00	2248.99	48.99
Conexión 4	2199.999	3.05	2247.90	47.90
Embalse 1	2250.658	-8.51	2250.66	0.00

Tabla 89: *Red-Nudos derivación 22*
Fuente: *Programa Epanet*

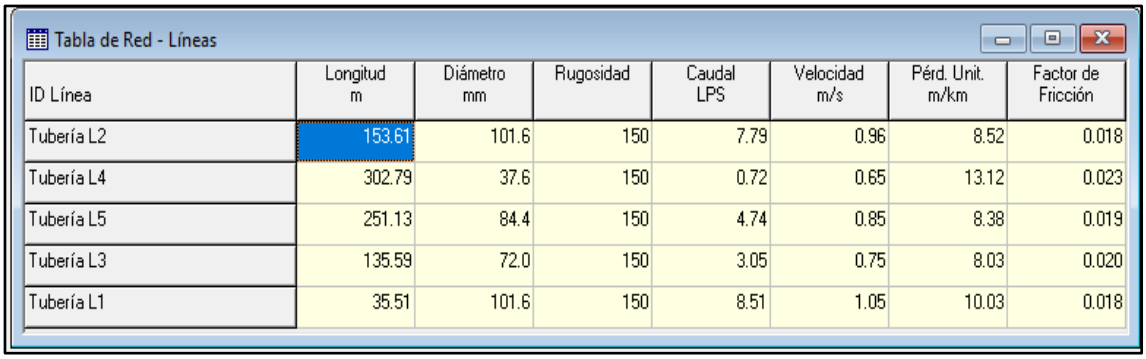


Tabla de Red - Líneas

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción
Tubería L2	153.61	101.6	150	7.79	0.96	8.52	0.018
Tubería L4	302.79	37.6	150	0.72	0.65	13.12	0.023
Tubería L5	251.13	84.4	150	4.74	0.85	8.38	0.019
Tubería L3	135.59	72.0	150	3.05	0.75	8.03	0.020
Tubería L1	35.51	101.6	150	8.51	1.05	10.03	0.018

Tabla 90: *Red-tuberías derivación 22*
Fuente: *Programa Epanet*

Red	Tubería (m)	Diámetro Nominal (mm)
Primaria	L1=35.51	110
	L2= 153.61	90
	L3=135.59	90
Secundaria	L4=302.79	110
	L5=251.13	90

Tabla 91: *Resumen de resultados del programa EPANET, para derivación 22*
Fuente: *El Autor*

Se realizó los cálculos, para conocer los parámetros de diseño de las tuberías de los derivadores primarios mencionados anteriormente, de lo cual se obtiene:

No. Toma	Sector	Red Primaria		Caudal	Longitud	Presión	Diámetro	Diámetro	Rugosidad	Velocidad
		Cota Inicial	Cota Final							
6	La Estancia	2254	2240	10.98	496.21	6.02	101.6	110	150	1.35
8	La Estancia	2240	2230	15.43	740.7	0.05	120	125	150	1.36
9	El Cabo	2254	2240	30.36	957.08	0.47	153.6	160	150	1.64
12	El Cabo	2247	2240	32.00	1128.05	0.36	187.6	200	150	1.16
15	La Higuera y Uzhupud	2243	2201	41.90	511.54	26.06	147.6	160	150	2.45
17	La Higuera	2240	2215	4.95	406.68	2.42	58.2	63	150	1.86
22	San	2251	2200	8.51	335.83	47.9	101.6	110	150	0.75

	Ignacio									
24	Zhumir	2240	2200	12.73	504.54	29.32	101.6	110	150	1.57
26	Zhumir	2233	2211	5.2	319.95	20.71	101.6	110	150	0.64
28	Zhumir	2230	2200	8.33	327.29	26.84	101.6	110	150	1.03
34	Pirincay	2236	2182	15.03	609.64	36.46	101.6	110	150	1.85
35	Pirincay	2223	2180	14.96	549.73	27.32	101.6	110	150	1.85
36	Tutucán	2220	2206	23.11	6644.08	0.94	207.6	225	150	0.68

Tabla 92: *Resumen de resultados del programa EPANET*
Fuente: *El Autor*

Capítulo 5

Manual de Administración, Operación y Mantenimiento
Presupuesto

PRESENTACIÓN

El uso del manual de administración, operación y mantenimiento del sistema de riego Chicticay – Paute, tiene por objetivo proteger y conservar las obras hidráulicas, salvaguardando la inversión realizada, garantizando la sostenibilidad y la calidad del servicio, minimizando los costos en la operación y mantenimiento y, creando conciencia en el consumidor sobre su participación dentro del sistema de riego.

Para aumentar la vida útil del sistema de riego, de las obras hidráulicas y de equipos es necesario realizar actividades que los consumidores y técnicos del sistema ejecutan de manera rutinaria en base a reglas que no se encuentran escritas pero que se conocen de manera empírica y están en la obligación de cumplir. Existen procedimientos de operación y mantenimiento básicos y de vital importancia para el correcto funcionamiento del sistema de riego, los cuales deben formar parte de cursos de capacitación del personal encargado del manejo del sistema.

El presente manual se encuentra dirigido a los profesionales técnicos y a los consumidores que forman parte del Sistema de Riego Chicticay – Paute; y, se encuentra apegado al conjunto de normas, presentadas por la SENAGUA.

Los procedimientos indicados en el manual deben ser seguidos de forma minuciosa y sistemática. De igual manera, las reparaciones que se realicen deben ser ejecutadas de manera inmediata y con una calidad alta, a fin de garantizar el correcto funcionamiento y la durabilidad. Toda interrupción en la administración o en la operación, así como el descuido de las obras hidráulicas generan limitación al momento del abastecimiento del agua, lo que puede generar malestar en sus consumidores y cuantiosas pérdidas.

Por lo que se menciona, es necesario asignar la función de operación y mantenimiento a personas que se encuentran capacitadas, y la administración a personas que realicen un trabajo planificado y eficiente para el sistema de riego; por lo que siempre debe existir la capacitación en todas las áreas.

5.1. Agua y la Salud Humana

5.1.1. El Agua

El agua es un compuesto presente en la Tierra en un 71%, en donde el 97% de esta se encuentra en océanos y mares como agua salada, y, únicamente el 3% se encuentra presente en ríos, lagunas, lagos, aguas subterráneas y glaciares como agua dulce.

Podemos encontrarla en 3 estados:

Gráfico 15: *Esquema estado sólido agua*
Fuente: *El Autor*

Gráfico 16: *Esquema estado líquido agua*
Fuente: *El Autor*

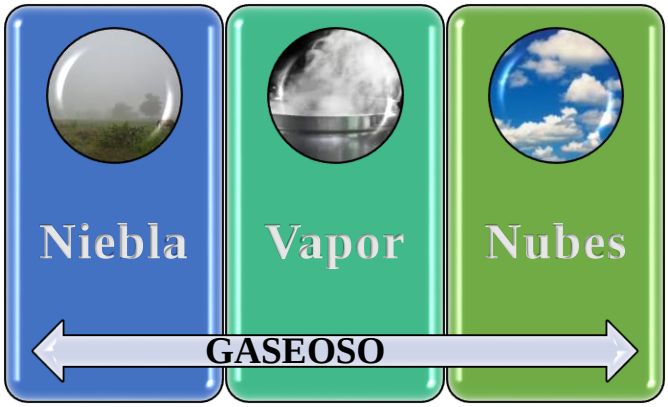


Gráfico 17: *Esquema estado gaseoso agua*
Fuente: *El Autor*

5.1.2. Ciclo Hidrológico

El ciclo hidrológico corresponde al movimiento cíclico de agua en la Tierra; el cual incumbe a la variación de estado del agua.

El sol es el encargado de calentar el agua superficial haciendo que ésta se evapore en forma de vapor de agua; las corrientes de aire toman este vapor de agua, conjuntamente con la evapotranspiración procedente de plantas y del suelo, y elevan hacia temperaturas más frías en donde se produce la condensación y se forman las nubes.

Las partículas de las nubes chocan y va creciendo su tamaño, luego caen nuevamente al suelo en forma de precipitación; ésta cae sobre océanos y la tierra, en donde una parte se infiltra en la superficie y va hacia aguas subterráneas; y así, para iniciar nuevamente el ciclo hidrológico.

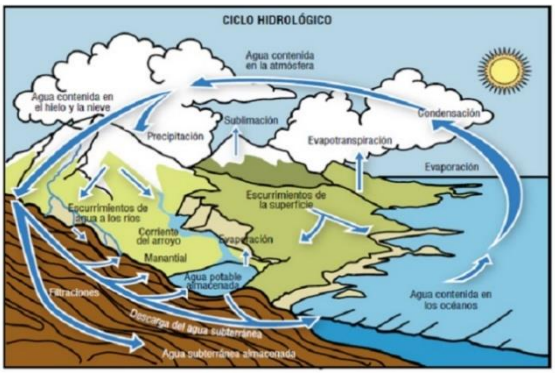


Ilustración 45: *Ciclo Hidrológico*
Fuente: (VCN, 2018)

5.1.3. Fuentes de Agua

Existen 3 tipos de fuentes de agua; Atmosférica, Superficial y Subterránea; estas se detallan a continuación:

- Atmosférica: Proveniente de la lluvia; ésta no es constante, por lo que puede ser almacenada únicamente en una época del año, es decir, su uso es limitado.
- Superficial: Proveniente de lagos, lagunas, ríos, arroyos.
- Subterránea: Es el agua que se infiltra en la superficie y es almacenada en acuíferos, manantiales, etc.

5.1.4. Contaminación del Agua

Al caer la precipitación, esta trae consigo partículas de polvo y gases que se encuentran en la atmósfera, y, al deslizarse por el suelo, lleva materia orgánica, sales y muchas bacterias. Al infiltrarse en el suelo, acarrea microorganismos, minerales y baterías que se encuentran presente en éste; por esta razón el agua subterránea suele ser muy dura, ya que presenta gran cantidad de minerales.

Las materias que se encuentran suspendidas en el agua, generalmente arcilla, vuelven esta turbia, lo que hace que a la vista presente un color marrón. Además, podemos encontrar en el agua bacterias que provienen de heces de animales, lo que podría ocasionar enfermedades.

Por esta razón, es vital, el cuidado de la fuente de agua, ya que al ser utilizada esta para el regadío en su mayoría de plantas que producen frutos que serán consumidos por las personas, se puede transmitir enfermedades tales como cólera, tifoidea, disentería, etc.

5.2.Conceptos Básicos

5.2.1. Generalidades

Un sistema de riego consiste fundamentalmente en derivar agua de ríos, quebradas, arroyos, etc., mediante obras hidráulicas como captación, canal, red de distribución (derivaciones), etc., hasta el predio de cada consumidor.

La red de distribución está constituida por tuberías de PVC, válvulas, etc., a la cual se acopla tobos de PVC, y, a estas irán unidos los aspersores.

5.2.2. Conceptos Básicos

Captación: Estructura hidráulica que desvía un volumen de agua determinado para el regadío de los sembríos.

Red de distribución: Grupo de tuberías encargados de distribuir el agua a los diferentes sectores que conforman el sistema de riego.

Conexión domiciliaria: Instalación que suministra el agua de la red de distribución a la parcela.

Desarenador: Estructura hidráulica que retiene sedimentos, grava y arena.

Válvulas de Purga: Localizadas en puntos bajos del recorrido de la tubería, funcionan como válvula de lavado.

Operación: Labor constante realizada por los consumidores y técnicos del sistema necesaria para manejo de las estructuras hidráulicas, con el objetivo de garantizar la correcta distribución de agua, de acuerdo a los requerimientos de la planta.

Mantenimiento: Tarea periódica, con el objetivo de mantener y alargar el buen estado de las estructuras hidráulicas y equipos de riego, el cual tiene responsabilidad compartida para consumidores como administradores.

Mantenimiento rutinario: Tarea realizada de manera permanente por parte de los consumidores, entre la principal, la limpieza de la estructura hidráulica en general; así como, la reparación de averíos dentro del sistema.

Mantenimiento preventivo: Tarea que prevé futuros daños; limpiezas periódicas de captación, desarenadores, etc.

Mantenimiento de emergencia: Tarea a ejecutar de manera inmediata al presentarse daños ocasionados por factores externos, agentes naturales, animales, etc., afectando el funcionamiento de la estructura hidráulica.

Distribución: Adecuada operación del sistema, forma parte de la operación diaria del sistema.

Administración: Administrar de los recursos hídricos, humanos, físicos y económicos; con los que cuenta la Junta. La operación y mantenimiento forman parte la administración del sistema de riego.

Sistema de riego: Relación entre los consumidores y los diferentes elementos biofísicos, fuente de agua, estructuras hidráulicas y área de riego, es la aplicación artificial del agua en el suelo.

Gestión de sistema de riego: Grupo de tareas y elementos necesarios para alcanzar los objetivos de concesión, normalización y reparto del agua de riego.

Balance general anual: Documento que refleja la situación financiera del sistema de riego durante un año, indica los activos, pasivos y patrimonio.

Cuota mensual o tarifa: Monto de dinero que cobra la Junta por la dotación de agua de riego, este monto debe ser cancelado de forma mensual y permite la sostenibilidad del sistema de riego.

5.3. Derecho de agua

Se entiende por derecho de agua a quien puede y quien no puede utilizar el agua, con relación a el caudal, volumen, tiempo, turno, etc., entonces, el derecho de agua no es un derecho propietario, sino un derecho de uso, el cual implica el derecho al uso de las estructuras hidráulicas, y convierte al consumidor en coparticipe de la gestión, además de generarle ciertas obligaciones como la asistencia a reuniones, trabajos de mantenimiento, etc.

Existen dos tipos de derecho de agua; el primero de ellos es el derecho de agua a nivel colectivo, y éste hace referencia al derecho de los sistemas de riego ubicados aguas arriba y aguas abajo, dentro de la cuenca o microcuenca.

El segundo es el derecho de agua a nivel individual, y hace referencia a la asignación del derecho a una persona en representación de una familia, dentro del sistema de riego.

Es parte de la administración del sistema de riego la generación de los derechos de agua para sus consumidores, y, para ello deberá tomar en cuenta las siguientes actividades:

- Elaborar un registro de consumidores.
- Clasificar el registro por zonas de riego; esto es importante para realizar una correcta planificación y permite llevar un registro cuantitativo de los derechos de agua.
- Elaborar registros de control por cada actividad realizada; por ejemplo, registro de la asistencia a reuniones, registro de trabajos realizados, registro de los aportes mensuales, etc.

La adquisición de un derecho de agua dentro del sistema de riego, se puede realizar de la siguiente manera:

- Por participación; para esto se debe tener en cuenta los siguientes criterios: pertenece a la comunidad en donde se encuentra ubicado el sistema de riego, asiste de manera periódica a las reuniones, participa en las tareas de mantenimiento del sistema de riego, realiza los aportes mensuales de forma continua.

- Por herencia del derecho de agua.
- Por la compra de acciones de agua.

Al obtener un derecho de agua, los consumidores adquieren varias obligaciones, tales como: asistir a las reuniones, formar parte de las tareas de mantenimiento del sistema, cumplir las resoluciones de la Junta.

5.4.La Junta de regantes del Sistema de Riego Chicticay - Paute

La Junta de regantes es el ente que regula y administra los servicios el sistema de riego, y dentro de sus funciones está el organizar actividades en base a principios que permitan tomar decisiones para controlar recursos, garantizar el pago de las cuotas mensuales y el cumplimiento de tareas de parte de los consumidores, para de esta manera, salvaguardar los servicios en sus tres ámbitos; calidad, cantidad y durabilidad.

Además, la Junta de regantes del Sistema de Riego Chicticay – Paute, cuenta con su propio estatuto y reglamento, el cual ha sido aprobado oportunamente por la Secretaría Nacional de Agua (SENAGUA), estos reposan en las oficinas del Sistema de Riego.

5.4.1. De la constitución de la Junta de Riego y marco normativo

La Junta de Riego, debe considerar criterios de constitución, los cuales deben cumplir con la normativa existente dentro del sector de riego; ésta gira en torno a:

- Representatividad y Legalidad: Se debe realizar la elección de representantes; los cargos existentes deben ser rotativos, debe existir representación de los diferentes sectores del sistema de riego, las funciones deben estar normadas, elaborar un acta de elección de la directiva y de la posesión de la directiva.

- Normativa: A su vez, existen dos tipos de normativa, la que rige dentro del sistema de riego y la normativa que rige a nivel nacional (SENAGUA).

  Para la elaboración de la normativa interna, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos: el sistema de riego debe contar con personería jurídica, debe contar con estatutos y reglamentos internos en donde se encuentren detallados las obligaciones, derechos y sanciones de los consumidores, técnicos, etc.; conocimiento de la normativa dentro del sector de riego (normativa SENAGUA).
- Funcionalidad de la Junta: Debe contar con las capacidades necesarias para realizar una buena administración, como: capacidad para administrar el sistema de riego, capacidad para operar el sistema de riego, capacidad para mantener el sistema de riego y custodiar la sostenibilidad del mismo, capacidad financiera, entre otras.

5.4.2. Administración y manejo de recursos económicos

5.4.2.1.De la Administración

La administración del sistema de riego tiene el objetivo de planificar y guiar el correcto funcionamiento del mismo, el que debe ser tratado y conocido durante asamblea general, es decir, por todos los socios del sistema; ya que esta es la máxima autoridad, dentro del sistema.

En la praxis, es muy común que los mismos consumidores, sean los encargados de la administración del sistema, sin embargo, es necesaria la presencia de técnicos que guíen el mantenimiento de las estructuras hidráulicas y ayuden a una adecuada planificación para la distribución del agua.

5.4.2.2. De la Asamblea General

La Asamblea General es la máxima autoridad dentro del sistema de riego, en ella se realiza la toma de decisiones de forma participativa. La Asamblea General, deberá tratar temas de interés como: la elección de la directiva de los diferentes sectores, definir el aporte económico mensual, rendición de cuentas anual, determinación de las sanciones por incumplimiento, resolución de conflictos, etc.

5.4.2.3. De los recursos económicos

La Junta de riego, necesita de recursos económicos que permitan sustentar los servicios prestados; estos deben ser administrados y utilizados de una manera adecuada a fin garantizar la sostenibilidad del sistema de riego.

La fuente principal de estos recursos viene del pago de las cuotas mensuales de los consumidores, además de aportes realizados por otras Instituciones y de otras actividades que la Junta pueda realizar a fin de generar ingresos.

La Junta de riego tiene el compromiso de garantizar la productividad, es decir, que se utilicen la menor cantidad de recursos y que se brinde en cuanto al servicio, de la más alta calidad.

5.4.2.4.Fuentes de ingreso económico

- Pago de cuota mensual: es la principal fuente de ingreso, este valor es establecido por la Asamblea General en base a un análisis previo y a lo indicado en los reglamentos.
- Ingreso de nuevos socios al sistema: el pago del derecho de agua, este monto será establecido por la Asamblea General.

- Sanción por mal uso del agua de riego: valor económico acordado por la Asamblea General a quienes hagan mal uso del agua destinada para riego.
- Falta a reunión: valor establecido por la Asamblea General para aquel socio que no asista a una reunión convocada por el Directorio. Si el socio no puede asistir a la reunión, está en la obligación de enviar a alguien que lo represente.

5.4.2.5.Administración de los recursos económicos

La Junta de riego deberá contar con un(a) tesorero(a), el/la que será encargado(a) del control y manejo del recurso económico, y deberá considerar los siguientes criterios de manejo:

- Elaborar el presupuesto general anual.
- Registro de ingresos y egresos.
- Registro del pago de mensualidades.
- Realizar un balance general al final de cada año, y socializar el mismo a todos los socios del sistema.

Los recursos económicos serán utilizados para cubrir gastos de administración, operación y mantenimiento del sistema de riego, además de contar con un fondo que pueda cubrir gastos de una futura ampliación del sistema.

- Gastos administrativos: dentro de estos gastos está la adquisición de sellos y distinto material de escritorio necesario en la oficina de la Junta.
- Gastos de operación: corresponde al gasto de la mano de obra.
- Gastos de mantenimiento: hace referencia a la compra de materiales y herramientas necesarios para la ejecución de las actividades de mantenimiento del sistema. Se recomienda contar con recibos de las compras y de los pagos realizados.

5.5.Planificación y Organización

La planificación corresponde a la fase inicial de cualquier proceso, aquí, se determinan las actividades que se desarrollarán y los resultados que se obtendrán; para esto, se puede tener en cuenta las siguientes preguntas: ¿Qué actividad se va a desarrollar?; ¿Dónde se llevará acabo?; ¿Cómo lo haremos?; ¿Cuándo?; ¿En qué tiempo?; ¿Quién es el responsable de la actividad?

Además, para planificar se necesita tener en cuenta lo siguiente:

- Contar con un diagnóstico.
- Establecer los objetivos.
- Definir las estrategias para ejecutar las acciones.

Una vez realizada la planificación, se realiza la organización de las actividades entre los diferentes responsables.

5.6.Dirección, Control y Evaluación

La dirección estará a cargo de una persona con la capacidad de influenciar a los socios, a través del liderazgo, coordinación, guía, supervisión y asignación de tareas a fin de lograr los objetivos planteados; esta persona debe manejar una buena comunicación.

Se entiende como control a la acción de verificar que las actividades hayan sido ejecutadas como se planificaron. El control permite tener un conocimiento de lo que está pasando en el sistema de riego, lo que permite una rápida y temprana corrección en la ejecución de tareas que presenten fallas.

La evaluación se realiza al comparar los resultados alcanzados versus lo que se ha planteado; evaluando cada una de las actividades, verificando calidad, cantidad, tiempo de ejecución, organización, recursos y cumplimiento de objetivos.

5.7.Funciones de la Junta de riego

La principal función consiste en buscar y motivar a que toda la comunidad forme parte del sistema de riego, haciéndose socio del mismo, y de esta manera cuenten con dotación de agua para sus cultivos.

Otra de las funciones de la Junta es el realizar reuniones mensuales tanto con la directiva de los diferentes sectores como con los socios del sistema, esto a fin de mantener informados a los socios de forma permanente sobre lo que acontece en el sistema de riego.

La Junta de riego deberá, a más de apoyar, realizar la supervisión de las actividades realizadas por parte del operador del sistema, a fin de garantizar y asegurar estas. Además, es función de la Junta, el organizar grupos que, conjuntamente con el operador, se encargaran del mantenimiento del sistema de riego.

5.7.1. Formatos para requerimientos, compras y pagos

La persona encargada de la tesorería de la Junta de riego será la encargada de las compras que se efectúen, así como los pagos realizados, para lo cual deberá utilizar los siguientes formatos:

5.7.1.1.Requerimientos de materiales

Sistema de Riego Chicticay - Paute	REQUERIMIENTOS DE MATERIALES N°: 000001	
Fecha:	**Sector:**	
Cantidad	**Unidad**	**Descripción Producto**
Firma y Nombre Encargado Sector		

Tabla 93: *Formato para requerimiento de materiales*
Fuente: *El Autor*

5.7.1.2.Cotización de productos

Sistema de Riego Chicticay - Paute	Cuadro comparativo de cotización de productos N°: 000001

Fecha:								
Cantidad	**Unidad**	**Producto**	**Cotización 1**		**Cotización 2**		**Cotización 3**	
			P.U.	**Total**	**P.U.**	**Total**	**P.U.**	**Total**
Firma y Nombre Tesorero(a)								

Tabla 94: *Formato para cotización de productos*
Fuente: *El Autor*

5.7.1.3.Orden de compra

Sistema de Riego Chicticay - Paute	ORDEN DE COMPRA N°: 000001

Fecha:				
Señores:				
Sírvase proveer los siguientes productos de acuerdo a cotización de fecha:				
Cantidad	**Unidad**	**Detalle**	**P. Unitario**	**Total**
Firma y Nombre Tesorero(a)		*Firma y Nombre Presidente(a) Junta*		

Tabla 95: *Formato para orden de compra*
Fuente: *El Autor*

5.7.1.4.Recibo pago de cuota mensual

Sistema de Riego Chicticay - Paute	Recibo cuota mensual N°: 000001
	$:
He recibido del Señor(a):	
La suma de:	
Por concepto de pago del consumo de agua del mes de:	
Lugar y fecha:	
Firma y Nombre Tesorero(a)	*Firma y Nombre Paga*

Tabla 96: *Formato para recibo de pago de cuota mensual*
Fuente: *El Autor*

5.7.2. Libros de Contabilidad

5.7.2.1.Libro de Caja

Registra recibos y facturas de ingresos y egresos; en él se anotará el número y monto correspondiente a cada factura, recibo, etc., además es importante detallar el concepto del mismo.

Sistema de Riego Chicticay - Paute			Libro de Caja N°: 000001		
Fecha	**Concepto**	**No. Comprobante**	**Ingreso**	**Egreso**	**Saldo**

Tabla 97: *Formato para Libro de Caja*
Fuente: *El Autor*

5.7.2.2.Libro diario

Registra el movimiento económico del día; registra los comprobantes del día de manera cronológica.

Sistema de Riego Chicticay - Paute			Libro Diario N°: 000001		
Fecha	**No. Comprobante**	**Concepto**	**Ingreso**	**Egreso**	**Saldo**
Totales					

Tabla 98: *Formato para Libro diario*
Fuente: *El Autor*

Libro de caja chica

Caja chica es el monto fijado por la Junta de riego para realizar compras y pagos menores de ejecución inmediata; en este libro se deberá registrar los gastos realizados con este monto.

El monto fijado es periódico, es decir, una vez utilizado el mismo éste debe ser repuesto.

Sistema de Riego Chicticay - Paute			Libro de Caja Chica N°: 000001		
Fecha	**Concepto**	**No. Comprobante**	**Ingreso**	**Egreso**	**Saldo**

Tabla 99: *Formato para libro de caja chica*
Fuente: *El Autor*

5.7.3. Informe económico mensual

Este informe permite conocer la situación económica de la Junta, de manera mensual; este debe ser presentado por el/la Presidente(a) o Tesorero(a) a los socios.

Este informe es una medida de control y transparencia.

Sistema de Riego Chicticay - Paute	INFORME ECONÓMICO MENSUAL N°: 000001	
Correspondiente al mes de:	**del 20__**	
Detalle	**Ingresos**	**Egresos**
Subtotales		
Saldo	*(Ingresos – Egresos)*	
Fecha de elaboración:		
Firma y Nombre Tesorero(a)	*Firma y Nombre Presidente(a)*	

Tabla 100: *Formato para informe económico mensual*
Fuente: *El Autor*

5.8.Operación del Sistema de Riego

El Sistema de Riego se encuentra regido por procedimientos que permiten la operación del sistema y que garantizan su funcionamiento y disminuye su riesgo de menoscabo, los que son ejecutados de forma permanente y sistemática en las estructuras hidráulicas.

En otras palabras, se conoce como operación del sistema, a las tareas realizada por varias personas que permiten el funcionamiento del sistema de riego. Por ejemplo; el abrir y cerrar compuertas y llaves de paso que permiten hacer la limpieza de una estructura hidráulica.

La operación cuenta con tareas básicas como:

- Abrir, regular y cerrar compuertas o válvulas.
- Control y registro de los caudales, niveles, tiempos y volúmenes.

En cuanto al personal técnico, dependerá del tipo de infraestructura hidráulica.

La operación del sistema debe caracterizarse por los siguientes principios:

- Las tareas de operación deben ser simples, comprensibles para todos los usuarios, y que, además, pueda ser realizadas por hombres y mujeres.

- Las tareas no deben de requerir de personal técnico calificado, de ser posible una sola persona debe ser la encargada de operar el sistema.
- Las estructuras hidráulicas son las que necesitan mayores requerimientos en sus tareas de operación, y por ello deben ser evaluadas.
- Las tareas de operación dependen del tipo de estructura hidráulica, caso contrario puede complicar sus componentes e incrementar los requerimientos para mantenimiento.

La operación está estrechamente ligada al mantenimiento del Sistema de Riego, una estructura en correcto mantenimiento facilita su operación.

5.8.1. Operación de Estructuras hidráulicas

5.8.1.1.Captación

Es la estructura hidráulica encargada de derivar el desde la fuente hacia el sistema de distribución, el cual es el encargado de distribuir la misma por las diferentes zonas del sistema. La captación es por gravedad, es decir, se utiliza el potencial gravitacional del agua, para realizar su distribución.

Si una estructura esta mejorada, es posible que cuente con sistemas de regulación y así permita una mejor operación, sin embargo, necesitaría un mayor cuidado y mantenimiento. Por otra parte, si la estructura no está mejorada, apenas existirán condiciones para la operación y los requerimientos de mantenimiento serán altos, teniendo incluso que llegar a reconstruirse después de una creciente.

Problemas comunes en la captación

- Deterioro de la estructura, debido al agua.
- Acumulación de material sólido.
- Captación menor debido a obstrucciones.

- Crecimiento de vegetación alrededor de la estructura.

Recomendaciones de operación

- La estructura de captación debe ser diseñada para que tenga una operación automática, es decir sin la necesidad de realizar muchas actividades para su maniobra.
- Durante el invierno, se debe regular el ingreso de agua, a fin de evitar que el exceso de agua comprometa la conducción y red de distribución.
- Se debe evaluar el acceso a la estructura, inspeccionar la misma de manera periódica y la operatividad de los sistemas de regulación.

5.8.1.2.Equipo de bombeo

Convierte la energía mecánica en presión dinámica, y permite así impulsar el caudal de agua requerido. La bomba requiere de un motor, el cual utiliza como fuente de energía gasolina, diesel o electricidad.

Problemas comunes en el bombeo

- Sobrecalentamiento de la bomba.
- Golpeteo del agua al inicio y final de su uso.
- Fuga de agua.
- No genera la presión requerida.
- Filtración en acoples de las tuberías.
- Válvula de salida mal cerrada.
- Obstrucción en las tuberías.

Recomendaciones de operación

- De utilizarse una bomba que funcione con combustible, antes de prender la misma, verificar que contenga cantidad suficiente de combustible; a fin de evitar utilizar la

bomba con poco combustible o que se apague por falta de este, ya que absorbe el combustible que queda al fondo y este puede presentar basura.

- Si no se obtiene la presión buscada, se debe detener el motor y tratar de detectar el problema.
- De utilizarse una motobomba, hermetizar las uniones de las tuberías para evitar la entrada de aire.
- La altura de succión no puede superar los 4 metros.
- Lubricar partes de la bomba con agua ya que no deben estas trabajar en seco.
- Cuando la bomba se encuentre en correcto funcionamiento, se debe abrir la válvula de salida.
- Si la motobomba es a combustión, deberá iniciar su trabajo a velocidad media e irá acelerando cuando se haya verificado su correcto funcionamiento.
- Cerrar la válvula de salida y apagar la bomba inmediatamente, esto evitará que la tubería trabaje a succión.

5.8.1.3.Desarenador

Estructura posterior a la captación, el desarenador es el encargado de realizar la limpieza del agua mediante la decantación de partículas pesadas, a través de la eliminación de gravas y arenas.

Problemas comunes en el desarenador

- Saturación temprana debido a una subestimación de sedimentos, lo que requeriría de limpiezas muy frecuentes.
- La estructura puede no poseer un vertedero de excesos, por ello al obstruirse se produce un desbordamiento.
- Falta de mantenimiento, ocasiona problemas en la operación del mismo.

5.8.1.4.Red de Distribución

Las fallas presentadas en la red de distribución, se deben principalmente a una instalación deficiente, o, a fisuras y roturas. Las tuberías que forman parte de la red presentan un límite de presión recomendado por el fabricante, el cual no puede ser sobrepasado.

Recomendaciones de operación

- Al llenar las tuberías con agua, debe hacerse de manera lenta.
- Evitar la acumulación de aire dentro de la tubería, ya que disminuye la capacidad de conducción e impide el paso de agua.

5.8.1.5.Aspersores

El funcionamiento de los aspersores depende de la presión y del correcto funcionamiento de la red de distribución. La mejor forma de conservar un sistema de riego en un adecuado estado es evitar la obstrucción de los componentes, evitando una excesiva limpieza o incluso reposición.

Problemas comunes en los aspersores

- Caudal no uniforme.
- Obstrucción.
- Rotura del aspersor.
- Robo del aspersor.

Recomendaciones de operación

- El aspersor debe ser robusto, para que pueda soportar altas presiones.
- Aspersor de una o dos boquillas, el tipo y diámetro determina el modelo. El aspersor de dos boquillas, distribuye el agua en la periferia y en la zona adyacente; el aspersor de una boquilla distribuye el agua de forma uniforme.

- Altura máxima del aspersor: 1.5 metros con referencia al piso.
- La boquilla debe estar libre en su totalidad de cualquier obstrucción.
- La boquilla debe estar ajustada, a fin de evitar pérdidas al momento de la operación.

5.9.Mantenimiento del sistema de riego

Mantenimiento, no es más que la ejecución de tareas de forma diaria y/o periódica, necesaria para el correcto funcionamiento de todas las partes que integran el sistema de riego; tiene por objetivo el asegurar la adecuada operatividad, volviendo sostenible cada una de las estructuras del sistema de riego.

El mantenimiento oportuno y adecuado, evita todo tipo de daños, interrupciones imprevistas, etc., estas tareas deben ser participativas y obligatorias para todos los socios del sistema. Los costos que implican el mantenimiento deben ser asumidos por los mismos socios; en cuanto a las fechas en las que se realizarán los mantenimientos, está en función de algunos aspectos como el clima, las estructuras, etc.

5.9.1. Tipos de mantenimiento

- Mantenimiento preventivo: anterior a que se presenten los daños, está en función de la importancia de las estructuras hidráulicas del sistema. Regulado por personal técnico calificado.
- Mantenimiento rutinario: tareas realizadas de forma periódica, con la ayuda de todos los socios, debe contar con fechas establecidas.
- Mantenimiento de emergencia: las tareas se realizan cuando se han producido daños imprevistos en las estructuras hidráulicas y estos afectan al normal funcionamiento del sistema.

- Rehabilitación: consiste en el cambio o reconstrucción de estructuras transitorias del sistema de riego.

5.9.1.1.Mantenimiento rutinario

Este mantenimiento se llevará acabo como mínimo dos veces al año, la primera cuando se presenta el caudal de estiaje y la segunda luego de invierno; sin embargo, la fecha puede ponerse a consideración de la Asamblea General.

Este tipo de mantenimiento se considera para: limpieza del desarenador; limpieza del canal; pintado de compuertas; engrasado de tornillos de las compuertas; estabilidad de taludes.

Para realizar el trabajo de limpieza se organizará grupos de trabajo por turnos. Cada persona debe disponer de sus herramientas de trabajo, pico y pala. La asignación, sin embargo, de la longitud del tramo a limpiar dependerá de la cantidad y disponibilidad de la mano de obra y de la magnitud del trabajo.

5.9.1.2.Mantenimiento preventivo

Este se realiza a fin de prever problemas que pueden presentarse a lo largo de todo el sistema de riego y de reducir el deterioro de las estructuras hidráulicas y sus accesorios.

Antes de iniciar con este mantenimiento, es necesario realizar una inspección de todo el sistema de riego. La inspección deberá ser bimensual, y la realizará el técnico encargado del control de las estructuras hidráulicas del sistema de riego.

El encargado de realizar la inspección tendrá entre sus tareas:

- Verificar si la captación necesita limpieza.
- Verificar el estado del desarenador, es decir si necesita de una limpieza.
- Determinar el estado del canal y red de distribución.

- Elaborar un informe escrito de todo lo observado, que deberá ser presentado al presidente de la Junta de Riego, para que éste a su vez, realice las mitigaciones necesarias.

Las tareas que se ejecuten serán de obligación de todos los socios, quienes además serán informados de lo realizado a través de su presidente.

5.9.1.3.Mantenimiento de emergencia

El mantenimiento de emergencia, son todas las tareas que deben realizarse a causa de daños que se han presentado de manera imprevista en las estructuras hidráulicas y que perjudican el funcionamiento del sistema de riego.

Para determinar las tareas a realizar es necesario primero hacer una inspección del daño ocasionado; con esta inspección se podrá evaluar el daño suscitado y la causa del mismo. Las inspecciones estarán a cargo del técnico del sistema de riego, quien debe considera lo siguiente:

- Determinar el lugar en donde se ubica el daño.
- Indicar la gravedad del daño ocasionado.
- Causa del daño.
- Elaborar un informe verbal de lo observado al presidente de la Junta a fin de que se realice una mitigación inmediata, y, posteriormente realizar un informe escrito para poder comunicar a todos los socios.

5.9.2. Importancia

- Imprescindible para alcanzar una correcta operación del sistema de riego.
- Involucra mejoras y adecuaciones en las estructuras hidráulicas, lo que necesita de inversión económica y del trabajo de los socios.

- Para mantener el derecho de agua, los socios deberán formar parte de las tareas de mantenimiento.
- El mantenimiento consiste en uno de los indicadores fundamentales para la gestión del agua en un sistema de riego.

5.9.3. Mantenimiento de los componentes del sistema de riego

5.9.3.1.Captación

La captación deriva el agua desde la fuente hasta la red de distribución. Los principales problemas presentados son: roturas de la estructura debido a crecidas, acumulación de material sólido, basura etc., y, deterioro de la estructura.

Recomendaciones de mantenimiento

- Programar mínimo dos fechas de mantenimiento rutinario, al inicio del caudal mínimo y luego del invierno.
- Limpieza del material de obstrucción (sedimentos, basura, etc.)

5.9.3.2.Desarenador

Permite la decantación de partículas pesadas que están presentes en el agua que recorre el canal. Principal problema que presenta: acumulación temprana o contaminación de la estructura hidráulica con material.

