

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA



**“COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO
ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA
TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS
CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR
CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

TESISTA:

Bach. Carlos Diego, CARRETERO MIRANDA
Bach. Bruno Hanspool, LLANOS CUZCO

ASESOR:

Ms. Ing. VILLAVICENCIO GONZÁLEZ, Felipe

Nuevo Chimbote – Perú
2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA



**“COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO
ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA
TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE
SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA -
SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH”**

REVISADO Y APROBADO POR:



Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González

ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA



**“COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO
ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA
TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE
SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA -
SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH”**

REVISADO Y APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:



Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo
PRESIDENTE



Ms. Janet Verónica Saavedra Vera
SECRETARIA



Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González
INTEGRANTE

"Año del bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 36 días del mes de agosto del año dos mil veintiuno, siendo las seis de la tarde, cumpliendo el con la Resolución N° 306-2020-CU-R-UNS (S2 06 120) y la Directiva 003-2020-UNSVRAC, sobre la "ADECUACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE OBTENCIÓN DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES DE PREGRADO DE LA UNS. SE REALICE EN FORMA VIRTUAL, través del aplicativo virtual Zoom, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 095-2021-UNS-CFI integrado por los docentes Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Presidente), Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Secretaria) y el Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González (integrante) y en base a la Resolución Decanal N° 419-2021-UNS-FI, se da inicio a la sustentación de la Tesis titulada: "COMPARACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBERERA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA – SECTOR CASCAJAL – PROVINCIA DEL SANTA –ANCASH" presentado por los Bachilleres CARRETERO MIRANDA CARLOS DIEGO y LLANOS CUZCO BRUNO HANSPHOL, quienes fueron asesorados por el Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 744-2017-UNS-FI.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
CARRETERO MIRANDA CARLOS DIEGO	18	MUY BUENO

Siendo las siete de la noche del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 15 de agosto de 2021.

Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo
Presidente

Ms. Janet Verónica Saavedra Vera
Secretaria

Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González
integrante

"Año del bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 16 días del mes de agosto del año dos mil veintiuno, siendo las seis de la tarde, cumpliendo el con la Resolución N° 306-2020-CU-R-UNS (12.06.120) y la Directiva 003-2020-UNSVRAC, sobre la "ADECUACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE OBTENCIÓN DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES DE PREGRADO DE LA UNS, SE REALICE EN FORMA VIRTUAL; través del aplicativo virtual Zoom, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 095-2021-UNS-CFI integrado por los docentes Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Presidente), Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Secretaria) y el Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González (Integrante) y en base a la Resolución Decanal N° 419-2021-UNS-FI, se da inicio a la sustentación de la Tesis titulada: "COMPARACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA – SECTOR CASCAJAL – PROVINCIA DEL SANTA –ANCASH" presentado por los Bachilleres CARRETERO MIRANDA CARLOS DIEGO y LLANOS CUZCO BRUNO HANSPOOL, quienes fueron asesorados por el Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 744-2017-UNS-FI.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
LLANOS CUZCO BRUNO HANSPOOL	18	MUY BUENO

Siendo las siete de la noche del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 16 de agosto de 2021.

Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo
Presidente

Ms. Janet Verónica Saavedra Vera
Secretaria

Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González
Integrante

DEDICATORIA

Dedicado a la contribución de la comunidad universitaria,
y al desarrollo sostenible del país.

AGRADECIMIENTO

Gracias por el apoyo incondicional de nuestras familias, amigos y docentes en el transcurso de nuestra vida y carrera universitaria.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN	XIX
ABSTRACT	XX
I. INTRODUCCIÓN	21
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	21
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	46
1.2.1 PROBLEMA GENERAL	46
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	47
1.3. OBJETIVOS	48
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	48
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	48
1.4. JUSTIFICACIÓN	48
1.5. LIMITACIONES DEL TRABAJO	49
1.6. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	50
II. MARCO TEÓRICO	50
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	50
2.1.1 INTERNACIONALES	50
2.1.2 NACIONALES	52
2.2. BASE TEÓRICA	54
2.2.1 ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA	54
a. TOPOGRAFÍA	54
b. MECÁNICA DE SUELOS	55

c.	ESTUDIO HIDROLÓGICO	58
d.	ESTUDIO HIDRÁULICO	66
e.	HIDRÁULICA FLUVIAL	75
f.	GEOLOGÍA	77
2.2.2	EROSIÓN HÍDRICA	82
a.	ESTUDIOS DE SOCAVACIÓN GENERALIZADA	84
2.2.3	GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES	87
a.	PLANEAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA URBANA	87
b.	ESCURRIMIENTO PLUVIAL	90
c.	ENFERMEDADES DE VINCULACIÓN HÍDRICA	91
d.	RIESGO DE INUNDACIÓN	92
2.2.4	MEDIDAS PREVENTIVAS	93
a.	REVESTIMIENTO DE ORILLAS DE CURSOS DE AGUA	93
2.2.5	GEOSINTÉTICOS	97
a.	DESCRIPCIÓN	97
b.	CLASIFICACIÓN	98
c.	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOS MÉTODOS DE CONTROL	101
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	101
2.4.	MARCO NORMATIVO	103
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	104
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	104
3.2.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	104
3.3.	UNIDAD DE ANÁLISIS	105
3.4.	UBICACIÓN	105
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA	106

3.5.1	POBLACIÓN	106
3.5.2	MUESTRA	106
3.6.	VARIABLES	106
3.6.1	VARIABLES INDEPENDIENTES	106
3.6.2	VARIABLES DEPENDIENTES	106
3.6.3	MATRIZ DE CONSISTENCIA	107
3.6.4	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	107
3.7.	INSTRUMENTOS	107
3.7.1	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y PROCESAMIENTO	107
3.8.	PROCEDIMIENTOS	110
3.8.1	ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA	110
a.	TOPOGRAFÍA	110
b.	MECÁNICA DE SUELOS	112
c.	ESTUDIO HIDROLÓGICO: PRECIPITACIONES	114
d.	ESTUDIO HIDRÁULICO	114
3.8.2	HIDRÁULICA FLUVIAL	130
a.	UBICACIÓN DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS	130
b.	PREDIMENSIONAMIENTO DE ESTRUCTURA HIDRÁULICA, PARA AVENIDA MÁXIMA	130
c.	SECCIÓN ESTABLE DEL CAUCE (MÉTODO DE MANNING)	131
d.	CÁLCULO DE LA ALTURA DE LA ESTRUCTURA (H)	133
3.8.3	FACTORES DE DISEÑO	135
3.8.4	MÉTODOS TRADICIONALES DE DEFENSA RIBEREÑA	135
a.	ESTUDIOS DE SOCAVACIÓN GENERALIZADA	137

