



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**“ANÁLISIS DE UN CANAL DE RIEGO EN TIERRA VS. REVESTIDO DE SUELO-
CEMENTO”**

TUTOR:

PhD. MARCIAL CALERO AMORES

AUTORES:

EDUARDO FONSECA MOTA

LISSETTE SÁNCHEZ RIVERA

GUAYAQUIL, 2018



REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TITULO Y SUBTITULO:

ANALISIS DE UN CANAL DE RIEGO EN TIERRA VS. REVESTIDO DE SUELO-CEMENTO

AUTOR/ES:

LISSETTE ELISA SANCHEZ RIVERA
EDUARDO SANTIAGO FONSECA MOTA

REVISORES:

PhD. MARCIAL CALERO AMORES

INSTITUCIÓN:

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE
ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

FACULTAD:

Ingeniería Industria y Construcción.

CARRERA:

INGENIERIA CIVIL

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2018

N. DE PAGS:

239

ÁREAS TEMÁTICAS:

ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN

PALABRAS CLAVE:

CANAL, SUELO, SEDIMENTACION, EROSION.

RESUMEN:

Los canales son conducciones fundamentales en las obras hidráulicas, donde la rugosidad es un componente inversamente proporcional al caudal a satisfacerse. El trabajo aborda la investigación “Análisis de un canal de riego en tierra vs revestido de suelo cemento”; y el objetivo es, mediante los principios de la optimización hidráulica y aspectos económicos mejorar el funcionamiento del canal ubicado en Tarifa perteneciente al cantón Samborondón, teniendo en consideración todos los parámetros a tratarse realizando un análisis comparativo entre un revestimiento de suelo - cemento y sin revestir (en tierra).

Una vez conocido las delimitaciones (como la parte económica, la capacidad hidráulica y los materiales del sitio); el rediseño y funcionamiento del canal se describe a través de procedimientos de campo, laboratorio con la finalidad de poder determinar una relación de suelo - cemento óptima para la estabilización de las paredes del canal y el caudal a transportarse proporcionando mejoras en el canal, además a estos ensayos y pruebas se realiza los rediseños necesarios para que a partir de los datos levantados en el canal actual se pueda tomar decisiones para los revestimientos, rediseño y objeto de la investigación.

Se procede a realizar la modelación hidráulica para construir canales a una determinada escala y así analizar la eficiencia hidráulica del canal en tierra y revestido en suelo cemento, para luego plasmar el análisis hidráulico económico de la investigación		
N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTORES/ES: LISSETTE ELISA SANCHEZ RIVERA EDUARDO SANTIAGO FONSECA MOTA	Teléfono: 0981382148 0997397387	E-mail: ingcv.sanchezr@hotmail.com eduardofonseca1992@hotmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	MSC. Alex Salvierra Espinoza, DECANO Teléfono: 2596500 EXT. 241 DECANATO E-mail: msalvatierrae@ulvr.edu.ec	

Quito: Av. Whymper E7-37 y Alpallana, edificio Delfos, teléfonos (593-2) 2505660/ 1; y en la Av. 9 de octubre 624 y Carrión, Edificio Prometeo, teléfonos 2569898/ 9. Fax: (593 2) 2509054

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados LISSETTE ELISA SANCHEZ RIVERA Y EDUARDO SANTIAGO FONSECA MOTA, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos nuestros derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la Normativa Vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar “ANALISIS DE UN CANAL DE RIEGO EN TIERRA VS. REVESTIDO DE SUELO - CEMENTO.

Autores:

Lissette Sanchez

LISSETTE ELISA SANCHEZ RIVERA

C.I. 0923061857

Eduardo Fonseca M

EDUARDO SANTIAGO FONSECA MOTA

C.I. 0919008201

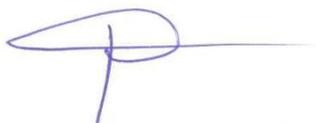
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación ANALISIS DE UN CANAL DE RIEGO EN TIERRA VS. REVESTIDO DE SUELO - CEMENTO, nombrado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y analizado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “*ANALISIS DE UN CANAL DE RIEGO EN TIERRA VS. REVESTIDO DE SUELO - CEMENTO*”, presentado por los estudiantes LISSETTE ELISA SANCHEZ RIVERA Y EDUARDO SANTIAGO FONSECA MOTA como requisito previo a la aprobación de la investigación para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación

Firma:



PhD. MARCIAL CALERO AMORES

C.I. 0905197869

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESIS SUELO-CEMENTO HASTA 29-10-2018.docx (D43296473)
Submitted: 10/30/2018 11:50:00 PM
Submitted By: ibetancourt@ulvr.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

tesis definitiva.pdf (D14844167)
EDWIN CABRERA CAPITULO IV..docx (D13122956)
Tesis- Calderon Benitez Veronica Alexandra.pdf (D40605629)
TESIS CHAVEZ PLUA DAYSY.docx (D14247003)
TEORIA suelos para urkund.doc (D17432950)
https://carlosquispeanccasi.files.wordpress.com/2011/12/hidraulica_ruiz.pdf

Instances where selected sources appear:

25



AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, gracias a su gran misericordia me dio la sabiduría e inteligencia para culminar con esta meta propuesta, por darme esas fuerzas diarias y ganas de seguir con mis estudios y ser una profesional, por darme paciencia para poder enfrentar cada obstáculo que se presentó en el día a día en el estudio, por ser una persona culta y honesta en todos los aspectos.

A mis padres Sergio Leonardo Sánchez Poveda y Rosa Elisa Rivera Yagual por ser ese pilar fundamental a mi vida, darme ese apoyo incondicional y primordial, con sus consejos y sus acciones enseñándome el camino del bien y superación profesional, por dar todo su mayor esfuerzo cuando en el camino se presentaron circunstancias en las cuales a veces se veían tan difíciles de resolver y hacer hasta lo imposible por seguir motivándome, luchando de una u otra forma conmigo tanto en lo material y el amor que me dan, por ese ejemplo de padres que no todos lo tienen y gracias a ustedes lo valoro tanto enseñándome con hechos del cómo hacerlo, por ustedes seré y soy lo que soy ahora GRACIAS.

A mi hermana Leonela Abigail Sánchez Rivera, por su ayuda mostrada en el momento que la necesite, gracias a ella por existir porque de esta manera me motive para ser un ejemplo hacia ella, y cuando creciera pueda verse en mí y querer lograr y llegar a ser una profesional para cumplir sus metas.

A mis abuelos Olmedo Rivera y Rita Yagual, por mostrar siempre un interés en la carrera de ingeniería civil, aunque con muy pocos conocimientos, pero cada vez que conversaba con ellos mostraron un interés tan grande y así me sentía tan emocionada explicándoles de que se trata GRACIAS.

A mi tía Victoria Sánchez Poveda, por ser una inspiración para mí, desde muy pequeña siempre quise ser como ella en los estudios y superarme, inculcándome siempre el estudio.

A mis amigos, que han estado allí en lo largo de esta trayectoria de una u otra forma viviendo experiencias risas en mi formación profesional.

A mi tutor Marcial Calero Amores, por brindarme y orientarme en el proceso con sus conocimientos guiándome con su experiencia fueron fundamentales para culminar y adquirir mi profesión.

Lissette Elisa Sánchez Rivera.

DEDICATORÍA

A Dios, por darme la sabiduría para entender e inteligencia en este camino profesional guiándome paso a paso cumpliendo con su palabra.

A mis padres por ser el motivo principal para mi superación.

A mi hermana por su apoyo compartido en el proceso.

A mi tutor por compartir sus conocimientos y enseñarme.

A los docentes que me enseñaron conocimientos profesionales.

Lisette Elisa Sánchez Rivera.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco en primer lugar a Dios por haberme guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mi madre Eulalia Mota por apoyarme en cada momento de mi vida, por los valores que me supo inculcar, siendo el pilar fundamental para la culminación de mi carrera y sobre todo por su excelente ejemplo de vida siendo a seguir.

A mi tía Violeta Mota, por ser muy importante en mi vida, por haberme apoyado en las buenas y malas, sobre todo por su paciencia y amor incondicional.

A mi hermano Darwin, Eduardo y María por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar.

A mis tíos Rohny y Alexandra por el apoyo brindado a lo largo de mi vida.

Gracias Ing. Marcial Calero por creer en Lissette y en mí, por habernos brindado la oportunidad de desarrollar nuestra tesis profesional con su guía, apoyo y por todo lo que nos enseñó a lo largo del desarrollo de la tesis.

A la universidad Laica Vicente Rocafuerte y a la carrera de Ingeniería Civil por la oportunidad de haber sido alumno lo cual me permitió adquirir conocimientos profesionales y laborales los cuales me dan las herramientas para desafíos profesionales.

A los docentes de la facultad de ingeniería civil por sus conocimientos y experiencias brindadas para nutrir el crecimiento profesional.

A mi Osa, por todo el apoyo brindado, por haberme permitido desarrollar el tema de titulación juntos, brindándonos así la oportunidad de conocernos y compartir momentos juntos lo que nos convirtió en compañeros de vida.

A la compañía Constanti S.A por haberme brindado la oportunidad de ser parte de su personal técnico habiéndose convertido en una escuela de aprendizaje profesional con las tareas y responsabilidades asignadas.

A la empresa Inkatonsa, en especial el departamento de calidad representado por el Ing. Bolivar Vega por habernos permitido a Lissette y a mi realizar ensayos en su laboratorio de hormigón y por la guía brindada al momento de realizar dichos ensayos.

A mis amigos.

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos: Edgar Contreras, Jaime Pincay, Luis Muquinche, Víctor López, Angélica Delgado, Miguel Macías, a Lissette Elisa Sánchez Rivera por su apoyo incondicional.

Eduardo Fonseca Mota

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Eulalia Mota

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor y por haber sido padre y madre a la misma vez.

A mi padre Iris Fonseca

Por brindarme la oportunidad de haber sido su hijo y por el ejemplo de padre que fue durante el tiempo que estuvo con nosotros, siendo así una motivación muy especial sabiendo que estaría orgulloso por la culminación de mi carrera.

A mi tía Violeta Mota

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que la caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante, por su amor y su apoyo incondicional.

A mis familiares.

A mi hermana María la menor por estar siempre en los momentos buenos y malos siendo ese apoyo incondicional; a mi hermano Darwin por ser el ejemplo de un hermano mayor y del cual aprendí aciertos y de momentos difíciles; a mi primo Eduardo Ronquillo ese hermano menor que Dios me permitió tener y compartir momentos buenos y malos; a mi tío Rohny, a mi tía Alexandra y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

¡Gracias a ustedes!

A mis maestros.

Phd. Marcial Calero Amores por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis; a los docentes de la carrera por haber compartido conocimientos científicos y laborales en las aulas de estudio.

Eduardo Fonseca Mota

INDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
INDICE DE CONTENIDOS	xiv
INDICE DE TABLAS	xvii
INDICE DE FIGURAS	xxi
INDICE DE ANEXOS	xxiii
RESUMEN.....	xxv
ABSTRACT	xxvi
INTRODUCCION	1
CAPITULO I.....	2
1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1 Tema.....	2
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Formulación del problema	2
1.4 Sistematización del problema.....	3
1.5 Objetivos de la investigación	3
1.5.1 Objetivo general	3
1.5.2 Objetivos específicos.....	3
1.6 Justificación de la investigación.....	3
1.7 Delimitación de la investigación	4
1.8 Hipótesis.....	5
CAPITULO II	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Marco referencial.....	30
2.2 Marco Legal.....	34

2.2.1 Aspectos legales.....	34
2.2.2 Ley Ambiental	34
2.3 Marco conceptual	36
2.3.1 Definiciones de Conceptos	36
CAPITULO III.....	39
3. MARCO METODOLÓGICO	39
3.1 Tipo de investigación	39
3.1.1 Enfoque de la investigación	39
3.1.2 Operacionalización del evento en estudio	39
3.1.3 Técnicas de recolección de datos.....	39
3.2 Método.....	40
3.2.1 Material.....	40
3.2.2 Equipo	40
3.3 Área Hidráulica Económico	41
3.1.1. Identificación y clasificación del suelo que se encuentra en sitio.	42
3.1.2 Elaboración de ensayos de laboratorio	47
3.1.3 Análisis granulométrico	52
3.1.4 Dosificación de materiales a partir de ensayos de laboratorio.....	63
3.1.5 Estudio de resultados para dosificación.....	74
3.1.6 Análisis granulométrico de material grueso	77
3.1.7 Calculo de relación volumétrica esencial para las arenas.....	83
3.1.8 Elección de cantidades de los materiales a utilizar (Suelo-Cemento-Agua) para obtener una dosificación adecuada.	87
3.1.9 Rotura de Pruebas de ensayo de mortero.....	97

3.1.10 Elección de cantidades de los materiales a utilizar en (Suelo- Cemento-agua-Arcilla) para obtener dosificación.	99
3.1.11 Prueba de ensayo de mortero agregándole 25% Arcilla.....	110
3.1.12 Elección de cantidades de los materiales a utilizar en (Suelo-Cemento-Agua-Arcilla) para obtener dosificación	112
3.1.13 Pruebas de ensayo de mortero agregándole 12.50% arcilla.....	123
3.1.14 Cálculo de material en sitio para dosificación escogida.....	124
3.1.15 Conseguir una geometría óptima para el canal de riego.....	129
3.1.16 Modelación Hidráulica	133
3.1.17 Factibilidad Económica	140
CAPITULO IV.....	177
4. RESULTADOS.....	177
4.1 Análisis hidráulico económico del canal.....	177
4.1.2 Análisis hidráulico	177
4.2 Análisis comparativo en canal revestido y el canal en tierra.....	191
4.2.1 Evaluar costos	193
CONCLUSIONES	195
RECOMENDACIONES	196
BIBLIOGRAFÍA.....	197

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Clasificación SUCS.....	26
Tabla 2 Clasificación AASTHO	28
Tabla 3 Partículas de suelo por Tamiz	48
Tabla 4 Tabla de datos para la Granulometría	55
Tabla 5 Pesos Retenidos.....	55
Tabla 6 Dosificación 1:0.87	63
Tabla 7 Dosificación 1:1.75	65
Tabla 8 Dosificación 1:2.62	67
Tabla 9 Dosificación 1:3.50	69
Tabla 10 Dosificación 1:4.38	71
Tabla 11 Dosificación 1:4.85	73
Tabla 12 Peso de materiales	74
Tabla 13 Rotura de Cilindros Material Fino	75
Tabla 14 Análisis Granulométrico	78
Tabla 15 Peso Volumétrico de arena	86
Tabla 16 Volumen de probeta	87
Tabla 17 Dosificación 1:2	89
Tabla 18 Dosificación 1:4	90
Tabla 19 Dosificación 1:6	92
Tabla 20 Dosificación 1:8	93
Tabla 21 Dosificación 1:10	95
Tabla 22 Peso de Materiales Dosificación nueva	95
Tabla 23 Rotura de cubos de Mortero.....	98

Tabla 24 Volumen de Probeta de 3 cubos.....	99
Tabla 25 Dosificación 1:2 (25% arcilla)	101
Tabla 26 Dosificación 1:4 (25% arcilla)	103
Tabla 27 Dosificación 1:6 (25% de arcilla)	105
Tabla 28 Dosificación 1:8 (25% de arcilla)	107
Tabla 29 Dosificación 1:10 (25% de arcilla)	109
Tabla 30 Peso de Materiales (25% de arcilla).....	109
Tabla 31 Rotura de Cubos de Mortero (25% de arcilla)	111
Tabla 32 Volumen Probeta para cubos	113
Tabla 33 Dosificación 1:2 (12.50% de arcilla)	114
Tabla 34 Dosificación 1:4 (12.50% de arcilla)	116
Tabla 35 Dosificación 1:6 (12.50% de arcilla)	118
Tabla 36 Dosificación 1:8 (12.50% de arcilla)	120
Tabla 37 Dosificación 1:10 (12.50% de arcilla)	122
Tabla 38 Peso de Materiales (12.50% de arcilla).....	122
Tabla 39 Rotura de Cubos de Mortero (12.50% de arcilla)	123
Tabla 40 Peso de Cubos de Mortero (25% de arcilla)	125
Tabla 41 Dosificación 1:6 (agregando 25% de arcilla).....	125
Tabla 42 Volumen de Materiales para Dosificación 1:6.....	127
Tabla 43 Parihuela de arena	127
Tabla 44 Parihuela de Arcilla.....	128
Tabla 45 Rotura de mortero dosificación 1:6 (25% de arcilla)	128
Tabla 46 Cálculo de caudal real en estructura de control	130
Tabla 47 Cálculo de caudal teórico en la estructura de control	130
Tabla 48 Coeficientes de Manning	131

Tabla 49 Rediseño de Canal en Tierra	133
Tabla 50 Topografía de Canal.....	138
Tabla 51 Sección tipo de canal en tierra	140
Tabla 52 Sección óptima del canal en tierra	141
Tabla 53 Excavación a máquina en canal en tierra	143
Tabla 54 Desalojo en canal en tierra	143
Tabla 55 Cálculo de relleno de sitio compactado en canal en tierra	143
Tabla 56 Excavación a máquina en canal	144
Tabla 57 Presupuesto de canal no revestido para longitud de 200ml	151
Tabla 58 Sección tipo de canal existente	151
Tabla 59 Sección de canal rediseñado.....	152
Tabla 60 Excavación a máquina canal revestido	154
Tabla 61 Desalojo en canal revestido.....	154
Tabla 62 Relleno de sitio compactado en canal revestido	154
Tabla 63 Excavación a maquina	155
Tabla 64 Volumen suelo-cemento	155
Tabla 65 Presupuesto en canal Revestido de longitud 200ml.....	165
Tabla 66 Tabla de datos de tiempo, caudal en canal modelado	166
Tabla 67 Tabla de caudal y velocidad.....	167
Tabla 68 Velocidades superficiales obtenidas de modelos Hidráulicos	168
Tabla 69 Velocidad Superficial en Canal Modelado	169
Tabla 70 Tabla de Datos	172
Tabla 71 Comparación Velocidad superficial Vs. Velocidad media	173
Tabla 72 Análisis de Velocidad superficial Vs. Rugosidad	174
Tabla 73 Análisis de Velocidad media Vs. Rugosidad	175

Tabla 74 Caudal Revestido-Caudal en tierra	176
Tabla 75 Tabla de Velocidades Máximas	177
Tabla 76 Dosificaciones con material arcilloso	178
Tabla 77 Dosificaciones con material grueso (Arena).....	179
Tabla 78 Dosificación con material grueso (Arena añadiendo 12.50% arcilla).....	180
Tabla 79 Dosificación con material Grueso (Arena añadiendo 25% arcilla).....	181
Tabla 80 Dosificación 1:4 material arenoso.....	182
Tabla 81 Cantidad de Material para dosificación 1:4	182
Tabla 82 Costo de material para dosificación 1:4.....	182
Tabla 83 Dosificación 1:6 material arenoso con 12.50% arcilla.....	183
Tabla 84 Cantidad de material para dosificación 1:6.....	183
Tabla 85 Costo de Material (Arenoso - Arcilloso).....	183
Tabla 86 Comparación de costos con dosificación 1:6.....	184
Tabla 87 Cantidad de material por m ³	184
Tabla 88 Costo de material	185
Tabla 89 Rediseño de Canal en Tierra	187
Tabla 90 Datos de Canal de riego revestido de suelo-cemento	188
Tabla 91 Coeficiente de rugosidad en canal modelado revestido suelo cemento	189
Tabla 92 Datos de Canal de Riego en tierra.....	190
Tabla 93 Coeficiente de rugosidad en canal modelado en tierra	191
Tabla 94 Velocidad Media	192
Tabla 95 Tabla de caudal	192
Tabla 96 Tabla de Presupuesto de canal no revestido de longitud 200ml	193
Tabla 97 Tabla de Presupuesto de canal revestido de longitud 200ml	193

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1 Ubicación del Proyecto	5
Figura N° 2 Canal Natural de forma irregular	7
Figura N° 3 Secciones Transversales de un canal.....	9
Figura N° 4 Elemento Geométrico en un canal	10
Figura N° 5 Flujo en Canales Abiertos	11
Figura N° 6 Curva energía específica mínima	14
Figura N° 7 Tipos de Flujo	16
Figura N° 8 Componentes del suelo	44
Figura N° 9 Resistencia y Humedad del suelo.....	46
Figura N° 10 Enrollado de muestra.....	46
Figura N° 11 Esquema Ilustrativo (Reconocimiento Visual del suelo en campo).....	47
Figura N° 12 Instrumentos para Ensayo Granulométrico	49
Figura N° 13 Esquema Representativo de ensayo de cuarteo.....	51
Figura N° 14 Tamización de suelo manual	53
Figura N° 15 Lavado de la muestra	54
Figura N° 16 Pesado de la muestra	54
Figura N° 17 Carta de Plasticidad de Arturo Casagrande.....	56
Figura N° 18 Ensayo de Plasticidad.....	58
Figura N° 19 Ensayo de Límite Plástico	59
Figura N° 20 Obtención de Índice de Plasticidad	60
Figura N° 21 Agregado de material en capas	61
Figura N° 22 Compactación de material con pisón 2.5kg	62

Figura N° 23 Curva Resistencia Vs. Dosificación	76
Figura N° 24 Material Grueso.....	77
Figura N° 25 Ensayo Granulométrico	82
Figura N° 26 Densidad Seca de Material.....	84
Figura N° 27 Peso Volumétrico de Material.....	86
Figura N° 28 Toma de cubos de morteros - Rotura de Cubos	97
Figura N° 29 Curva Resistencia Vs. Dosificación	98
Figura N° 30 Rotura de Cilindros	110
Figura N° 31 Curva Resistencia Vs. Dosificación.....	112
Figura N° 32 Curva Resistencia Vs. Dosificación	124
Figura N° 33 Modelación Hidráulica	134
Figura N° 34 Esquema Vista en planta	136
Figura N° 35 Levantamiento Topográfico Canal existente	137
Figura N° 36 Implantación Canal Existente.....	139
Figura N° 37 Sección de Canal Existente	140
Figura N° 38 Esquema de sección de canal existente.....	141
Figura N° 39 Esquema de sección óptima del canal en tierra.....	142
Figura N° 40 APU (Limpieza y desbroce).....	145
Figura N° 41 APU (Trazado y replanteo)	146
Figura N° 42 APU (Excavación a máquina).....	147
Figura N° 43 APU (Desalojo).....	148
Figura N° 44 APU (Relleno del sitio compactado).....	149
Figura N° 45 APU (Relleno de sitio seleccionado compactado)	150
Figura N° 46 Sección de canal existente.....	152
Figura N° 47 Esquema de canal revestido suelo - cemento.....	153

Figura N° 48 APU (Limpieza y desbroce de maleza en canal)	156
Figura N° 49 APU (Trazado y replanteo canal revestido)	157
Figura N° 50 APU (Excavación a máquina en canal revestido)	158
Figura N° 51 APU (Desalojo en canal revestido)	159
Figura N° 52 APU (Relleno de sitio compactado en canal revestido)	160
Figura N° 53 APU (Relleno de sitio seleccionado compactado en canal revestido)	161
Figura N° 54 APU (Encofrado y desencofrado de canales)	162
Figura N° 55 APU (Suelo-Cemento)	163
Figura N° 56 APU (Juntas asfálticas)	164
Figura N° 57 Curva de Velocidad Superficial Vs. Velocidad Media	173
Figura N° 58 Curva de velocidad superficial Vs. Rugosidad	174
Figura N° 59 Curva de velocidad media Vs. Rugosidad	175
Figura N° 60 Curva de caudal suelo-cemento Vs. Caudal en tierra	176
Figura N° 61 Comparación de Costos	185

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo No. 1 Ensayo Granulométrico	200
Anexo No. 2 Ensayo de Contenido de Humedad	201
Anexo No. 3 Ensayo de Límites de Atterberg	202
Anexo No. 4 Ensayo de Próctor	203
Anexo No. 5 Rotura de Cilindros	204
Anexo No. 6 Ensayo Granulométrico - Modulo de Finura	205
Anexo No. 7 Rotura de Cubos de Mortero	206
Anexo No. 8 Rotura de Cubos de Mortero con 12.50% Arcilla	207

Anexo No. 9 Rotura de Cubos de Mortero con 25% Arcilla	208
Anexo No. 10 Rotura de Cubos de Mortero Dosificación 1:6 con 25% Arcilla	209
Anexo No. 11 Rotura de Cilindros con Material Arcilloso	210
Anexo No. 12 Rotura de Cubos de Mortero	211
Anexo No. 13 Rotura de Cubos de Mortero con 12.50% Arcilla	212
Anexo No. 14 Dosificación de Cubos de Mortero con 25% Arcilla.....	213

RESUMEN

Los canales son conducciones fundamentales en las obras hidráulicas, donde la rugosidad es un componente inversamente proporcional al caudal a satisfacerse. El trabajo aborda la investigación “**Análisis de un canal de riego en tierra vs revestido de suelo cemento**”; y el objetivo es, mediante los principios de la optimización hidráulica y aspectos económicos mejorar el funcionamiento del canal ubicado en Tarifa perteneciente al cantón Samborondón, teniendo en consideración todos los parámetros a tratarse realizando un análisis comparativo entre un revestimiento de suelo – cemento y sin revestir (en tierra).

Una vez conocido las delimitaciones (como la parte económica, la capacidad hidráulica y los materiales del sitio); el rediseño y funcionamiento del canal se describe a través de procedimientos de campo, laboratorio con la finalidad de poder determinar una relación de suelo - cemento óptima para la estabilización de las paredes del canal y el caudal a transportarse proporcionando mejoras en el canal, además a estos ensayos y pruebas se realiza los rediseños necesarios para que a partir de los datos levantados en el canal actual se pueda tomar decisiones para los revestimientos, rediseño y objeto de la investigación.

Se procede a realizar la modelación hidráulica para construir canales a una determinada escala y así analizar la eficiencia hidráulica del canal en tierra y revestido en suelo cemento, para luego plasmar el análisis hidráulico económico de la investigación.

Palabras clave: canal, suelo, sedimentación, erosión.

ABSTRACT

The channels are fundamental conduits in hydraulic works, where the roughness is a component inversely proportional to the flow to be satisfied. The work deals with the research "Analysis of an irrigation channel on land vs cement-lined soil"; and the objective is, through the principles of hydraulic optimization and economic aspects to improve the functioning of the channel located in Tarifa belonging to the canton Samborondón, taking into account all the parameters to be treated making a comparative analysis between a floor covering - cement and uncoated (on land).

Once the delimitations are known (such as the economic part, the hydraulic capacity and the materials of the site); The redesign and operation of the canal is described through field procedures, laboratory in order to determine an optimal soil-cement ratio for the stabilization of the canal walls and the flow to be transported, providing improvements in the canal, in addition to These tests and tests are carried out with the necessary redesigns so that, based on the data collected in the current channel, decisions can be made for the coatings, redesign and object of the investigation.

Hydraulic modeling is carried out to build channels at a certain scale and thus analyze the hydraulic efficiency of the channel on land and coated in cement soil, to then translate the economic hydraulic analysis of the investigation.

Key words: channel, soil, sedimentation, erosion.

INTRODUCCION

Un canal de riego revestido de suelo cemento es necesario para aquellos lugares donde existe sedimentación debido que luego de la sedimentación comienzan a crecer en el fondo del canal vegetación, lo cual reduce el caudal que debería transportar el mismo, afectando de forma directa al canal y a la población a sus alrededores, para cumplir con el propósito del canal revestido de suelo – cemento es necesario mediante los ensayos de laboratorio establecer una dosificación con el material de sitio (suelo) hasta obtener una curva de resistencia contra dosificación comparando costos beneficios y parámetros técnicos en la hidráulica.

No teniendo estudios anteriormente establecidos para encontrar dosificaciones de suelo – cemento para revestimiento de canal, se muestra la deficiencia para el aprendizaje de los estudiantes por tal motivo se realiza esta investigación.

Teniendo como problemática la afectación hacia los habitantes del sector el principal motivo para realizar el estudio, como es el canal en tierra no cumple con el caudal requerido, partiendo de esta idea se plantean los objetivos y la hipótesis: el revestimiento con suelo – cemento en el canal de tierra lo hará más eficiente y con beneficios técnico económico con relación al prototipo.

Se muestra con un enfoque experimental basándose en ensayos de laboratorio, realizando recolección de datos en el sitio, para luego llevarlas a la ejecución.

CAPITULO I

1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema

Análisis de un canal de riego en tierra Vs. Revestido de Suelo-Cemento

1.2 Planteamiento del problema

En la parroquia de Tarifa perteneciente al cantón de Samborondón se encuentran distintas haciendas dedicadas al sembrío de arroz.

Para el respectivo cultivo del arroz se es necesario de varios procedimientos en el cual uno de estos depende del agua, en estos sectores resulta dificultoso obtener agua para el llenado de las parcelas (cuadras o hectáreas) que es el sitio donde se cultiva el arroz, los moradores realizan la construcción de canales también llamados zanjás para captar agua de algún río cercano, en mucho de los casos existe un mal funcionamiento de los canales, en este sector la comunidad se ve afectada desde mucho tiempo atrás, se presenta un tipo de inconveniente lo cual es el mantenimiento constante del canal, dicho mantenimiento genera gastos y complicaciones que suelen presentarse.

Uno de los problemas más comunes que se presentan en los canales de la zona es la sedimentación, la cual limita el funcionamiento del canal, debido a que no se toman los parámetros necesarios para su revestimiento pues el mismo influye en su trabajo.

Conociendo estos antecedentes el ser humano se ve en la necesidad de buscar una alternativa para el diseño de canales de riego con un funcionamiento óptimo y preciso, ya que es beneficioso para todos los habitantes que realizan este tipo de actividad dedicado a la agricultura.

1.3 Formulación del problema

¿El canal de riego revestido de suelo-cemento tiene mejor factibilidad técnica y económica que el no revestido?

1.4 Sistematización del problema

- ¿Cuál será el beneficio técnico y económico de la construcción del canal revestido de suelo – cemento?
- ¿El canal existente en tierra afecta directamente a la población de sus alrededores?
- ¿Es necesario la elaboración de un modelo del prototipo para realizar los ensayos experimentales, mostrando de forma visual la problemática?

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

Estudiar el comportamiento mecánico del canal de riego en tierra y revestido de suelo cemento ubicado en Tarifa perteneciente al cantón Samborondón.

1.5.2 Objetivos específicos

- Hallar la dosificación óptima de suelo cemento para el revestimiento del canal.
- Experimentar en modelos físicos el rediseño del canal existente tanto en el revestido como para el no revestido.
- Evaluar los costos económicos para el canal revestido y el canal no revestido.
- Mejorar la calidad de funcionamiento de los canales en el sector a través de los materiales existentes alrededor.
- Determinar los beneficios que tendrá el diseño del canal de riego para las haciendas de la zona.

1.6 Justificación de la investigación

Debido al mal funcionamiento de los canales de riego en la zona, dedicadas al cultivo de arroz es necesario realizar un proyecto de investigación que tiene como finalidad analizar los distintos parámetros y criterios para el diseño de un canal de riego óptimo, con un revestimiento apropiado el cual ayude a determinar y comprobar todos los principios de la hidráulica en

general a través de conocimientos obtenidos de manera teórica para ponerlos en práctica, uno de los problemas más comunes son la erosión y sedimentación que proporcionan los canales no revestidos es decir en este caso (en tierra), este sería un factor importante a tomar en el diseño del mismo así como también realizando una serie de investigaciones para determinar el análisis comparativo con respecto al canal revestido en suelo – cemento.

De ser posible un diseño de un canal de riego adecuado se podrá pasar a la ejecución del mismo con la autorización de los pobladores de sus alrededores en este sector y entidades municipales pertinentes, después de presentarles todas las ventajas y desventajas e información absoluta que se van a generar en el tipo de canal a elegir, en este caso sería el resultado final en cuanto a la comparación de ambos canales y las opciones si será en tierra o necesita un revestimiento, dichos resultados tendrán que cumplir con el funcionamiento óptimo del canal en todos sus aspectos.

1.7 Delimitación de la investigación

El presente proyecto de investigación se encuentra ubicado en la parroquia Tarifa en la provincia del guayas, un canal existente de riego, este canal capta agua del rio los Tintos transportándola hacia los diferentes puntos de entrega o hacia las parcelas.



Figura N° 1 Ubicación del Proyecto

Fuente: (Google, 2015)

Concretar el tema de cuan beneficioso con respecto a una comparación y análisis de costos y sobretodo en el área técnica de la hidráulica, cuál de los dos canales será el más factible a utilizar en este caso analizar las propuestas obtenidas al final de los ensayos respectivos y presupuestos, sí el revestido de suelo-cemento a utilizarse para el revestimiento del canal sería el más eficaz, buscando una solución para los pobladores del sector en cuanto a tiempo, dinero y funcionalidad; todo esto a fin de que el análisis a realizarse sirva para su ejecución y se logren obtener los resultados esperados.

1.8 Hipótesis

El revestimiento con suelo cemento de un canal en tierra lo hará más eficiente y con beneficios técnico económico respecto al canal no revestido.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

LEY DE MOVIMIENTO EN LA HIDRÀULICA

Mediante estudios de movimientos de los fluidos se implementaron leyes del movimiento que forman parte de la física básica, con esto se pueden llegar a obtener soluciones claras y concisas a los fenómenos que se muestran por la acción de las fuerzas exteriores y también las que actúan bajo acción de la gravedad con relación a los objetos en particular, por tal motivo les fue necesario realizar investigaciones en cuanto al movimiento que realizan los fluidos como el agua bajo fenómenos como la fuerza y gravedad, las leyes de movimiento en la hidráulica fueron expuestas por varios científicos los que se llevaron mucho tiempo para encontrarlas.

La primera ley afirma que todo cuerpo se mantiene en estado de reposo a no ser que exista sobre él una fuerza la que genera una modificación, esta ley es conocida como la ley de la inercia la cual tiene en cuenta como un cuerpo puede detenerse por la fricción en su superficie o mediante una acción de una fuerza que paralice su movimiento libre, puede ser un rio en el cual aguas arriba por su pendiente proporciona velocidades elevadas, cuando ya se encuentra aguas abajo y por la fricción de la superficie y no teniendo mucha pendiente su velocidad disminuye.

La ley de la fuerza señala que si existe algún cambio de movimiento en cualquier cuerpo está directamente relacionado con la fuerza que se le aplica al mismo, haciendo un análisis en la hidráulica se puede deducir la fuerza que genera un cuerpo de agua conociendo su masa y su aceleración, como pueden ser el caso de las hidroeléctricas al momento que el agua por su energía potencial al caer desde una altura enorme y al girar una turbina la puede llegar a transformar en energía eléctrica.

Al producir un empuje equivalente a una cantidad de agua que se va a sostener esta realiza una reacción a través de esto encontramos la tercera ley de Newton la cual se dice que para toda acción sobre un cuerpo este produce una reacción igual en sentido contrario, en la parte de la hidráulica podemos hacer referencia en los diseños de canales debido que es necesario tomar en cuenta al momento de ejercer una fuerza en las paredes de un canal.

CANAL

Un canal no es más que una estructura por la cual puede circular un fluido, por acción de la gravedad teniendo una pendiente necesaria, la superficie del líquido se encuentra descubierta y está en contacto con la presión atmosférica, un canal es tan importante para el abastecimiento de agua volviéndose la hidráulica una materia esencial; la construcción de un canal sirve para llevar agua a lugares donde es difícil obtenerla tanto para el hombre como animales y plantas, las cuales sin agua resultaría imposible tenerlos.

LOS PRINCIPALES TIPOS DE CANALES SON:

Por su origen:

Canales Naturales. - son los canales que existen de forma natural en tierra estos pueden variar en sus partes geométricas desde pequeños hasta muy grandes, las secciones transversales en los canales naturales en muchos de los casos suelen ser de forma irregular y cambian en su recorrido estos pueden ser: los ríos, efluentes, arroyo, lagos, lagunas etc.

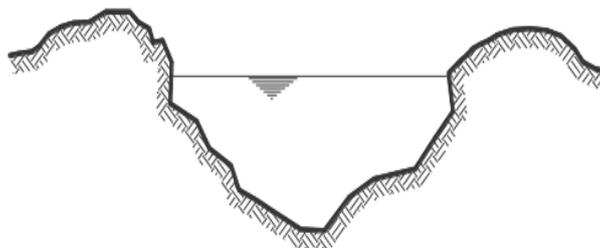


Figura N° 2 Canal Natural de forma irregular

Fuente: (Chow V. T., 2004)

Canales artificiales. - Son todos los canales donde interviene el esfuerzo del ser humano, construido por ellos como pueden ser: los canales que sirven para riego, los canales de navegación, canal para agua potable, canal para aguas negras, canal para centrales hidroeléctricas, y canales modelados construidos para laboratorios.

Los canales artificiales suelen diseñarse en forma geométricas regulares, que son los canales construidos con secciones transversales que no varían y su pendiente permanece constante en el fondo del canal.

Por la forma de su sección:

Canales de sección triangular. - son comunes para carreteras en las cunetas revestidas, y en canales de tierra pequeños por su facilidad en cuanto al trazado.

Canales de sección trapezoidal. - se los utiliza en canales en tierra como los que son para el riego en la agricultura debido que en este tipo de canales e puede obtener pendientes necesarias para su estabilidad y en canales revestidos.

Canales de sección rectangular. - estos nos proporcionan un manejo adecuado si vamos a trabajar con materiales estables, ya que sus lados son verticales como los canales excavados en roca firme.

Canal de sección circular. - se utilizan más para los alcantarillados y estructuras hidráulicas importantes.

Canales prismáticos. - son aquellos que poseen secciones transversales que no varían y pendientes de fondo constante.

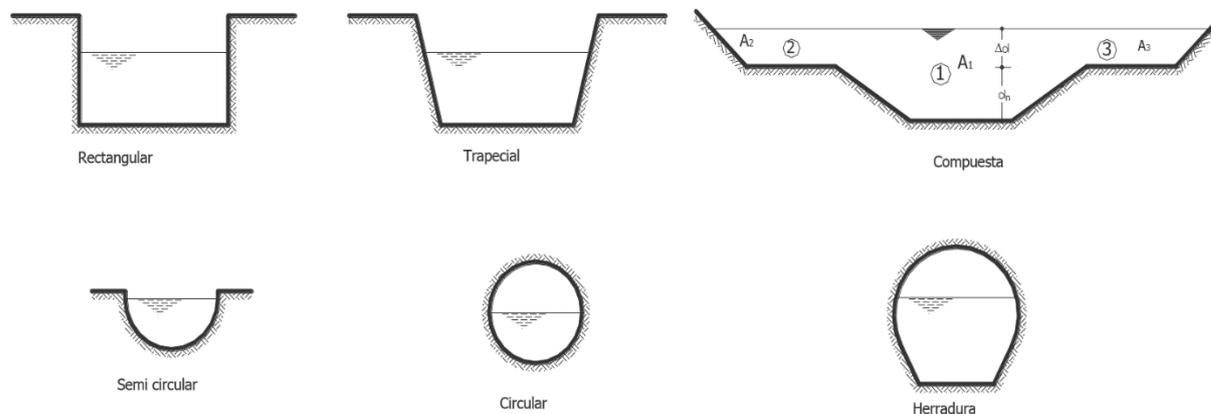


Figura N° 3 Secciones Transversales de un canal

Fuente: (Pérez, 2016)

Canales por su función. - Las funciones de un canal de riego varían dependiendo de los distintos tipos de servicio, existe el denominado canal principal o derivación es el canal madre desde donde se va a realizar la captación para trasportar agua.

También están los canales laterales es aquel que sale del canal madre y su gasto que ingresa es repartido hacia los canales sub-laterales. De tercer orden que nacen del canal lateral el agua que ingresa a este se reparte hacia las parcelas individuales es conocido como sub-lateral.

Existen una extensa gama de secciones que sirven para el diseño de un canal, pero para este análisis vamos a fijarnos en la de sección trapezoidal a causa que presenta ser una muy común en todo el mundo y por su fácil manejo.

ELEMENTOS GEOMETRICOS DE UN CANAL

Para la construcción y diseño de un canal es importante tomar en cuenta ciertos parámetros que nos sirven para su realización, entre los más importantes tenemos los siguientes:

El área “A” de un canal será la sección transversal de la corriente que conduce el canal El perímetro mojado del canal “P” es la longitud total en donde el agua moja la sección transversal del canal. La base “b” en un canal o también llamada solera.

Profundidad o altura “Y” tiene que ver con la profundidad máxima de un canal, desde el punto más bajo o desde la base del canal hasta la superficie libre, si no se especifica otra cosa.

Ancho superior “L” es el término que se utiliza para el ancho de la sección transversal en la superficie del agua.

Radio hidráulico $R = A / P$ es el área sobre el perímetro mojado

Profundidad media se “ Y_m ” denomina al área sobre el ancho superior

Talud “m” se denomina talud a la proyección horizontal a la vertical de las paredes laterales o también se refiere al talud de las paredes laterales del canal. Por ejemplo, m sería el valor de la proyección horizontal cuando el vertical podría ser 1, a partir de funciones trigonométricas sería la cotangente del ángulo. Esto va depender del tipo de material en donde se va a construir el canal con la finalidad de prevenir un derrumbe, si se dice que el canal tiene 2:1 esto nos da a entender que la proyección horizontal de mi pared lateral es 2 veces mayor que la proyección vertical que sería uno por lo cual el talud m es igual a 2 resulta de la división de la proyección horizontal 2 para la vertical.

Velocidad media “ V_m ” es la velocidad media en la sección transversal en m/s

Gasto “Q” es el volumen de agua que atraviesa una toda la sección del canal y se expresa en m^3/s .

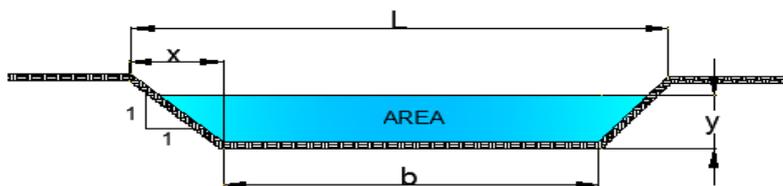


Figura N° 4 Elemento Geométrico en un canal

Fuente: (Propio)

ENERGIA EN UN CANAL

La energía en un canal es la carga de velocidad a lo largo del canal donde V es la velocidad media de la sección en análisis para este caso podemos considerar un canal en el que se produce

un flujo permanente e uniforme. Con un punto cualquiera en la base del canal, la energía específica será debido a la cota respecto del punto de referencia a la que se le añadirá la altura de presión y velocidad, dando lugar a diversas líneas que se pueden trazar y que son características de un canal tales como; altura geométrica, altura piezométrica, altura cinética o presión dinámica y la línea de energía total.

La línea de energía total del flujo es la sumatoria de la altura geométrica o elevación z , esta altura se obtiene con relación al plano de referencia, a la altura piezométrica o de carga esta altura se obtiene con relación al fondo del canal, y la altura cinética o de presión dinámica que es la carga de velocidad en la sección de análisis.

La pérdida de energía en los canales es también la que se denomina pérdida de carga y es la pérdida que se produce en los líquidos que son transportados en las tuberías y en los canales abiertos.

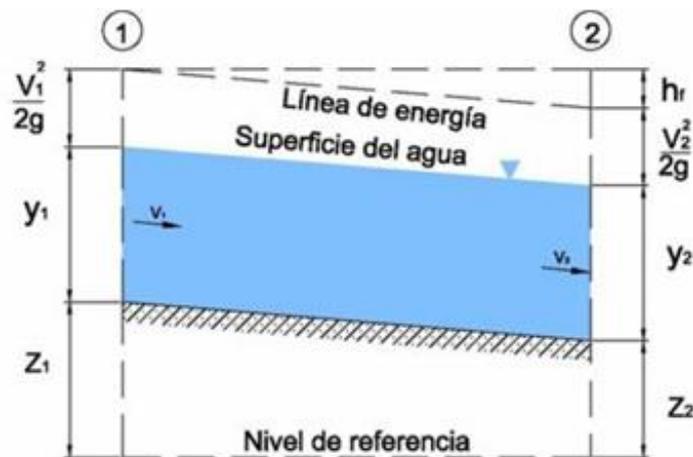


Figura N° 5 Flujo en Canales Abiertos

Fuente: (Chow V. T., 2004)

LA ECUACION DE LA CONTINUIDAD

Las ecuaciones son llamadas así debido a que si en su configuración de su estructura se puede obtener datos adicionales para la resolución de problemas cuando se realiza el despeje de la misma, las ecuaciones en la hidráulica son de suma importancia ya que de ellas se desglosan otras ecuaciones dando de esta manera solución a los problemas que en la mayoría no se cuenta con una información determinada.