Recomendaciones de mantenimiento

- Retirar el material sólido, la periodicidad está en función del tamaño del desarenador y de la cantidad de material arrastrado, el cual depende de la época.
- Si el canal es abierto no presenta mayor inconveniente si la estructura rebosa, lo que repercute para la acumulación de sedimentos en el canal, sin embargo, si la estructura

es cerrada, el rebose del desarenador puede ser perjudicial, para esto se sugiere medir los sedimentos de forma periódica.

5.9.3.3.Canal

Estructura hidráulica que permite transportar el agua desde la captación hacia la red de distribución. Los principales problemas que presenta son: derrumbes de taludes que provocan rebalses y erosión, además del arrastre de sedimento, desgaste de los muros del canal, erosión del suelo de soporte del canal debido a infiltraciones que puede presentarse.

Recomendaciones de mantenimiento

- Limpieza de sedimento acumulado, como mínimo dos veces al año, la primera cuando el caudal es mínimo y la segunda luego de invierno.
- Construcción de pequeños puentes que permitan el paso de personas y animales sobre el canal, en las zonas donde existan caminos.
- Estabilidad de taludes, a fin de evitar deslizamientos que puedan afectar al canal, se realiza a través terrazas o plantación de vegetación con raíces poco profundas.
- Construir un camino lateral que permita el tránsito del personal.

5.9.3.4.Compuertas

Estructuras de regulación del paso de agua. El principal problema que presenta es el poco mantenimiento que le dan a este componente, presentando oxidación y generando obstrucciones.

Recomendaciones de mantenimiento

Consiste en pintar esta estructura con pintura anticorrosiva, además, de realizar el engrasado de los tornillos, el que debe realizarse dos veces al año como mínimo.

5.9.3.5.Válvulas

Dispositivos destinados a controlar, retener y regular el caudal de agua.

Recomendaciones de mantenimiento

- Comprobar que la válvula se encuentre funcionando correctamente, verificando si el cierre es hermético.
- De ser necesario el cambio de una válvula, deberá suspenderse el suministro de agua para poder realizar esta actividad.
- El cierre de válvulas deberá ser lento para evitar el desgaste de los sedimentos.

5.9.3.6.Tuberías

Su objetivo principal es el conducir el agua dentro de la red de distribución hacia cada uno de los consumidores.

Recomendaciones de mantenimiento

- A pesar de que requieren un bajo nivel de mantenimiento, pueden presentar fisuras y fugas de agua debido a la mala instalación de la tubería.
- La tubería debe encontrarse enterrada, a fin de no reducir la vida del material.
- Lo más importante luego a la instalación de las tuberías es realizar una limpieza de las mismas, para eliminar todo residuo de la instalación.

5.9.4. Plan de Mantenimiento

Tipo Mantenimiento	Estructura Hidráulica	Actividad	Frecuencia	Materiales	Responsable
Preventivo	Captación	Identificar fuentes de contaminación: excremento de animales, agua estancada, animales muertos, etc.	Bimensual	Cuaderno, esfero	Operador, Socios
		Limpieza área adyacente, extracción plantas, hierbas, piedras y material. Extraño	Bimensual	Pico y pala	Operador, Socios
		Verificar que no existan fugas en la estructura.	Bimensual	Registro de visita in-situ	Operador
		Limpieza de rejilla	Bimensual	Cepillo, escoba, trapo	Operador, Socios
		Limpieza del canal.	Trimestral	Pala, pico y carretilla	Operador, Socios
Emergencia		Reparación de grietas en la estructura. Picar área afectada, limpiar con agua y sellar con mortero	No Aplica	Balde, pala, espátula, combo, cemento, arena y agua	Operador, albañil
		Cambio de piezas dañadas.	No Aplica	Llave, alicate, accesorios	Operador, plomero
Preventivo	Red de Distribución	Limpieza del área donde pasa la tubería, quitar plantas, hierbas, piedras, a fin de identificar posibles fugas.	Trimestral	Pico, pala, machete	Operador, Socio
		Identificar que la tubería se encuentre	Trimestral	Pico, pala, carretilla y tierra	Operador

	enterrada, caso contrario cubrir con tierra. Abrir válvulas de aire en los puntos altos, una vez terminado, cerrar la válvula.	Mensual o cada que se reinicie el servicio.	Registro	Operador
	Abrir válvulas de purga en las partes bajas.	Mensual o cada que se reinicie el servicio.	Registro	Operador
Emergencia	Reparación de válvulas y tuberías dañadas. Excavación en la zona donde se presente la fuga, cortar el tramo dañado y cambiarlo con otra pieza.	No Aplica	Llave, alicate, cierra, tubería y accesorios.	Operador, plomero
	Verificar uniones.	No Aplica	Llave, cierra, accesorios.	Operador, plomero

Tabla 101: *Plan de Mantenimiento*
Fuente: El Autor

5.10. Presupuesto

PRESUPUESTO						
Item	**Código**	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**P. Unitario**	**P. Total**
1	502003	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	2000	**15.89**	**31780**
2	557154	Hormigón de 210 kg/cm2	m3	1000	**163.94**	**163940**
3	551074	Rejilla varilla sección cuadrada de 20mm (suministro y montaje)	m2	1	**42.98**	**42.98**
4	502019	Relleno compactado en zanjas, material de mejoramiento	m3	1500	**27.41**	**41115**
5	551019	Tubería PVC d = 110 mm, U/E 1 MPA	ml	8000	**14.3**	**114400**
6	551018	Tubería PVC d = 90 mm, U/E 1 MPA	ml	10000	**10.36**	**103600**
7	551076	Reductor PVC d = 110 a 90 mm, 1 MPA	u	50	**33.64**	**1682**
8	552014	Válvula de aire d = 110 mm	u	20	**101.3**	**2026**
9	552015	Válvula de purga d = 110 mm	u	20	**89.3**	**1786**
10	502012	Carretillado manual de materiales	m3	2000	**4.78**	**9560**
		SUBTOTAL				**469931.98**
		IVA			12.00%	**56391.84**
		TOTAL				**526323.82**

Tabla 102: *Presupuesto*
Fuente: Interpro

Conclusiones

- La información facilitada por la Prefectura del Azuay fue verificada, analizada, digitalizada e interpretada, a fin de obtener criterios y parámetros básicos necesarios que permitieron la evaluación y rediseño del actual sistema de riego.

- La conducción del sistema de riego actual, se encuentra sobredimensionada, ocasionando el pago en exceso de parte de la Junta de Riego, por el mantenimiento del canal.

- Para el diseño de la red de distribución, se seleccionó diámetros de tubería que satisfagan las condiciones hidráulicas de funcionamiento, y de esta manera, entregar agua la cantidad y presión hidráulica requerida.

- El área total que abarca el sistema de riego corresponde a 544 ha., además la conducción tiene una longitud de 17.0 km y presenta 36 ramales de distribución a lo largo de todo su recorrido, en donde 13 de ellos corresponden a una distribución por bombeo.

- La red de distribución repartirá el agua a 8 sectores, La Estancia, El Cabo, La Higuera, Uzhupud, Zhumir, San Ignacio, Pirincay y Tutucán.

- La zona de estudio, presenta un terreno con una topografía ondulada y con pendientes que favorecen al funcionamiento del sistema, permitiendo que el agua cubra toda el área del proyecto.

- Se adoptó el método de aspersión, pues este brinda características favorables para los cultivos de la zona, y, además, la eficiencia es del 80%. Se adaptan con facilidad a los terrenos, y, dentro del ámbito social los consumidores se encuentran ya familiarizados con este método de riego.

- El sistema de riego proporcionará mayor producción agrícola, además de mejorar la economía de la zona al favorecer los ingresos, mejorando así la vida de todos los habitantes.

- En base a los estudios y análisis realizados, se determina que el caudal asignado por la SENAGUA, 300 l/s, cumple con los requerimientos de la Junta de Riego del Sistema de Chicticay – Paute, considerando la adhesión de consumidores aledaños a la zona.

Recomendaciones

- La organización de la comunidad es indispensable para la operación y mantenimiento del sistema de riego, deberá contar con personas encargadas que realicen el recorrido permanente del sistema e informen su estado físico.

- Realizar capacitaciones permanentes a los técnicos encargados de operar el sistema, ya que las estructuras hidráulicas deben ser manejadas de manera correcta, además de implicar tener un conocimiento previo sobre las mismas.

- Concientizar a los consumidores sobre un adecuado uso del agua en cada una de sus parcelas, además de la necesidad del constante mantenimiento del sistema.

- Realizar un estudio de suelos a lo largo de los 8 sectores correspondientes al sistema de riego, en donde se determine la variación de los niveles de humedad para poder determinar que la dosis de riego planteada en el presente documento, se encuentra acorde a condiciones actuales de la zona.

- Realizar un análisis de la calidad de agua del sistema de riego, a fin de determinar que el agua utilizada para la irrigación de cultivos alimenticios no contenga agentes que puedan afectar a la salud humana, como ejemplo, materiales pesados.

- Los tramos de la conducción que atraviesan túneles, deben presentar revestimiento a fin de evitar la caída de material al canal.

- El muro de encauzamiento del río, en la captación del sistema de riego, deberá presentar un diseño estructural, a fin de evitar el volcamiento del mismo y por lo tanto afección a la estructura hidráulica de la captación.

- Realizar ensayos de infiltración, punto de marchitez y capacidad de campo, con el objetivo de obtener una dosis de riego más acertada.

- Ubicar válvulas de aire en los puntos altos registrados en el perfil longitudinal de cada derivación; y válvulas de purga al final de cada ramal.

Bibliografía

Autoridad Nacional del Agua. (2010). Manual: Criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico. Lima , Perú.

Cabezas Arévalo, F. F., & Morocho Guacho, J. C. (2016). Evaluación y rediseño del sistema de riego del recinto Cascajal, cantón Cumandá, provincia de Chimborazo para determinar su óptimo funcionamiento. Riobamba, Chimborazo, Ecuador .

CADENA, V. H. (2014). *HABLEMOS DE RIEGO.* Quito.

CADENAS, V. H. (2014). En V. H. CADENAS, *HABLEMOS DE RIEGO CON LOS AGRICULTORES* (pág. 87). Quito.

CLIMATE-DATA.ORG. (02 de 02 de 2018). Obtenido de https://es.climate-data.org/location/25439/

Demin, P. E. (21 de Mayo de 2014). Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego . *Métodos de riego: fundamentos, usos y adaptaciones*. Ediciones INTA.

Donoso Correa, M. E. (2002). La cuenca del Río Paute: Diagnóstico y Propuesta de Manejo Integral. Políticas de Desarrollo Agropecuario. Cuenca, Azuay, Ecuador .

Donoso Correa, M. E. (03 de 03 de 2018). Dr. Econ. M.Sc. *La Cuenca del Río Paute: Diagnóstico y Propuesta de Manejo Integral. Políticas de Desarrollo Agropecuario*. Cuenca, Azuay, Ecuador .

Durán Jácome, A. C. (Enero de 2015). Mejoramiento de la "Red de Distribución" del Sistema de Riego de la Asociación de Trabajadores Agrícolas Larcachaca Cantón Cayambe. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Central del Ecuador.

FAO. (10 de Marzo de 2018). *Evapotranspiración del cultivo.* Obtenido de Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos: http://www.fao.org/3/a-x0490s.pdf

FAO. (s.f.). Riego y Drenaje. *Evapotranspiración del Cultivo*.

Kochin, S. (1986). *Diseño Hidráulico.* Quito: Editorial de la Escuela Politécnica Nacional .

METEOBLUE. (03 de 03 de 2018). Obtenido de https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/modelclimate/paute_ecuador_3653331

Meterorología Agrícola - FCA- UNCuyo. (5 de 10 de 2017). Obtenido de https://sites.google.com/site/meteorologiaagricolafcauncuyo/home/evapotranspiracion-del-cultivo-de-referencia-eto

Ortiz Ulloa, A. E., & Rodas Espinoza, P. E. (Julio de 2014). Efecto de la variación temporal en la calidad de agua y comunidad de macroinvertebrados en la cuenca del río Paute. Cuenca, Azuay, Ecuador: Universidad del Azuay.

PAUTE, G. (NOVIEMBRE de 2014). *ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTON PAUTE* .

Ramírez Negrete, V. M. (2010). Propuesta de un criterio de análisis y optimización de una red de riego por aspersión, previo al empleo del programa Epanet. México.

VCN. (01 de 2018). Obtenido de https://vidacotidianitica.blogspot.com/2016/04/ciclo-hidrologico-o-ciclo-del-agua.html

Villafuerte Mora, S. (2010). Diseño de captación, conducción principal, reservorio y redes secundarias del proyecto de riego Cariacu-Romerillos. Quito, Pichincha, Ecuador.

Anexos

1. Áreas de los Terrenos

1.1. Sector la Estancia

No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2
1	1181.52	**40**	1779.76	**79**	968.62
2	2603.15	**41**	2292.39	**80**	612.87
3	1239.62	**42**	1464.56	**81**	582.50
4	1542.23	**43**	864.23	**82**	3036.98
5	2220.00	**44**	327.28	**83**	2878.54
6	2526.50	**45**	911.92	**84**	939.74
7	5345.00	**46**	494.20	**85**	3141.87
8	4732.00	**47**	669.82	**86**	3494.80
9	1268.00	**48**	1123.17	**87**	1034.53
10	972.77	**49**	542.21	**88**	1027.54
11	2755.87	**50**	428.25	**89**	1835.90
12	706.58	**51**	812.19	**90**	890.10
13	1272.87	**52**	1210.14	**91**	1258.84
14	1319.72	**53**	1789.52	**92**	423.30
15	1633.85	**54**	963.54	**93**	845.67
16	639.40	**55**	2116.49	**94**	818.39
17	1881.14	**56**	2545.89	**95**	1039.64
18	513.50	**57**	7138.77	**96**	1354.86
19	568.00	**58**	755.72	**97**	1319.96
20	846.00	**59**	458.04	**98**	1435.66
21	484.10	**60**	513.61	**99**	1472.25
22	580.05	**61**	532.70	**100**	1348.72
23	534.00	**62**	729.89	**101**	2192.91
24	1832.54	**63**	203.19	**102**	1082.08
25	564.00	**64**	159.64	**103**	1309.26
26	2123.76	**65**	219.87	**104**	937.39
27	2149.13	**66**	436.31	**105**	1417.58
28	2469.58	**67**	790.50	**106**	2390.11
29	1730.97	**68**	2541.85	**107**	1386.18
30	12050.51	**69**	445.81	**108**	1092.34
31	48829.00	**70**	546.51	**109**	1063.34
32	28390.23	**71**	563.77	**110**	248.65
33	299261.64	**72**	540.30	**111**	375.89
34	31222.89	**73**	653.45	**112**	400.52
35	1948.90	**74**	1208.61	**113**	3887.05
36	805.45	**75**	5279.41	**114**	9309.32
37	546.46	**76**	898.98	**115**	10882.32
38	416.10	**77**	474.77	**116**	2073.41
39	3667.39	**78**	1298.42	**117**	1296.00

No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2
118	7988.96	**160**	538.90	**202**	4363.18
119	1138.00	**161**	2838.10	**203**	772.15
120	14819.33	**162**	609.92	**204**	1214.21
121	20203.45	**163**	288.29	**205**	1207.29
122	1045.79	**164**	342.63	**206**	1218.42
123	2233.70	**165**	445.73	**207**	1741.13
124	21370.62	**166**	1209.71	**208**	1274.51
125	21736.80	**167**	776.54	**209**	4186.33
126	22016.67	**168**	672.98	**210**	1109.68
127	22472.33	**169**	1409.71	**211**	897.94
128	2332.56	**170**	1588.83	**212**	894.20
129	19289.70	**171**	2167.13	**213**	1137.20
130	662.11	**172**	1267.39	**214**	3679.14
131	978.93	**173**	1148.49	**215**	2106.03
132	568.80	**174**	859.21	**216**	403.17
133	438.87	**175**	1990.20	**217**	387.00
134	1792.18	**176**	1868.19	**218**	1102.44
135	3953.96	**177**	1536.22	**219**	715.51
136	125.03	**178**	1380.02	**220**	802.78
137	111.94	**179**	464.92	**221**	825.00
138	457.76	**180**	454.71	**222**	1358.62
139	364.43	**181**	670.30	**223**	737.92
140	131.00	**182**	1171.07	**224**	340.00
141	2381.73	**183**	556.06	**225**	1083.20
142	952.67	**184**	198.77	**226**	1311.03
143	1040.44	**185**	844.40	**227**	581.93
144	950.83	**186**	2264.57	**228**	608.00
145	1056.06	**187**	926.55	**229**	575.34
146	935.62	**188**	2186.91	**230**	1309.41
147	293.58	**189**	1252.22	**231**	653.32
148	3759.75	**190**	3040.33	**232**	841.38
149	301.01	**191**	2345.27	**233**	4090.03
150	1328.16	**192**	1065.34	**234**	248.49
151	1911.73	**193**	621.73	**235**	685.76
152	877.33	**194**	1973.18	**236**	1587.67
153	1785.16	**195**	885.05	**237**	3404.79
154	679.53	**196**	2054.60	**238**	1793.18
155	313.05	**197**	1722.46	**239**	1135.58
156	2322.09	**198**	1772.88	**240**	1385.60
157	1984.35	**199**	1375.02	**241**	1497.74
158	1196.92	**200**	1327.61	**242**	528.90
159	1207.39	**201**	2429.19	**243**	277.74

No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2
244	269.01	**284**	43514.53	**324**	724.50
245	620.71	**285**	4059.64	**325**	349.62
246	332.80	**286**	6307.43	**326**	347.50
247	433.30	**287**	2190.05	**327**	729.95
248	1109.29	**288**	1987.95	**328**	468.15
249	754.28	**289**	1591.63	**329**	573.90
250	1247.78	**290**	1106.68	**330**	972.26
251	5698.56	**291**	4706.97	**331**	3475.73
252	1514.54	**292**	3004.91	**332**	1661.18
253	419.49	**293**	1971.29	**333**	2675.08
254	1168.26	**294**	1616.22	**334**	1485.63
255	667.54	**295**	2446.29	**335**	1202.65
256	236.95	**296**	2422.62	**336**	2112.28
257	815.80	**297**	432.09	**337**	2120.83
258	533.28	**298**	214.91	**338**	2155.67
259	825.57	**299**	324.91	**339**	1637.55
260	1374.72	**300**	436.26	**340**	4702.06
261	1080.96	**301**	326.51	**341**	2231.48
262	1425.44	**302**	519.79	**342**	554.86
263	1119.23	**303**	319.74	**343**	1166.60
264	2667.86	**304**	686.15	**344**	809.16
265	586.46	**305**	157.00	**345**	872.75
266	249.45	**306**	272.28	**346**	842.87
267	292.71	**307**	452.74	**347**	2016.36
268	353.46	**308**	1026.57	**348**	3840.52
269	353.57	**309**	636.04	**349**	3933.61
270	335.20	**310**	289.75	**350**	2021.49
271	637.17	**311**	363.21	**351**	2365.47
272	1149.07	**312**	3133.66	**352**	30305.56
273	2064.35	**313**	1749.81	**353**	2470.04
274	383.24	**314**	1233.21	**354**	2740.86
275	428.03	**315**	466.34	**355**	2320.15
276	1198.94	**316**	435.74	**356**	3138.80
277	496.89	**317**	631.84	**357**	2311.13
278	1377.58	**318**	1838.59	**358**	2070.96
279	2326.86	**319**	2079.20	**359**	1229.10
280	581.46	**320**	196.03	**360**	1240.50
281	653.77	**321**	254.35	**361**	3060.34
282	1121.11	**322**	370.89	**1549**	6211.64
283	1150.32	**323**	612.07		

1.2. Sector El Cabo

No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2
362	1146.77	**402**	503.38	**442**	366.60
363	79788.06	**403**	677.27	**443**	165.91
364	7979.35	**404**	498.32	**444**	2737.39
365	9886.92	**405**	572.18	**445**	2593.32
366	4705.58	**406**	2107.59	**446**	506.18
367	13640.00	**407**	1040.22	**447**	922.02
368	2982.84	**408**	2208.05	**448**	358.27
369	3361.12	**409**	3503.26	**449**	533.98
370	429.02	**410**	459.79	**450**	605.75
371	151.32	**411**	758.55	**451**	1286.46
372	764.86	**412**	577.30	**452**	423.74
373	369.98	**413**	324.08	**453**	341.43
374	412.92	**414**	374.80	**454**	467.51
375	1338.32	**415**	460.55	**455**	553.85
376	1439.90	**416**	577.67	**456**	1547.54
377	956.34	**417**	1197.77	**457**	372.55
378	1281.49	**418**	731.84	**458**	649.96
379	1657.35	**419**	830.54	**459**	605.85
380	1573.33	**420**	1006.05	**460**	621.99
381	1873.81	**421**	1712.25	**461**	344.91
382	2006.46	**422**	805.62	**462**	824.49
383	846.30	**423**	750.03	**463**	979.90
384	294.57	**424**	821.44	**464**	610.53
385	148.95	**425**	840.41	**465**	1771.32
386	623.19	**426**	485.95	**466**	1521.75
387	461.06	**427**	721.13	**467**	1423.47
388	681.98	**428**	170.72	**468**	1675.92
389	617.35	**429**	144.68	**469**	1681.92
390	658.41	**430**	5657.67	**470**	278.27
391	1318.10	**431**	1285.46	**471**	299.26
392	440.16	**432**	705.88	**472**	439.55
393	563.88	**433**	1041.33	**473**	379.25
394	2814.41	**434**	153.99	**474**	736.19
395	1226.03	**435**	360.99	**475**	482.12
396	181.05	**436**	5095.05	**476**	1551.59
397	950.53	**437**	402.02	**477**	412.40
398	1487.74	**438**	447.66	**478**	305.94
399	1443.54	**439**	1822.51	**479**	451.35
400	196.52	**440**	1217.32	**480**	500.14
401	388.63	**441**	2896.08	**481**	153.25

No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2
482	174.67	**520**	482.24	**558**	1077.65
483	224.84	**521**	458.14	**559**	1226.11
484	458.16	**522**	494.85	**560**	1007.76
485	551.37	**523**	712.18	**561**	444.89
486	991.21	**524**	3323.51	**562**	605.72
487	933.04	**525**	543.93	**563**	650.93
488	365.34	**526**	273.50	**564**	406.32
489	306.15	**527**	391.92	**565**	698.73
490	325.32	**528**	1355.86	**566**	419.94
491	326.12	**529**	297.30	**567**	638.95
492	414.86	**530**	938.33	**568**	183.03
493	1161.34	**531**	2378.74	**569**	2007.06
494	1166.52	**532**	1707.51	**570**	302.59
495	503.75	**533**	860.82	**571**	200.00
496	327.98	**534**	616.61	**572**	569.91
497	1263.26	**535**	721.82	**573**	744.15
498	295.41	**536**	2035.55	**574**	3051.06
499	418.97	**537**	681.59	**575**	845.82
500	358.35	**538**	668.08	**576**	1281.66
501	362.33	**539**	526.58	**577**	1228.92
502	912.48	**540**	1481.53	**578**	344.36
503	136.56	**541**	500.24	**579**	417.90
504	464.29	**542**	1595.06	**580**	394.25
505	216.89	**543**	1596.26	**581**	530.60
506	3646.88	**544**	210.93	**582**	212.45
507	977.47	**545**	357.40	**583**	229.61
508	308.69	**546**	311.74	**584**	717.65
509	479.68	**547**	347.27	**585**	335.94
510	883.55	**548**	327.58	**586**	625.75
511	254.72	**549**	281.94	**587**	339.92
512	707.94	**550**	296.92	**588**	232.56
513	469.36	**551**	554.18	**589**	515.38
514	692.42	**552**	688.53	**590**	292.81
515	1273.60	**553**	2039.58	**591**	324.42
516	138.43	**554**	111.80	**592**	398.76
517	153.95	**555**	807.79	**593**	193.97
518	241.58	**556**	378.87	**594**	370.43
519	1102.55	**557**	139.28	**595**	316.21

No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2
596	236.58	**636**	418.25	**676**	148.91
597	488.93	**637**	1513.94	**677**	372.93
598	277.72	**638**	782.88	**678**	190.94
599	315.85	**639**	387.04	**679**	1069.84
600	312.22	**640**	574.50	**680**	148.97
601	126.74	**641**	595.60	**681**	147.42
602	152.78	**642**	656.41	**682**	188.02
603	117.08	**643**	1706.48	**683**	689.55
604	228.11	**644**	629.57	**684**	1051.88
605	311.27	**645**	943.79	**685**	228.61
606	329.92	**646**	570.96	**686**	441.74
607	466.78	**647**	628.51	**687**	252.35
608	779.76	**648**	320.60	**688**	514.71
609	472.77	**649**	263.37	**689**	259.35
610	355.18	**650**	187.96	**690**	610.01
611	227.86	**651**	399.79	**691**	855.34
612	274.62	**652**	1243.80	**692**	633.97
613	674.12	**653**	364.89	**693**	384.17
614	343.87	**654**	355.88	**694**	448.44
615	319.35	**655**	1362.14	**695**	382.18
616	163.86	**656**	869.35	**696**	289.86
617	437.58	**657**	900.32	**697**	415.18
618	465.42	**658**	402.52	**698**	718.29
619	206.45	**659**	379.96	**699**	420.26
620	323.52	**660**	398.27	**700**	393.52
621	593.37	**661**	425.96	**701**	671.35
622	342.19	**662**	773.76	**702**	357.03
623	540.17	**663**	889.24	**703**	170.33
624	480.25	**664**	827.80	**704**	206.18
625	212.23	**665**	383.85	**705**	227.09
626	180.50	**666**	1891.49	**706**	69.94
627	485.94	**667**	842.96	**707**	323.72
628	359.89	**668**	145.35	**708**	1291.60
629	701.09	**669**	435.92	**709**	425.52
630	449.27	**670**	692.51	**710**	519.27
631	593.28	**671**	483.71	**711**	532.45
632	493.35	**672**	163.94	**712**	253.65
633	1080.60	**673**	118.40	**713**	1182.88
634	156.26	**674**	1841.32	**714**	463.31
635	338.25	**675**	664.35	**715**	328.14

No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2
716	644.79	**755**	1111.99	**794**	284.79
717	700.45	**756**	978.19	**795**	808.61
718	531.07	**757**	475.69	**796**	581.27
719	458.20	**758**	1014.95	**797**	775.79
720	737.80	**759**	1133.57	**798**	794.94
721	843.43	**760**	782.41	**799**	215.23
722	989.61	**761**	146.17	**800**	470.68
723	282.63	**762**	1333.31	**801**	641.77
724	315.07	**763**	138.78	**802**	338.77
725	523.08	**764**	234.36	**803**	622.39
726	514.37	**765**	1213.67	**804**	423.51
727	650.22	**766**	4009.73	**805**	1885.36
728	278.41	**767**	3527.87	**806**	512.98
729	421.38	**768**	212.08	**807**	558.76
730	482.88	**769**	355.45	**808**	730.53
731	217.50	**770**	449.30	**809**	987.37
732	307.64	**771**	202.42	**810**	263.18
733	153.43	**772**	183.24	**811**	605.03
734	107.83	**773**	739.09	**812**	1093.64
735	191.97	**774**	2214.84	**813**	222.82
736	392.17	**775**	1336.11	**814**	381.43
737	1415.59	**776**	700.61	**815**	370.16
738	633.11	**777**	154.26	**816**	352.87
739	568.91	**778**	135.35	**817**	313.75
740	667.90	**779**	724.29	**818**	885.54
741	374.74	**780**	798.85	**819**	486.19
742	522.04	**781**	451.10	**820**	265.05
743	178.20	**782**	1064.59	**821**	560.88
744	393.05	**783**	591.08	**822**	788.05
745	331.24	**784**	176.25	**823**	415.69
746	313.48	**785**	628.04	**824**	486.44
747	473.63	**786**	514.01	**825**	1021.83
748	137.44	**787**	1058.92	**826**	389.06
749	468.70	**788**	1083.79	**827**	687.34
750	201.21	**789**	153.93	**828**	734.74
751	223.96	**790**	692.40	**829**	681.63
752	192.14	**791**	1123.85	**830**	755.46
753	913.30	**792**	565.51	**831**	800.85
754	2657.34	**793**	1607.21	**832**	1146.61

No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2
833	674.44	**872**	77.69	**911**	887.06
834	739.57	**873**	114.23	**912**	1555.68
835	1840.67	**874**	1044.31	**913**	78.37
836	476.28	**875**	850.58	**914**	286.85
837	555.21	**876**	369.75	**915**	621.88
838	716.52	**877**	1657.39	**916**	468.97
839	1052.32	**878**	1987.38	**917**	44.62
840	1025.33	**879**	359.19	**918**	2565.50
841	617.71	**880**	225.93	**919**	884.40
842	336.20	**881**	2200.82	**920**	1812.22
843	416.80	**882**	453.49	**921**	791.19
844	420.53	**883**	538.31	**922**	842.63
845	433.34	**884**	3302.27	**923**	971.92
846	650.04	**885**	901.45	**924**	2530.81
847	900.24	**886**	1085.85	**925**	1138.18
848	684.18	**887**	641.34	**926**	836.93
849	381.86	**888**	139.94	**927**	2434.50
850	395.98	**889**	126.10	**928**	924.66
851	374.62	**890**	996.26	**929**	2935.91
852	497.95	**891**	387.68	**930**	16285.63
853	1066.88	**892**	259.63	**931**	1150.39
854	327.14	**893**	147.98	**932**	339.58
855	251.60	**894**	951.23	**933**	146.49
856	764.33	**895**	2051.42	**934**	169.84
857	895.90	**896**	745.84	**935**	181.66
858	493.72	**897**	1012.59	**936**	158.77
859	269.31	**898**	971.31	**937**	1744.26
860	896.37	**899**	2067.57	**938**	1257.84
861	1808.53	**900**	945.17	**939**	1243.44
862	272.33	**901**	547.85	**940**	858.47
863	364.07	**902**	491.01	**941**	4022.05
864	1397.54	**903**	341.20	**942**	1529.27
865	568.24	**904**	506.77	**943**	1097.30
866	393.05	**905**	553.22	**944**	1856.95
867	149.23	**906**	748.65	**945**	2155.83
868	450.66	**907**	278.29	**946**	15692.45
869	307.02	**908**	268.57	**947**	3334.91
870	96.11	**909**	922.12	**948**	1756.92
871	143.00	**910**	866.56	**949**	13748.98

No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2
950	19008.31	**977**	2357.74
951	2386.03	**978**	956.33
952	1138.31	**979**	2577.84
953	125.22	**980**	1710.41
954	726.33	**981**	1786.74
955	1353.14	**982**	2073.94
956	670.67	**983**	2950.17
957	768.44	**984**	5132.52
958	2392.29	**985**	1236.43
959	2596.99	**986**	534.01
960	2663.75	**987**	967.80
961	203.69	**988**	997.47
962	282.13	**989**	281.10
963	1240.36	**990**	559.49
964	1417.57	**991**	1654.89
965	1252.70	**992**	2192.12
966	2128.14	**993**	915.92
967	1022.13	**994**	218.29
968	1737.57	**995**	351.11
969	106.45	**996**	400.87
970	120.82	**997**	216.77
971	156.09	**998**	21668.34
972	137.98	**999**	2661.43
973	69.50	**1000**	1973.48
974	157.96	**1001**	2135.11
975	1243.85	**1002**	106.82
976	3081.64		

1.3. Sector La Higuera

No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2
1003	54437.40	**1044**	15078.44	**1085**	938.42
1004	93897.47	**1045**	210.10	**1086**	427.32
1005	10518.90	**1046**	427.33	**1087**	785.63
1006	5467.29	**1047**	1155.70	**1088**	341.93
1007	6704.25	**1048**	257.19	**1089**	571.06
1008	2516.08	**1049**	345.17	**1090**	244.78
1009	1211.00	**1050**	2708.54	**1091**	246.86
1010	1198.57	**1051**	1529.13	**1092**	135.57
1011	1365.83	**1052**	226.09	**1093**	1177.89
1012	1245.72	**1053**	362.10	**1094**	653.43
1013	1163.16	**1054**	734.84	**1095**	704.80
1014	1393.73	**1055**	686.61	**1096**	198.44
1015	1186.31	**1056**	695.60	**1097**	488.38
1016	1122.21	**1057**	819.34	**1098**	536.14
1017	2267.35	**1058**	52.47	**1099**	299.08
1018	4474.41	**1059**	695.24	**1100**	151.70
1019	4611.43	**1060**	1423.49	**1101**	156.48
1020	5878.44	**1061**	534.82	**1102**	28.63
1021	1056.56	**1062**	489.35	**1103**	23.83
1022	1111.94	**1063**	365.02	**1104**	24.41
1023	5548.77	**1064**	187.94	**1105**	574.32
1024	1083.31	**1065**	723.59	**1106**	236.62
1025	5122.91	**1066**	478.99	**1107**	178.47
1026	1899.95	**1067**	1059.42	**1108**	589.54
1027	1252.09	**1068**	1794.27	**1109**	67.39
1028	7821.56	**1069**	959.61	**1110**	554.01
1029	33087.22	**1070**	217.05	**1111**	1147.96
1030	2400.28	**1071**	770.16	**1112**	1397.69
1031	673.51	**1072**	545.14	**1113**	631.81
1032	859.34	**1073**	614.40	**1114**	2142.28
1033	864.28	**1074**	3553.28	**1115**	464.17
1034	1053.86	**1075**	250.67	**1116**	655.54
1035	166.01	**1076**	161.51	**1117**	7112.21
1036	1174.05	**1077**	89.48	**1118**	64.25
1037	544.34	**1078**	171.91	**1119**	325.69
1038	189.81	**1079**	548.15	**1120**	569.26
1039	1063.13	**1080**	296.04	**1121**	446.60
1040	1595.99	**1081**	827.91	**1122**	270.81
1041	427.11	**1082**	1566.78	**1123**	551.29
1042	2203.58	**1083**	411.87	**1124**	282.45
1043	3485.13	**1084**	1029.68		

1.4. Sector Uzhupud

No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2
1125	4391.84	**1148**	1126.99
1126	7581.94	**1149**	3193.89
1127	5584.92	**1150**	3066.07
1128	4118.33	**1151**	3558.26
1129	1964.74	**1152**	715.35
1130	1359.40	**1153**	2409.21
1131	995.50	**1154**	1183.70
1132	3204.90	**1155**	1205.63
1133	3368.74	**1156**	1442.42
1134	3196.44	**1157**	3175.53
1135	4371.22	**1158**	2963.00
1136	896.37	**1159**	1906.70
1137	1438.75	**1160**	2367.48
1138	3491.69	**1162**	4733.70
1139	761.80	**1163**	8146.24
1140	811.29	**1164**	4228.57
1141	784.36	**1165**	418.13
1142	1093.37	**1166**	2081.39
1143	616.45	**1167**	4485.48
1144	7723.75	**1168**	1306.47
1145	1705.40	**1169**	49966.77
1146	280.00	**1170**	59450.37
1147	1696.15	**1171**	19628.08

1.5. Sector San Ignacio

No. Terreno	Área m2
1172	3009.00
1173	2101.00
1174	372.50
1175	11629.17
1176	1767.71
1177	104.20
1178	86.17
1179	1035.23
1180	875.08
1181	264.00
1182	1460.81
1183	1455.45
1184	2221.63
1185	403.84
1186	1074.75
1187	595.26
1188	1886.54
1189	345.48
1190	787.73
1191	3599.46
1192	1223.50
1193	11596.85
1194	76517.93
1195	57969.55

1.6. Sector Zhumir

No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2
1196	28797.58	**1233**	1158.80	**1270**	129.47
1197	2953.89	**1234**	882.01	**1271**	162.50
1198	1282.95	**1235**	608.61	**1272**	1167.29
1199	1434.04	**1236**	1530.95	**1273**	1828.56
1200	15293.83	**1237**	1889.66	**1274**	1353.50
1201	22598.31	**1238**	2149.61	**1275**	1905.81
1202	30793.96	**1239**	21674.59	**1276**	1349.16
1203	121004.36	**1240**	22248.01	**1277**	609.03
1204	39571.96	**1241**	14454.51	**1278**	1869.94
1205	30898.86	**1242**	957.51	**1279**	303.61
1206	1842.34	**1243**	1852.88	**1280**	554.46
1207	1275.69	**1244**	2000.00	**1281**	448.83
1208	981.85	**1245**	1784.00	**1282**	397.49
1209	498.35	**1246**	1744.54	**1283**	1702.49
1210	432.45	**1247**	2860.00	**1284**	551.31
1211	718.92	**1248**	1445.24	**1285**	2024.98
1212	1918.45	**1249**	1011.32	**1286**	996.48
1213	2442.05	**1250**	500.10	**1287**	5647.64
1214	4208.29	**1251**	736.31	**1288**	12017.41
1215	1364.50	**1252**	717.11	**1289**	918.21
1216	1342.90	**1253**	1134.48	**1290**	1201.71
1217	1613.75	**1254**	1025.51	**1291**	573.61
1218	782.47	**1255**	581.84	**1292**	628.85
1219	439.96	**1256**	582.05	**1293**	376.15
1220	1253.87	**1257**	333.96	**1294**	445.45
1221	455.91	**1258**	10371.87	**1295**	528.04
1222	897.34	**1259**	2789.31	**1296**	506.96
1223	39288.59	**1260**	841.44	**1297**	695.75
1224	1876.31	**1261**	1494.53	**1298**	545.98
1225	433.66	**1262**	2553.40	**1299**	5562.12
1226	473.07	**1263**	1333.50	**1300**	697.33
1227	999.64	**1264**	1262.05	**1301**	1052.53
1228	1016.89	**1265**	14094.20	**1302**	414.22
1229	949.04	**1266**	324.67	**1303**	756.21
1230	1440.59	**1267**	326.89	**1304**	473.54
1231	301.33	**1268**	1896.46	**1305**	456.31
1232	516.04	**1269**	2087.36	**1306**	890.80