b.	PREDIMENSIONAMIENTO DE GAVIONES _____	137
c.	CIMENTACIÓN Y GEOTEXTIL _____	138
d.	METRADOS PARA DEFENSA RIBEREÑA CON GAVIONES _____	139
e.	COSTO DE DEFENSA RIBEREÑA CON MUROS DE GAVIONES _____	141
3.8.5	MÉTODO DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS _____	144
a.	ASPECTOS DEL DISEÑO _____	144
b.	SELECCIÓN DEL MATERIAL _____	144
c.	PREDIMENSIONAMIENTO DE GEOBOLSAS _____	145
d.	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN REQUERIDA _____	147
e.	ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA _____	148
f.	MANTO ANTI SOCAVANTE _____	150
g.	METRADOS PARA DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS _____	153
h.	COSTO DE DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS _____	154
3.8.6	COMPARACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA _____	156
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN _____	167
4.1.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS _____	167
4.2.	DISCUSIÓN _____	170
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES _____	173
5.1.	CONCLUSIONES _____	173
5.2.	RECOMENDACIONES _____	174
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES _____	176

VII. ANEXOS	179
ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	180
ANEXO 2. ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA	184
Anexo 2.1.- TOPOGRAFÍA	185
Anexo 2.2.- ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	193
ANEXO 3. MODELADO HIDRÁULICO	262
Anexo 3.1.- MODELADO 01 EN CAUCE NATURAL, CON CAUDAL DE 40M ³	263
Anexo 3.2.- MODELADO 02 EN CAUCE NATURAL, PARA AVENIDA MÁXIMA DE 103.50M ³	301
Anexo 3.3.- MODELADO 03 EN CAUCE CON RASANTE MEJORADA, PARA AVENIDA MAXIMA 103.50M ³	337
ANEXO 4. DISEÑO Y ANALISIS DE ESTABILIDAD DE DEFENSAS RIBEREÑAS	378
Anexo 4.1.- DISEÑO Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PARA GAVIONES	379
Anexo 4.2.- DISEÑO Y ANALISIS DE ESTABILIDAD PARA GEOBOLSAS	404
ANEXO 5. METRADOS Y PRESUPUESTOS	431
Anexo 5.1.- METRADO Y PRESUPUESTO DEFENSA RIVEREÑA CON GAVIONES	432
Anexo 5.2.- METRADO Y PRESUPUESTO DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS	460
ANEXO 6. PANEL FOTOGRÁFICO	482
ANEXO 7. PLANOS	490

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>centros poblados afectados por El niño costero 2017 - Áncash</i>	29
Tabla 2: <i>Áreas De Cultivo Afectadas Por El Niño Costero 2017 - Áncash</i>	32
Tabla 3: <i>tramos de carreteras afectadas por El niño costero 2017 - Áncash</i>	35
Tabla 4: <i>obras de infraestructura afectada por El niño costero 2017 - Áncash</i>	41
Tabla 5: <i>Juego de mallas para el ensayo granulométrico</i>	56
Tabla 6: <i>Clasificación de Estructuras Según su Importancia</i>	57
Tabla 7: <i>Número de Puntos de Investigación</i>	58
Tabla 8: <i>Coeficientes De "N" Para Distintos Tipos De Corrientes Naturales</i>	71
Tabla 9: <i>Coeficientes De Material De Cauce</i>	76
Tabla 10: <i>Coeficientes De Tipo De Río</i>	76
Tabla 11: <i>Coeficientes De Rugosidad Para Cauces Naturales</i>	77
Tabla 12: <i>funciones primarias de los tipos de geosintéticos</i>	98
Tabla 13: <i>Coeficientes de rugosidad en el tramo de estudio</i>	115
Tabla 14: <i>coeficientes de material de cauce</i>	132
Tabla 15: <i>Coeficientes De Tipo De Río</i>	132
Tabla 16: <i>Coeficientes De Rugosidad Para Cauces Naturales</i>	133
Tabla 17: <i>Valores Para Φ</i>	134
Tabla 18: <i>Comparación Técnica Económica De Métodos De Defensa Ribereña</i>	136
Tabla 19: <i>Resumen De Metrados Para Gaviones</i>	140
Tabla 20: <i>Resumen De Presupuesto De Gaviones</i>	142
Tabla 21: <i>Especificaciones técnicas geobolsas</i>	146
Tabla 22: <i>Resumen resultados estabilidad del muro</i>	149
Tabla 23: <i>Especificaciones técnicas geotextil no tejido</i>	151
Tabla 24: <i>Resumen De Metrados Para Geobolsas</i>	153

Tabla 25: <i>Resumen De Presupuesto De Geobolsas.</i>	154
Tabla 26: <i>comparación técnica - económica entre gaviones y geobolsas.</i>	157
Tabla 27: <i>resumen de diseños.</i>	168
Tabla 28: <i>número de recambio total de estructura por tiempo de vida útil</i>	169
Tabla 29: <i>costo de inversión por tiempo de vida útil.</i>	169
Tabla 30: <i>Datos De Levantamiento Topográfico</i>	185
Tabla 31: <i>Determinación De Socavación En Cada Sección.</i>	379
Tabla 32: <i>Fila De Gaviones Escalonados En Estructura</i>	385
Tabla 33: <i>Ángulos De Fricción (θ), Según Propiedades Físicas De Suelos Y Rocas</i>	386
Tabla 34: <i>Peso Específico Para Diversos Tipos De Roca</i>	388
Tabla 35: <i>Esfuerzos De Trabajo Del Terreno</i>	394
Tabla 36: <i>Fila De Gaviones Escalonados En Estructura</i>	395
Tabla 37: <i>Peso Específico Para Diversos Tipos De Roca</i>	397
Tabla 38: <i>Resistencia a la tracción y deformación para varios tipos de geotextiles.</i>	404
Tabla 39: <i>Velocidades Máximas En El Primer Tramo.</i>	409
Tabla 40: <i>Velocidades Máximas En El Segundo Tramo.</i>	409
Tabla 41: <i>Factor de turbulencia KT</i>	411
Tabla 42: <i>Valores De Froude (F) Y Reynolds (Re)</i>	412
Tabla 43: <i>Metrado De Gaviones</i>	432
Tabla 44: <i>Movimiento de tierras para gaviones</i>	432
Tabla 45: <i>Volumen De Corte para contrafuertes</i>	436
Tabla 46: <i>Volumen de relleno en contrafuertes</i>	437
Tabla 47: <i>Movimiento De Tierra De Foso De Disipación</i>	438
Tabla 48: <i>Cuadro De Metrados Defensa Ribereña Con Gaviones</i>	439

Tabla 49: <i>Cuadro De Metrado De Geobolsas</i>	460
Tabla 50: <i>Metrado de Movimiento de tierras</i>	460
Tabla 51: <i>Metrado Movimiento De Tierras En Foso De Disipación</i>	463
Tabla 52: <i>Cuadro De Metrados Defensa Ribereña Con Geobolsas</i>	464