Cuando se quiere realizar una investigación acerca de las ecuaciones en la hidráulica es importante tener claras las leyes de la mecánica de newton, así como también las leyes de la mecánica de fluidos básica partiendo desde este punto la mecánica del agua se la considera como una masa en movimiento.

La ecuación de la continuidad es aquella que estudia la conservación de la masa del fluido a través de dos puntos los cuales pueden ser punto A y punto B de un conducto cerrado o abierto la cual está constituida que la masa que entra es la misma masa que sale. Cabe recalcar que esta teoría fue dictada por CASTELLI de manera empírica, a través de una observación a base de experimentos hasta llegar a la conclusión de la ecuación de la continuidad se describe:

$$\rho_1 * A_1 * V_1 = \rho_2 * A_2 * V_2$$

Cuando $\rho_1 = \rho_2$, que es el caso general tratándose de agua, y flujo en régimen permanente, se tiene:

$$A_1 * V_1 = A_2 * V_2$$

$$Q_1 = Q_2 \quad (\text{Caudal que entra es igual al que sale})$$

Dónde:

Q = caudal (m³/s)

V = velocidad (m/s)

A = área transversal del tubo de corriente o conducto (m²)

CLASIFICACION DEL FLUJO

Flujo en canales abiertos. - para el estudio del flujo en canales abiertos vamos a considerar que este puede clasificarse en muchos tipos y describirse en varias maneras, dependiendo al cambio que sufra la velocidad, profundidad y área va a cambiar el estado del flujo en el que se encuentre con respecto al tiempo y espacio.

Para la clasificación de flujo en canales abiertos tenemos los siguientes tales como;

Flujo permanente. - es cuando la velocidad, tirante y área de los cuales vamos a determinar nuestro caudal y si este permanece constante en cualquier sección transversal va a existir un flujo permanente. Si los parámetros varían se lo conoce como flujo no permanente. En algunos de los canales abiertos es necesario estudiar el comportamiento del flujo solo bajo condiciones permanentes. No obstante, si el cambio en la condición del flujo con respecto al tiempo es importante, el flujo debe tratarse como no permanente.

Flujo uniforme y no uniforme. - se dice flujo uniforme aquel cuyo calado, sección transversal y demás elementos del flujo permanecen constantes entre un punto con respecto a otro.

Por obstante si la pendiente, sección transversal o cualquier parámetro llegasen a cambiar desde un punto con respecto a otro dentro de este tramo de conducción, el flujo se es denominado no uniforme, podemos analizar el flujo permanente no uniforme en un tubo Venturi para medir caudales, aquí vamos a notar la variación desde un punto con respecto al otro.

CONDICIONES CRÍTICAS DEL FLUJO. - este término se utiliza para poder hacer una descripción en lo que respecta al funcionamiento hidráulico en los canales abiertos cuando existen una cierta relación entre el tirante y la energía específica, este calado que se produce cuando se presenta el flujo normal se llama tirante normal.

ENERGIA ESPECÍFICA DE LA SECCION. - se denomina energía específica de la sección a la energía referida a un eje que pasa por el fondo del canal.

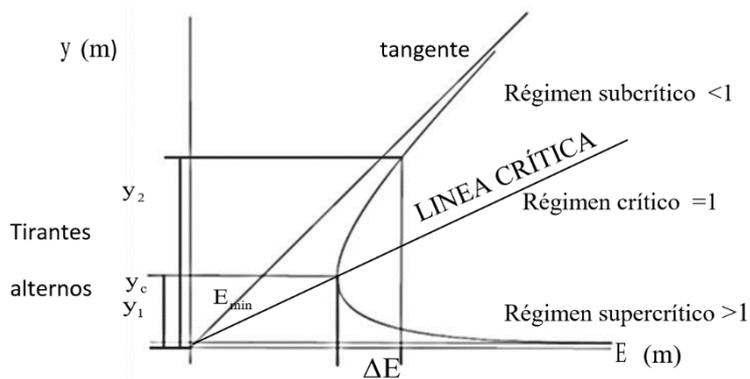


Figura N° 6 Curva energía específica mínima

Fuente: (Rodríguez, 2015)

FLUJO CRÍTICO. - cuando existe un calado crítico y velocidades críticas se conoce como flujo crítico, el flujo que se muestra con calados mayores al crítico y velocidades menores a la crítica se llama flujo subcrítico, para el flujo subcrítico influye mucho las condiciones aguas abajo con el comportamiento de la corriente aguas arriba.

Cuando ocurren velocidades mayores que la crítica y es tal que la revuelta es arrastrada aguas abajo se conoce como flujo supercrítico, es necesario controlar el flujo aguas arriba del canal.

PENDIENTE CRÍTICA. - la pendiente crítica es mediante la cual se puede tener una descarga tal mientras que el tirante es uniforme o igual al crítico.

VELOCIDAD CRÍTICA. - es la velocidad media cuando el gasto es el crítico.

EL FLUJO Y SUS ESTADOS

Para el estudio del flujo es necesario tener en cuenta que existen varios estados por los que puede pasar, dentro de los más comunes están el flujo laminar y el turbulento, debido al efecto que produzca la viscosidad en relación con la inercia el flujo puede ser laminar o turbulento,

cuando las fuerzas de la viscosidad son demasiado fuertes en relación a las fuerzas de la inercia la viscosidad representa algo significativo en lo que respecta a la determinación del comportamiento del flujo.

En el flujo laminar mediante movimientos en trayectorias suaves definidas las partículas de agua se mueven o líneas de corriente esto produce un efecto de que en toda la trayectoria del canal el fluido se desliza dando a entender que posee laminas o capas paralelas entre sí las que se van deslizando de una forma suave una sobre la otra sin ninguna mezcla entre sí mismas.

Cuando se analiza el flujo turbulento es un poco difícil a causa de que es el tipo de flujo es el que más comúnmente se observa en la ingeniería hidráulica, a diferencia del flujo laminar el turbulento presenta un cambio en cuanto a su viscosidad si el flujo en una trayectoria determinada sea este entre punto 1 al punto 2 se produce una fuerza muy débil de viscosidad con relación a las fuerzas inerciales se va a producir un flujo turbulento a raíz que las partículas de agua producen movimientos de una forma irregular las cuales no son suaves ni tampoco fijas, estas partículas en conjunto representan el movimiento hacia adelante de la corriente.

En los canales la viscosidad produce un efecto en relación con la inercia el cual puede identificarse con el número de Reynolds, dependiendo del flujo que obtenga en el cauce ya sea este turbulento, flujo laminar o de transición se rige de la siguiente manera.

Numero de Reynolds es igual a la velocidad en m^2/s por el radio hidráulico dividida para la viscosidad cinemática del agua en m^2/s .

NUMERO DE REYNOLDS PARA CANALES

$$Re = \frac{V R_h}{\mu}$$

Donde:

Re= Numero de Reynolds es un valor adimensional

V = velocidad, (L/s).

Rh = radio hidráulico, (L).

μ = viscosidad cinemática del fluido, (L²/t.)

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Flujo. Laminar: } R_e < 500 \left\{ \begin{array}{l} \text{R. Subcritico para } N_F < 1 \\ \text{R. Supercritico para } N_F > 1 \end{array} \right. \\ \text{Flujo. Transición: } 500 < R_e < 2000 \left\{ \text{R. Critico y } N_F = 1 \right. \\ \text{Flujo. Turbulento: } R_e > 2000 \left\{ \begin{array}{l} \text{R. Subcritico para } N_F < 1 \\ \text{R. Supercritico para } N_F > 1 \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Figura N° 7 Tipos de Flujo

Fuente: (Rodriguez, 2015)

NUMERO DE FROUDE

En el año de 1870 el arquitecto William Froude recalco la importancia de la relación entre las fuerzas de inercia y la gravedad, para la modelación hidráulica se lo utiliza como un parámetro adimensional.

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gy}}$$

Donde:

Fr= número de Froude este valor es adimensional

V = velocidad, (L/t).

g = fuerza de la gravedad, (L/t²).

y = tirante hidráulico, (L).

SECCIONES DE CONTROL

Se conoce como sección de control a una estructura de un canal la cual nos permite hacer una relación con el nivel de la superficie libre del agua y la descarga correspondiente, por consiguiente, las secciones sirven para controlar el flujo aguas arriba como aguas abajo.

ELEMENTOS DE EROSION Y SEDIMENTACION

Se debe conocer de dónde o como se produce la denominación EROSION, se origina cuando el suelo el cual se encuentra compuesto por partículas estas se desprenden por acción de agua y del viento, este material después de ser separado del suelo queda suspendido en el agua para luego sedimentarse al momento que encuentre las condiciones adecuadas, cuando existe el desprendimiento a lo largo de la trayectoria que va avanzando se sedimentará.

Para prevenir la sedimentación depende mucho las velocidades que se van a producir en el canal como lo es la máxima velocidad no erosionante es la mayor velocidad permitida para que no exista erosión en los contornos del canal.

Para canales excavados en tierra la velocidad mínima es de 0,60 m/s a 0,90 m/s dentro de este rango se evitará la sedimentación, y con una velocidad media de 0,75 m/s se evita el crecimiento de plantas en el fondo del canal.

METODO DE SHIELDS

Shields estudia el transporte de sedimentos de partículas (material no cohesivo) en un río o canal, este arrastre va depender de la energía que exista capaz de generar un movimiento de partículas en el fondo del canal; teniendo dos parámetros a utilizar (tensión de corte adimensional y el diámetro de la partícula adimensional).

FACTIBILIDAD ECONOMICA

En base al alcance de la propuesta, se evaluaron económicamente las alternativas propuestas, es decir, canal revestido y no revestido a fin de determinar cuál de las propuestas

tiene mayor factibilidad, la evaluación se realiza en base al costo de la obra mediante presupuestos enlistando todos los rubros.

MODELACION HIDRAULICA

Para proceder a la ejecución de muchas estructuras hidráulicas en la actualidad se proyectan solo después de realizar estudios y experimentos sobre modelos físicos, mediante la modelación Hidráulica permite realizar una serie de experimentos para simplificar y organizar la experiencia de los resultados.

Relacionando y escalando las magnitudes físicas estas constituyen una herramienta útil para la mecánica de los fluidos, para el análisis de una modelación hidráulico se suelen tomar modelos sea bien, reales o ficticios, para los modelos reales se cuenta con todos los datos y características referente al prototipo en escala, como la geometría teniendo todas las limitaciones del diseño, en el estudio de la comparación entre el prototipo y el modelo se llega a la conclusión de que son efectivos el comportamiento es muy bueno. Para la semejanza de la geometría entre el modelo y el prototipo pueden escribirse como:

$$\lambda V = \frac{V_m}{V_p} = \frac{L_m}{L_p}$$

$$F^2_m = F^2_p$$

$$\frac{V_m^2}{g L_m} = \frac{V_p^2}{g L_p} ; \lambda V^2 = \lambda L$$

Donde:

L_m : longitud de modelo hidráulico

L_p : longitud de prototipo

g : gravedad

F_m : Froude del canal de modelo hidráulico

Fp: Froude del canal de prototipo

Vm: velocidad del canal de modelo hidráulico

Vp: velocidad del canal prototipo

Escala de longitud

$$\lambda_L = \frac{L_p}{L_m}$$

Escala de velocidad

$$\lambda_V = \lambda_L^{1/2}$$

Escala de caudal

$$\lambda_Q = \lambda_L^{5/2}$$

MATERIALES

Suelo. - Es todo tipo de material terroso, desde un relleno de desperdicio, hasta areniscas parcialmente cementadas o lutitas suaves. Los suelos tienen su comienzo en los macizos rocosos que constituyen la roca madre, sometida a la acción ambiental disgregadora de la erosión es decir la roca que se desintegra por acción de la intemperie.

Cemento. - Es el material aglomerante de mayor importancia empleados en la industria de la construcción. Se presenta en estado de polvo, obtenido por cocción a 1550° C una mezcla de piedra caliza y arcilla, con un porcentaje de arcilla mayor del 22%. Estas piedras, antes de proceder a su trituración y ser molidas se calcinan en hornos especiales, hasta un principio de fusión o vitrificación.

Agua. -El agua es una sustancia que está conformada molecularmente por dos átomos de hidrogeno y uno de oxigeno (H2O).

El agua para el concreto se considera que tiene que ser apta para el consumo humano y que no tenga sabor u olor notable. Puede utilizarse agua cuyo comportamiento no se conozca para hacer concreto, si las pruebas a realizar en el laboratorio alcanzan resistencias a los 7 y a los

28 días iguales a concreto realizado con agua potable. En estos casos es importante realizar las pruebas para tener una seguridad que el concreto no será afectado por el tipo de agua a utilizar. Se debe controlar el tiempo de fraguado ya que si es agua con impurezas puede afectar las propiedades del concreto.

REVESTIMIENTO DE CANALES

Revestimiento de canales. - El revestimiento de un canal de riego mejora las condiciones del mismo garantizando que se transporte el caudal necesario por diseño y controlando la erosión, infiltración y sedimentación del mismo brindando un buen funcionamiento. El tipo de revestimiento se puede elegir dependiendo de las dimensiones del canal y sobre todo por la parte económica. Entre los tipos de revestimiento se pueden considerar los siguientes:

No revestidos. - Los canales de riego no revestidos producen pérdidas significativas por infiltración y en casos se pueden llegar hasta el 40% del total de agua que pasa por los canales, dependiendo de factores que influyen como:

Las características del suelo y su permeabilidad

La edad del canal

El tirante

El área mojada

La velocidad del agua

En los canales de tierra se debe considerar el ángulo de fricción interna del suelo ya que de este depende que se controle en algo la erosión y poder realizar mantenimiento cuando sea necesario, la velocidad permisible del suelo.

En los canales de tierra por la rugosidad se va a obtener geometrías de mayores dimensiones y por lo tanto mayor excavación.

Revestimiento con mampostería. - La mampostería constituye un excelente revestimiento de los canales.

El revestimiento de mampostería (piedra, ladrillo, bloques, etc.) se pueden realizar cuando estos materiales abundan y la mano de obra es económica y recomendable.

Los de piedra pueden construirse juntando con mortero o realizando el zampeado.

Revestimiento con concreto. - El revestimiento con concreto implica un costo inicial alto, pero representa múltiples ventajas entre ellas que el tiempo de vida útil aumenta considerablemente y los mantenimientos del mismo son económicos a diferencia del no revestido y se puede obtener el área geométrica óptima desde el talud del canal.

El revestimiento con concreto elimina la presencia de maleza mejorando la función del canal, las ventajas que ofrece son las siguientes:

Prevención de la erosión. - La variación de velocidades en canales sin revestimiento produce sedimentación de materiales extraños y desprendimientos de los taludes. Estos fenómenos son más frecuentes en zonas donde el suelo por su cohesión es fácilmente erosionable, esto produce modificaciones de la sección transversal y en los perfiles longitudinales por la sedimentación de materiales. En los canales revestidos de concreto las velocidades permisibles son mayores en comparación del no revestido controlando la sedimentación.

Eliminación de vegetación. - En los canales sin revestimiento tanto los taludes como el fondo del canal tienden a cubrirse de vegetación, especialmente de pastos y hiervas, la vegetación afecta al canal, al aumentar la rugosidad del mismo provocando que la velocidad del agua disminuya alterando el caudal y provocando sedimentaciones.

Aumento de la capacidad del canal. - La eliminación de la erosión permite que el agua circule en los canales revestidos a mayor velocidad que en los de tierra, obteniéndose como resultado mayor caudal para igual sección.

Disminución de los costos de mantenimiento. - Al revestir los canales de concreto el tiempo de vida útil del canal aumenta considerablemente evitando en este tiempo de realizar mantenimientos costosos como lo son el corte de la maleza y la limpieza del mismo que implica

la operación de maquinarias a diferencia del revestido que serían económicos. Cuando se realizan estudios comparativos este factor es el que les da mayor costo a los canales no revestidos.

Reducción de los costos de riego. - La demanda del caudal en canales no revestidos son mayores a los canales revestidos optimizando la demanda de agua y conduce a una mejor distribución de agua por el canal.

Protección de la salud. - El medio ambiente en los canales sin revestir es propicio a la proliferación de insectos y en especial mosquitos.

Entre las causas que favorecen el desarrollo de mosquitos en los canales sin revestir pueden mencionarse las siguientes:

1.- Filtraciones que originan zonas pantanosas.

2.- Fondos de canales no perfectamente a nivel, lo que causa la formación de charcos y crecimiento de pasto durante los periodos en que el canal no se usa.

Acortamiento del trazado por las mayores pendientes admisibles. -Como consecuencia de la alta resistencia al desgaste que posee el hormigón, pueden adoptarse altas velocidades respecto a los canales no revestidos por esta razón es posible disminuir la longitud del canal aumentando la pendiente longitudinal del trazado y disminuyendo los radios de las curvas horizontales.

Revestimiento con mortero. - El revestimiento de mortero a base de pistola de cemento se usan en canales pequeños, pero el procedimiento deja la superficie rugosa que debe ser terminada a mano si se desea una de primera clase.

Además, son más propensos a fallas de presión hidrostáticas.

El espesor no es mayor de 5cm en taludes firmes, el cemento se mezcla con arena previamente cernida a través de la malla número 4 de 4.76mm de abertura, en proporción 1:3 a 1:4.

Revestimiento con suelo estabilizado con cemento. - Suelo cemento o suelo estabilizado con cemento es una mezcla en seco de suelo o tierra con determinadas características granulométricas, cemento Portland y en su caso aditivos. A la mezcla se le adiciona una cierta cantidad de agua para su fraguado.

El cemento, combinado con el suelo brinda a la combinación la resistencia mecánica y mejora sus propiedades como la son la estabilidad dimensional y su durabilidad.

MECANICA DE SUELOS

Origen y formación de los suelos. - Los suelos tienen su origen de las rocas. Su conformación se realiza por medio de un proceso de transformación del material que la forma, que se llama meteorización en la cual la roca mediante este proceso es atacada por mecanismos de desintegración que se acusan al agua, la atmosfera, las plantas, la vida silvestre, el clima y al tiempo. Es decir, sometida a la acción ambiental disgregadora de la erosión en sus tres facetas:

Física. - Se refiere a los cambios térmicos, agua, hielo, crecimiento de cristales, etc.

Química. - Se refiere a la hidratación, disolución, oxidación, etc.

Biológica. - Se refiere a la actividad de bacterias que causan putrefacción.

Descripción y clasificación de los suelos

El suelo que es un material de diferentes tamaños de partículas y composición química para poder ser estudiado es necesario seguir una metodología con conceptos y sistemas de evaluación de propiedades, de manera que se constituya una forma manejable para los técnicos de diferentes especialidades y países. Existiendo en la actualidad normas que lo clasifican como, por ejemplo: las normas A.S.T.M, D.I.N, U.S.C.S, A.A.T.H.O, etc.

Gravas. - son granos de tamaño entre 8 – 10cm y 2mm se caracterizan porque los granos son visibles directamente. No retienen agua, por la inactividad de su superficie y los grandes huecos existentes entre partículas.

Arenas. - Son partículas conformadas entre 2 y 0.060mm, al igual que las gravas también son visibles directamente, al momento de ser mezclado con agua no se forman agregados continuos, si no que se distancian de ella con facilidad.

Limos. - Son partículas conformadas entre 0.060 y 0.002mm, tienen la propiedad de retener agua a diferencia de las partículas de tamaños superiores. Al momento de formar una pasta de agua-limo y colocarla en la mano al golpearla con la mano se observa como el agua se absorbe fácilmente.

Arcillas. - Es un tipo de suelo formado por partículas de tamaños menores que de los limos es decir 0.002mm. Se trata ya de partículas tamaño gel y se necesita que haya habido transformaciones químicas para llegar a estos tamaños. Tiene la característica de retener gran cantidad de agua.

Clasificación SUCS

Unificado de clasificación de suelos. - es un sistema de clasificación de suelos utilizado por técnicos en ingeniería civil y geología para determinar la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema puede ser aplicado a la mayor parte de los materiales sin consolidar y se representa por medio de un símbolo de dos letras como se indica a continuación:

GW. -Gravas bien gradadas, mezcladas con arena y poco finos.

GP. Gravas mal gradadas, mezcladas con arenas y pocos finos.

GM. -Gravas limosas mal gradadas mezcladas con arena y limo.

GC. -Gravas arcillosas mal gradadas mezcladas con arena y arcilla.

SW. -Arena bien gradadas mezcladas con gravas y pocos finos o sin ellos.

SP.-Arena mal gradadas mezcladas con gravas con pocos finos.

SM. -Arena limosas mal gradadas mezclas de arena y limo.

SC. -Arena arcillosa mal gradada mezcla de arena con arcilla.

ML.-Limo de baja plasticidad.

OL. -Limo orgánico.

MH. -Limo de alta plasticidad

CH. -Arcilla de alta plasticidad

OH. -Arcilla orgánica

PT.- Suelos altamente orgánicos

Tabla 1
Clasificación SUCS

SUELOS DE GRAN O GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% - >GW, GP, SW, SP. >12% - >GM, GC, SM, SC. 5 al 12% - >casos límite que requieren usar doble símbolo.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3		
	SUELOS DE GRAN O GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GP			Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.
			Arenas limpias (pocos o sin finos)	GM			Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.	Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.
	SUELOS DE GRAN O GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	GC			Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.	Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.
			Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW			Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3
	SUELOS DE GRAN O FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SP			Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.
			Arenas limpias (pocos o sin finos)	SM			Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.
	SUELOS DE GRAN O FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50		ML			Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	
				CL			Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
	SUELOS DE GRAN O FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50		OL			Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.	
MH				Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.				
SUELOS DE GRAN O FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50		CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.				
			OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.				
Suelos muy orgánicos			PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.				

Fuente: (Ranald V, 2008)

Clasificación AASTHO

En esta clasificación los suelos se clasifican en siete grupos que van desde A-1 hasta el A-7, según su granulometría y plasticidad. En si van clasificados en función del porcentaje que pasa por los tamices número 200, 40 y 10, y de los límites de Atterberg de las partículas que pasan por el tamiz número 40. En los grupos mencionados se deben a dos grandes categorías de suelos, que van desde los suelos granulares es decir cuando por el tamiz número 200 no pasa un porcentaje mayor al 35 por ciento y la otra categoría de suelos limos-arcillosos que corresponden a porcentajes mayores del 35 por ciento por dicho tamiz.

La categoría de los suelos granulares que corresponden a gravas y arenas están compuestas por los grupos A-1, A-2, Y A-3.

A-1.-Corresponde a una mezcla bien graduada de gravas, arenas y finos no plásticos.

A-1-A.-Corresponde a los suelos con superioridad de gravas, con o sin material fino bien graduado.

A-2.-Corresponde a los suelos que contienen un 35 por ciento o menos de material que paso por el tamiz número 200 y que no pueden ser clasificados en los grupos A-1 y A3, por causa del porcentaje de finos o por la plasticidad de estos.

A-3.-Corresponde a suelos constituidos por arena fina, sin finos limosos o arcillosos o con pequeña cantidad de limo no plástico.

A-2-4 Y A-2-5.- En estos subgrupos están los suelos que contienen un porcentaje del 35 por ciento o menos que pasa por el tamiz número 200 y cuyas partículas que pasa por el tamiz número 40 tienen las características de los grupos A-4 Y A-5, de suelos limosos.

A-2-6 Y A-2-7.- En estos subgrupos están los suelos como los descritos paros los subgrupos A-2-6 Y A-2-5, excepto que los finos contienen arcilla plástica.

A-4, A-5, A-6 Y A-7.- En estos grupos se tienen los suelos limo-arcillosos en los cuales dependen de su límite líquido y su plasticidad.

Tabla 2
Clasificación AASTHO

Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)							Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)			
A-1		A-3	A-2-4				A-4	A-5	A-6	A-7
A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
50 máx	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
30 máx	50 máx	51 mín	-	-	-	-	-	-	-	
15 máx	25 máx	10 máx	-	35 máx	-	-	36 min	-	-	
-	-	-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	
6 máx	-	NP (1)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	
Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa			Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Excelente a bueno							Pobre a malo			

Fuente: (Ronald V, 2008)

El índice de grupo se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$IG = (F - 35) [0,2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,01 (F - 15) (IP - 10)$$

Siendo:

F: Porcentaje en peso que pasa por el tamiz n° 200 del material inferior a 75 mm, expresado en número entero.

LL: Límite líquido

IP: Índice de plasticidad.

Permeabilidad

El coeficiente de permeabilidad de un suelo es un dato cuya determinación correcta es de fundamental importancia para la formación del criterio del proyectista en algunos problemas de la parte de mecánica de suelos y en algunos casos para la respectiva elaboración de cálculos.

Existen varios procedimientos para la determinación de la permeabilidad de los suelos, en los cuales están los procedimientos directos y los indirectos:

Procedimientos directos:

Permeámetro de carga constante.

Permeámetro de carga variable.

Prueba directa de los suelos en el lugar.

Procedimientos indirectos:

Cálculos a partir de la curva granulométrica.

Calculo a partir de la prueba de consolidación.

Calculo con la prueba horizontal de capilaridad.

Permeámetro de carga constante. - Es un método directo que ofrece de manera simple para determinar el coeficiente de permeabilidad de un suelo. Una muestra de suelo de área transversal A y longitud L , confinada en un tubo, se somete a una carga hidráulica h . El agua fluye a través de la muestra de suelo, midiendo así la cantidad en cm^3 que pasa en un tiempo.

Factores que influyen en la permeabilidad del suelo. -La permeabilidad se ve afectada por diversos factores inherentes tanto al suelo como a propiedades del agua circulante. Los principales factores son:

La relación de vacíos del suelo.

La temperatura del agua.

La estructura y estratificación del suelo.

La existencia de agujeros, grietas, etc.

2.1 Marco referencial

Según (Chow, 2004), un canal abierto es una zanja por la cual el líquido fluye con una superficie sometida a una presión atmosférica, el movimiento del fluido se origina por la pendiente del canal y por acción de la gravedad, la solución exacta de los problemas de flujo es difícil y depende de datos experimentales que debe cumplir una amplia gama de condiciones.

Un aspecto físico de la naturaleza es el comportamiento de los fluidos en otras palabras su movimiento (Sotelo Ávila, 2015), el flujo de un fluido en un canal se caracteriza por el contacto de una superficie libre a la presión atmosférica, debido a esto el fluido en muchos casos siempre es un líquido y comúnmente es agua, un canal puede ser de diferentes tipos dentro de los cuales tenemos los naturales conocidos como: ríos, arroyos, etc. Y los artificiales los que son construidos por el ser humano tales como: canal de navegación, canal de riego obras de control etc.

Un fluido es un aspecto físico que presenta la naturaleza, el cual tiene tres distintos estados: sólido, líquido y gaseoso. (Sotelo Ávila, 2002) cuando el fluido permanece en movimiento se presenta una energía en el interior se puede considerar que los fluidos poseen continuidad en todas sus propiedades.

Según (MARTINEZ MARIN, 2013) existen varios tipos de flujos en los canales abiertos los cuales pueden clasificarse en muchas formas y varias maneras la siguiente se realiza con el cambio en la profundidad del flujo en el fondo del canal: flujo permanente y flujo no permanente, el flujo permanente es cuando la descarga o caudal en cualquier sección transversal permanece constante a diferencia del flujo no permanente se dice cuando cambia la profundidad del canal para estos canales abiertos se es necesario trabajar básicamente solo con un flujo permanente. Aquí donde nos regimos a la ecuación de la continuidad es decir que en toda la sección del canal se va a mantener un caudal constante: masa que entra es igual a masa que descarga. Otro punto a analizar es un flujo uniforme y no uniforme, se dice que flujo

uniforme es aquel cuyo calado o sección transversal y demás elementos del flujo no cambian, se mantienen constantes entre el tramo que se está analizando por ejemplo ente tramo A-B, pero si existe un cambio en la pendiente, la geometría o cualquier otro parámetro en el tramo A-B el flujo se conoce como flujo no uniforme.

Según (RODRIGUEZ RUIZ, 2008) el no revestimiento o revestimiento de un canal dependerá el control de la erosión, infiltraciones, y la rugosidad de las paredes para optimizar la geometría del canal, ya que un canal revestido tendrá menores dimensiones que el no revestido. La excavación y el área de revestimiento son los factores que van a proporcionar el costo del canal. Una gran parte de los canales artificiales revestidos, resisten a la erosión de una manera eficaz por lo que se denominan como canales no erosionables, los canales sin revestimiento presentan un gran tipo de erosión, descontado los canales que se excavan en suelo firme como roca.

Para un proyecto de riego debe haber un equilibrio técnico y económico en componentes como caudal y parámetros físicos que se tiene dependiendo del tipo de suelo, forma de cultivo, el clima es decir mediante unión agua-suelo-planta-hidrología según (Rocha, 2007), la carga de velocidad a lo largo de un canal donde la velocidad es media de la sección del análisis se refiere a la energía cinética del canal, la fórmula de Manning se ha convertido en el principal instrumento para el cálculo práctico de canales.

Los elementos geométricos de un canal se deben a la clase de material la cual mediante resultados de laboratorio se obtendrá y dependiendo del tipo se podrá realizar un diseño geométrico es decir obtener la figura geométrica. En cuanto a talud y ángulo de inclinación y calado ("FLUJO EN CANALES ABIERTOS", 2015)

Según (KROCHIN, 1986) cuando se presentan elementos de sedimentación y erosión es necesario tener en cuenta que la velocidad permisible o velocidad máxima permisible es la mayor velocidad que garantizara que no ocurra sedimentación y no influirá en el crecimiento

de plantas acuáticas, para el diseño de cualquier canal se tiene que considerar que la velocidad del flujo no debe descender ni superar ciertos límites de velocidades, la rugosidad depende del tipo de material por el que está compuesto el canal, el ángulo del talud así mismo de acuerdo con el material del canal y según la velocidad máxima permisible, el calado del canal debe encontrarse en función de parámetros los cuales son el radio hidráulico y área mojada. Si el canal cuenta con revestimiento, utilizando la velocidad máxima permisible como criterio tenemos un rango de velocidad Mínima de 0,60 – 0,9 m/s (evita la sedimentación), y para la velocidad media de 0,75 m/s (evita el crecimiento de plantas en el cauce).

Cuando el agua fluye en un canal y en los contornos del mismo se produce arrastre de material es conocido como el esfuerzo cortante tractivo, para canales muy anchos el radio hidráulico va ser el calado, el esfuerzo cortante que produce el movimiento del material en el fondo es experimentalmente para material suelto no cohesivo por SHIELDS. (Felices, 1970).

(Schoklitsch, Schulits and Straub) las condiciones críticas del flujo es el término que se usa para describir el funcionamiento hidráulico en canales abiertos cuando existen ciertas relaciones entre la energía específica y el calado, el calado que se produce en flujo normal se llama calado normal.

Una sección de control en un canal es aquella donde se pueda establecer una proporción definida entre el nivel de la superficie libre del agua y el gasto correspondiente, dicha sección controla el nivel de flujo aguas arriba del canal y aguas abajo del mismo, los perfiles en canales están en función de la pendiente del fondo del canal que este lo proporcione, la pendiente será positiva cuando este en dirección al flujo y cuando se encuentre ascendente en dirección al flujo será negativa. (Azevedo Netto, 1998).

Marea es la creciente y decreciente periódico de las masas de aguas del océano ocasionadas por las fuerzas gravitacionales que ejercen la luna, el sol y la tierra, fenómenos ocasionados

como lluvia viento, las mareas altas y bajas tienen un ciclo continuo de dos mareas altas y dos mareas bajas cada día lunar 24h, 50 minutos y 28 segundos. (MEDEROS MARTIN, 2012).

(Villon Bejar) Hcanales es un software utilizado normalmente para obtener de una forma más rápida los parámetros para el diseño de un canal como lo pueden ser el tirante normal base o solera, el caudal el tirante crítico, resalto hidráulico y una serie de problemas que se presentan para el diseño de los canales hidráulicos.

Para conocer el porcentaje de cada material que conforma al suelo se realizan análisis granulométricos, utilizando la vía seca para partículas de suelos de tamaños mayores a 0.075mm, y la granulometría por sedimentación mediante el hidrómetro para tamaños menores e iguales a 0.075mm. Los análisis granulométricos se los realizan tomando una muestra representativa del suelo, secándola y disolviendo en seco el conjunto de partículas. A esta muestra se la pasa por un conjunto de tamices. (González de Vallejo, 2010).

Según (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2014) el suelo representa todo tipo de material terroso, desde un relleno de desperdicio, hasta areniscas parcialmente cementadas o lutitas suaves.

Según (Das & Cervantes González, 2015) los suelos con propiedades equivalentes se clasifican en grupos y subgrupos fundamentados en su comportamiento ingenieril. Los sistemas de clasificación indican de forma directa, en la actualidad dos sistemas de clasificación utilizan la distribución por tamaño de grano y plasticidad de los suelos son los usados en su mayoría por ingenieros de suelos. Los dos sistemas son el Sociedad Americana Oficial de vías y transporte (AASHTO) y el Sistema Unificado de clasificación de suelos (SUCS).

El cemento, combinado con el suelo, brinda a la combinación la resistencia mecánica y mejora sus propiedades como lo son la estabilidad dimensional y su durabilidad. ((Jofré, Kraemer Heilperno & Atienza Díaz, 2008).

2.2 Marco Legal

2.2.1 Aspectos legales

La Constitución de la República del Ecuador (2008), reconoce en su artículo 14 el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

El artículo 72 de la Constitución establece que la naturaleza tiene derecho a la restauración, y que en los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas. (Constitución del Ecuador, 2008).

En el mismo contexto de los “derechos de la naturaleza” incorporados en la Constitución de la República, el artículo 73 señala que el Estado aplicará medidas de precaución o restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de las especies, la destrucción de los ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

2.2.2 Ley Ambiental

La Normativa del Libro VI de la calidad Ambiental (2015), indica lo siguiente:

“Art. 6 Obligaciones Generales. - Toda obra, actividad o proyecto nuevo y toda ampliación o modificación de los mismos que pueda causar impacto ambiental, deberá someterse al Sistema Único de Manejo Ambiental de acuerdo con lo que establece la legislación aplicable, este Libro y la normativa administrativa y técnica expedida para el efecto”.

Todo daño ambiental implicará la restauración integral del ecosistema afectado, indemnización a personas y demás sanciones económicas. Las restauraciones deberán estar encaminadas a una condición inicial antes del daño.

“Art. 18 De la modificación del proyecto, obra o actividad. - Todo proyecto, obra o actividad que cuente con una autorización administrativa ambiental y que vaya a realizar alguna modificación o ampliación a su actividad, deberá cumplir nuevamente con el proceso de regularización ambiental cuando:

- a) Por sí sola, la modificación constituya un nuevo proyecto, obra o actividad;
- b) Cuando los cambios en su actividad, impliquen impactos y riesgos ambientales que no hayan sido incluidas en la autorización administrativa ambiental correspondiente;
- c) Cuando exista una ampliación que comprometa un área geográfica superior a la que fue aprobada o se ubique en otro sector.”

“Art. 33 De la evaluación de impactos ambientales. - La evaluación de impactos ambientales es un procedimiento que permite predecir, identificar, describir, y evaluar los potenciales impactos ambientales que un proyecto, obra o actividad pueda ocasionar al ambiente; y con éste análisis determinar las medidas más efectivas para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos, enmarcado en lo establecido en la Normativa Ambiental aplicable”.

Para la evaluación de impactos ambientales se observa las variables ambientales relevantes de los medios o matrices, entre estos:

- a) Físico (agua, aire, suelo y clima);
- b) Biótico (flora, fauna y su hábitat);
- c) Socio-cultural (arqueología, organización socio- económica, entre otros);

Se garantiza el acceso de la información ambiental a la sociedad civil y funcionarios públicos de los proyectos, obras o actividades que se encuentran en proceso o cuentan con licenciamiento ambiental.”

Los aspectos señalados fueron utilizados en el desarrollo del Análisis de canal en tierra Vs. Revestido de selo - cemento.

2.3 Marco conceptual

Teniendo en cuenta que es necesario emplearse los términos adecuados se presenta a continuación un conjunto de conceptos y definiciones normalmente utilizadas en los proyectos de investigación con respecto a canales de riego.

2.3.1 Definiciones de Conceptos

CANAL: se entiende a canal por una construcción destinada al transporte de líquidos generalmente utilizada para agua y sometida a una presión atmosférica.

COMPORTAMIENTO MECÁNICO: este término se lo deduce con la forma de cómo va a reaccionar un objeto en este caso será el suelo en el canal, al momento de un cambio determinado.

FLUIDO: es una sustancia que se muestra en varios estados, los cuales pueden ser en gaseoso, líquido como lo es el agua que fluyen, dependiendo del fluido que se tenga, por ejemplo: el agua es un fluido blando que por su consistencia va a fluir de manera continua y será el más rápido a comparación de un fluido gaseoso.

AGUAS ARRIBA: es una terminación que se usa al referirse al sentido que va el agua, entonces si nos referimos aguas arriba es porque tenemos el contraflujo.

AGUAS ABAJO: cuando va en sentido del flujo ya que puede ser en un río.

GRAVEDAD: la gravedad es una fuerza física donde la tierra ejerce la misma sobre objetos hacia ella el centro, es una fuerza que atrae la masa de los cuerpos.

SECCION TRANSVERSAL: en un canal a lo largo del mismo, si cortamos por la mitad dicho canal vamos a tener la vista de frente del corte interior, esta vista nos va a mostrar el recorrido de los lados del canal, esta se denomina como una sección transversal.

PARCELAS: una parcela es la división de un terreno de mayor distancia en mucho de los casos se la utiliza en zonas agrícolas para saber el número de hectáreas que se encuentran en el sector dependiendo de esto se va a conocer la dotación de agua para los sembríos.

CAPTACION: es una estructura destinada a derivar agua desde un río, lago o efluente natural hacia un lugar específico por ejemplo en la agricultura se puede decir que es una forma de adquirir agua desde el río y transportarlo al terreno.

MANTENIMIENTO DE CANALES: tratar de conservar un canal en un buen estado para que no influya en su función o en una situación determinada para evitar su deterioro.

SEDIMENTACION: se entiende por sedimentación al transporte de los materiales o partículas de material, que al realizar la captación desde un efluente o río vienen en este transporte, los cuales se asientan en el fondo del canal y producen lo que se conoce como “sedimentos”.

DISEÑO DE CANAL: el diseño de los canales, es el proceso que mediante fórmulas y ensayos se obtiene la geometría, caudal, tirante óptimo para el funcionamiento adecuado.

REVESTIMIENTO DE UN CANAL: es una terminación superficial, sirven de protección, para prevenir la erosión, crecimiento de la vegetación en él; deben elegirse los morteros adecuados para evitar las fisuras o agrietamientos de la fábrica o el revestimiento.

CAUDAL: es el volumen de agua en unidad de tiempo que atraviesa la sección en un canal o cauce, dicho volumen es necesario que transporte lo preciso dependiendo de cuanto sean las hectáreas que va alimentar, convirtiéndose en uno de los parámetros más importantes que debe de cumplir un canal.

FLUJO: el flujo es el sentido en que va la dirección del agua, la pendiente desde donde empieza hasta donde termine.

MATERIAL DE SITIO: es el tipo de material que se encuentra en ese lugar donde se va realizar la ejecución del proyecto ya sea limo arcilla o roca (suelo).

SUELO CEMENTO: material que se va agregar en especie de mortero es decir el material o tierra seca que se encuentra en el lugar del proyecto mezclado con cemento, cumpliendo los porcentajes para su dosificación.

SISTEMA DE RIEGO PARA LA AGRICULTURA: El riego consiste en aportar agua al suelo para que los cultivos tengan el suministro de agua que necesitan favoreciendo así su crecimiento. Se utiliza en la agricultura y en jardinería.

CANALES ARTIFICIALES NO REVESTIDOS: se denomina canal artificial alguna zanja excavada por el hombre o alterada por el mismo en cuanto al no revestimiento es que el suelo no haya sido alterado con algún material distinto como piedra cemento o arena.

TALUD: Es la relación de la proyección horizontal a la vertical de la pared lateral del canal.

SUELO: El suelo es toda partícula mineral rocosa con tamaño inferior a 76.20mm producto de la disgregación mecánica de los cambios de temperatura o descomposición química de las rocas, pueden ser desde material de relleno de construcción hasta rocas areniscas blandas.

LIMITES DE ATTERBERG: Los límites de Atterberg son ensayos que se realizan en el laboratorio que están sujetos a normas, permiten obtener los límites de humedad donde el suelo se mantiene en estado plástico.

LIMITE LÍQUIDO: Es el porcentaje de humedad que tiene un suelo fino al pasar del estado de consistencia líquida al estado de consistencia plástica.

LIMITE PLÁSTICO: Es el porcentaje de humedad que tiene un suelo fino al pasar del estado de consistencia plástica al estado de consistencia semisólida.

LIMITE DE CONTRACCIÓN: Es el porcentaje de humedad que tiene un suelo fino al pasar del estado de consistencia semisólida al estado de consistencia sólida.

INDICE DE PLASTICIDAD: Es el rango de porcentaje de humedad en el cual el suelo se mantiene en estado plástico y resulta de la resta del porcentaje del límite líquido con el límite plástico.

EROSIÓN: La erosión sucede cuando las partículas del suelo son apartadas por las acciones del agua y del viento. El material que se erosiona queda en el agua y se va a sedimentar cuando encuentre las situaciones adecuadas.

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación

Para resolver este proyecto de investigación se utilizaron procedimientos de trabajos experimentales y teóricos basados en la Hidráulica y en mecánica de suelos, dependiendo de esto se puede abarcar con los diferentes aspectos a estudiar de manera específica y meticulosa con una investigación explorativa, mediante la cual conllevó una serie de ensayos para llegar a los resultados esperados.

3.1.1 Enfoque de la investigación

En el enfoque de nuestra investigación nos referimos a en una investigación de campo, debido que nuestra problemática se suscita directamente en un lugar afectado, que para este caso sería a los habitantes de las haciendas en la zona.

3.1.2 Operacionalización del evento en estudio

Variable independiente:

Análisis de tipo de material para canal de riego

Variable dependiente:

Eficiencia hidráulica

Costo económico

3.1.3 Técnicas de recolección de datos

Para la caracterización del canal actual se utilizaron la técnica de levantamientos en situ; además se obtuvieron los datos en los ensayos de laboratorio realizados con los materiales encontrados en el sitio y practicas experimentales en el canal modelado.

3.2 Método

El proceso metodológico para desarrollar la investigación fue:

1. Caracterizar el canal existente en el sitio de Tarifa perteneciente al cantón Samborondón.
2. En base a los materiales del sitio y potencialmente fácil de conseguirlos, analizar dosificaciones hasta determinar con conclusiones técnicas y económicas los más adecuados para el revestimiento de suelo-cemento.
3. Rediseñar el canal existente para evaluar los costos y condiciones del canal no revestido y revestido.
4. Modelar físicamente los canales rediseñados con y sin revestimiento.
5. Determinar las características hidráulicas en los modelos.
6. Determinar los costos de los canales rediseñados.
7. Evaluar la variación de costos respecto a los resultados por incremento de caudal.

3.2.1 Material

Suelo del entorno del canal existente

Cemento hidráulico Tipo GU

Agua

3.2.2 Equipo

Se utilizan los siguientes equipos:

Equipo topográfico:

Estación total. - Para realizar levantamiento planimétrico.

Nivel. - Para realizar altimetría.

Bomba 4"

Equipo de laboratorio:

Tamizadora

Balanza digital

Probeta de cilindros

Máquina de prueba de compresión

Cuchara de casa grande

Acanalador

Pisón 25kg

Tubo Chapman entre otros.

Herramientas menores:

Martillo

Pala

Pico etc.

3.3 Área Hidráulica Económico

La propuesta se fundamenta en las siguientes etapas:

Modelación hidráulica, los canales prototipos se los modelan dinámicamente a la escala que corresponde según el diseño, con los procedimientos y memorias de cálculo para reflejar paso a paso, los elementos ingenieriles considerados en el análisis.

Mecánica de suelo:

La mecánica de suelos es una materia que permite conocer el comportamiento de los diferentes estratos de suelos que se encuentran en todos los puntos en un sector, no siempre se puede tener el mismo tipo de suelo con poca distancia ya que dependiendo de estos se pueden construir las estructuras con referencia hasta cuanto puedan cargar.