No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2
1307	5523.13	**1346**	357.22
1308	2809.00	**1347**	440.29
1309	1140.80	**1348**	1265.50
1310	1238.60	**1349**	1049.46
1311	1602.33	**1350**	1115.11
1312	1649.90	**1351**	386.41
1313	568.11	**1352**	635.07
1314	1302.68	**1353**	306.54
1315	2305.53	**1354**	628.83
1316	697.25	**1355**	564.65
1317	847.19	**1356**	528.76
1318	1164.10	**1357**	577.38
1319	299.91	**1358**	531.26
1320	585.71	**1359**	518.37
1321	496.43	**1360**	577.59
1322	674.80	**1361**	431.84
1323	5547.20	**1362**	1089.33
1324	3329.17	**1363**	1313.01
1325	4525.50	**1364**	1287.95
1326	10832.73	**1365**	624.41
1327	405.99	**1366**	514.17
1328	485.08	**1367**	507.41
1329	754.92	**1368**	1019.12
1330	295.60	**1369**	529.73
1331	568.35	**1370**	534.09
1332	606.67	**1371**	1048.04
1333	1554.92	**1372**	1517.09
1334	1073.86	**1373**	1803.34
1335	882.73	**1374**	1020.08
1336	461.72	**1375**	762.96
1337	285.09	**1376**	730.69
1338	753.70	**1377**	1025.99
1339	805.77	**1378**	593.98
1340	840.45	**1379**	67198.37
1341	660.87	**1380**	2068.07
1342	536.85	**1381**	2163.35
1343	840.40	**1382**	16773.25
1344	1642.07	**1383**	5351.99
1345	3291.44		

1.7. Sector Pirincay

No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2
1384	6170.56	**1415**	1031.52	**1448**	597.39
1385	1954.50	**1416**	1419.53	**1449**	932.35
1386	289.10	**1417**	1287.75	**1450**	640.25
1387	6500.96	**1418**	1613.18	**1451**	989.33
1388	3651.00	**1419**	1338.28	**1452**	2516.72
1389	1451.69	**1420**	1151.47	**1454**	602.99
1390	1140.00	**1423**	2680.52	**1455**	616.83
1391	1935.73	**1424**	1018.86	**1456**	2424.56
1392	1865.87	**1425**	989.98	**1457**	968.54
1393	776.18	**1426**	303.85	**1459**	1273.36
1394	7774.58	**1427**	296.93	**1460**	528.7
1395	4141.42	**1428**	303.91	**1461**	251.32
1396	1142.86	**1429**	434.46	**1462**	475.23
1397	787.39	**1430**	248.83	**1463**	3740
1398	3097.07	**1431**	530.68	**1464**	4534.82
1399	1781.19	**1432**	1616.16	**1465**	8461.41
1400	863.95	**1433**	1268.59	**1466**	874.18
1401	351.33	**1434**	306.96	**1467**	847.68
1402	1685.44	**1435**	640.68	**1468**	8153.57
1403	673.73	**1436**	369.73	**1469**	1615.02
1404	4225.21	**1437**	1030.44	**1470**	10334.03
1405	4409.63	**1438**	939.27	**1471**	791.04
1406	3110.81	**1439**	2237.49	**1472**	856.93
1407	4266.09	**1440**	239.25	**1473**	1287.99
1408	1121.81	**1441**	238.68	**1474**	297.99
1409	1543.42	**1442**	216.83	**1475**	2053.76
1410	978.36	**1443**	1042.17	**1476**	2327.29
1411	2671.20	**1444**	804.70	**1477**	1673.99
1412	818.16	**1445**	806.48	**1478**	6079.76
1413	827.32	**1446**	1232.83	**1479**	3302.18
1414	10346.37	**1447**	340.85	**1480**	2126.59

1.8. Sector Tutucán

No. Terreno	Área m2	No. Terreno	Área m2
1481	2964.00	1515	2904.01
1482	3560.96	1516	1884.45
1483	4525.01	1517	464.41
1484	6061.16	**1518**	5021.06
1485	3969.88	**1519**	4872.28
1486	27549.23	**1520**	3570.42
1487	3924.91	**1521**	1600.85
1488	1757.64	**1522**	2716.07
1489	2239.80	**1523**	22564.04
1490	4436.53	**1524**	7332.65
1491	2515.39	**1525**	4326.46
1492	1041.60	**1526**	17345.52
1493	989.15	**1527**	8495.54
1494	1126.83	**1528**	275.59
1495	1089.77	**1529**	2408.70
1496	1218.86	**1530**	2662.48
1497	1658.18	**1531**	1107.23
1498	5624.27	**1532**	2998.00
1499	1933.10	**1533**	1457.37
1500	1065.03	**1534**	609.15
1501	6070.09	**1535**	619.18
1502	22876.07	**1536**	2281.34
1503	4736.83	**1537**	679.08
1504	4875.98	**1538**	2089.50
1505	1881.13	**1539**	1671.99
1506	6805.77	**1540**	882.54
1507	3146.87	**1541**	1448.46
1508	8383.18	**1542**	1543.57
1509	4743.12	**1543**	964.00
1510	1773.58	**1544**	1070.00
1511	7938.50	**1545**	1748.86
1512	2819.69	**1546**	1472.08
1513	6491.57	**1547**	1331.10
1514	1372.30	**1548**	19418.15

1.9. Resumen de áreas

SECTOR	ÁREA (M2)	ÁREA (HA)	No. Terrenos
La Estancia	1138920.01	114	362
El Cabo	705679.16	71	641
La Higuera	346795.84	35	122
Uzhupud	244939.27	24	47
San Ignacio	182382.84	18	24
Zhumir	724654.25	72	188
Pirincay	185959.59	19	97
Tutucán	295002.11	30	68
Sumatoria	3824333.08	382	1549

2. Análisis de Canal existente

ABSCISAS		BASE (b) (m)	ALTURA (y) (m)	COTA	COTA	X	PENDIENTE (M/M)	RUGOSIDAD (n)	CAUDAL (Q) M3/S	DIRECCIÓN FLUJO
0	255	1.00	0.90	2271.273	2270.455	255.00	0.0032078431	0.015	1.59	DESCENDENTE
255	305	1.00	0.90	2270.455	2269.374	50.00	0.0216200000	0.015	4.14	DESCENDENTE
305	325	1.00	0.90	2269.374	2269.357	20.00	0.0008500000	0.015	0.82	DESCENDENTE
325	470	1.00	0.90	2269.357	2269.158	145.00	0.0013724138	0.015	1.04	DESCENDENTE
470	585	1.00	0.90	2269.158	2268.956	115.00	0.0017565217	0.015	1.18	DESCENDENTE
585	665	1.00	0.90	2268.956	2268.864	80.00	0.0011500000	0.015	0.95	DESCENDENTE
665	694	1.00	0.90	2268.864	2268.808	29.00	0.0019310345	0.015	1.24	DESCENDENTE
694	1037	1.00	0.90	2268.808	2268.265	343.00	0.0015830904	0.015	1.12	DESCENDENTE
1037	1138	1.00	0.90	2268.265	2268.123	101.00	0.0014059406	0.015	1.06	DESCENDENTE
1138	1219	1.00	0.90	2268.123	2268.023	81.00	0.0012345679	0.015	0.99	DESCENDENTE
1219	1300	1.00	0.90	2268.023	2267.864	81.00	0.0019629630	0.015	1.25	DESCENDENTE
1300	1488	1.00	0.90	2267.864	2267.662	188.00	0.0010744681	0.015	0.92	DESCENDENTE
1488	1987	1.00	0.90	2267.662	2266.913	499.00	0.0015010020	0.015	1.09	DESCENDENTE
1987	2026	1.00	0.90	2266.913	2266.852	39.00	0.0015641026	0.015	1.11	DESCENDENTE
2026	2040	1.00	0.90	2266.852	2266.827	14.00	0.0017857143	0.015	1.19	DESCENDENTE
2040	2166	1.00	0.90	2266.827	2266.538	126.00	0.0022936508	0.015	1.35	DESCENDENTE
2166	2201	1.00	0.90	2266.538	2265.514	35.00	0.0292571429	0.015	4.82	DESCENDENTE
2201	2204	1.00	0.90	2265.514	2265.491	3.00	0.0076666667	0.015	2.47	DESCENDENTE
2204	2216	1.00	0.90	2265.491	2258.948	12.00	0.5452500000	0.015	20.79	DESCENDENTE
2216	2276	1.00	0.90	2258.948	2258.871	60.00	0.0012833333	0.015	1.01	DESCENDENTE
2276	2400	1.00	0.90	2258.871	2257.415	124.00	0.0117419355	0.015	3.05	DESCENDENTE
2400	2564	1.00	0.90	2257.415	2257.281	164.00	0.0008170732	0.015	0.80	DESCENDENTE

ABSCISAS		BASE (b) (m)	ALTURA (y) (m)	COTA	COTA	X	PENDIENTE (M/M)	RUGOSIDAD (n)	CAUDAL (Q) M3/S	DIRECCIÓN FLUJO
2564	2651	1.00	0.90	2257.281	2257.073	87.00	0.0023908046	0.015	1.38	DESCENDENTE
2651	2700	1.00	0.90	2257.073	2257.001	49.00	0.0014693878	0.015	1.08	DESCENDENTE
2700	2779	1.00	0.90	2257.001	2256.894	79.00	0.0013544304	0.015	1.04	DESCENDENTE
2779	3244	1.00	0.90	2256.894	2255.546	465.00	0.0028989247	0.015	1.52	DESCENDENTE
3244	3379	1.00	0.90	2255.546	2255.359	135.00	0.0013851852	0.015	1.05	DESCENDENTE
3379	3478	1.00	0.90	2255.359	2255.198	99.00	0.0016262626	0.015	1.14	DESCENDENTE
3478	3588	1.00	0.90	2255.198	2255.146	110.00	0.0004727273	0.015	0.61	DESCENDENTE
3588	3682	1.00	0.90	2255.146	2254.799	94.00	0.0036914894	0.015	1.71	DESCENDENTE
3682	3854	1.00	0.90	2254.799	2254.267	172.00	0.0030930233	0.015	1.57	DESCENDENTE
3854	4173	1.00	0.90	2254.267	2253.541	319.00	0.0022758621	0.015	1.34	DESCENDENTE
4173	4260	1.00	0.90	2253.541	2253.371	87.00	0.0019540230	0.015	1.24	DESCENDENTE
4260	4617	1.00	0.90	2253.371	2252.947	357.00	0.0011876751	0.015	0.97	DESCENDENTE
4617	4724	1.00	0.90	2252.947	2252.667	107.00	0.0026168224	0.015	1.44	DESCENDENTE
4724	5165	1.00	0.90	2252.667	2251.692	441.00	0.0022108844	0.015	1.32	DESCENDENTE
5165	5310	1.00	0.90	2251.692	2251.389	145.00	0.0020896552	0.015	1.29	DESCENDENTE
5310	5452	1.00	0.90	2251.389	2251.041	142.00	0.0024507042	0.015	1.39	DESCENDENTE
5452	5513	1.00	0.90	2251.041	2250.745	61.00	0.0048524590	0.015	1.96	DESCENDENTE
5513	5715	1.00	0.90	2250.745	2249.802	202.00	0.0046683168	0.015	1.92	DESCENDENTE
5715	5914	1.00	0.90	2249.802	2249.309	199.00	0.0024773869	0.015	1.40	DESCENDENTE
5914	5967	1.00	0.90	2249.309	2249.318	53.00	0.0001698113	0.015	0.37	ASCENDENTE
5967	6718	1.00	0.90	2249.318	2247.647	751.00	0.0022250333	0.015	1.33	DESCENDENTE
6718	6835	1.00	0.90	2247.647	2247.421	117.00	0.0019316239	0.015	1.24	DESCENDENTE
6835	6890	1.00	0.90	2247.421	2247.292	55.00	0.0023454545	0.015	1.36	DESCENDENTE
6890	7026	1.00	0.90	2247.292	2247.068	136.00	0.0016470588	0.015	1.14	DESCENDENTE
7026	7190	1.00	0.90	2247.068	2246.768	164.00	0.0018292683	0.015	1.20	DESCENDENTE
7190	7271	1.00	0.90	2246.768	2246.731	81.00	0.0004567901	0.015	0.60	DESCENDENTE

ABSCISAS		BASE (b) (m)	ALTURA (y) (m)	COTA	COTA	X	PENDIENTE (M/M)	RUGOSIDAD (n)	CAUDAL (Q) M3/S	DIRECCIÓN FLUJO
7271	7537	1.00	0.90	2246.731	2246.156	266.00	0.0021616541	0.015	1.31	DESCENDENTE
7537	7709	1.00	0.90	2246.156	2245.640	172.00	0.0030000000	0.015	1.54	DESCENDENTE
7709	7800	1.00	0.90	2245.640	2245.393	91.00	0.0027142857	0.015	1.47	DESCENDENTE
7800	7858	1.00	0.90	2245.393	2245.351	58.00	0.0007241379	0.015	0.76	DESCENDENTE
7858	7960	1.00	0.90	2245.351	2245.054	102.00	0.0029117647	0.015	1.52	DESCENDENTE
7960	8053	1.00	0.90	2245.054	2244.930	93.00	0.0013333333	0.015	1.03	DESCENDENTE
8053	8222	1.00	0.90	2244.930	2244.599	169.00	0.0019585799	0.015	1.25	DESCENDENTE
8222	8400	1.00	0.90	2244.599	2244.173	178.00	0.0023932584	0.015	1.38	DESCENDENTE
8400	8620	1.00	0.90	2244.173	2243.749	220.00	0.0019272727	0.015	1.24	DESCENDENTE
8620	8940	1.00	0.90	2243.749	2243.050	320.00	0.0021843750	0.015	1.32	DESCENDENTE
8940	9313	1.00	0.90	2243.050	2242.270	373.00	0.0020911528	0.015	1.29	DESCENDENTE
9313	9474	1.00	0.90	2242.270	2241.883	161.00	0.0024037267	0.015	1.38	DESCENDENTE
9474	9700	1.00	0.90	2241.883	2241.479	226.00	0.0017876106	0.015	1.19	DESCENDENTE
9700	9880	1.00	0.90	2241.479	2240.994	180.00	0.0026944444	0.015	1.46	DESCENDENTE
9880	10044	1.00	0.90	2240.994	2240.562	164.00	0.0026341463	0.015	1.44	DESCENDENTE
10044	10367	1.00	0.90	2240.562	2239.317	323.00	0.0038544892	0.015	1.75	DESCENDENTE
10367	10460	1.00	0.90	2239.317	2239.001	93.00	0.0033978495	0.015	1.64	DESCENDENTE
10460	10598	1.00	0.90	2239.001	2238.688	138.00	0.0022681159	0.015	1.34	DESCENDENTE
10598	10716	1.00	0.90	2238.688	2238.476	118.00	0.0017966102	0.015	1.19	DESCENDENTE
10716	11012	1.00	0.90	2238.476	2237.601	296.00	0.0029560811	0.015	1.53	DESCENDENTE
11012	11266	1.00	0.90	2237.601	2236.764	254.00	0.0032952756	0.015	1.62	DESCENDENTE
11266	11400	1.00	0.90	2236.764	2236.472	134.00	0.0021791045	0.015	1.31	DESCENDENTE
11400	11470	1.00	0.90	2236.472	2236.400	70.00	0.0010285714	0.015	0.90	DESCENDENTE
11470	11936	1.00	0.90	2236.400	2235.373	466.00	0.0022038627	0.015	1.32	DESCENDENTE
11936	11987	1.00	0.90	2235.373	2235.430	51.00	0.0011176471	0.015	0.94	ASCENDENTE

ABSCISAS		BASE (b) (m)	ALTURA (y) (m)	COTA	COTA	X	PENDIENTE (M/M)	RUGOSIDAD (n)	CAUDAL (Q) M3/S	DIRECCIÓN FLUJO
11987	12049	1.00	0.90	2235.430	2235.358	62.00	0.0011612903	0.015	0.96	DESCENDENTE
12049	12140	1.00	0.90	2235.358	2235.023	91.00	0.0036813187	0.015	1.71	DESCENDENTE
12140	12200	1.00	0.90	2235.023	2235.002	60.00	0.0003500000	0.015	0.53	DESCENDENTE
12200	12431	1.00	0.90	2235.002	2234.535	231.00	0.0020216450	0.015	1.27	DESCENDENTE
12431	12517	1.00	0.90	2234.535	2234.350	86.00	0.0021511628	0.015	1.31	DESCENDENTE
12517	12596	1.00	0.90	2234.350	2234.201	79.00	0.0018860759	0.015	1.22	DESCENDENTE
12596	12663	1.00	0.90	2234.201	2234.032	67.00	0.0025223881	0.015	1.41	DESCENDENTE
12663	12707	1.00	0.90	2234.032	2233.953	44.00	0.0017954545	0.015	1.19	DESCENDENTE
12707	12823	1.00	0.90	2233.953	2233.468	116.00	0.0041810345	0.015	1.82	DESCENDENTE
12823	13030	1.00	0.90	2233.468	2233.322	207.00	0.0007053140	0.015	0.75	DESCENDENTE
13030	13318	1.00	0.90	2233.322	2232.811	288.00	0.0017743056	0.015	1.19	DESCENDENTE
13318	13340	1.00	0.90	2232.811	2232.372	22.00	0.0199545455	0.015	3.98	DESCENDENTE
13340	13527	1.00	0.90	2232.372	2232.161	187.00	0.0011283422	0.015	0.95	DESCENDENTE
13527	13615	1.00	0.90	2232.161	2231.851	88.00	0.0035227273	0.015	1.67	DESCENDENTE
13615	13737	1.00	0.90	2231.851	2231.540	122.00	0.0025491803	0.015	1.42	DESCENDENTE
13737	13954	1.00	0.90	2231.540	2231.250	217.00	0.0013364055	0.015	1.03	DESCENDENTE
13954	14718	1.00	0.90	2231.250	2229.487	764.00	0.0023075916	0.015	1.35	DESCENDENTE
14718	14795	1.00	0.90	2229.487	2229.174	77.00	0.0040649351	0.015	1.80	DESCENDENTE
14795	14844	1.00	0.90	2229.174	2229.150	49.00	0.0004897959	0.015	0.62	DESCENDENTE
14844	14876	1.00	0.90	2229.150	2229.054	32.00	0.0030000000	0.015	1.54	DESCENDENTE
14876	15230	1.00	0.90	2229.054	2228.478	354.00	0.0016271186	0.015	1.14	DESCENDENTE
15230	15400	1.00	0.90	2228.478	2228.129	170.00	0.0020529412	0.015	1.28	DESCENDENTE
15400	15504	1.00	0.90	2228.129	2227.785	104.00	0.0033076923	0.015	1.62	DESCENDENTE
15504	15597	1.00	0.90	2227.785	2227.719	93.00	0.0007096774	0.015	0.75	DESCENDENTE
15597	15741	1.00	0.90	2227.719	2227.436	144.00	0.0019652778	0.015	1.25	DESCENDENTE
15741	15796	1.00	0.90	2227.436	2227.256	55.00	0.0032727273	0.015	1.61	DESCENDENTE

ABSCISAS		BASE (b) (m)	ALTURA (y) (m)	COTA	COTA	X	PENDIENTE (M/M)	RUGOSIDAD (n)	CAUDAL (Q) M3/S	DIRECCIÓN FLUJO
15796	15860	1.00	0.90	2227.256	2227.198	64.00	0.0009062500	0.015	0.85	DESCENDENTE
15860	15906	1.00	0.90	2227.198	2226.941	46.00	0.0055869565	0.015	2.10	DESCENDENTE
15906	16000	1.00	0.90	2226.941	2226.798	94.00	0.0015212766	0.015	1.10	DESCENDENTE
16000	16100	1.00	0.90	2226.798	2226.708	100.00	0.0009000000	0.015	0.84	DESCENDENTE
16100	16204	1.00	0.90	2226.708	2226.209	104.00	0.0047980769	0.015	1.95	DESCENDENTE
16204	16300	1.00	0.90	2226.209	2225.750	96.00	0.0047812500	0.015	1.95	DESCENDENTE
16300	16400	1.00	0.90	2225.750	2225.558	100.00	0.0019200000	0.015	1.23	DESCENDENTE
16400	16447	1.00	0.90	2225.558	2225.416	47.00	0.0030212766	0.015	1.55	DESCENDENTE

3. Caudales Tomas

TOMA	SECTOR	AREA (M2)	DOT. (L/S *HA)	Q (L/S)	OBSERVACIONES	Q (L/S) (sobrante)
1	La Estancia	1181.51	0.5	0.059	CORTA	349.941
2	La Estancia	31726.58	0.5	1.586	CORTA	348.355
3	La Estancia	7460.8	0.5	0.373	NECESITA BOMBA	347.982
4	La Estancia	31520.89	0.5	1.576	CORTA	346.406
5	La Estancia	413087.09	0.5	20.654	CORTA	325.751
	La Estancia	6212.64	0.5	0.311	TOMA DIRECTA DE CANAL	325.441
6	La Estancia	219677.6	0.5	10.984	LARGA (SE DISEÑA)	314.457
7	La Estancia	14133.03	0.5	0.707	NECESITA BOMBA	313.750
	La Estancia	1059.15	0.5	0.053	TOMA DIRECTA DE CANAL	298.263
8	La Estancia	308689.57	0.5	15.434	LARGA (SE DISEÑA)	298.316
9	El Cabo	607365.92	0.5	30.368	LARGA (SE DISEÑA)	267.894
	El Cabo	200	0.5	0.010	TOMA DIRECTA DE CANAL	267.884
10	El Cabo	569.91	0.5	0.028	NECESITA BOMBA	267.856
11	El Cabo	1672.52	0.5	0.084	CORTA	267.772
	El Cabo	12399.71	0.5	0.620	TOMA DIRECTA DE CANAL	267.152
12	El Cabo	640054.42	0.5	32.003	LARGA (SE DISEÑA)	235.149
13	El Cabo	3367.18	0.5	0.168	NECESITA BOMBA	234.981
14	El Cabo	1752.64	0.5	0.088	CORTA	234.893
	La Higuera	16037.22	0.5	0.802	TOMA DIRECTA DE CANAL	234.092
	La Higuera	1917.53	0.5	0.096	TOMA DIRECTA DE CANAL	233.996
15	La Higuera y Uzhupud	837969.53	0.5	41.898	LARGA (SE DISEÑA)	192.097
16	La Higuera	1595.99	0.5	0.080	NECESITA BOMBA	192.017
	La Higuera	1944.48	0.5	0.097	TOMA DIRECTA DE CANAL	191.920
17	La Higuera	99046.53	0.5	4.952	LARGA (SE DISEÑA)	186.968
	La Higuera	1792.37	0.5	0.090	TOMA DIRECTA DE CANAL	186.878
18	La Higuera	3553.28	0.5	0.178	NECESITA BOMBA	186.701
19	San Ignacio	8383.71	0.5	0.419	NECESITA BOMBA	186.281
	San Ignacio	190.37	0.5	0.010	TOMA DIRECTA DE CANAL	186.272
20	San Ignacio	14020.61	0.5	0.701	NECESITA BOMBA	185.571
21	San Ignacio	1773.48	0.5	0.089	NECESITA BOMBA	185.482
	San Ignacio	3677.08	0.5	0.184	TOMA DIRECTA DE CANAL	185.298
22	San Ignacio	170218.26	0.5	8.511	LARGA (SE DISEÑA)	176.787
	San Ignacio	1223.5	0.5	0.061	TOMA DIRECTA DE CANAL	176.726
	Zhumir	28807.89	0.5	1.440	TOMA DIRECTA DE CANAL	175.286
23	Zhumir	7001.27	0.5	0.350	NECESITA BOMBA	174.936
	Zhumir	68756.59	0.5	3.438	TOMA DIRECTA DE CANAL	171.498
24	Zhumir	254574.91	0.5	12.729	LARGA (SE DISEÑA)	158.769
	Zhumir	104657.25	0.5	5.233	TOMA DIRECTA DE CANAL	153.536

TOMA	SECTOR	AREA (M2)	DOT. (L/S *HA)	Q (L/S)	OBSERVACIONES	Q (L/S) (sobrante)
25	Zhumir	1744.17	0.5	0.087	NECESITA BOMBA	153.449
	Zhumir	8912.61	0.5	0.446	TOMA DIRECTA DE CANAL	153.004
26	Zhumir	104070.13	0.5	5.204	LARGA (SE DISEÑA)	147.800
27	Zhumir	12598.22	0.5	0.630	CORTA	147.170
28	Zhumir	166620.37	0.5	8.331	LARGA (SE DISEÑA)	138.839
29	Zhumir	9223.4	0.5	0.461	NECESITA BOMBA	138.378
30	Zhumir	76146.91	0.5	3.807	CORTA	134.571
	Zhumir	22124.71	0.5	1.106	TOMA DIRECTA DE CANAL	133.464
	Pirincay	8300.28	0.5	0.415	TOMA DIRECTA DE CANAL	133.049
31	Pirincay	1137.46	0.5	0.057	NECESITA BOMBA	132.992
32	Pirincay	6788.96	0.5	0.339	CORTA	132.653
33	Pirincay	5106.44	0.5	0.255	CORTA	132.398
	Pirincay	19491.32	0.5	0.975	TOMA DIRECTA DE CANAL	131.423
34	Pirincay	300520.53	0.5	15.026	LARGA (SE DISEÑA)	116.397
	Pirincay	3740	0.5	0.187	TOMA DIRECTA DE CANAL	116.210
35	Pirincay	299225.71	0.5	14.961	LARGA (SE DISEÑA)	101.249
36	Tutucán	462221.79	0.5	23.111	LARGA (SE DISEÑA)	78.138
	Pirincay	2126.59	0.5	0.106	TOMA DIRECTA DE CANAL	78.031

4. Diseño Geométrico del Canal

No. Toma	ABS.	SECTOR	S (m/m)	Q (l/s)	Q (m3/s)	RUGOSIDAD (n)	b deriva (m)	Q canal (m3/s)	b canal (m)	PROMEDIO DE BASE	BASE ELEGIDA	CALAD0	h canal
1	680	LA ESTANCIA	0.01247	0.0591	0.0000591	0.014	0.0157	0.5999	0.695				
2	903	LA ESTANCIA	0.04156	1.5863	0.0015863	0.014	0.0430	0.5984	0.554				
3	1440	LA ESTANCIA	0.05864	0.3730	0.0003730	0.014	0.0234	0.5980	0.519				
4	1496	LA ESTANCIA	0.02695	1.5760	0.0015760	0.014	0.0465	0.5964	0.600	0.58	0.80	0.93	1.00
	2156	LA ESTANCIA	0.01000	300.0000	0.3000000	0.014	0.4009	0.2964	0.556				
5	2295	LA ESTANCIA	0.09507	20.6544	0.0206544	0.014	0.0963	0.2758	0.355				
		LA ESTANCIA	0.07198	0.3106	0.0003106	0.014	0.0210	0.2754	0.374				
6	3605	LA ESTANCIA	0.04888	10.9839	0.0109839	0.014	0.0861	0.2645	0.396				
7	4145	LA ESTANCIA	0.07135	0.7067	0.0007067	0.014	0.0287	0.2637	0.368	0.36	0.60	0.49	0.70
		LA ESTANCIA	0.10173	0.0530	0.0000530	0.014	0.0102	0.2637	0.345				
8	4620	LA ESTANCIA	0.13210	15.4345	0.0154345	0.014	0.0812	0.2483	0.321				
9	4923	EL CABO	0.07504	30.3683	0.0303683	0.014	0.1164	0.2179	0.340				
		EL CABO	0.07645	0.0100	0.0000100	0.014	0.0057	0.2179	0.338				
10	5365	EL CABO	0.07786	0.0285	0.0000285	0.014	0.0085	0.2179	0.337				
11	5370	EL CABO	0.24360	0.0836	0.0000836	0.014	0.0102	0.2178	0.272				
		EL CABO	0.15238	0.6200	0.0006200	0.014	0.0237	0.2172	0.297	0.32	0.60	0.20	0.70
12	5805	EL CABO	0.06117	32.0027	0.0320027	0.014	0.1233	0.1851	0.332				
13	5810	EL CABO	0.02820	0.1684	0.0001684	0.014	0.0199	0.1850	0.384				
14	6208	EL CABO	0.16875	0.0876	0.0000876	0.014	0.0112	0.1849	0.274				
		LA HIGUERA	0.16195	0.8019	0.0008019	0.014	0.0258	0.1841	0.276	0.26	0.50	0.39	0.50

		LA HIGUERA	0.16195	0.0959	0.0000959	0.014	0.0116	0.1840	0.276				
15	7660	LA HIGUERA Y UZHUPUD	0.15515	41.8985	0.0418985	0.014	0.1146	0.1421	0.252				
16	7662	LA HIGUERA	0.36970	0.0798	0.0000798	0.014	0.0093	0.1420	0.214				
		LA HIGUERA	0.21877	0.0972	0.0000972	0.014	0.0110	0.1419	0.237				
17	7788	LA HIGUERA	0.06783	4.9523	0.0049523	0.014	0.0601	0.1370	0.291				
		LA HIGUERA	0.10958	0.0896	0.0000896	0.014	0.0122	0.1369	0.266				
18	8190	LA HIGUERA	0.15133	0.1777	0.0001777	0.014	0.0148	0.1367	0.250				
19	9324	SAN IGNACIO	0.13383	0.4192	0.0004192	0.014	0.0210	0.1363	0.255				
		SAN GNACIO	0.13655	0.0095	0.0000095	0.014	0.0050	0.1363	0.255				
20	9700	SAN IGNACIO	0.13927	0.7010	0.0007010	0.014	0.0252	0.1356	0.253				
21	9844	SAN IGNACIO	0.18296	0.0887	0.0000887	0.014	0.0110	0.1355	0.240	0.25	0.40	0.24	0.40
		SAN IGNACIO	0.15528	0.1839	0.0001839	0.014	0.0150	0.1353	0.248				
22	10035	SAN IGNACIO	0.12760	8.5109	0.0085109	0.014	0.0654	0.1268	0.251				
		SAN IGNACIO	0.11246	0.0612	0.0000612	0.014	0.0105	0.1267	0.257				
		ZHUMIR	0.11246	1.4404	0.0014404	0.014	0.0344	0.1253	0.256				
23	11250	ZHUMIR	0.09731	0.3501	0.0003501	0.014	0.0208	0.1249	0.263				
		ZHUMIR	0.07585	3.4378	0.0034378	0.014	0.0513	0.1215	0.272				
24	11560	ZHUMIR	0.05439	12.7287	0.0127287	0.014	0.0892	0.1088	0.278				
		ZHUMIR	0.06158	5.2329	0.0052329	0.014	0.0625	0.1035	0.267				
25	12136	ZHUMIR	0.06876	0.0872	0.0000872	0.014	0.0132	0.1034	0.261				
		ZHUMIR	0.04551	0.4456	0.0004456	0.014	0.0262	0.1030	0.282	0.25	0.40	0.24	0.40
26	12638	ZHUMIR	0.02226	5.2035	0.0052035	0.014	0.0754	0.0978	0.316				
27	12715	ZHUMIR	0.05600	0.6299	0.0006299	0.014	0.0287	0.0972	0.265				
28	12933	ZHUMIR	0.13289	8.3310	0.0083310	0.014	0.0644	0.0888	0.218				
29	13200	ZHUMIR	0.15872	0.4612	0.0004612	0.014	0.0210	0.0884	0.210				
30	13618	ZHUMIR	0.16105	3.8073	0.0038073	0.014	0.0463	0.0846	0.206				
		ZHUMIR	0.12472	1.1062	0.0011062	0.014	0.0306	0.0835	0.215				
		PIRINCAY	0.12472	0.4150	0.0004150	0.014	0.0212	0.0830	0.215	0.21	0.40	0.25	0.40
31	14054	PIRINCAY	0.08838	0.0569	0.0000569	0.014	0.0107	0.0830	0.229				

32	14064	PIRINCAY	0.04940	0.3394	0.0003394	0.014	0.0233	0.0827	0.255	
33	14100	PIRINCAY	0.16112	0.2553	0.0002553	0.014	0.0168	0.0824	0.204	
		PIRINCAY	0.15943	0.9746	0.0009746	0.014	0.0278	0.0814	0.204	
34	14610	PIRINCAY	0.15774	15.0260	0.0150260	0.014	0.0778	0.0664	0.189	
		PIRINCAY	0.14411	0.1870	0.0001870	0.014	0.0153	0.0662	0.192	
35	16400	PIRINCAY	0.13048	14.9613	0.0149613	0.014	0.0805	0.0512	0.178	
36	17000	TUTUCAN	0.13493	23.1111	0.0231111	0.014	0.0941	0.0281	0.141	0.14
		PIRINCAY	0.13271	0.1063	0.0001063	0.014	0.0125	0.0511	0.177	

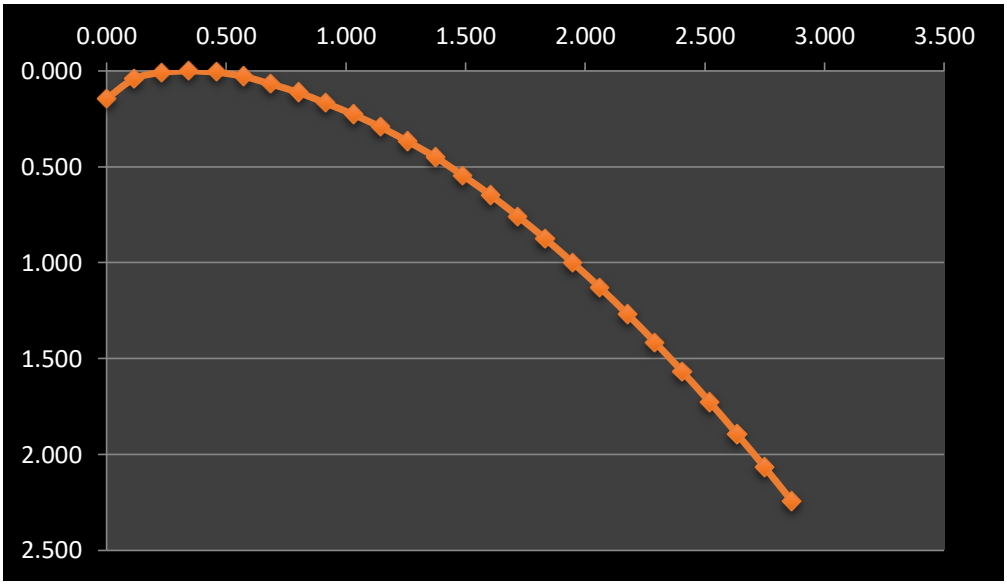
5. Cálculo Estructuras Hidráulicas

5.1. Azud

Datos		
Q =	8.000	m^3/sg
H_o =	1.133	m
b =	3	m
H/H_o =	0.882	
C =	0.9841103	
H_o =	1.146	m

Corrección

x	y	x'	y'
0.000	0.126	0.000	0.144
0.100	0.036	0.115	0.041
0.200	0.007	0.229	0.008
0.300	0.000	0.344	0.000
0.400	0.006	0.458	0.007
0.500	0.025	0.573	0.029
0.600	0.060	0.687	0.069
0.700	0.098	0.802	0.112
0.800	0.147	0.916	0.168
0.900	0.198	1.031	0.227
1.000	0.256	1.146	0.293
1.100	0.322	1.260	0.369
1.200	0.393	1.375	0.450
1.300	0.477	1.489	0.546
1.400	0.565	1.604	0.647
1.500	0.662	1.718	0.758
1.600	0.764	1.833	0.875
1.700	0.873	1.947	1.000
1.800	0.987	2.062	1.131
1.900	1.108	2.177	1.269
2.000	1.235	2.291	1.415
2.100	1.369	2.406	1.568
2.200	1.508	2.520	1.728
2.300	1.654	2.635	1.895
2.400	1.804	2.749	2.067
2.500	1.960	2.864	2.245



Yn aguas arriba del Azud		
Q =	8.000	m^3/sg
S =	0.005	
n =	0.014	
Yn =	0.810	m
Y (antes del azud) =	0.600	m
v (antes del azud) =	3.292	m/sg
Q_{min} =	5.926	m^3/sg
T =	3.391	m
T_o =	3.943	m

5.2. Rejilla

Datos		
Q_{min} =	0.600	m^3/sg
D =	0.600	m
P1 =	0.450	m
s =	0.050	m
t =	0.020	m
Kr =	2.420	
β =	2.200	

Cálculo de Mo	
Bazin =	2.142
Konovalov =	2.095
Mo =	2.119

hr	b	n	B	v	hr*
0.000	0.609	11	0.829	1.206	0.116
0.116	0.842	16	1.162	0.861	0.059
0.059	0.712	13	0.972	1.029	0.085
0.085	0.765	14	1.045	0.957	0.073
0.073	0.741	14	1.021	0.980	0.077
0.077	0.748	14	1.028	0.973	0.076
0.076	0.746	14	1.026	0.975	0.076
0.076	0.747	14	1.027	0.974	0.076
0.076	0.746	14	1.026	0.974	0.076
0.076	0.746	14	1.026	0.974	0.076
0.076	0.746	14	1.026	0.974	0.076
0.066	**0.726**	**15**	**1.1**	**0.909**	**0.066**