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Socavamiento e incisión de un afluente del río Lacramarca, ocasionado por la ruptura del canal Chinecas.</i>	28
Figura 2: <i>Calles del poblado La Cuadra (Cascajal)</i>	31
Figura 3: <i>Vivienda afectada en el poblado La Cuadra (Cascajal), ubicado en la parte media de la cuenca Lacramarca.</i>	31
Figura 4: <i>Se observa el ensanchamiento de cauce en el río Lacramarca (que originalmente era de 5m y tras la erosión fluvial se ensanchó a aprox. 100m).</i>	34
Figura 5: <i>Estrato expuesto donde se puede observar depósitos de antiguas inundaciones con niveles de gravas y paleocanales.</i>	34
Figura 6: <i>Destrucción total de la carretera Casma – Huaraz, en el tramo Buena Vista Alta – Cachipampa.</i>	39
Figura 7: <i>Daños ocasionados por flujos de detritos y lodo.</i>	39
Figura 8: <i>Daños en la pista por erosión de una ladera ubicada sobre la margen izquierda del río Santa. Vista tomada hacia el Noreste.</i>	40
Figura 9: <i>Vivienda rural destruida en el sector de la sub cuenca hidrográfica Chimbote.</i>	43
Figura 10: <i>Daños ocasionados por inundaciones.</i>	43
Figura 11: <i>Viviendas en escombros, afectadas por los desbordes.</i>	45
Figura 12: <i>Esquema donde se muestran las partes de una cuenca hidrográfica.</i>	61
Figura 13: <i>Vertientes y red hidrográfica del Perú.</i>	65
Figura 14: <i>Interfaz de inicio del software HEC-RAS.</i>	73
Figura 15: <i>Vista de un perfil longitudinal modelado en HEC_RAS</i>	73
Figura 16: <i>El software te permite modelar un tramo para analizar sus secciones.</i>	74

Figura 17 : <i>El software te permite modelar estructuras hidráulicas y ver su perspectiva</i>	74
Figura 18 : <i>Vista panorámica de un río modelado en HEC RAS.</i>	75
Figura 19: <i>Gráfica de altura de socavación H_s, en un punto H_o.</i>	86
Figura 20: <i>Modificación del pendiente tipo escalonada, del lecho del río Rímac dentro de la PTAP La Atarjea, Lima.</i>	96
Figura 21: <i>Vista del pendiente tipo escalonada, del lecho del río Rímac dentro de la PTAP La Atarjea, Lima.</i>	96
Figura 22: <i>Croquis de la zona de estudio.</i>	105
Figura 23: <i>Se procesaron los datos del levantamiento topográfico en el software Civil 3D para generar curvas de nivel.</i>	112
Figura 24: <i>Se procedió a realizar el alineamiento con progresivas cada 20m, en el tramo de estudio, utilizando el software Civil 3D.</i>	112
Figura 25: <i>Interfaz de inicio del software de diseño hidráulico HEC-RAS 5.0.3.</i>	116
Figura 26: <i>El software nos permite modelar una topografía según el alineamiento previamente exportando de Civil 3D, para luego ingresar parámetros como caudal de diseño, periodo de retorno y coeficiente de rugosidad.</i>	116
Figura 27: <i>Una vez cargados los parámetros de diseño, el software nos permite visualizar las secciones por progresiva con el caudal ingresado, permitiendo analizar detalladamente.</i>	117
Figura 28: <i>Una vez modelado, se puede visualizar el alineamiento del tramo de estudio.</i>	117
Figura 29: <i>El software nos permite tener una buena visión del comportamiento del flujo, tanto en cortes transversales por sección, en planta, así como en 3D.</i>	

Finalmente se puede exportar el modelado por secciones, como se aprecia en el anexo 03..... 118

Figura 30: *Desborde en progresiva 0+600.....* 119

Figura 31: *Desborde en progresiva 0+580.....* 119

Figura 32: *Vista de las secciones del río, modelado en HEC-RAS con un caudal de 103.50m³/s.* 121

Figura 33: *Desborde en la progresiva 1+340.....* 122

Figura 34: *Desborde en la progresiva 0+660.....* 122

Figura 35: *Desborde en la progresiva 0+640.....* 122

Figura 36: *Desborde en la progresiva 0+620.....* 123

Figura 37: *Desborde en la progresiva 0+600.....* 123

Figura 38: *Desborde en la progresiva 0+580.....* 123

Figura 39: *Desborde en la progresiva 0+560.....* 124

Figura 40: *Desborde en la progresiva 0+540.....* 124

Figura 41: *Desborde en la progresiva 0+520.....* 124

Figura 42: *Desborde en la progresiva 0+500.....* 125

Figura 43: *Desborde en la progresiva 0+480.....* 125

Figura 44: *Desborde en la progresiva 0+460.....* 125

Figura 45: *Desborde en la progresiva 0+440.....* 126

Figura 46: *Desborde en la progresiva 0+420.....* 126

Figura 47: *Desborde en la progresiva 0+400.....* 126

Figura 48: *Desborde en la progresiva 0+380.....* 127

Figura 49: *Empozamiento del río en el tramo 1+440 hasta 1+236.22, aguas abajo.....* 128

Figura 50: <i>Empozamiento del río en el tramo 0+793.74 hasta 0+344.88, aguas abajo.</i>	128
Figura 51: <i>El tramo 0+793.74 hasta 0+344.88</i>	128
Figura 52: <i>Detalle de Foso de Disipación</i>	129
Figura 53: <i>Sección de muro de gaviones</i>	138
Figura 54: <i>Detalle de cimentación y colocación de geotextil no tejido entre gaviones y terreno.</i>	139
Figura 55: <i>Sección de defensa ribereña con gaviones.</i>	139
Figura 56: <i>Dimensiones de geobolsa proyectada para defensa ribereña.</i>	146
Figura 57: <i>Sección transversal, protección a la socavación.</i>	150
Figura 58: <i>Sección transversal, distribución del manto antisocavante.</i>	152
Figura 59: <i>Sección defensa ribereña con geobolsas.</i>	152
Figura 60: <i>Sección detallada de defensa ribereña con gaviones.</i>	168
Figura 61: <i>Sección detallada de defensa ribereña con geobolsas.</i>	168
Figura 62: <i>Costo de inversión por tiempo de vida útil.</i>	169
Figura 63: <i>Fuerzas estabilizantes y desestabilizantes en muros de retención.</i>	384
Figura 64: <i>Ejemplo de esfuerzos sobre el terreno.</i>	393
Figura 65: <i>Sección transversal, defensa ribereña con geobolsas.</i>	415
Figura 66: <i>Sección transversal, ángulo de inclinación de la estructura.</i>	417
Figura 67: <i>Sección transversal, altura de diseño.</i>	418
Figura 68: <i>Sección de foso de disipación en lecho para rasante y muro de piedra.</i> .	438
Figura 69 y Figura 70: <i>Durante las primeras visitas a la zona de estudio se pudo apreciar la gran cantidad de vegetación existente en el lecho, así como la falta del mejoramiento de los márgenes.</i>	482