Para la ejecución de un canal de riego otra de los aspectos ingenieriles que juegan un rol importante en su realización es la hidráulica, comprobando con fórmulas que todos los

parámetros se están cumpliendo como lo especifican, incrementando en algunos casos alguna variable que para el ser humano no se habían expuesto anteriormente.

En un canal de riego es importante la parte económica debido que depende del presupuesto que cada ser humano tenga que invertir y el tiempo de ejecución que se tomaría preceder con su planteamiento.

De forma específica el desarrollo de la propuesta se detalla a continuación:

3.1.1. Identificación y clasificación del suelo que se encuentra en sitio.

Generalmente en la naturaleza que nos rodea los tipos de suelos no resultan estar directamente separados como los conocemos en limo, grava, arena y piedra, estos suelen presentarse en forma mezclas o manojos en distintas proporciones que suelen variar en sus tamaños.

Para la identificación y clasificación de tipo de suelo existen algunos métodos como es el sistema unificado de clasificación de los suelos, como lo indica se basa en reconocer el tipo de suelo todo lo que respecta a su constituyente, teniendo en consideración el tamaño de la partícula, su plasticidad y hasta cuanto puede ser compresible, este tipo de clasificación presenta una división en tres que son los más principales:

Suelos gruesos

Suelos finos

Suelos de alto contenido de materia orgánica

Ventajas y desventajas de Grava y arena:

Son los componentes de los suelos gruesos y suelen presentar básicamente las mismas propiedades la diferencia entre los dos consisten en el porcentaje que estas se presentan.

Para proceder a la división de los tamaños de las gravas y arena por medio de la malla #4 es arbitraria lo cual no indica el cambio en sus propiedades. Los suelos como grava y arenas compactas que sean bien gradadas se comportan como materiales muy estables.

Cuando en los suelos gruesos escasean los finos estos suelen ser permeables y con fácil manejo de compactación, en muchos casos si existe humedad puede llegar afectarlos ligeramente lo cual no están sujetos a la acción de heladas, a pesar de la graduación de los granos, la forma y el tamaño, resulta afectar estas propiedades con una misma proporción de finos, las gravas suelen ser más permeables, estables y menos sensibles a las heladas que a diferencia de las arenas.

Mientras que una arena se forme más fina y más uniforme, estas en cuanto la caracterización se va asemejando a la de los limos, debido a esto también presenta un descenso en cuanto a la permeabilidad y su estabilidad se reduce cuando existe agua.

Por lo cual cuando existen arenas muy finas y bien uniformes resultan un poco complicado hacer una distinción de los limos con una simple vista superficialmente, por tanto, las arenas en estado seco no presentan cohesión (se disparen en partículas diminutas).

Ventajas y desventajas del Limo y arcilla

Mientras existan cantidades muy pequeñas de finos en un suelo, éste puede presentar un comportamiento no habitual, estos suelos que contienen una abundante cantidad de limo y arcilla resultan más dificultoso al ingeniero, debido que sufren grandes cambios en sus propiedades físicas al momento de cambiar el contenido húmedo. Por ejemplo: como lo es el caso de una arcilla seca se mantiene dura y podría ser un suelo provechoso para una cimentación para cargas pesadas siempre y cuando esta permanezca en estado seco, al momento de mojarla puede ser un lodazal.

Estas arcillas como bien se conoce suelen encogerse cuando están secas y a expandirse cuando se los humedece, dicho caso puede ser afectado a las estructuras que se encuentran cimentadas sobre ellas o a su vez cuando se las construye con este tipo de material.

Los limos y las arcillas son semejantes en cuanto a la aspecto que muestran a pesar de ser distintos que las arcillas, lo cual ha generado confusión cuando estos se encuentran en un estado

seco hecho polvo resulta difícil poderlos identificar, pero en presencia de agua si lo son ya que los limos son suelos no plásticos e inestables cuando se los humedece y tienden a ponerse en suspensión cuando se saturan, los limos tienden a licuarse; los limos se diferencian entre sí por su forma y tamaño, si el limite liquido es más alto este limo será más comprensible.

Suelos con alto contenido de materia orgánica. -

Cuando se observa una vegetación descompuesta este suele ser una de las principales propiedades en un suelo turboso (materia orgánica) materia vegetal esparcida finamente en diferentes cantidades tenemos sedimentos plásticos y no plásticos para su clasificación, por lo cual existen arcillas limosas y limos orgánicos.

Los suelos orgánicos presentan vacíos originados por descomposición o también cambian su masa física del suelo, estos suelos suelen ser bastantes comprensibles y menos inestables en comparación de los suelos inorgánicos y no resultan convenientes para usarse en la ingeniería.

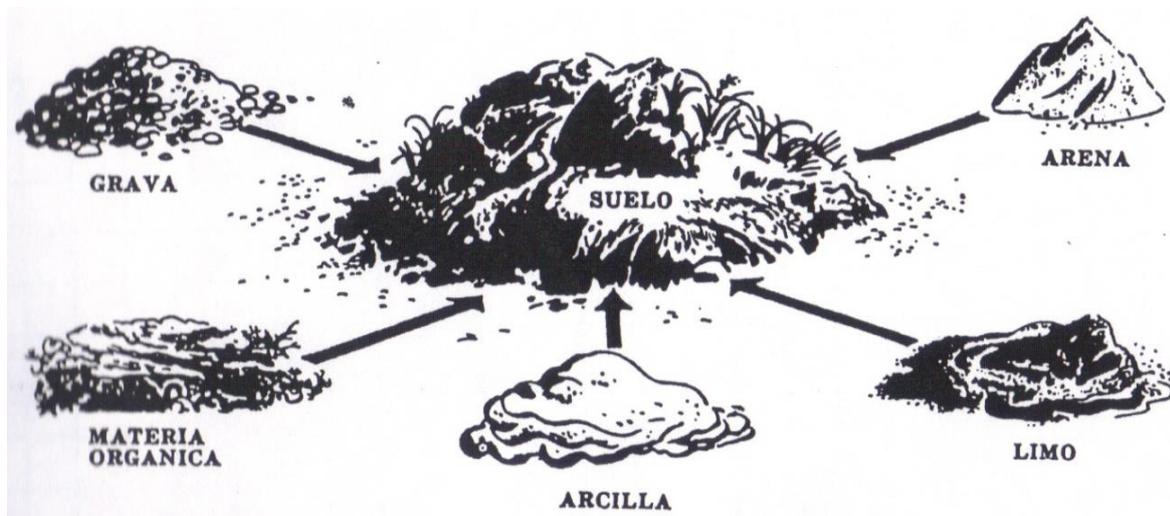


Figura N° 8 Componentes del suelo

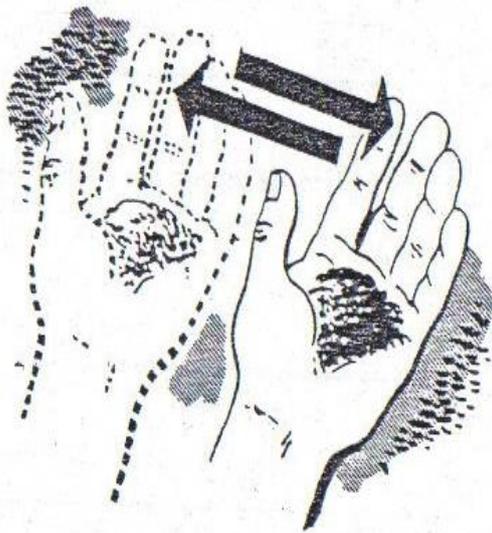
Fuente: (Das, 1999)

Luego de conocer y tener una idea clara de los tipos de suelos que se pueden presentar tanto sus ventajas como las desventajas; visitando el sitio en donde se va a realizar la investigación o proyecto se conoce el área a simple vista y localizando el canal, para proceder a un

reconocimiento de manera superficial en el campo con pruebas manuales y sencillas para lo que respecta a los suelos finos, para las pruebas de laboratorio se realizan ensayos en los cuales se obtienen mediante una curva granulométrica y de los límites de Atterberg, los suelos con alto contenido de materia orgánica son más sencillos de identificar ya que presentan un olor, color y son suelos esponjosos, estos suelos no se subdividen en el sistema anteriormente mencionado; teniendo de esta forma un reconocimiento del tipo de suelo y se realiza de la siguiente manera.

1. Se extrae una pequeña porción del material (suelo en sitio) en su estado natural
2. Se procede a la separación de las partículas tanto gruesas y finas, mediante la ayuda de las manos y también de forma visual; para obtener el predominio de la partícula.
3. Una vez separados las partículas se observa que son finos, por tanto, para conocer si son limos o arcillas se experimenta con ayuda de las siguientes pruebas manuales utilizando las partículas menores a 0.042mm.
4. procedemos a humedecer la muestra para observar cuan permeable es el suelo, se hace en especie de masa y se la coloca en la mano en forma de tortilla y con la otra mano dándole golpes por debajo o en dirección horizontal; de esta manera las masas tienden a vibrar lo cual nos permite identificar; podemos observar que no existe un brillo en la superficie de tal manera deducimos que este suelo fino es arcilla.
5. Para medir la resistencia del suelo con la misma porción de masa anterior; se realizan cubos de 1cm de arista o también una esfera para luego de esto secarlo dentro de 24 horas; una vez estando secos se los aplasta entre los dedos índice y pulgar, dándonos a observar que no se desmoronan fácilmente lo cual nos indica que es una arcilla.

Para la prueba de tenacidad se realiza una especie de rollo largo en una superficie que no sea absorbente; un cilindro de 0.03mm de diámetro lo cual se presentó y se mantuvo como una plastilina, se observó que es una arcilla con plasticidad.



SACUDIMIENTO DE
LA MUESTRA HUMEDA



DESMENUZAMIENTO DE LA
MUESTRA SECA ENTRE LOS
DEDOS

Figura N° 9 Resistencia y Humedad del suelo

Fuente: (Luis L. Gonzales de Vallejo, 2002)

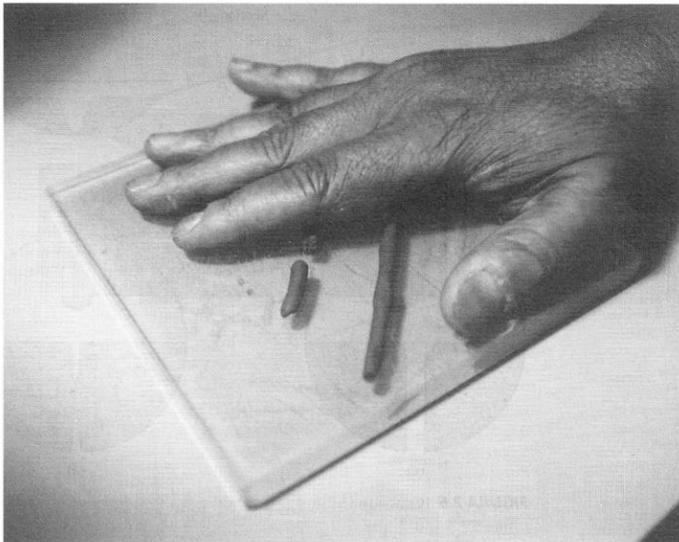


Figura N° 10 Enrollado de muestra

Fuente: (Brajá M. Das, 1999)

En todas estas pruebas se puede utilizar la misma porción de masa mostrándonos según este método tenemos un suelo fino arcilloso; estos reconocimientos se los pueden ejercer con la desventaja que no son tan exactos, por lo cual es necesario recurrir también a los ensayos en laboratorios, por medio de estos ensayos vamos adquirir resultados reales.



Figura N° 11 Esquema Ilustrativo (Reconocimiento Visual del suelo en campo)

Fuente: (Propia)

3.1.2 Elaboración de ensayos de laboratorio

Conociendo las normas que establecen y regulan los procedimientos para la construcción en general una parte de esta se encuentra relacionada con el suelo-cemento, hacemos referencia en la norma AASHTO en la que establece siete grupos de suelo, dependiendo de los resultados determinados en los estudios en el laboratorio, la granulometría, límite líquido y la plasticidad, dentro de esta norma existe un octavo grupo que en este capítulo no será necesario su presencia porque corresponden a los suelos orgánicos cuando se va a realizar un proyecto de vías, se la

pone en práctica, para evaluar los suelos dentro de los grupos se lo hace mediante un índice de grupos, calculando valores empíricos con fórmulas.

Estas normas clasifican los suelos en subgrupos e índices de grupo dependiendo el estrato que se adquiere basados en los ensayos determinados las características de la granulometría. Siguiendo esta norma nos indica los ensayos a continuación:

Para realizar el ensayo de suelo-cemento existen varios fraccionamientos de suelo en función de sus diámetros.

Tenemos que para las gravas gruesas se emplean partículas con diámetros de entre 4.8mm a 76mm, para grava fina con partículas con diámetros entre 2.00mm a 4.8mm; en arena gruesa partículas con diámetro de 0,42 mm a 2,0mm. Arena fina, partículas con diámetro de 0,075 mm a 0,42 mm; Limo, partículas con diámetro menores a 0.075mm; para arcilla con diámetros de partículas menores a 0,075mm.

Tabla 3
Partículas de suelo por Tamiz

MATERIAL	PARTUICULAS
GRAVA	MAYOR DE 4,75
ARENA GRUESA	DE 4,75 A 2,00
ARENA MEDIA	DE 2,00 A 0,425
ARENA FINA	DE 0,42 A 0,075
FINOS (Limos y Arcilla)	menor de 0,075

Fuente: (Ayala, 2016)

Para la identificación del suelo en el laboratorio mediante lo que se conoce como ensayo granulométrico por tamización, se separan las partículas para determinar de acuerdo al tamaño de las mismas su predominio, teniendo en consideración en base a los fundamentos teóricos que proponen los sistemas: AASHTO – SUCS- ASTM, con ayuda de la curva granulométrica

en donde se determina los coeficientes de igualdad y curvatura además el módulo de finura.

Debido que es un diagrama semi logarítmico.

ENSAYO GRANULOMETRICO:

INSTRUMENTOS A UTILIZAR:



Figura N° 12 Instrumentos para Ensayo Granulométrico

Fuente: Propia

- Se traslada una porción de material al sitio donde se va realizar los ensayos respectivos, con una cantidad de material se la riega en una lona o algún sitio limpio y que sirva de ayuda para su mezcla y posterior división.
- En la división de la muestra para realizar el ensayo granulométrico por tamización; se escoge una muestra representativa del material que se tiene en sitio de la ubicación geográfica descrita anteriormente; en caso de ser necesario se utiliza un martillo de hule para separar las partículas gruesas de los finos; se divide la muestra en varias partes siendo la última muestra representativa a la original esto se lo conoce como ensayo de cuarteo.
- En el laboratorio con el fin de obtener la muestra representativa es necesario realizar una mezcla de las muestras que se trasladaron desde el sitio de estudio; luego de esto se la coloca sobre un pedazo de lona con una geometría de 2 x2 m, levantando así las esquinas en diagonal para realizar la mezcla homogénea.
- Una vez obtenida la muestra típica ya colocada sobre la lona se divide en 4 partes tal manera se realiza la división en dos y después en 4 partes, de manera que se realiza en diagonal las primeras 2 y las demás se las aparta.
- Estas 2 partes que quedaron se las vuelve a mezclar y se repite el proceso descrito anteriormente con la finalidad de conseguir una muestra para realizar el ensayo de tamización granulométrica.

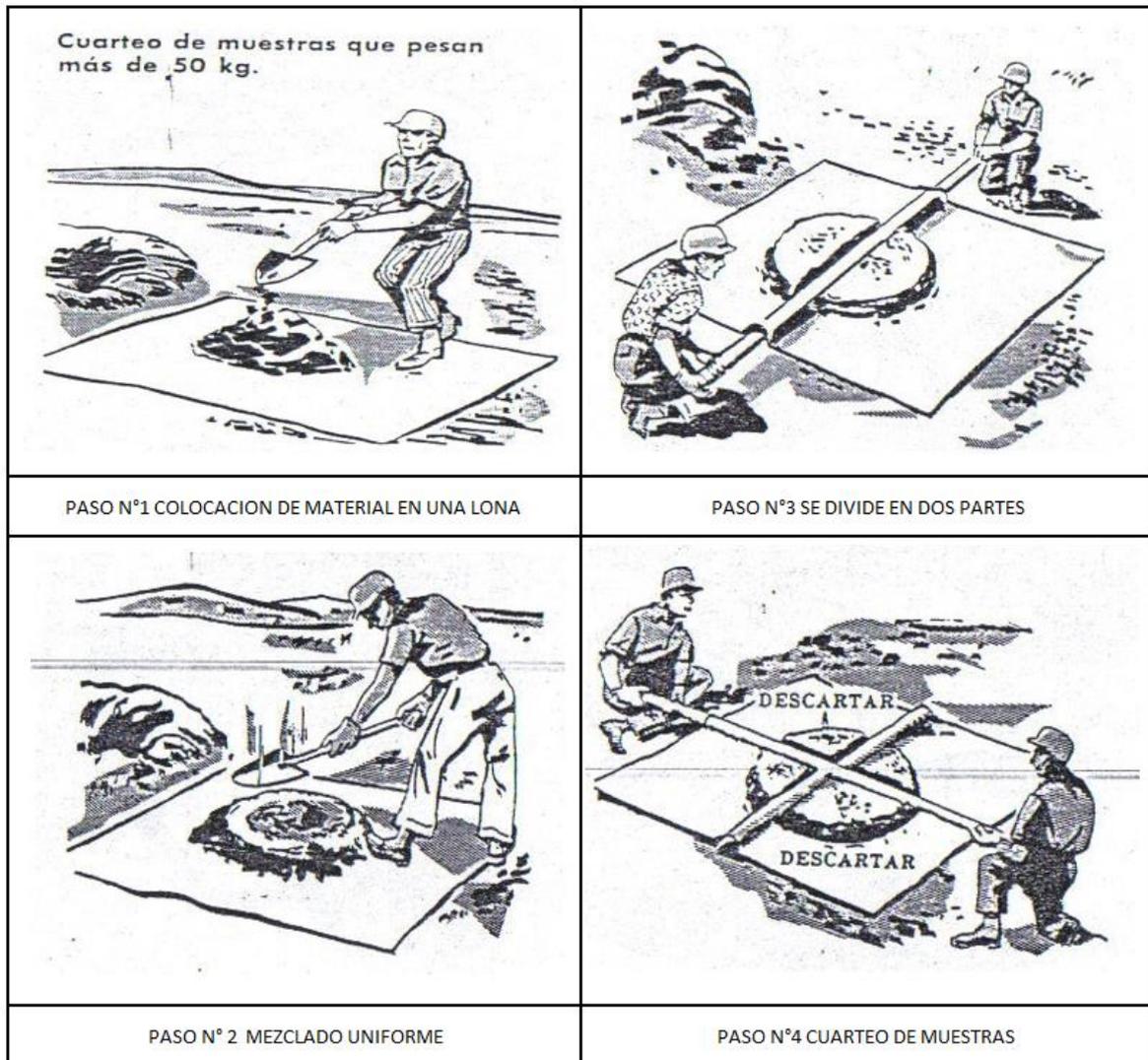


Figura N° 13 Esquema Representativo de ensayo de cuarqueo

Fuente: (Braja M. Das, 1999)

3.1.3 Análisis granulométrico

- Quedando la muestra ya mezclada de una forma uniforme y homogénea, la misma es de aproximadamente 5kg (5000g); se procede a colocarla en una tara, para que el peso de la tara no influya en el proceso se determina el peso húmedo del material más el peso de la tara con ayuda de una balanza la cual tiene que estar en cero; luego se lleva al horno a 105° C en un tiempo de 24 horas nos sirve para eliminar el agua en las partículas del suelo para así poder fijar el peso seco.
- Cuando se obtiene el peso seco de la muestra se la pone a remojar en agua por 24 horas para separar las partículas finas de las partículas gruesas, para hacer más fácil el lavado de la muestra en el tamiz #200.
- Teniendo un conjunto de tamices, el material granular seco se lo hace pasar por los diferentes tamices siempre colocándolos el tamiz superior donde la abertura del tamiz sea mayor al tamaño máximo de partículas y el inferior, al contrario.
- Vertimos en el conjunto de tamices el material seco en el superior en este caso malla #4, se ubica la cubierta (tapa) y todos estos tamices se los coloca en la tamizadora (agitador mecánico) dejándolo actuar en unos 10 a 15 minutos dependiendo de cuanta cantidad de suelo se requiera tamizar.
- Después de este tiempo se procede a separar los tamices; por tanto, se observa que en cada tamiz existe material siendo necesario pesar cada tamiz en una balanza.
- En material retenido en el tamiz #200 se procede a lavar teniendo que las partículas que se encuentran adheridas a las más grandes logren pasar, el lavado debe terminar cuando el agua se muestre limpia, lo que queda con el lavado y retenido en el tamiz #200 se lo procede a ubicar en el horno a 105° C dentro de 24 horas para obtener su peso seco.

- Vertimos en un recipiente las muestras de los tamices para pesarlos en una balanza menos el del fondo ya que este se pesa por separado; los demás se pesan de forma acumulada es decir uno encima de otro.
- Se realiza el llenado de las hojas de datos del laboratorio dependiendo a que columna corresponda según los pesos retenidos para calcular de esta forma los porcentajes retenidos y pasantes acumulados, con estos valores se grafica la curva granulométrica.
- Se obtiene el tamaño de las partículas, que la muestra contiene como el 60 %, el 30 % y el 10 %. teniendo estos valores se los utiliza en las fórmulas de los coeficientes de uniformidad y de curvatura.

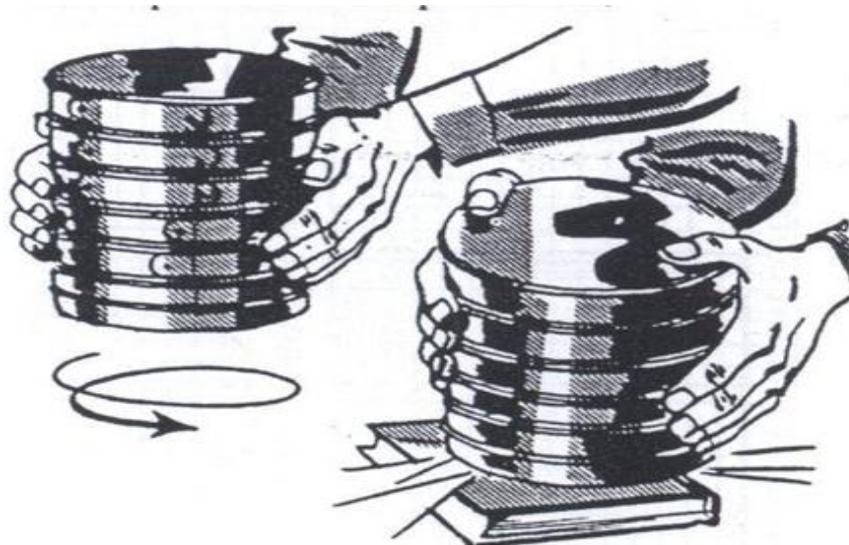


Figura N° 14 Tamización de suelo manual

Fuente: (Brajá M. Das, 1999)



Figura N° 15 Lavado de la muestra

Fuente: Propia



Figura N° 16 Pesado de la muestra

Fuente: Propia

Tabla 4
 Tabla de datos para la Granulometría

Tamiz	Retenido Acumulado	(%)Retenido Acumulado	(%)Pasante Acumulado	observaciones
3/8"				
N° 4				
N° 8				
N° 16				
N° 30				
N° 50				
N° 100				
N° 200				
TOTAL				

Fuente: (propia)

- Llenando estas tablas de datos se puede obtener lo siguiente:

Tabla 5
 Pesos Retenidos

RECIPIENTE	MUESTRA N° 1	UNIDAD
PESO DEL RECIPIENTE:	112,5	
PESO INICIAL + RECIPIENTE:	592,3	
PESO FINAL + RECIPIENTE:	150,3	gr.
PESO INICIAL	479,8	
PESO FINAL	37,8	
% RETENIDO: $\frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso Final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$	7,88	
% Pasa Tamiz N°200 = $100\% - \text{\%Retenido}$	92,12	

Fuente: (propia)

Como conclusión tenemos un material arcilloso; el retenido en la malla #200 es de 92.12 casi en su mayoría; según clasificación SUCS es un suelo fino CH- PT

Ensayo de Límites de Atterberg

Luego de hallar que material es el que tenemos en nuestra muestra; procedemos a realización del ensayo de los límites de Atterberg para así mediante el gráfico en la carta de plasticidad de Arturo Casagrande, obtener el valor del límite líquido, límite plástico y conseguir el índice de plasticidad es decir definir el nivel de humedad en el que dicho suelo se comporta con plasticidad, si el punto se lo ubica por encima de la línea A, el suelo fino es arcilla; si el punto se lo ubica por debajo la línea A, el suelo fino es limo.

Teniendo después el predominio de partículas, dependiendo del tamaño, el C_u , el C_c , el L_I , e I_P , se procede a describir el suelo.

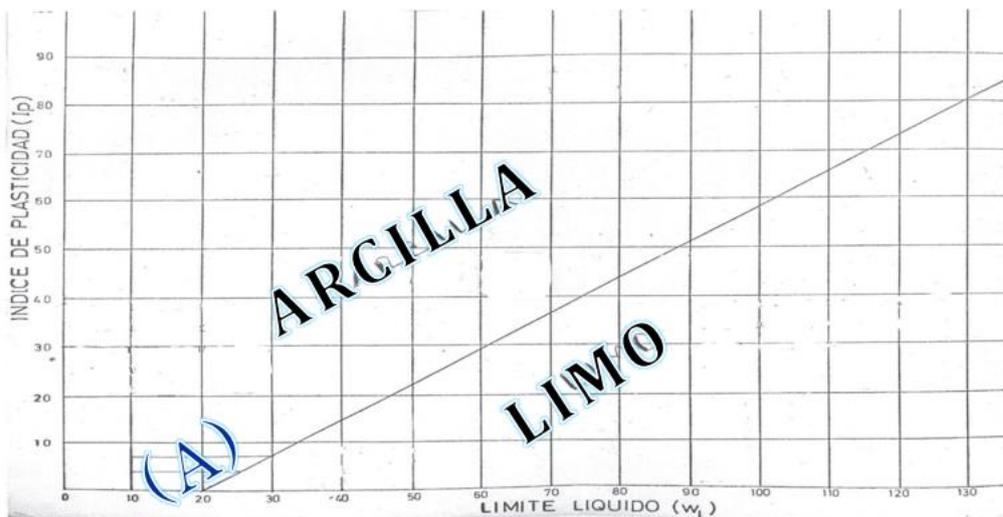


Figura N° 17 Carta de Plasticidad de Arturo Casagrande

Fuente: (Juárez Badillo,2010)

Ensayo de Limite Líquido

En el ensayo se utilizan 200 gr del material o partícula que haya pasado el tamiz #40

Se la esparce en un recipiente se la coloca en el horno a una temperatura menor a 60°C para de esta manera la muestra pueda secarse, luego que esta seca se la vierte en un recipiente para triturar las partículas que hayan quedado como conjunto granos.

Mediante la ayuda de un instrumento como su nombre lo indica la cuchara de casa grande, ubicando a la altura de caída de la copa aproximadamente 1 cm de alto con relación a la base del aparato según la norma UNE 103-103-94, que posee un tornillo de presión tangencial dándole a la copa el subir o bajar.

Se coloca una parte de la muestra para situar en el recipiente de porcelana y se la mezcla con agua con una espátula hasta obtener una pasta blanda, espeso y uniforme, con la espátula se coloca la pasta en la cuchara de casa grande llenando un área de 1/3 del total de unos 10mm de espesor como máximo.

A continuación, se hace una división lineal en dos partes; mediante la ayuda de un acanalador de casa grande curvo ASTM para suelos turbosos.

La copa se ajusta al mecanismo, con una manivela se la levanta y deja caer con 2 golpes por segundo hasta que la ranura que hemos hecho se unan entre sí en una distancia de 12mm, contando el número de golpes para añadir este dato en nuestra tabla.

Cuando se cierre la abertura que hicimos de toma una muestra del centro donde se cerró colocándola en una tara o recipiente, se la pesa y se la lleva al horno a 105° C alrededor de 24horas; pesándola al momento que esta seca para obtener el porcentaje de humedad, graficándolos en el diagrama respectivo, determinando el porcentaje de humedad correspondiente al límite líquido. Haciendo varios ensayos en el cual la abertura se cierre con golpes de entre 25 y 40; 10 y 15



Figura N° 18 Ensayo de Plasticidad

Fuente: Propia

Ensayo de límite Plástico

- En este ensayo se usa de la muestra de la determinación del límite líquido, se una cantidad de muestra y se la amasa hasta formar una esfera moldeándolo con las manos que tengan un diámetro de 1.5cm que se transformará en un cilindro de 3mm diámetro, haciendo rollos en forma de cilindro si estos rollitos de cilindro no tienden a romperse cuando se lo está enrollando claramente nos está indicando que este suelo contiene humedad lo cual la mantiene en el estado plástico.
- Este proceso se lo repite varias veces cual sea necesario hasta que mi masa pierda la plasticidad al momento que genera en rollado por su disminución en cuanto al porcentaje de humedad.
- Después de hacer perder humedad se forman cilindros de menor longitud se los coloca en un recipiente, se los pesa y se lleva al horno a 105°C en 24 horas; se lo retira del horno y se vuelve a pesar; de esta manera se obtienen mediante fórmulas el contenido de humedad.



Figura N° 19 Ensayo de Límite Plástico

Fuente: Propia

- Con el LL y el LP se los resta de esta manera obtenemos el IP



Figura N° 20 Obtención de Índice de Plasticidad

Fuente: Propia

Ensayo de Próctor Standard

En este método podemos obtener el porcentaje de humedad en el momento de realizar la compactación, con el fin de cuando se compacte el material alcance mayor densidad en el terreno en nuestro caso en las paredes de nuestro canal; la humedad se la determina en el laboratorio de suelos como “Humedad Óptima” y la densidad que se obtiene como “Densidad Máxima”.

Según el método AASHTO STANDARD T- 99 utilizaremos los siguientes instrumentos:

Martillo o pisón de 2.5(kg)

Moldes para compactación

Material

Referente con las normas anteriormente expuestas procedemos a la ejecución del ensayo, obtenido el material con el que se va a trabajar se lo hace pasar por el tamiz $\frac{1}{4}$ " desechando el sobrante luego se procede a humedecerlo hasta conseguir una masa homogénea que cuando se lo desmenuce se suelte para así determinar su grado de compactación.

Con ayuda de los elementos básicos, en un cilindro con un volumen de 0.000944m^3 4" de diámetro interior agregamos material en tres capas que contengan la misma proporción, estas capas se las compacta de tal manera que el martillo (pisón) de 2.5kg se deja caer libremente a 30.5cm de altura 25 veces, se repite este proceso sobre cada capa de material que se agrega, haciendo de una forma uniforme realizando los golpes en toda el área del cilindro.



Figura N° 21 Agregado de material en capas

Fuente: Propia

Ya con el material compactado dentro del cilindro se retira el collar del molde, alisando la superficie del material, luego se lo pesa tanto el cilindro con la base y el material (muestra), para finalizar se extrae el material que se encuentra dentro del cilindro en muchos casos es difícil retirarlo por completo en nuestro caso utilizamos ayuda con demás instrumentos, lo importante es escoger una muestra representativa de la parte del medio, de esta manera analizarla y obtener el contenido de humedad de dicho material compactado.



Figura N° 22 Compactación de material con pisón 2.5kg
Fuente: (Propio)

3.1.4 Dosificación de materiales a partir de ensayos de laboratorio

Con el material ensayado se obtiene la densidad y el contenido de humedad, que serán de ayuda para obtener la dosificación exacta, ésta la realizamos en volumen de material según I.N.V.E -808-07, siendo:

Volumen de cilindro=

Diámetro: 10.160 cm

Altura: 11.640 cm

$$\text{Área} = (\pi D^2)/4 = ((10.16 \times 10.16)(3.1416))/4 = 81.0734 \text{ cm}^2$$

$$\text{Volumen de cilindro} = (\text{área} \times \text{altura}) = (81.0734 \times 11.64) = (943.6942 \text{ cm}^3 \times 3 \text{ cilindros}) =$$

$$\text{Volumen de cilindro} = 2831.0826 \text{ cm}^3$$

Cálculo de material para dosificación (cemento: suelo) 1:2 (Volumen)

Humedad óptima de Próctor:	18.00%
Hidratación de cemento:	2.00%
Porcentaje de agua: (humedad óptima + hidratación de cemento):	20.00%
Porcentaje de suelo cemento:	80.00%

Tabla 6
Dosificación 1:0.87

	% VOLUMEN	RELACION A/C	VOLUMEN (cm ³)	PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	PESO (g)	BANCO DE 3 TOMAS	% COMPOSICION EN PESO	DOSIFICACION EN PESO SUELO CEMENTO
% SUELO	53,33%		1509,82	1,4	2113,74	6341,23	41,48%	
% CEMENTO	26,67%	0,23	755,05	3,2	2416,16	7248,48	47,41%	1:0.87
% AGUA	20,00%		566,22	1	566,22	1698,65	11,11%	

Fuente: (propia)

% volumen:

Agua: 20.00%

Suelo cemento: 80.00%

Suelo cemento 1:2 = (80/3partes; 1 cemento y 2 de arcilla): 26.67%

Por lo tanto:

1 cemento: 26.67%

2 arcilla: 53.33%

Suelo cemento: $53.33+26.67: 80.00\%+20.00\%$ (agua): 100.00%

Volumen

Volumen de arcilla: volumen de cilindro* % arcilla:

$(2831.08\text{cm}^3 * 53.33\%)=$ 1509.82cm³

Volumen de cemento: volumen de cilindro* % cemento:

$(2831.08\text{cm}^3 * 26.67\%)=$ 755.05cm³

Volumen de agua: volumen de cilindro* % agua:

$(2831.08\text{cm}^3 * 20.00\%)=$ 566.22cm³

Pesos de materiales:

Peso de arcilla: (volumen de arcilla*peso específico arcilla)

Peso de arcilla: $(1509.82\text{cm}^3 * 1.4 \text{ g/cm}^3):$ 2113.74g

Peso de cemento: (volumen de cemento*peso específico cemento)

Peso de cemento: $(755.05\text{cm}^3 * 3.2 \text{ g/cm}^3):$ 2416.16g

Peso de agua: (volumen de agua*peso específico agua)

Peso de agua: $(566.22\text{cm}^3 * 1 \text{ g/cm}^3):$ 566.22g

Relación A/C = $(566.22\text{g} / 2416.16\text{g}) = 0.23$

Banco de 3 muestras:

Peso arcilla: $(2113.74 * 3):$ 6341.23g

Peso cemento: $(2416.16 * 3):$ 7248.48g

Peso agua: $(566.22 * 3):$ 1698.65 g

Sumatoria pesos: 15288.36g

% Composición en peso

Arcilla: (peso de arcilla / sumatoria): $(6341.23 / 15288.36) * 100 = 41.48\%$

Cemento: (peso de cemento / sumatoria): $(7248.48 / 15288.36) * 100 = 47.41\%$

Agua: (peso de agua / sumatoria): $(1698.65 / 15288.36) * 100 = 11.11\%$

Dosificación: 1: 0.87 (dosificación en peso)

Peso de arcilla/peso cemento $6341.23/7248.48 = 0.87$

Cálculo de material para dosificación (cemento: suelo) 1:4 (Volumen)

Humedad óptima de Próctor: 18.00%

Hidratación de cemento: 2.00%

Porcentaje de agua: (humedad óptima + hidratación de cemento): 20.00%

Porcentaje de suelo cemento: 80.00%

Tabla 7

Dosificación 1:1.75

	% VOLUMEN	RELACION A/C	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFIC O (g/cm3)	PESO (g)	BANCO DE 3 TOMAS	% COMPOSICION EN PESO	DOSIFICACION EN PESO SUELO CEMENTO
% SUELO	64,00%		1811,89	1,4	2536,6 5	7609,95	55,72%	
% CEMENTO	16,00%	0,39	452,97	3,2	1449,5 1	4348,54	31,84%	1:1.75
% AGUA	20,00%		566,22	1	566,22	1698,65	12,44%	

Fuente: (propia)

% volumen:

Agua: 20.00%

Suelo cemento: 80.00%

Suelo cemento 1:4 = (80/5partes; 1 cemento y 4 de arcilla): 16.00%

Por lo tanto:

1 cemento: 16.00%

4 arcilla: 64.00%

Suelo cemento: 16.00+64.00: 80.00%+20.00% (agua): 100.00%

Volumen

Volumen de arcilla: volumen de cilindro* % arcilla:

$$(2831.08\text{cm}^3 * 64.00\%) = 1811.89\text{cm}^3$$

Volumen de cemento: volumen de cilindro* % cemento:

$$(2831.08\text{cm}^3 * 16.00\%) = 453.00\text{cm}^3$$

Volumen de agua: volumen de cilindro* % agua:

$$(2831.08\text{cm}^3 * 20.00\%) = 566.22\text{cm}^3$$

Pesos de materiales:

Peso de arcilla: (volumen de arcilla*peso específico arcilla)

$$\text{Peso de arcilla: } (1811.89\text{cm}^3 * 1.4 \text{ g/cm}^3): 2536.65\text{g}$$

Peso de cemento: (volumen de cemento*peso específico cemento)

$$\text{Peso de cemento: } (453.00\text{cm}^3 * 3.2 \text{ g/cm}^3): 21449.51\text{g}$$

Peso de agua: (volumen de agua*peso específico agua)

$$\text{Peso de agua: } (566.22\text{cm}^3 * 1 \text{ g/cm}^3): 566.22\text{g}$$

$$\text{Relación A/C} = (566.22\text{g} / 21449.51\text{g}) = 0.39$$

Banco de 3 muestras:

$$\text{Peso arcilla: } (2536.65 * 3): 7609.95\text{g}$$

$$\text{Peso cemento: } (21449.51 * 3): 4348.54\text{g}$$

$$\text{Peso agua: } (566.22 * 3): 1698.65 \text{ g}$$

$$\text{Sumatoria pesos: } 13657.14\text{g}$$

% Composición en peso

$$\text{Arcilla: } (\text{peso de arcilla} / \text{sumatoria}): (7609.95 / 13657.14) * 100 = 55.72\%$$

$$\text{Cemento: } (\text{peso de cemento} / \text{sumatoria}): (4348.54 / 13657.14) * 100 = 31.84\%$$

$$\text{Agua: } (\text{peso de agua} / \text{sumatoria}): (1698.65 / 13657.14) * 100 = 12.44\%$$

Dosificación: 1: 1.75 (dosificación en peso)

Peso de arcilla/peso cemento: $7609.95/4348.54 = 1.75$

Cálculo de material para dosificación (cemento: suelo) 1:6 (Volumen)

Humedad óptima de Próctor: 18.00%

Hidratación de cemento: 2.00%

Porcentaje de agua: (humedad óptima + hidratación de cemento): 20.00%

Porcentaje de suelo cemento: 80.00%

Tabla 8
Dosificación 1:2.62

	% VOLUMEN	RELACION A/C	VOLUMEN (cm ³)	PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	PESO (g)	BANCO DE 3 TOMAS	% COMPOSICION EN PESO	DOSIFICACION EN PESO SUELO CEMENTO
% SUELO	68,57%		1941,27	1,4	2717,78	8153,35	62,92%	
% CEMENTO	11,43%	0,55	323,59	3,2	1035,50	3106,49	23,97%	1:2.62
% AGUA	20,00%		566,22	1	566,22	1698,65	13,11%	

Fuente: (propia)

% volumen:

Agua: 20.00%

Suelo cemento: 80.00%

Suelo cemento 1:6 = (80/7partes; 1 cemento y 6 de arcilla): 11.43%

Por lo tanto:

1 cemento: 11.43%

6 arcilla: 68.57%

Suelo cemento: 11.43+68.57: 80.00%+20.00% (agua): 100.00%

Volumen

Volumen de arcilla: volumen de cilindro* % arcilla:

$(2831.08\text{cm}^3 * 68.57\%) = 1941.27\text{cm}^3$

Volumen de cemento: volumen de cilindro* % cemento:

$(2831.08\text{cm}^3 * 11.43\%) = 323.59\text{cm}^3$

Volumen de agua: volumen de cilindro* % agua:

$$(2831.08\text{cm}^3 * 20.00\%) = 566.22\text{cm}^3$$

Pesos de materiales:

Peso de arcilla: (volumen de arcilla*peso específico arcilla)

$$\text{Peso de arcilla: } (1941.27\text{cm}^3 * 1.4 \text{ g/cm}^3) = 2717.78\text{g}$$

Peso de cemento: (volumen de cemento*peso específico cemento)

$$\text{Peso de cemento: } (323.59\text{cm}^3 * 3.2 \text{ g/cm}^3) = 1035.50\text{g}$$

Peso de agua: (volumen de agua*peso específico agua)

$$\text{Peso de agua: } (566.22\text{cm}^3 * 1 \text{ g/cm}^3) = 566.22\text{g}$$

$$\text{Relación A/C} = (566.22\text{g} / 1035.50\text{g}) = 0.55$$

Banco de 3 muestras:

$$\text{Peso arcilla: } (2717.78 * 3) = 8153.35\text{g}$$

$$\text{Peso cemento: } (1035.50 * 3) = 3106.49\text{g}$$

$$\text{Peso agua: } (566.22 * 3) = 1698.65 \text{ g}$$

$$\text{Sumatoria pesos: } 12958.49\text{g}$$

% Composición en peso

$$\text{Arcilla: (peso de arcilla / sumatoria): } (8153.35 / 12958.49) * 100 = 62.92\%$$

$$\text{Cemento: (peso de cemento / sumatoria): } (3106.49 / 12958.49) * 100 = 23.97\%$$

$$\text{Agua: (peso de agua / sumatoria): } (1698.65 / 12958.49) * 100 = 13.11\%$$

Dosificación: 1: 2.62 (dosificación en peso)

$$\text{Peso de arcilla/peso cemento: } 8153.35/3106.49 = 2.62$$

Cálculo de material para dosificación (cemento: suelo) 1:8 (Volumen)

$$\text{Humedad óptima de Próctor: } 18.00\%$$

$$\text{Hidratación de cemento: } 2.00\%$$

$$\text{Porcentaje de agua: (humedad óptima + hidratación de cemento): } 20.00\%$$

Porcentaje de suelo cemento: 80.00%

Tabla 9
Dosificación 1:3.50

	% VOLUMEN	RELACION A/C	VOLUMEN (cm ³)	PESO ESPECIFIC O (g/cm ³)	PESO (g)	BANCO DE 3 TOMAS	% COMPOSICION EN PESO	DOSIFICACION EN PESO SUELO CEMENTO
% SUELO	71,11%		2013,18	1,4	2818,4 6	8455,37	67,27%	
% CEMENTO	8,89%	0,70	251,68	3,2	805,39	2416,16	19,22%	1:3.50
% AGUA	20,00%		566,22	1	566,22	1698,65	13,51%	

Fuente: (propia)

% volumen:

Agua: 20.00%

Suelo cemento: 80.00%

Suelo cemento 1:8 = (80/9 partes; 1 cemento y 8 de arcilla): 8.89%

Por lo tanto:

1 cemento: 8.89%

8 arcilla: 71.11%

Suelo cemento: 8.89+71.11: 80.00%+20.00% (agua): 100.00%

Volumen

Volumen de arcilla: volumen de cilindro* % arcilla:

$(2831.08\text{cm}^3 * 71.11\%) = 2013.18\text{cm}^3$

Volumen de cemento: volumen de cilindro* % cemento:

$(2831.08\text{cm}^3 * 8.89\%) = 251.68\text{cm}^3$

Volumen de agua: volumen de cilindro* % agua:

$(2831.08\text{cm}^3 * 20.00\%) = 566.22\text{cm}^3$

Pesos de materiales:

Peso de arcilla: (volumen de arcilla*peso específico arcilla)

Peso de arcilla: $(2013.18\text{cm}^3 * 1.4 \text{ g/cm}^3)$: 2818.46g

Peso de cemento: (volumen de cemento*peso específico cemento)

Peso de cemento: $(251.68\text{cm}^3 * 3.2 \text{ g/cm}^3)$: 805.39g

Peso de agua: (volumen de agua*peso específico agua)

Peso de agua: $(566.22\text{cm}^3 * 1 \text{ g/cm}^3)$: 566.22g

Relación A/C = $(566.22\text{g} / 805.39\text{g}) = 0.70$

Banco de 3 muestras:

Peso arcilla: $(2818.46 * 3)$: 8455.37g

Peso cemento: $(805.39 * 3)$: 2416.16g

Peso agua: $(566.22 * 3)$: 1698.65 g

Sumatoria pesos: 12570.18g

% Composición en peso

Arcilla: (peso de arcilla / sumatoria): $(8455.37 / 12570.18) * 100 = 67.27\%$

Cemento: (peso de cemento / sumatoria): $(2416.16 / 12570.18) * 100 = 19.22\%$

Agua: (peso de agua / sumatoria): $(1698.65 / 12570.18) * 100 = 13.51\%$

Dosificación: 1: 3.50 (dosificación en peso)

Peso de arcilla/peso cemento: $8455.35/2416.16 = 3.50$

Cálculo de material para dosificación (cemento: suelo) 1:10 (Volumen)

Humedad óptima de Próctor: 18.00%

Hidratación de cemento: 2.00%

Porcentaje de agua: (humedad óptima + hidratación de cemento): 20.00%

Porcentaje de suelo cemento: 80.00%

Tabla 10
 Dosificación 1:4.38

	% VOLUMEN	RELACION A/C	VOLUMEN (cm ³)	PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	PESO (g)	BANCO DE 3 TOMAS	% COMPOSICION EN PESO	DOSIFICACION EN PESO SUELO CEMENTO
% SUELO	72,73%		2059,05	1,4	2882,66	8647,99	70,18%	
% CEMENTO	7,27%	0,86	205,82	3,2	658,62	1975,87	16,03%	1:4.38
% AGUA	20,00%		566,22	1	566,22	1698,65	13,78%	

Fuente: (propia)

% volumen:

Agua: 20.00%

Suelo cemento: 80.00%

Suelo cemento 1:10 = (80/11 partes; 1 cemento y 10 de arcilla): 7.27%

Por lo tanto:

1 cemento: 7.27%

10 arcilla: 72.73%

Suelo cemento: 7.27+72.73: 80.00%+20.00% (agua): 100.00%

Volumen

Volumen de arcilla: volumen de cilindro* % arcilla:

$(2831.08\text{cm}^3 * 72.73\%) = 2059.05\text{cm}^3$

Volumen de cemento: volumen de cilindro* % cemento:

$(2831.08\text{cm}^3 * 7.27\%) = 205.82\text{cm}^3$

Volumen de agua: volumen de cilindro* % agua:

$(2831.08\text{cm}^3 * 20.00\%) = 566.22\text{cm}^3$

Pesos de materiales:

Peso de arcilla: (volumen de arcilla*peso específico arcilla)

Peso de arcilla: $(2059.05\text{cm}^3 * 1.4 \text{ g/cm}^3)$: 2882.66g

Peso de cemento: (volumen de cemento*peso específico cemento)

Peso de cemento: $(205.82\text{cm}^3 * 3.2 \text{ g/cm}^3)$: 658.62g

Peso de agua: (volumen de agua*peso específico agua)

Peso de agua: $(566.22\text{cm}^3 * 1 \text{ g/cm}^3)$: 566.22g

Relación A/C = $(566.22\text{g} / 658.62\text{g}) = 0.86$

Banco de 3 muestras:

Peso arcilla: $(2882.66 * 3)$: 8647.99g

Peso cemento: $(658.62 * 3)$: 1975.87g

Peso agua: $(566.22 * 3)$: 1698.65 g

Sumatoria pesos: 12322.51g

% Composición en peso

Arcilla: $(\text{peso de arcilla} / \text{sumatoria}) : (8647.99 / 12322.51) * 100 = 70.18\%$

Cemento: $(\text{peso de cemento} / \text{sumatoria}) : (1975.87 / 12322.51) * 100 = 16.03\%$

Agua: $(\text{peso de agua} / \text{sumatoria}) : (1698.65 / 12322.51) * 100 = 13.78\%$

Dosificación: 1: 4.38 (dosificación en peso)

Peso de arcilla/peso cemento: $8647.99/1975.87 = 4.38$

Cálculo de material para dosificación (cemento: suelo) 1:12 (Volumen)

Humedad óptima de Próctor: 18.00%

Hidratación de cemento: 2.00%

Porcentaje de agua: (humedad óptima + hidratación de cemento): 20.00%

Porcentaje de suelo cemento: 80.00%

Tabla 11
 Dosificación 1:4.85

	% VOLUMEN	RELACION A/C	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (g/cm3)	PESO (g)	BANCO DE 3 TOMAS	% COMPOSICION EN PESO	DOSIFICACION EN PESO SUELO CEMENTO
% SUELO	73,74%		2087,64	1,4	2922,70	8768,09	71,42%	
% CEMENTO	6,66%	0,94	188,55	3,2	603,36	1810,08	14,74%	1:4.85
% AGUA	20,00%		566,22	1	566,22	1698,65	13,84%	

Fuente: (propia)

% volumen:

Agua: 20.00%

Suelo cemento: 80.00%

Suelo cemento 1:12 = (80/13partes; 1 cemento y 12 de arcilla): 6.15%

Por lo tanto:

1 cemento: 6.15%

12 arcilla: 73.85%

Suelo cemento: 6.15+73.85: 80.00%+20.00% (agua): 100.00%

Volumen

Volumen de arcilla: volumen de cilindro* % arcilla:

$(2831.08\text{cm}^3 * 73.85\%) = 2090.75\text{cm}^3$

Volumen de cemento: volumen de cilindro* % cemento:

$(2831.08\text{cm}^3 * 7.27\%) = 205.82\text{cm}^3$

Volumen de agua: volumen de cilindro* % agua:

$(2831.08\text{cm}^3 * 20.00\%) = 566.22\text{cm}^3$

Pesos de materiales:

Peso de arcilla: (volumen de arcilla*peso específico arcilla)

Peso de arcilla: $(2059.05\text{cm}^3 * 1.4 \text{ g/cm}^3) = 2882.66\text{g}$

Peso de cemento: (volumen de cemento*peso específico cemento)

Peso de cemento: $(205.82\text{cm}^3 * 3.2 \text{ g/cm}^3)$: 658.62g

Peso de agua: (volumen de agua*peso específico agua)

Peso de agua: $(566.22\text{cm}^3 * 1 \text{ g/cm}^3)$: 566.22g

Relación A/C = $(566.22\text{g} / 658.62\text{g}) = 0.86$

Banco de 3 muestras:

Peso arcilla: $(2882.66 * 3)$: 8647.99g

Peso cemento: $(658.62 * 3)$: 1975.87g

Peso agua: $(566.22 * 3)$: 1698.65 g

Sumatoria pesos: 12322.51g

% Composición en peso

Arcilla: $(\text{peso de arcilla} / \text{sumatoria}) : (8647.99 / 12322.51) * 100 = 70.18\%$

Cemento: $(\text{peso de cemento} / \text{sumatoria}) : (1975.87 / 12322.51) * 100 = 16.03\%$

Agua: $(\text{peso de agua} / \text{sumatoria}) : (1698.65 / 12322.51) * 100 = 13.78\%$

Dosificación: 1: 4.85 (dosificación en peso)

Peso de arcilla/peso cemento: $8647.99/1975.87 = 4.85$

3.1.5 Estudio de resultados para dosificación

Tabla 12
Peso de materiales

DOSIFICACION (peso)	PESO DE MATERIALES (g)		
	ARCILLA	CEMENTO	AGUA
1:0.87	6341,23	7248,48	1698,65
1:1.75	7609,95	4348,54	1698,65
1:2.62	8153,35	3106,49	1698,65
1:3.50	8455,37	2416,16	1698,65
1:4.38	8647,99	1975,87	1698,65
1:4.85	8768,09	1810,08	1698,65

Fuente: (propia)

Tabla 13
Rotura de Cilindros Material Fino

ARCILLA						
1K	1000	KG		AREA CILINDRO	81,0734	CM2
DOSIFICACION	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	DIAS	CARGA KG	AREA DE CILINDRO	RESISTENCIA KG/CM2
	14/10/2017	21/10/2017	7	1645	81	20
1:0.87	14/10/2017	28/10/2017	14	1866	81	23
	14/10/2017	11/11/2017	28	1902	81	23
	14/10/2017	21/10/2017	7	1055	81	13
1:1.75	14/10/2017	28/10/2017	14	1243	81	15
	14/10/2017	11/11/2017	28	1563	81	19
	16/10/2017	23/10/2017	7	811	81	10
1:2.62	16/10/2017	30/10/2017	14	1175	81	15
	16/10/2017	13/11/2017	28	1363	81	17
	13/10/2017	20/10/2017	7	671	81	8
1:3.50	13/10/2017	27/10/2017	14	1059	81	13
	13/10/2017	10/11/2017	28	1128	81	14
	16/10/2017	23/10/2017	7	623	81	8
1:4.38	16/10/2017	30/10/2017	14	837	81	10
	16/10/2017	13/11/2017	28	921	81	11
	13/10/2017	20/10/2017	7	539	81	7
1:4.85	13/10/2017	27/10/2017	14	652	81	8
	13/10/2017	10/11/2017	28	877	81	11

Fuente: (propia)

Como se observa en la tabla de la rotura a los 28 días del material (arcilla) se tiene; dicha arcilla no cumplió con la resistencia mínima por lo tanto es necesario realizar nuevos ensayos para alcanzar la resistencia especificada de 50kg/cm².

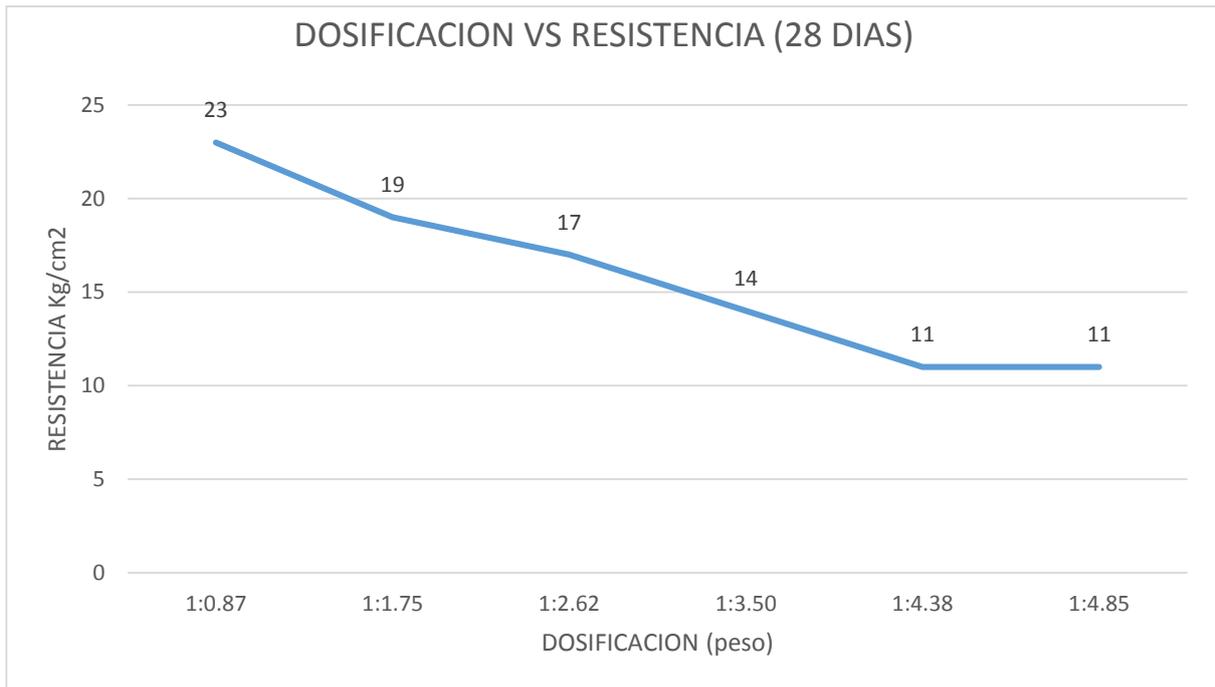


Figura N° 23 Curva Resistencia Vs. Dosificación

Fuente: (Propio)

3.1.6 Análisis granulométrico de material grueso

Del análisis de los resultados de ensayos y osificaciones anteriores, utilizando arcilla activa con materia orgánica, no cumplió con la resistencia necesaria, por tanto, se propuso utilizar, a 9km del canal se encontró material grueso el cual se sometió a los distintos ensayos de laboratorio que describiremos a continuación; con un reconocimiento en campo del material se puede observar una arena fina.



Figura N° 24 Material Grueso

Fuente: Propia

Ensayo Granulométrico suelo

Para este ensayo se requieren los mismos implementos utilizados en el ensayo granulométrico anterior los cuales son: los tamices partiendo desde el #16 para este caso hasta el #200, balanza digital, horno, tara.

- Se obtiene una muestra representativa de 2002kg la cual se la lleva al horno a 105° y se deja secar por 24 horas.
- Luego la muestra ya secada se la hace pasar por los tamices desde el #16 hasta el #200, teniendo en cuenta que los tamices deben ir colocados desde mayor abertura hacia la menor.
- Cuando se vierte el material en los tamices se lo coloca en la tamizadora tapándolo en la parte superior para que no se esparza el material al momento de agitar, dejándolo por 10 minutos (para este caso como es material fino será en poco tiempo).
- Pasado los 5 minutos se retiran los tamices de la maquina tamizadora, estos tamices contienen material fino, material retenido en cada tamiz, estos son pesados en la balanza digital para realizar la recolección de datos.

Tabla de datos:

Tabla 14
Análisis Granulométrico

Análisis Granulométrico					
Tamiz	PESO Acumulado	Peso Parcial	% Acumulado Retenido	% Retenido	% Pasante Acumulado
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
3/8"	0,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
N°. 4	0,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
N°. 8	0,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
N°. 16	0,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
N°. 30	0,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
N°. 50	230,00	230,00	11,49%	11,49%	88,51%
N°. 100	1805,00	1575,00	90,16%	78,67%	9,84%
FONDO	1971,00	166,00	98,45%	8,29%	1,55%
TOTAL	2002,00	31,00	100,00%	1,55%	0,00%
		2002		100,00%	

Fuente: (propia)

Dónde:

Columna (A):

Numero de tamiz.

Columna (B):

Pesos obtenidos del material acumulado en cada uno de los tamices.

Columna (C):

Peso parcial:

$$(230 - 0) = 230$$

$$(1805 - 230) = 1575$$

$$(1971 - 1575 - 230) = 166$$

$$(2002 - 166 - 1575 - 230) = 31$$

Columna (D):

% Acumulado Retenido:

1er caso N.50- Regla de tres

$$2002g \longrightarrow 100\%$$

$$230g \longrightarrow x$$

$$(2002) (x) = (230) (100)$$

$$X = \frac{230}{2002} \times 100$$

$$X = 11.49\%$$

2do caso N.100

$$X = \frac{1805}{2002} \times 100$$

$$X = 90.16\%$$

3er caso N.200

$$X = \frac{1971}{2002} \times 100$$

$$X = 98.45\%$$

4to caso

$$X = \frac{2002}{2002} \times 100$$

$$X = 100.00\%$$

Columna (E):

% Retenido:

1er caso N.50- Regla de tres

$$2002g \longrightarrow 100\%$$

$$230g \longrightarrow x$$

$$(2002)(x) = (230)(100)$$

$$X = \frac{230}{2002} \times 100$$

$$X = 11.49\%$$

2do caso N.100

$$X = \frac{1575}{2002} \times 100$$

$$X = 78.67\%$$

3er caso N.200

$$X = \frac{166}{2002} \times 100$$

$$X = 8.29 \%$$

4to caso

$$X = \frac{31}{2002} \times 100$$

$$X = 1.55\%$$

Columna (F):

% Pasante Acumulado:

$$(100.00\% - 11.49\%) = 88.51\%$$

$$(88.51\% - 78.67\%) = 9.84\%$$

$$(9.84\% - 8.29\%) = 1.55\%$$

$$(1.55\% - 1.55\%) = 0.00\%$$

Módulo de finura: $\frac{\Sigma\% \text{ Retenido Acumulado}}{100}$

$$Mf = \left(\frac{11.49\% + 90.16\%}{100} \right)$$

$$Mf = 1.02$$

Podemos decir que es una arena de trituración fina 98.35% mezclado con suelo fino 1.55%.



Figura N° 25 *Ensayo Granulométrico*

Fuente: Propia

3.1.7 Calculo de relación volumétrica esencial para las arenas

- Del mismo material que se utilizó para el ensayo anterior podemos tomar una muestra de 1kg dicha muestra tendrá que pasar por el tamiz #4 y retenido en el #200) este material se lo satura en agua dentro de 24 horas
- Luego de las 24 horas la arena se la esparce en un papel periódico el mismo que va absorber un porcentaje de agua, de tal manera que los granos vayan quedando uno al lado de otro quedando seca la arena en su superficie.
- Con ayuda de un tubo Chapman colocamos 500gr de la muestra en él, teniendo en el tubo Chapman agua hasta la línea de enrase donde se observa los 200 cm³.
- Al colocar la arena dentro del tubo Chapman es necesario hacerlo con un embudo para que el material caiga de una forma vertical.
- Podemos observar que cuando colocamos la arena dentro del tubo Chapman; esto provoca el aumento de volumen contenido en dicho tubo, lo cual nos demuestra que es el volumen de la arena saturada superficialmente seca más el volumen del agua (391cm³).
- Se saca la arena del tubo Chapman y la ponemos en el horno a 105°C durante 24 horas dejándola secar para después retirarla y pesar.



Figura N° 26 Densidad Seca de Material

Fuente: Propia

Cálculo para determinar la densidad saturada seca

Volumen de agua en tubo Chapman = 200cm³

Volumen de agua + Volumen de arena= 391cm³

Peso de arena saturada superficialmente seca= 500gr

Volumen de arena saturada = (391cm³ – 200cm³)= 191cm³

Densidad saturada seca= (500gr/ 191cm³) = 2.617 gr/cm³= 2617kg/m³

Peso volumétrico suelto de arena

Procedimiento. -

Para el procedimiento del peso volumétrico se lo realizo utilizando los siguientes instrumentos que se detalla a continuación:

Material a utilizar (arena)

Recipiente para peso volumétrico (moldes)

Varilla redonda (punta de bala)

Pala

Espátula

Charola cuadrada

Con la muestra de arena, previamente secada en el horno se las retira para echarla en el molde; debemos calcular el volumen del recipiente donde vamos a trabajar, antes de realizar este procedimiento se procede a pesar los moldes (cilindro), con la finalidad de obtener el peso volumétrico, y se lo pesa en una balanza digital.

Luego vertimos la arena en el molde dejándola caer libremente con una altura de 5cm desde la superficie del molde en caída continua hasta que se llene completamente formando una especie de penacho (cono), cuando llegue al tope se lo rosea con ayuda de varilla o algún material en este caso se usa varilla para así en la superficie sea plana sin dejar espacios en él, una vez lleno todo el molde con la arena se lo vuelve a pesar en una balanza para así poder realizar los cálculos y obtener el peso volumétrico.



Figura N° 27 *Peso Volumétrico de Material*

Fuente: Propia

Tabla 15

Peso Volumétrico de arena

MATERIAL	PESO DEL RECIPIENTE	PESO DEL RECIPIENTE + ARENA	PESO DE ARENA	VOLUMEN DE RECIPIENTE	PESO VOLUMETRICO DE LA ARENA
	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(m3)	(Kg/m3)
Arena	8,642	27,477	18,835	0,015	1255,67

Fuente: (propia)

Donde:

Peso de recipiente= 8.642kg

Peso de recipiente + Peso de arena= 27.477kg

Peso Arena= 18.835kg

Volumen de Recipiente= 0.015m³

$P_{vsa} = \text{Peso Arena} / \text{Volumen recipiente}$

$$P_{vsa} = \frac{18.835\text{kg}}{0.015\text{m}^3}$$

$P_{vsa} = 1255.67 \text{ kg/m}^3$

3.1.8 Elección de cantidades de los materiales a utilizar (Suelo-Cemento-Agua) para obtener una dosificación adecuada.

Cálculo de material para mortero

Según norma NTE INEN 488 para la determinación de resistencia a la compresión de morteros se utilizará cubos de 50mm de aristas;

Tenemos

Volumen de probeta (3 cubos por probeta):

Tabla 16
Volumen de probeta

Lado1 (m)	Lado2 (m)	Lado3 (m)	VOLUMEN (m ³)	3 CUBOS
0,05	0,05	0,05	0,000125	0,000375

Fuente: (propia)

Peso volumétrico suelto de arena: 1255.67 kg/m³

Cálculo de material a utilizar en especímenes para dosificación (cemento: suelo) 1:2

Material (Arena)

Volumen de probeta= 0.000375m³ (se considera todo el volumen por compactación de arena)

Peso volumétrico suelto arena= 1255.67 kg/m³

Peso de suelo (arena)= (volumen de probeta) x (peso volumétrico suelto arena)

Peso de suelo (arena)= (0.000375m³) x (1255.67 kg/m³) =

Peso de suelo (arena) = 0.47087625kg

Peso de Arena= 470.87625g

Peso de Cemento= (peso de arena / 2) = (470.87625g/2)

Peso de cemento= 235.438125g

Cantidad de Agua:

$A = C * (A/C)$

Donde:

C= cemento

A/C= relación agua cemento

A/C = 0.50 (teórica)

$A = (235.438125g) * (0.50) = 117.7190063g$

Al momento de realizar la mezcla en el laboratorio la cantidad de agua añadida a la mezcla fue de 310.78 gramos que corresponde a la cantidad de material para 2 muestras, es decir por muestra 155.39 gramos.

$A/C = X$

$155.39/235.44 = X$

$X = 0.66$ (relación agua cemento real al momento de realizar la mezcla).

Tabla 17
 Dosificación 1:2

DOSIFICACION 1:2			
MATERIAL	PESO MATERIAL	BANCO DE 2 MUESTRAS	UNIDAD
Cemento	235,438125	470,87625	gramos
Arena	470,87625	941,7525	gramos
Agua	155,39	310,78	gramos

Fuente: (propia)

Banco de 2 muestras:

Se utiliza un banco de 2 muestras para evitar faltante de material al momento de realizar las mezclas en el laboratorio.

$$\text{Cemento} = 235.438125 * 2 = 470.87625\text{g}$$

$$\text{Arena} = 470.87625 * 2 = 941.7525 \text{ g}$$

$$\text{Agua} = 155.3900 * 2 = 310.7800 \text{ g}$$

Cálculo de material a utilizar en especímenes para dosificación (cemento: suelo) 1:4

Material (Arena)

Volumen de probeta= 0.000375m³ (se considera todo el volumen por compactación de arena)

$$\text{Peso volumétrico suelto arena} = 1255.67 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = (\text{volumen de probeta}) \times (\text{peso volumétrico suelto arena})$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = (0.000375\text{m}^3) \times (1255.67 \text{ kg/m}^3) =$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = 0.47087625\text{kg}$$

$$\text{Peso de Arena} = 470.87625\text{g}$$

$$\text{Peso de Cemento} = (\text{peso de arena} / 4) = (470.87625\text{g}/4)$$

$$\text{Peso de cemento} = 117.719063\text{g}$$

Cantidad de Agua:

$$A = C * (A/C)$$

Donde:

C= cemento

A/C= relación agua cemento

$$A/C = 0.50 \text{ (teórica)}$$

$$A = (117.7190625\text{g}) * (0.50) = 58.8595313\text{g}$$

Al momento de realizar la mezcla en el laboratorio la cantidad de agua añadida a la mezcla fue de 270.95 gramos que corresponde a la cantidad de material para 2 muestras, es decir por muestra 135.475 gramos.

$$A/C = X$$

$$135.475/117.719 = X$$

X= 1.15 (relación agua cemento real al momento de realizar la mezcla).

Tabla 18
Dosificación 1:4

DOSIFICACION 1:4			
MATERIAL	PESO MATERIAL	BANCO DE 2 MUESTRAS	UNIDAD
Cemento	117,719063	235,438125	gramos
Arena	470,87625	941,7525	gramos
Agua	135,376922	270,7538	gramos

Fuente: (propia)

Banco de 2 muestras:

Se utiliza un banco de 2 muestras para evitar faltante de material al momento de realizar las mezclas reales.

$$\text{Cemento} = 117.719063 * 2 = 235.738125\text{g}$$

$$\text{Arena} = 470.87625 * 2 = 941.7525\text{g}$$

$$\text{Agua} = 135.376922 * 2 = 270.7538\text{g}$$

Cálculo de material a utilizar en especímenes para dosificación (cemento: suelo) 1:6

Material (Arena)

Volumen de probeta= 0.000375m³ (se considera todo el volumen por compactación de arena)

Peso volumétrico suelto arena= 1255.67 kg/m³

Peso de suelo (arena)= (volumen de probeta) x (peso volumétrico suelto arena)

Peso de suelo (arena)= (0.000375m³) x (1255.67 kg/m³) =

Peso de suelo (arena) = 0.47087625kg

Peso de Arena= 470.87625g

Peso de Cemento= (peso de arena / 6) = (470.87625g/6)

Peso de cemento= 78.479375g

Cantidad de Agua:

$A = C * (A/C)$

Donde:

C= cemento

A/C= relación agua cemento

A/C = 0.50 (teórica)

$A = (78.479375g) * (0.50) = 39.2396875g$

Al momento de realizar la mezcla en el laboratorio la cantidad de agua añadida a la mezcla fue de 243.59 gramos que corresponde a la cantidad de material para 2 muestras, es decir por muestra 121.795 gramos.

$A/C = X$

$121.795/78.479 = X$

$X = 1.55$ (relación agua cemento real al momento de realizar la mezcla).

Tabla 19
 Dosificación 1:6

DOSIFICACION 1:6			
MATERIAL	PESO MATERIAL	BANCO DE 2 MUESTRAS	UNIDAD
Cemento	78,479375	156,95875	gramos
Arena	470,87625	941,7525	gramos
Agua	121,795	243,59	gramos

Fuente: (propia)

Banco de 2 muestras:

Se utiliza un banco de 2 muestras para evitar faltante de material al momento de realizar las mezclas reales.

$$\text{Cemento} = 78.479375 * 2 = 156.95875\text{g}$$

$$\text{Arena} = 470.87625 * 2 = 941.7525\text{g}$$

$$\text{Agua} = 121.795000 * 2 = 243.5900\text{g}$$

Cálculo de material a utilizar en especímenes para dosificación (cemento: suelo) 1:8

Material (Arena)

Volumen de probeta = 0.000375m³ (se considera todo el volumen por compactación de arena)

$$\text{Peso volumétrico suelto arena} = 1255.67 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = (\text{volumen de probeta}) \times (\text{peso volumétrico suelto arena})$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = (0.000375\text{m}^3) \times (1255.67 \text{ kg/m}^3)$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = 0.47087625\text{kg}$$

$$\text{Peso de Arena} = 470.87625\text{g}$$

$$\text{Peso de Cemento} = (\text{peso de arena} / 8) = (470.87625\text{g} / 8)$$

$$\text{Peso de cemento} = 58.8595313\text{g}$$

Cantidad de Agua:

$$A = C * (A/C)$$

Donde:

C= cemento

A/C= relación agua cemento

A/C = 0.50 (teórica)

A= (58.8595313g) * (0.50) = 29.4297656g

Al momento de realizar la mezcla en el laboratorio la cantidad de agua añadida a la mezcla fue de 230 gramos que corresponde a la cantidad de material para 2 muestras, es decir por muestra 115 gramos.

A/C= X

115/58.86 = X

X= 1.95 (relación agua cemento real al momento de realizar la mezcla).

Tabla 20
Dosificación 1:8

DOSIFICACION 1:8			
MATERIAL	PESO MATERIAL	BANCO DE 2 MUESTRAS	UNIDAD
Cemento	58,859531	117,7190625	gramos
Arena	470,87625	941,7525	gramos
Agua	115	230	gramos

Fuente: (propia)

Banco de 2 muestras:

Se utiliza un banco de 2 muestras para evitar faltante de material al momento de realizar las mezclas reales.

Cemento= 58.859531 * 2 = 117.7190625g

Arena= 470.87625 * 2= 941.7525g

Agua= 115 * 2 = 230g

Cálculo de material a utilizar en especímenes para dosificación (cemento: suelo) 1:10

Material (Arena)

Volumen de probeta= 0.000375m³ (se considera todo el volumen por compactación de arena)

Peso volumétrico suelto arena= 1255.67 kg/m³

Peso de suelo (arena)= (volumen de probeta) x (peso volumétrico suelto arena)

Peso de suelo (arena)= (0.000375m³) x (1255.67 kg/m³) =

Peso de suelo (arena) = 0.47087625kg

Peso de Arena= 470.87625g

Peso de Cemento= (peso de arena / 10) = (470.87625g/10)

Peso de cemento= 47.087625g

Cantidad de Agua:

$A = C * (A/C)$

Donde:

C= cemento

A/C= relación agua cemento

A/C = 0.50 (teórica)

$A = (47.087625g) * (0.50) = 23.5438125g$

Al momento de realizar la mezcla en el laboratorio la cantidad de agua añadida a la mezcla fue de 230 gramos que corresponde a la cantidad de material para 2 muestras, es decir por muestra 115 gramos.

$A/C = X$

$115/47.09 = X$

$X = 2.44$ (relación agua cemento real al momento de realizar la mezcla).

Tabla 21
Dosificación 1:10

DOSIFICACION 1:10			
MATERIAL	PESO MATERIAL	BANCO DE 2 MUESTRAS	UNIDAD
Cemento	47,087625	94,17525	gramos
Arena	470,87625	941,7525	gramos
Agua	115	230	gramos

Fuente: (propia)

Banco de 2 muestras:

Se utiliza un banco de 2 muestras para evitar faltante de material al momento de realizar las mezclas reales.

$$\text{Cemento} = 47.087625 * 2 = 94.17525\text{g}$$

$$\text{Arena} = 470.87625 * 2 = 941.7525\text{g}$$

$$\text{Agua} = 114.893805 * 2 = 229.78761\text{g}$$

Con los datos obtenidos mediante los cálculos realizados anteriormente tenemos lo siguiente:

Tabla 22
Peso de Materiales Dosificación nueva

DOSIFICACION	PESO DE MATERIALES (g)		
	CEMENTO	ARENA	AGUA
1:2	470,876	941,753	310,78
1:4	235,438	941,753	270,95
1:6	156,959	941,753	243,59
1:8	117,719	941,753	230
1:10	94,175	941,753	230

Fuente: (propia)

Con esta tabla de datos en el laboratorio de hormigón se procede a realizar los amasados, realizando las mezclas correspondientes a cada peso como: el cemento agua y arena logrando una masa uniforme, los cubos de ensayo de 0.05m se los compacta con un apisonador siendo éste de un material no absorbente, ni abrasivo, como una especie de caucho de sección transversal de 13mm x 25mm y con una longitud de 120mm el apisonador debe tener la cara plana.

Las probetas de ensayo son cubiertas con una capa fina de un agente desencofrante en sus caras interiores, con ayuda de un paño se frota suavemente por las mismas y su placa.

El amasado de lo realiza en dos capas de tal manera que no exista vacíos en los amasados, llenando los moldes dentro de un intervalo de tiempo determinado (no más de 2 minutos y 30 segundos luego de terminar el primer mezclado de las masas de los morteros.

Se colocan en dos capas de mortero en la probeta de alrededor de 25mm de espesor (mitad de probeta) en cada uno de los compartimentos para luego apisonarlo 32 veces, 10 segundos en 4 rondas compactando en cada ronda con 8 golpes con dirección perpendicular a la anterior.

Terminado el llenado de los moldes en la parte superior se trata de alisarlos pasándole la espátula en cada cubo para tener nivelado el mortero.

Para luego de esto dejarlos en la probeta un día (24h); luego se desencofra y se lo pone a curar sumergiéndolos en agua con cal hasta el día de la rotura.

Hacer esto con cada una de las dosificaciones descritas en la tabla.



Figura N° 28 Toma de cubos de morteros - Rotura de Cubos

Fuente: Propia

3.1.9 Rotura de Pruebas de ensayo de mortero

Para el análisis de los resultados en laboratorio se realizó a los 7 días, 14 y 28 días para así poder obtener mediante una curva la resistencia vs dosificación.

Tabla 23
Rotura de cubos de Mortero

MORTERO							
1KN	101,93	KG		AREA DE CUBO	25	CM2	
DOSIFICACION	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	DIAS	CARGA KN	CARGA KG	AREA DE CUBO	RESISTENCIA KG/CM2
1:2	27/4/2018	4/5/2018	7	43,80	4464,53	25	178,58
	27/4/2018	11/5/2018	14	48,60	4953,8	25	198,15
	27/4/2018	25/5/2018	28	53,00	5402,29	25	<u>216,09</u>
1:4	27/4/2018	4/5/2018	7	8,80	896,984	25	35,88
	27/4/2018	11/5/2018	14	10,10	1029,49	25	41,18
	27/4/2018	25/5/2018	28	10,50	1070,27	25	<u>42,81</u>
1:6	27/4/2018	4/5/2018	7	3,70	377,141	25	15,09
	27/4/2018	11/5/2018	14	4,50	458,685	25	18,35
	27/4/2018	25/5/2018	28	4,70	479,071	25	<u>19,16</u>
1:8	27/4/2018	4/5/2018	7	2,80	285,404	25	11,42
	27/4/2018	11/5/2018	14	2,90	295,597	25	11,82
	27/4/2018	25/5/2018	28	4,10	417,913	25	<u>16,72</u>
1:10	27/4/2018	4/5/2018	7	1,60	163,088	25	6,52
	27/4/2018	11/5/2018	14	2,20	224,246	25	8,97
	27/4/2018	25/5/2018	28	2,70	275,211	25	<u>11,01</u>

Fuente: (propia)

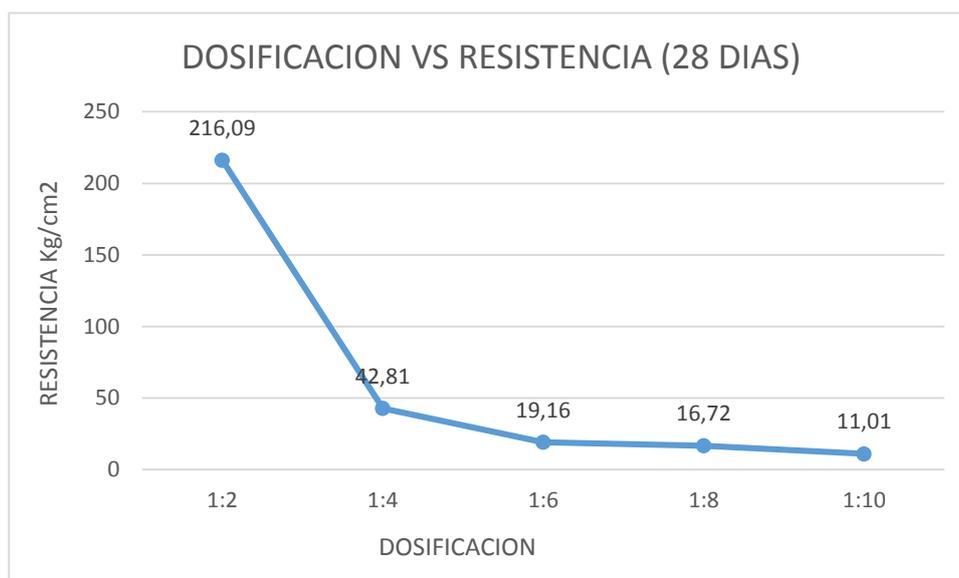


Figura N° 29 Curva Resistencia Vs. Dosificación

Fuente: Propia

Como se grafica en la curva, la resistencia máxima que cumple con la dosificación 1:4 a los 28 días la misma que no se encuentra dentro del rango de resistencia mínima estimado (50 kg/cm²), por tal motivo es necesario realizar nuevos ensayos de laboratorio para cumplir con los estándares de diseño, para lo cual se agrega otra cantidad de material generando menos gastos en cuanto a la parte económica y mayor rentabilidad técnica.

Nota: el grafico muestra una diferencia de dosificaciones del 1:2 al punto 1:4 (216.09 - 41.18), esto se debe a la relación A/C en (1:2 < 1) y a partir de (1:4 > 1)

3.1.10 Elección de cantidades de los materiales a utilizar en (Suelo- Cemento-agua-Arcilla) para obtener dosificación.

Cálculo de material para mortero con 25% arcilla

Realizaremos los mismos pasos anteriores con la diferencia de en este caso agregarle un 25% material de arcilla al mortero

Donde:

Volumen de probeta (3 cubos por probeta):

Tabla 24
Volumen de Probeta de 3 cubos

Lado1 (m)	Lado2 (m)	Lado3 (m)	VOLUMEN (m3)	3 CUBOS
0,05	0,05	0,05	0,000125	0,000375

Fuente: (propia)

Peso volumétrico suelto de arena: 1255.67 kg/m³

Peso específico de arcilla: 1445 kg/m³

Cálculo de material a utilizar en especímenes para dosificación 1:2

Material (Arena - Arcilla)

Volumen de probeta= 0.000375m³ (se considera todo el volumen por compactación de arena)

Peso volumétrico suelto arena= 1255.67 kg/m³

Peso de suelo (arena) = (volumen de probeta) x (peso volumétrico suelto arena)

Peso de suelo (arena) = $(0.000375\text{m}^3) \times (1255.67 \text{ kg/m}^3) =$

Peso de suelo (arena) = 0.47087625kg

Peso de arena 75% = $0.47087625\text{kg} \times 1000\text{g} = 470.87625\text{g}$

Peso arena (75%) = $470.87625\text{g} \times 0.75 =$

Peso de Arena = 353.15718g

Peso de Cemento = (peso de arena / 2) = $(470.87625\text{g}/2)$

Peso de cemento = 235.438125g

Peso de Arcilla (25%) = (peso de arena * 0.25) =

Peso de Arcilla (25%) = 117.719063g

Cantidad de Agua:

$A = C \cdot (A/C)$

Donde:

C = cemento

A/C = relación agua cemento

A/C = 0.66 (mortero) partimos de la relación A/C del mortero

$A = (235.438125\text{g}) \cdot (0.66) =$ 155.389163g

Realizando las mezclas en el laboratorio la cantidad de agua añadida a la mezcla fue de 408.78 gramos que corresponde a la cantidad de material para 2 muestras, es decir por muestra 204.39 gramos.