5.3. Orificios

Deriva	Q (m3/s)	h2 (m)	a (m)	h1 (m)	Cd	b (m)	k	Cd'	b' (m)	Dimensiones
6	0.01098	0.211	0.10	0.111	0.60	0.1034	0.2542	0.6229	0.0996	10x10
8	0.01543	0.172	0.15	0.022	0.60	0.1279	0.2302	0.6207	0.1237	15x15
9	0.03037	0.184	0.18	0.004	0.60	0.2179	0.2738	0.6246	0.2093	20x20
12	0.03200	0.182	0.18	0.002	0.60	0.2329	0.2820	0.6254	0.2234	20x20
15	0.04190	0.142	0.14	0.002	0.60	0.4427	0.3799	0.6342	0.4188	40x15
17	0.00495	0.164	0.10	0.064	0.60	0.0556	0.1787	0.6161	0.0542	10x10
22	0.00851	0.142	0.10	0.042	0.60	0.1070	0.2584	0.6233	0.1030	10x10
24	0.01273	0.160	0.10	0.06	0.60	0.1457	0.2965	0.6267	0.1395	15x10
26	0.00520	0.189	0.10	0.089	0.60	0.0528	0.1727	0.6155	0.0514	10x10
28	0.00833	0.129	0.10	0.029	0.60	0.1136	0.2659	0.6239	0.1092	10x10
34	0.01503	0.117	0.10	0.017	0.60	0.2244	0.3459	0.6311	0.2133	20x10
35	0.01496	0.115	0.10	0.015	0.60	0.2272	0.3472	0.6312	0.2160	20x10
36	0.02311	0.104	0.10	0.004	0.60	0.3919	0.3983	0.6359	0.3698	35x10

5.4. Desarenadores

Para Tomas

Datos		
Φ (particula a sedimentar) =	0.500	mm
Q =	0.0600	m^3/sg
b (entrada) =	0.500	m

Velocidad Horizontal			
a =	44.000		
v =	31.113	cm/sg	**Cumple**

Velocidad de Sedimentación o Vertical		
Sellerio =	5.100	cm/sg
Arkhangelski =	5.400	cm/sg
Scotti - Foglieni =	8.912	cm/sg
w =	5.250	cm/sg

Condición

v < 20w **Cumple**

Longitud del Desarenador		
h =	0.8	m
k =	1.528	
L/B =	2.000	
L =	7.000	m
B =	3.500	m

Tiempo de sedimentación		
t	15.00	s

Volumen de agua conducido en el tiempo de sedimentación		
V	0.9	m3

Volumen de la capacidad del tanque		
V	19.6	m3

Pantalla		
L $_{(a\ pantalla)}$ =	1.75	m
v $_{(pantalla)}$ =	0.5	m/sg
A =	0.12	m^2
Φ $_{(orificios)}$ =	0.1	m
No. orificios =	15.000	

Lodos		
H $_{(lodos)}$ =	0.28	m

Lavado		
L $_{(desague)}$ =	2.33	m

Longitud de Transición		
LT =	6.766	m

Vertedero		
h (sobre vertedero) =	0.03	m
Lv =	5.774	m
Coef. C =	94.514	
α =	83.007	grados
R =	3.985	m
L1 =	3.956	m

Para Canal - Abscisa 1

Datos		
Φ (particula a sedimentar) =	0.500	mm
Q =	0.8000	m^3/sg
b (entrada) =	1.000	m

Velocidad Horizontal			
a =	44.000		
v =	31.113	cm/sg	**Cumple**

Velocidad de Sedimentación o Vertical		
Sellerio =	5.100	cm/sg
Arkhangelski =	5.400	cm/sg
Scotti - Foglieni =	8.912	cm/sg
w =	5.250	cm/sg

Condición

v < 20w **Cumple**

Longitud del Desarenador		
h =	1.0	m
k =	1.528	
L/B =	3.000	
L =	9.000	m
B =	3.000	m

Tiempo de sedimentación		
t	19.00	s

Volumen de agua conducido en el tiempo de sedimentación		
V	15.2	m3

Volumen de la capacidad del tanque		
V	27	m3

Pantalla		
L $_{(a\ pantalla)}$ =	2.25	m
v $_{(pantalla)}$ =	0.8	m/sg
A =	1	m^2
Φ $_{(orificios)}$ =	0.2	m
No. orificios =	32.000	

Lodos		
H $_{(lodos)}$ =	0.30	m

Lavado		
$L_{(desague)}$ =	3	m

Longitud de Transición		
LT =	4.511	m

Vertedero		
$h_{(sobre\ vertedero)}$ =	0.15	m
Lv =	6.885	m
Coef. C =	131.758	
α =	53.758	grados
R =	7.338	m
L1 =	5.919	m

Para Canal - Abscisa 2

Datos		
$\Phi_{(particula\ a\ sedimentar)}$ =	0.500	mm
Q =	0.3500	m^3/sg
$b_{(entrada)}$ =	0.500	m

Velocidad Horizontal			
a =	44.000		
v =	31.113	cm/sg	**Cumple**

Velocidad de Sedimentación o Vertical		
Sellerio =	5.100	cm/sg
Arkhangelski =	5.400	cm/sg
Scotti - Foglieni =	8.912	cm/sg
w =	5.250	cm/sg

Condición

v < 20w **Cumple**

Longitud del Desarenador		
h =	1.0	m
k =	1.528	
L/B =	3.000	
L =	9.000	m
B =	3.000	m

Tiempo de sedimentación		
t	19.00	s

Volumen de agua conducido en el tiempo de sedimentación		
V	6.65	m3

Volumen de la capacidad del tanque		
V	27	m3

Pantalla		
L (a pantalla) =	2.25	m
v (pantalla) =	0.8	m/sg
A =	0.4375	m^2
Φ (orificios) =	0.1	m
No. orificios =	28.000	

Lodos		
H (lodos) =	0.30	m

Lavado		
L (desague) =	3	m

Longitud de Transición		
LT =	5.638	m

Vertedero		
h (sobre vertedero) =	0.10	m
Lv =	5.534	m
Coef. C =	105.691	
α =	70.621	grados
R =	4.490	m
L1 =	4.235	m

Para Canal - Abscisa 3

Datos		
Φ (particula a sedimentar) =	0.500	mm
Q =	0.2500	m^3/sg
b (entrada) =	0.500	m

Velocidad Horizontal			
a =	44.000		
v =	31.113	cm/sg	**Cumple**

Velocidad de Sedimentación o Vertical		
Sellerio =	5.100	cm/sg
Arkhangelski =	5.400	cm/sg
Scotti - Foglieni =	8.912	cm/sg
w =	5.250	cm/sg

Condición

v < 20w **Cumple**

Longitud del Desarenador		
h =	1.0	m
k =	1.528	
L/B =	3.000	
L =	9.000	m
B =	3.000	m

Tiempo de sedimentación		
t	19.00	s

Volumen de agua conducido en el tiempo de sedimentación		
V	4.75	m3

Volumen de la capacidad del tanque		
V	27	m3

Pantalla		
$L_{(a\ pantalla)}$ =	2.25	m
$v_{(pantalla)}$ =	0.8	m/sg
A =	0.3125	m^2
$\Phi_{(orificios)}$ =	0.1	m
No. orificios =	20.000	

Lodos		
$H_{(lodos)}$ =	0.30	m

Lavado		
$L_{(desague)}$ =	3	m

Longitud de Transición		
LT =	5.638	m

Vertedero		
$h_{(sobre\ vertedero)}$ =	0.08	m
Lv =	5.724	m
Coef. C =	105.506	
α =	70.788	grados
R =	4.471	m
L1 =	4.222	m

5.5. Vertedero

Datos		
$V_{(reservorio)}$ =	0.6	m^3
Q_{paute} =	0.3	m^3/seg
$Q_{gualaceo}$ =	0.25	m^3/seg

Vertedero para Qpaute		
Tipo =	Triangular	
α =	30	grados
$h_{(agua)}$ =	0.681	m
$h_{(vertedero)}$ =	0.700	m
b =	0.808	m

Vertedero para Qgualaceo		
Tipo =	Triangular	
α =	30	grados
$h_{(agua)}$ =	0.633	m
$h_{(vertedero)}$ =	0.650	m
b =	0.751	m

6. Autorización SENAGUA

GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

SECRETARIA DEL AGUA
SUBSECRETARIA DE LA DEMARCACION HIDROGRAFICA DE SANTIAGO
CENTRO DE ATENCION AL CIUDADANO ZONAL CUENCA

Secretaría del Agua

Expediente Administrativo Nº. 1334-A CNRH

Cuenca, 23 de diciembre de 2016, a las 09h00. Avoco conocimiento del presente proceso administrativo en mi calidad de Responsable Técnico del Centro de Atención al Ciudadano Zonal Cuenca de la Demarcación Hidrográfica de Santiago, en virtud de la acción de personal Nº 00042-DHS de fecha 01 de abril de 2016, y en aplicación a lo que dispone los Arts. 18 literal h), 123, 127, de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del agua, Arts. 2, 82 inciso segundo, 108 y 109 del Reglamento a la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del agua, al Acuerdo Ministerial No. 2016-1307 del 29 de Abril del 2016, con el que el señor Secretario del Agua aprueba el Manual de Procedimiento para la Solicitud de Autorización del Uso y Aprovechamiento del Agua y demás actos administrativos afines; y en función el numeral 7 del numeral 10.7', del Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos de la Secretaría del Agua, expedido mediante Acuerdo Nº 2014-910 de fecha 17 de abril de 2014, y publicado en el Registro Oficial Nº 154 del 28 de julio de 2014, así como del Acuerdo Ministerial 2010-66 del 20 de enero de 2010 y Acuerdo Nro. 2011-335 del 05 de septiembre de 2011.- Consta en el expediente administrativo signado con el número 1334-A: **1)** A fojas 37 del expediente consta la resolución administrativa de fecha 19 de septiembre de 2001 emitida por el Jefe de Agencia del ex CNRH con la que se concede a favor la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego "Chicticay - Gualaceo", en la persona de su presidente el señor Jesús Mario Banegas Rodas, y de la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego "Chicticay Paute", en la persona de su presidente el señor Jorge Marcelo Macancela Rojas, el uso y aprovechamiento del agua, de la fuente: Río Cuenca, en un caudal de 550 lts/seg, desglosado de la siguiente manera: para la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego "Chicticay - Gualaceo", el caudal de 250 l/s, para riego de 350 hectáreas, y para la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego "Chicticay - Paute", el caudal de 300 l/s, para riego de 1000 hectáreas, cuyo punto de captación u obra de toma está ubicada en la jurisdicción de la parroquia y cantón Paute, provincia del Azuay. **2)** A fojas 83 del expediente consta la resolución administrativa de fecha 31 de diciembre de 2015 emitida por el señor Subsecretario de la DHS, con la que resuelve: *"Sustituir las concesiones/autorizaciones que se indican a continuación, por autorizaciones de uso y aprovechamiento del agua, las cuales quedan sujetas a las disposiciones previstas en la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y aprovechamiento del agua, en su Reglamento de desarrollo y demás normativa de aplicación. Concesionario: Junta General de Usuarios del canal de Riego Chicticay - Gualaceo. Uso: Riego. Caudal Permanente: 250. Parroquia: Gualaceo. Cantón: Gualaceo. Concesionario: Junta General de Usuarios del canal de Riego Chicticay - Paute. Uso: Riego. Caudal Permanente: 300. Parroquia: Paute. Cantón Paute....".* **3)** Mediante Oficio Nro. 025/SRCHP-16 de fecha 12 de mayo de 2016, como incidente dentro del expediente administrativo principal N° 1334-A el señor Luis Curillo como Presidente de la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego "Chicticay Paute", presenta la petición de renovación por 10 años adicionales, de la autorización de uso y aprovechamiento de las aguas de la fuente: Río Cuenca, cuyo punto de captación u obra de toma está ubicada en la jurisdicción de la parroquia y cantón Paute, provincia del Azuay, en los usos y caudales constantes de la resolución administrativa inicial de fecha 19 de septiembre de 2001. **4)** Mediante acto de trámite de fecha 05 de agosto de 2016 la Responsable Técnico del Centro de Atención al Ciudadano Zonal Cuenca de la DHS, en aplicación del art. 127 de la ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y aprovechamiento del agua, y con fundamento en las disposiciones del art. 108 N° 2 y 109 del Reglamento a la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y aprovechamiento del agua, y apartado 6.3.3 del Manual de Procedimiento para la Solicitud de Autorización del Uso y Aprovechamiento del Agua y demás actos administrativos afines, califica de clara y completa la petición de renovación presentada por el señor Luis Curillo como Presidente de la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego

"Chicticay Paute", y dispone la práctica de una diligencia de inspección técnica para el 07 de noviembre de 2016, y se remita el informe correspondiente, el cual debía precisar si se han cumplido con los requisitos establecidos en el Reglamento, las obligaciones que establecen la Ley, y las condiciones previstas en la respectiva autorización, designado para el efecto al Ing. Jorge Ordoñez. 5) Con fecha 11 de noviembre de 2016 se remite el informe técnico correspondiente, con cuyo contenido se corre traslado a las partes peticionarias, mediante acto de trámite de fecha 21 de diciembre de 2016, a fin de que se pronuncien sobre el mismo, quienes mediante escritos de fechas 21 y 22 de diciembre de 2016 expresan su conformidad con el informe técnico. 6) Mediante petición de fecha 20 de diciembre de 2016, el señor Jesús Alejandro Maldonado Hurtado como Presidente de la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego "Chicticay-Gualaceo" señala: "*.... Se encuentra en trámite la acción de la renovación del plazo de autorización de uso y aprovechamiento del agua, solicitado por la Junta General de Agua de Riego Chicticay (...), y a lo que a mi representada le corresponde me adhiero a la referida petición, y acción que se encuentra en trámite, y doy por válida todas las actuaciones realizadas en este proceso, a partir del acto de calificación de la renovación. Solicito se dicte la decisión a la renovación al tiempo, en la cual se renovará el plazo de autorización al uso y aprovechamiento del agua del río Cuenca, en un caudal de 250 l/s, para la actividad de riego de 350 ha, actividad que es destinado para el riego con miras a conseguir y contribuir a la soberanía alimentaria que es política de Estado, así como también al aprovechamiento en el caso del consumidor integrante de la Junta Dr. Alejandro Serrano.*", misma que ha sido considerada mediante acto de trámite de fecha 21 de diciembre de 2016. En estas condiciones luego de haberse evacuado todas la diligencias ordenadas, el procedimiento debe ser resuelto y para hacerlo se considera: **PRIMERO.-** Se encuentra justificada la competencia para conocer y resolver el presente procedimiento administrativo, conforme a las normas anteriormente invocadas, y para el efecto se considera los siguientes fundamentos jurídicos: **1.1.-** Existe una petición presentada que de conformidad con lo dispuesto en el art. 66 núm. 23 de la Constitución de la República implica una respuesta oportuna, progresiva y motivada por parte de ésta Autoridad. **1.2.-** Existe una petición de renovación del plazo de autorización de uso y aprovechamiento del agua, con fines de riego que garantice la soberanía alimentaria, y actividades productivas, que al constituir una intervención en el recurso hídrico su planificación, autorización, regulación y control corresponde al Estado a través de la Autoridad Única del Agua conforme lo establecen los art. 318, 411 y 412 de la Constitución de la República que disponen lo siguiente: Art. 318.-"*...El Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación. Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la ley...*". Art. 411.- "*...Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua...*". Art. 412.-"*...La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control...*". **1.3.-** La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua publicada en el Segundo Suplemento del Registro Oficial N° 305 de fecha 06 de agosto de 2014, en su Art. 3 establece como objeto de ley garantizar el derecho humano al agua así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el sumak kawsay o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución. El Art. 4 de la ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y aprovechamiento del agua, desarrolla los principios en los que se fundamenta la precitada ley , entre otros, los siguientes: "*...d) El agua es patrimonio nacional y estratégico al servicio de las necesidades*

de las y los ciudadanos y elemento esencial para la soberanía alimentaria; en consecuencia, está prohibido cualquier tipo de propiedad privada sobre el agua; e) El acceso al agua es un derecho humano; f) El Estado garantiza el acceso equitativo al agua...". El Art. 5 de la ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y aprovechamiento del agua, señala que el agua constituye patrimonio nacional, sector estratégico de decisión y de control exclusivo del Estado a través de la Autoridad Única del Agua. Su gestión se orientará al pleno ejercicio de los derechos y al interés público. El Art. 18 de la ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y aprovechamiento del agua en sus literales h) y o) establece que son atribuciones y competencias de la Autoridad Única del Agua renovar las autorizaciones para todos los usos y aprovechamiento del agua, y asegurar la protección, conservación, manejo integrado y aprovechamiento sustentable de las reservas de aguas superficiales y subterráneas. **1.4.-** Las disposiciones de los Arts. 82 inciso segundo y 86 del Reglamento a la ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y aprovechamiento del agua, disponen: Art. 82.- *"...El Centro de Atención al Ciudadano Zonal Cuenca conocerá y resolverá las solicitudes de autorizaciones de uso y aprovechamiento de agua correspondientes al procedimiento simplificado; todas las de consumo humano, todas las de Soberanía Alimentaria; las de igual o menos de cinco litros, por segundo de Otros Riegos; las de igual o menos de quince litros por segundo de Abrevadero de Animales...".* Art. 86.- *"Competencia para el otorgamiento de autorizaciones.- Las autorizaciones serán tramitadas y otorgadas en el ámbito institucional de cada Demarcación Hidrográfica o del correspondiente Centro de Atención al Ciudadano...".* **1.5.-** Mediante Acuerdo N° 2016-1307 expedido el 29 de abril de 2016 el señor Secretario del Agua aprueba el Manual de Procedimiento para la Solicitud de Autorización del Uso y Aprovechamiento del Agua y demás actos administrativos afines, que deberá ser aplicado a nivel nacional en las Demarcaciones Hidrográficas y sus respectivos Centros de Atención al Ciudadano. El citado Manual, el cual es publicado en el Registro Oficial del 14 de junio de 2016 y su Fe de Erratas publicada el 27 de junio de 2016, indica: En el apartado 5 Funciones y Responsabilidades, subtítulo Centro de Atención al Ciudadano *"emitir las resoluciones administrativas de uso del agua mediante el procedimiento simplificado.".* **1.6.-** La Regulación Nro. DIR-ARCA-RG-004-2016 de fecha 25 de julio de 2016 expedida por el señor Ing. Edwin Gordón Rosero Director Ejecutivo de la ARCA, en su Disposición Transitoria Segunda señala: *"Hasta que se cuente con un sistema automático de información hidrológica y de disponibilidad de agua, el Informe Técnico realizado por la Autoridad Única del Agua hará las veces de Certificado de Disponibilidad de Agua dentro el procedimiento simplificado...".* **1.7.-** La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua publicada en el Segundo Suplemento del Registro Oficial N° 305 de fecha 06 de agosto de 2014, en su art. 127 señala que las autorizaciones para uso y aprovechamiento del agua podrán renovarse a su vencimiento, siempre y cuando se hayan cumplido los requisitos establecidos en el Reglamento, las obligaciones que establecen esta Ley y las condiciones previstas en la respectiva autorización. En el presente caso, al ser una petición presentada a la vigencia de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, su procedimiento se encuentra regulado en el Art. 108 del Reglamento de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, que claramente dispone lo siguiente: *"... El procedimiento para atender la renovación, modificación, revisión, suspensión y otros actos administrativos referentes a las autorizaciones de usos y aprovechamiento del agua, será el procedimiento simplificado establecido en este Reglamento, a excepción de la publicación...*, y en el apartado 6.3 del Manual de Procedimiento para la Solicitud de Autorización del Uso y Aprovechamiento del Agua y demás actos administrativos afines, que dispone lo siguiente: *"...El presente procedimiento debe ser atendido con el procedimiento simplificado a excepción de la fijación de los carteles, (...), se actuará de acuerdo con el siguiente procedimiento ...",* y en lo referente a la información requerida, las condiciones y obligaciones que deben asumir los titulares de la autorización de uso y aprovechamiento del agua, se estará a lo previsto en la

mentada ley. En aplicación de esta norma de procedimiento se establece claramente que la renovación procede siempre y cuando se hayan cumplido los requisitos establecidos en el Reglamento, las obligaciones que establecen la Ley y las condiciones previstas en la respectiva autorización. En este contexto, mediante acto de trámite de fecha 05 de agosto de 2016 se acepta a trámite la petición presentada, y se dispone que el Ing. Jorge Ordoñez, previa inspección técnica en sitio de uso y aprovechamiento del recurso hídrico, presenta un informe sobre la petición de renovación de la resolución inicial, requiriéndole entre otros aspectos su pronunciamiento claro y expreso sobre si se han cumplido los requisitos establecidos en el Reglamento, las obligaciones que establecen esta Ley y si las condiciones previstas en la respectiva autorización no han variado, quien luego de la inspección in situ, presenta su informe ingresado en fecha 11 de diciembre de 2016, informe que en el capítulo de situación actual, conclusiones y recomendaciones se indica lo siguiente: *"...Las Juntas Generales de consumidores de los sistemas de Riego Chicticay-Paute Chicticay-Gualaceo captan sus aguas provenientes del RIO CUENCA, y en los puntos Y UTM WGS 84 17S ESTE X 0742371 y NORTE Y 9683999, con cota de 2396 metros sobre el nivel del mar (...) Para cubrir de manera eficiente con los requerimientos hídricos de la Junta General de consumidores del sistema de Riego Chicticay-Paute, desde la anterior resolución el requerimiento es de un caudal de 300 l/s los cuales servirán para actividades de riego de 1000 hectáreas, y para la Junta General de consumidores del sistema de Riego Chicticay-Gualaceo, en un caudal de 250 l/s para actividades de riego de 350 hectáreas (...) Como lo demuestra la tabla 1, la tabla 2 y la tabla 3, tenemos que el caudal aforado de ingreso parara ambas organizaciones comunitarias es de 926 l/s, en el cual dicho caudal al llegar a la zona divisoria, se toma un caudal de 300,04 l/s para la Junta General de consumidores del sistema de Riego Chicticay-Paute, y un caudal de 250,01 l/s, para la Junta General de consumidores del sistema de Riego Chicticay-Gualaceo (...), Revisando los tipos de cultivo de la zona y tomando en consideración el método de riego en el que se aplica para los sembríos y además de un análisis bibliográfico se da a la conclusión que la dotación litros por segundo por hectárea es de 0,408 y que el requerimiento para una extensión de 1350 hectáreas regables, da un caudal requerido de 550 l/s esto cubre sembríos regados por método de goteo y aspersión (...) Conclusiones: Para cubrir de manera eficiente con los requerimientos hídricos de la Junta General de consumidores del sistema de Riego Chicticay-Paute, desde la anterior resolución el requerimiento es de un caudal de 300 l/s los cuales servirán para actividades de riego de 1000 hectáreas, (...) en el aforo dado el día lunes 7 de noviembre de 2016 dio para la Junta General de consumidores del sistema de Riego Chicticay-Paute de 300,04 l/s, (...) de igual manera para la Junta General de consumidores del sistema de Riego Chicticay-Gualaceo, desde la anterior resolución es de 250 l/s los cuales servirán para regar 350 hectáreas, el aforo dado en día de la inspección fue el de 250,01 l/s (...) en un caudal de 250 l/s para actividades de riego de 350 hectáreas (...). Cabe resaltar que los prestadores del servicio comunitario prestan el servicio de riego mayoritariamente para soberanía alimentaria y también para aprovechamiento, lo último en menor escala, esto sin poder cuantificar porcentajes, por lo tanto los prestadores del servicio comunitario con la presente renovación, desde el ámbito técnico estarían en la facultad de prestar el servicio púbico comunitario de riego para actividades de riego que garantice la soberanía alimentaria y de aprovechamiento productivo (...) Recomendaciones: se dé el paso al proceso de renovación de la autorización de usos para riego del expediente 1334-A CNRH de las aguas del Río Cuenca ubicado en Paute Provincia del Azuay con las coordenadas UTM WGS 84 17S Norte 9683999 y Este 0742371, Cota 2396 metros sobre el cual ingresa a la captación de las Junta General de consumidores del sistema de Riego Chicticay-Paute, con un caudal de 300 l/s y Chicticay Gualaceo de 250 l/s, que se dará para usos de riego que de un total de 1350 hectáreas...."* En razón de haberse evacuado todas y cada una de las diligencias ordenadas, a partir del acto de aceptación a trámite, inclusive la diligencia técnica practicada por el Ing. Jorge

Ordoñez, perito de la entidad, con el fin de garantizar el ejercicio de sus derechos, entre estos el debido proceso, consagrado en el art. 76 de la Constitución de la República, en consecuencia no existe omisión de solemnidad sustancial o formalidad alguna que sea motivo para declarar la nulidad o anulabilidad del proceso, por tanto se declara válido el mismo. **SEGUNDO**.- Los señores Luis Curillo como Presidente de la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego "Chicticay Paute", y el Jesús Alejandro Maldonado Hurtado como Presidente Provisional de la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego "Chicticay-Gualaceo", solicitan indistintamente la renovación por 10 años adicionales de la autorización de uso y aprovechamiento de las aguas de la fuente: Río Cuenca, cuyo punto de captación u obra de toma está ubicada en la jurisdicción de la parroquia y cantón Paute, provincia del Azuay, en los usos y caudales constantes de la resolución administrativa inicial de fecha 19 de septiembre de 2001. Consta del expediente el informe técnico realizado por el Ing. Jorge Ordoñez del cual se desprende que las condiciones previstas en la concesión cuya renovación se solicita en cuanto a la fuente, caudales y usos no han variado, datos que fueron puestos a consideración de la partes peticionarias mediante acto de trámite de fecha 21 de diciembre de 2016, quienes se pronuncian mediante escritos de fecha 21 y 22 de diciembre de 2016 y expresan su conformidad con el mismo; informes que de conformidad con el art. 71 en relación con los arts. 149 y 150 del Estatuto del Régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva, constituyen elementos fundamentales para la formación de la voluntad de la administración, pues en función del mismo la administración tiene certeza de que se cumplen o no los presupuestos jurídicos establecidos en la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y aprovechamiento del agua, y Reglamento a la ley, para que se proceda o no con la renovación. De conformidad con la disposición transitoria sexta de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y aprovechamiento del agua, al ser una petición presentada, a la vigencia de la precitada ley, el procedimiento a aplicarse es el previsto en el art. 108 del Reglamento a la ley, y apartado 6.3.3 del Manual de Procedimiento para la Solicitud de Autorización del Uso y Aprovechamiento del Agua y demás actos administrativos afines; más las condiciones son las previstas en la vigente Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y aprovechamiento del agua, sin embargo mediante Regulación Nro. DIR-ARCA-RG-004-2016, emitido por el Directorio de la Agencia de Regulación y Control del Agua de fecha 25 de julio de 2016 en su Disposición Transitoria Segunda establece que hasta que se cuente con un sistema automático de información hidrológica y de disponibilidad de agua, el informe técnico realizado por la Autoridad Única del Agua, hará las veces de certificado de disponibilidad del agua, dentro del procedimiento simplificado. Por lo tanto la certificación de disponibilidad no será solicitada por parte de la Autoridad Única del Agua, a la ARCA, para los trámites de autorización que se enmarcan en este tipo de procedimiento; por lo que del análisis a la regulación en referencia se concluye que el informe técnico emitido dentro del presente proceso, suple la certificación de disponibilidad de agua que correspondería emitir a la ARCA, como condición para otorgar la autorización de uso del agua (renovación). Por todo lo expuesto en los considerandos que anteceden, al amparo de las disposiciones constitucionales y legales citadas, la suscrita Responsable Técnico del Centro de Atención al Ciudadano Zonal Cuenca **RESUELVE: Uno.-** Aceptar la petición de renovación de autorización uso y aprovechamiento del agua presentada por los señor Luis Curillo como Presidente de la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego "Chicticay-Paute", y por el señor Jesús Alejandro Maldonado Hurtado como Presidente de la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego "Chicticay-Gualaceo"; y consecuentemente autorizar el uso y aprovechamiento del agua, de la fuente: Río CUENCA, en un caudal de 550 lts/seg.; desglosado de la siguiente manera: para la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego "Chicticay-Paute", un caudal de 300 lts/seg, para riego de 1000 hectáreas, y para la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego "Chicticay-Gualaceo", un caudal de 250 l/seg, para riego de 350 hectáreas, conforme a lo dispuesto en el art. 86 literal b) y d) de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y

aprovechamiento del agua, y art. 85 literal a) y b) de Reglamento de aplicación a la ley. **1.1.-** La obra de toma o punto de captación de la fuente sobre las que se autoriza el uso del agua está ubicada: División geográfica: sector: Chicticay, parroquia Paute (53), cantón Paute (01), provincia del Azuay (01). División hidrográfica: Sistema 30 Santiago, Cuenca 3078 Río Santiago, Subcuenca: 307809 río Paute, Microcuenca: 30780913 dren al río Paute hasta D.J Qda. Yumincay, y su localización corresponde a las Coordenadas WGS 84: Datos de la Fuente: Río Cuenca: Longitud: 742371 m E, Latitud 9683999 m N. Cota captación: 2396 m.s.n.m. **Dos:** En aplicación de lo dispuesto art 87 literal b) y c) de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del agua, el plazo de la presente autorización de uso de y aprovechamiento del agua para riego de soberanía alimentaria, y actividades productivas (riego) queda establecido en 10 años, contados a partir del 19 de septiembre del 2011, y renovables por igual período o más períodos plazo en el cual las organizaciones comunitarias prestadoras del servicio público comunitario de riego, esto es la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego "Chicticay-Paute", y la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego "Chicticay-Gualaceo, titulares de derechos de uso y aprovechamiento del agua mediante resolución de fecha 19 de septiembre de 2001, y de sustitución de concesión por autorización de uso y aprovechamiento del agua mediante resolución de fecha 31 de diciembre de 2015, continuarán en uso y aprovechamiento del agua autorizada con la presente resolución. La Autoridad Única del Agua podrá de conformidad con la planificación hídrica e interés nacional, modificar motivadamente los plazos determinados en esta resolución. **Tres:** Caudal Ecológico: En aplicación de lo previsto en la Disposición transitoria sexta del Reglamento a la Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua, en el plazo máximo de un año tras la entrada en vigor de dicho reglamento, la Secretaria del Agua, en coordinación con la Autoridad Nacional Ambiental establecerá reglamentariamente los criterios, parámetros y metodologías para la determinación del caudal ecológico, de acuerdo con las condiciones y características de cuerpos de los agua, que serán considerados dentro de la planificación hídrica nacional. En tanto no tenga lugar la aprobación de dicha reglamentación, se establece como caudal ecológico, al 10 % del caudal medio mensual multianual del régimen natural de la fuente, determinados en función de los datos hidrológicos de al menos 10 años, esto es un caudal de 0,09 l/s. **Cuatro:** La presente Resolución de Autorización de uso y aprovechamiento del agua para riego que garantice la soberanía alimentaria, y actividades productivas implica el pago de una tarifa conforme lo dispone el art. 135 y 140 de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, y art. 121 del Reglamento de aplicación a la ley. En aplicación a la Resolución N° 2015-1107 de fecha 11 de marzo de 2015, expedida por el Titular de la Secretaria del Agua, que en su Disposición Transitoria UNICA señala: *"Hasta la expedición de las nuevas tarifas de cobro para las autorizaciones de uso o aprovechamiento de agua se seguirán manteniendo las establecidas en el art. 73 del Reglamento General de la Ley de Aguas"*, la tarifa por el uso del agua, para riego que garantice la soberanía alimentaria se fija en la suma de 1017.5 USD (Son Mil diecisiete dólares con 05/100 centavos de dólares de Norteamérica), consecuentemente los autorizados o beneficiarios con la presente resolución, deberán cancelar la tarifa fijada a la Subsecretaria de la Demarcación Hidrográfica de Santiago de la Secretaría Nacional del Agua, misma que se mantendrá vigente hasta que se expidan la nuevas tarifas de cobro para las autorizaciones de uso o aprovechamiento del agua. Por lo tanto una vez calculada deberá ser inmediatamente pagada so pena de cancelación de la autorización y la consecuente reversión conforme lo establece el art. 128 ibídem. **Cinco: Derechos de los titulares de la autorización de uso del agua:** La presente autorización de uso y aprovechamiento del agua crea derechos a favor de sus titulares, en los siguientes términos: **a)** Ejercer con libertad el uso de los caudales de agua asignados por la Autoridad Única del Agua, de conformidad con las condiciones establecidas en la presente autorización con observancia al marco legal vigente. **b)** Solicitar la renovación, modificación, transferencia o cancelación de los derechos

de uso de agua de conformidad con lo establecido en la ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, su reglamento y las Regulaciones que emitida la ARCA. **c)** Obtener la constitución de las servidumbres forzosas en los terrenos indispensables para llevar acabo el uso del agua. **d)** Ser parte de las organizaciones de Juntas de Riego, Juntas de Segundo Grado u organizaciones de usuarios y participar a través de ellas en los órganos de participación previstos en la ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, y su reglamento, tales como son los Consejos de Cuenca, y los demás que otorgue la ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, y su reglamento. **Seis: Obligaciones de los titulares de la autorización de uso del agua:** La autorización de uso y aprovechamiento del agua crea obligaciones por parte de los titulares en los siguientes términos: **a)** Realizar la captación únicamente del sitio especificado en la autorización, en las coordenadas y cotas señaladas, y utilizar únicamente el caudal autorizado para el uso del agua especificado. **b)** Ejecutar las obras y trabajos para el uso del agua en los términos y condiciones que quedan definidos en la presente resolución con observancia de lo establecido en la ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, su reglamento y las Regulaciones que emitida la ARCA. **c)** Ejecutar a su costo obras y trabajos para subsanar, remediar, o mitigar los daños o afectaciones causadas al dominio hídrico púbico o hacia terceros, sin perjuicio de las demás responsabilidades que pudieren devenir de su uso. **d)** Es obligación del usuario el comunicar por escrito la terminación de las obras para su actualización en el Registro Público del Agua. **e)** Instalar, conservar, mantener, reparar o reemplazar a su costo, los mecanismos, equipos o dispositivos de medición de caudales en observancia de lo establecido en la ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, su reglamento; bajo las condiciones y especificaciones técnicas que se establecen en la presente autorización. La autorización no será válida sin esa instalación que deberá estar en funcionamiento, en el mismo momento de su entrada operativa. Si se comprueba que el aparato de medición del flujo no ha sido instalado, se declarará la reversión de la autorización cancelándose la correspondiente inscripción en el Registro Público del Agua. **f)** El titular de una autorización de uso del agua, estará obligado a construir las obras de captación, medición y control para que fluya únicamente el caudal de agua autorizado, sin que puedan ser modificadas, ni destruidas cuando concluya el plazo de la autorización. Las obras hidráulicas que cumplan con las especificaciones técnicas y diseños serán aprobadas por la Autoridad Única del Agua. **g)** Dar aviso inmediato por escrito a la Autoridad Única del Agua en caso de que el mecanismo, equipo o dispositivo de medición deje de funcionar. **h)** Pagar oportunamente las tarifas de agua, en el momento y plazo que queda establecido en la presente resolución. **i)** Permitir al personal de la ARCA la inspección de las obras hidráulicas y la verificación del funcionamiento de los dispositivos de medición; y de requerirlo, inspeccionar las obras y sistemas conexos para el uso, y cumplir con todas las recomendaciones dadas por la ARCA como parte del diagnóstico y evaluación del estado situacional de las Juntas. **j)** Proporcionar la información y documentación solicitada por la Autoridad Única del Agua y la ARCA relacionada con el uso del agua, con estricto apego a los plazos que quedan fijados. **k)** Hacer uso del agua únicamente por el titular de la autorización. **l)** El titular de la autorización en calidad de usuario será corresponsable del manejo sustentable e integrado, así como de la protección y conservación de la fuente, de conformidad con lo dispuesto en la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, y normas técnicas que dicte la Autoridad Única del Agua, en coordinación con la Autoridad Ambiental, y la siembra de plantas endémicas en los márgenes de la fuente hídrica. **LI)** Informar oportunamente a la Autoridad Única del Agua acerca de cualquier cambio, modificación o eventualidad evidenciada que pueda generar potenciales daños o afectaciones al dominio hídrico público o a terceros. **m)** El titular de la Autorización será responsable de la prevención y mitigación de los daños ambientales que se pudieren ocasionar y es su obligación contribuir al buen manejo del agua autorizada. **n)** El titular de la Autorización o usuario deberá adecuar su

actuación en lo que se relacione con la utilización y protección del agua a lo establecido en la planificación hídrica. **ñ)** El usuario deberá respetar la cantidad y calidad de agua requerida que proteja la biodiversidad acuática y los ecosistemas aledaños esto es el caudal ecológico. **o)** El usuario deberá dar cumplimiento estricto a las obligaciones de corresponsabilidad establecidas en el art. 84 de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua. **p)** Cualquier variación de índole técnica, geológica o constructiva del punto de captación debe ser puesta previamente a consideración de la SENAGUA para su conocimiento y aprobación de ser el caso. **q)** La no utilización del recurso es causal de cancelación de la autorización, por lo que el beneficiario tiene la obligación de solicitar la cancelación en caso de no utilizar el recurso. **r)** Se implemente un sistema de medición de caudales, en la divisoria, esto con el afán de mantener los caudales autorizados para las dos Juntas. **s)** En aplicación a la disposición Transitoria Quinta del Acuerdo Ministerial N° 2016-1400 de fecha 30 de septiembre de 2016 con el que se aprueba el Instructivo para la conformación y legalización de Juntas de Riego y/o Drenaje, y en razón de que la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego "Chicticay-Paute"; y Junta General de Usuarios del Sistema de Riego "Chicticay-Gualaceo"; cuentan con personería jurídica deberán adaptar sus Estatutos de acuerdo a lo establecido en el referido instructivo, y presentar a la Autoridad Única del Agua - DHS para su aprobación, dentro el plazo señalado para el efecto. De no cumplir con cualquiera de las obligaciones que adquiere como titular de una autorización uso del agua, este podrá ser objeto de las sanciones que para cada caso establece la ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, su reglamento y las Regulaciones que emitida la ARCA **Siete:** Notifíquese a la Agencia de Regulación y Control del Agua, ARCA para que en aplicación de lo dispuesto en el art. 23 lit. i) y 131 de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua, realice el control de cumplimiento de obligaciones contempladas en la presente resolución de autorización de uso del agua. **Ocho:** La presente resolución no es definitiva en sede administrativa, por lo que podrá ser recurrida potestativamente, a elección del recurrente, en reposición ante el Subsecretario de la Demarcación Hidrográfica del Santiago, o ser impugnada directamente en apelación ante el Secretario del Agua dentro el plazo de 15 días contado a partir del día siguiente al de la notificación con la presente resolución. **Nueve:** Inscríbase en el Registro Público del Agua, conforme lo establece el artículo 24 lit. b) de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y aprovechamiento del agua. Continuará actuando como secretario ad-hoc, el Dr. Ángel Calle F., profesional que debe cumplir con la notificación del contenido de la resolución administrativa que antecede, a efectos de que lo dispuesto surta efecto jurídico.- Notifíquese y cúmplase.