Figura 71 y Figura 72: <i>A inicios del 2018 se realizaron trabajos de descolmatación y encauzamiento en el río Lacramarca.</i>	482
Figura 73 y Figura 74: <i>Este trabajo de encauzamiento, posteriormente sería modelado para determinar su efectividad, Modelado 02.</i>	483
Figura 75 y Figura 76: <i>Una vez identificada la zona, se procedió a realizar el estudio de topografía, para lo cual se determinó que el punto inicial sería un badén existente que conecta el CP Chachapoyas y el CP Villa María, marcando las progresivas desde la 0+000.</i>	483
Figura 77 y Figura 78: <i>Se procedió a ubicar lugares estratégicos que servirían para realizar el levantamiento topográfico. Primero se procedió a ubicar BM's que servirían para los cambios de estación, posteriormente se niveló el teodolito electrónico y se ingresaron los datos del GPS para la georreferenciación.</i>	484
Figura 79 y Figura 80: <i>Para los trabajos de levantamiento se necesitó personal de ayuda y así poder mejorar el avance diario, tomando lecturas cada 50m, a lo largo del tramo de estudio.</i>	484
Figura 81, Figura 82, Figura 83, Figura 84, Figura 85 y Figura 86: <i>Durante los cambios de estación se siguieron marcando las progresivas en el río cada 500m.</i>	485
Figura 87 y Figura 88: <i>El levantamiento topográfico finalizó al llegar a la progresiva 2+000 del tramo de estudio.</i>	486
Figura 89 y Figura 90: <i>Días posteriores se visitó nuevamente la zona de estudio para tomar muestras de suelos que servirían para el posterior análisis y diseño.</i>	486

Figura 91, Figura 92 y Figura 93: *Para la toma de muestras de suelos fue necesario contar con personal de apoyo para mejorar el avance diario.*.....487

Figura 94, Figura 95, Figura 96 y Figura 97: *Con el apoyo de personal de campo se tomaron las muestras para que se analicen en el laboratorio GEOLAB, de Nuevo Chimbote.*488

Figura 98 y Figura 99: *En la actualidad el tramo de estudio se encuentra nuevamente lleno de vegetación en los márgenes del río.*489

Figura 100, Figura 101, Figura 102 y Figura 103: *En la última visita a campo realizada en enero del 2020, se pudo apreciar que el trabajo de descolmatación y encauzamiento (figuras de la izquierda) realizados en el 2018, casi había desaparecido, pudiéndose observar el lecho y márgenes llenos de vegetación, así como los márgenes erosionados por el caudal diario (figuras de la derecha).*489

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: <i>Coefficiente De Rugosidad</i>	70
Ecuación 2: <i>Ancho Estable Del Cauce</i>	76
Ecuación 3: <i>Tirante Hidráulico</i>	77
Ecuación 4: <i>Velocidad real del flujo</i>	85
Ecuación 5: <i>Velocidad erosiva</i>	85
Ecuación 6: <i>Coefficiente De Sección</i>	86
Ecuación 7: <i>Coefficiente De Frecuencia</i>	86
Ecuación 8: <i>Diámetro Medio De Las Partículas Del Material Granular [Mm]</i>	86
Ecuación 9: <i>Exponente Variable En Función Del Diámetro Medio De La Partícula</i>	86
Ecuación 10: <i>Altura De Socavación</i>	86
Ecuación 11: <i>Ancho estable del cauce</i>	131
Ecuación 12: <i>Tirante hidráulico</i>	132
Ecuación 13: <i>Borde libre</i>	134
Ecuación 14: <i>Relación Pilarczyk</i>	148
Ecuación 15: <i>Lischtvan-Lebediev</i>	379
Ecuación 16: <i>Coefficiente de deslizamiento (Cd)</i>	387
Ecuación 17: <i>Resistencia a la tracción</i>	405
Ecuación 18: <i>Rigidez a la tracción del geotextil (J):</i>	406
Ecuación 19: <i>Densidad Relativa De Los Elementos Estructurales</i>	408
Ecuación 20: <i>Estabilidad ante flujos de corriente longitudinales</i>	408
Ecuación 21: <i>El factor de turbulencia (Kh):</i>	414
Ecuación 22: <i>Ángulo De La Pendiente (Ks)</i>	415

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo principal, hacer una comparación técnica – económica, para determinar el óptimo diseño de defensa ribereña entre un diseño tradicional y el confinamiento de suelos con geobolsas en el río Lacramarca, para lograr nuestro objetivo se realizaron estudios básicos de ingeniería como: levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos, hidrológico, hidráulicos, hidráulica fluvial y geológicos. Realizado el diseño de cada sistema de defensa ribereña los aspectos técnicos a evaluar fueron resistencia a la erosión, socavación, flexibilidad, adaptabilidad, tiempo de vida, mantenimiento, tiempo de ejecución, movimiento de tierras, proceso constructivo, habilitación y transporte. Además de aspectos económicos como: costo por ml, población beneficiada, generación de empleo, costo de mantenimiento a corto plazo, y costo de mantenimiento en un periodo mayor a 25 años. Con la finalidad de lograr una comparación objetiva se utilizó un método categórico donde el óptimo diseño se obtuvo con el sistema tradicional de gaviones, con un costo directo de S/ 1,937,692.72 y un tiempo de vida útil mayor a 50 años.