$A/C = X$

$204.39/235.438125 = X$

$X = 0.87$ (relación agua cemento real al momento de realizar la mezcla con 25% de arcilla

se calcula con esta relación agua cemento nueva)

$A = (235.438125\text{g}) \cdot (0.87) =$ 204.8131169g

Tabla 25
 Dosificación 1:2 (25%arcilla)

DOSIFICACION 1:2			
MATERIAL	PESO MATERIAL	BANCO DE 2 MUESTRAS	UNIDAD
Cemento	235,438125	470,87625	gramos
Arena	353,1571875	706,31438	gramos
Arcilla	117,719063	235,43813	gramos
Agua	204,8131169	409.66234	gramos

Fuente: (propia)

Banco de 2 muestras:

Se elabora el doble de material para evitar faltante al momento de realizar las mezclas reales.

$$\text{Cemento} = 235.438125 * 2 = 470.87625\text{g}$$

$$\text{Arena} = 353.157487 * 2 = 706.31438\text{g}$$

$$\text{Arcilla} = 117.719063 * 2 = 235.43813\text{g}$$

$$\text{Agua} = 204.8131169 * 2 = 409.66234\text{g}$$

Cálculo de material a utilizar en especímenes para dosificación 1:4

Material (Arena - Arcilla)

Volumen de probeta= 0.000375m³ (se considera todo el volumen por compactación de arena)

$$\text{Peso volumétrico suelto arena} = 1255.67 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = (\text{volumen de probeta}) \times (\text{peso volumétrico suelto arena})$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = (0.000375\text{m}^3) \times (1255.67 \text{ kg/m}^3) =$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = 0.47087625\text{kg}$$

$$\text{Peso de arena } 75\% = 0.47087625\text{kg} * 1000\text{g} = 470.87625\text{g}$$

$$\text{Peso arena (75\%)} = 470.87625\text{g} * 0.75 =$$

$$\text{Peso de Arena} = 353.15718\text{g}$$

$$\text{Peso de Cemento} = (\text{peso de arena} / 4) = (470.87625\text{g}/4)$$

$$\text{Peso de cemento} = 117.71906\text{g}$$

$$\text{Peso de Arcilla (25\%)} = (\text{peso de arena} * 0.25) =$$

$$\text{Peso de Arcilla (25\%)} = 117.719063\text{g}$$

Cantidad de Agua:

$$A = C * (A/C)$$

Donde:

C= cemento

A/C= relación agua cemento

A/C = 1.15 (mortero) partimos de la relación A/C del mortero

$$A = (117.71906\text{g}) * (1.15) = 135.376919\text{g}$$

Realizando las mezclas en el laboratorio la cantidad de agua añadida a la mezcla fue de 343.95 gramos que corresponde a la cantidad de material para 2 muestras, es decir por muestra 171.975 gramos.

$$A/C = X$$

$$171.98/117.71906 = X$$

X= 1.46 (relación agua cemento real al momento de realizar la mezcla con 25% de arcilla se calcula con esta relación agua cemento nueva)

$$A = (117.71906\text{g}) * (1.46) = 171.869828\text{g}$$

Tabla 26
 Dosificación 1:4 (25% arcilla)

DOSIFICACION 1:4			
MATERIAL	PESO MATERIAL	BANCO DE 2 MUESTRAS	UNIDAD
Cemento	117,7190625	235,438125	gramos
Arena	353,1571875	706,31438	gramos
Arcilla	117,7190625	235,438125	gramos
Agua	171,869828	343.73966	gramos

Fuente: (propia)

Banco de 2 muestras:

Se elabora el doble de material para evitar faltante al momento de realizar las mezclas reales.

$$\text{Cemento} = 117.7190625 * 2 = 235.438125\text{g}$$

$$\text{Arena} = 353.157487 * 2 = 706.31438\text{g}$$

$$\text{Arcilla} = 117.719063 * 2 = 235.43813\text{g}$$

$$\text{Agua} = 171.869828 * 2 = 343.73966\text{g}$$

Cálculo de material a utilizar en especímenes para dosificación 1:6

Material (Arena - Arcilla)

Volumen de probeta = 0.000375m³ (se considera todo el volumen por compactación de arena)

$$\text{Peso volumétrico suelto arena} = 1255.67 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = (\text{volumen de probeta}) \times (\text{peso volumétrico suelto arena})$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = (0.000375\text{m}^3) \times (1255.67 \text{ kg/m}^3) =$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = 0.47087625\text{kg}$$

$$\text{Peso de arena } 75\% = 0.47087625\text{kg} * 1000\text{g} = 470.87625\text{g}$$

$$\text{Peso arena (75\%)} = 470.87625\text{g} * 0.75 =$$

$$\text{Peso de Arena} = 353.15718\text{g}$$

$$\text{Peso de Cemento} = (\text{peso de arena} / 6) = (470.87625\text{g}/6)$$

Peso de cemento= 78.479375g

Peso de Arcilla (25%) = (peso de arena*0.25) =

Peso de Arcilla (25%) = 117.719063g

Cantidad de Agua:

$$A = C * (A/C)$$

Donde:

C= cemento

A/C= relación agua cemento

A/C = 1.55 (mortero) partimos de la relación A/C del mortero

$$A = (78.479375g) * (1.55) = 121.64303g$$

Realizando las mezclas en el laboratorio la cantidad de agua añadida a la mezcla fue de 300 gramos que corresponde a la cantidad de material para 2 muestras, es decir por muestra 150 gramos.

$$A/C = X$$

$$150/78.47938 = X$$

X= 1.91 (relación agua cemento real al momento de realizar la mezcla con 25% de arcilla se calcula con esta relación agua cemento nueva)

$$A = (78.479375g) * (1.91) = 149.895606g$$

Tabla 27
 Dosificación 1:6 (25% de arcilla)

DOSIFICACION 1:6			
MATERIAL	PESO MATERIAL	BANCO DE 2 MUESTRAS	UNIDAD
Cemento	78,479375	156,95875	gramos
Arena	353,1571875	706,31438	gramos
Arcilla	117,7190625	235,438125	gramos
Agua	149.895606	299.79121	gramos

Fuente: (propia)

Banco de 2 muestras:

Se elabora el doble de material para evitar faltante al momento de realizar las mezclas reales.

$$\text{Cemento} = 78.479375 * 2 = 156.95875\text{g}$$

$$\text{Arena} = 353.157487 * 2 = 706.31438\text{g}$$

$$\text{Arcilla} = 117.719063 * 2 = 235.43813\text{g}$$

$$\text{Agua} = 149.895606 * 2 = 299.79121\text{g}$$

Cálculo de material a utilizar en especímenes para dosificación 1:8

Material (Arena - Arcilla)

Volumen de probeta = 0.000375m³ (se considera todo el volumen por compactación de arena)

$$\text{Peso volumétrico suelto arena} = 1255.67 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = (\text{volumen de probeta}) \times (\text{peso volumétrico suelto arena})$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = (0.000375\text{m}^3) \times (1255.67 \text{ kg/m}^3) =$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = 0.47087625\text{kg}$$

$$\text{Peso de arena } 75\% = 0.47087625\text{kg} * 1000\text{g} = 470.87625\text{g}$$

$$\text{Peso arena (75\%)} = 470.87625\text{g} * 0.75 =$$

$$\text{Peso de Arena} = 353.15718\text{g}$$

$$\text{Peso de Cemento} = (\text{peso de arena} / 8) = (470.87625\text{g} / 8)$$

Peso de cemento= 58.85953125g

Peso de Arcilla (25%) = (peso de arena*0.25) =

Peso de Arcilla (25%) = 117.719063g

Cantidad de Agua:

$$A = C * (A/C)$$

Donde:

C= cemento

A/C= relación agua cemento

A/C = 1.95 (mortero) partimos de la relación A/C del mortero

$$A = (58.85953125g) * (1.95) = 114.776085g$$

Realizando las mezclas en el laboratorio la cantidad de agua añadida a la mezcla fue de 300 gramos que corresponde a la cantidad de material para 2 muestras, es decir por muestra 150 gramos.

$$A/C = X$$

$$150/58.8595313 = X$$

X= 2.55 (relación agua cemento real al momento de realizar la mezcla con 25% de arcilla se calcula con esta relación agua cemento nueva)

$$A = (58.85953125g) * (2.55) = 150.091805g$$

Tabla 28
Dosificación 1:8 (25% de arcilla)

DOSIFICACION 1:8			
MATERIAL	PESO MATERIAL	BANCO DE 2 MUESTRAS	UNIDAD
Cemento	58,85953125	117,7190625	gramos
Arena	353,1571875	706,31438	gramos
Arcilla	117,7190625	235,438125	gramos
Agua	150,091805	300,18361	gramos

Fuente: (propia)

Banco de 2 muestras:

Se elabora el doble de material para evitar faltante al momento de realizar las mezclas reales.

$$\text{Cemento} = 58.85953125 * 2 = 117.7190625\text{g}$$

$$\text{Arena} = 353.1574875 * 2 = 706.31438\text{g}$$

$$\text{Arcilla} = 117.7190625 * 2 = 235.438125\text{g}$$

$$\text{Agua} = 150.091805 * 2 = 300.18361\text{g}$$

Cálculo de material a utilizar en especímenes para dosificación 1:10

Material (Arena - Arcilla)

Volumen de probeta = 0.000375m³ (se considera todo el volumen por compactación de arena)

$$\text{Peso volumétrico suelto arena} = 1255.67 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = (\text{volumen de probeta}) \times (\text{peso volumétrico suelto arena})$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = (0.000375\text{m}^3) \times (1255.67 \text{ kg/m}^3) =$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = 0.47087625\text{kg}$$

$$\text{Peso de arena } 75\% = 0.47087625\text{kg} * 1000\text{g} = 470.87625\text{g}$$

$$\text{Peso arena (75\%)} = 470.87625\text{g} * 0.75 =$$

$$\text{Peso de Arena} = 353.15718\text{g}$$

$$\text{Peso de Cemento} = (\text{peso de arena} / 10) = (470.87625\text{g}/10)$$

$$\text{Peso de cemento} = 47.0876250\text{g}$$

$$\text{Peso de Arcilla (25\%)} = (\text{peso de arena} * 0.25) =$$

$$\text{Peso de Arcilla (25\%)} = 117.719063\text{g}$$

Cantidad de Agua:

$$A = C * (A/C)$$

Donde:

C= cemento

A/C= relación agua cemento

A/C = 2.44 (mortero) partimos de la relación A/C del mortero

$$A = (47.0876250\text{g}) * (2.44) = 114.8938050\text{g}$$

Realizando las mezclas en el laboratorio la cantidad de agua añadida a la mezcla fue de 292 gramos que corresponde a la cantidad de material para 2 muestras, es decir por muestra 146 gramos.

$$A/C = X$$

$$146/47.087625 = X$$

X= 3.10 (relación agua cemento real al momento de realizar la mezcla con 25% de arcilla se calcula con esta relación agua cemento nueva)

$$A = (47.0876250\text{g}) * (3.10) = 145.971638\text{g}$$

Tabla 29
Dosificación 1:10 (25% de arcilla)

DOSIFICACION 1:10			
MATERIAL	PESO MATERIAL	BANCO DE 2 MUESTRAS	UNIDAD
Cemento	47,087625	94,17525	gramos
Arena	353,1571875	706,31438	gramos
Arcilla	117,7190625	235,438125	gramos
Agua	145,971638	291,94328	gramos

Fuente: (propia)

Banco de 2 muestras:

Se elabora el doble de material para evitar faltante al momento de realizar las mezclas reales.

$$\text{Cemento} = 47.087625 * 2 = 94.17525\text{g}$$

$$\text{Arena} = 353.1574875 * 2 = 706.31438\text{g}$$

$$\text{Arcilla} = 117.7190625 * 2 = 235.438125\text{g}$$

$$\text{Agua} = 145.971638 * 2 = 291.94328\text{g}$$

Procedemos al llenado de tabla de datos tenemos lo siguiente:

Tabla 30
Peso de Materiales (25% de arcilla)

DOSIFICACION (peso)	PESO DE MATERIALES (g)			
	CEMENTO	ARENA	ARCILLA	AGUA
1:2	470,876	706,314	235,438	204,831
1:4	235,438	706,314	235,438	343,740
1:6	156,959	706,314	235,438	299,791
1:8	117,719	706,314	235,438	300,184
1:10	94,175	706,314	235,438	291,943

Fuente: (propia)

Los datos obtenidos en la tabla se los pesa en el laboratorio de hormigón se procede a realizar los amasados, realizando las mezclas correspondientes a cada peso como:

El cemento agua y arena logrando una masa uniforme, realizando los mismos procedimientos descritos para el mortero.



Figura N° 30 Rotura de Cilindros

Fuente: Propia

3.1.11 Prueba de ensayo de mortero agregándole 25% Arcilla

Logrando en un tiempo de 7 días, 14 y 28 días establecer una nueva curva la resistencia vs dosificación la cantidad exacta de agregado (agua-cemento-suelo) que se necesita para el revestimiento del canal se tiene lo siguiente:

Tabla 31
 Rotura de Cubos de Mortero (25% de arcilla)

MORTERO AGREGÁNDOLE 25% ARCILLA							
1KN	101,93	KG		AREA DE CUBO	25	CM2	
DOSIFICACION	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	DIAS	CARGA KN	CARGA KG	AREA DE CUBO	RESISTENCIA KG/CM2
	4/5/2018	11/5/2018	7	24,50	2497,285	25	99,89
1:2	4/5/2018	18/5/2018	14	27,30	2782,689	25	111,31
	4/5/2018	1/6/2018	28	33,50	3414,655	25	<u>136,59</u>
	4/5/2018	11/5/2018	7	8,70	886,791	25	35,47
1:4	4/5/2018	18/5/2018	14	9,00	917,370	25	36,69
	4/5/2018	1/6/2018	28	13,50	1376,055	25	<u>55,04</u>
	4/5/2018	11/5/2018	7	6,50	662,545	25	26,50
1:6	4/5/2018	18/5/2018	14	7,60	774,668	25	30,99
	4/5/2018	1/6/2018	28	10,10	1029,493	25	<u>41,18</u>
	4/5/2018	11/5/2018	7	4,30	438,299	25	17,53
1:8	4/5/2018	18/5/2018	14	5,20	530,036	25	21,20
	4/5/2018	1/6/2018	28	5,80	591,194	25	<u>23,65</u>
	4/5/2018	11/5/2018	7	3,70	377,141	25	15,09
1:10	4/5/2018	18/5/2018	14	4,50	458,685	25	18,35
	4/5/2018	1/6/2018	28	6,40	652,352	25	<u>26,09</u>

Fuente: (propia)

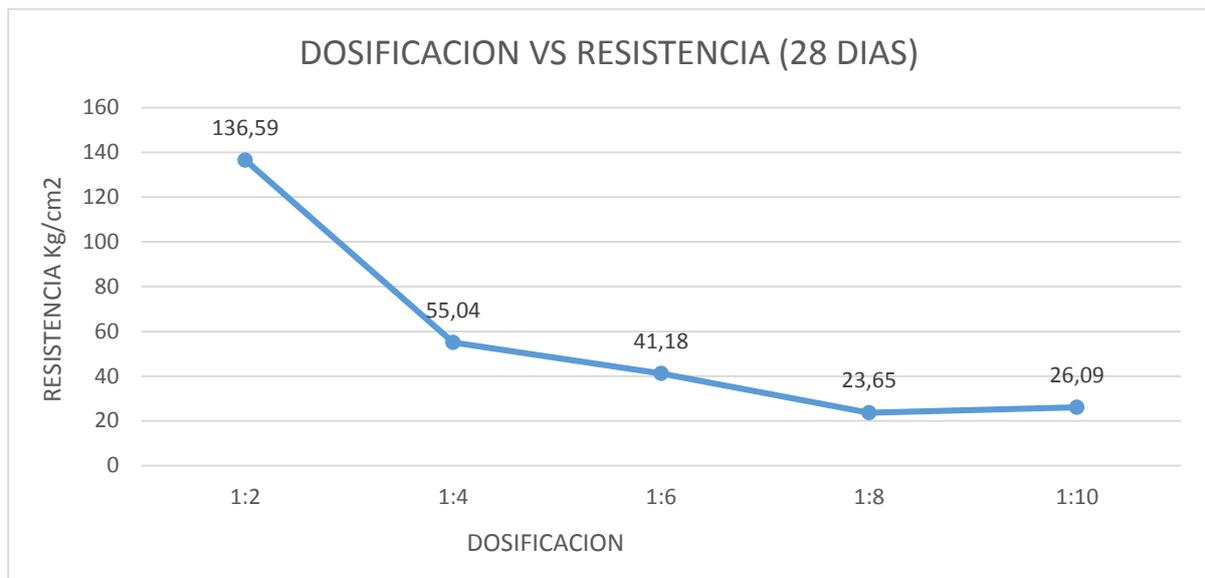


Figura N° 31 Curva Resistencia Vs. Dosificación

Fuente: Propia

En la curva de resistencia vs dosificación podemos observar que con la dosificación 1:6 cumple entre el rango de resistencia de 50kg/cm² a 40kg/cm² a los 28 días; con esta relación A/C y cantidad de material en peso se procede a realizar un ensayo con esta dosificación, para este caso elegiremos 1:6 por mayor ahorro económico y mejor aportación de caudal en el canal.

3.1.12 Elección de cantidades de los materiales a utilizar en (Suelo-Cemento-Agua-Arcilla) para obtener dosificación

Cálculo de material para mortero con 12.50% arcilla

Agregamos un 12.50% de arcilla para establecer nuevos parámetros en cuanto al estado económico siguiendo todos los pasos anteriores con la diferencia de en este caso agregarle un 12.50% material de arcilla y 87.5% arena.

Donde:

Volumen de probeta (3 cubos por probeta):

Tabla 32
Volumen Probeta para cubos

Lado1 (m)	Lado2 (m)	Lado3 (m)	VOLUMEN (m3)	3 CUBOS
0,05	0,05	0,05	0,000125	0,000375

Fuente: (propia)

Peso volumétrico suelto de arena: 1255.67 kg/m³

Peso específico de arcilla: 1445 kg/m³

Cálculo de material a utilizar en especímenes para dosificación 1:2

Material (Arena - Arcilla)

Volumen de probeta= 0.000375m³ (se considera todo el volumen por compactación de arena)

Peso volumétrico suelto arena= 1255.67 kg/m³

Peso de suelo (arena)= (volumen de probeta) x (peso volumétrico suelto arena)

Peso de suelo (arena)= (0.000375m³) x (1255.67 kg/m³) =

Peso de suelo (arena) = 0.47087625kg

Peso de arena 87.5%= 0.47087625kg*1000g= 470.87625g

Peso arena (87.5%)= 470.87625g*0.875=

Peso de Arena= 412.0167187g

Peso de Cemento= (peso de arena / 2) = (470.87625g/2)

Peso de cemento= 235.438125g

Peso de Arcilla (12.5%) = (peso de arena*0.125) =

Peso de Arcilla (12.5%) = 58.85953123g

Cantidad de Agua:

$A = C * (A/C)$

Donde:

C= cemento

A/C= relación agua cemento

A/C = 0.66 (mortero) partimos de la relación A/C del mortero

$$A = (235.438125\text{g}) * (0.66) = 155.389163\text{g}$$

Realizando las mezclas en el laboratorio la cantidad de agua añadida a la mezcla fue de 338 gramos que corresponde a la cantidad de material para 2 muestras, es decir por muestra 169 gramos.

$$A/C = X$$

$$169/235.438125 = X$$

X = 0.72 (relación agua cemento real al momento de realizar la mezcla con 12.5% de arcilla y 87.5% de arena se calcula con esta relación agua cemento nueva)

$$A = (235.438125\text{g}) * (0.72) = 169.515450\text{g}$$

Tabla 33

Dosificación 1:2 (12.50% de arcilla)

DOSIFICACION 1:2			
MATERIAL	PESO MATERIAL	BANCO DE 2 MUESTRAS	UNIDAD
Cemento	235,438125	470,87625	gramos
Arena	412,0167188	824,03344	gramos
Arcilla	58,85953125	117,719063	gramos
Agua	169,515450	339,03090	gramos

Fuente: (propia)

Banco de 2 muestras:

Se elabora el doble de material para evitar faltante al momento de realizar las mezclas reales.

$$\text{Cemento} = 235.438125 * 2 = 470.87625\text{g}$$

$$\text{Arena} = 412.0167188 * 2 = 824.0334\text{g}$$

$$\text{Arcilla} = 58.85953125 * 2 = 117.719063\text{g}$$

$$\text{Agua} = 169.515450 * 2 = 339.03090\text{g}$$

Cálculo de material a utilizar en especímenes para dosificación 1:4

Material (Arena - Arcilla)

Volumen de probeta = 0.000375m³ (se considera todo el volumen por compactación de arena)

$$\text{Peso volumétrico suelto arena} = 1255.67 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = (\text{volumen de probeta}) \times (\text{peso volumétrico suelto arena})$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = (0.000375\text{m}^3) \times (1255.67 \text{ kg/m}^3) =$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = 0.47087625\text{kg}$$

$$\text{Peso de arena } 87.5\% = 0.47087625\text{kg} * 1000\text{g} = 470.87625\text{g}$$

$$\text{Peso arena } (87.5\%) = 470.87625\text{g} * 0.875 =$$

$$\text{Peso de Arena} = 412.016719\text{g}$$

$$\text{Peso de Cemento} = (\text{peso de arena} / 4) = (470.87625\text{g} / 4)$$

$$\text{Peso de cemento} = 117.71906\text{g}$$

$$\text{Peso de Arcilla } (12.5\%) = (\text{peso de arena} * 0.125) =$$

$$\text{Peso de Arcilla } (12.5\%) = 58.8595313\text{g}$$

Cantidad de Agua:

$$A = C * (A/C)$$

Donde:

C= cemento

A/C= relación agua cemento

A/C = 1.15 (mortero) partimos de la relación A/C del mortero

$$A = (117.71906\text{g}) * (1.15) = 135.376919\text{g}$$

Realizando las mezclas en el laboratorio la cantidad de agua añadida a la mezcla fue de 283.5 gramos que corresponde a la cantidad de material para 2 muestras, es decir por muestra 141.75 gramos.

$$A/C = X$$

$$141.75/117.71906 = X$$

X= 1.20 (relación agua cemento real al momento de realizar la mezcla con 25% de arcilla se calcula con esta relación agua cemento nueva)

$$A = (117.71906\text{g}) * (1.20) = 171.26.28720\text{g}$$

Tabla 34

Dosificación 1:4 (12.50% de arcilla)

DOSIFICACION 1:4			
MATERIAL	PESO MATERIAL	BANCO DE 2 MUESTRAS	UNIDAD
Cemento	117,7190625	235,438125	gramos
Arena	412,0167188	824,03344	gramos
Arcilla	58,85953125	117,7190625	gramos
Agua	141,262875	282,52575	gramos

Fuente: (propia)

Banco de 2 muestras:

Se elabora el doble de material para evitar faltante al momento de realizar las mezclas reales.

$$\text{Cemento} = 117.7190625 * 2 = 235.438125\text{g}$$

$$\text{Arena} = 412.0167188 * 2 = 824.03344\text{g}$$

$$\text{Arcilla} = 58.85953125 * 2 = 117.7190625\text{g}$$

$$\text{Agua} = 141.262875 * 2 = 282.52575\text{g}$$

Cálculo de material a utilizar en especímenes para dosificación 1:6

Material (Arena - Arcilla)

Volumen de probeta= 0.000375m³ (se considera todo el volumen por compactación de arena)

$$\text{Peso volumétrico suelto arena} = 1255.67 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = (\text{volumen de probeta}) \times (\text{peso volumétrico suelto arena})$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = (0.000375\text{m}^3) \times (1255.67 \text{ kg/m}^3) =$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = 0.47087625\text{kg}$$

$$\text{Peso de arena } 87.5\% = 0.47087625\text{kg} * 1000\text{g} = 470.87625\text{g}$$

$$\text{Peso arena } (87.5\%) = 470.87625\text{g} * 0.875 =$$

$$\text{Peso de Arena} = 412.016719\text{g}$$

$$\text{Peso de Cemento} = (\text{peso de arena} / 6) = (470.87625\text{g}/6)$$

$$\text{Peso de cemento} = 78.479375\text{g}$$

$$\text{Peso de Arcilla } (12.5\%) = (\text{peso de arena} * 0.125) =$$

$$\text{Peso de Arcilla } (12.5\%) = 58.85953125\text{g}$$

Cantidad de Agua:

$$A = C * (A/C)$$

Donde:

C= cemento

A/C= relación agua cemento

A/C = 1.55 (mortero) partimos de la relación A/C del mortero

$$A = (78.479375\text{g}) * (1.55) = 121.64303\text{g}$$

Realizando las mezclas en el laboratorio la cantidad de agua añadida a la mezcla fue de 244.59 gramos que corresponde a la cantidad de material para 2 muestras, es decir por muestra 122.295 gramos.

$$A/C = X$$

$$122.295/78.47938 = X$$

X= 1.56 (relación agua cemento real al momento de realizar la mezcla con 12.5% de arcilla y 87.5% de arena se calcula con esta relación agua cemento nueva)

$$A = (78.479375g) * (1.55) = 122.4278250g$$

Tabla 35
Dosificación 1:6 (12.50% de arcilla)

DOSIFICACION 1:6			
MATERIAL	PESO MATERIAL	BANCO DE 2 MUESTRAS	UNIDAD
Cemento	78,479375	156,95875	gramos
Arena	412,0167188	824,03344	gramos
Arcilla	58,85953125	117,7190625	gramos
Agua	122,427825	244,85565	gramos

Fuente: (propia)

Banco de 2 muestras:

Se elabora el doble de material para evitar faltante al momento de realizar las mezclas reales.

$$\text{Cemento} = 78.479375 * 2 = 156.95875g$$

$$\text{Arena} = 412.0167188 * 2 = 824.03344g$$

$$\text{Arcilla} = 58.85953125 * 2 = 117.7190625g$$

$$\text{Agua} = 122.427825 * 2 = 244.85565g$$

Cálculo de material a utilizar en especímenes para dosificación 1:8

Material (Arena - Arcilla)

Volumen de probeta= 0.000375m³ (se considera todo el volumen por compactación de arena)

Peso volumétrico suelto arena= 1255.67 kg/m³

Peso de suelo (arena)= (volumen de probeta) x (peso volumétrico suelto arena)

Peso de suelo (arena)= (0.000375m³) x (1255.67 kg/m³) =

Peso de suelo (arena) = 0.47087625kg

Peso de arena 87.5%= 0.47087625kg*1000g= 470.87625g

Peso arena (87.5%)= 470.87625g*0.875=

Peso de Arena= 412.0167187g

Peso de Cemento= (peso de arena / 8) = (470.87625g/8)

Peso de cemento= 58.85953125g

Peso de Arcilla (12.5%) = (peso de arena*0.125) =

Peso de Arcilla (12.5%) = 58.85953125g

Cantidad de Agua:

$A = C * (A/C)$

Donde:

C= cemento

A/C= relación agua cemento

A/C = 1.95 (mortero) partimos de la relación A/C del mortero

$A = (58.85953125g) * (1.95) = 114.776085g$

Realizando las mezclas en el laboratorio la cantidad de agua añadida a la mezcla fue de 250 gramos que corresponde a la cantidad de material para 2 muestras, es decir por muestra 125 gramos.

$A/C = X$

$125/58.8595313 = X$

$X= 2.12$ (relación agua cemento real al momento de realizar la mezcla con 25% de arcilla se calcula con esta relación agua cemento nueva)

$$A = (58.85953125g) * (2.12) = 124.7822063g$$

Tabla 36

Dosificación 1:8 (12.50% de arcilla)

DOSIFICACION 1:8			
MATERIAL	PESO MATERIAL	BANCO DE 2 MUESTRAS	UNIDAD
Cemento	58,85953125	117,7190625	gramos
Arena	412,0167188	824,03344	gramos
Arcilla	58,85953125	117,7190625	gramos
Agua	124,782206	249,56441	gramos

Fuente: (propia)

Banco de 2 muestras:

Se elabora el doble de material para evitar faltante al momento de realizar las mezclas reales.

$$\text{Cemento} = 58.85953125 * 2 = 117.7190625g$$

$$\text{Arena} = 412.0167188 * 2 = 824.03344g$$

$$\text{Arcilla} = 58.85953125 * 2 = 117.7190625g$$

$$\text{Agua} = 124.782206 * 2 = 249.56441g$$

Cálculo de material a utilizar en especímenes para dosificación 1:10

Material (Arena - Arcilla)

Volumen de probeta= 0.000375m³ (se considera todo el volumen por compactación de arena)

$$\text{Peso volumétrico suelto arena} = 1255.67 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = (\text{volumen de probeta}) \times (\text{peso volumétrico suelto arena})$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = (0.000375\text{m}^3) \times (1255.67 \text{ kg/m}^3) =$$

$$\text{Peso de suelo (arena)} = 0.47087625\text{kg}$$

Peso de arena $87.5\% = 0.47087625\text{kg} * 1000\text{g} = 470.87625\text{g}$

Peso arena (87.5%) = $470.87625\text{g} * 0.875 =$

Peso de Arena = 412.0167188g

Peso de Cemento = (peso de arena / 10) = $(470.87625\text{g}/10)$

Peso de cemento = 47.0876250g

Peso de Arcilla (12.5%) = (peso de arena * 0.125) =

Peso de Arcilla (12.5%) = 58.85953125g

Cantidad de Agua:

$A = C * (A/C)$

Donde:

C = cemento

A/C = relación agua cemento

A/C = 2.44 (mortero) partimos de la relación A/C del mortero

$A = (47.0876250\text{g}) * (2.44) =$ 114.8938050g

Realizando las mezclas en el laboratorio la cantidad de agua añadida a la mezcla fue de 250 gramos que corresponde a la cantidad de material para 2 muestras, es decir por muestra 125 gramos.

$A/C = X$

$125/47.087625 = X$

$X = 2.65$ (relación agua cemento real al momento de realizar la mezcla con 25% de arcilla se calcula con esta relación agua cemento nueva)

$A = (47.0876250\text{g}) * (2.65) =$ 124.77852206g

Tabla 37
Dosificación 1:10 (12.50% de arcilla)

DOSIFICACION 1:10			
MATERIAL	PESO MATERIAL	BANCO DE 2 MUESTRAS	UNIDAD
Cemento	47,087625	94,17525	gramos
Arena	412,0167188	824,03344	gramos
Arcilla	58,85953125	117,7190625	gramos
Agua	124,782206	249,56441	gramos

Fuente: (propia)

Banco de 2 muestras:

Se elabora el doble de material para evitar faltante al momento de realizar las mezclas reales.

$$\text{Cemento} = 47.087625 * 2 = 94.17525\text{g}$$

$$\text{Arena} = 412.0167188 * 2 = 824.03344\text{g}$$

$$\text{Arcilla} = 58.85953125 * 2 = 117.7190625\text{g}$$

$$\text{Agua} = 124.782206 * 2 = 249.56441\text{g}$$

Se llena los datos en la tabla donde tenemos lo siguiente:

Tabla 38
Peso de Materiales (12.50% de arcilla)

DOSIFICACION (peso)	PESO DE MATERIALES (g)			
	CEMENTO	ARENA	ARCILLA	AGUA
1:2	470,876	824,033	117,719	339,031
1:4	235,438	824,033	117,719	282,526
1:6	156,959	824,033	117,719	244,856
1:8	117,719	824,033	117,719	249,564
1:10	94,175	824,033	117,719	249,564

Fuente: (propia)

Los datos obtenidos en la tabla se los pesa en el laboratorio de hormigón se procede a realizar los amasados, realizando las mezclas correspondientes a cada peso como:

El cemento agua y arena logrando una masa uniforme, realizando los mismos procedimientos descritos para el mortero.

3.1.13 Pruebas de ensayo de mortero agregándole 12.50% arcilla

Logrando en un tiempo de 7 días, 14 y 28 días establecer una nueva curva la resistencia vs dosificación la cantidad exacta de agregado (agua-cemento-suelo) que se necesita para el revestimiento del canal se tiene lo siguiente:

Tabla 39

Rotura de Cubos de Mortero (12.50% de arcilla)

MORTERO AGREGÁNDOLE 12,5% ARCILLA							
1KN	101,93	KG		AREA DE CUBO	25	CM2	
DOSIFICACION	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	DIAS	CARGA KN	CARGA KG	AREA DE CUBO	RESISTENCIA KG/CM2
1:2	8/5/2018	15/5/2018	7	27,40	2792,882	25	111,72
	8/5/2018	22/5/2018	14	27,80	2833,654	25	113,35
	8/5/2018	5/6/2018	28	37,90	3863,147	25	<u>154,53</u>
1:4	8/5/2018	15/5/2018	7	10,50	1070,265	25	42,81
	8/5/2018	22/5/2018	14	16,10	1641,073	25	65,64
	8/5/2018	5/6/2018	28	18,40	1875,512	25	<u>75,02</u>
1:6	8/5/2018	15/5/2018	7	5,40	550,422	25	22,02
	8/5/2018	22/5/2018	14	7,80	795,054	25	31,80
	8/5/2018	5/6/2018	28	10,80	1100,844	25	<u>44,03</u>
1:8	8/5/2018	15/5/2018	7	4,10	417,913	25	16,72
	8/5/2018	22/5/2018	14	4,50	458,685	25	18,35
	8/5/2018	5/6/2018	28	6,50	662,545	25	<u>26,50</u>
1:10	8/5/2018	15/5/2018	7	2,80	285,404	25	11,42
	8/5/2018	22/5/2018	14	3,80	387,334	25	15,49
	8/5/2018	5/6/2018	28	4,00	407,720	25	<u>16,31</u>

Fuente: (propia)

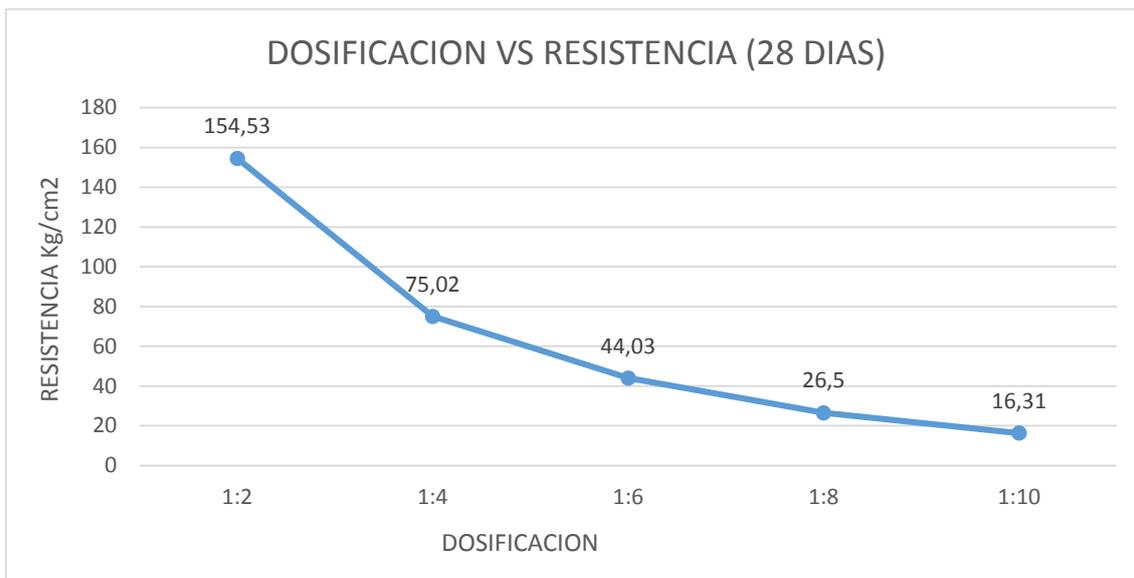


Figura N° 32 Curva Resistencia Vs. Dosificación

Fuente: (Propia)

Como lo indica la curva de resistencia vs dosificación, la resistencia mayor que se cumple es con la dosificación 1:4 – 1:6 con 40 kg/cm² a los 28 días debido que está dentro del rango estimado, teniendo en cuenta que el estudio propuesto sería en cuanto al ahorro económico y un mayor servicio técnico, comparando el amasado anteriormente propuesto (25%) suelo con relación 12.5% suelo, escogemos el de 25 % debido que resulta con menos costos y genera mejor comportamiento técnico.

3.1.14 Cálculo de material en sitio para dosificación escogida

Con el peso de los cubos de la dosificación 1:6 obteniendo una resistencia máxima más alta con el 25% arcilla y 87.5% de arena se tiene 41.18kg/cm² a los 20 días se considera las siguientes porciones de material a emplearse para su mezcla en sitio para revestimiento del canal.

Tabla 40
Peso de Cubos de Mortero (25% de arcilla)

PESO DE CUBOS				
DOSIFICACION	PESO DE CUBOS DE MORTERO CON 25 % ARCILLA (g)			
	CUBO 1	CUBO 2	CUBO 3	P. PROMEDIO
1:2	243	243	247	244
1:4	233	232	232	232
1:6	247	248	248	248
1:8	242	231	238	237
1:10	237	234	238	236

Fuente: (propia)

Se tiene:

Volumen de probeta= 0.000375m³

Peso volumétrico de arena= 1255.67kg/m³

Peso de arena= 0.4708763kg= 470.87625g * 0.75= 353.1571875g

Peso arcilla= 470.87625g * 0.25= 117.719063g

Peso de cemento= 78.479375g

Peso agua= 149.8956g

Tabla 41
Dosificación 1:6 (agregando 25% de arcilla)

DOSIFICACION 1:6			
MATERIAL	PESO MATERIAL	BANCO DE 2 MUESTRAS	UNIDAD
Cemento	78,479375	156,95875	g
Arena	353,1571875	706,31438	g
Arcilla	117,7190625	235,438125	g
Agua	149,895606	299,79121	g

Fuente: (propia)

Peso de muestra		% peso
Peso cemento:	156.95875	11.22
Peso arena:	706.31438	50.50
Peso arcilla:	235.438125	16.83
Peso agua:	<u>299.79121</u>	<u>21.45</u>
Total:	1398.7113	100.00

Peso de agregados con relación al porcentaje.

Peso de Cubo: 248

Volumen probeta: 0.000125m³

Peso cemento:	27.29 g
Peso arena:	125.07 g
Peso arcilla:	41.69 g
Peso agua:	<u>53.12</u>
Total:	248 g

Calculo tipo:

Peso cemento: $(156.95875 / 1398.7113) * 100 = 11.22$

$: (248 * 11.22) / 100 = 27.29g$

Regla de tres

Si en 248g llenan 0.000125 cuantos gramos llenan 1m³

248g \longrightarrow 0.000125m³

X \longrightarrow 1m³

$$(248g) (1m^3) = (0.000125m^3) (x)$$

$$X = \frac{248g}{0.000125}$$

$$X = (1984000g) / 1000g = 1984kg$$

Tabla 42

Volumen de Materiales para Dosificación 1:6

MATERIAL	% PESO (A)	1M3 (B)	PESO (kg) ((A/B*100))	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN(m3) (PESO /PESO ESP)
PESO CEMENTO	11,22	1984	222,60	50	4,45
PESO ARENA	50,5	1984	1001,92	1255,67	0,80
PESO ARCILLA	16,83	1984	333,91	1445	0,23
PESO AGUA	21,45	1984	425,57	1000	0,43
PESO TOTAL			1984,00		

Fuente: (propia)

Sacos de Cemento:

4.45 # paradas

Cemento= volumen/#paradas =

Cemento: $4.45/4.45=$ 1 saco

Arena: $0.8/4.45=$ 0.179 m³

Arcilla: $0.23/4.45=$ 0.052 m³

Agua: $0.43/4.45 = 0.096*1000=$ 96.6292 lt

Dimensiones para parihuela arena

Volumen arena: 0.179m³

Tabla 43

Parihuela de arena

L1	L2	H	VOLUMEN	CANTIDAD
0,4	0,4	0,28	0,0448	3,99971444
				4
				PARIHUELAS

Fuente: (propia)

Dimensiones para parihuela arcilla

Volumen arcilla: 0.052m³

Tabla 44
Parihuela de Arcilla

L1	L2	H	VOLUMEN	CANTIDAD	
0,4	0,4	0,32	0,0512	1,0137327	1 PARIHUELA

Fuente: (propia)

Las dimensiones son interiores y el material debe encontrarse en estado seco.

Tabla 45
Rotura de mortero dosificación 1:6 (25% de arcilla)

DOSIFICACION 1:6 CON25% ARCILLA							
1KN	101,93	KG		AREA DE CUBO	25	CM2	
DOSIFICACION	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	DIAS	CARGA KN	CARGA KG	AREA DE CUBO	RESISTENCIA KG/CM2
	1/6/2018	29/6/2018	28	10,10	1029	25	41,18
1:6	1/6/2018	29/6/2018	28	10,20	1040	25	41,59
	1/6/2018	29/6/2018	28	10,20	1040	25	41,59
	1/6/2018	29/6/2018	28	10,20	1040	25	41,59
1:6	1/6/2018	29/6/2018	28	10,20	1040	25	41,59
	1/6/2018	29/6/2018	28	10,30	1050	25	42,00
	1/6/2018	29/6/2018	28	10,10	1029	25	41,18
1:6	1/6/2018	29/6/2018	28	10,20	1040	25	41,59
	1/6/2018	29/6/2018	28	10,30	1050	25	42,00

Fuente: (propia)

Según la norma NTE INEN-488: 2009. Literal (6.4) nos indica que se deben de fabricar dos o tres especímenes para cada periodo de ensayo o edad de ensayo de la amasada del mortero.

Nota: el promedio de los especímenes es 41.59kg/cm²

3.1.15 Conseguir una geometría óptima para el canal de riego

Considerando todos los Parámetros relacionados con la Hidráulica para su diseño y posible construcción, una vez realizado las tomas de la topografía y caudales para así poder cumplir con los procedimientos y mediante ensayos se pudo determinar el funcionamiento del canal, con el diseño que cuenta en la actualidad no está de acuerdo con el caudal que debe transportar, por lo tanto se determinó que es necesario el rediseño del canal existente, debido que el canal por su geometría debería transportar más de lo que realmente realiza, para lo cual se analizó los siguiente:

Uno de los puntos que debe cumplir el canal, es su sección transversal su geometría óptima, en el que se debe partir de lo siguiente, en la hidráulica existen varias soluciones para un canal construido depende mucho el caudal del diseño y sus condiciones no tiene relación con el cálculo hidráulico, sino del funcionamiento que va a realizar el canal y el tipo de servicio que prestará, esta dotación de caudal que transportará es un dato que debe considerarse al momento de hacer el cálculo de la sección trasversal, debido a que será un rediseño nos hemos basado en la sección transversal anterior la cual era de forma trapezoidal.

Primero analizaremos en el canal con su propia geometría, para así quede constancia que no es factible ni esta de acorde con el Q que es necesario transportar.

Dónde:

$$\text{Área (A): } (2.60 * 1.08) = 2.808 \text{m}^2$$

$$\text{Velocidad superficial (V): (Distancia/Tiempo) =}$$

$$: (6/42.53) = 0.1411 \text{m/seg}$$

$$\text{Caudal a capacidad de cauce (Q): (Velocidad * Área) =}$$

$$: (0.1411 * 2.808) = 0.03961 \text{m}^3/\text{seg} = 396.1439 \text{ litros/seg}$$

Tabla 46
Cálculo de caudal real en estructura de control

CAUDAL TEORICO EN PARTE DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL										
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD	BASE DEL CANAL (m)	CALADO(m)	AREA MOJADA (m ²)	PERIMETRO MOJADO(m)	RADIO HIDRAULICO (m)	RADIO HIDRAULICO 2/3	PENDIENTE DEL CANAL	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL M ³ /S	CAUDAL L/S
n	b	Y	A	P	R	R2/3	J1/2	V	Q	Q L/S
0,018	2,60	0,35	0,91	3,30	0,28	0,42	0,03	0,74	0,68	677,31
0,018	2,60	0,51	1,33	3,62	0,37	0,51	0,03	0,90	1,19	1192,60
0,018	2,60	0,67	1,74	3,94	0,44	0,58	0,03	1,02	1,78	1776,14
0,018	2,60	0,93	2,42	4,46	0,54	0,66	0,03	1,17	2,82	2824,43
0,018	2,60	1,03	2,68	4,66	0,57	0,69	0,03	1,21	3,25	3252,03
<u>0,018</u>	<u>2,60</u>	<u>1,08</u>	<u>2,81</u>	<u>4,76</u>	<u>0,59</u>	<u>0,70</u>	<u>0,03</u>	<u>1,24</u>	<u>3,47</u>	<u>3469,91</u>

Fuente: (propia)

Tabla 47
Cálculo de caudal teórico en la estructura de control

CAUDAL REAL									
DISTANCIA(m)	BASE(M)	CALADO(M)	AREA(M ²)	T1(SEG)	T2(SEG)	TP(SEG)	V(M/SEG)	Q(M3/SEG)	Q(LT/SEG)
6,0000	2,6000	0,3500	0,9100	146,4000	146,4000	146,4000	0,0410	0,0373	37,2951
6,0000	2,6000	0,5100	1,3260	127,2000	126,6000	126,9000	0,0473	0,0627	62,6950
6,0000	2,6000	0,6700	1,7420	67,2000	67,8000	67,5000	0,0889	0,1548	154,8444
6,0000	2,6000	0,9300	2,4180	35,8600	35,8800	35,8700	0,1673	0,4045	404,4606
6,0000	2,6000	1,0300	2,6780	39,9500	40,0000	39,9750	0,1501	0,4020	401,9512
<u>6,0000</u>	<u>2,6000</u>	<u>1,0800</u>	<u>2,8080</u>	<u>42,5200</u>	<u>42,5400</u>	<u>42,5300</u>	<u>0,1411</u>	<u>0,3961</u>	<u>396,1439</u>

Fuente: (propia)

Como se observa en la tabla, el caudal real tomado en el sitio es 0.3961 m³/seg, una vez al llevar los datos aplicando formula de Manning y demás formulas con las cuales nos demuestran la eficiencia del mismo, el caudal teórico corresponde a 3.47m³/seg lo que demuestra que el canal no está transportando lo que debería esto puede ser por las condiciones del canal.

CALCULO TIPO DE CAUDAL TEORICO EN ESTRUCTURA DE CONTROL

Datos:

$$b = 2.60 \text{ m}$$

$$J = 0.001$$

$$n = 0.018$$

$$L = 6 \text{ m}$$

$$Y = 1.08$$

$$Q = ?$$

$$V = ?$$

A partir de la tabla para canal en tierra utilizamos una pendiente de 0.001 para un canal revestido de cemento en la captación.

Tabla 48
Coeficientes de Manning

Tipo de canal abierto	Limites de "n"	Valor utilizado común
Cemento bien pulido	0.010-0.013	0.010
Tubo de concreto simple	0.012-0.016	0.013
Canales y zanjas: En tierra alineada y uniforme	0.017-0.025	0.020
En roca lisa	0.025-0.035	0.033
Excavado en tierra	0.025-0.033	0.0275
Mampostería de cemento	0.017-0.030	-
Canales labrados en roca	0.035-0.045	0.040
Canales de tabique rojo con mortero de cemento	0.012-0.017	0.015
Canales de madera cepillada	0.010	0.010
Canal de concreto acabado normal	0.014	0.014

Fuente: (Chow V. T., 2004)

Donde:

Cálculo de área hidráulica

$$A = (b \times y)$$

$$A = (2.60 \times 1.08)$$

$$A = 2.81\text{m}^2$$

Cálculo perímetro mojado

$$P = b + 2y$$

$$P = 2.60 + 2(1.08)$$

$$P = 4.76\text{m}$$

Cálculo radio hidráulico

A/P:

$$R = (2.81 \text{ m} / 4.76\text{m}) \wedge (2/3)$$

$$R = 0.70\text{m}$$

Partiendo de la fórmula de Manning

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

$$V = \frac{1}{n} (R^{2/3} S^{1/2})$$

$$V = \frac{1}{0.018} (0.703 \times (0.001)^{1/2})$$

$$V = 1.24\text{m/s}$$

$$Q = A \times V$$

$$Q = (2.808 \times 1.236)$$

$$Q = 3.47\text{m}^3/\text{s}$$

$$Q = 3.47\text{m}^3/\text{s} * 1000\text{Its} = 3469.91$$

Con el valor de 3.47m³/s el canal se procede a realizar el rediseño del mismo para solventar la resistencia, velocidades, caudal; mediante una comparación tanto en el de tierra como en el revestido de suelo cemento.

Tabla 49
Rediseño de Canal en Tierra

REDISEÑO DEL CANAL EN TIERRA											
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD	BASE DEL CANAL (m)	TALUD DEL CANAL	CALADO DE AGUA (m)	AREA MOJADA (m ²)	PARED DEL CANAL (m)	PERIMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRAULICO (m)	RADIO HIDRAULICO 2/3	PENDIENTE DEL CANAL	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL M ³ /S
n	b	talud	Y	A		P	R	R2/3	J1/2	V	Q
0,025	3,00	2,00	0,20	0,68	0,45	3,89	0,17	0,31	0,03	0,40	0,27
0,025	3,00	2,00	0,30	1,08	0,67	4,34	0,25	0,40	0,03	0,50	0,54
0,025	3,00	2,00	0,40	1,52	0,89	4,79	0,32	0,47	0,03	0,59	0,89
0,025	3,00	2,00	0,50	2,00	1,12	5,24	0,38	0,53	0,03	0,67	1,33
0,025	3,00	2,00	0,60	2,52	1,34	5,68	0,44	0,58	0,03	0,74	1,85
0,025	3,00	2,00	0,84	3,93	1,88	6,76	0,58	0,70	0,03	0,88	<u>3,47</u>

Fuente: Propia

Con el rediseño del canal existente se propone mantener el caudal que ingresa por la estructura de control que corresponde a 3.47m³/seg, la geometría del canal rediseñado se mantendrá en el canal en tierra y en el canal revestido de suelo cemento para poder realizar la evaluación hidráulica respecto al transporte del caudal.

3.1.16 Modelación Hidráulica

En la modelación hidráulica se requiere tener dos canales de riego con las mismas dimensiones del real, para así poder analizar el caudal que transporta el revestido en comparación con el no revestido.