Dra. Janeth Priscila Alvarado Gómez
Responsable Técnico del Centro de Atención al Ciudadano Zonal Cuenca de la Demarcación Hidrográfica de Santiago

7. Características Hidráulicas del Canal

Proyecto: **Rediseño del Sistema de Riego Chicticay-Paute**

Ubicación:

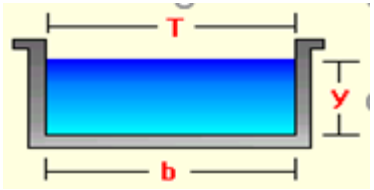
Provincia: **Azuay** **Cantón:** **Paute**

Q = Caudal en m³/s.
b = Ancho solera en m.
Z = Talud.
n = Rugosidad.
S = Pendiente en m/m.
Y = Tirante normal en m.
H = Altura de Canal en m.

A = Area hidraulica en m².
T = Espejo de agua en m.
F = Número Froud.
P = Perímetro en m.
R = Radio hidraulico en m.
V = Velocidad en m/s.
E = Energía Específica en m-kg/kg.

TIPO	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS						
	b (m)	B (m)	H (m)	z	e (m)	n	L (m)
2	0.80	-	1.00	0.014	0.10	0.014	17,067.00
Longitud Total							17,067.00

TIPO DE REVESTIMIENTO		
Tierra	1	0.035
Concreto	2	0.014
Emboq.	3	0.025



TRAMO	Long. (m)	TIPO (1),(2),(3)	Q (m³/s)	b (m)	Z	n	S (m/m)	Y (m)	A (m²)	T (m)	F
km. 0+000 a km. 2+156	2156.00	2	0.6000	0.80	0.00	0.014	0.0016	0.6576	0.5261	0.8000	0.4490
km. 2+156 a km. 4+900	2744.00	2	0.2758	0.60	0.00	0.014	0.0016	0.4892	0.2935	0.6000	0.4289
km. 4+900 a km. 6+350	1450.00	2	0.2679	0.60	0.00	0.014	0.0103	0.2367	0.1420	0.6000	1.2376
km. 6+350 a km. 8+740	2390.00	2	0.2341	0.50	0.00	0.014	0.0021	0.4782	0.2391	0.5000	0.4520
km. 8+740 a km. 10+260	1520.00	2	0.1863	0.40	0.00	0.014	0.0072	0.3118	0.1247	0.4000	0.8541
km. 10+260 a km. 13+940	3680.00	2	0.1753	0.40	0.00	0.014	0.0063	0.3149	0.1260	0.4000	0.7916
km. 13+940 a km. 17+067	3127.00	2	0.1330	0.40	0.00	0.014	0.0026	0.3609	0.1444	0.4000	0.4896

TRAMO	P (m)	R (m)	V (m/s)	E (m-kg/kg)	f (m)	H´ (m)	H asumido (m)	Flujo	Tipo de Revestimiento	ESPESOR (m)	Tipo de Canal
km. 0+000 a km. 2+156	2.1152	0.2487	1.1405	0.7239	0.219	0.877	1.00	Subcritico	En C°S° Tarrajeado	0.10	C°S° fc=210 kg/cm2
km. 2+156 a km. 4+900	1.5785	0.1860	0.9396	0.5342	0.163	0.652	0.70	Subcritico	En C°S° Tarrajeado	0.10	C°S° fc=210 kg/cm2
km. 4+900 a km. 6+350	1.0735	0.1323	1.8860	0.4180	0.079	0.316	0.70	Supercritico	En C°S° Tarrajeado	0.10	C°S° fc=210 kg/cm2
km. 6+350 a km. 8+740	1.4564	0.1642	0.9791	0.5271	0.159	0.638	0.50	Subcritico	En C°S° Tarrajeado	0.10	C°S° fc=210 kg/cm2
km. 8+740 a km. 10+260	1.0236	0.1218	1.4938	0.4255	0.104	0.416	0.40	Subcritico	En C°S° Tarrajeado	0.10	C°S° fc=210 kg/cm2
km. 10+260 a km. 13+940	1.0299	0.1223	1.3915	0.4136	0.105	0.420	0.40	Subcritico	En C°S° Tarrajeado	0.10	C°S° fc=210 kg/cm2
km. 13+940 a km. 17+067	1.1219	0.1287	0.9212	0.4042	0.120	0.481	0.40	Subcritico	En C°S° Tarrajeado	0.10	C°S° fc=210 kg/cm2

8. Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL OFERENTE:	**Junta de Riego del Sistema**				
PROYECTO:	Rediseño del Sistema de Riego Chicticay Paute				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				**Hoja 1 de 11**	
RUBRO: Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m				**UNIDAD:**	m3
DETALLE:					
EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.63			0.63
SUBTOTAL M					0.63
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Peón	2	3.41	6.82	1.75	11.94
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	3.82	3.82	0.175	0.67
SUBTOTAL N					12.61
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			13.24
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %			2.65
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		**OTROS INDIRECTOS: 0.00 %**			0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			15.89
		VALOR OFERTADO			15.89

NOMBRE DEL OFERENTE: **Junta de Riego del Sistema**

PROYECTO: Rediseño del Sistema de Riego Chicticay Paute

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 2 de 11**

RUBRO: Hormigón de 210 kg/cm2 **UNIDAD:** m3

DETALLE:

EQUIPOS

Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	1.14			1.14
Concretera de 1 saco	1	3.1	3.1	1.33333	4.13
Vibrador Weber a gasolina	1	1.77	1.77	1.33333	2.36
SUBTOTAL M					7.63

MANO DE OBRA

Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Albañil	1	3.45	3.45	1.33333	4.6
Peón	4	3.41	13.64	1.33333	18.19
SUBTOTAL N					22.79

MATERIALES

Descripción	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Cemento Portland Tipo I	saco 50 kg	8	7.25	58
Arena (P. Suelto=1,460 kg/m3 aprox.)	m3	0.8	16	12.8
Grava (P. Suelto=1,551 kg/m3 aprox.)	m3	1.3	18	23.4
Agua en obra (Incluye instalaciones provisionales)	litro	240	0.05	12
SUBTOTAL O				106.2

TRANSPORTE

Descripción	**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P				0

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	136.62
	INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %	27.32
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.	**OTROS INDIRECTOS: 0.00 %**	0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	163.94
	VALOR OFERTADO	163.94

NOMBRE DEL OFERENTE: **Junta de Riego del Sistema**

PROYECTO: Rediseño del Sistema de Riego Chicticay Paute

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 3 de 11**

RUBRO: Rejilla varilla sección cuadrada de 20mm (suministro y montaje) **UNIDAD:** m2

DETALLE:

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	5.00 %MO	0.34			0.34
Soldadora electrica 300 a	1	1	1	1	1
SUBTOTAL M					1.34

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	3.41	3.41	2	6.82
SUBTOTAL N					6.82

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
PLATINA 100X6MM PESO= 28,26KGX6M	u	1.3	19.21	24.97
ELECTRODO # 6011 1/8	Kg	1	2.64	2.64
Pintura esmalte	gl	0.003	16.93	0.05
SUBTOTAL O				27.66

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P				0
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			35.82
	INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %			7.16
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.	**OTROS INDIRECTOS: 0.00 %**			0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			42.98
	VALOR OFERTADO			42.98

NOMBRE DEL OFERENTE: **Junta de Riego del Sistema**

PROYECTO: Rediseño del Sistema de Riego Chicticay Paute

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 4 de 11**

RUBRO: Relleno compactado en zanjas, material de mejoramiento **UNIDAD:** m3

DETALLE:

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M					0

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL N					0

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
Material de mejoramiento puesto en obra	m3	1.3	14	18.2
Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio	m3	1	4.64	4.64
SUBTOTAL O				22.84

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P				0

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	22.84
	INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %	4.57
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.	**OTROS INDIRECTOS: 0.00 %**	0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	27.41
	VALOR OFERTADO	27.41

NOMBRE DEL OFERENTE: **Junta de Riego del Sistema**

PROYECTO: Rediseño del Sistema de Riego Chicticay Paute

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 5 de 11**

RUBRO: Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio **UNIDAD:** m3

DETALLE:

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.16			0.16
Vibroaprisionador Weber SRX65 R-3 peso 71kg	1	4.28	4.28	0.3	1.28
SUBTOTAL M					1.44

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	3.41	6.82	0.3	2.05
Operador de equipo liviano	1	3.45	3.45	0.3	1.04
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	3.82	3.82	0.03	0.11
SUBTOTAL N					3.2

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
SUBTOTAL O				0

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P				0

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4.64
	INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %	0.93
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.	**OTROS INDIRECTOS: 0.00 %**	0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	5.57
	VALOR OFERTADO	5.57

NOMBRE DEL OFERENTE: **Junta de Riego del Sistema**

PROYECTO: Rediseño del Sistema de Riego Chicticay Paute

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 6 de 11**

RUBRO: Tubería PVC d = 110 mm, U/E 1 MPA **UNIDAD:** ml

DETALLE:

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1	0.4	0.4	0.65	0.26
SUBTOTAL M					0.26

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	3.41	3.41	0.65	2.22
Plomero	1	3.45	3.45	0.65	2.24
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	3.82	3.82	0.13	0.5
SUBTOTAL N					4.96

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
Tubería PVC U/E 1 MPA 110 mm	m	1	6.7	6.7
SUBTOTAL O				6.7

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P				0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	11.92
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %	2.38
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	14.3
VALOR OFERTADO	14.3

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

NOMBRE DEL OFERENTE: **Junta de Riego del Sistema**

PROYECTO: Rediseño del Sistema de Riego Chicticay Paute

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 7 de 11**

RUBRO: Tubería PVC d = 90 mm, U/E 1 MPA **UNIDAD:** ml

DETALLE:

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1	0.4	0.4	0.5	0.2
SUBTOTAL M					0.2

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	3.41	3.41	0.5	1.71
Plomero	1	3.45	3.45	0.5	1.73
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	3.82	3.82	0.1	0.38
SUBTOTAL N					3.82

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
Tubería PVC U/E 1 MPA 90 mm	m	1	4.61	4.61
SUBTOTAL O				4.61

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P				0

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	8.63
	INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %	1.73
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.	**OTROS INDIRECTOS: 0.00 %**	0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	10.36
	VALOR OFERTADO	10.36

NOMBRE DEL OFERENTE: **Junta de Riego del Sistema**

PROYECTO: Rediseño del Sistema de Riego Chicticay Paute

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 8 de 11**

RUBRO: Reductor PVC d = 110 a 90 mm, 1 MPA **UNIDAD:** u

DETALLE:

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1	0.4	0.4	1.25	0.5
SUBTOTAL M					0.5

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	3.41	3.41	1.25	4.26
Plomero	1	3.45	3.45	1.25	4.31
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	3.82	3.82	0.25	0.96
SUBTOTAL N					9.53

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
Reductor de PVC 110 a 90 mm	u	1	18	18
SUBTOTAL O				18

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P				0

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	28.03
	INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %	5.61
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.	**OTROS INDIRECTOS: 0.00 %**	0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	33.64
	VALOR OFERTADO	33.64

NOMBRE DEL OFERENTE: **Junta de Riego del Sistema**

PROYECTO: Rediseño del Sistema de Riego Chicticay Paute

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 9 de 11**

RUBRO: Válvula de aire d = 110 mm **UNIDAD:** u

DETALLE:

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1	0.4	0.4	0.55	0.22
SUBTOTAL M					0.22

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	3.41	3.41	0.55	1.88
Plomero	1	3.45	3.45	0.55	1.9
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	3.82	3.82	0.11	0.42
SUBTOTAL N					4.2

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
Válvula de aire 110 mm	u	1	80	80
SUBTOTAL O				80

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P				0

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	84.42
	INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %	16.88
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.	**OTROS INDIRECTOS: 0.00 %**	0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	101.3
	VALOR OFERTADO	101.3

NOMBRE DEL OFERENTE: **Junta de Riego del Sistema**

PROYECTO: Rediseño del Sistema de Riego Chicticay Paute

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 10 de 11**

RUBRO: Válvula de purga d = 110 mm **UNIDAD:** u

DETALLE:

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1	0.4	0.4	0.55	0.22
SUBTOTAL M					0.22

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	3.41	3.41	0.55	1.88
Plomero	1	3.45	3.45	0.55	1.9
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	3.82	3.82	0.11	0.42
SUBTOTAL N					4.2

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
Válvula de purga	u	1	70	70
SUBTOTAL O				70

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P				0

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	74.42
	INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %	14.88
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.	**OTROS INDIRECTOS: 0.00 %**	0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	89.3
	VALOR OFERTADO	89.3

NOMBRE DEL OFERENTE: **Junta de Riego del Sistema**

PROYECTO: Rediseño del Sistema de Riego Chicticay Paute

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 11 de 11**

RUBRO: Carretillado manual de materiales **UNIDAD:** m3

DETALLE:

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.19			0.19
SUBTOTAL M					0.19

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	3.41	3.41	1	3.41
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	3.82	3.82	0.1	0.38
SUBTOTAL N					3.79

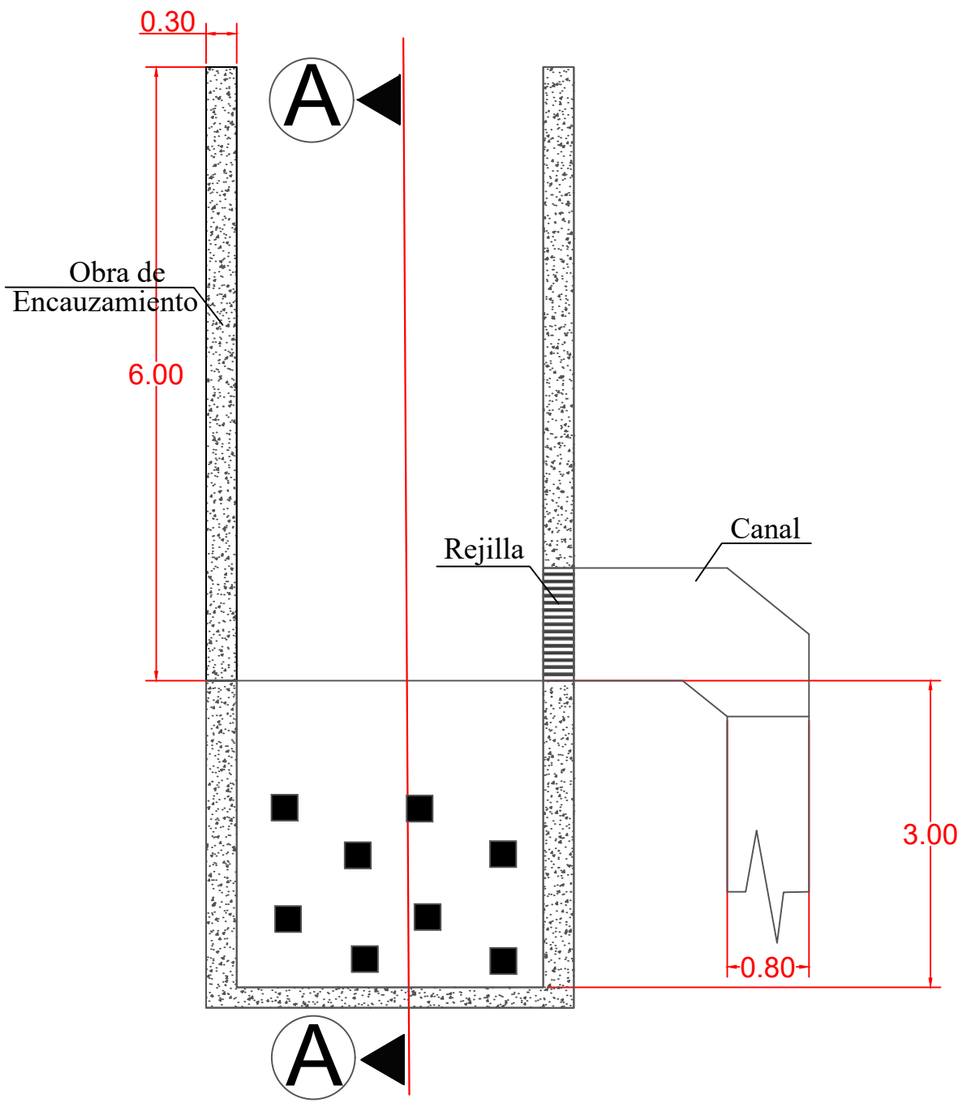
MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
SUBTOTAL O				0

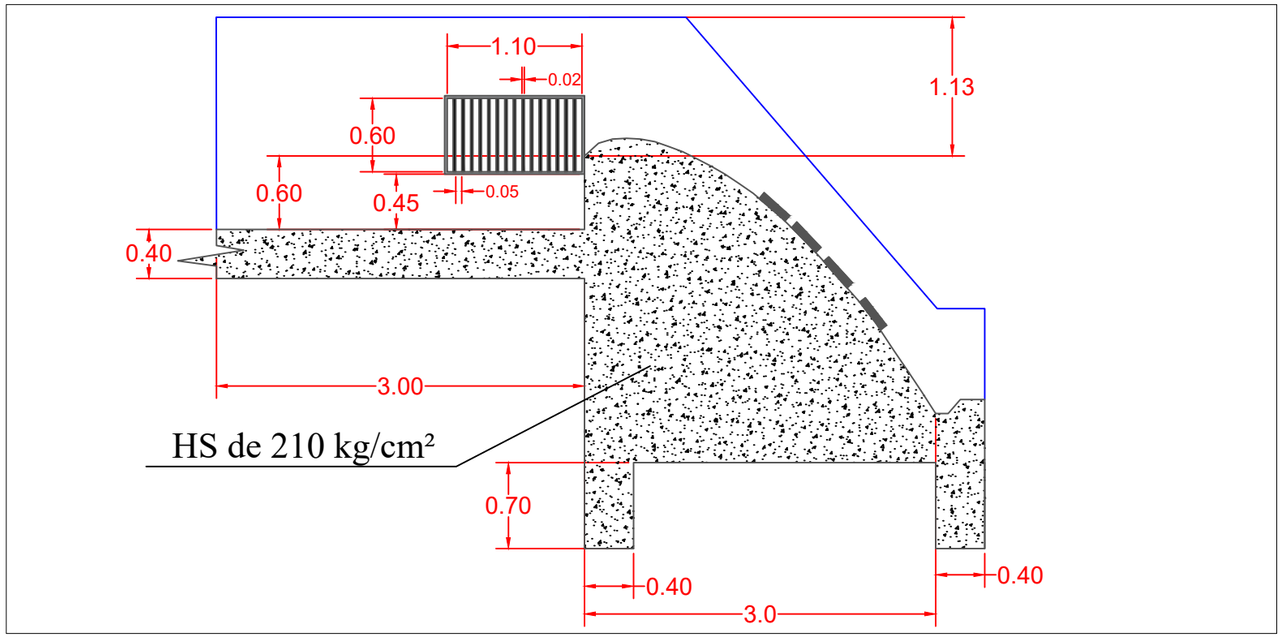
TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P				0

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.98
	INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %	0.8
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.	**OTROS INDIRECTOS: 0.00 %**	0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	4.78
	VALOR OFERTADO	4.78

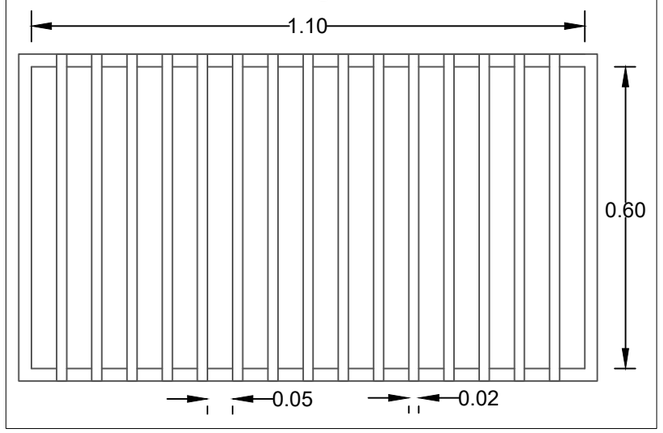


Planta Entrada de Canal y Azud
Escala: 1:60

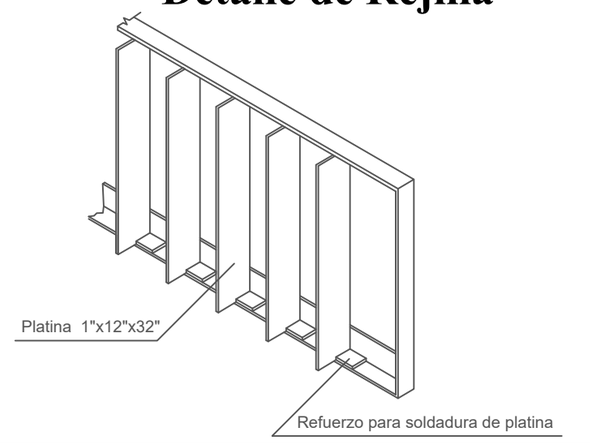


Corte A - A
Escala: 1:50

Rejilla



Detalle de Rejilla



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

PROYECTO: REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE

CONTIENE: CAPTACIÓN: AZUD Y REJILLA

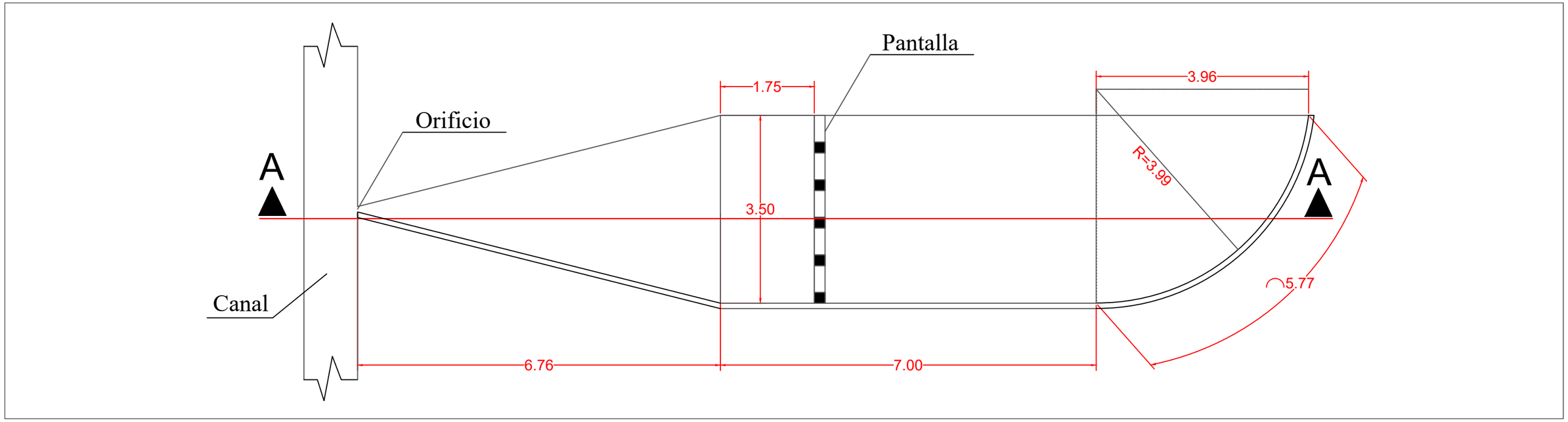
ESCALA: LAS INDICADAS

LÁMINA: 1/5

FECHA: Marzo / 2018

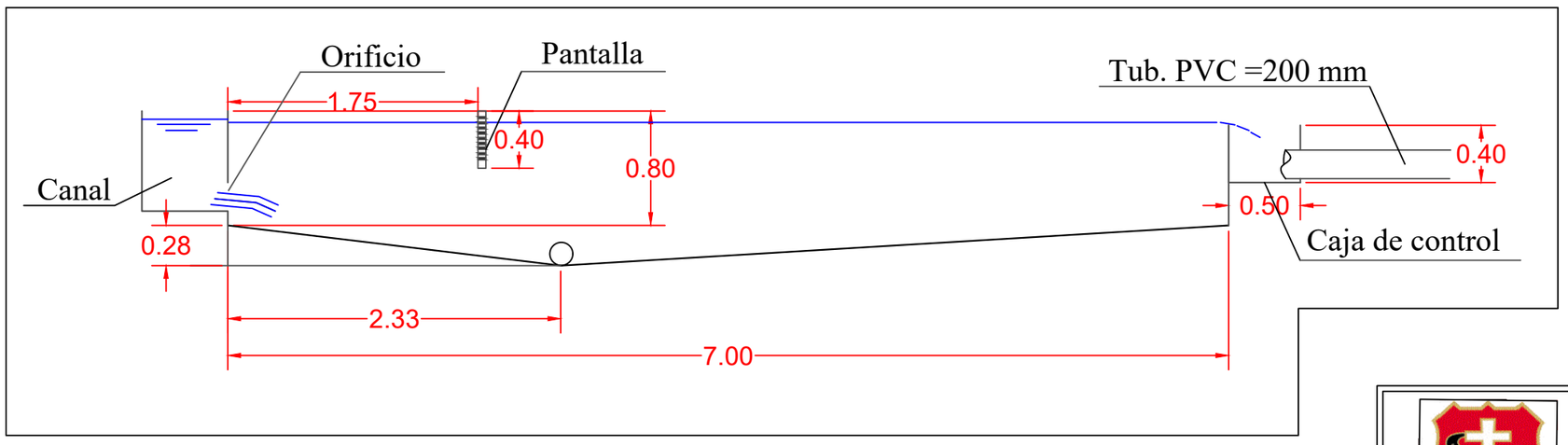
DIBUJO: Claudia Ortiz A.
Andrea Pogo B.

REVISADO POR: Ing. Diego Coronel S.



Planta Desarenador Tipo

Escala: 1:75



Corte A - A

Escala: 1:40

No. Derivador	Sector	Sección requerida de orificio (cm)	Diámetro nominal (mm)
6	La Estancia	10x10	110
8	La Estancia	15x15	125
9	El Cabo	20x20	160
12	El Cabo	20x20	200
15	La Higuera y Uzhupud	40x15	160
17	La Higuera	10x10	63
22	San Ignacio	10x10	110
24	Zhumir	15x10	110
26	Zhumir	10x10	110
28	Zhumir	10x10	110
34	Pirincay	20x10	110
35	Pirincay	20x10	110
36	Tutucán	35x10	225

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

PROYECTO: REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE

CONTIENE: Desarenador para las derivaciones No. 6, 8, 9, 12, 15, 17, 22, 24, 26, 28, 34, 35,36

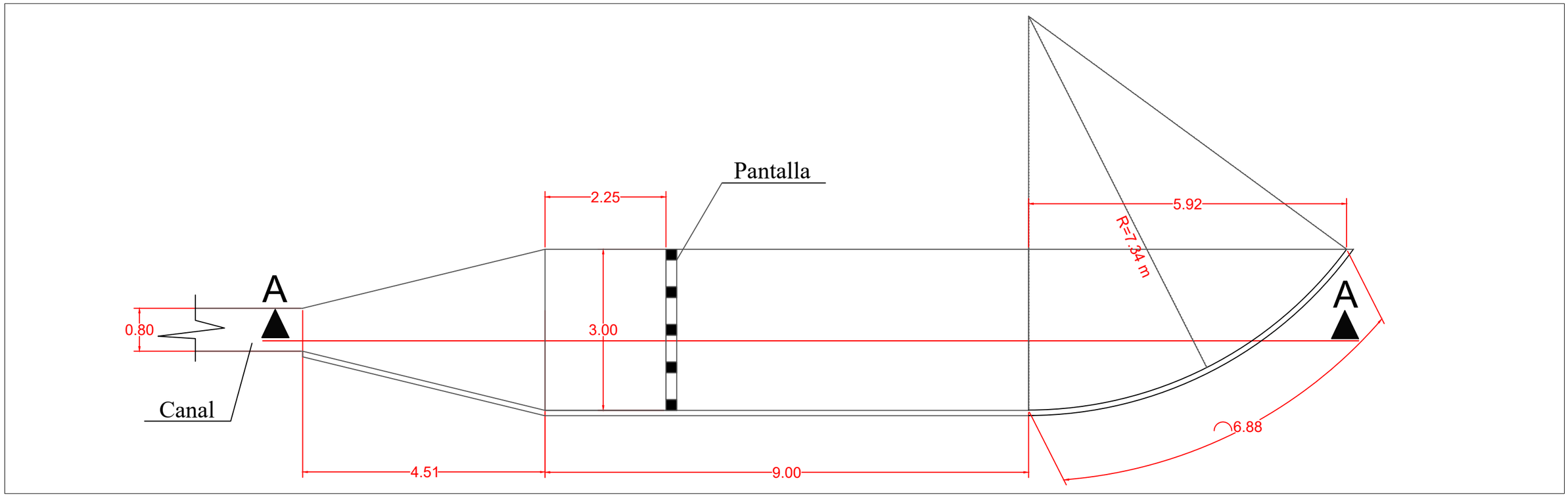
ESCALA: LAS INDICADAS

LÁMINA: 2/5

FECHA: Marzo / 2018

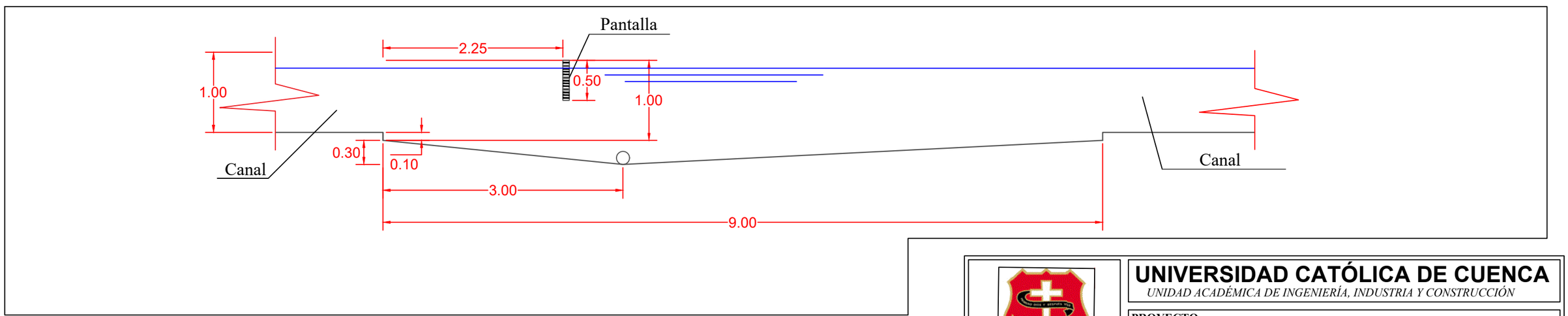
DIBUJO: Claudia Ortiz A. Andrea Pogo B.

REVISADO POR: Ing. Diego Coronel S.



Planta Desarenador

Escala: 1:75



Corte A - A

Escala: 1:50

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

PROYECTO: REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE

CONTIENE: DESARENADOR DEL CANAL UBICADO EN LA ABS. 2+140

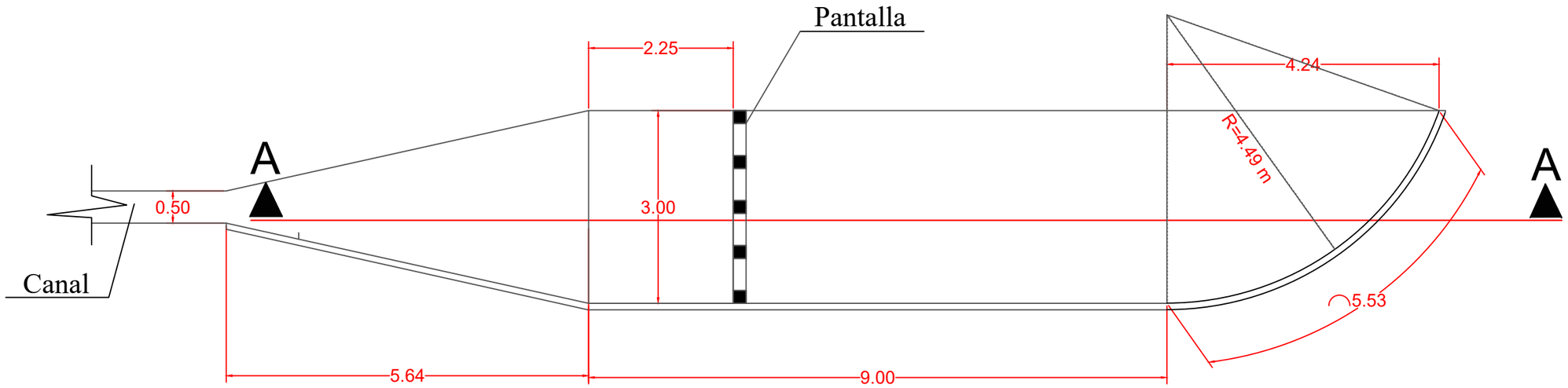
ESCALA: LAS INDICADAS

LÁMINA: 3/5

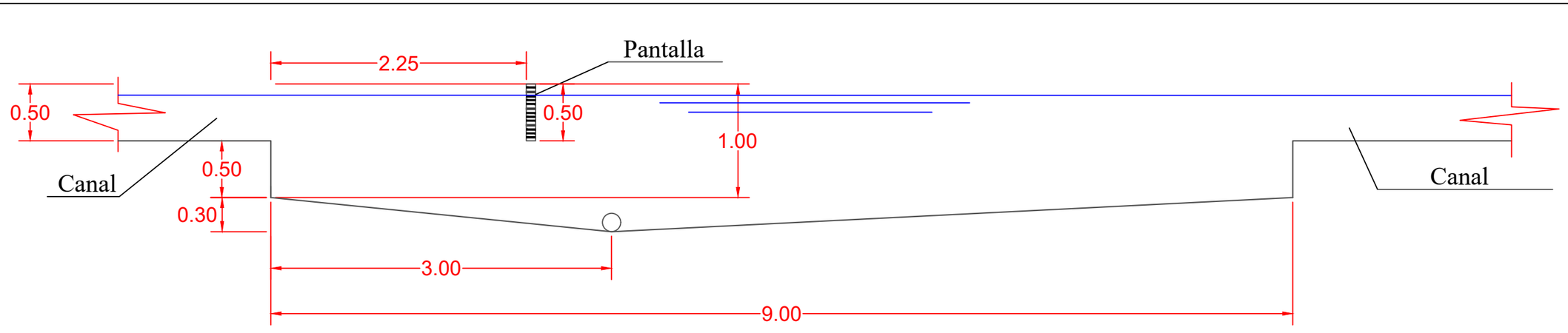
FECHA: Marzo / 2018

DIBUJO: Claudia Ortiz A. Andrea Pogo B.

REVISADO POR: Ing. Diego Coronel S.