ABSTRACT

The main objective of this research project was to make a technical-economic comparison, to determine the optimal riparian defense design between a traditional design and the confinement of soils with geobags in the Lacramarca river, to achieve our objective, basic studies of engineering such as: topographic survey, study of soil mechanics, hydrological, hydraulics, fluvial hydraulics and geological. Once the design of each riverine defense system was carried out, the technical aspects to be evaluated were resistance to erosion, scour, flexibility, adaptability, life time, maintenance, execution time, earthworks, construction process, authorization and transportation. In addition to economic aspects such as: cost per ml, benefited population, job creation, short-term maintenance cost, and maintenance cost over a period of more than 25 years. In order to achieve an objective comparison, a categorical method was used where the optimal design was obtained with the traditional gabion system, with a direct cost of S / 1,937,692.72 and a useful life time greater than 50 years.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La acumulación de gases efecto invernadero (GEI) ha ocasionado grandes alteraciones en el medio ambiente desde veranos excesivamente calurosos a inviernos con muy bajas temperaturas además fenómenos naturales devastadores como es el caso del Fenómeno del Niño Costero ocurrido en el año 2017, debido a ello debemos prever posibles tragedias. “El incremento artificial de GEI en la atmósfera se viene produciendo desde los inicios del siglo XX. Entre las causas principales destacan la actividad industrial, el transporte, la producción energética (que emplea combustibles fósiles), ciertas actividades agrícolas y la destrucción de los bosques. Con estas actividades se está sometiendo a la Tierra a un proceso de calentamiento atmosférico inducido que, a su vez está derivando en un cambio climático. Este se manifiesta en cambios en las condiciones regulares del clima (temperatura, lluvias, humedad, vientos), en un incremento de la variabilidad climática natural y en una mayor frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos. El Perú, según el Tyndall Center, es uno de los países más afectados por el cambio climático junto a Bangladesh y Honduras, percibiéndose impactos en la disminución de la oferta de los recursos hídricos, ausencia de lluvias, prolongación de sequías, heladas y desglaciaciones, que dificultan las condiciones normales de desarrollo de las actividades económico productivas”. (Cajusol, 2006. (Como se citó en Torres, Gómez, Berrú, 2008)).

La cuenca en estudio se denomina: cuenca del Río Lacramarca. Y tiene su origen en las alturas del poblado de Huallanca y comprende parte de los distritos de Macate y Chimbote, ambos en la provincia de Santa, departamento de Ancash. Limita por el norte y el este con la cuenca del río Santa; por el sur, con la del río

Nepeña y, por el oeste, con el océano Pacífico, el río Lacramarca pertenece a la vertiente del Pacífico. Las condiciones climáticas existentes en el tramo de la faja marginal del río Lacramarca, han sido estimadas en función de los resultados del estudio hidrológico proporcionado por el “Estudio definitivo de la conducción La Huaca – Cascajal – Nepeña – Casma” CETEC S.A año 1989. La temperatura promedio anual observada es de 22.4°C, una humedad relativa de 73.2% y una precipitación pluvial muy baja, la cual ocurre en la estación de verano coincidiendo con las épocas de máximas avenidas. De acuerdo a la clasificación de kppen el clima es sub-tropical desértico. (Administración Técnica del Distrito de Riego Santa-Lacramarca ATDRSL, 1999, p6)¹.

Los valores de conductividad hidráulica, considerados en promedio en la clasificación como “rápida”, determinan buenas condiciones para el drenaje. (Proyecto Especial de Rehabilitación de Tierras Costeras. (1984). Estudio de la infraestructura de riego y drenaje valle: Santa-Lacramarca. Chimbote - ri nacional del agua)²⁰.

La zona estudiada (cuencas de los ríos Santa, Lacramarca y Nepeña) ubicada en la región yermosólica constituyó probablemente, en sus orígenes, una gran cuenca de sedimentación, la cual ha sido el escenario de sucesivos hundimientos y emersiones a través de su historia geológica, lo que ha permitido la deposición de sedimentos. Las rocas que afloran en la región son sedimentarias, metamórficas e ígneas. Los rasgos estructurales que presenta la zona estudiada guarda estrecha relación con la naturaleza de las rocas aflorantes. Las rocas sedimentarias, que cubren gran parte del sector central y oriental de la región, se hallan muy disturbadas, presentando numerosos pliegues (anticlinales y sinclinales), fallas y sobre escurrimientos, originados por esfuerzos de tensión, compresión y/o

cizallamiento. En cambio, las rocas que afloran en el sector costanero y en el flanco occidental andino muestran un tectonismo muy moderado. (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (1972) ONERN)¹⁸.

Datos de la zona de estudio (Atlas de Recursos Hídricos del País, 2013):

- Área de la Unidad Geográfica de Lacramarca: 837 km².
- Longitud de la Quebrada. Del Río Lacramarca: 68.18km.
- Afluentes: Quebrada La Pampa del Toro: 31km
- Unidades Fisiográficas: Planicie ondulada a disectada - llanura ondulada
- Capacidad de uso mayor de las tierras: Tierra apta para cultivo permanente, limitación suelo-necesidad de riego, calidad agrológica alta.

El Fenómeno Del Niño En El Perú

A fines del siglo XIX, los pescadores del norte del Perú apreciaron que todos los años hacia finales de diciembre, cerca de la Navidad, solía ocurrir un incremento de la temperatura del agua del mar, la cual era observable a lo largo de la costa norte. Atribuyeron este calentamiento a la llegada de una corriente marina de aguas cálidas a la que llamaron la corriente de “El Niño”. La presencia de estas aguas cálidas a lo largo de las costas peruanas, es un fenómeno recurrente que tiene una duración de varios meses. Ahora sabemos que este calentamiento marino-costero se acentúa cada cierto número de años, siendo una manifestación de los cambios que ocurren en las capas superficiales y subsuperficiales del océano. Esto está vinculado a interacciones complejas con la atmósfera que se producen en el Océano Pacífico ecuatorial, a miles de kilómetros de la costa peruana (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI. (2014). El fenómeno EL NIÑO en el Perú. 2017 – SENAMHI)²³

Impacto Del Fenómeno Del Niño

Las variaciones del clima que el Perú exhibe de un año a otro, conocido como variabilidad interanual, están en gran medida determinadas por la presencia de El Niño. Los eventos extremos asociados a este son los que causan impactos, afectando las condiciones de vida de la población.

Al fenómeno El Niño de 1972/73 le llaman “El Niño olvidado” (Glantz, 1996), ya que, si es comparado con los eventos extraordinarios de 1982/83 y 1997/98, pareciera ser cierta la afirmación; sin embargo, el Perú no lo olvida. Es en el contexto de este Niño que se produce en el país el colapso de la industria pesquera. Además, similares efectos ocurrían en el mundo: Rusia registró una caída severa en la producción de granos, que la obligó a importar grandes cantidades de trigo y maíz de Estados Unidos, lo que significó una escasez de estos productos a escala mundial. La soya, un alimento para consumo animal, reemplazaría al trigo en un momento de crisis alimenticia global. Las anomalías climáticas de principios de los años 70, según Glantz, impulsaron no sólo las investigaciones oceanográficas, atmosféricas y biológicas, sino que darían pie al desarrollo de un campo de investigación multidisciplinaria que desde ese momento ha sido conocida como Evaluación de Impactos Relacionados con el Clima. Tales evaluaciones interrelacionan la variabilidad climática y las actividades humanas. Visto así, el Perú muestra una gran vulnerabilidad ante las variaciones climáticas drásticas, como los episodios extremos de lluvia y las altas temperaturas asociadas a El Niño. Es una evidencia de ello las pérdidas económicas que implicaron eventos como El Niño 1982/83 (pérdidas por US\$ 3283 millones) y El Niño 1997/98 (causó daños estimados en US\$ 3500 millones), pérdidas equivalentes al 11,6% y 6,2% del PBI

anual de 1983 y 1998 (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI. (2014). El fenómeno EL NIÑO en el Perú. 2017 - SENAMHI)²³.