Las dimensiones serían las siguientes:

Base del canal: 3m

Talud del canal: 2

Calado o profundidad de agua: 0.84m

Pendiente: 0.001

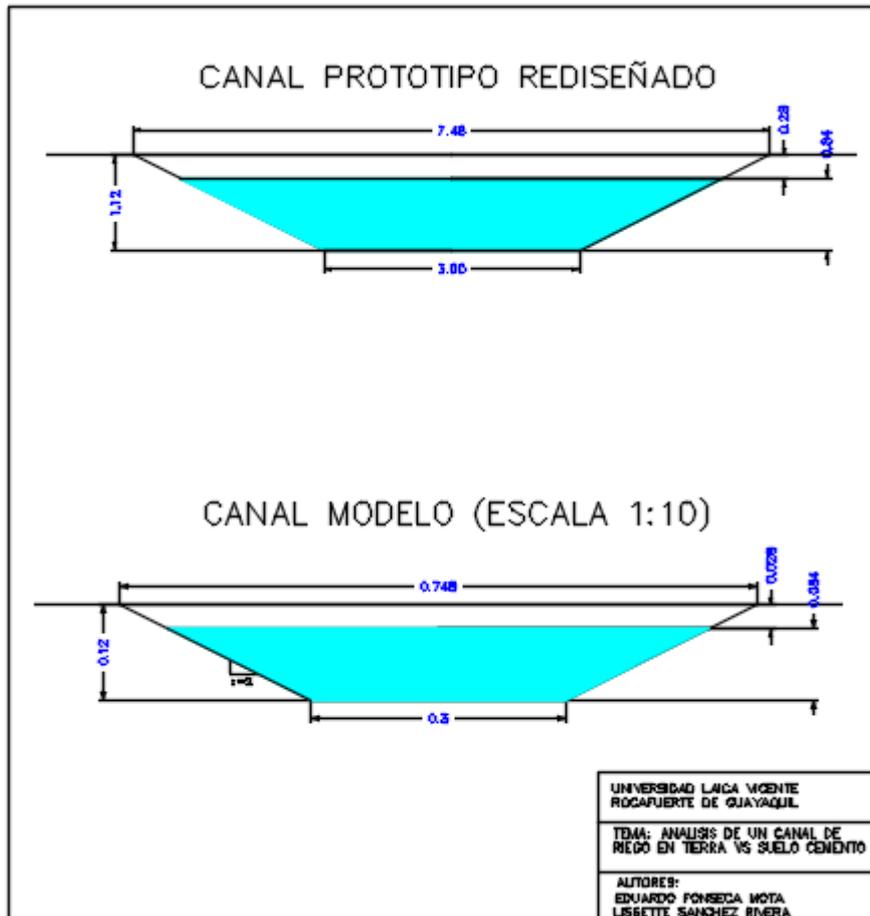


Figura N° 33 Modelación Hidráulica

Fuente: Propia

Donde:

Escala 1:10

$$\lambda Q = (\lambda L)^{5/2}$$

$$\frac{Q_m}{Q_p} = (\lambda L)^{5/2}$$

$$Q_m = Q_L (\lambda L)^{5/2}$$

$$Q_m = 3.47 \text{ m}^3/\text{seg} (0.10)^{5/2}$$

$$Q_m = 0.01097 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\lambda L = \frac{L_{\text{modelo}}}{L_{\text{prototipo}}}$$

$$\frac{1}{10} (L_{\text{prototipo}}) = L_m$$

$$\frac{1}{10} (3.00 \text{ m}) = 0.30 \text{ m} = L_{\text{modelo}} \text{ (ancho inferior)}$$

$$\frac{1}{10} (1.12 \text{ m}) = 0.112 \text{ m} = L_{\text{modelo}} \text{ (altura)}$$

$$\frac{1}{10} (7.48 \text{ m}) = 0.748 \text{ m} = L_{\text{modelo}} \text{ (ancho superior)}$$

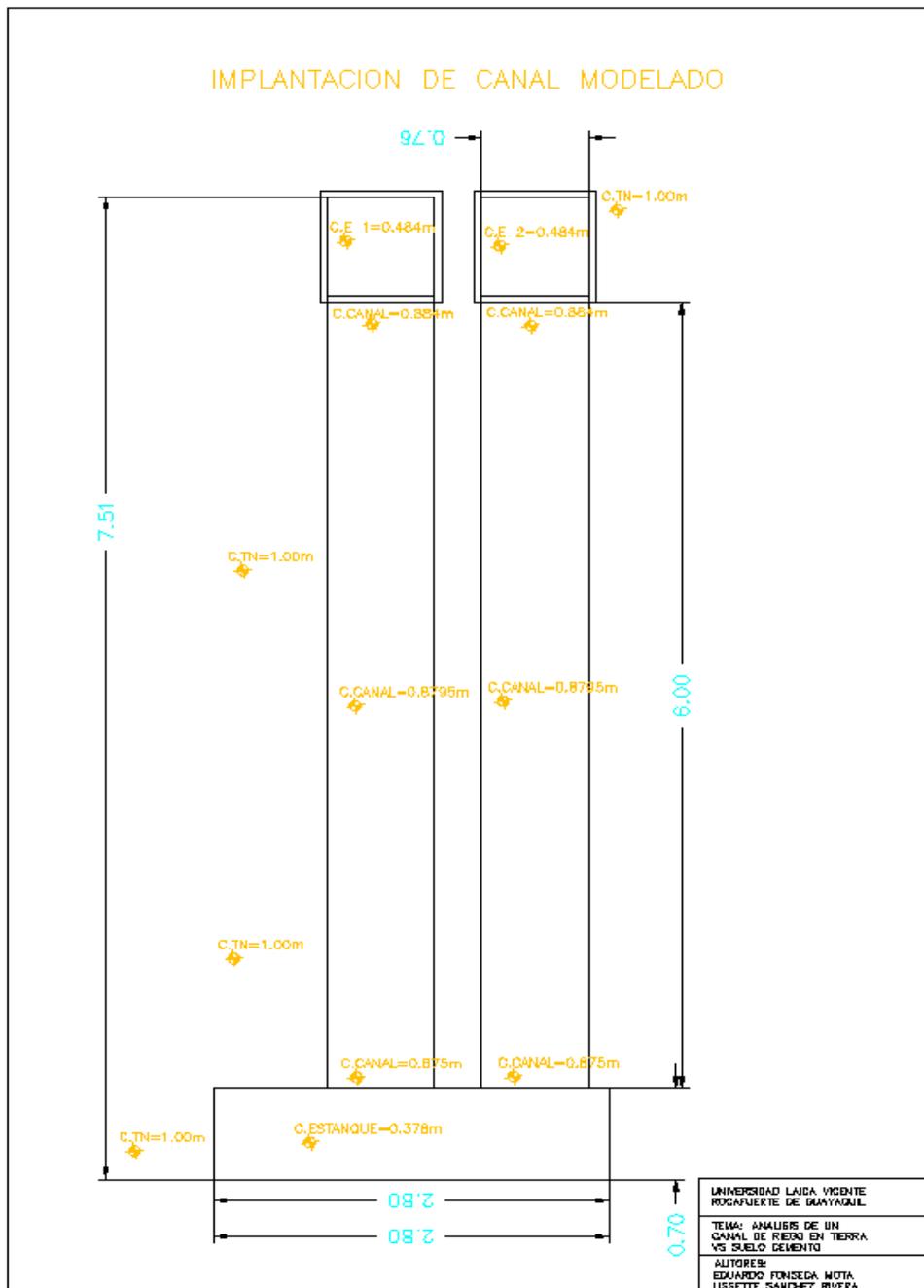


Figura N° 34 Esquema Vista en planta

Fuente: Propia

Levantamiento topográfico del canal Prototipo

Por consiguiente para tener en cuenta cual es la función que cumple el canal a estudiar, después de tener los levantamientos del canal propiamente dicho se conocen todos los parámetros tanto su forma geométrica, espejo de agua, dimensiones y también mediante esto podemos determinar si será factible realizar con un rediseño, haciendo una comparación con el caudal que transporta en la actualidad con el que realmente transportará en el momento de la ejecución si se realiza un rediseño nuevo cumpliendo mediante éste un diseño optimo que cumpla con cada una de las expectativas previstas para el riego, funcionamiento y aspectos económicos.



Figura N° 35 Levantamiento Topográfico Canal existente

Fuente: Propia

Tabla 50
Topografía de Canal

No	NORTE	ESTE	COTAS
1000	9781344,000	638025,000	10,000
1001	9781304,621	638064,369	9,714
1	9781377,050	637952,852	8,754
2	9781375,027	637950,280	6,724
3	9781372,382	637961,410	8,801
4	9781369,805	637959,152	6,812
5	9781365,872	637970,112	8,543
6	9781363,392	637969,064	6,774
7	9781363,207	637978,116	8,715
8	9781359,215	637976,511	6,895
9	9781356,415	637987,716	8,882
10	9781353,620	637986,425	6,947
11	9781351,402	637996,403	8,746
12	9781348,214	637995,536	6,900
13	9781348,422	638004,882	9,026
14	9781346,302	638002,745	7,578
15	9781347,900	638010,376	9,340
16	9781346,386	638012,776	9,364
17	9781346,655	638013,027	9,360
18	9781344,630	638015,110	9,351
19	9781344,310	638014,834	9,374
20	9781342,163	638016,557	9,366
21	9781342,060	638016,380	9,361
22	9781344,294	638014,616	9,339
23	9781344,570	638014,906	9,372
24	9781346,374	638012,989	9,367
25	9781346,185	638012,727	9,352
26	9781347,668	638010,389	9,336
27	9781347,922	638009,413	8,526
28	9781347,488	638010,556	7,414
29	9781347,262	638010,911	7,402
30	9781346,045	638012,773	7,387
31	9781345,391	638013,677	7,351
32	9781345,237	638013,882	7,362
33	9781344,427	638014,657	7,370
34	9781344,121	638014,682	7,379
35	9781343,115	638015,461	7,387
36	9781344,777	638014,519	8,596
37	9781344,633	638014,215	7,038
38	9781342,156	638017,201	8,968
39	9781337,183	638017,315	8,607
40	9781349,550	638015,837	9,393
41	9781347,562	638017,928	9,398
42	9781349,446	638016,103	7,432
43	9781348,680	638016,958	7,409
44	9781348,586	638017,030	7,425
45	9781347,723	638017,888	7,431
46	9781349,662	638016,123	8,812
47	9781349,624	638016,243	7,434
48	9781352,066	638018,551	8,832
49	9781352,127	638018,589	7,453
50	9781355,477	638021,703	8,819
51	9781355,316	638021,661	7,542
52	9781353,684	638023,614	8,835
53	9781353,708	638023,434	7,539
54	9781347,896	638018,091	8,838
55	9781347,790	638017,867	7,432
56	9781332,772	638020,777	9,208

No	NORTE	ESTE	COTAS
57	9781330,892	638018,350	7,639
58	9781328,540	638024,962	9,141
59	9781326,782	638023,518	7,310
60	9781321,314	638033,581	9,426
61	9781318,572	638031,218	7,843
62	9781313,652	638039,395	9,381
63	9781311,811	638036,593	8,017
64	9781306,109	638046,100	9,514
65	9781303,757	638044,656	8,257
66	9781338,738	638020,477	9,709
67	9781299,436	638051,863	9,399
68	9781297,742	638048,790	7,521
69	9781284,649	638060,903	9,111
70	9781283,533	638059,491	8,303
71	9781289,950	637942,089	7,178
72	9781349,708	637996,819	7,158
73	9781346,529	637994,643	8,449
74	9781353,148	638027,503	9,369
75	9781354,287	638026,934	8,548
76	9781354,772	638025,302	7,509
77	9781360,334	638020,469	8,455
78	9781359,708	638021,046	8,685
79	9781356,325	638022,611	7,511
80	9781367,550	638041,323	8,621
81	9781370,459	638038,655	7,629
82	9781374,251	638039,041	8,597
83	9781373,746	638039,461	7,516
84	9781380,879	638059,280	8,543
85	9781381,446	638056,652	7,551
86	9781386,723	638055,867	8,571
87	9781384,850	638057,227	7,579
88	9781392,894	638073,652	8,419
89	9781393,747	638071,750	7,788
90	9781396,737	638068,553	8,732
91	9781405,324	638089,919	8,609
92	9781408,005	638090,163	7,603
93	9781412,290	638088,449	8,442
94	9781410,635	638089,907	7,688
95	9781420,910	638109,594	8,606
96	9781418,343	638102,369	7,819
97	9781422,505	638100,521	8,174
98	9781421,022	638101,877	7,655
99	9781420,931	638101,846	8,618
100	9781464,849	638176,110	9,758
101	9781429,012	638142,615	7,613
102	9781427,621	638143,353	6,936
103	9781422,886	638143,361	8,530
104	9781424,874	638143,675	8,147
105	9781414,770	638080,512	7,635
106	9781413,264	638081,008	7,074
107	9781407,837	638081,917	7,728
108	9781411,096	638080,926	6,756
109	9781404,687	638037,037	7,918
110	9781401,103	638037,827	6,827
111	9781396,091	638037,098	8,568
112	9781398,274	638036,687	8,069
113	9781408,673	638032,736	9,019

Fuente: Propia

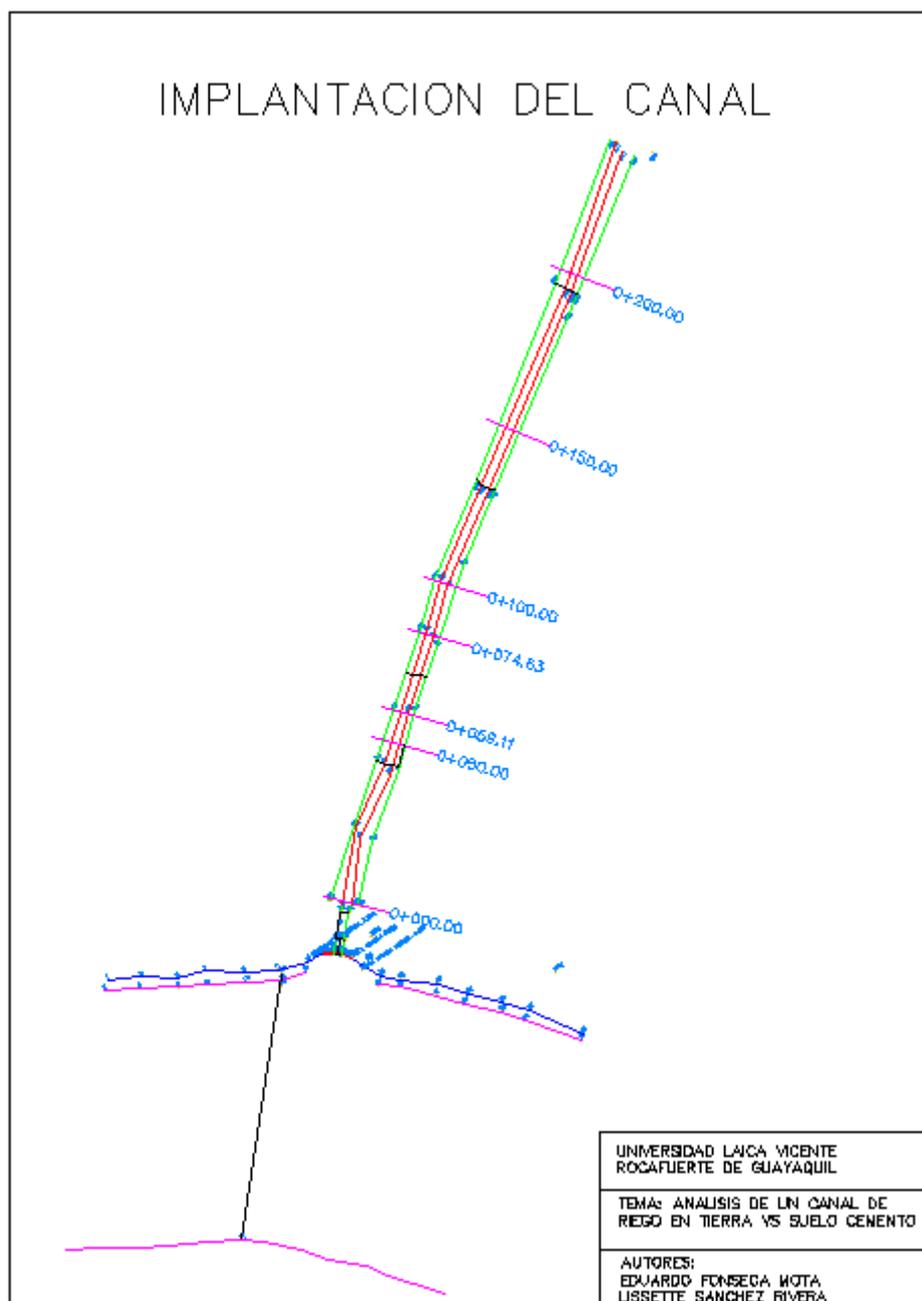


Figura N° 36 Implantación Canal Existente

Fuente: Propia

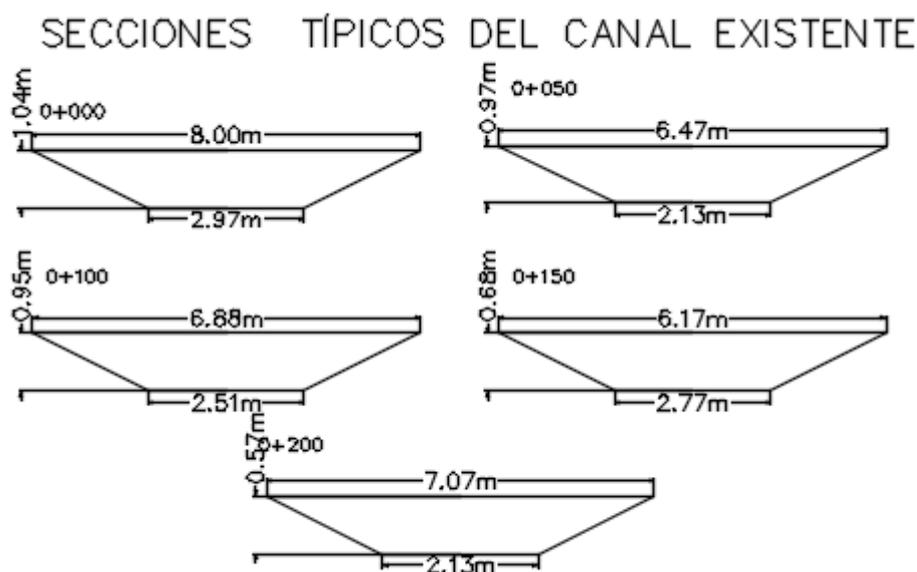


Figura N° 37 Sección de Canal Existente

Fuente: Propia

3.1.17 Factibilidad Económica

Para la realización de los presupuestos se calcula con un tramo tipo de 200m, los costos de los materiales son tomados de la revista Domus año 32 edición 187(junio-julio 2018).

Presupuesto de canal en tierra

Las condiciones del canal existente son las siguientes:

Tabla 51

Sección tipo de canal en tierra

SECCIONES TIPO DE CANAL EXISTENTE						
ABSCISA	ANCHO INFERIOR	ANCHO SUPERIOR	ALTURA	AREA	COTA TERRENO	COTA BASE
0+000	2,97	8	1,04	5,7044	8,548	7,509
0+050	2,13	6,47	0,97	4,171	8,543	7,55
0+100	2,51	6,88	0,95	4,46025	8,606	7,655
0+150	2,77	6,17	0,68	3,0396	8,548	7,871
0+200	2,13	7,07	0,57	2,622	8,57	8,001
PROMEDIO	2,502	6,918	0,842			

Fuente: (propia)

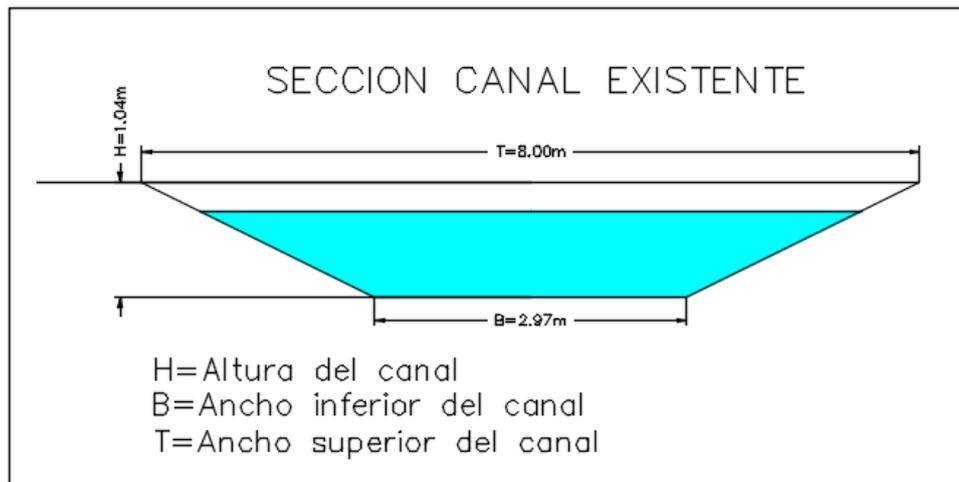


Figura N° 38 Esquema de sección de canal existente

Fuente: Propia

Las condiciones del canal rediseñado son las siguientes:

Tabla 52
Sección óptima del canal en tierra

SECCIONES DEL CANAL REDISEÑADO					
ABSCISA	ANCHO INFERIOR	ANCHO SUPERIOR	ALTURA	COTA TERRENO	COTA BASE
0+000	3	7,48	1,12	8,563	7,443
0+050	3	7,48	1,12	8,513	7,393
0+100	3	7,48	1,12	8,463	7,343
0+150	3	7,48	1,12	8,413	7,293
0+200	3	7,48	1,12	8,363	7,243
PROMEDIO	3	7,48	1,12		

Fuente: (propia)

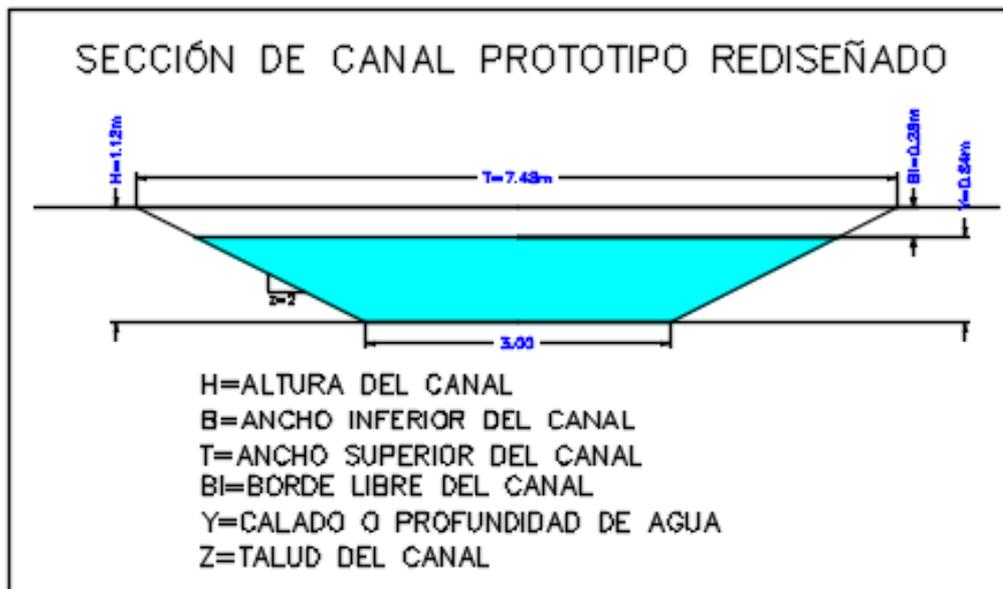


Figura N° 39 Esquema de sección óptima del canal en tierra

Fuente: Propia

Con los datos proporcionados por el levantamiento topográfico se procede a realizar el análisis de las actividades a realizar en el canal.

Limpieza y desbroce de maleza en el canal

Longitud del canal: 200m

Ancho del canal: 6.92m

Porcentaje de maleza: 20%

Cantidad= $200 \times 6.92 \times 20\%$

Cantidad=276m²

Trazado y replanteo

Longitud del canal: 200m

Ancho del canal: 6.92m

Cantidad= 200×6.92

Cantidad=1383.60m²

Excavación a maquina

Tabla 53

Excavación a máquina en canal en tierra

DESDE	HASTA	ANCHO(m)	ALTO(m)	AREA ÓPTIMA(m ²)	AREA EXISTENTE(m ²)	AREA TOTAL(m ²)	LONGITUD(m)	VOLUMEN(m ³)
0+000	0+050	8,48	1,62	13,74	4,94	8,80	50,00	440,00
0+050	0+100	8,48	1,62	13,74	4,32	9,42	50,00	471,10
0+100	0+150	8,48	1,62	13,74	3,75	9,99	50,00	499,38
0+150	0+200	8,48	1,62	13,74	2,83	10,91	50,00	545,34
								1955,82 m ³

Fuente: (propia)

Desalojo

Tabla 54

Desalojo en canal en tierra

DESDE	HASTA	ANCHO(m)	ALTO(m)	AREA ÓPTIMA(m ²)	AREA EXISTENTE(m ²)	AREA TOTAL(m ²)	LONGITUD(m)	VOLUMEN(m ³)
0+000	0+050	8,48	1,62	13,74	4,94	8,80	50,00	440,00
0+050	0+100	8,48	1,62	13,74	4,32	9,42	50,00	471,10
0+100	0+150	8,48	1,62	13,74	3,75	9,99	50,00	499,38
0+150	0+200	8,48	1,62	13,74	2,83	10,91	50,00	545,34
								1955,82 m ³

Fuente: (propia)

Porcentaje a desalojar: 20%

Desalojo = 1955.82 * 0.2

Desalojo = 391.16 m³

Relleno de sitio compactado

Tabla 55

Cálculo de relleno de sitio compactado en canal en tierra

DESDE	HASTA	ANCHO(m)	ALTO(m)	AREA(m ²)	LONGITUD(m)	VOLUMEN(m ³)
0+000	0+050	8,48	1,62	13,74	50,00	686,88
0+050	0+100	8,48	1,62	13,74	50,00	686,88
0+100	0+150	8,48	1,62	13,74	50,00	686,88
0+150	0+200	8,48	1,62	13,74	50,00	686,88
						2747,52m ³

Fuente: (propia)

Excavación a maquina

Tabla 56

Excavación a máquina en canal

DESDE	HASTA	ANCHO SUPERIOR(m)	ANCHO INFERIOR(m)	ALTO(m)	AREA A EXCAVAR(m2)	LONGITUD(m)	VOLUMEN(m3)
0+000	0+050	7,48	3,00	1,12	5,87	50,00	293,44
0+050	0+100	7,48	3,00	1,12	5,87	50,00	293,44
0+100	0+150	7,48	3,00	1,12	5,87	50,00	293,44
0+150	0+200	7,48	3,00	1,12	5,87	50,00	293,44
							1173,76m3

Fuente: (propia)

Análisis de precios unitarios

DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas Menores		1,00				0,03
SUBTOTAL (M)						0,03
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/H	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
RESIDENTE DE OBRA		0,10	3,26	0,33	0,13	0,04
PEON		2,00	2,14	4,29	0,13	0,57
SUBTOTAL (N)						0,62
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
SUBTOTAL (O)						0,00
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)						0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (X)						0,65
COSTOS INDIRECTOS (15%)						0,10
COSTO TOTAL DEL RUBRO						0,75

Figura N° 40 APU (Limpieza y desbroce)

Fuente: Propia

		ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO: ANALISIS DE UN CANAL DE RIEGO EN TIERRA VS REVESTIDO DE SUELO-CEMENTO						
FECHA: 7/7/2018						
RUBRO: TRAZADO Y REPLANTEO						
				UNIDAD:	m ²	
				RENDIMIENTO:	0,02	
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas Menores	1,00				0,01	
Equipo de topografía	1,00	2,00	2,00	0,02	0,04	
SUBTOTAL (M)					0,05	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/H	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
TOPOGRAFO	1,00	3,04	3,04	0,02	0,06	
PEON	2,00	2,14	4,29	0,02	0,09	
RESIDENTE DE OBRA	0,10	3,26	0,33	0,02	0,01	
SUBTOTAL (N)					0,15	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO		
CUARTONES DE ENCOFRADO 2"X3"X4M	U	0,06	4,28	0,26		
CLAVOS DE 2 1/2"	KG	0,02	2,22	0,04		
CAL	SACO	0,04	4,00	0,16		
SUBTOTAL (O)					0,46	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
SUBTOTAL (P)					0,00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (X)					0,66	
COSTOS INDIRECTOS (15%)					0,10	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,76	

Figura N° 41 APU (Trazado y replanteo)

Fuente: Propia

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
					
PROYECTO: ANALISIS DE UN CANAL DE RIEGO EN TIERRA VS REVESTIDO DE SUELO-CEMENTO					
FECHA: 7/7/2018					
RUBRO: EXCAVACION A MAQUINA					
				UNIDAD:	m ³
				RENDIMIENTO:	0,07
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas Menores	1,00				0,02
Equipo de topografía	1,00	2,00	2,00	0,07	0,15
RETROEXCAVADORA 416	1,00	30,00	30,00	0,07	2,18
SUBTOTAL (M)					2,35
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/H	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
TOPOGRAFO	1,00	3,04	3,04	0,07	0,22
RESIDENTE DE OBRA	0,10	3,26	0,33	0,07	0,02
PEON	1,00	2,14	2,14	0,07	0,16
SUBTOTAL (N)					0,40
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
SUBTOTAL (O)					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (X)					2,75
COSTOS INDIRECTOS (15%)					0,41
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,16

Figura N° 42 APU (Excavación a máquina)

Fuente: Propia

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
					
PROYECTO: ANALISIS DE UN CANAL DE RIEGO EN TIERRA VS REVESTIDO DE SUELO-CEMENTO					
FECHA: 7/7/2018					
RUBRO: DESALOJO					
				UNIDAD:	m3
				RENDIMIENTO:	0,07
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas Menores	1,00				0,00
VOLQUETA	1,00	51,30	51,30	0,07	3,73
RETROEXCAVADORA 416	0,50	30,00	15,00	0,07	1,09
SUBTOTAL (M)					4,82
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/H	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
SUBTOTAL (N)					0,00
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
SUBTOTAL (O)					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (X)					4,82
COSTOS INDIRECTOS (15%)					0,72
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,54

Figura N° 43 APU (Desalojo)

Fuente: Propia

		ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO: ANALISIS DE UN CANAL DE RIEGO EN TIERRA VS REVESTIDO DE SUELO-CEMENTO						
FECHA: 7/7/2018						
RUBRO: RELLENO DEL SITIO COMPACTADO						
UNIDAD: m3						
RENDIMIENTO: 0,07						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas Menores	1,00				0,04	
COMPACTADOR MEDIANO MANUAL	1,00	17,10	17,10	0,07	1,24	
RETROEXCAVADORA 416	1,00	30,00	30,00	0,07	2,18	
SUBTOTAL (M)					3,46	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/H	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
TOPOGRAFO	1,00	3,04	3,04	0,07	0,22	
RESIDENTE DE OBRA	0,10	3,26	0,33	0,07	0,02	
PEON	3,00	2,14	6,43	0,07	0,47	
SUBTOTAL (N)					0,71	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO		
AGUA	M3	0,18	1,00	0,18		
SUBTOTAL (O)					0,18	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
SUBTOTAL (P)					0,00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (X)					4,35	
COSTOS INDIRECTOS (15%)					0,65	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,00	

Figura N° 44 APU (Relleno del sitio compactado)

Fuente: Propia

DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
 <h2 style="text-align: center;">ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</h2> 						
PROYECTO: ANALISIS DE UN CANAL DE RIEGO EN TIERRA VS REVESTIDO DE SUELO-CEMENTO FECHA: 7/7/2018 RUBRO: RELLENO DEL SITIO SELECCIONADO COMPACTADO				UNIDAD: 0 RENDIMIENTO: 0,07		
EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas Menores		1,00				0,04
COMPACTADOR MEDIANO MANUAL		1,00	17,10	17,10	0,07	1,24
RETROEXCAVADORA 416		2,00	30,00	60,00	0,07	4,36
VOLQUETA		1,00	51,30	51,30	0,07	3,73
SUBTOTAL (M)						9,37
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/H	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
TOPOGRAFO		1,00	3,04	3,04	0,07	0,22
RESIDENTE DE OBRA		0,10	3,26	0,33	0,07	0,02
PEON		3,00	2,14	6,43	0,07	0,47
SUBTOTAL (N)						0,71
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
AGUA		M3	0,18	1,00	0,18	
SUBTOTAL (O)						0,18
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)						0,00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (X)				10,26
		COSTOS INDIRECTOS (15%)				1,54
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				11,80

Figura N° 45 APU (Relleno de sitio seleccionado compactado)

Fuente: Propia

Presupuesto de canal en tierra

Tabla 57

Presupuesto de canal no revestido para longitud de 200ml

TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	P.U	CANTIDAD	COSTO TOTAL
A.001	LIMPIEZA Y DESBROCE DE MALEZA EN CANAL	m2	0,75	276,72	207,54
A.002	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	0,76	1383,60	1051,54
A.003	EXCAVACION A MAQUINA	m3	3,16	1955,82	6180,38
A.004	DESALOJO	m3	5,54	391,16	2167,05
A.005	RELLENO DEL SITIO COMPACTADO	m3	5,00	2198,02	10990,08
A.006	RELLENO DEL SITIO SELECCIONADO COMPACTADO	m3	11,80	549,50	6484,15
A.007	EXCAVACION A MAQUINA	m3	3,16	1173,76	3709,08
					\$30.789,81

Fuente: (propia)

El costo del canal en tierra de longitud 200ml es de **\$ 30.789.81** (canal en tierra)

Canal revestido en suelo cemento

Las condiciones del canal existente son las siguientes:

Tabla 58

Sección tipo de canal existente

SECCIONES TIPO DE CANAL EXISTENTE						
ABSCISA	ANCHO INFERIOR	ANCHO SUPERIOR	ALTURA	AREA	COTA TERRENO	COTA BASE
0+000	2,97	8	1,04	5,7044	8,548	7,509
0+050	2,13	6,47	0,97	4,171	8,543	7,55
0+100	2,51	6,88	0,95	4,46025	8,606	7,655
0+150	2,77	6,17	0,68	3,0396	8,548	7,871
0+200	2,13	7,07	0,57	2,622	8,57	8,001
PROMEDIO	2,502	6,918	0,842			

Fuente: (propia)

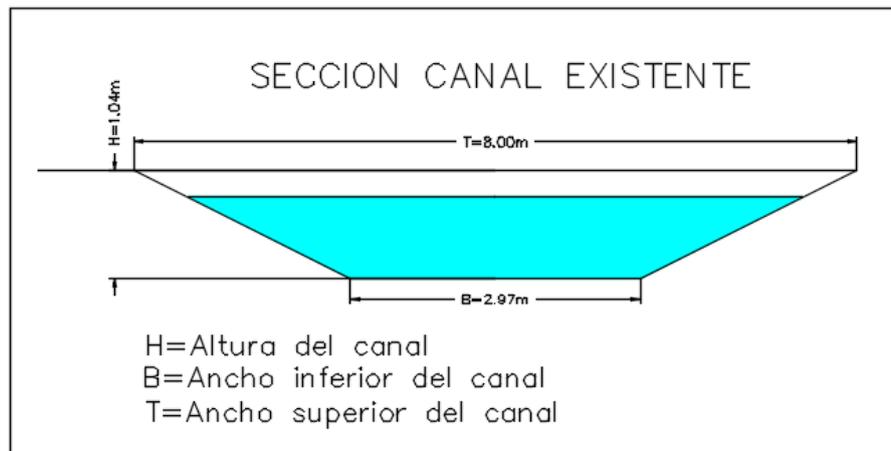


Figura N° 46 Sección de canal existente

Fuente: Propia

Se procede analizar el canal revestido de suelo cemento con las mismas secciones del rediseño del canal en tierra para comparar el gasto económico entre ambos, luego se analizará la ventaja del canal revestido:

Tabla 59
Sección de canal rediseñado

SECCIONES DEL CANAL REDISEÑADO					
ABSCISA	ANCHO INFERIOR	ANCHO SUPERIOR	ALTURA	COTA TERRENO	COTA BASE
0+000	3	7,48	1,12	8,563	7,443
0+050	3	7,48	1,12	8,513	7,393
0+100	3	7,48	1,12	8,463	7,343
0+150	3	7,48	1,12	8,413	7,293
0+200	3	7,48	1,12	8,363	7,243
PROMEDIO	3	7,48	1,12		

Fuente: (propia)

Excavación a maquina

Tabla 60

Excavación a máquina canal revestido

DESDE	HASTA	ANCHO(m)	ALTO(m)	AREA ÓPTIMA(m ²)	AREA EXISTENTE(m ²)	AREA TOTAL(m ²)	LONGITUD(m)	VOLUMEN(m ³)
0+000	0+050	8,48	1,62	13,74	4,94	8,80	50,00	440,00
0+050	0+100	8,48	1,62	13,74	4,32	9,42	50,00	471,10
0+100	0+150	8,48	1,62	13,74	3,75	9,99	50,00	499,38
0+150	0+200	8,48	1,62	13,74	2,83	10,91	50,00	545,34
								1955,82 m ³

Fuente: (propia)

Desalojo

Tabla 61

Desalojo en canal revestido

DESDE	HASTA	ANCHO(m)	ALTO(m)	AREA ÓPTIMA(m ²)	AREA EXISTENTE(m ²)	AREA TOTAL(m ²)	LONGITUD(m)	VOLUMEN(m ³)
0+000	0+050	8,48	1,62	13,74	4,94	8,80	50,00	440,00
0+050	0+100	8,48	1,62	13,74	4,32	9,42	50,00	471,10
0+100	0+150	8,48	1,62	13,74	3,75	9,99	50,00	499,38
0+150	0+200	8,48	1,62	13,74	2,83	10,91	50,00	545,34
								1955,82 m ³

Fuente: (propia)

Porcentaje a desalojar: 20%

Desalojo = 1955.82 * 0.2

Desalojo = 391.16 m³

Relleno de sitio compactado

Tabla 62

Relleno de sitio compactado en canal revestido

DESDE	HASTA	ANCHO(m)	ALTO(m)	AREA(m ²)	LONGITUD(m)	VOLUMEN(m ³)
0+000	0+050	8,48	1,62	13,74	50,00	686,88
0+050	0+100	8,48	1,62	13,74	50,00	686,88
0+100	0+150	8,48	1,62	13,74	50,00	686,88
0+150	0+200	8,48	1,62	13,74	50,00	686,88
						2747,52m ³

Fuente: (propia)

Excavación a maquina

Tabla 63
Excavación a maquina

DESDE	HASTA	ANCHO SUPERIOR	ANCHO INFERIOR	ESPESOR REVESTIMIENTO	ALTO	AREA A EXCAVAR	LONGITUD	VOLUMEN
0+000	0+050	7,48	3,00	0,07	1,12	6,40	50,00	320,11
0+050	0+100	7,48	3,00	0,07	1,12	6,40	50,00	320,11
0+100	0+150	7,48	3,00	0,07	1,12	6,40	50,00	320,11
0+150	0+200	7,48	3,00	0,07	1,12	6,40	50,00	320,11
								1280,44

Fuente: (propia)

Encofrado y desencofrado de canales

Longitud del canal 200ml

Suelo cemento 41.59 kg/cm²

Tabla 64
Volumen suelo-cemento

DESDE	HASTA	BASE	TALUD DEL CANAL	ALTO	PARED DEL CANAL	PERIMETRO	LONGITUD	ESPESOR REVESTIMIENTO	VOLUMEN
0+000	0+050	3,00	2,00	1,12	2,50	8,01	50,00	0,07	28,03
0+050	0+100	3,00	2,00	1,12	2,50	8,01	50,00	0,07	28,03
0+100	0+150	3,00	2,00	1,12	2,50	8,01	50,00	0,07	28,03
0+150	0+200	3,00	2,00	1,12	2,50	8,01	50,00	0,07	28,03
									112,12

Fuente: (propia)

Juntas asfálticas

Longitud del canal: 200m

Juntas cada 4m: 50u juntas

Perímetro del canal: 8.01m

Total ml de juntas: 50u*8.10

Total: 400.44ml

Análisis de precios unitarios

DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas Menores		1,00				0,03
SUBTOTAL (M)						0,03
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/H	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
RESIDENTE DE OBRA		0,10	3,26	0,33	0,13	0,04
PEON		2,00	2,14	4,29	0,13	0,57
SUBTOTAL (N)						0,62
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
SUBTOTAL (O)						0,00
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)						0,00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (X)				0,65
		COSTOS INDIRECTOS (15%)				0,10
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				0,75

Figura N° 48 APU (Limpieza y desbroce de maleza en canal)

Fuente: Propia

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
					
PROYECTO: ANALISIS DE UN CANAL DE RIEGO EN TIERRA VS REVESTIDO DE SUELO-CEMENTO					
FECHA: 7/7/2018					
RUBRO: TRAZADO Y REPLANTEO					
				UNIDAD:	m2
				RENDIMIENTO:	0,02
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas Menores	1,00				0,01
Equipo de topografia	1,00	2,00	2,00	0,02	0,04
SUBTOTAL (M)					0,05
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/H	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
TOPOGRAFO	1,00	3,04	3,04	0,02	0,06
PEON	2,00	2,14	4,29	0,02	0,09
RESIDENTE DE OBRA	0,10	3,26	0,33	0,02	0,01
SUBTOTAL (N)					0,15
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
CUARTONES DE ENCOFRADO 2"X3"X4M	U	0,06	4,28	0,26	
CLAVOS DE 2 1/2"	KG	0,02	2,22	0,04	
CAL	SACO	0,04	4,00	0,16	
SUBTOTAL (O)					0,46
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (X)					0,66
COSTOS INDIRECTOS (15%)					0,10
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,76

Figura N° 49 APU (Trazado y replanteo canal revestido)

Fuente: Propia

DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas Menores		1,00				0,02
Equipo de topografía		1,00	2,00	2,00	0,07	0,15
RETROEXCAVADORA 416		1,00	30,00	30,00	0,07	2,18
SUBTOTAL (M)						2,35
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/H	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
TOPOGRAFO		1,00	3,04	3,04	0,07	0,22
RESIDENTE DE OBRA		0,10	3,26	0,33	0,07	0,02
PEON		1,00	2,14	2,14	0,07	0,16
SUBTOTAL (N)						0,40
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
SUBTOTAL (O)						0,00
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)						0,00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (X)				2,75
		COSTOS INDIRECTOS (15%)				0,41
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				3,16

Figura N° 50 APU (Excavación a máquina en canal revestido)

Fuente: Propia

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
					
PROYECTO: ANALISIS DE UN CANAL DE RIEGO EN TIERRA VS REVESTIDO DE SUELO-CEMENTO					
FECHA: 7/7/2018					
RUBRO: DESALOJO					
UNIDAD: m ³					
RENDIMIENTO: 0,07					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas Menores	1,00				0,00
VOLQUETA	1,00	51,30	51,30	0,07	3,73
RETROEXCAVADORA 416	0,50	30,00	15,00	0,07	1,09
SUBTOTAL (M)					4,82
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/H	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
SUBTOTAL (N)					0,00
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
SUBTOTAL (O)					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (X)					4,82
COSTOS INDIRECTOS (15%)					0,72
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,54

Figura N° 51 APU (Desalojo en canal revestido)

Fuente: Propia

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
					
PROYECTO: ANALISIS DE UN CANAL DE RIEGO EN TIERRA VS REVESTIDO DE SUELO-CEMENTO					
FECHA: 7/7/2018					
RUBRO: RELLENO DEL SITIO COMPACTADO					
UNIDAD: m3					
RENDIMIENTO: 0,07					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas Menores	1,00				0,04
COMPACTADOR MEDIANO MANUAL	1,00	17,10	17,10	0,07	1,24
RETROEXCAVADORA 416	1,00	30,00	30,00	0,07	2,18
SUBTOTAL (M)					3,46
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/H	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
TOPOGRAFO	1,00	3,04	3,04	0,07	0,22
RESIDENTE DE OBRA	0,10	3,26	0,33	0,07	0,02
PEON	3,00	2,14	6,43	0,07	0,47
SUBTOTAL (N)					0,71
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
AGUA	M3	0,18	1,00	0,18	
SUBTOTAL (O)					0,18
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (X)					4,35
COSTOS INDIRECTOS (15%)					0,65
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,00

Figura N° 52 APU (Relleno de sitio compactado en canal revestido)