Planta Desarenador
Escala: 1:75



Corte A - A
Escala: 1:40

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

PROYECTO: REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE

CONTIENE: DESARENADOR DEL CANAL UBICADO EN LA ABS. 8+640

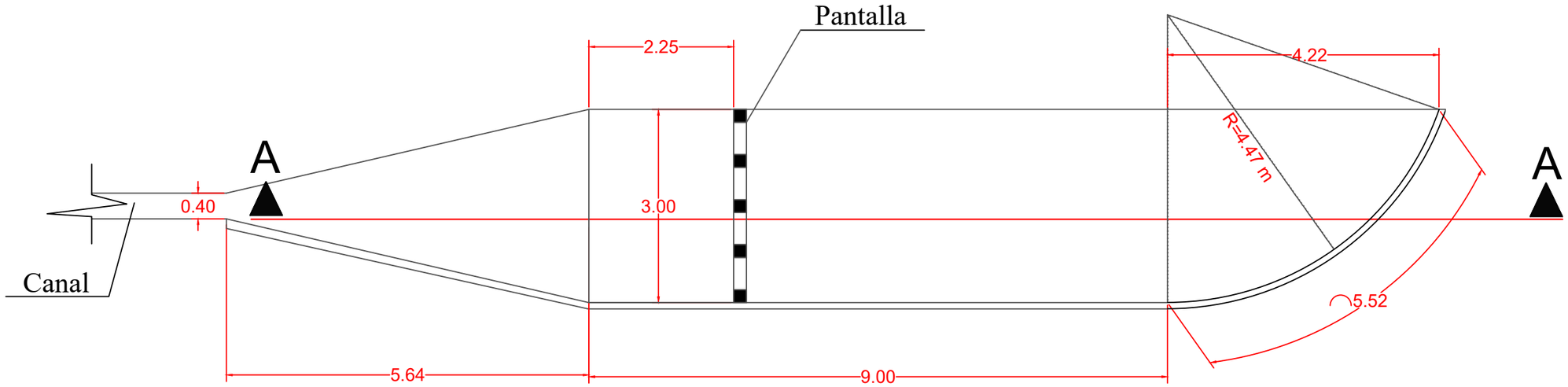
ESCALA: LAS INDICADAS

LÁMINA: 4/5

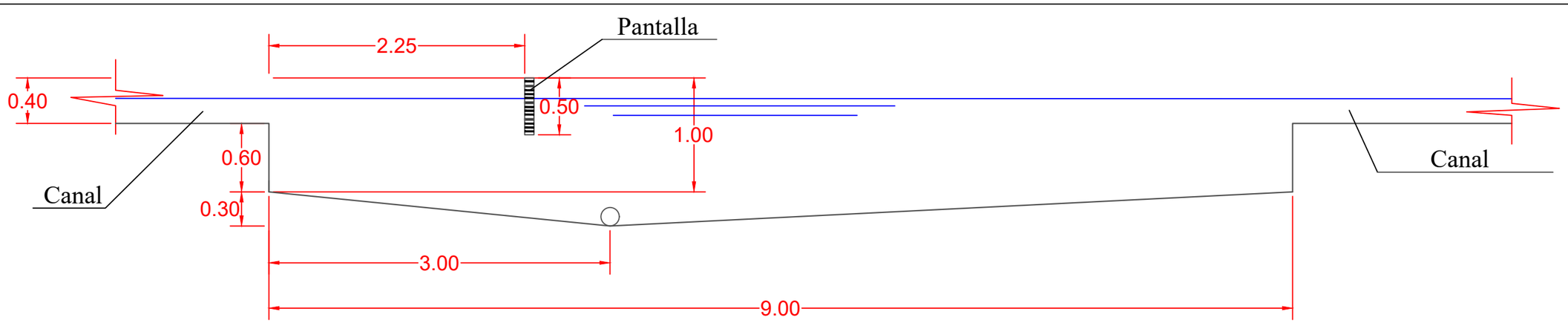
FECHA: Marzo / 2018

DIBUJO: Claudia Ortiz A., Andrea Pogo B.

REVISADO POR: Ing. Diego Coronel S.



Planta Desarenador
Escala: 1:75



Corte A - A
Escala: 1:40

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

PROYECTO: REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE

CONTIENE: DESARENADOR DEL CANAL UBICADO EN LA ABS. 12+300

ESCALA: LAS INDICADAS

LÁMINA: 5/5

FECHA: Marzo / 2018

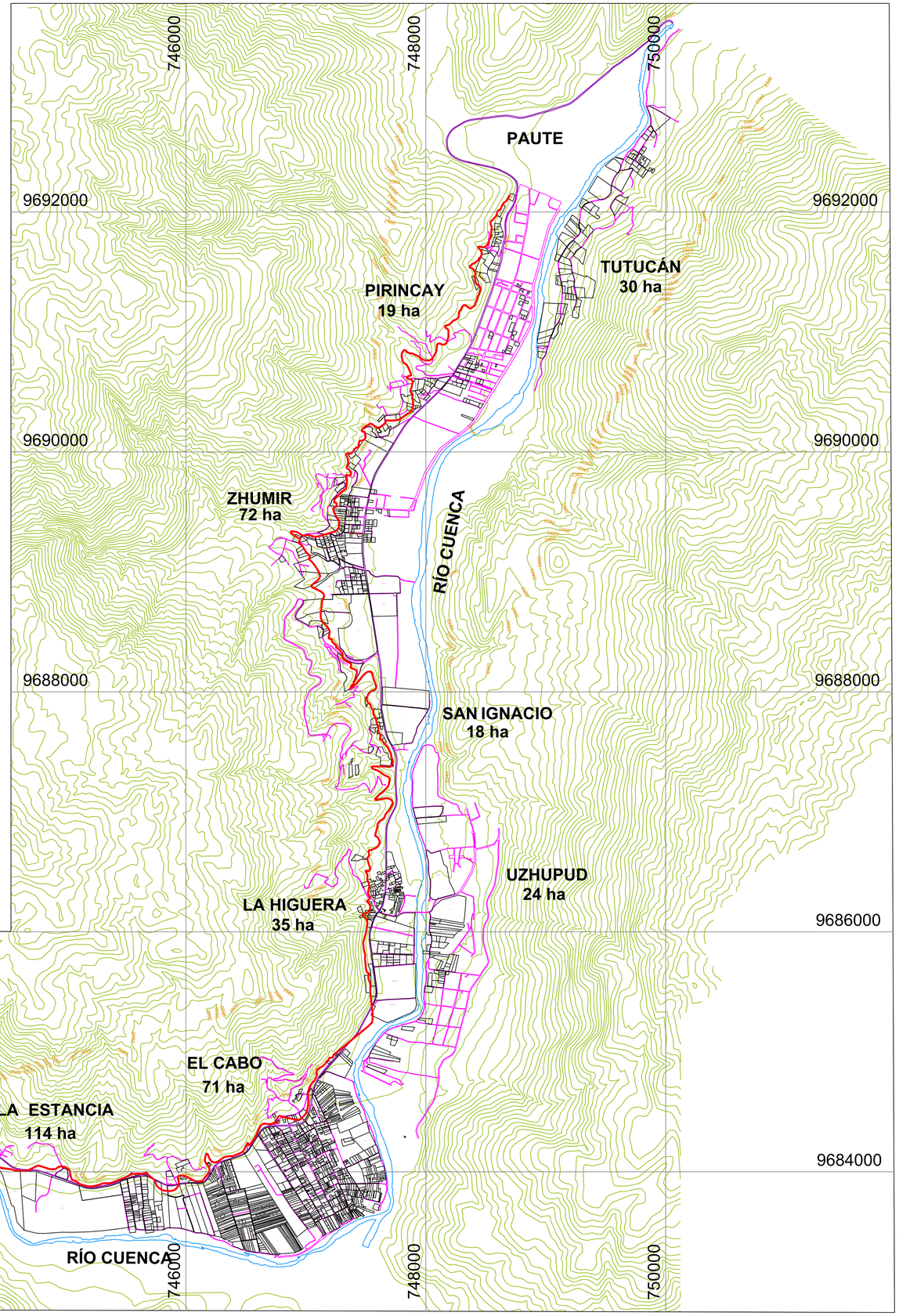
DIBUJO: Claudia Ortiz A., Andrea Pogo B.

REVISADO POR: Ing. Diego Coronel S.

ÁREAS ACTUALES		
SECTOR	**ÁREA (Ha)**	**No. TERRENOS**
La Estancia	114	362
El Cabo	71	641
La Higuera	35	122
Uzhupud	24	47
San Ignacio	18	24
Zhumir	72	188
Pirincay	19	97
Tutucán	30	68
TOTAL	382	1549

SIMBOLOGÍA

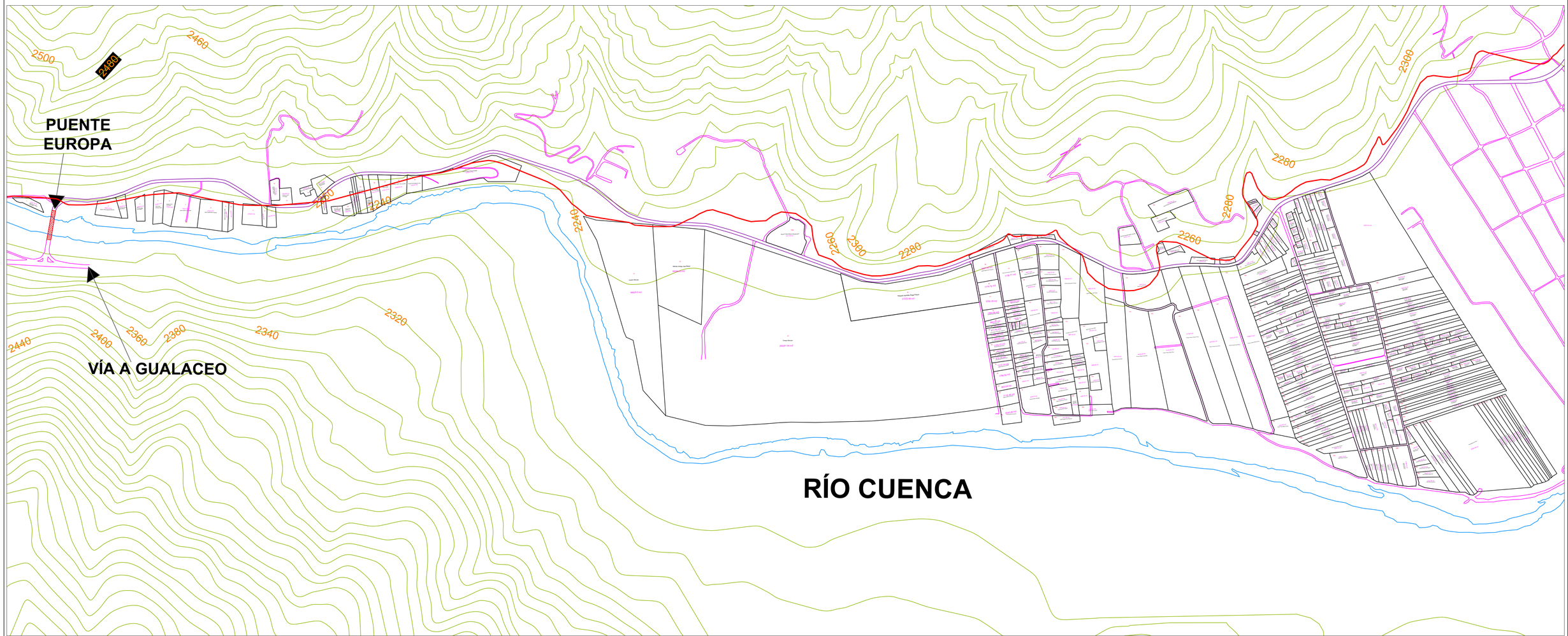
- Canal
- Terrenos
- Río
- Vía Principal
- Vía Secundaria



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Escala: 1:20000	REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY
Dibujo: CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A. ANDREA ALEJANDRA POGO B.	Revisado por: ING. DIEGO CORONEL SACOTO
Contiene: VISTA EN PLANTA DE LA ZONA DE ESTUDIO	Fecha: MARZO / 2017 Hoja: 1 de 9

ÁREA ACTUAL		
SECTOR	**ÁREA (Ha)**	**No. TERRENOS**
La Estancia	114	362

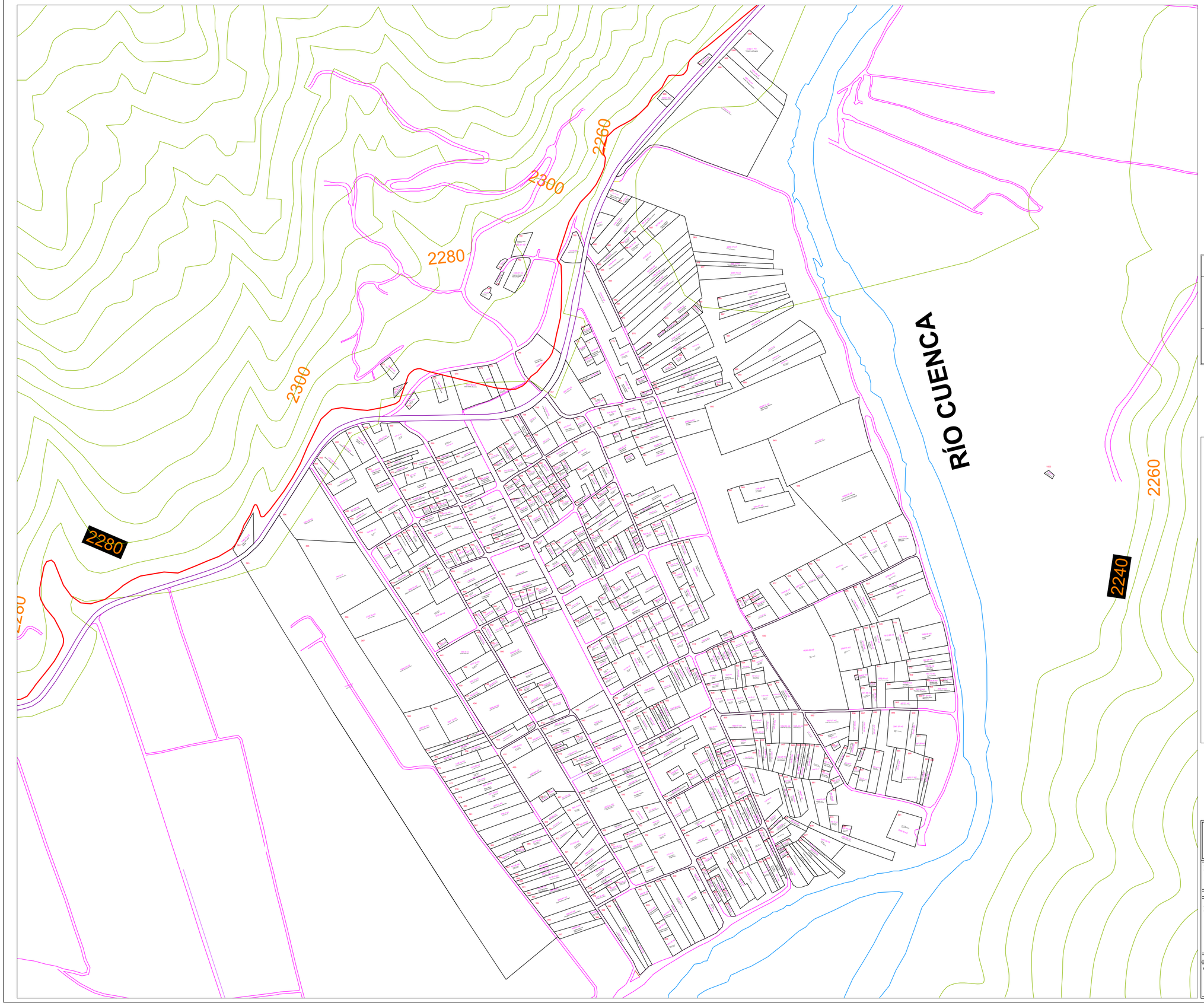


SIMBOLOGÍA

Canal — Terrenos — Río — Vía Principal — Vía Secundaria

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Escala: 1:5000	REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY
Dibujo: CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A. ANDREA ALEJANDRA POGO B.	**Revisado por:** ING. DIEGO CORONEL SACOTO
Contiene: VISTA EN PLANTA DE LA ZONA DE ESTUDIO, SECTOR LA ESTANCIA	**Fecha:** MARZO / 2017 **Hoja:** 2 de 9



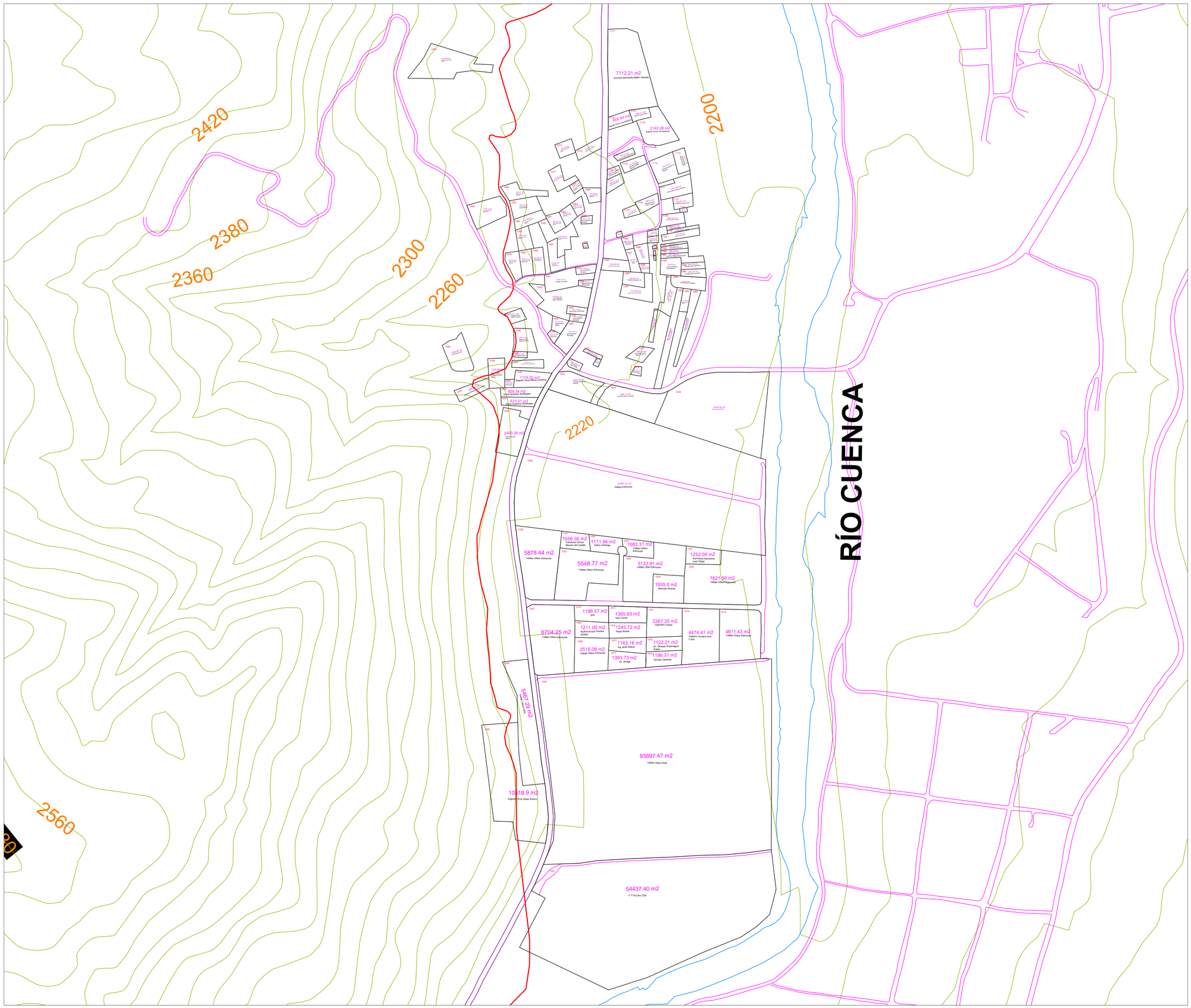
ÁREA ACTUAL		
SECTOR	**ÁREA (Ha)**	**No. TERRENOS**
El Cabo	71	641

SIMBOLOGÍA

- Canal
- Terrenos
- Río
- Vía Principal
- Vía Secundaria

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Escala: 1:3000	REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY
Dibujo: CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A. ANDREA ALEJANDRA POGO B.	**Revisado por:** ING. DIEGO CORONEL SACOTO
Contiene: VISTA EN PLANTA DE LA ZONA DE ESTUDIO, SECTOR EL CABO	**Fecha:** MARZO / 2017 **Hoja:** 3 de 9



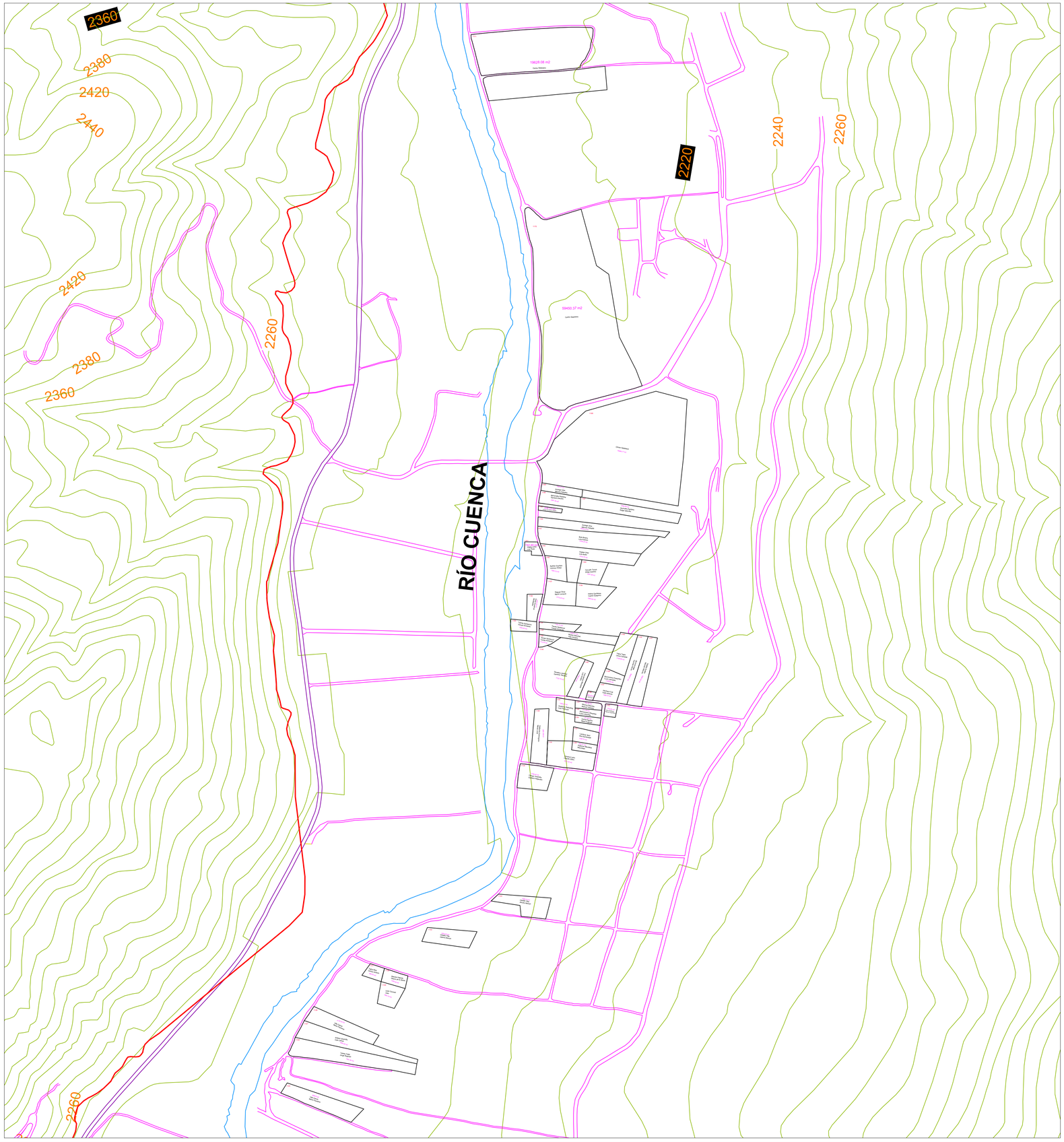
ÁREA ACTUAL		
SECTOR	**ÁREA (Ha)**	**No. TERRENOS**
La Higuera	35	122

SIMBOLOGÍA

- Canal
- Terrenos
- Río
- Vía Principal
- Vía Secundaria

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Escala: 1:2500	REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY
Dibujo: CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A. ANDREA ALEJANDRA POGO B.	**Revisado por:** ING. DIEGO CORONEL SACOTO
Contiene: VISTA EN PLANTA DE LA ZONA DE ESTUDIO, SECTOR LA HIGUERA	**Fecha:** MARZO / 2017 **Hoja:** 4 de 9



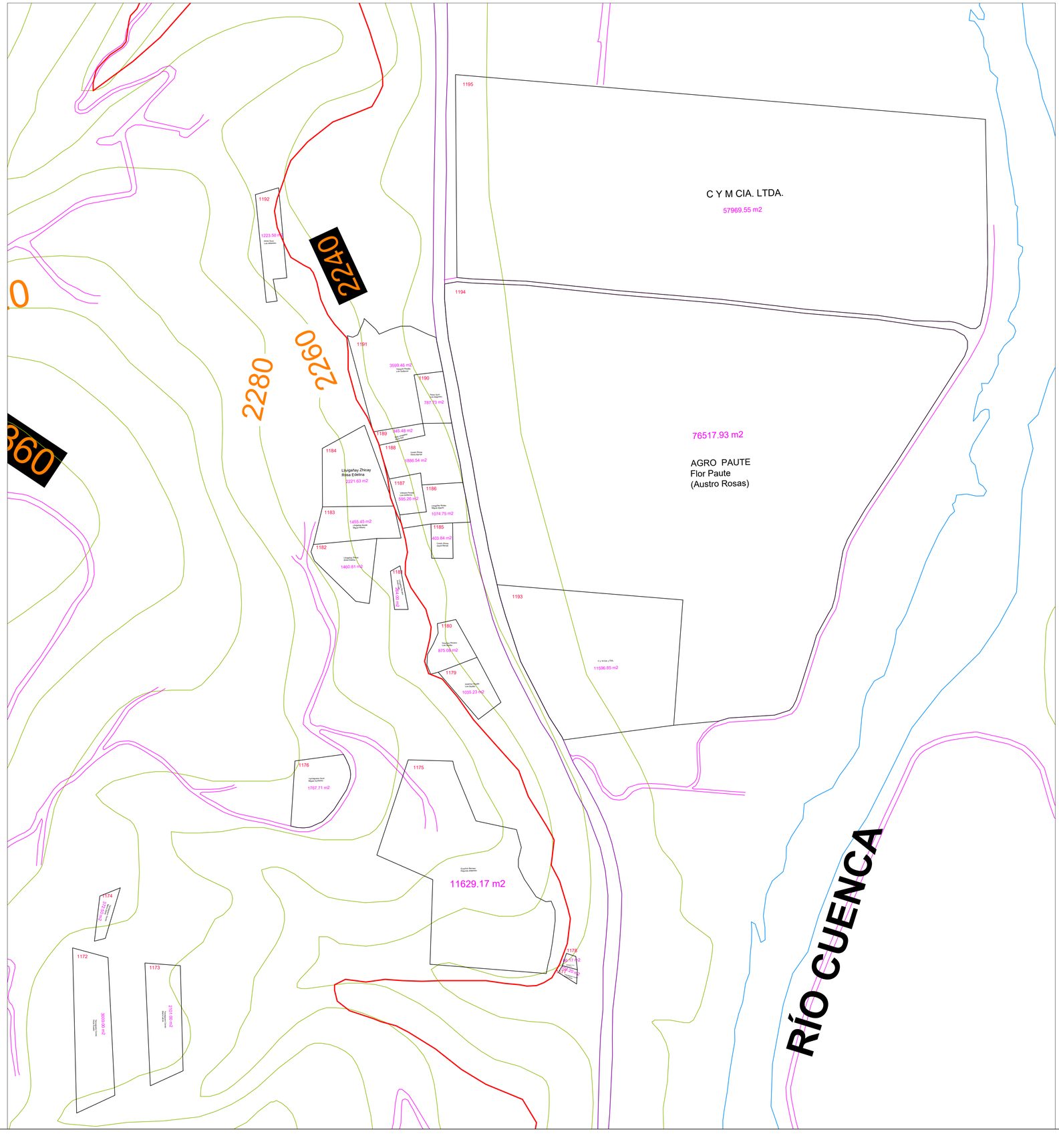
ÁREA ACTUAL		
SECTOR	**ÁREA (Ha)**	**No. TERRENOS**
Uzhupud	24	47

SIMBOLOGÍA

- **Canal**
- **Terrenos**
- **Río**
- **Vía Principal**
- **Vía Secundaria**

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Escala: 1:5000	**REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE** CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY
Dibujo: CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A. ANDREA ALEJANDRA POGO B.	**Revisado por:** ING. DIEGO CORONEL SACOTO
Contiene: VISTA EN PLANTA DE LA ZONA DE ESTUDIO, SECTOR UZHUPUD	**Fecha:** MARZO / 2017 **Hoja:** 5 de 9



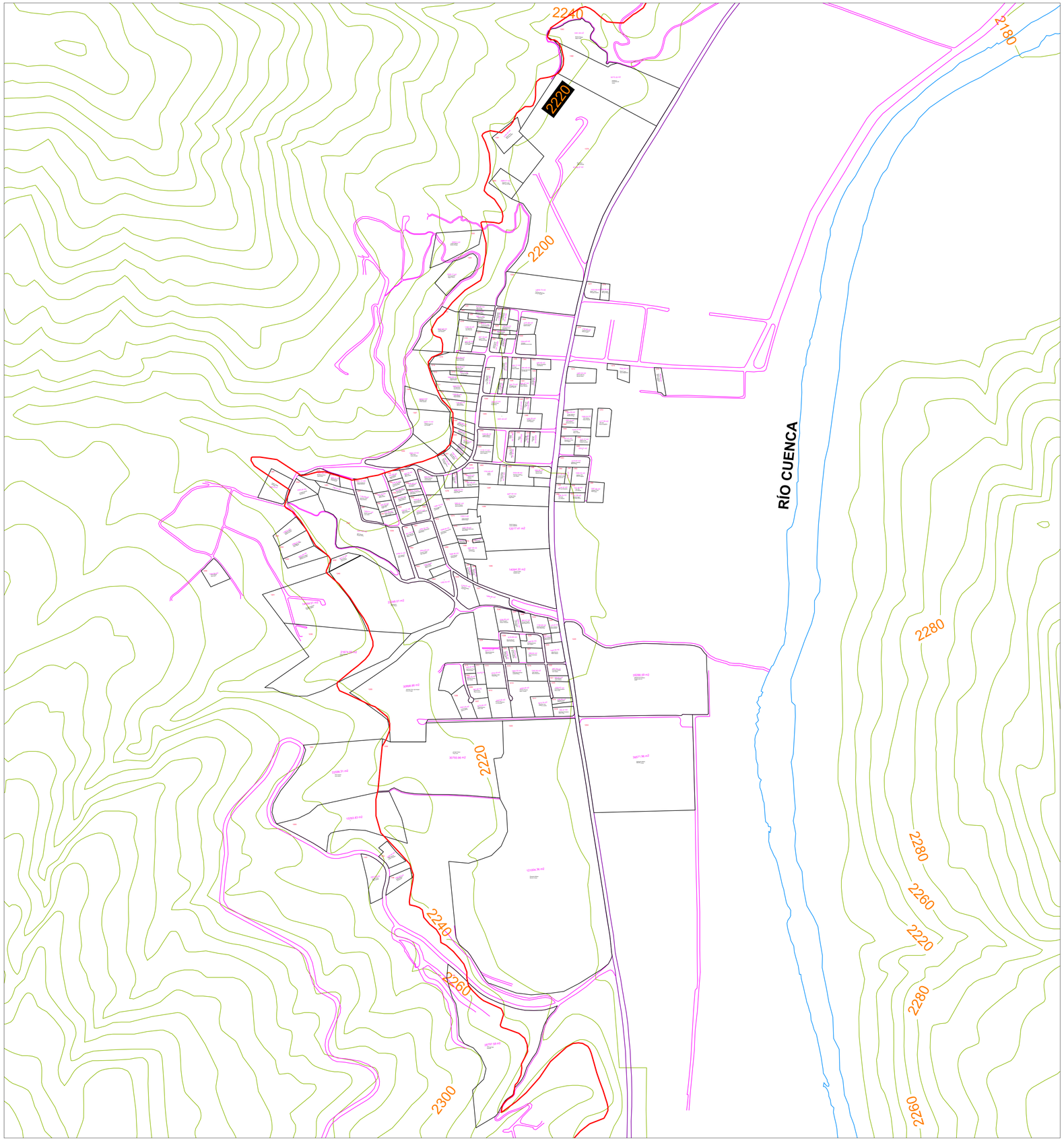
ÁREA ACTUAL		
SECTOR	**ÁREA (Ha)**	**No. TERRENOS**
San Ignacio	18	24

SIMBOLOGÍA

- Canal
- Terrenos
- Río
- Vía Principal
- Vía Secundaria

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Escala: 1:1500	REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY
Dibujo: CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A. ANDREA ALEJANDRA POGO B.	**Revisado por:** ING. DIEGO CORONEL SACOTO
Contiene: VISTA EN PLANTA DE LA ZONA DE ESTUDIO, SECTOR SAN IGNACIO	**Fecha:** MARZO / 2017 **Hoja:** 6 de 9



ÁREA ACTUAL		
SECTOR	**ÁREA (Ha)**	**No. TERRENOS**
Zhumir	72	188

SIMBOLOGÍA

- **Canal**
- **Terrenos**
- **Río**
- **Vía Principal**
- **Vía Secundaria**

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Escala: 1:4000

REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE
CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY

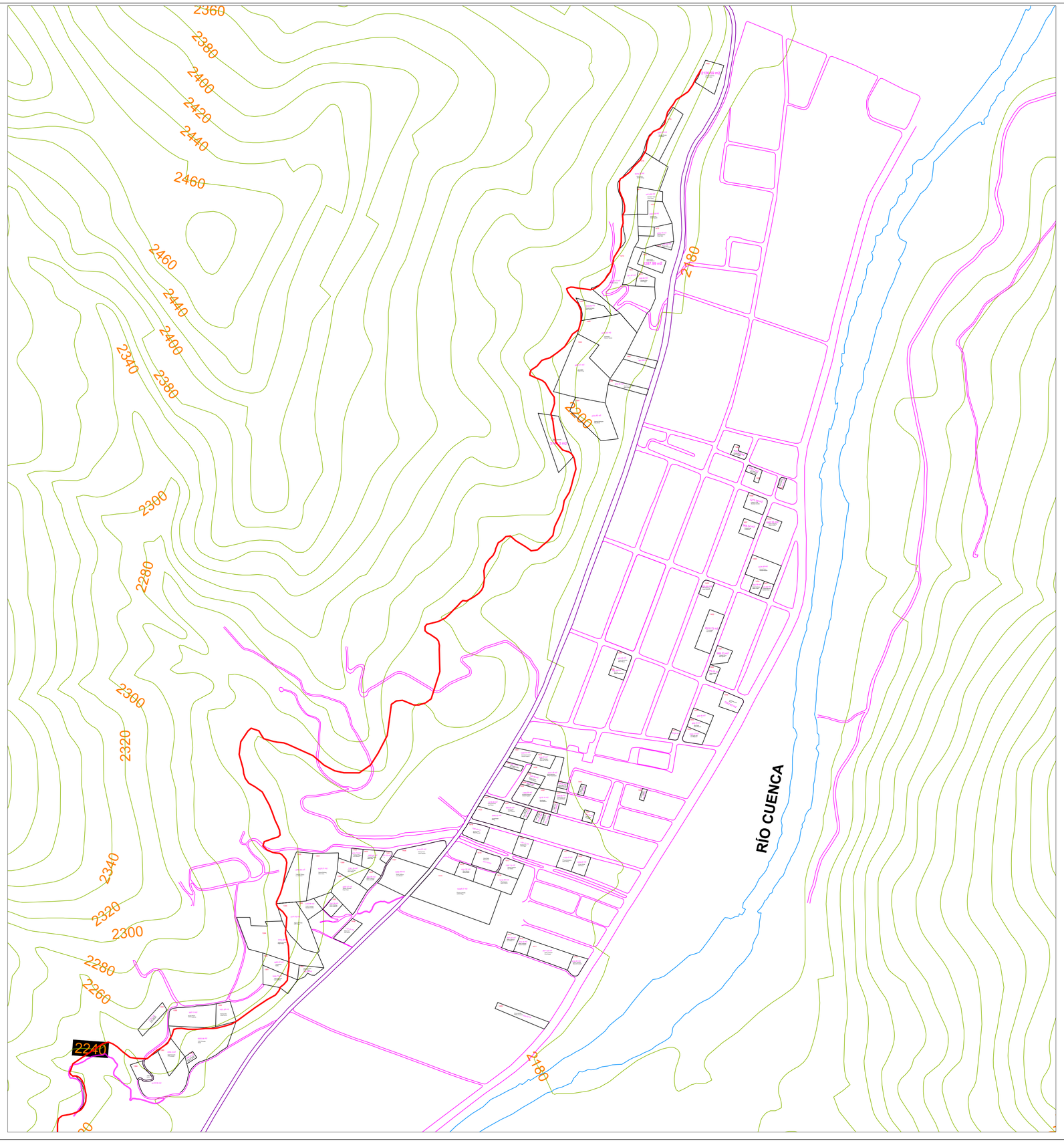
Dibujo:
CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A.
ANDREA ALEJANDRA POGO B.