Informe Técnico Extraordinario N°001-2017

En enero de 2017 la temperatura de la superficie del mar se incrementó abruptamente, contra los pronósticos del ENFEN y de los modelos climáticos internacionales, hasta alcanzar valores por encima de 26°C en varios puntos de la costa norte, mientras que en el Pacífico ecuatorial central aún ocurría la transición de La Niña a neutral. Esto activó la segunda banda de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) en forma temprana e intensa frente a la costa de Perú, lo cual propició la ocurrencia de lluvias muy fuertes en la zona norte. Además, las condiciones atmosféricas tipo “La Niña en el Pacífico central” y el ingreso de humedad del norte propiciaron lluvias fuertes en los Andes occidentales. El calentamiento costero se habría iniciado por el debilitamiento de los vientos alisios del sur en enero, mientras que la intensificación de la segunda banda de la ZCIT al sur de Ecuador, activó un mecanismo de retroalimentación positivo que mantuvo los alisios del sur débiles en la banda ecuatorial y las temperaturas elevadas frente a la costa norte hasta el mes de abril. Luego, por la reducción estacional de la radiación solar las temperaturas se redujeron y se desactivó la banda secundaria de la ZCIT, iniciándose la rápida declinación del evento.

El periodo de diciembre 2016 a mayo del 2017 calificó formalmente como “El Niño costero” de magnitud moderada, con condiciones neutras en el Pacífico central. Si bien este evento fue de características y por mecanismos locales, a diferencia de los eventos de 1982-1983 y 1997-1998, fue bastante similar al evento El Niño del año 1925. Por sus impactos, asociados a las lluvias e inundaciones,

este evento “El Niño costero 2017” se puede considerar como el tercer “Fenómeno El Niño” más intenso de al menos los últimos cien años para el Perú. En cuanto a sus impactos en el ecosistema marino, la reducción del afloramiento costero ocasionó una disminución significativa de la productividad marina frente a la costa norte y centro. La anchoveta se desplazó hacia el sur, replegándose a la costa, y no presentó el desove de verano. Por otro lado, se detectó un incremento de la disponibilidad de recursos asociados a aguas cálidas, como caballa, bonito y atunes, desplazándose hasta el sur entre febrero y marzo. (Comisión multisectorial encargada del estudio nacional del fenómeno “el niño”-ENFEN,2017)⁶.

Impacto Socioeconómico Ante El Fenómeno Del Niño 2017 En Áncash

Se consideran los años 1891, 1925, 1972, 1982 - 83, 1997-98, 2010 y 2015 los que más afectaron la región. El de 1891 afectó el territorio nacional mucho más allá del norte del país, en forma similar al de 1997-98 que se extendió a lo largo de toda la costa del país. El Niño Costero 2017, se manifestó con fuertes lluvias, que se presentaron desde fines de enero hasta mayo, abarcando de sur a norte los departamentos entre Ica hasta Tumbes, afectó a miles de personas y causó daños en diferentes magnitudes a viviendas, carreteras, líneas de transmisión eléctrica-telefónica, obras de infraestructura vial e hídrica; principalmente por el desborde de ríos y activación de quebradas que permanecen secas por largos periodos (Concha et al., 2017, p.6)⁷.

La intensidad y magnitud de las precipitaciones pluviales del fenómeno del 2017 no se registraba desde hace 22 años (Fenómeno El Niño 1997-1998), y que, por las fuertes lluvias asociadas y daños causados similares a las de un fenómeno El Niño,

se le denominó Niño Costero, por ubicarse además frente a las costas de Perú y Ecuador.

Evolución Del Último Fenómeno “El Niño” 2017

El comité multisectorial encargado del Estudio nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), monitoreó la evolución del fenómeno, emitiendo la siguiente información, durante el transcurso del mismo:

- En un primer comunicado del 16 de enero, manifestó que la temperatura superficial del mar (TSM) frente a la costa peruana tenía un aumento ligero por encima del promedio, y da la probabilidad de ocurrencia de un “Niño Costero débil” en un 30% (Concha et al., 2017, p.7)⁷.
- Un segundo comunicado del 24 de enero considera condiciones favorables para que se dé un evento “El Niño Costero débil” para el verano e inicia un estado de vigilancia (Concha et al., 2017, p.7)⁷.
- Un tercer comunicado el 02 de febrero, señala que se consolidaron las condiciones para un evento El Niño Costero débil, con condiciones que favorecen un aumento de la frecuencia de lluvias de magnitud fuerte, especialmente en la costa norte del país, por lo que establece pasar a un estado de “Alerta de El Niño Costero”. La condición de un evento costero débil continuó hasta la quincena de febrero, con la probabilidad de ocurrencia de lluvias fuertes (Concha et al., 2017, p.7)⁷.
- Esta condición cambia a un “Niño Costero de magnitud débil a moderada” a inicios del mes de marzo, asociada a una alta probabilidad de lluvias fuertes en las zonas medias y bajas de Tumbes, Piura y Lambayeque; se mantiene estado de “Alerta de El Niño Costero” (Concha et al., 2017, p.7)⁷.

- En la quincena de marzo el ENFEN le otorga al evento el Niño Costero una “magnitud moderada”, con alta probabilidad de lluvias muy fuertes en las zonas medias y bajas de la costa, principalmente en Tumbes, Piura y Lambayeque hasta el mes de abril, y se mantiene el estado de “Alerta de El Niño Costero” (Concha et al., 2017, p.7)⁷.
- Finalmente, en su comunicado 08-2017 del 20 de abril, el ENFEN prevé la continuación del evento El Niño Costero por lo menos hasta el mes de mayo, aunque con menor intensidad respecto al verano y no descarta lluvias aisladas y de moderada intensidad en las zonas medias y altas de Tumbes durante el mes de abril; mantiene el estado de “Alerta de El Niño Costero”, pero ya manifiesta la declinación del evento Concha et al., 2017, p.7)⁷.



Figura 1: *Socavamiento e incisión de un afluente del río Lacramarca, ocasionado por la ruptura del canal Chinecas.*

Nota: adaptado de Informe técnico N.º A 6763 Evaluación Geológica de las zonas afectadas por el niño costero 2017 en la región anchas (p.31), por R. F. Concha et al, 2017, INGEMMET⁷.