Fuente: Propia

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
					
PROYECTO: ANALISIS DE UN CANAL DE RIEGO EN TIERRA VS REVESTIDO DE SUELO-CEMENTO					
FECHA: 7/7/2018				UNIDAD: 0	
RUBRO: RELLENO DEL SITIO SELECCIONADO COMPACTADO				RENDIMIENTO: 0,07	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas Menores	1,00				0,04
COMPACTADOR MEDIANO MANUAL	1,00	17,10	17,10	0,07	1,24
RETROEXCAVADORA 416	2,00	30,00	60,00	0,07	4,36
VOLQUETA	1,00	51,30	51,30	0,07	3,73
SUBTOTAL (M)					9,37
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/H	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
TOPOGRAFO	1,00	3,04	3,04	0,07	0,22
RESIDENTE DE OBRA	0,10	3,26	0,33	0,07	0,02
PEON	3,00	2,14	6,43	0,07	0,47
SUBTOTAL (N)					0,71
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
AGUA	M3	0,18	1,00	0,18	
SUBTOTAL (O)					0,18
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (X)					10,26
COSTOS INDIRECTOS (15%)					1,54
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11,80

Figura N° 53 APU (Relleno de sitio seleccionado compactado en canal revestido)

Fuente: Propia

DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas Menores		1,00				0,05
SUBTOTAL (M)						0,05
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/H	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
MAESTRO MAYOR		0,50	3,04	1,52	0,11	0,17
PEON		2,00	2,14	4,29	0,11	0,49
CARPINTERO		1,00	2,81	2,81	0,11	0,32
SUBTOTAL (N)						0,99
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
Cuartones de encofrado		U	0,08	4,28	0,34	
Tiras de encofrado de 1" x 3" x 4m.		U	0,25	4,10	1,03	
CLAVOS DE 2 1/2"		KG	0,03	2,22	0,07	
SUBTOTAL (O)						1,43
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)						0,00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (X)			2,47	
		COSTOS INDIRECTOS (15%)			0,37	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			2,84	

Figura N° 54 APU (Encofrado y desencofrado de canales)

Fuente: Propia

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
					
PROYECTO: ANALISIS DE UN CANAL DE RIEGO EN TIERRA VS REVESTIDO DE SUELO-CEMENTO					
FECHA: 7/7/2018		UNIDAD: m3			
RUBRO: SUELO-CEMENTO 50KG/CM2		RENDIMIENTO: 0,57			
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas Menores	1,00				0,55
CONCRETERA 1 SACO	1,00	3,99	3,99	0,57	2,28
SUBTOTAL (M)					2,83
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/H	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
MAESTRO MAYOR	0,30	3,04	0,91	0,57	0,52
ALBAÑIL	2,00	2,81	5,63	0,57	3,22
PEON	6,00	2,14	12,87	0,57	7,35
SUBTOTAL (N)					11,09
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
SUELO(ARENOZO)	M3	0,79	5,54	4,38	
SUELO (ARCILLOSO)	M3	0,23	0,00	0,00	
CEMENTO 50KG	SACO	4,45	7,68	34,18	
AGUA	M3	0,43	1,00	0,43	
SUBTOTAL (O)					38,98
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (X)					52,90
COSTOS INDIRECTOS (15%)					7,94
COSTO TOTAL DEL RUBRO					60,84

Figura N° 55 APU (Suelo-Cemento)

Fuente: Propia

DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas Menores		1,00				0,00
COMPRESOR		1,00	3,75	3,75	0,02	0,08
SUBTOTAL (M)						0,08
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/H	C. HORA	RENDIMIENTO	COSTO
MAESTRO MAYOR		0,20	3,04	0,61	0,02	0,01
PEON		1,00	2,14	2,14	0,02	0,04
SUBTOTAL (N)						0,06
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
AP3		GL	0,03	2,18	0,07	
SUBTOTAL (O)						0,07
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)						0,00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (X)			0,21	
		COSTOS INDIRECTOS (15%)			0,03	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			0,24	

Figura N° 56 APU (Juntas asfálticas)

Fuente: Propia

Presupuesto de canal revestido suelo cemento

Tabla 65

Presupuesto en canal Revestido de longitud 200ml

TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	P.U	CANTIDAD	COSTO TOTAL
A.001	LIMPIEZA Y DESBROCE DE MALEZA EN CANAL	m2	0,75	276,72	207,54
A.002	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	0,76	1383,60	1051,54
A.003	EXCAVACION A MAQUINA	m3	3,16	1955,82	6180,38
A.004	DESALOJO	m3	5,54	391,16	2167,05
A.005	RELLENO DEL SITIO COMPACTADO	m3	5,00	2198,02	10990,08
A.006	RELLENO DEL SITIO SELECCIONADO COMPACTADO	m3	11,80	549,50	6484,15
A.007	EXCAVACION A MAQUINA	m3	3,16	1280,44	4046,19
A.008	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CANALES	ml	2,84	200,00	568,00
A.009	SUELO-CEMENTO 50KG/CM2	m3	60,84	112,12	6821,57
A.010	JUNTAS ASFALTICAS E=1"	ml	0,24	400,44	96,11
					\$38.612,60

Fuente: (propia)

El costo del canal revestido de suelo cemento de longitud 200ml es de \$ 38.612.60

Datos hidráulicos en modelación de canales

Tabla 66

Tabla de datos de tiempo, caudal en canal modelado

Volumen:		0,017 m ³		V		VOLUMEN DEL RECIPIENTE	
PRACTICA N°	Modelo de canal revestido de suelo cemento			Modelo de canal en tierra			OBSERVACIONES
	Tiempo(seg) t	Caudal(m ³ /seg) Q=V/t	Caudal medio	Tiempo(seg) t	Caudal(m ³ /seg) Q=V/t	Caudal medio	
1	1,8	0,0094	0,0094	2,49	0,0068	0,0068	PRACTICA REALIZADA EL 04-05 DE AGOSTO DEL 2018
	1,9	0,0089		2,52	0,0067		
	1,79	0,0095		2,53	0,0067		
	1,81	0,0094		2,55	0,0067		
	1,79	0,0095		2,48	0,0069		
2	1,2	0,0142	0,0147	1,51	0,0113	0,0112	PRACTICA REALIZADA EL 04-05 DE AGOSTO DEL 2018
	1,1	0,0155		1,55	0,0110		
	1,15	0,0148		1,48	0,0115		
	1,19	0,0143		1,55	0,0110		
	1,13	0,0150		1,49	0,0114		
3	1,85	0,0092	0,0092	2,59	0,0066	0,0066	PRACTICA REALIZADA EL 11-12 DE AGOSTO DEL 2018
	1,93	0,0088		2,57	0,0066		
	1,91	0,0089		2,54	0,0067		
	1,83	0,0093		2,54	0,0067		
	1,8	0,0094		2,58	0,0066		
	1,79	0,0095		2,57	0,0066		
	1,9	0,0089		2,56	0,0066		
	1,83	0,0093		2,56	0,0066		
	1,81	0,0094		2,63	0,0065		
	1,86	0,0091		2,58	0,0066		
	1,87	0,0091		2,53	0,0067		
	1,83	0,0093		2,51	0,0068		
	1,85	0,0092		2,53	0,0067		
	1,84	0,0092		2,54	0,0067		
	1,86	0,0091		2,55	0,0067		
1,85	0,0092	2,57	0,0066				
4	1,09	0,0156	0,0159	1,44	0,0118	0,0117	PRACTICA REALIZADA EL 11-12 DE AGOSTO DEL 2018
	1,06	0,0160		1,46	0,0116		
	1,08	0,0157		1,47	0,0116		
	1,07	0,0159		1,45	0,0117		
	1,07	0,0159		1,45	0,0117		
	1,05	0,0162		1,43	0,0119		
	1,09	0,0156		1,46	0,0116		
	1,06	0,0160		1,45	0,0117		
	1,04	0,0163		1,44	0,0118		
	1,09	0,0156		1,48	0,0115		
	1,07	0,0159		1,45	0,0117		
	1,07	0,0159		1,48	0,0115		
	1,08	0,0157		1,41	0,0121		
	1,09	0,0156		1,45	0,0117		
	1,07	0,0159		1,47	0,0116		
1,07	0,0159	1,44	0,0118				
5	0,95	0,0179	0,0179	1,38	0,0123	0,0125	PRACTICA REALIZADA EL 11-12 DE AGOSTO DEL 2018
	0,91	0,0187		1,36	0,0125		
	0,95	0,0179		1,35	0,0126		
	0,94	0,0181		1,35	0,0124		
	0,93	0,0183		1,37	0,0123		
	0,95	0,0179		1,38	0,0125		
	0,95	0,0179		1,36	0,0126		
	0,96	0,0177		1,35	0,0126		
	0,98	0,0173		1,35	0,0125		
	0,99	0,0172		1,36	0,0124		
	0,98	0,0173		1,37	0,0124		
	0,91	0,0187		1,37	0,0126		
	0,94	0,0181		1,35	0,0127		
	0,93	0,0183		1,34	0,0126		
	0,96	0,0177		1,35	0,0125		
0,98	0,0173	1,36	0,0125				

Fuente: (Propio)

Tabla 67
 Tabla de caudal y velocidad

Volumen:	0,017 m3	V	VOLUMEN DEL RECIPIENTE				
PRACTICA N°	Modelo de canal revestido de suelo cemento			Modelo de canal en tierra			OBSERVACIONES
	Tiempo(seg)	Caudal(m3/seg)	Caudal medio	Tiempo(seg)	Caudal(m3/seg)	Caudal medio	
6	t	Q=V/t	0,0045	t	Q=V/t	0,0034	PRACTICA REALIZADA EL 19 DE AGOSTO DEL 2018
	3,9	0,0044		5,02	0,0034		
	3,7	0,0046		4,92	0,0035		
	3,85	0,0044		5,12	0,0033		
	3,75	0,0045		5,06	0,0034		
	3,77	0,0045		5,01	0,0034		
	3,85	0,0044		4,95	0,0034		
	3,69	0,0046		5,00	0,0034		
7	0,86	0,0198	0,0198	1,25	0,0136	0,0145	PRACTICA REALIZADA EL 19 DE AGOSTO DEL 2018
	0,8	0,0213		1,13	0,0150		
	0,9	0,0189		1,18	0,0144		
	0,83	0,0205		1,15	0,0148		
	0,84	0,0202		1,23	0,0138		
	0,86	0,0198		1,12	0,0152		
	0,93	0,0183		1,15	0,0148		
	8	0,81		0,0210	0,0228		
0,75		0,0227	1,05	0,0162			
0,71		0,0239	1,10	0,0155			
0,73		0,0233	1,05	0,0162			
0,76		0,0224	1,03	0,0165			
0,75		0,0227	0,99	0,0172			
0,72		0,0236	1,02	0,0167			
9		2,09	0,0081	0,0081			
	2,15	0,0079					
	2,04	0,0083					
	2,1	0,0081					
10	1,27	0,0134	0,0133				PRACTICA REALIZADA EL 02 DE SEPTIEMBRE DEL 2018
	1,31	0,0130					
	1,22	0,0139					
	1,31	0,0130					
11	1,4	0,0121	0,0121				PRACTICA REALIZADA EL 02 DE SEPTIEMBRE DEL 2018
	1,43	0,0119					
	1,38	0,0123					
	1,39	0,0122					
12	2,1	0,0081	0,0078				PRACTICA REALIZADA EL 02 DE SEPTIEMBRE DEL 2018
	2,27	0,0075					
	2,2	0,0077					
	2,11	0,0081					

Fuente: (Propio)

Tabla 68
Velocidades superficiales obtenidas de modelos Hidráulicos

Distancia		3,37 m		V		Distancia de recorrido del flotador		OBSERVACIONES
PRACTICA N°	Modelo de canal revestido de suelo cemento			Modelo de canal en tierra				
	Tiempo(seg)	VELOCIDAD(m/seg)	Velocidad media	Tiempo(seg)	VELOCIDAD(m/seg)	Velocidad media		
t	V=D/t		t	V=D/t				
1	5,5	0,61	0,61	8,6	0,39	0,41	PRACTICA REALIZADA EL 04-05 DE AGOSTO DEL 2018	
	5,6	0,60		8	0,42			
	5,75	0,59		8,3	0,41			
	5,4	0,62		8,7	0,39			
	5,65	0,60		8	0,42			
	5,5	0,61		8,15	0,41			
	5,57	0,61		8,29	0,41			
2	4,9	0,69	0,69	7,6	0,44	0,46	PRACTICA REALIZADA EL 04-05 DE AGOSTO DEL 2018	
	5,2	0,65		7,45	0,45			
	4,7	0,72		7,21	0,47			
	4,9	0,69		7	0,48			
	4,88	0,69		7,6	0,44			
	4,91	0,69		7,45	0,45			
			7,39	0,46				
3	5,23	0,64	0,63	7,02	0,48	0,48	PRACTICA REALIZADA EL 11-12 DE AGOSTO DEL 2018	
	5,33	0,63		7	0,48			
	5,5	0,61		7,2	0,47			
	5,3	0,64		7,04	0,48			
	5,26	0,64		6,95	0,48			
	5,29	0,64		7,01	0,48			
	5,32	0,63		7,04	0,48			
4	5,3	0,64	0,67	6,8	0,50	0,51	PRACTICA REALIZADA EL 11-12 DE AGOSTO DEL 2018	
	5,02	0,67		6,41	0,53			
	4,96	0,68		6,49	0,52			
	5,15	0,65		6,85	0,49			
	5	0,67		6,5	0,52			
	4,89	0,69		6,7	0,50			
	5,05	0,67		6,62	0,51			
5	5	0,67	0,68	6,8	0,50	0,51	PRACTICA REALIZADA EL 11-12 DE AGOSTO DEL 2018	
	5,1	0,66		6,7	0,50			
	4,95	0,68		6,32	0,53			
	5,02	0,67		6,45	0,52			
	4,89	0,69		6,55	0,51			
	4,81	0,70		6,7	0,50			
	4,96	0,68		6,59	0,51			
6	6,9	0,49	0,50	9,3	0,36	0,37	PRACTICA REALIZADA EL 19 DE AGOSTO DEL 2018	
	6,58	0,51		8,85	0,38			
	6,85	0,49		8,9	0,38			
	6,74	0,50		8,87	0,38			
	7	0,48		9	0,37			
	6,5	0,52		9,1	0,37			
	6,76	0,50		9	0,37			
7	5	0,67	0,71	6,5	0,52	0,53	PRACTICA REALIZADA EL 19 DE AGOSTO DEL 2018	
	4,5	0,75		6,4	0,53			
	4,85	0,69		6,1	0,55			
	4,65	0,72		6,15	0,55			
	4,7	0,72		6,5	0,52			
	4,75	0,71		6,7	0,50			
	4,74	0,71		6,39	0,53			
8	4,7	0,72	0,74	6,3	0,53	0,55	PRACTICA REALIZADA EL 19 DE AGOSTO DEL 2018	
	4,51	0,75		6,09	0,55			
	4,5	0,75		6,05	0,56			
	4,61	0,73		6,1	0,55			
	4,5	0,75		5,98	0,56			
	4,58	0,74		6	0,56			
	4,57	0,74		6,09	0,55			

Fuente: (Propio)

Tabla 69
Velocidad Superficial en Canal Modelado

Distancia		3,37 m		V		Distancia de recorrido del flotador		OBSERVACIONES
PRACTICA N°	Modelo de canal revestido de suelo cemento			Modelo de canal en tierra				
	Tiempo(seg)	VELOCIDAD(m/seg)	Velocidad media	Tiempo(seg)	VELOCIDAD(m/seg)	Velocidad media		
t	V=D/t		t	V=D/t				
9	6,15	0,55	0,56				PRACTICA REALIZADA EL 02 DE SEPTIEMBRE DEL 2018	
	6,11	0,55						
	6,1	0,55						
	6,03	0,56						
	6,04	0,56						
	6	0,56						
	6,07	0,56						
10	4,93	0,68	0,69				PRACTICA REALIZADA EL 02 DE SEPTIEMBRE DEL 2018	
	5	0,67						
	4,89	0,69						
	4,92	0,68						
	4,8	0,70						
	4,96	0,68						
	4,92	0,68						
11	4,46	0,76	0,73				PRACTICA REALIZADA EL 02 DE SEPTIEMBRE DEL 2018	
	4,7	0,72						
	4,69	0,72						
	4,6	0,73						
	4,61	0,73						
	4,55	0,74						
	4,62	0,73						
12	6,4	0,53	0,53				PRACTICA REALIZADA EL 02 DE SEPTIEMBRE DEL 2018	
	6,6	0,51						
	6,42	0,52						
	6,38	0,53						
	6,4	0,53						
	6,32	0,53						
	6,42	0,52						

Fuente: (Propio)

Calculo tipo

$B=0.30\text{m}$; $y=0.055\text{m}$; $z=2$; $J=0.0015$; $\text{Vol}=0.017\text{m}^3$; $t=1.818\text{seg}$; $d=3.37\text{m}$; $t=5.57\text{seg}$

AREA MOJADA

$$A = (B + ZY) * Y$$

$$A = (0.30\text{m} + 2 * 0.055\text{m}) * 0.055\text{m}$$

$$A = 0.02255\text{m}^2$$

PERIMETRO MOJADO

$$P = B + 2Y\sqrt{1 + Z^2}$$

$$P = 0.30\text{m} + 2(0.055\text{m})\sqrt{1 + 2^2}$$

$$P = 0.54597\text{m}$$

RADIO HIDRAULICO

$$R = A/P$$

$$R = 0.02255\text{m}^2 / 0.54597\text{m}$$

$$R = 0.0413\text{m}$$

RADIO HIDRAULICO ^ 2/3

$$R^{2/3} = (0.0413)^{2/3}$$

$$R^{2/3} = 0.11948 \text{ m}^{2/3}$$

PENDIENTE ^ 1/2

$$J = 0.0015$$

$$J^{1/2} = 0.0387$$

VELOCIDAD SUPERFICIAL

$$V_s = d/t$$

$$V_s = 3.37 / 5.57$$

$$V_s = 0.605\text{m/seg}$$

CAUDAL REAL

$$Q = \text{Vol}/t$$

$$Q = 0.017/1.818$$

$$Q = 0.00935 \text{ m}^3/\text{seg}$$

VELOCIDAD MEDIA

$$V_m = Q/A$$

$$V_m = 0.00935/0.02255$$

$$V_m = 0.41 \text{ m}/\text{seg}$$

CAUDAL SUPERFICIAL

$$Q_s = A * V_s$$

$$Q_s = 0.02255 \text{ m}^2 * 0.605 \text{ m}/\text{seg}$$

$$Q_s = 0.0136 \text{ m}^3/\text{seg}$$

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (VELOCIDAD MEDIA)

$$n = \frac{R^{2/3} J^{1/2}}{V_m}$$

$$n = (0.11948 * 0.0387) / 0.41$$

$$n = 0.0112$$

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (VELOCIDAD SUPERFICIAL)

$$n = \frac{R^{2/3} J^{1/2}}{V_s}$$

$$n = (0.11948 * 0.0387) / 0.605 = 0.0076$$

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (CAUDAL REAL)

$$n = \frac{R^{2/3} J^{1/2} A}{Q}$$

$$n = (0.11948 * 0.0387 * 0.02255) / 0.00935$$

$$n = 0.0112$$

Tabla 70
Tabla de Datos

TABLA DE DATOS														
BASE DEL CANAL (m)	TALUD DEL CANAL L	ESPEJO DE AGUA (m)	AREA MOJADA (m ²) $A=(b+zy)y$	PERIMETRO MOJADO (m) $P = b + 2y\sqrt{1 + R^2}/P$	RADIO HIDRAULICO (m) $R^2/A/P$	RADIO HIDRAULICO 2/3	PENDIENTE DEL CANAL	VELOCIDAD SUP (m/s) $V_s=D/t$	VELOCIDAD MEDIA (m/s) $V_m=Q/A$	CAUDAL M3/S (REAL)	CAUDAL SUP M3/S $Q_s=A*V_s$	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD $n=(R^2/3*J^{1/2})/V_m$	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD $n=(A*R^2/3*J^{1/2})/Q$	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD $n=(R^2/3*J^{1/2})/V_s$
b	Z	Y	A	P	R	R ² /3	J ^{1/2}	V _s	V _m	Q m ³ /seg	Q m ³ /seg	n	n	n
0,30	2	0,055	0,02	0,55	0,04	0,12	0,04	0,61	0,415	0,0094	0,0138	0,0112	0,0112	0,0076
0,30	2	0,07	0,03	0,61	0,05	0,14	0,04	0,69	0,478	0,0147	0,0213	0,0110	0,0110	0,0076
0,30	2	0,0550	0,02	0,55	0,04	0,12	0,04	0,63	0,407	0,0092	0,0142	0,0114	0,0114	0,0073
0,30	2	0,0750	0,03	0,64	0,05	0,14	0,04	0,67	0,470	0,0159	0,0226	0,0116	0,0116	0,0082
0,30	2	0,0800	0,04	0,66	0,06	0,15	0,04	0,68	0,486	0,0179	0,0250	0,0117	0,0117	0,0083
0,30	2	0,0370	0,01	0,47	0,03	0,10	0,04	0,50	0,324	0,0045	0,0069	0,0115	0,0115	0,0074
0,30	2	0,0850	0,04	0,68	0,06	0,15	0,04	0,71	0,495	0,0198	0,0284	0,0118	0,0118	0,0082
0,30	2	0,0890	0,04	0,70	0,06	0,15	0,04	0,74	0,535	0,0228	0,0315	0,0112	0,0112	0,0081
0,30	2	0,053	0,02	0,54	0,04	0,12	0,04	0,56	0,377	0,0081	0,0121	0,0120	0,0120	0,0081
0,30	2	0,066	0,03	0,60	0,05	0,13	0,04	0,68	0,467	0,0133	0,0194	0,0109	0,0109	0,0075
0,30	2	0,065	0,03	0,59	0,05	0,13	0,04	0,69	0,434	0,0121	0,0193	0,0117	0,0117	0,0073
0,30	2	0,049	0,02	0,52	0,04	0,11	0,04	0,63	0,402	0,0078	0,0123	0,0108	0,0108	0,0069

Fuente: Propia

Velocidad superficial vs velocidad media

Tabla 71

Comparación Velocidad superficial Vs. Velocidad media

Vs(m/s)	Vm(m/s)
0,61	0,41
0,69	0,48
0,63	0,41
0,67	0,47
0,68	0,49
0,50	0,32
0,71	0,49
0,74	0,53
0,56	0,38
0,68	0,47
0,69	0,43
0,63	0,40

Fuente: (propia)

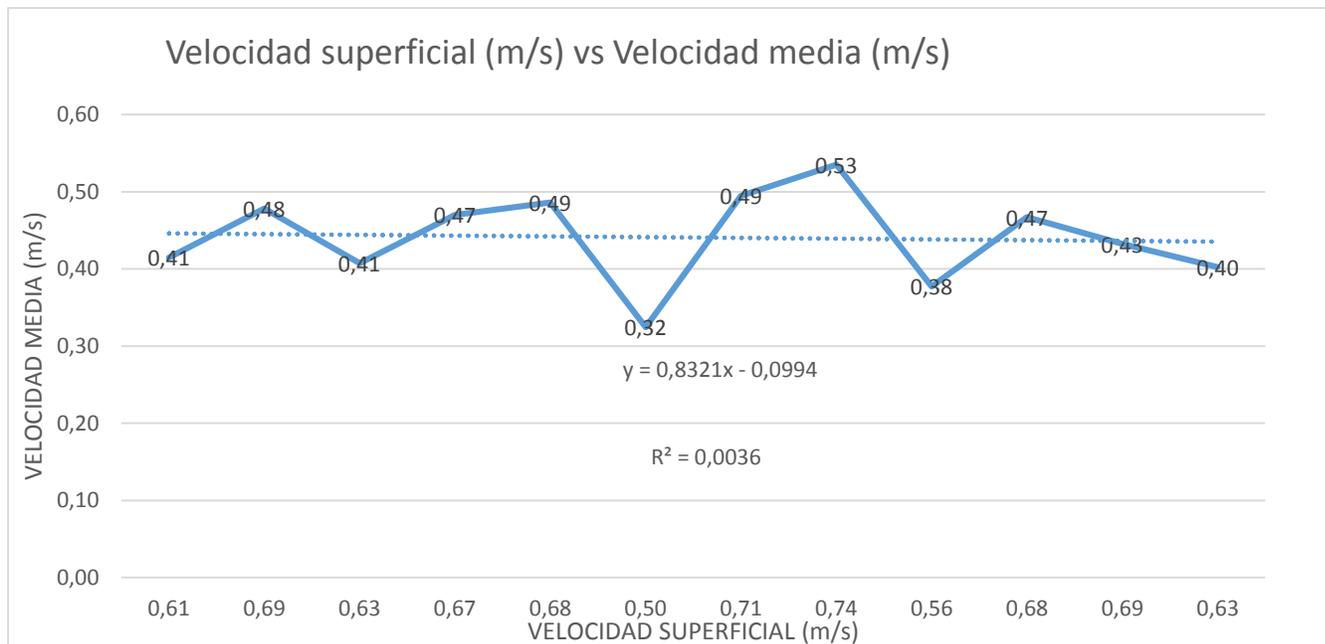


Figura N° 57 Curva de Velocidad Superficial Vs. Velocidad Media

Fuente: Propia

Se puede observar que el comportamiento de la curva es lineal y demuestra que la velocidad superficial es mayor a la velocidad media y es directamente proporcional.

Velocidad superficial vs rugosidad

Tabla 72

Análisis de Velocidad superficial Vs. Rugosidad

VELOCIDAD SUP (m/s)	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
V	n
0,61	0,0076
0,69	0,0076
0,63	0,0073
0,67	0,0082
0,68	0,0083
0,50	0,0074
0,71	0,0082
0,74	0,0081
0,56	0,0083
0,68	0,0075
0,69	0,0073
0,63	0,0069

Fuente: (propia)

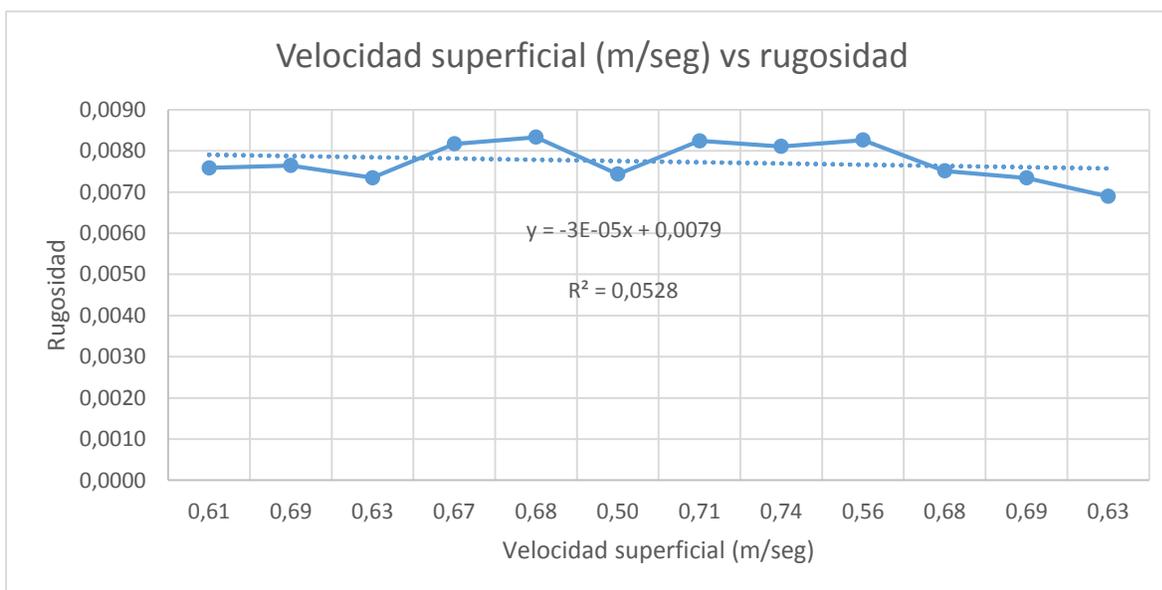


Figura N° 58 Curva de velocidad superficial Vs. Rugosidad

Fuente: Propia

La rugosidad se encuentra en el rango de 0.069-0.083 por lo que está considerado la velocidad superficial.

Velocidad media vs rugosidad

Tabla 73

Análisis de Velocidad media Vs. Rugosidad

VELOCIDAD MEDIA (m/s)	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
V	n
0,415	0,0112
0,478	0,0110
0,407	0,0114
0,470	0,0116
0,486	0,0117
0,324	0,0115
0,495	0,0118
0,535	0,0112
0,377	0,0120
0,467	0,0109
0,432	0,0117
0,402	0,0108

Fuente: (propia)

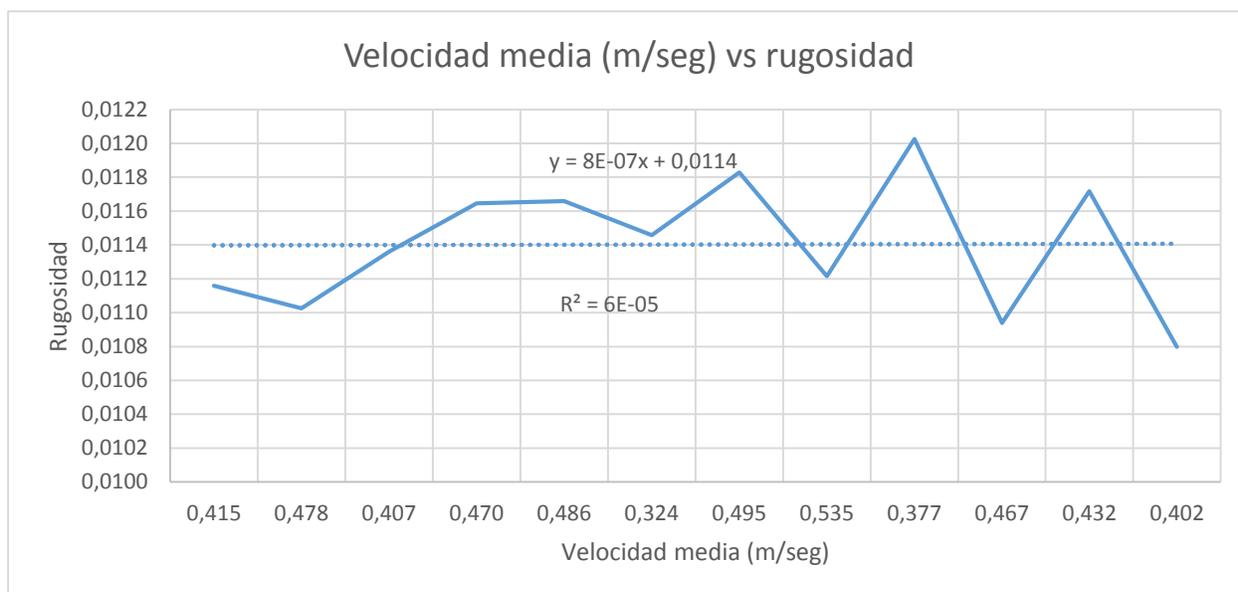


Figura N° 59 Curva de velocidad media Vs. Rugosidad

Fuente: Propia

La rugosidad se encuentra en el rango de 0.0108-0.012 por lo que está considerado la velocidad media y se asemeja al patrón que se obtiene en las tablas de rugosidad de materiales.

CAUDAL DE CANAL REVESTIDO DE SUELO CEMENTO VS CANAL EN TIERRA

Tabla 74
Caudal Revestido-Caudal en tierra

X	Y
Q REVISTIDO	Q TIERRA
0,009	0,007
0,015	0,011
0,009	0,007
0,016	0,012
0,018	0,013
0,004	0,003
0,020	0,014
0,023	0,016

Fuente: (propia)

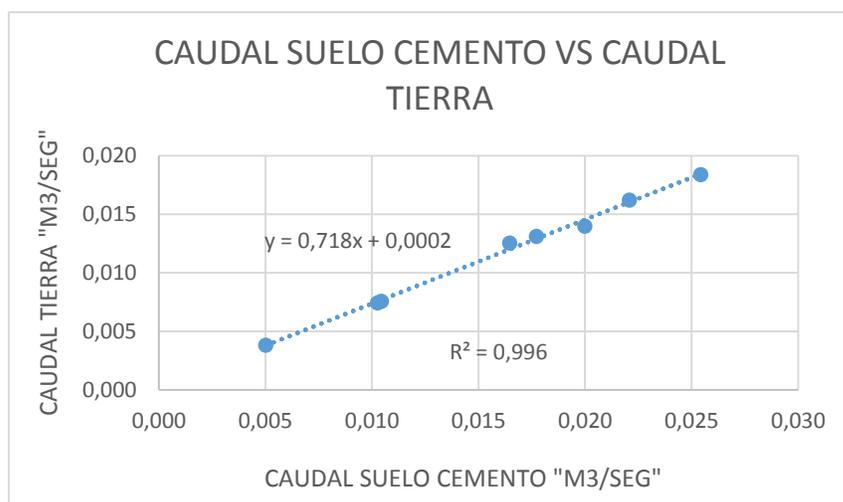


Figura N° 60 Curva de caudal suelo-cemento Vs. Caudal en tierra
Fuente: Propia

En el análisis de la curva se obtiene la ecuación: $Y = 0.718X + 0.0002$

El caudal que tiene el canal en tierra es de 3.47 m³/s, con la ecuación de la curva se puede obtener el caudal que tendrá el canal revestido de suelo cemento.

$$Y = 3.47 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$3.47 = 0.718(X) + 0.0002$$

$$X = 4.83 \text{ m}^3/\text{seg}$$

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1 Análisis hidráulico económico del canal

4.1.2 Análisis hidráulico

Analizar dosificaciones suelo-cemento y hallar el que cumple normas de resistencia.

La resistencia mínima para el revestimiento de un canal de riego en norma no se encuentra reflejado, pero podemos tomar tablas donde indican la resistencia mínima para las velocidades admisibles.

Tabla 75

Tabla de Velocidades Máximas

Tabla DC10. Velocidades máximas en hormigón
en función de su resistencia.

<u>RESISTENCIA,</u> <u>en kg/cm²</u>	<u>PROFUNDIDAD DEL TIRANTE EN METROS</u>				
	0.5	1	3	5	10
50	9.6	10.6	12.3	13.0	14.1
75	11.2	12.4	14.3	15.2	16.4
100	12.7	13.8	16.0	17.0	18.3
150	14.0	15.6	18.0	19.1	20.6
200	15.6	17.3	20.0	21.2	22.9

Fuente: Krochin Sviatoslav.

"Diseño Hidráulico", Ed. MIR, Moscú, 1978

Fuente: (Krochin S.,1978)

En la tabla se observa que la resistencia mínima es 50 Kg/cm², para la investigación se tomara como referencia el rango de 40 Kg/cm² – 50 Kg/cm².

Tablas con resultado de resistencia de dosificaciones:

Tabla 76
Dosificaciones con material arcilloso

DOSIFICACIONES CON MATERIAL ARCILLOSO						
1K	1000	KG		AREA CILINDRO	81,0734	CM2
DOSIFICACION	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	DIAS	CARGA KG	AREA DE CILINDRO	RESISTENCIA KG/CM2
	14/10/2017	21/10/2017	7	1645	81	20
1:0.87	14/10/2017	28/10/2017	14	1866	81	23
	14/10/2017	11/11/2017	28	1902	81	23
	14/10/2017	21/10/2017	7	1055	81	13
1:1.75	14/10/2017	28/10/2017	14	1243	81	15
	14/10/2017	11/11/2017	28	1563	81	19
	16/10/2017	23/10/2017	7	811	81	10
1:2.62	16/10/2017	30/10/2017	14	1175	81	15
	16/10/2017	13/11/2017	28	1363	81	17
	13/10/2017	20/10/2017	7	671	81	8
1:3.50	13/10/2017	27/10/2017	14	1059	81	13
	13/10/2017	10/11/2017	28	1128	81	14
	16/10/2017	23/10/2017	7	623	81	8
1:4.38	16/10/2017	30/10/2017	14	837	81	10
	16/10/2017	13/11/2017	28	921	81	11
	13/10/2017	20/10/2017	7	539	81	7
1:4.85	13/10/2017	27/10/2017	14	652	81	8
	13/10/2017	10/11/2017	28	877	81	11

Fuente: (propia)

En las dosificaciones que se realizó con el suelo arcilloso no cumplió con la resistencia mínima motivo por el cual se procedió a realizar dosificaciones con un material que se encontró a 9km del canal.

Tabla 77
Dosificaciones con material grueso (Arena)

MORTERO							
1KN	101,93	KG		AREA DE CUBO	25	CM2	
DOSIFICACION	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	DIAS	CARGA KN	CARGA KG	AREA DE CUBO	RESISTENCIA KG/CM2
1:2	27/4/2018	4/5/2018	7	43,80	4464,53	25	178,58
	27/4/2018	11/5/2018	14	48,60	4953,8	25	198,15
	27/4/2018	25/5/2018	28	53,00	5402,29	25	<u>216,09</u>
1:4	27/4/2018	4/5/2018	7	8,80	896,984	25	35,88
	27/4/2018	11/5/2018	14	10,10	1029,49	25	41,18
	27/4/2018	25/5/2018	28	10,50	1070,27	25	<u>42,81</u>
1:6	27/4/2018	4/5/2018	7	3,70	377,141	25	15,09
	27/4/2018	11/5/2018	14	4,50	458,685	25	18,35
	27/4/2018	25/5/2018	28	4,70	479,071	25	<u>19,16</u>
1:8	27/4/2018	4/5/2018	7	2,80	285,404	25	11,42
	27/4/2018	11/5/2018	14	2,90	295,597	25	11,82
	27/4/2018	25/5/2018	28	4,10	417,913	25	<u>16,72</u>
1:10	27/4/2018	4/5/2018	7	1,60	163,088	25	6,52
	27/4/2018	11/5/2018	14	2,20	224,246	25	8,97
	27/4/2018	25/5/2018	28	2,70	275,211	25	<u>11,01</u>

Fuente: (propia)

En las dosificaciones que se realizó con el suelo arenoso la dosificación 1:4 cumple con el valor mínimo, pero por el acarreo de material se procedió analizar dosificación que tengan porcentaje de suelo arcilloso para disminuir costo.

Tabla 78

Dosificación con material grueso (Arena añadiendo 12.50% arcilla)

MORTERO AGREGÁNDOLE 12,5% ARCILLA							
1KN	101,93	KG		AREA DE CUBO		25	CM2
DOSIFICACION	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	DIAS	CARGA KN	CARGA KG	AREA DE CUBO	RESISTENCIA KG/CM2
	8/5/2018	15/5/2018	7	27,40	2792,882	25	111,72
1:2	8/5/2018	22/5/2018	14	27,80	2833,654	25	113,35
	8/5/2018	5/6/2018	28	37,90	3863,147	25	<u>154,53</u>
	8/5/2018	15/5/2018	7	10,50	1070,265	25	42,81
1:4	8/5/2018	22/5/2018	14	16,10	1641,073	25	65,64
	8/5/2018	5/6/2018	28	18,40	1875,512	25	<u>75,02</u>
	8/5/2018	15/5/2018	7	5,40	550,422	25	22,02
1:6	8/5/2018	22/5/2018	14	7,80	795,054	25	31,80
	8/5/2018	5/6/2018	28	10,80	1100,844	25	<u>44,03</u>
	8/5/2018	15/5/2018	7	4,10	417,913	25	16,72
1:8	8/5/2018	22/5/2018	14	4,50	458,685	25	18,35
	8/5/2018	5/6/2018	28	6,50	662,545	25	<u>26,50</u>
	8/5/2018	15/5/2018	7	2,80	285,404	25	11,42
1:10	8/5/2018	22/5/2018	14	3,80	387,334	25	15,49
	8/5/2018	5/6/2018	28	4,00	407,720	25	<u>16,31</u>

Fuente: (propia)

En las dosificaciones que se realizó con el suelo arenoso con 12.5% la dosificación 1:6 cumple con el valor mínimo, se procedió analizar con 25% para disminuir el costo.

Tabla 79
 Dosificación con material Grueso (Arena añadiendo 25% arcilla)

MORTERO AGREGÁNDOLE 25% ARCILLA							
1KN	101,93	KG		AREA DE CUBO		25	CM2
DOSIFICACION	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	DIAS	CARGA KN	CARGA KG	AREA DE CUBO	RESISTENCIA KG/CM2
1:2	4/5/2018	11/5/2018	7	24,50	2497,285	25	99,89
	4/5/2018	18/5/2018	14	27,30	2782,689	25	111,31
	4/5/2018	1/6/2018	28	33,50	3414,655	25	<u>136,59</u>
1:4	4/5/2018	11/5/2018	7	8,70	886,791	25	35,47
	4/5/2018	18/5/2018	14	9,00	917,370	25	36,69
	4/5/2018	1/6/2018	28	13,50	1376,055	25	<u>55,04</u>
1:6	4/5/2018	11/5/2018	7	6,50	662,545	25	26,50
	4/5/2018	18/5/2018	14	7,60	774,668	25	30,99
	4/5/2018	1/6/2018	28	10,10	1029,493	25	<u>41,18</u>
1:8	4/5/2018	11/5/2018	7	4,30	438,299	25	17,53
	4/5/2018	18/5/2018	14	5,20	530,036	25	21,20
	4/5/2018	1/6/2018	28	5,80	591,194	25	<u>23,65</u>
1:10	4/5/2018	11/5/2018	7	3,70	377,141	25	15,09
	4/5/2018	18/5/2018	14	4,50	458,685	25	18,35
	4/5/2018	1/6/2018	28	6,40	652,352	25	<u>26,09</u>

Fuente: (propia)

En las dosificaciones que se realizó con el suelo arenoso con 25% la dosificación 1:6 cumple con el valor mínimo, por lo cual procederemos analizar cual representa un costo inferior.

Las dosificaciones analizar son las siguientes:

Dosificación con material arenoso 1:4.

Dosificación con material arenoso y 12.5% de arcilla 1:6.

Dosificación con material arenoso y 25% de arcilla 1:6.