Revisado por:
ING. DIEGO CORONEL SACOTO

Contiene:
VISTA EN PLANTA DE LA ZONA DE ESTUDIO, SECTOR ZHUMIR

Fecha: MARZO / 2017

Hoja: 7 de 9



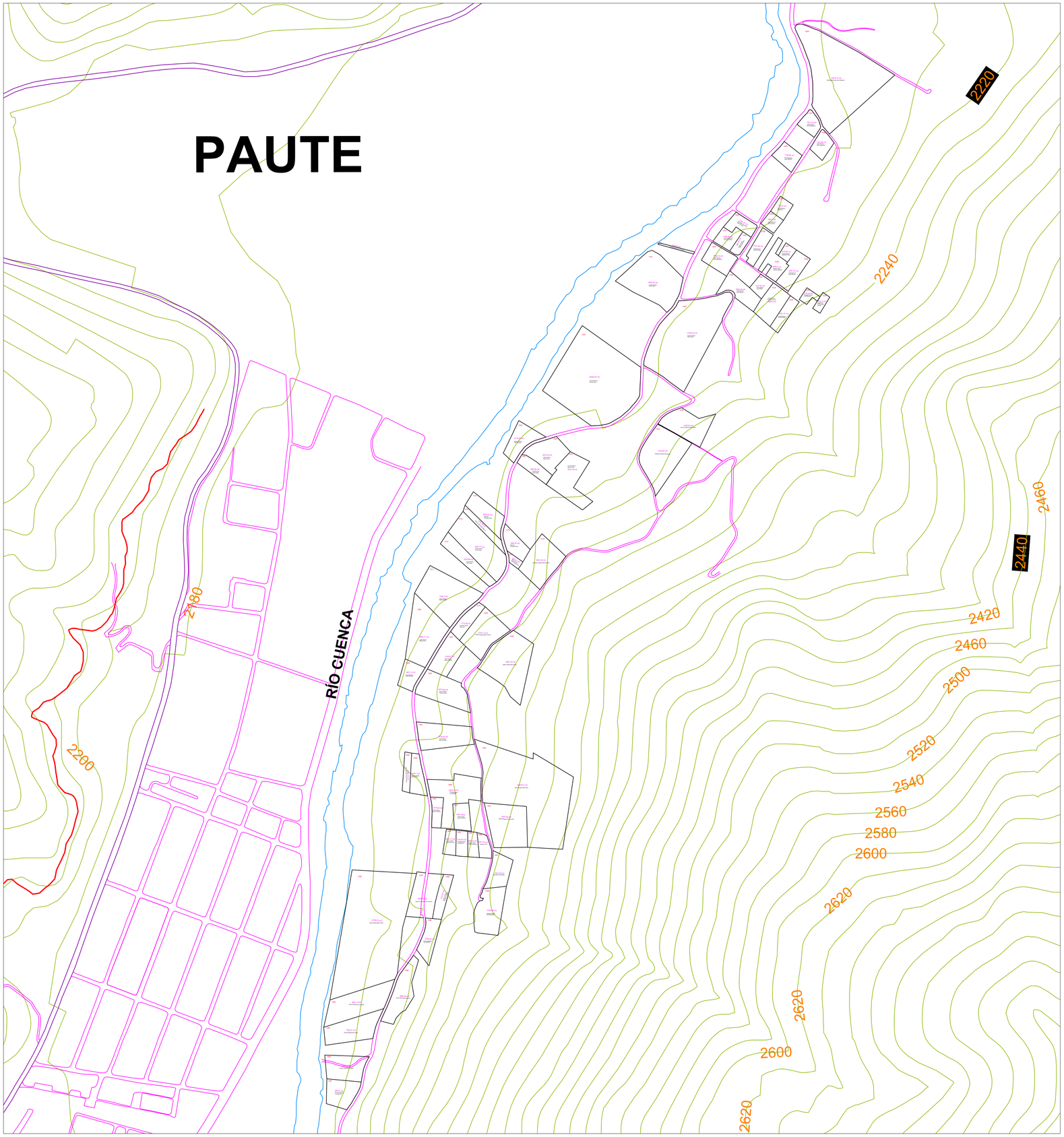
ÁREA ACTUAL		
SECTOR	**ÁREA (Ha)**	**No. TERRENOS**
Pirincay	19	97

SIMBOLOGÍA

- **Canal**
- **Terrenos**
- **Río**
- **Vía Principal**
- **Vía Secundaria**

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Escala: 1:4000	REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY
Dibujo: CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A. ANDREA ALEJANDRA POGO B.	**Revisado por:** ING. DIEGO CORONEL SACOTO
Contiene: VISTA EN PLANTA DE LA ZONA DE ESTUDIO, SECTOR PIRINCAY	**Fecha:** MARZO / 2017 **Hoja:** 8 de 9



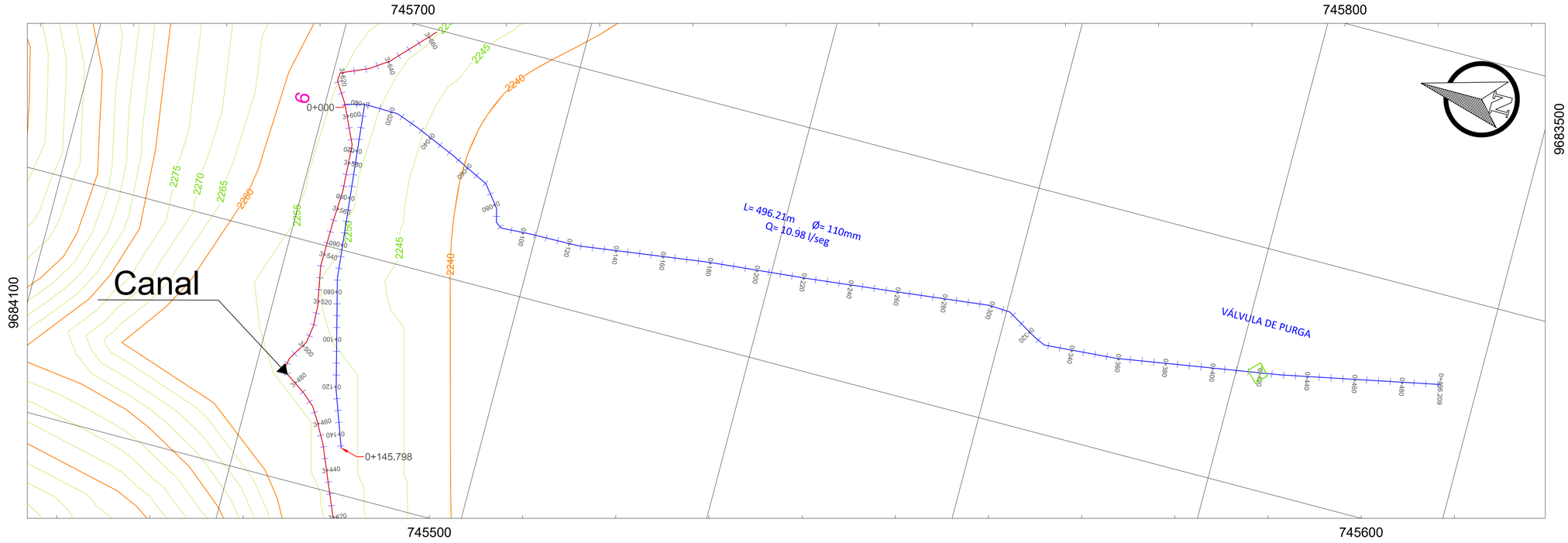
ÁREA ACTUAL		
SECTOR	**ÁREA (Ha)**	**No. TERRENOS**
Tutucán	30	68

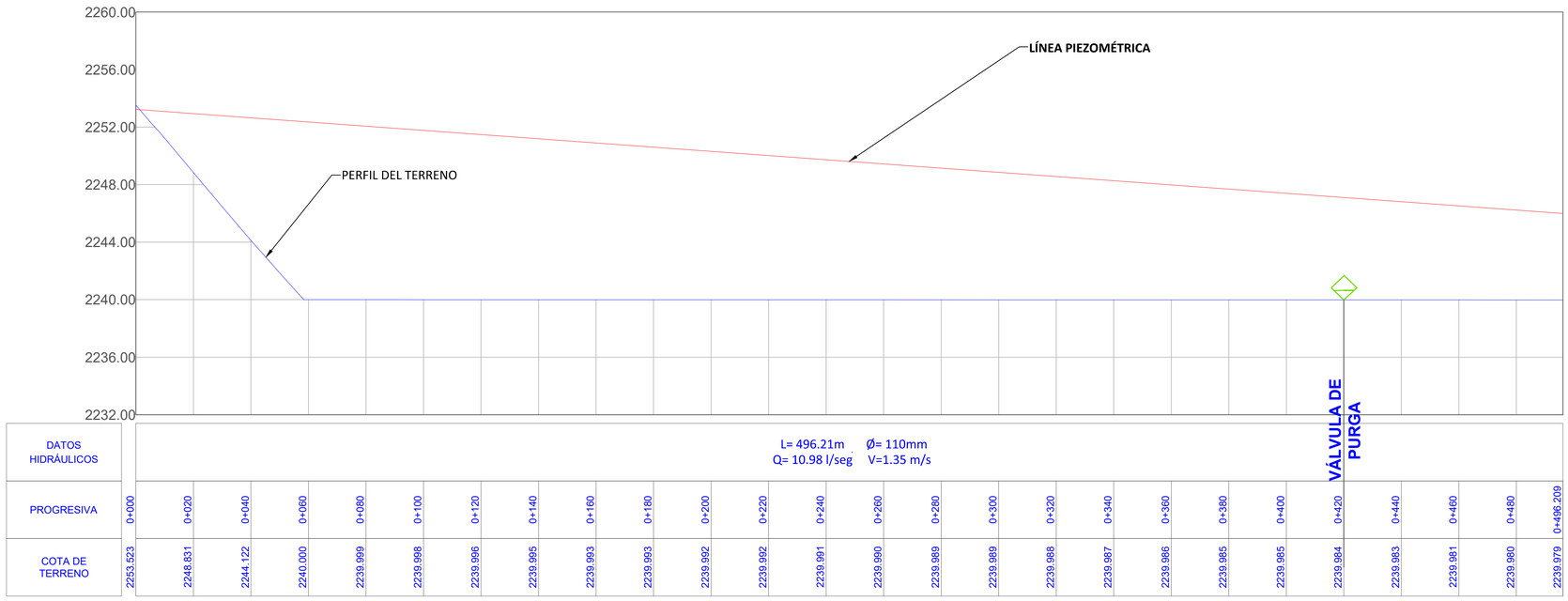
SIMBOLOGÍA

- Canal
- Terrenos
- Río
- Vía Principal
- Vía Secundaria

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Escala: 1:4000	REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY
Dibujo: CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A. ANDREA ALEJANDRA POGO B.	**Revisado por:** ING. DIEGO CORONEL SACOTO
Contiene: VISTA EN PLANTA DE LA ZONA DE ESTUDIO, SECTOR TUTUCÁN	**Fecha:** MARZO / 2017 **Hoja:** 9 de 9

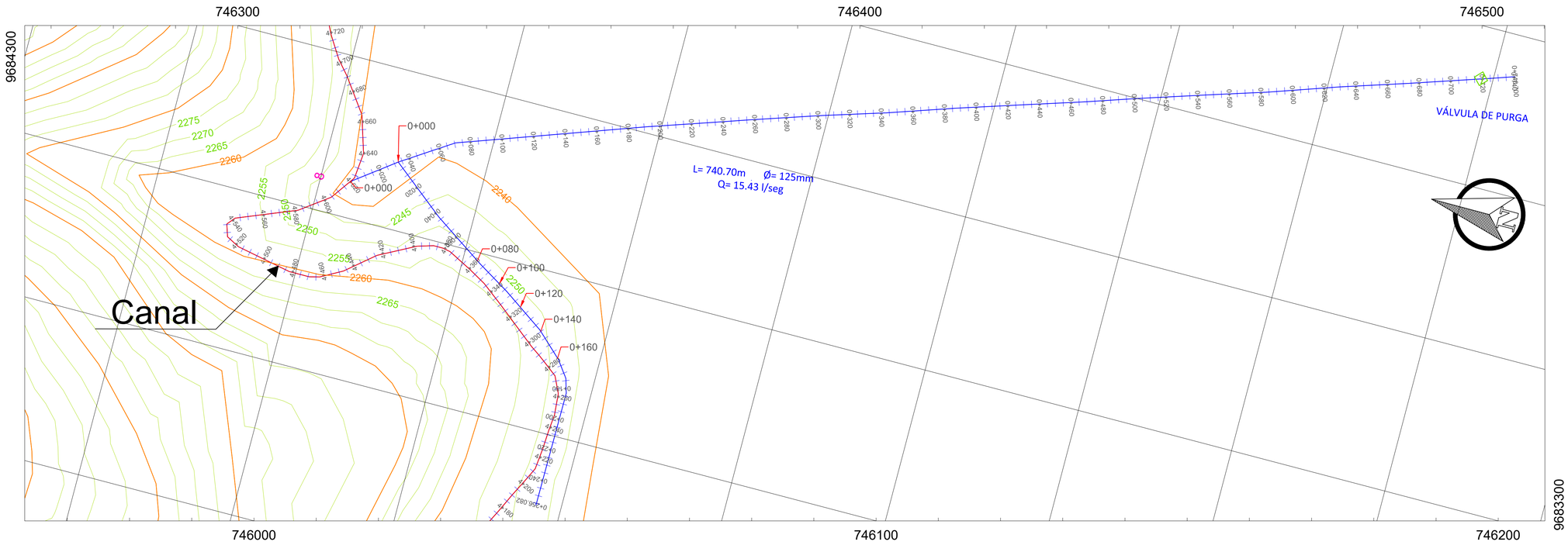


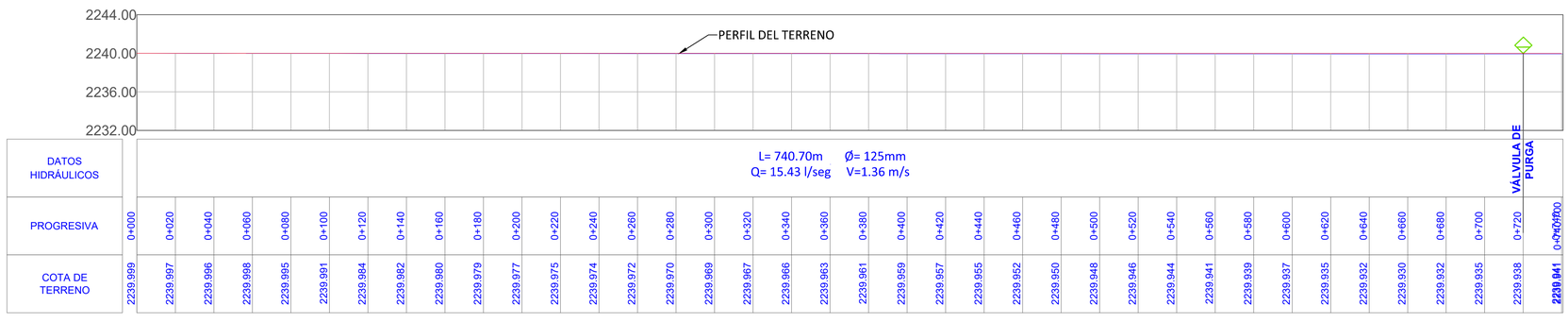


DATOS HIDRÁULICOS	L= 496.21m Ø= 110mm Q= 10.98 l/seg V=1.35 m/s																								
PROGRESIVA	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+480	0+496.209
COTA DE TERRENO	2253.523	2248.831	2244.122	2240.000	2239.999	2239.998	2239.996	2239.995	2239.993	2239.993	2239.992	2239.992	2239.991	2239.990	2239.989	2239.989	2239.988	2239.987	2239.986	2239.985	2239.985	2239.984	2239.983	2239.981	2239.980	2239.979

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

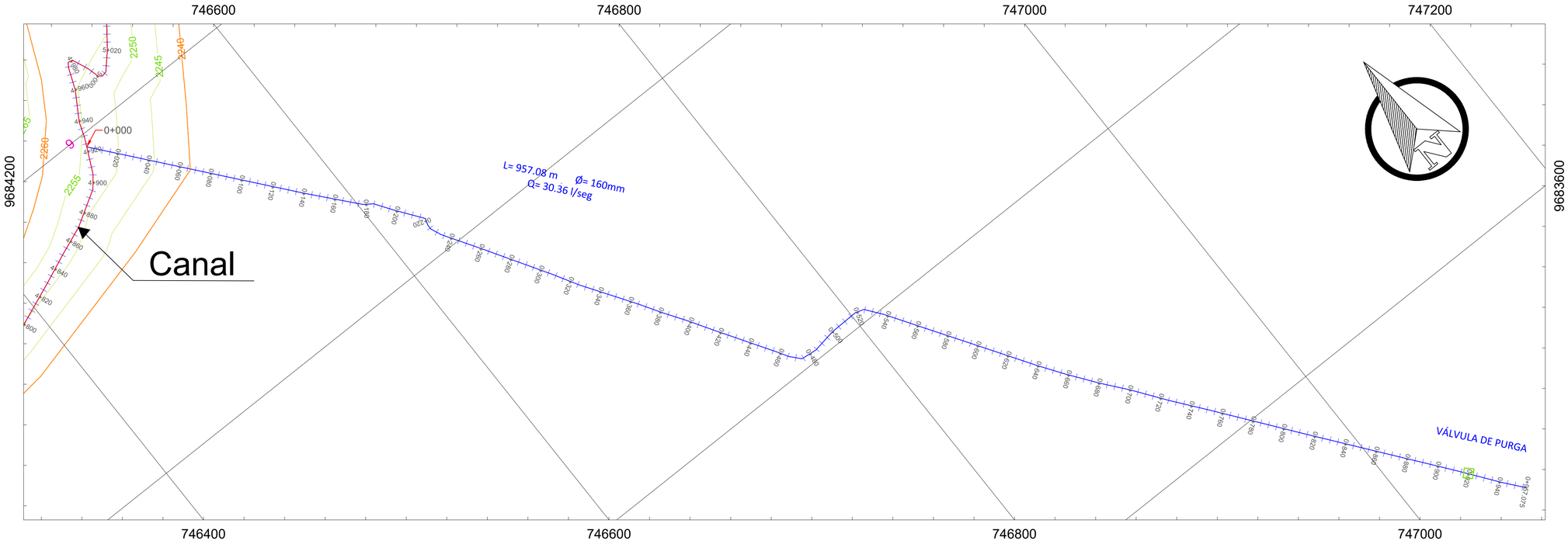
Escala: 1:1000	REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY
Dibujo: CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A. ANDREA ALEJANDRA POGO B.	**Revisado por:** ING. DIEGO CORONEL SACOTO
Contiene: PERFIL LONGITUDINAL DEL DERIVADOR No. 6 DEL SECTOR LA ESTANCIA	**Fecha:** MARZO / 2017 **Hoja:** 1 de 12

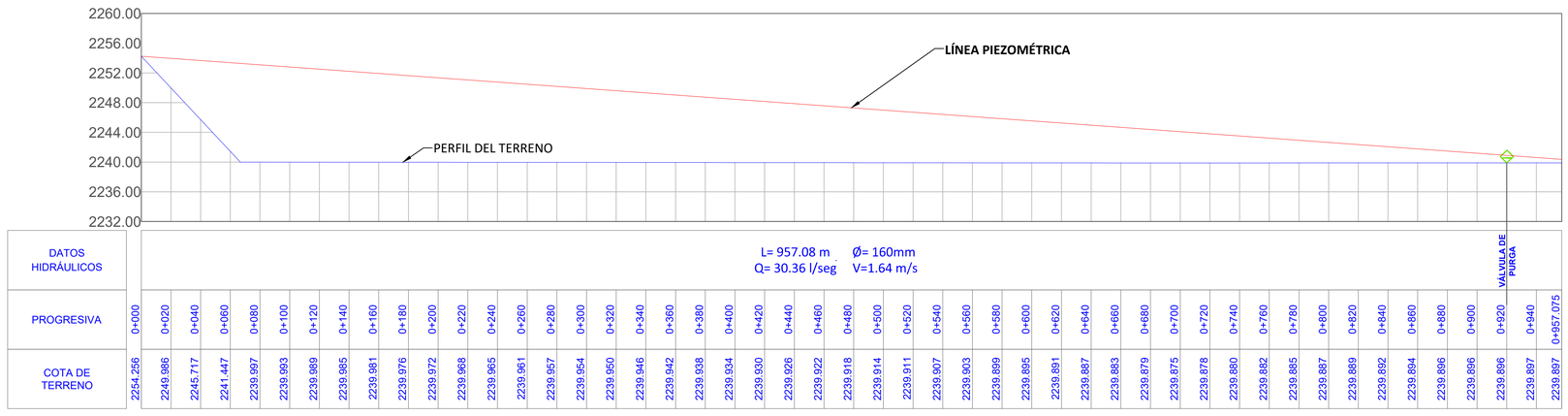




UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Escala: 1:1500	REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY
Dibujo: CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A. ANDREA ALEJANDRA POGO B.	**Revisado por:** ING. DIEGO CORONEL SACOTO
Contiene: PERFIL LONGITUDINAL DEL DERIVADOR No. 8 DEL SECTOR LA ESTANCIA	**Fecha:** MARZO / 2017 **Hoja:** 2 de 12



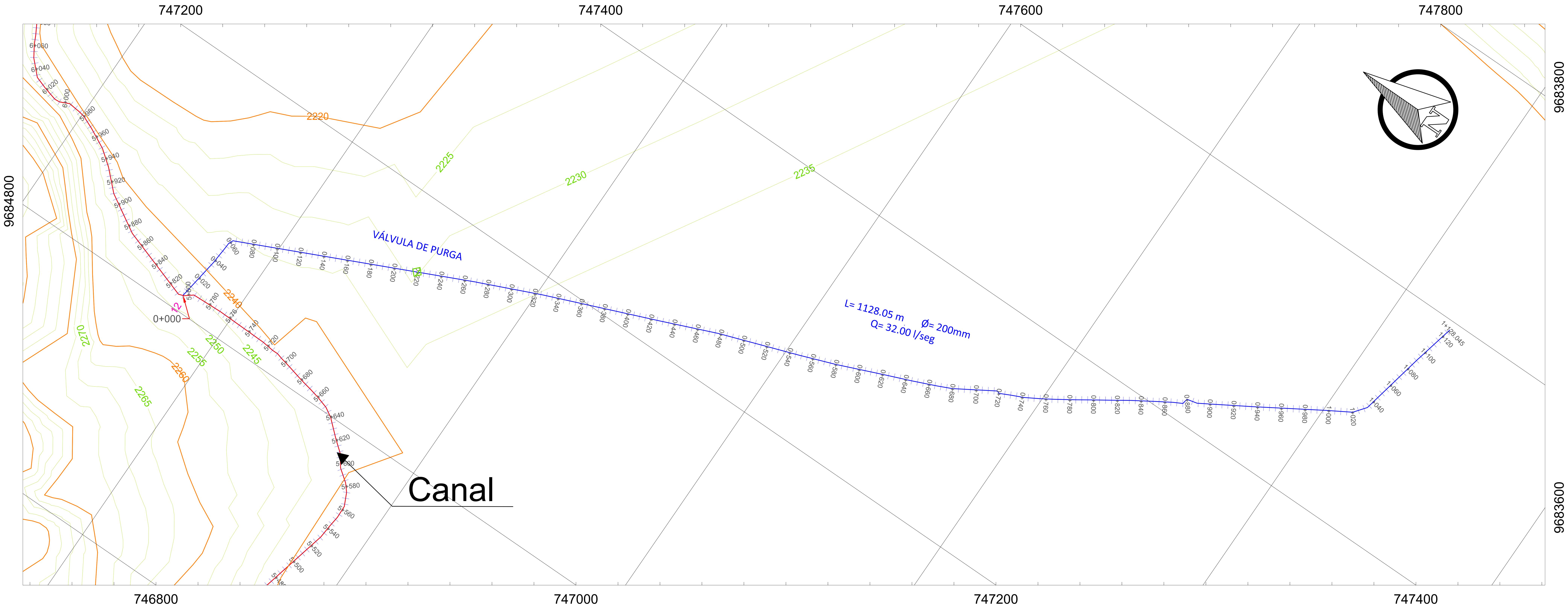


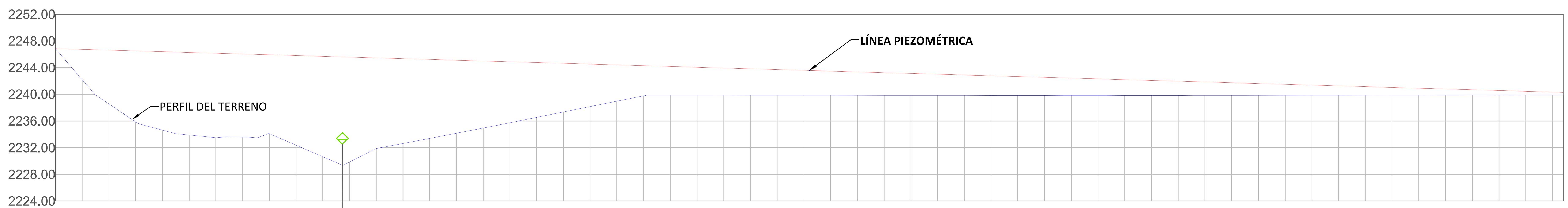
DATOS HIDRÁULICOS	L= 957.08 m Ø= 160mm Q= 30.36 l/seg V=1.64 m/s

PROGRESIVA	COTA DE TERRENO
0+000	2254.256
0+020	2249.986
0+040	2245.717
0+060	2241.447
0+080	2239.997
0+100	2239.993
0+120	2239.989
0+140	2239.985
0+160	2239.981
0+180	2239.976
0+200	2239.972
0+220	2239.968
0+240	2239.965
0+260	2239.961
0+280	2239.957
0+300	2239.954
0+320	2239.950
0+340	2239.946
0+360	2239.942
0+380	2239.938
0+400	2239.934
0+420	2239.930
0+440	2239.926
0+460	2239.922
0+480	2239.918
0+500	2239.914
0+520	2239.911
0+540	2239.907
0+560	2239.903
0+580	2239.899
0+600	2239.895
0+620	2239.891
0+640	2239.887
0+660	2239.883
0+680	2239.879
0+700	2239.875
0+720	2239.878
0+740	2239.880
0+760	2239.882
0+780	2239.885
0+800	2239.887
0+820	2239.889
0+840	2239.892
0+860	2239.894
0+880	2239.896
0+900	2239.896
0+920	2239.896
0+940	2239.897
0+957.075	2239.897

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Escala: 1:1500	REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY
Dibujo: CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A. ANDREA ALEJANDRA POGO B.	Revisado por: ING. DIEGO CORONEL SACOTO
Contiene: PERFIL LONGITUDINAL DEL DERIVADOR No. 9 DEL SECTOR EL CABO	Fecha: MARZO / 2017 Hoja: 3 de 12





DATOS HIDRÁULICOS: VÁLVULA DE PURGA (0+220) — L= 1128.05 m Ø= 200mm Q= 32.00 l/seg V=1.16 m/s

PROGRESIVA	COTA DE TERRENO
0+000	2246.849
0+020	2242.146
0+040	2238.555
0+060	2235.868
0+080	2234.623
0+100	2233.891
0+120	2233.497
0+140	2233.594
0+160	2234.096
0+180	2232.369
0+200	2230.642
0+220	2229.855
0+240	2231.873
0+260	2232.626
0+280	2233.389
0+300	2234.165
0+320	2234.940
0+340	2235.738
0+360	2236.545
0+380	2237.351
0+400	2238.158
0+420	2238.965
0+440	2239.767
0+460	2239.869
0+480	2239.866
0+500	2239.864
0+520	2239.862
0+540	2239.858
0+560	2239.855
0+580	2239.851
0+600	2239.847
0+620	2239.844
0+640	2239.840
0+660	2239.836
0+680	2239.831
0+700	2239.826
0+720	2239.821
0+740	2239.816
0+760	2239.810
0+780	2239.808
0+800	2239.814
0+820	2239.821
0+840	2239.827
0+860	2239.833
0+880	2239.838
0+900	2239.844
0+920	2239.850
0+940	2239.856
0+960	2239.862
0+980	2239.868
1+000	2239.874
1+020	2239.880
1+040	2239.883
1+060	2239.889
1+080	2239.901
1+100	2239.913
1+120	2239.921
1+128.045	2239.924

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Escala: 1:2000

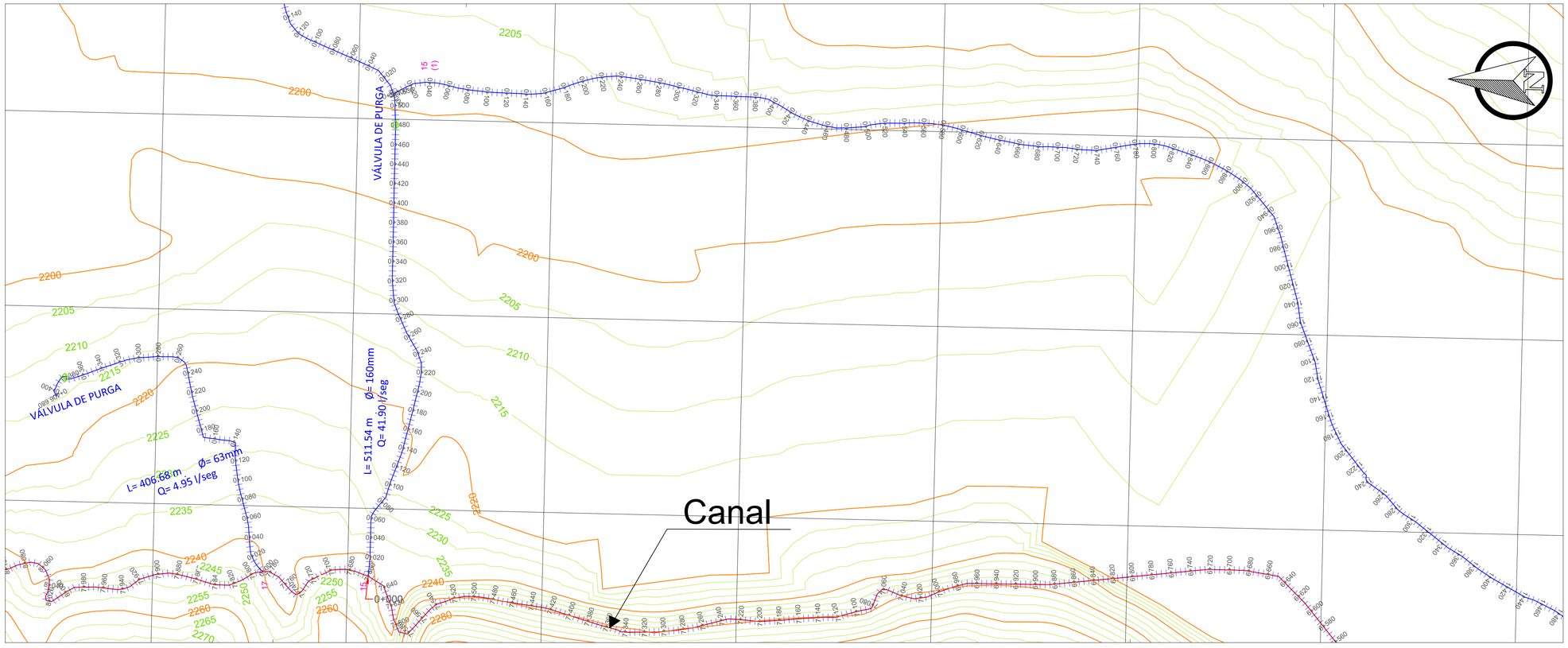
REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE
CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY

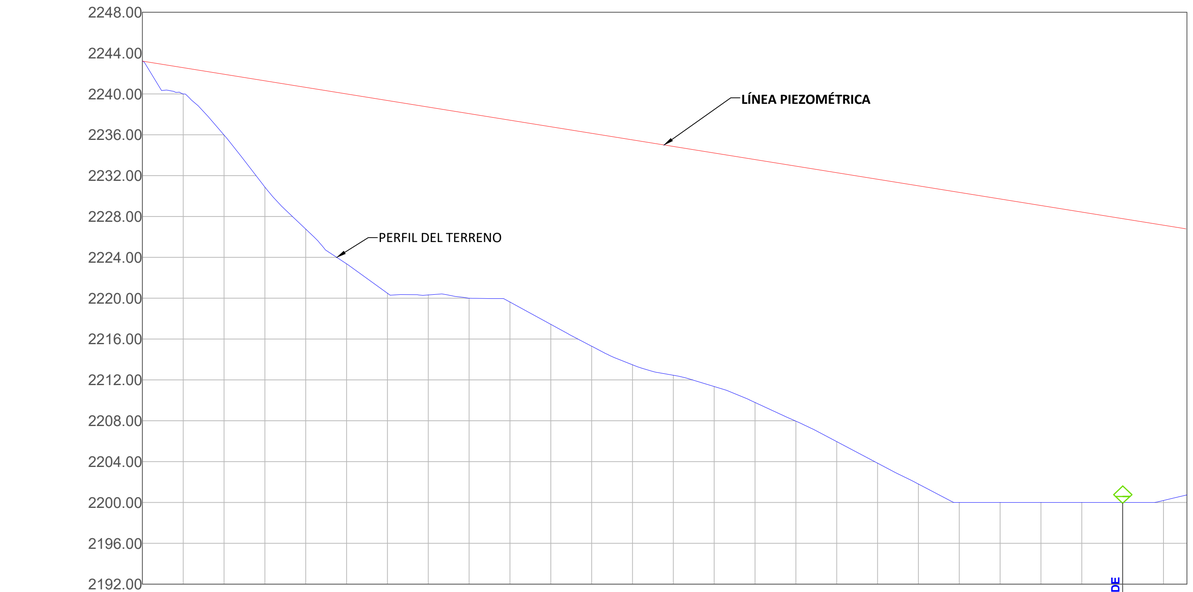
Dibujo: CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A. / ANDREA ALEJANDRA POGO B.

Revisado por: ING. DIEGO CORONEL SACOTO

Contiene: PERFIL LONGITUDINAL DEL DERIVADOR No. 12 DEL SECTOR EL CABO

Fecha: MARZO / 2017

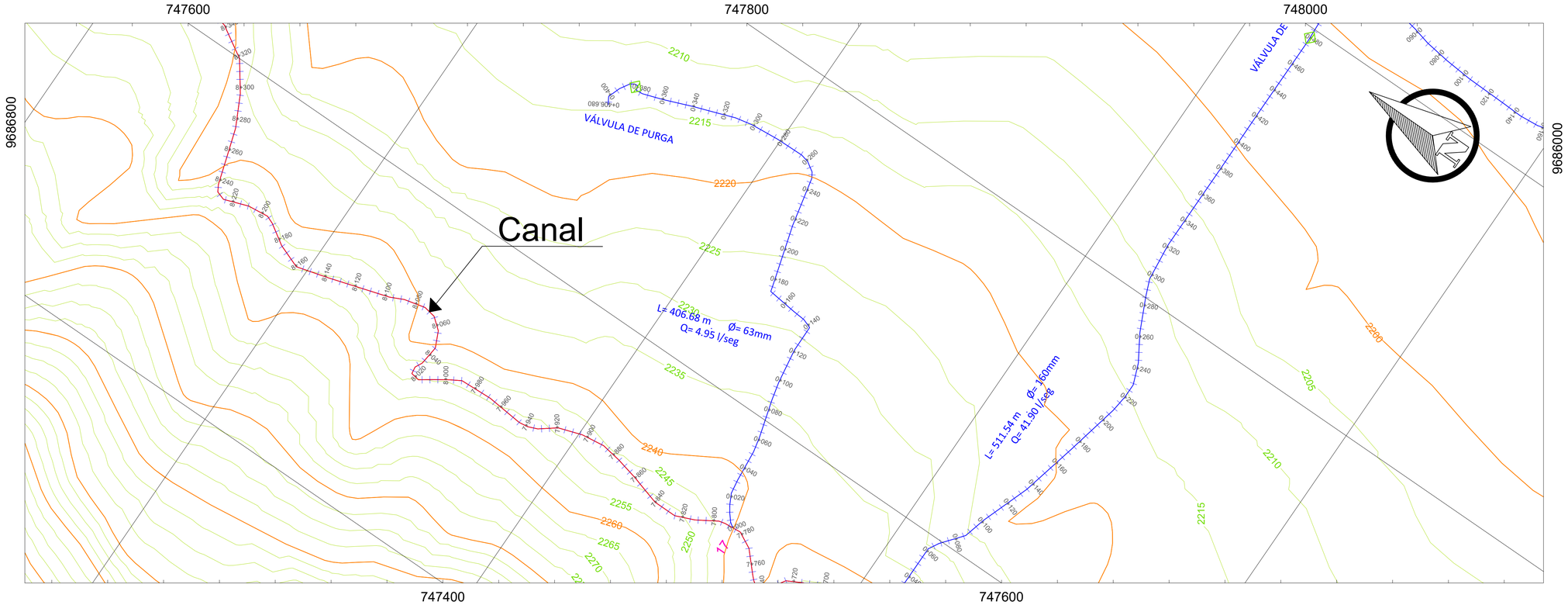


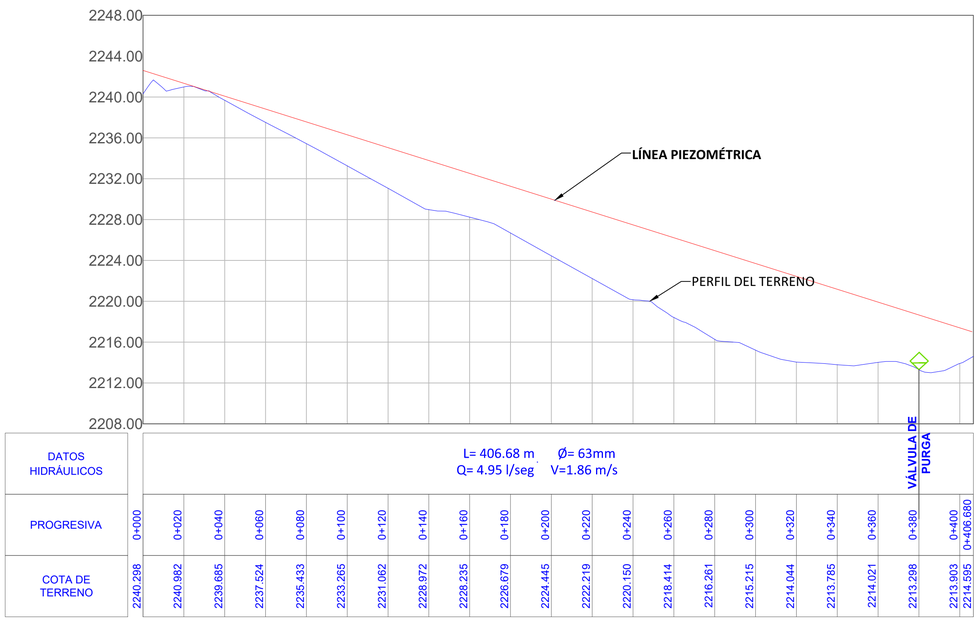


DATOS HIDRÁULICOS	L= 511.54 m Ø= 160mm Q= 41.90 l/seg V=2.45 m/s																										
PROGRESIVA	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	VÁLVULA DE PURGA 0+480	0+500	0+511.536
COTA DE TERRENO	2243.215	2239.997	2235.970	2230.874	2226.760	2223.366	2220.488	2220.327	2219.998	2219.625	2217.440	2215.306	2213.484	2212.457	2211.351	2209.796	2207.968	2205.964	2203.849	2201.804	2200.000	2200.000	2200.000	2200.000	2200.000	2200.195	2200.743

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Escala: 1:2500	REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY
Dibujo: CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A. ANDREA ALEJANDRA POGO B.	Revisado por: ING. DIEGO CORONEL SACOTO
Contiene: PERFIL LONGITUDINAL DEL DERIVADOR No. 15 DE LOS SECTORES LA HIGUERA Y UZHUPUD	Fecha: MARZO / 2017 Hoja: 5 de 12





DATOS HIDRÁULICOS	L= 406.68 m Ø= 63mm Q= 4.95 l/seg V=1.86 m/s																					
PROGRESIVA	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+406.680
COTA DE TERRENO	2240.298	2240.982	2239.685	2237.524	2235.433	2233.265	2231.062	2228.972	2228.235	2226.679	2224.445	2222.219	2220.150	2218.414	2216.261	2215.215	2214.044	2213.785	2214.021	2213.298	2213.903	2214.595

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Escala: 1:1500

REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE

CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY

Dibujo:
CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A.
ANDREA ALEJANDRA POGO B.