Centros Poblados Afectados En La Región

A continuación, se detalla la afectación que sufrió la población durante el último fenómeno del niño costero:

Tabla 1: *centros poblados afectados por El niño costero 2017 - Áncash*

TIPO DE PELIGRO	CENTROS POBLADOS	PROVINCIA	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
INUNDACIÓN FLUVIAL	Tortugas	Casma	Rehabilitación	Las casas en la entrada hacia el balneario fueron inundadas.
	Las Zorras	Huarmey	Rehabilitación	Casas inundadas
	Huarmey	Huarmey	Rehabilitación	Numerosas viviendas inundadas, abundante arena y lodo
	La Rinconada	Santa	Rehabilitación	La inundación se produjo por la ruptura en varios tramos del canal Chinecas
	Quian	Aija	Rehabilitación	Zona de inundación por exceso de lluvias.
FLUJOS	Racrao	Huaraz	Reconstrucción	Drenaje tributario hacia el río principal (huayco) llegó a la vía asfaltada y al río principal
	Recuay	Recuay	Rehabilitación	Presencia de material aluvial y proluvial antiguo, el material arrastrado se encuentra oxidado
	Recuay	Recuay	Rehabilitación	Puente Velasco, leve inundación en el valle
	Chilán	Huaraz	Reconstrucción	Construcción ocupando una terraza inundable
	Vicos	Carhuaz	Rehabilitación	Daños severos en cinco viviendas
	Chasquitambo	Bolognesi	Rehabilitación	Confluencia del río Chasquitambo y Purísima, protección ribereña en ambas márgenes del río, sector puente Chasquitambo - poblado de Chasquitambo
	Yaután	Casma	Rehabilitación	Puente Yaután, aguas arriba se encuentran viviendas en zona de riesgo
	Oeste de Quillo	Casma	Rehabilitación	Huayco en la quebrada con gran cantidad de bloques y cantos rodados
	Casma	Casma	Rehabilitación	La inundación ha depositado material grueso entre bloques y gravas en la margen izquierda
	Los Ángeles	Santa	Rehabilitación	
	La Cuadra (Cascajal)	Santa	Rehabilitación	Poblado La Cuadra fue afectado por la inundación. Se considera como zona crítica
	Tambo Real Viejo	Santa	Rehabilitación	Poblado de Tambo Real, se aprecia socavamiento del cauce por inundación
	Santa Clemencia	Santa	Rehabilitación	Zona de inundación por el río Lacramarca
	San José	Santa	Rehabilitación	Afectó la zona este del poblado y el acceso a un AAHH y a zonas de cultivo.
	San Jacinto	Santa	Rehabilitación	Afectó levemente viviendas en ambas márgenes del río que cruza todo el poblado
	San Juan	Santa	Rehabilitación	Afectó levemente cuatro viviendas.
	Moro	Santa	Rehabilitación	Afectó viviendas de la zona este AAHH Nuevo Moro (Daños leves).
	Al sur de Moro	Santa	Reubicación	Daños severos en dos viviendas y cercos perimétricos de viviendas.
	Piedra Grande	Santa	Reubicación	Daños severos en dos viviendas y cercos perimétricos de viviendas.
	El Arenal	Santa	Reubicación	Daños severos en ocho viviendas y cercos perimétricos de viviendas.
San Jose	Santa	Reubicación	Daños severos de una avícola.	
Cajay	Santa	Reubicación	Daños leves a dos viviendas	

	Este Tambar	de Santa	Reubicación	Destrucción de ocho viviendas
	NE Virahuanca	de Santa	Rehabilitación	Daños moderados en tres viviendas
	SE Suchiman	de Santa	Rehabilitación	Daños moderados en dos viviendas
	S Suchiman	de Santa	Rehabilitación	Daños moderados en dos viviendas
	E. Tanguche	de Santa	Rehabilitación	Daños moderados en dos viviendas
	Yuracmarca	Huaylas	Rehabilitación	Daños moderados en dos viviendas
	Tortugas	Casma	Rehabilitación	Daños moderados en 12 viviendas
EROSIÓN FLUVIAL	Racrao	Casma	Reconstrucción	Sector Piedra Labrada-Racrao-Pariacoto, erosión en el margen derecho del río; el 15 y 16 de marzo llovió intensamente aumentando el caudal del río y llevándose algunas viviendas.
	Vichay	Huaráz	Rehabilitación	Sector frente a Vichay, viviendas en el margen del río Santa y no cuenta con defensa ribereña.
	Huaraz	Huaráz	Reconstrucción	Sector Ocho de marzo. Incremento de lluvias en el mes de abril incrementaron el caudal del río, arrasando viviendas construidas en las riberas del río Santa
	Pachacoto	Huaráz	Rehabilitación	Sector puente Pachacoto, derrumbes en los márgenes del río Santa por socavación en las márgenes; provocaron daños en las viviendas cercanas, también se aprecia derrumbes en el talud de corte de carretera
	Sector Calicanto	Huaráz	Reubicación	Puente Calicanto, protección ribereña en el margen derecho del río. Las viviendas se encuentran muy cerca de la ribera invadiendo el cauce.
	Coishco	Santa	Rehabilitación	Socavamiento en ambas márgenes del Río Sicho, afectando a una fábrica
DESGLIZAMIENTOS (CAÍDAS DE ROCAS U OTROS)	Huallanca	Bolognesi	Rehabilitación	Deslizamiento activo que puede ocasionar daños severos al campamento de Huallanca.
	Pomay	Recuay	Rehabilitación	Sector Pomay, aumento del cauce del río en periodos estacionales, trayendo consigo lodo.
	Coishco	Santa	Rehabilitación	Caída de detritos
	Coishco	Santa	Rehabilitación	Sector el Mirador posibles huaycos por las quebradas
	Phira	Huaraz	Reubicación	Pie del deslizamiento superficial, justo al límite con el muro del colegio, en este punto se encuentra un canal sin revestimiento.
PRECIP. PLUVIAL	Chuquicara	Santa	Rehabilitación	Daños en los techos de las casas por filtraciones debido a intensas lluvias.

Nota: adaptado de Informe técnico N.º A 6763 Evaluación Geológica de las zonas afectadas por el niño costero 2017 en la región anchas (p.13), por R. F. Concha et al, 2017, INGEMMET.



Figura 2: *Calles del poblado La Cuadra (Cascajal)*

Nota: adaptado de Informe técnico N.º A 6763 Evaluación Geológica de las zonas afectadas por el niño costero 2017 en la región anchas (p.33), por R. F. Concha et al, 2017, INGEMMET⁷.



Figura 3: *Vivienda afectada en el poblado La Cuadra (Cascajal), ubicado en la parte media de la cuenca Lacramarca.*

Nota: adaptado de Informe técnico N.º 6763 Evaluación Geológica de las zonas afectadas por el niño costero 2017 en la región anchas (p.33), por R. F. Concha et al, 2017, INGEMMET⁷.