Dosificación con material arenoso 1:4

Tabla 80
Dosificación 1:4 material arenoso

DOSIFICACION 1:4			
MATERIAL	PESO MATERIAL	BANCO DE 2 MUESTRAS	UNIDAD
Cemento	117,719063	235,438125	gramos
Arena	470,87625	941,7525	gramos
Agua	135,376922	270,7538	gramos

Fuente: (propia)

Cantidades por 1m³

Tabla 81
Cantidad de Material para dosificación 1:4

DOSIFICACION 1:4			
MATERIAL	PESO MATERIAL(Kg)	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	305.69	6.11	SACO
Arena	1222.76	0.97	M3
Agua	351.55	0.35	M3

Fuente: (propia)

COSTO DE MATERIALES

Tabla 82
Costo de material para dosificación 1:4

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
SUELO(ARENOZO)	M3	0.97	5.54	5.37
CEMENTO 50KG	SACO	6.11	7.68	46.92
AGUA	M3	0.35	1.00	0.35
TOTAL				\$52.65

Fuente: (propia)

El costo de la dosificación 1:4 con material arenoso es de \$52.65

Dosificación con material arenoso y 12.5% de arcilla 1:6

Tabla 83
Dosificación 1:6 material arenoso con 12.50% arcilla

DOSIFICACION 1:6			
MATERIAL	PESO MATERIAL	BANCO DE 2 MUESTRAS	UNIDAD
Cemento	78,479375	156,95875	gramos
Arena	412,0167188	824,03344	gramos
Arcilla	58,85953125	117,7190625	gramos
Agua	122,427825	244,85565	gramos

Fuente: (propia)

Cantidades por 1m³

Tabla 84
Cantidad de material para dosificación 1:6

DOSIFICACION 1:6			
MATERIAL	PESO MATERIAL(Kg)	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	246.79	4.94	SACO
Arena	1295.67	1.03	M3
Arcilla	185.10	0.13	M3
Agua	384.44	0.38	M3

Fuente: (propia)

COSTO DE MATERIALES

Tabla 85
Costo de Material (Arenoso - Arcilloso)

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
SUELO(ARENOZO)	M3	1.03	5.54	5.71
SUELO (ARCILLOSO)	M3	0.13	0.00	0.00
CEMENTO 50KG	SACO	4.94	7.68	37.94
AGUA	M3	0.38	1.00	0.38
TOTAL				\$44.03

Fuente: (propia)

El costo de la dosificación 1:6 con material arenoso y 12.5% de arcilla es de \$44.03

Dosificación con material arenoso y 25% de arcilla 1:6

Tabla 86

Comparación de costos con dosificación 1:6

DOSIFICACION 1:6			
MATERIAL	PESO MATERIAL	BANCO DE 2 MUESTRAS	UNIDAD
Cemento	78,479375	156,95875	gramos
Arena	353,1571875	706,31438	gramos
Arcilla	117,7190625	235,438125	gramos
Agua	149.895606	299.79121	gramos

Fuente: (propia)

Cantidades por 1m3

Tabla 87

Cantidad de material por m3

DOSIFICACION 1:6			
MATERIAL	PESO MATERIAL(Kg)	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	222.34	4.45	SACO
Arena	1000.52	0.80	M3
Arcilla	333.51	0.23	M3
Agua	424.96	0.42	M3

Fuente: (propia)

COSTO DE MATERIALES

Tabla 88

Costo de material

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
SUELO(ARENOZO)	M3	0.80	5.54	4.43
SUELO (ARCILLOSO)	M3	0.23	0.00	0.00
CEMENTO 50KG	SACO	4.45	7.68	34.18
AGUA	M3	0.42	1.00	0.42
TOTAL				\$39.03

Fuente: (propia)

El costo de la dosificación 1:6 con material arenoso y 25% de arcilla es de \$39.03

Con los datos obtenidos procedemos a revisarlos en el siguiente gráfico:

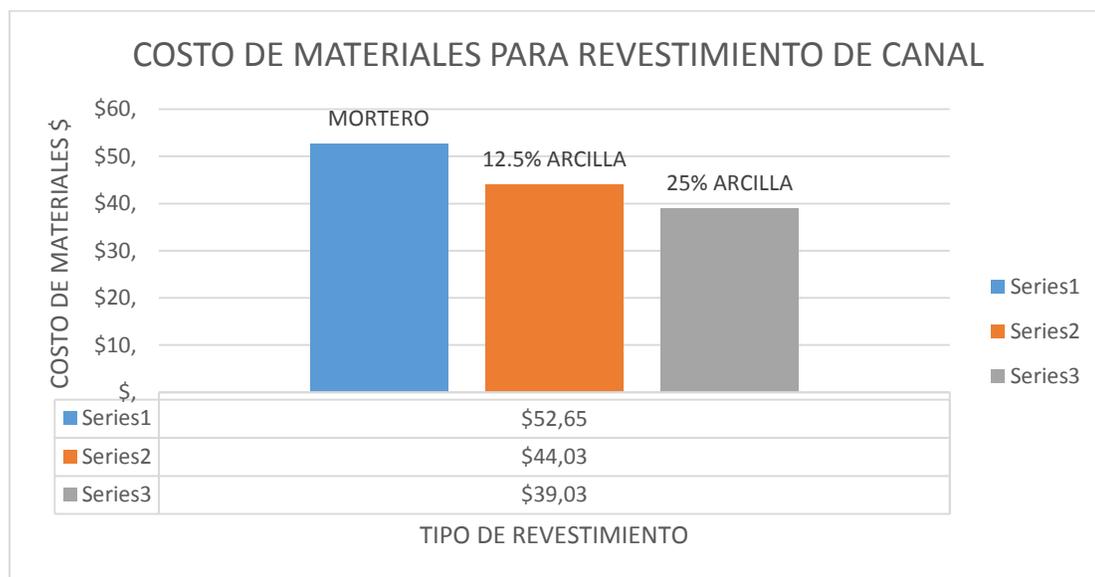


Figura N° 61 Comparación de Costos

Fuente: (Propio)

Como se puede observar en el grafico el material que representa menos costo es el que tiene 25% de material arcilloso.

Por lo tanto, se tomó la dosificación 1:6 con material arenoso con 25% de arcilla para realizar el revestimiento del canal.

Caracterización del canal actual

El canal actual tiene las siguientes características:

- El canal transporta 0.40m³.
- La pendiente en el canal es variable.
- La geometría se encuentra en malas condiciones.
- Presenta sedimentación.
- Existe maleza en las paredes del canal.

Las condiciones del canal no son las indicadas para el transporte del agua hacia las parcelas de arroz por tal motivo necesita el respectivo mantenimiento.

Evaluar la demanda actual y potencial

La demanda actual del canal de riego es de 0.40m³/seg y se procede a rediseñar su geometría para poder potenciar el transporte del caudal.

En la estructura de control tiene la capacidad de ingresar 3.47m³/seg y no se refleja en el canal por las condiciones del mismo.

Definir una sección prototipo para el canal de tierra

Se define la sección óptima para el canal de tierra para que el canal transporte el caudal de 3.47m³/seg, se calcula las dimensiones en la siguiente tabla:

Tabla 89
Rediseño de Canal en Tierra

REDISEÑO DEL CANAL EN TIERRA											
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD	BASE DEL CANAL (m)	TALUD DEL CANAL	CALADO DE AGUA (m)	AREA MOJADA (m ²)	PARED DEL CANAL (m)	PERIMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRAULICO (m)	RADIO HIDRAULICO 2/3	PENDIENTE DEL CANAL	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL M ³ /S
n	b	talud	Y	A		P	R	R2/3	J1/2	V	Q
0,025	3,00	2,00	0,20	0,68	0,45	3,89	0,17	0,31	0,03	0,40	0,27
0,025	3,00	2,00	0,30	1,08	0,67	4,34	0,25	0,40	0,03	0,50	0,54
0,025	3,00	2,00	0,40	1,52	0,89	4,79	0,32	0,47	0,03	0,59	0,89
0,025	3,00	2,00	0,50	2,00	1,12	5,24	0,38	0,53	0,03	0,67	1,33
0,025	3,00	2,00	0,60	2,52	1,34	5,68	0,44	0,58	0,03	0,74	1,85
0,025	3,00	2,00	0,84	3,93	1,88	6,76	0,58	0,70	0,03	0,88	<u>3,47</u>

Fuente: (Propio)

Las dimensiones serían las siguientes:

Base del canal: 3m

Talud del canal: 2

Calado o profundidad de agua: 0.84m

Pendiente: 0.001

Análisis de resultados en las prácticas en los canales modelos

Canal revestido de suelo cemento:

Tabla 90
 Datos de Canal de riego revestido de suelo-cemento

BASE DEL CANAL (m)	TALUD DEL CANAL	ESPEJO DE AGUA (m)	AREA MOJADA (m ²) $A=(b+zy)y$	PERIMETRO MOJADO (m) $P = b + 2y\sqrt{1+\beta^2}$	RADIO HIDRAULICO (m)	RADIO HIDRAULICO 2/3	PENDIENTE DEL CANAL	VELOCIDAD SUP (m/s) $V_s=D/t$	VELOCIDAD MEDIA (m/s) $V_m=Q/A$	CAUDAL M3/S (REAL) $Q=Vol/t$	CAUDAL SUP M3/S $Q_s=A*V_s$	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD $n=(R2/3*J1/2)/V_m$	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD $n=(A*R2/3*J1/2)/Q$	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD $n=(R2/3*J1/2)/V_s$	VELOCIDAD MEDIA PROTOTIPO $V_{pro}=V_m/(1/10)^{1/2}$
b	Z	Y	A	P	R	R2/3	J1/2	Vs	Vm	Q m3/seg	Q m3/seg	n	n	n	
0,30	2	0,055	0,02	0,55	0,04	0,12	0,04	0,61	0,415	0,0094	0,0138	0,0112	0,0112	0,0076	1,31
0,30	2	0,07	0,03	0,61	0,05	0,14	0,04	0,69	0,478	0,0147	0,0213	0,0110	0,0110	0,0076	1,51
0,30	2	0,0550	0,02	0,55	0,04	0,12	0,04	0,63	0,407	0,0092	0,0142	0,0114	0,0114	0,0073	1,29
0,30	2	0,0750	0,03	0,64	0,05	0,14	0,04	0,67	0,470	0,0159	0,0226	0,0116	0,0116	0,0082	1,49
0,30	2	0,0800	0,04	0,66	0,06	0,15	0,04	0,68	0,486	0,0179	0,0250	0,0117	0,0117	0,0083	1,54
0,30	2	0,0370	0,01	0,47	0,03	0,10	0,04	0,50	0,324	0,0045	0,0069	0,0115	0,0115	0,0074	1,03
0,30	2	0,0850	0,04	0,68	0,06	0,15	0,04	0,71	0,495	0,0198	0,0284	0,0118	0,0118	0,0082	1,56
0,30	2	0,0890	0,04	0,70	0,06	0,15	0,04	0,74	0,535	0,0228	0,0315	0,0112	0,0112	0,0081	1,69
0,30	2	0,053	0,02	0,54	0,04	0,12	0,04	0,56	0,377	0,0081	0,0121	0,0120	0,0120	0,0081	1,19
0,30	2	0,066	0,03	0,60	0,05	0,13	0,04	0,68	0,467	0,0133	0,0194	0,0109	0,0109	0,0075	1,48
0,30	2	0,065	0,03	0,59	0,05	0,13	0,04	0,69	0,434	0,0121	0,0193	0,0117	0,0117	0,0073	1,37
0,30	2	0,049	0,02	0,52	0,04	0,11	0,04	0,63	0,402	0,0078	0,0123	0,0108	0,0108	0,0069	1,27

Fuente: (Propio)

Tabla 91
Coefficiente de rugosidad en canal modelado revestido suelo cemento

VELOCIDAD MEDIA MODELO (m/s)	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD $n=(A*R^2/3*J^{1/2})/Q$	VELOCIDAD MEDIA PROTOTIPO (m/s)
Vm	n	$V_{pro}=V_m/(1/10)^{1/2}$
0.415	0.0112	1.31
0.478	0.0110	1.51
0.407	0.0114	1.29
0.470	0.0116	1.49
0.486	0.0117	1.54
0.324	0.0115	1.03
0.495	0.0118	1.56
0.535	0.0112	1.69
0.377	0.0120	1.19
0.467	0.0109	1.48
0.434	0.0117	1.37
0.402	0.0108	1.27
	0.0114	
	n promedio	

Fuente: (propia)

En el canal modelo revestido de suelo cemento se obtuvo el valor de rugosidad “n” como promedio de 0.0114.

La velocidad media máxima en el canal fue de 0.535m/seg la misma que llevada a velocidad del canal prototipo es de 1.69m/seg la cual está dentro de las velocidades admisibles para canales revestido motivo por el cual no presento problemas de erosión las paredes del canal.

Canal en tierra:

Tabla 92
 Datos de Canal de Riego en tierra

BAS E DEL CANAL AL (m)	TALUD DEL CANAL	ESPEJO DE AGUA (m)	AREA MOJADA (m ²) $A=(b+zy)y$	PERIMETRO MOJADO(m) $P = b + 2y\sqrt{1+z^2}$	RADIO HIDRAULICO(m) $R=A/P$	RADIO HIDRAULICO 2/3	PENDIENTE DEL CANAL	VELOCIDAD SUP (m/s) $Vs=D/t$	VELOCIDAD MEDIA (m/s) $Vm=Q/A$	CAUDAL M3/S(R EAL) $Q=Vol/t$	CAUDAL Sup M3/S $Qs=A*Vs$	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD $n=(R2/3*J1/2)/Vm$	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD $n=(A*R2/3*J1/2)/Q$	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD $n=(R2/3*J1/2)/VS$	VELOCIDAD MEDIA PROTOTIPO $Vpro=Vm/(1/10)^{1/2}$
b	Z	Y	A	P	R	R2/3	J1/2	Vs	Vm	Q m3/seg	Q m3/s eg	n	n	n	Vpro=Vm/(1/10) ^{1/2}
0,30	2	0,055	0,02	0,55	0,04	0,12	0,04	0,41	0,30	0,0068	0,0092	0,0154	0,0154	0,0113	0,95
0,30	2	0,07	0,03	0,61	0,05	0,14	0,04	0,46	0,36	0,0112	0,0142	0,0145	0,0145	0,0115	1,15
0,30	2	0,0550	0,02	0,55	0,04	0,12	0,04	0,48	0,29	0,0066	0,0108	0,0157	0,0157	0,0096	0,93
0,30	2	0,0750	0,03	0,64	0,05	0,14	0,04	0,51	0,35	0,0117	0,0172	0,0158	0,0158	0,0107	1,10
0,30	2	0,0800	0,04	0,66	0,06	0,15	0,04	0,51	0,34	0,0125	0,0188	0,0167	0,0167	0,0111	1,07
0,30	2	0,0370	0,01	0,47	0,03	0,10	0,04	0,37	0,25	0,0034	0,0051	0,0152	0,0152	0,0100	0,78
0,30	2	0,0850	0,04	0,68	0,06	0,15	0,04	0,53	0,36	0,0145	0,0212	0,0161	0,0161	0,0110	1,15
0,30	2	0,0890	0,04	0,70	0,06	0,15	0,04	0,55	0,39	0,0164	0,0234	0,0155	0,0155	0,0109	1,22

Fuente: (Propio)

Tabla 93
Coefficiente de rugosidad en canal modelado en tierra

VELOCIDAD MEDIA MODELO (m/s)	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD $n=(A*R^2/3*J^{1/2})/Q$	VELOCIDAD MEDIA PROTOTIPO (m/s)
V_m	n	$V_{pro}=V_m/(1/10)^{1/2}$
0.300	0.0154	0.95
0.364	0.0145	1.15
0.295	0.0157	0.93
0.347	0.0158	1.10
0.340	0.0167	1.07
0.245	0.0152	0.78
0.363	0.0161	1.15
0.386	0.0155	1.22
	0.0156	
	n promedio	

Fuente: (propia)

En el canal modelo en tierra se obtuvo el valor de rugosidad “n” como promedio de 0.0156.

La velocidad media máxima en el canal fue de 0.386m/seg la misma que llevada a velocidad del canal prototipo es de 1.22m/seg la cual excede la velocidad máxima permisible de 0.90m/seg en canales no revestidos y por tal motivo las paredes del canal presentaron problemas de erosión.

Con la velocidad media de 0.364m/seg se presentó el problema de erosión.

4.2 Análisis comparativo en canal revestido y el canal en tierra

El porcentaje que excede en caudal y velocidad el canal revestido y el canal en tierra es el siguiente:

Velocidad media

Tabla 94
Velocidad Media

VELOCIDAD MEDIA EN CANAL REVESTIDO	VELOCIDAD MEDIA EN CANAL EN TIERRA	% QUE EXCEDE CANAL REVESTIDO DEL CANAL EN TIERRA	
m/seg	m/seg		
0.415	0.300	27.68%	
0.478	0.364	23.88%	
0.407	0.295	27.69%	
0.470	0.347	26.17%	
0.486	0.340	30.07%	
0.324	0.245	24.43%	
0.495	0.363	26.67%	
0.535	0.386	27.76%	
		26.80%	PROMEDIO

Fuente: (propia)

Caudal

Tabla 95
Tabla de caudal

CAUDAL EN CANAL REVESTIDO	CAUDAL EN CANAL EN TIERRA	% QUE EXCEDE CANAL REVESTIDO DEL CANAL EN TIERRA	
m3/seg	m3/seg		
0.0094	0.0068	27.68%	
0.0147	0.0112	23.88%	
0.0092	0.0066	27.69%	
0.0159	0.0117	26.17%	
0.0179	0.0125	30.07%	
0.0045	0.0034	24.43%	
0.0198	0.0145	26.67%	
0.0228	0.0164	27.76%	
		26.80%	PROMEDIO

Fuente: (propia)

El porcentaje que excede la capacidad de transportar agua es de 26.80%.

4.2.1 Evaluar costos

Presupuesto de canal en tierra

Tabla 96

Tabla de Presupuesto de canal no revestido de longitud 200ml

TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	P.U	CANTIDAD	COSTO TOTAL
A.001	LIMPIEZA Y DESBROCE DE MALEZA EN CANAL	m2	0,75	276,72	207,54
A.002	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	0,76	1383,60	1051,54
A.003	EXCAVACION A MAQUINA	m3	3,16	1955,82	6180,38
A.004	DESALOJO	m3	5,54	391,16	2167,05
A.005	RELLENO DEL SITIO COMPACTADO	m3	5,00	2198,02	10990,08
A.006	RELLENO DEL SITIO SELECCIONADO COMPACTADO	m3	11,80	549,50	6484,15
A.007	EXCAVACION A MAQUINA	m3	3,16	1173,76	3709,08
					\$30.789,81

Fuente: (propia)

Presupuesto de canal revestido de suelo cemento

Tabla 97

Tabla de Presupuesto de canal revestido de longitud 200ml

TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	P.U	CANTIDAD	COSTO TOTAL
A.001	LIMPIEZA Y DESBROCE DE MALEZA EN CANAL	m2	0,75	276,72	207,54
A.002	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	0,76	1383,60	1051,54
A.003	EXCAVACION A MAQUINA	m3	3,16	1955,82	6180,38
A.004	DESALOJO	m3	5,54	391,16	2167,05
A.005	RELLENO DEL SITIO COMPACTADO	m3	5,00	2198,02	10990,08
A.006	RELLENO DEL SITIO SELECCIONADO COMPACTADO	m3	11,80	549,50	6484,15
A.007	EXCAVACION A MAQUINA	m3	3,16	1280,44	4046,19
A.008	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CANALES	ml	2,84	200,00	568,00
A.009	SUELO-CEMENTO 50KG/CM2	m3	60,84	112,12	6821,57
A.010	JUNTAS ASFALTICAS E=1"	ml	0,24	400,44	96,11
					\$38.612,60

Fuente: (propia)

Costo canal en tierra: \$ 30789.81

Costo canal revestido: \$ 38612.60

Porcentaje que excede el canal revestido: 20%

Canal en tierra

Gasto hidráulico = 3.47m³/seg; Costo del canal= \$ 30789,81

Costo por m³/seg: $\$30789.81/3.47 = \$ 8873.14$

Canal revestido suelo cemento

Gasto hidráulico = 4.40m³/seg; Costo del canal= \$ 38612.60

Costo por m³/seg: $\$38612.60/4.40 = \$ 8775.59$

CONCLUSIONES

El canal revestido de suelo cemento en cuanto a costo representa el 20% superior al costo del canal en tierra.

El canal revestido de suelo cemento en el gasto hidráulico representa el 26.80% superior al gasto del canal en tierra.

El canal revestido de suelo cemento en cuanto al costo por m³/seg representa el 1.10% inferior del costo del canal en tierra.

La velocidad superficial en cuanto a la velocidad media en la modelación hidráulica se pudo comprobar que es superior.

El valor de la rugosidad “n” en el modelo hidráulico con la velocidad media se pudo obtener que está en el rango de 0.0108-0.012.

El valor de la rugosidad “n” en el modelo hidráulico con la velocidad superficial está en el rango de 0.0069-0.0083, esto se debe porque la velocidad superficial es mayor en la velocidad media.

El material de sitio que se encontró a 9km del canal es apto para realizar dosificación de suelo cemento, pero por distancia se incluyó un rubro por este acarreo.

El canal revestido con suelo cemento de resistencia 40kg/cm² no presento problemas de erosión y de socavación.

El canal en tierra presento problemas de erosión con una velocidad superficial de 0.46m/s.

El revestimiento de suelo cemento es viable para mitigar el problema de trasportar agua para los sembríos de arroz.

RECOMENDACIONES

Realizar el estudio con otras dosificaciones que permitan disminuir los costos de mantenimiento para canales revestidos.

Realizar modelos hidráulicos que relacionen la velocidad admisible en canales revestidos con varias resistencias de su correspondiente dosificación para comprobar problema de erosión.

Desarrollar investigaciones que disminuyan costos de mantenimiento en canales no revestidos.

BIBLIOGRAFÍA

Capítulos de un libro

Chow, v. (2004). canales abiertos y sus propiedades. in v. Chow, hidraulica de canales abiertos (1st ed., pp. 154-182). Colombia: Martha Edna Suarez r. retrieved from <https://www.scribd.com/doc/33259919/ven-te-chow-hidraulica-de-canales-abiertos>

krochin, s. (1986). Diseño hidráulico (3rd ed., pp. 165-168). quito-ecuador: escuela politecnica nacional. retrieved from <https://www.scribd.com/doc/303391452/disenio-hidraulico-s-krochin>

González de Vallejo, L. (2010). Ingeniería geológica (pp. 22-25). Madrid [etc]: Pearson Educación.

Jofré, C., Kraemer Heilperno, C., & Atienza Díaz, M. (2008). Manual de estabilización de suelos con cemento o cal (pp. 35-40). Madrid: Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones.

Libro con autor

Das, B., & Cervantes González, S. (2015). Fundamentos de ingeniería geotécnica (4a. ed.) (4th ed.). México, D.F.: CENGAGE Learning.

Schoklitsch, a., schulits, s., & straub, l. (1937). hydraulic structures. new york, n.y.: american society of mechanical engineers.

Sotelo ávila, g. (2002). hidráulica de canales. méxico, d.f.: universidad nacional autónoma de méxico, facultad de ingeniería.

Martínez marin, e. (2013). hidraulica practica (2nd ed.). sevilla: dextra editorial.

Sotelo Ávila, g. (2015). Hidráulica general. México: limusa.

Rodríguez Ruiz, p. (2008). hidráulica ii (3rd ed., pp. 65-81). retrieved from

https://carlosquispeanccasi.files.wordpress.com/2011/12/hidraulica_ruiz.pdf

Rocha, a. (2007). hidráulica de tuberías y canales. lima: universidad nacional de ingeniería.

Mederos martin, l. (2012). las mareas. fe de eratas, 1, 12-14. retrieved from

http://www.rodamedia.com/navastro/mareas/mareas_lmederos.pdf

Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (2014). Mecánica de suelos. México: Limusa.

Conferencia

Mosquera muñoz, m. (2016). diseño de canales. speech, universidad laica.

Rodríguez santos, j. (2015). flujo en canales abiertos. speech, universidad

Flujo en canales abiertos. (2015). universidad laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

Azevedo netto, j. (1998). manual de hidráulica. são paulo: edgard blucher.

Felices, a. (1970). water diversion from rivers with sediment movement. franzius institute for
ground water construction, univ. of hannover.

Software

Villon bejar, máximo. (2015). h canales. Perú: n.p.

<http://www.gifex.com/images/0X0/2011-10-31-14743/Mapa-General-de-Suelos-del-Ecuador-1986.jpg>

ANEXOS

Anexo No. 1 Ensayo Granulométrico

	<p>CONSEES CIA. LTDA. CONSULTORES ESPIN ESPARZA Dirección: Cdla. El Paraíso - Calle 28 de Mayo Solar # 12 Teléfono: 0593-04-4622018 – e-mail: contacto@consees.com.ec www.consees.com</p>				
PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ N° 200					
PROYECTO: Analisis hidráulico - económico de un canal de riego sin rebajamiento y revestido con suelo cemento UBICACIÓN: Cantón Guayaquil - Prov. del Guayas. MUESTRA: Material de sitio FECHA: 05/09/2017					
MUESTRA					
1	----	----	----	----	----
Recipiente No.	T	----	----	----	----
Peso en gr.	Peso del Recipiente	112,50	----	----	----
	Peso inicial + Recipiente	592,30	----	----	----
	Peso final + Recipiente	150,30	----	----	----
	Peso inicial	479,80	----	----	----
	Peso Final	37,80	----	----	----
% Retenido : Peso final / Peso inicial *100		7,88	----	----	----
% Pasa Tamiz N°200 = 100% - %Retenido		92,12	----	----	----
MUESTRA		----	----	----	----
Recipiente No.		----	----	----	----
Peso en gr.	Peso del Recipiente	----	----	----	----
	Peso inicial + Recipiente	----	----	----	----
	Peso final + Recipiente	----	----	----	----
	Peso inicial	----	----	----	----
	Peso Final	----	----	----	----
% Retenido : Peso final / Peso inicial *100		----	----	----	----
% Pasa Tamiz N°200 = 100% - %Retenido		----	----	----	----
MUESTRA		----	----	----	----
Recipiente No.		----	----	----	----
Peso en gr.	Peso del Recipiente	----	----	----	----
	Peso inicial + Recipiente	----	----	----	----
	Peso final + Recipiente	----	----	----	----
	Peso inicial	----	----	----	----
	Peso Final	----	----	----	----
% Retenido : Peso final / Peso inicial *100		----	----	----	----
% Pasa Tamiz N°200 = 100% - %Retenido		----	----	----	----
Observaciones: <u>Material arcilloso, el retenido en el T#200 casi en su totalidad es material orgánico obtenido en la toma de muestra</u>					
Operador: C.C.		Calculado Por: M.C.O.		Verificado por: <u>Ing. Guillermo Espín E.</u> Gerente General	

Anexo No. 2 Ensayo de Contenido de Humedad

	<p><u>CONSEES CIA. LTDA.</u> CONSULTORES ESPIN ESPARZA Dirección: Cdla. El Paraíso - Calle 28 de Mayo Solar # 12 Teléfono: 0593-04-4622018 – e-mail: contacto@consees.com.ec www.consees.com</p>					
<h3>CONTENIDO DE HUMEDAD</h3>						
PROYECTO: Analisis hidráulico - económico de un canal de riego sin revestimiento y revestido con suelo cemento UBICACIÓN: Cantón Guayaquil - Provincia del Guayas MUESTRA: Material de sitio FECHA: 05/09/2017						
	MUESTRA #	1				
	Recipiente No.	T				
Peso en gr.	Recipiente + Peso húmedo	634,30				
	Recipiente + Peso seco	592,30				
	Agua	42,00				
	Peso del Recipiente	112,50				
	Peso Seco	479,80				
	Contenido de Agua	8,75				
	MUESTRA No.	-----				
	Recipiente No.	-----				
Peso en gr.	Recipiente + Peso húmedo	-----				
	Recipiente + Peso seco	-----				
	Agua	-----				
	Peso del Recipiente	-----				
	Peso Seco	-----				
	Contenido de Agua	-----				
	MUESTRA No.	-----				
	Recipiente No.	-----				
Peso en gr.	Recipiente + Peso húmedo	-----				
	Recipiente + Peso seco	-----				
	Agua	-----				
	Peso del Recipiente	-----				
	Peso Seco	-----				
	Contenido de Agua	-----				
$W \% = \frac{(\text{recipiente} + \text{peso húmedo}) - (\text{recipiente} + \text{Peso seco})}{(\text{recipiente} + \text{peso seco}) - (\text{recipiente})} \times 100 = \frac{Ww}{Ws} \times 100$						
Observaciones: _____ _____						
Operador: F.G.		Realizado por: M.C.O		Verificado por:  FIRMA AUTORIZADA Ing. Guillermo Espin E. C. 000229375801		

Anexo No. 3 Ensayo de Límites de Atterberg



--CONSEES CIA. LTDA.

CONSULTORES ESPIN ESPARZA

Dirección: Cdla. El Paraíso - Calle 28 de Mayo Solar # 12

Teléfono: 0593-04-4622018 - e-mail: contacto@consees.com.ec

www.consees.com

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO

PROYECTO: Analisis hidráulico - económico de un canal de riego sin revestimiento y revestido con suelo cemento

UBICACIÓN: Cantón Guayaquil - Provincia del Guayas

MUESTRA : Material de sitio

FECHA: 05/09/2017

LIMITE LIQUIDO

PASO No.	1	2	3	4	5	6
RECIPIENTE No.	12	11	4	4	A	-----
Peso en	REC.+ P.HUM.	20,90	22,40	22,10	20,50	23,70
	REC.+ P.SECCO	15,70	16,48	17,01	15,35	18,00
Grs.	P. AGUA Ww.	5,20	5,92	5,09	5,15	5,70
	P.REC.	9,00	9,00	10,70	9,10	11,20
	P. SECCO	6,70	7,48	6,31	6,25	6,80
CONT. HUMEDAD	77,61	79,14	80,67	82,40	83,82	
NUMERO DE GOLPES	40	33	27	20	13	



LIMITE PLASTICO

PASO No.	1	2	3	4	5
RECIPIENTE No.	5	9	20		
Peso en	REC.+ P.HUM.	11,50	11,90	10,90	
	REC.+ P.SECCO	9,89	10,20	9,50	
grs.	P. AGUA Ww.	1,61	1,70	1,40	
	P.REC.	5,20	5,30	5,40	
	P. SECCO	4,69	4,90	4,10	
CONT. HUMEDAD	34,33	34,69	34,15		
LIMITE PLASTICO		34,39			

Wl=81

Wp=34

Ip=47

Simbolo de la carta de Plasticidad

CH

Observaciones: _____

OPERADOR POR: C.C.

REALIZADO POR: M.C.O

VERIFICADO POR: _____

Ing. Guillermo Espin E.

Anexo No. 4 Ensayo de Próctor

CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HUMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	W	PESO TIERRA HUMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HUMEDA	1 + w/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA
cm ³	No.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%	gr.	gr.		gr.	Kg/m ³
HN	9	132,50	128,30	17,20	4,20	111,10	3,78	5466	1228	1,038	1183	1253
150	33	164,90	152,90	20,90	12,00	132,00	9,09	5618	1380	1,091	1265	1340
300	15	116,20	105,00	17,90	11,20	87,10	12,86	5735	1497	1,129	1326	1405
450	34	143,70	120,90	17,00	22,80	103,90	21,94	5850	1612	1,219	1322	1400
600	29	200,30	164,50	17,00	35,80	147,50	24,27	5800	1562	1,243	1257	1331

Volúmen del Cilindro = 0,000944 m ³	Fecha: 05/09/2017
Peso del Cilindro = 4238 Kg.	Ubicación: Cantón Guayaquil - Provincia del Guayas
Número de Golpes por capa = 25	Proyecto: Analisis hidráulico económico de un canal de riego sin revestimiento y revestido con suelo cemento
Número de capas = 3	Muestra: Material de sitio

Contenido de Humedad (%)

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD

CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD
18,00 %

DENSIDAD SECA MAXIMA
1445 Kg/m³

OBSERVACIONES:

Muestra No.	PROF.	CLASIFICACION	Gs	Wi	Wo	Ip	% >No.4

Operador: C.C

PRESIDENTE: Ing. Noemí Espin E.

Verificado Por:

CONSEES CIA. LTDA.
FIRMADO DIGITALMENTE
R.U.C. 0992000001

Anexo No. 5 Rotura de Cilindros

**..CONSEES CIA. LTDA.****CONSULTORES ESPIN ESPARZA**

Dirección: Cda. El Paraíso - Calle 28 de Mayo Solar # 12

Teléfono: 0593-04-4622018 - e-mail: contacto@consees.com.ec

www.consees.com

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO

PROYECTO: Analisis hidráulico económico de un canal de riego sin revestimiento y revestido con suelo cemento FECHA: 13-nov.-17

AGREGADO GRUESO: _____ AGREGADO FINO: _____

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO: _____ RESISTENCIA DISEÑADA: _____ Kg/cm²

DIAMETRO CILINDRO: 10,16 cm. ALTURA: 20,32 cm. AREA: 81 cm²

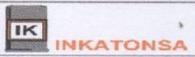
CILINDRO	No.	FECHA		DIAS	CARGA MAXIMA Kg.	ESFUERZO COMPRESION Kg/cm ²
		TOMA	ROTURA			
SUELO - CEMENTO DOSIFICACION 28%	1	14-oct.-17	21-oct.-17	7	1.645	20
	2	14-oct.-17	28-oct.-17	14	1.866	23
	3	14-oct.-17	11-nov.-17	28	1.902	23
SUELO - CEMENTO DOSIFICACION 16%	1	14-oct.-17	21-oct.-17	7	1.055	13
	2	14-oct.-17	28-oct.-17	14	1.243	15
	3	14-oct.-17	11-nov.-17	28	1.563	19
SUELO - CEMENTO DOSIFICACION 12%	1	16-oct.-17	23-oct.-17	7	811	10
	2	16-oct.-17	30-oct.-17	14	1.175	14
	3	16-oct.-17	13-nov.-17	28	1.363	17
SUELO - CEMENTO DOSIFICACION 9%	1	13-oct.-17	20-oct.-17	7	671	8
	2	13-oct.-17	27-oct.-17	14	1.059	13
	3	13-oct.-17	10-nov.-17	28	1.128	14
SUELO - CEMENTO DOSIFICACION 7%	1	16-oct.-17	23-oct.-17	7	623	8
	2	16-oct.-17	30-oct.-17	14	837	10
	3	16-oct.-17	13-nov.-17	28	921	11
SUELO - CEMENTO DOSIFICACION 5%	1	13-oct.-17	20-oct.-17	7	539	7
	2	13-oct.-17	27-oct.-17	14	652	8
	3	13-oct.-17	10-nov.-17	28	877	11
---	---	---	---	---	---	---

Observaciones: _____

Realizado por: M.C.O

Verificado por: Ing. Guillermo Espín E.

Anexo No. 6 Ensayo Granulométrico - Modulo de Finura



14

DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD
GRANULOMETRIA DE AGREGADO FINO

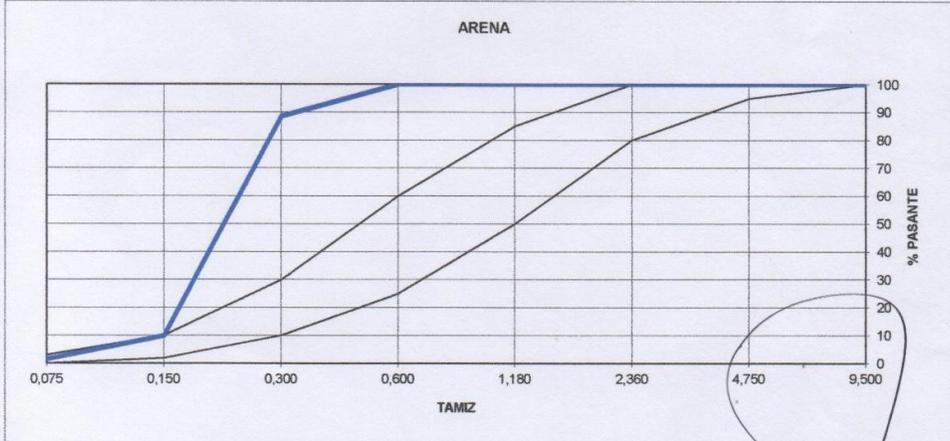
FUENTE DEL MATERIAL :
 ORIGEN MUESTREO :
 MUESTRA DE TESIS : **1**
 AGREGADO A UTILIZAR:
 FECHA DE INGRESO : **jueves, 05 de abril de 2018**
 FECHA DE ENSAYO : **viernes, 06 de abril de 2018**
 RESIST. REQUERIDA :
 MATERIAL :
 LOTE: **14**

NORMA INEN 873

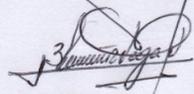
TAMIZ	TAMIZ en mm.	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACION A. S. T. M.
3/8"	9,5	0	0,00	100,00	100
Nº 4	4,75	0	0,00	100,00	95-100
Nº 8	2,36	0	0,00	100,00	80-100
Nº16	1,18	0	0,00	100,00	50-85
Nº30	0,6	0	0,00	100,00	25-60
Nº50	0,3	230	11,49	88,51	10-30
Nº100	0,15	1805	90,16	9,84	2-10
Nº200	0,075	1971	98,45	1,55	0-3
TOTAL		2002	100,00		

MF. **1,02**
 DSSS. = **2618**

ARENA




 CONTROL DE CALIDAD


 ING. BOLIVAR VEGA
 Repres. Tec. Inkatonsa

CCA-FOR-001-1 Versión: 1

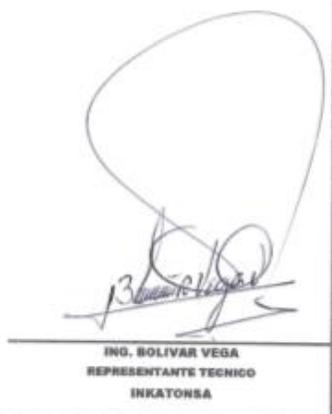
viernes, 06 de abril de 2018

Anexo No. 7 Rotura de Cubos de Mortero

DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD									
DETERMINACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL HORMIGON									
FECHAS DE ROTURAS									
RESISTENCIA MORTERO		50 Kg/cm ²		AREA DE CUBO		25 Cm ²			
LOTE:		17		1Kn 101,93		KG			
TEMA: ANALISIS DE UN CANAL DE RIEGO EN TIERRA VS REVESTIDO DE SUELO CEMENTO.									
DOSIFICACION:	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	VALOR REQUERIDO Kg/Cm ²	VALOR OBTENIDO Kg	AREA DE CUBO Cm ²	VALOR OBTENIDO KN	RESISTENCIA KG/Cm ²	%
1:2	27-abr-18	04-may-18	7	50	4465	25	43,8	178,58	357%
	27-abr-18	11-may-18	14	50	4954	25	48,6	198,15	396%
	27-abr-18	25-may-18	28	50	5402	25	53	216,09	432%
1:4	27-abr-18	04-may-18	7	50	897	25	8,8	35,88	72%
	27-abr-18	11-may-18	14	50	1029	25	10,1	41,18	82%
	27-abr-18	25-may-18	28	50	1070	25	10,5	42,81	86%
1:6	27-abr-18	04-may-18	7	50	377	25	3,7	15,09	30%
	27-abr-18	11-may-18	14	50	459	25	4,5	18,35	37%
	27-abr-18	25-may-18	28	50	479	25	4,7	19,16	38%
1:8	27-abr-18	04-may-18	7	50	285	25	2,8	11,42	23%
	27-abr-18	11-may-18	14	50	296	25	2,9	11,82	24%
	27-abr-18	25-may-18	28	50	418	25	4,1	16,72	33%
1:10	27-abr-18	04-may-18	7	50	163	25	1,6	6,52	13%
	27-abr-18	11-may-18	14	50	224	25	2,2	8,97	18%
	27-abr-18	18-may-18	21	50	275	25	2,7	11,01	22%



CONTROL DE CALIDAD
INKATONSA



ING. BOLIVAR VEGA
REPRESENTANTE TECNICO
INKATONSA

viernes, 25 de mayo de 2018

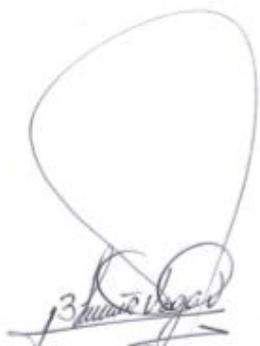
CCAFOR-013 Versión 1

Anexo No. 8 Rotura de Cubos de Mortero con 12.50% Arcilla

 DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD DETERMINACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL HORMIGON FECHAS DE ROTURAS									
Fx RESISTENCIA 12,5% ARCILLA LOTE: 17		50 Kg/cm ²		AREA DE CUBO 25 Cm2					
				1Kn 101,93 KG					
TEMA: ANALISIS DE UN CANAL DE RIEGO EN TIERRA VS REVESTIDO DE SUELO CEMENTO.									
DOSIFICACION:	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	VALOR REQUERIDO Kg/Cm2	VALOR OBTENIDO Kg	AREA DE CUBO Cm2	VALOR OBTENIDO KN	RESISTENCIA KG/Cm2	%
1:2	08-may-18	15-may-18	7	50	2793	25	27,4	111,72	223%
	08-may-18	22-may-18	14	50	2834	25	27,8	113,35	227%
	08-may-18	05-jun-18	28	50	3863	25	37,9	154,53	309%
1:4	08-may-18	15-may-18	7	50	1070	25	10,5	42,81	86%
	08-may-18	22-may-18	14	50	1641	25	16,1	65,64	131%
	08-may-18	05-jun-18	28	50	1876	25	18,4	75,02	150%
1:6	08-may-18	15-may-18	7	50	550	25	5,4	22,02	44%
	08-may-18	22-may-18	14	50	795	25	7,8	31,80	64%
	08-may-18	05-jun-18	28	50	1101	25	10,8	44,03	88%
1:8	08-may-18	15-may-18	7	50	418	25	4,1	16,72	33%
	08-may-18	22-may-18	14	50	459	25	4,5	18,35	37%
	08-may-18	05-jun-18	28	50	663	25	6,5	26,50	53%
1:10	08-may-18	15-may-18	7	50	285	25	2,8	11,42	23%
	08-may-18	22-may-18	14	50	387	25	3,8	15,49	31%
	08-may-18	05-jun-18	28	50	408	25	4	16,31	33%


 CONTROL DE CALIDAD
 INKATONSA

martes, 05 de junio de 2018


 ING. BOLIVAR VEGA
 REPRESENTANTE TECNICO
 INKATONSA

Anexo No. 9 Rotura de Cubos de Mortero con 25% Arcilla

 DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD DETERMINACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL HORMIGON FECHAS DE ROTURAS									
F2 RESUMIDA 25% ARCILLA LOTE: 17 TEMA: ANALISIS DE UN CANAL DE RIEGO EN TIERRA VS REVESTIDO DE SUELO CEMENTO.		50 Kg/cm ²		AREA DE CUBO 25 Cm ²		1Kn 101,93 KG			
DOSIFICACION:	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	VALOR REQUERIDO Kg/Cm2	VALOR OBTENIDO Kg	AREA DE CUBO Cm2	VALOR OBTENIDO KN	RESISTENCIA KG/Cm2	%
1:2	04-may-18	11-may-18	7	50	2497	25	24,5	99,89	200%
	04-may-18	18-may-18	14	50	2783	25	27,3	111,31	223%
	04-may-18	01-jun-18	28	50	3415	25	33,5	136,59	273%
1:4	04-may-18	11-may-18	7	50	887	25	8,7	35,47	71%
	04-may-18	18-may-18	14	50	917	25	9	36,69	73%
	04-may-18	01-jun-18	28	50	1376	25	13,5	55,04	110%
1:6	04-may-18	11-may-18	7	50	663	25	6,5	26,50	53%
	04-may-18	18-may-18	14	50	775	25	7,6	30,99	62%
	04-may-18	01-jun-18	28	50	1029	25	10,1	41,18	82%
1:8	04-may-18	11-may-18	7	50	438	25	4,3	17,53	35%
	04-may-18	18-may-18	14	50	530	25	5,2	21,20	42%
	04-may-18	01-jun-18	28	50	591	25	5,8	23,65	47%
1:10	04-may-18	11-may-18	7	50	377	25	3,7	15,09	30%
	04-may-18	18-may-18	14	50	459	25	4,5	18,35	37%
	04-may-18	01-jun-18	28	50	652	25	6,4	26,09	52%



CONTROL DE CALIDAD
INKATONSA



ING. BOLIVAR VEGA
REPRESENTANTE TECNICO
INKATONSA

Viernes, 01 de junio de 2018

00A-F0001E Versión: 1

Anexo No. 10 Rotura de Cubos de Mortero Dosificación 1:6 con 25% Arcilla

 DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD DETERMINACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL HORMIGON FECHAS DE ROTURAS									
FY: REQUERIDA	50		Kg/cm ² .	AREA DE CUBO	25		Cm2		
25% ARCILLA				1Kn	101,83		KG		
LOTE:	17								
TEMA:	ANALISIS DE UN CANAL DE RIEGO EN TIERRA VS REVESTIDO DE SUELO CEMENTO.								
DOSIFICACION:	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	VALOR REQUERIDO Kg/Cm2	VALOR OBTENIDO Kg	AREA DE CUBO Cm2	VALOR OBTENIDO KN	RESISTENCIA KG/Cm2	%
1:6	01-jun-18	29-jun-18	28	50	1029	25	10,1	41,18	82%
	01-jun-18	29-jun-18	28	50	1040	25	10,2	41,59	83%
	01-jun-18	29-jun-18	28	50	1040	25	10,2	41,59	83%
1:6	01-jun-18	29-jun-18	28	50	1040	25	10,2	41,59	83%
	01-jun-18	29-jun-18	28	50	1040	25	10,2	41,59	83%
	01-jun-18	29-jun-18	28	50	1050	25	10,3	42,00	84%
1:6	01-jun-18	29-jun-18	28	50	1029	25	10,1	41,18	82%
	01-jun-18	29-jun-18	28	50	1040	25	10,2	41,59	83%
	01-jun-18	29-jun-18	28	50	1050	25	10,3	42,00	84%
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  CONTROL DE CALIDAD INKATONSA </div> <div style="text-align: center;">  ING. BOLIVAR VEGA REPRESENTANTE TECNICO INKATONSA </div> </div> <p style="text-align: center;">viernes, 29 de junio de 2018</p>									

Anexo No. 11 Rotura de Cilindros con Material Arcilloso

Anexo No. 12 Rotura de Cubos de Mortero



Anexo No. 13 Rotura de Cubos de Mortero con 12.50% Arcilla

Anexo No. 14 Dosificación de Cubos de Mortero con 25% Arcilla