Revisado por:
ING. DIEGO CORONEL SACOTO

Contiene:
PERFIL LONGITUDINAL DEL DERIVADOR No. 17 DEL SECTOR LA HIGUERA

Fecha: MARZO / 2017

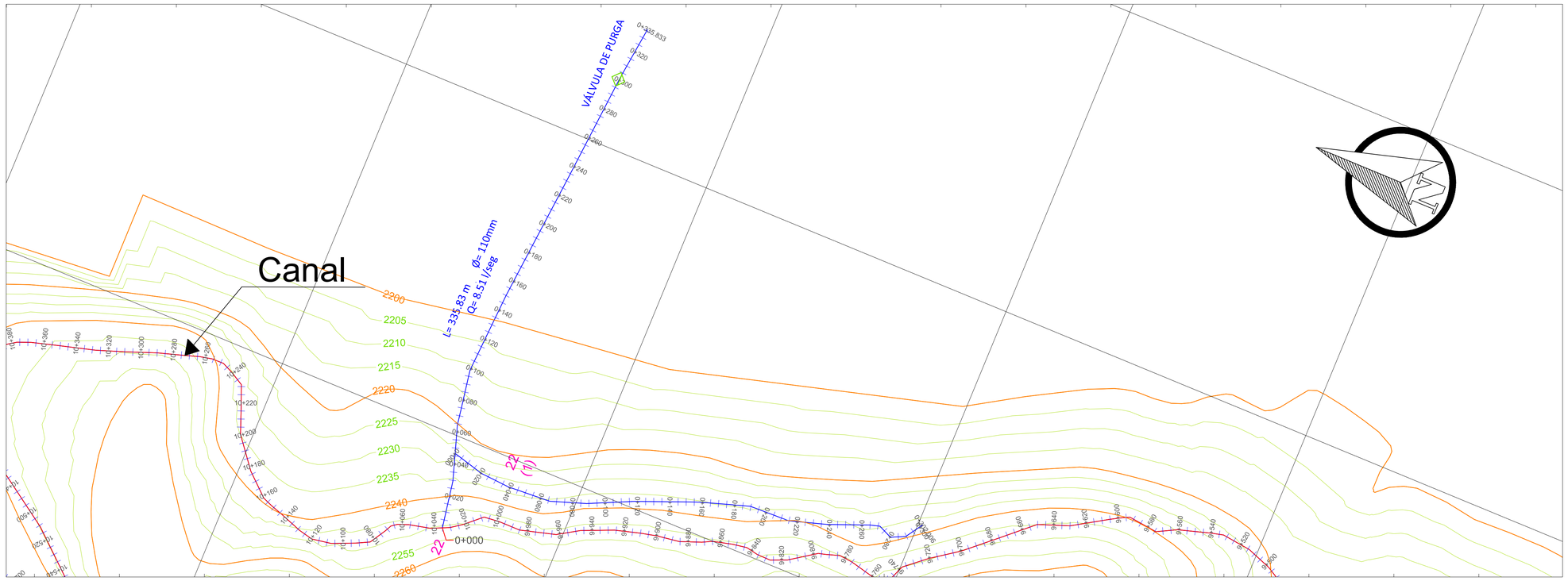
Hoja: 6 de 12

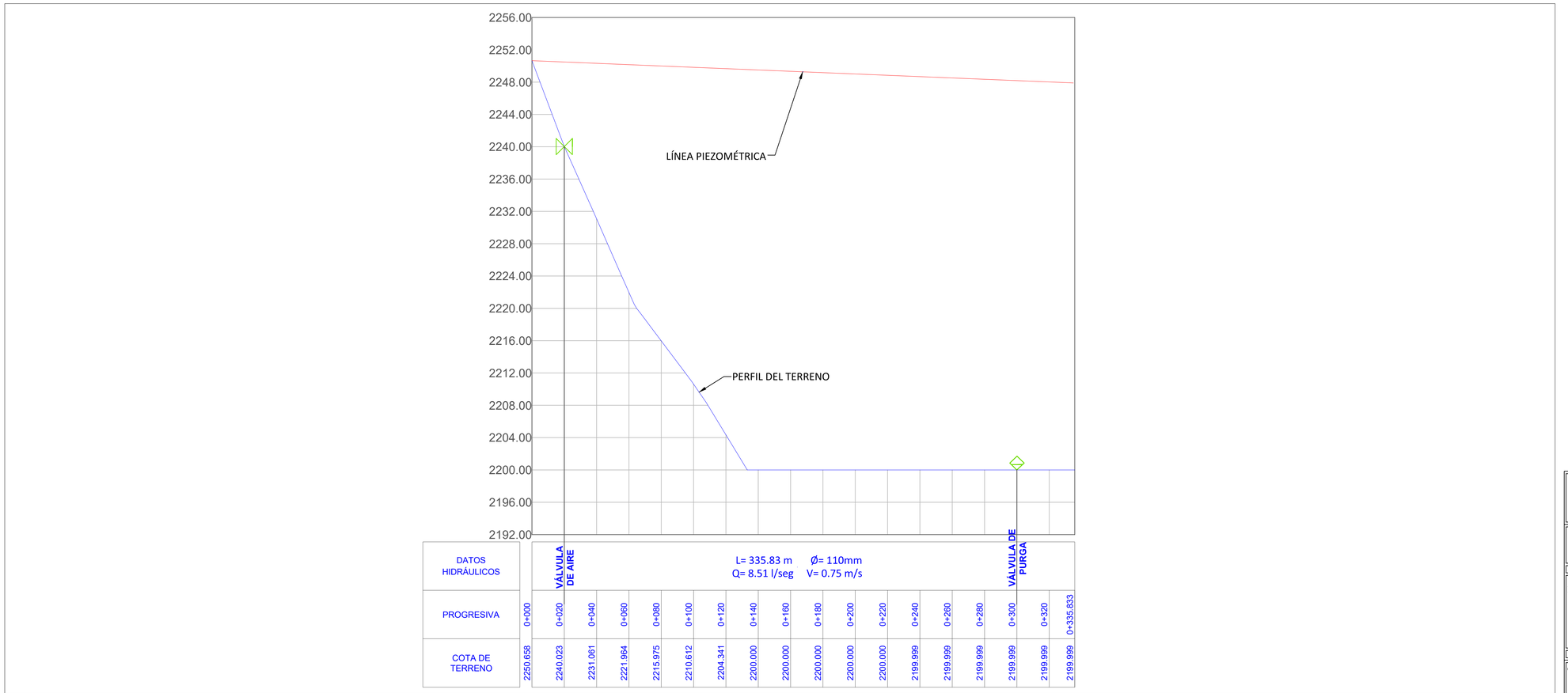
747800

748000

9688200

747600





UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Escala: 1:1500	REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY
Dibujo: CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A. ANDREA ALEJANDRA POGO B.	**Revisado por:** ING. DIEGO CORONEL SACOTO
Contiene: PERFIL LONGITUDINAL DEL DERIVADOR No. 22 DEL SECTOR SAN IGNACIO	**Fecha:** MARZO / 2017 **Hoja:** 7 de 12

747400 747600 747800

9689400 9688000

747000 747200 747400

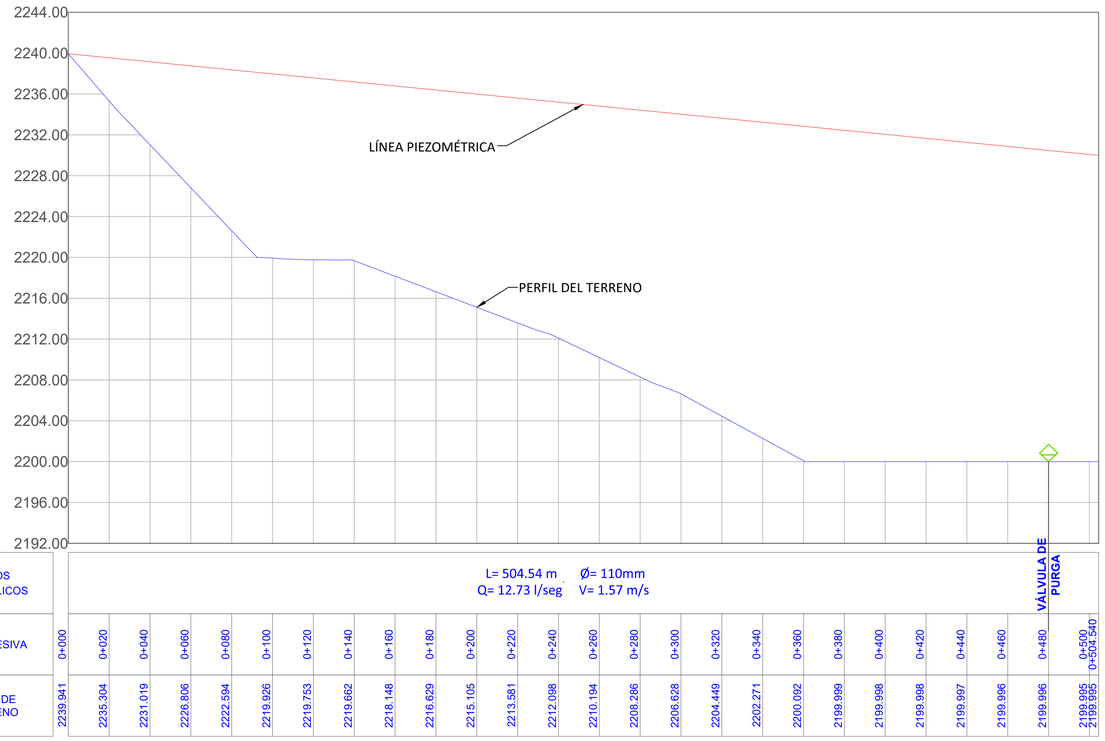
L= 319.95 m Ø= 110mm
Q= 5.20 l/seg

VÁLVULA DE PURGA

L= 504.54 m
Q= 12.73 l/seg
Ø= 110mm

VÁLVULA DE PURGA

Canal



DATOS HIDRÁULICOS	L= 504.54 m Ø= 110mm Q= 12.73 l/seg V= 1.57 m/s																											
PROGRESIVA	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+480	0+500	0+504.540
COTA DE TERRENO	2239.941	2235.304	2231.019	2226.806	2222.594	2219.926	2219.753	2219.662	2218.148	2216.629	2215.105	2213.581	2212.098	2210.194	2208.286	2206.628	2204.449	2202.271	2200.092	2199.999	2199.998	2199.998	2199.997	2199.996	2199.996	2199.995	2199.995

VÁLVULA DE PURGA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Escala: 1:2500	REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY
Dibujo: CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A. ANDREA ALEJANDRA POGO B.	**Revisado por:** ING. DIEGO CORONEL SACOTO
Contiene: PERFIL LONGITUDINAL DEL DERIVADOR No. 24 DEL SECTOR ZHUMIR	**Fecha:** MARZO / 2017 **Hoja:** 8 de 12

747300 747350

9689350 9689050

26

0+000

Canal

L= 319.95 m Ø= 110mm
Q= 5.20 l/seg

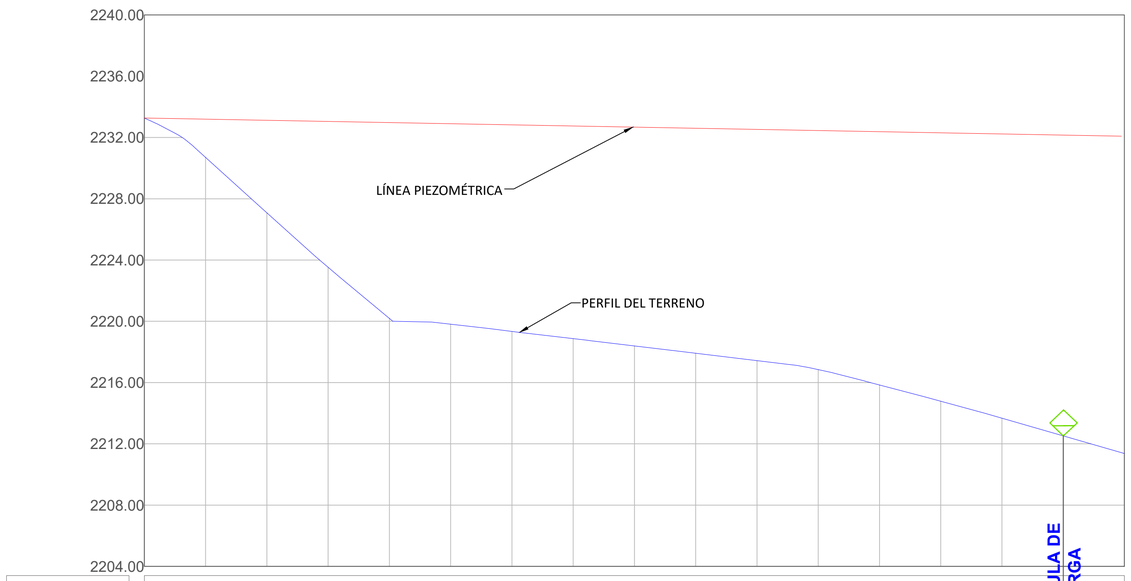
VÁLVULA DE PURGA

0+319.947

12+680 12+660 12+640 12+620 12+600 12+580

0+020 0+040 0+060 0+080 0+100 0+120 0+140 0+160 0+180 0+200 0+220 0+240 0+260 0+280

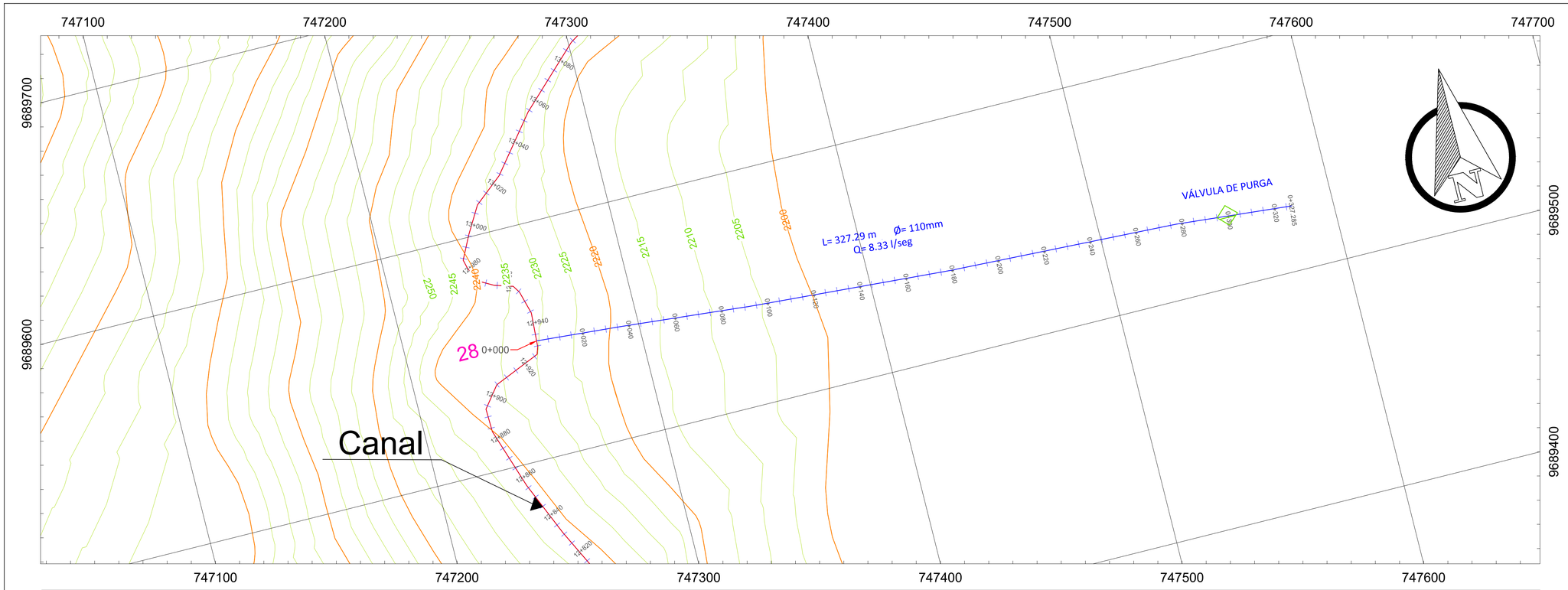
747150 747200 747250

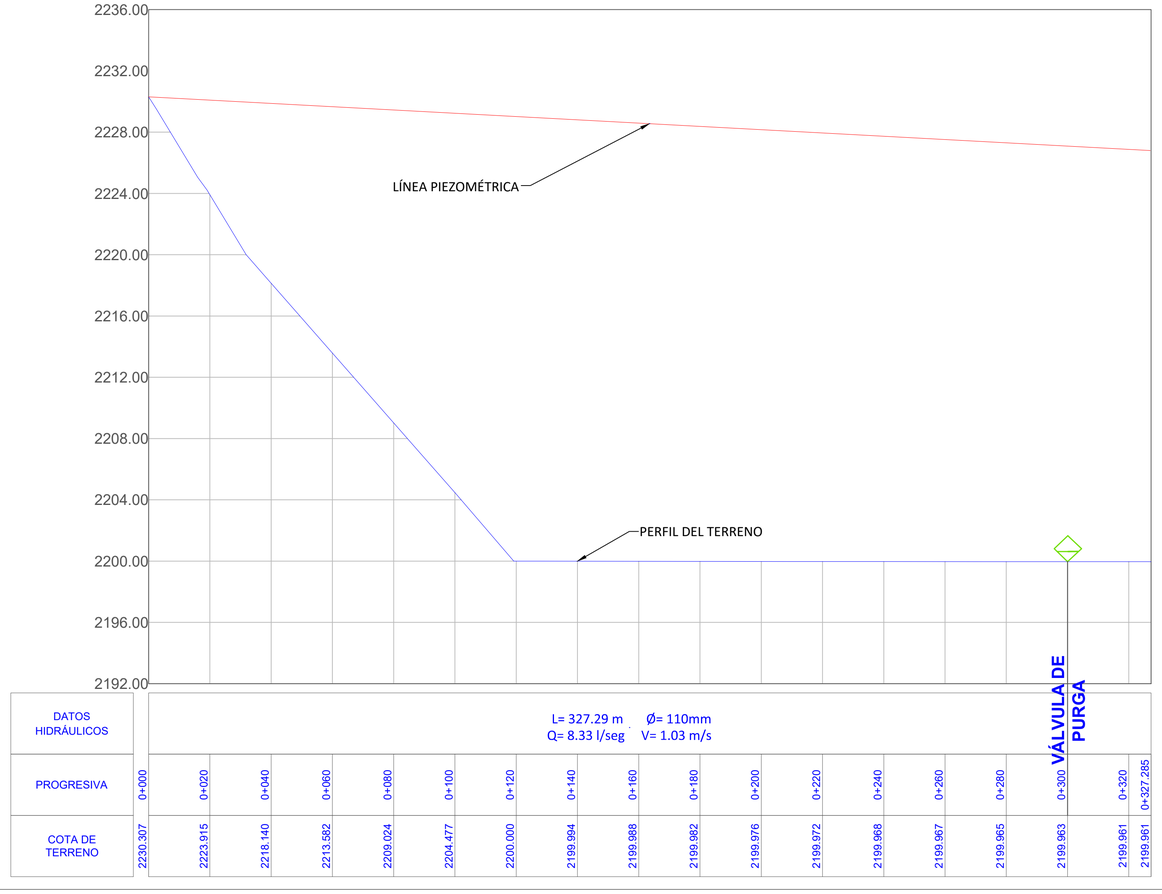


DATOS HIDRÁULICOS	L= 319.95 m Ø= 110mm Q= 5.20 l/seg V= 0.64 m/s																	
PROGRESIVA	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+319.947	
COTA DE TERRENO	2233.270	2230.697	2227.081	2223.524	2220.187	2219.813	2219.338	2218.868	2218.396	2217.918	2217.434	2216.844	2215.845	2214.781	2213.670	2212.518	2211.373	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Escala: 1:500	REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY
Dibujo: CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A. ANDREA ALEJANDRA POGO B.	Revisado por: ING. DIEGO CORONEL SACOTO
Contiene: PERFIL LONGITUDINAL DEL DERIVADOR No. 26 DEL SECTOR ZHUMIR	Fecha: MARZO / 2017 Hoja: 9 de 12

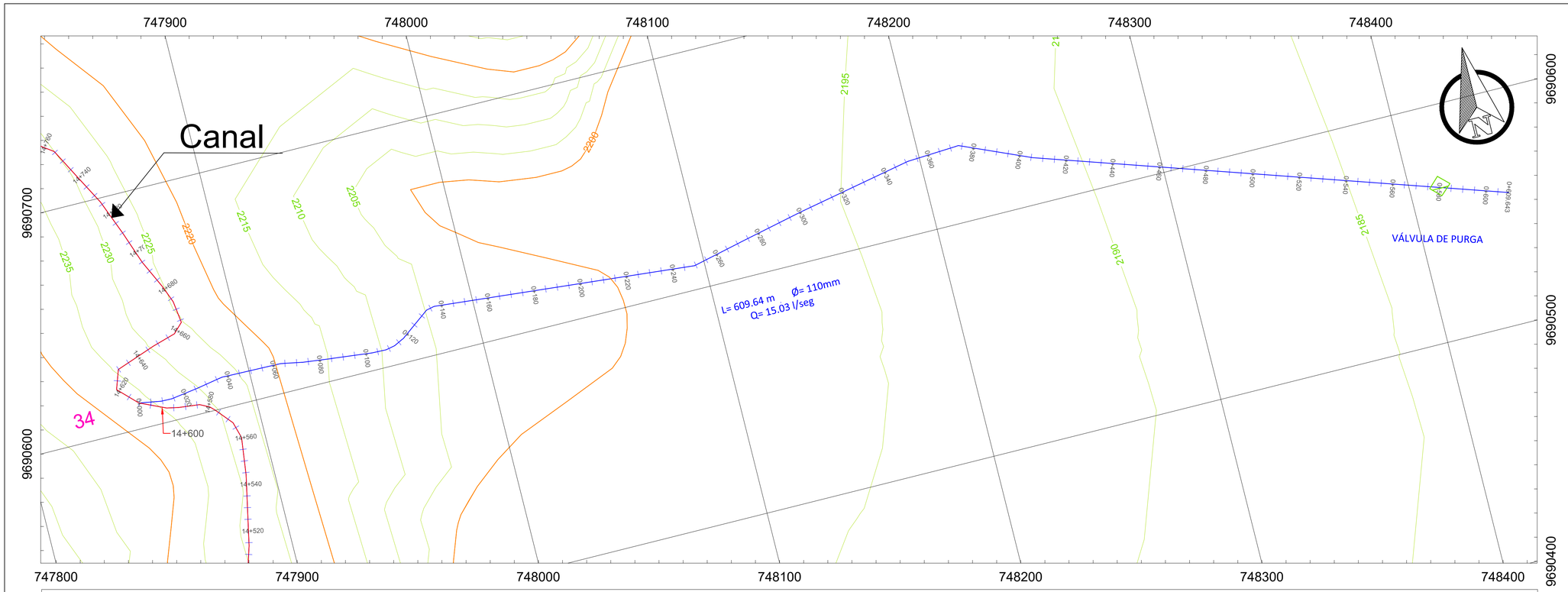


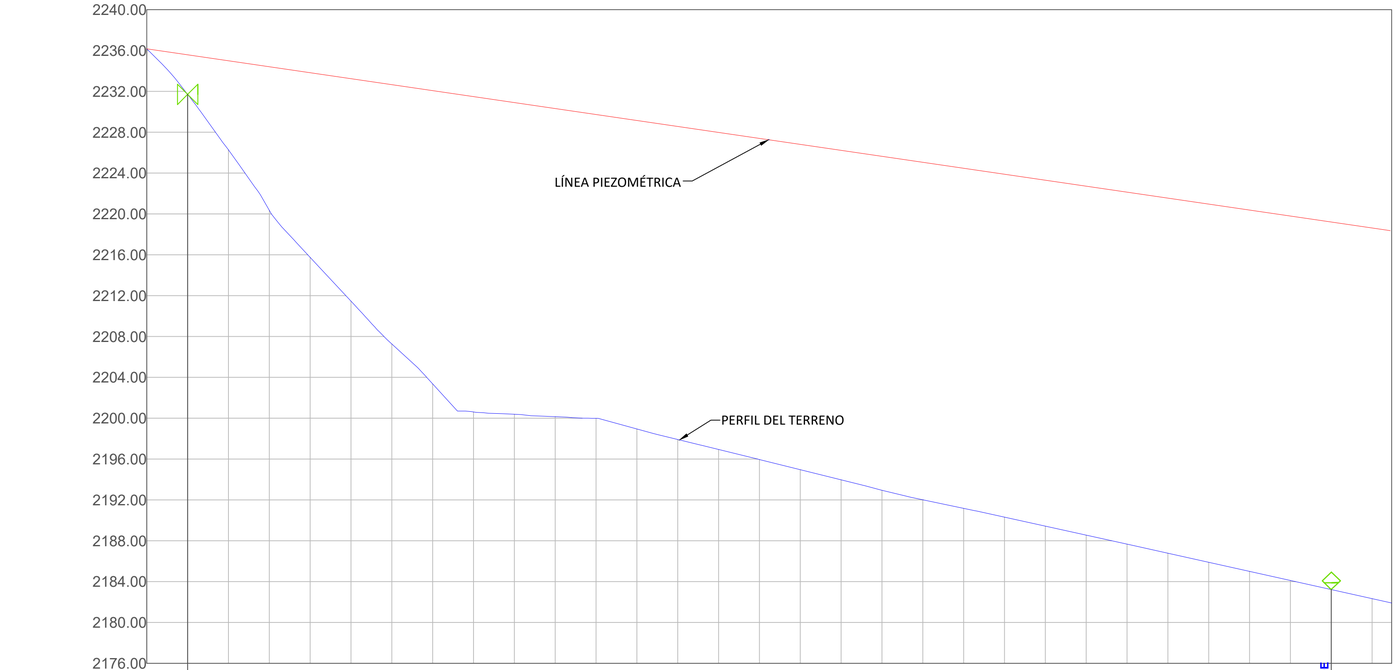


DATOS HIDRÁULICOS	L= 327.29 m Ø= 110mm Q= 8.33 l/seg V= 1.03 m/s																		
PROGRESIVA	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+327.285	
COTA DE TERRENO	2230.307	2223.915	2218.140	2213.582	2209.024	2204.477	2200.000	2199.994	2199.988	2199.982	2199.976	2199.972	2199.968	2199.967	2199.965	2199.963	2199.961	2199.961	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Escala: 1:1000	REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY
Dibujo: CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A. ANDREA ALEJANDRA POGO B.	Revisado por: ING. DIEGO CORONEL SACOTO
Contiene: PERFIL LONGITUDINAL DEL DERIVADOR No. 28 DEL SECTOR ZHUMIR	Fecha: MARZO / 2017 Hoja: 10 de 12





DATOS HIDRÁULICOS	VÁLVULA DE AIRE																														VÁLVULA DE PURGA		
	L= 609.64 m Ø= 110mm Q= 15.03 l/seg V= 1.85 m/s																																
PROGRESIVA	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+480	0+500	0+520	0+540	0+560	0+580	0+600	0+609.643
COTA DE TERRENO	2236.163	2231.705	2226.271	2220.344	2215.744	2211.451	2207.259	2203.352	2200.611	2200.386	2200.154	2199.990	2198.946	2197.911	2196.933	2195.953	2194.960	2193.967	2192.947	2192.015	2191.175	2190.307	2189.427	2188.547	2187.667	2186.780	2185.891	2185.003	2184.114	2183.225	2182.337	2181.908

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Escala: 1:1000

REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE

CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY

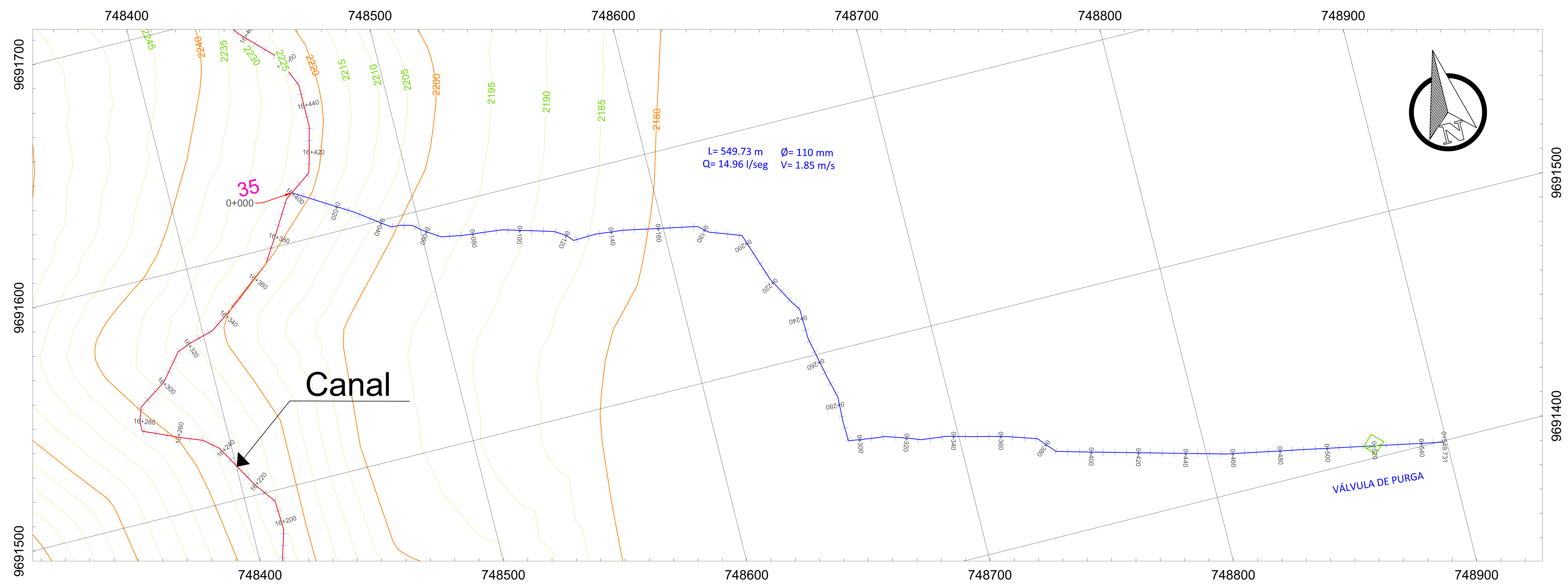
Dibujo:
CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A.
ANDREA ALEJANDRA POGO B.

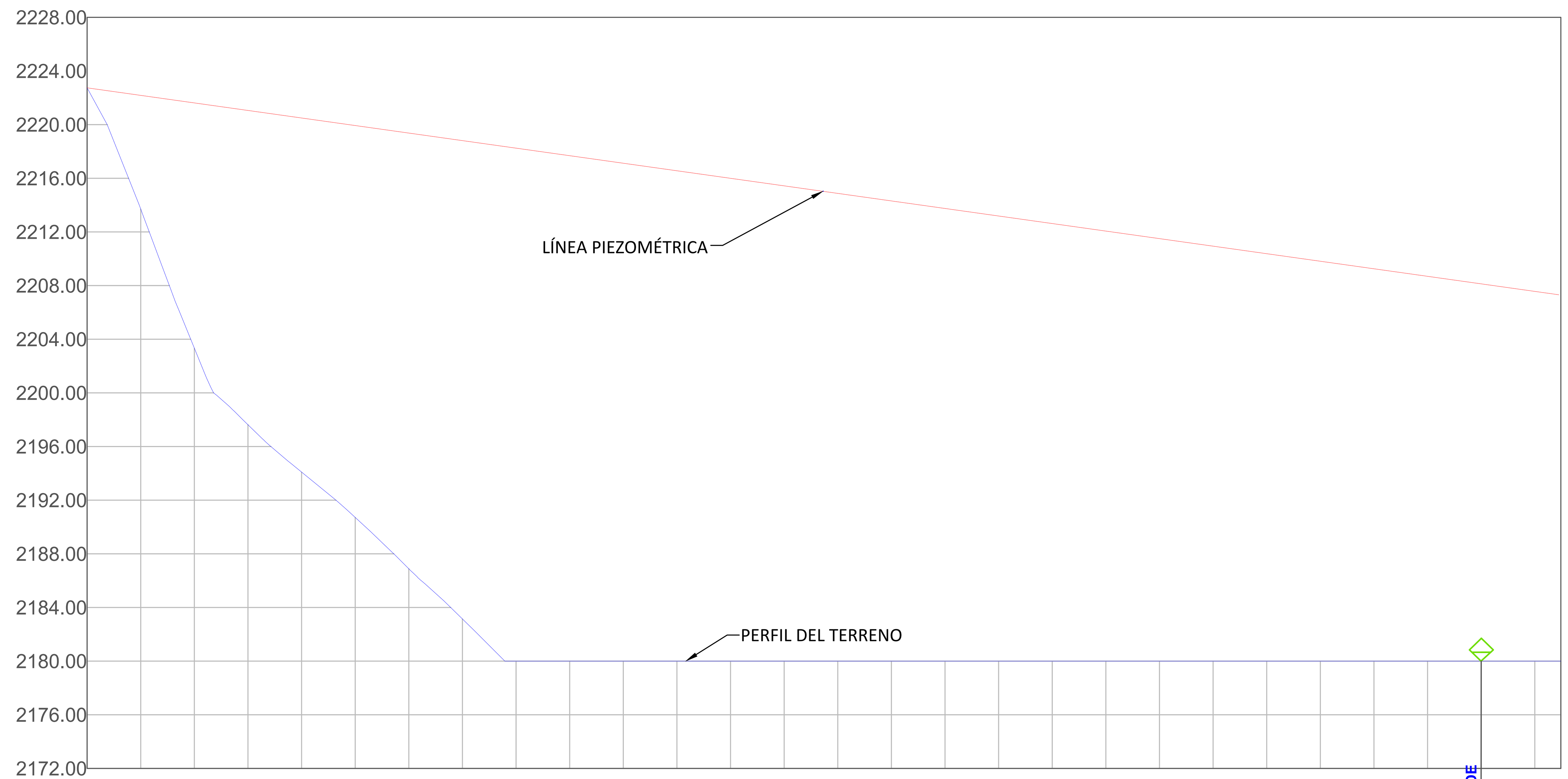
Revisado por:
ING. DIEGO CORONEL SACOTO

Contiene:
PERFIL LONGITUDINAL DEL DERIVADOR No. 34 DEL SECTOR PIRINCAY

Fecha: MARZO / 2017

Hoja: 11 de 12





DATOS HIDRÁULICOS	L= 549.73 m Ø= 110 mm Q= 14.96 l/seg V= 1.85 m/s	VÁLVULA DE PURGA (0+520)

PROGRESIVA	COTA DE TERRENO
0+000	2222.749
0+020	2213.705
0+040	2203.318
0+060	2197.624
0+080	2194.089
0+100	2190.708
0+120	2186.884
0+140	2183.141
0+160	2180.000
0+180	2180.000
0+200	2180.000
0+220	2180.000
0+240	2180.000
0+260	2180.001
0+280	2180.001
0+300	2180.001
0+320	2180.001
0+340	2180.001
0+360	2180.001
0+380	2180.001
0+400	2180.001
0+420	2180.001
0+440	2180.001
0+460	2180.001
0+480	2180.001
0+500	2180.001
0+520	2180.001
0+540	2180.001
0+549.731	2180.001

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Escala: 1:1000

REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CHICTICAY - PAUTE

CANTÓN: PAUTE PROVINCIA: AZUAY

Dibujo:
CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ A.
ANDREA ALEJANDRA POGO B.

Revisado por:
ING. DIEGO CORONEL SACOTO

Contiene:
PERFIL LONGITUDINAL DEL DERIVADOR No. 35 DEL SECTOR PIRINCAY

Fecha: MARZO / 2017

Hoja: 12 de 12