ZONAS DE ÁREAS DE CULTIVO AFECTADAS EN LA REGIÓN

A continuación, se detallan los lugares con áreas de cultivo afectadas:

Tabla 2: *Áreas De Cultivo Afectadas Por El Niño Costero 2017 - Áncash*

TIPO DE PELIGRO	CENTROS POBLADOS	PROVINCIA	OBSERVACIONES
INUNDACIÓN FLUVIAL	Tayca	Huarmey	Límite del cauce actual que se encuentra a 10m de un pozo de bombeo y zona de inundación con presencia de pequeños canales
	Barbacay	Huarmey	Zona de inundación con presencia de un pequeño cauce 15m; hacia la margen derecha se encuentra el límite de terraza
	Malpaso	Huarmey	Extensas áreas de cultivo inundadas
	Mandinga	Huarmey	Extensas áreas de cultivo inundadas
	Alguay	Huarmey	Extensas áreas de cultivo inundadas
	San Francisco	Casma	Zona de inundación en gran parte del piso de valle
	Huancamuña	Casma	Extensas áreas de cultivo inundadas
	La Rinconada	Santa	Colapso del canal principal por inundación, cultivos inundados
	Huanchuy	Casma	Inundación de detritos, afectación a un pequeño puente de madera
	Ticapampa	Recuay	Inundación en la margen izquierda del río Santa. Se observa obras de remediación ante desborde tales como muros y pestañas.
	Anta	Santa	Extensas áreas de cultivo inundadas
	Virahuanca	Santa	Extensas áreas de cultivo inundadas
	La Capilla	Santa	Llanura inundable, se observa limos y arenas, parte de desembocadura hacia el mar.
	Quita Sombrero	Huarmey	Río Culebras ha invadido, zonas de cultivo.
	Amparu	Huarmey	Ampanu Zona de inundación, en cultivos.
	Molino	Huarmey	Zona de inundación, en cultivos.
FLUJOS	Cochán	Huarmey	Área inundable con daños en canal, tierras de cultivo y río culebras que ha socavado terrazas y ha generado flujo de lodo y detritos lo que han aportado a la inundación.
	Tres Cruces	Huarmey	Las viviendas y los cultivos fueron afectados por precipitaciones los días 15, 16 y 19 de marzo de 2017. Testigos indican que en dicho sector el agua fue dividida en dos ramales quedando la iglesia del sector en una pequeña isla
	Tres Cruces	Huarmey	Este punto limita la zona de peligro alto y muy alto con presencia de bloques arrastrados probablemente en El Niño del año 98
	Monsalve	Huarmey	Flujo de detritos (huayco) en la quebrada Monsalve con bloques de gravas que van desde los 30cm hasta los tres metros de diámetro con litología volcánica y el cauce posee un caudal entre 50 y 80 l/s
	Huayup	Huarmey	Depósito aluviónico con gran cantidad de bloques y grava en la quebrada
	Recuay	Recuay	Flujo de detritos perpendiculares al río, proveniente de la margen derecha del valle
	Acopampa	Carhuaz	Río inundó terrazas que eran utilizadas para cultivos.
Pueblo Libre	Huaylas	Río Vicos- Caraz. El flujo de detritos que desemboca a la quebrada, ha afectado en algunas partes a cultivos y trochas (que cruzaba anteriormente la quebrada).	

	Puente Tabón	Casma	Desborde del río (Tabón) hacia la margen izquierda afectando enormemente áreas de cultivo
	Santa Melania	Casma	Inundación por rebalse, pobladores indican que el día 16 de marzo hubo una inusual precipitación en el sector San Diego, distrito comandante Noel.
	Santa Melania	Casma	Área afectada por la inundación del último evento del mes de marzo, se observa que el cauce está conformado por gravas, arena y limo
	Hualgayoc	Casma	Nuevamente se aprecia el desborde del río (río Grande) hacia la mano izquierda
	Puente Muña	Casma	Puente Muña, desborde del río que afecta sembríos y erosión lateral
	Carbonería	Casma	Inundación de detritos
	Huanchuy	Casma	Flujo de detritos
	La Cuadra	Casma	Flujo de detritos
	La Cuadra	Casma	Socavamiento del cauce original entre 60 y 100 m de ancho hacia ambas márgenes
	La Cuadra	Casma	El agua se encauzó hacia el margen izquierdo con mayor intensidad, socavando y canalizando
	La Cuadra	Casma	Desborde del canal invadiendo cultivos y un sector de la carretera y actualmente el canal se ha encauzado
	Alto Perú	Casma	Vivienda colapsada por la inundación del río; en el otro margen canal colapsado
	Alto Perú	Casma	Inundación por incremento del cauce
	Río Seco	Casma	Aguas abajo del poblado Tambo Real Viejo
	Chachapoyas	Casma	Excavación del cauce por inundación
	Chachapoyas	Casma	Inundación por flujo, erosión en los márgenes del cauce afectando áreas de cultivo.
	Santa Clemencia	Casma	Zona de inundación en ambas márgenes
	Cañasbamba	Yugay	Flujo de detritos
EROSIÓN FLUVIAL	Alguay	Huarmey	Punto de control cerca al puente Cuscus, donde el río profundiza el cauce y deja el cauce original abandonado.
	Catac	Recuay	Erosión en el margen izquierdo cerca al poblado Utcullacu
	La Huaca III	Santa	Sector La Huaca III socavamiento en ambas márgenes de la ladera del río Sicho
	La Cuadra (Cascajal)	Santa	Excavación y erosión en ambas márgenes del río Lacramarca
	Chimbote	Santa	Erosión en los márgenes del valle

Nota: adaptado de Informe técnico N.º 6763 Evaluación Geológica de las zonas afectadas por el niño costero 2017 en la región anchas (p.15), por R. F. Concha et al, 2017, INGEMMET⁷.



Figura 4: *Se observa el ensanchamiento de cauce en el río Lacramarca (que originalmente era de 5m y tras la erosión fluvial se ensanchó a aprox. 100m).*

Nota: adaptado de Informe técnico N.º 6763 Evaluación Geológica de las zonas afectadas por el niño costero 2017 en la región anchas (p.33), por R. F. Concha et al, 2017, INGEMMET⁷.



Figura 5: *Estrato expuesto donde se puede observar depósitos de antiguas inundaciones con niveles de gravas y paleocanales.*

Nota: adaptado de Informe técnico N.º 6763 Evaluación Geológica de las zonas afectadas por el niño costero 2017 en la región anchas (p.32), por R. F. Concha et al, 2017, INGEMMET⁷.

Tramos De Carretera Afectados En La Región

A continuación, se detallan los tramos afectados en el último niño costeros:

Tabla 3: *tramos de carreteras afectadas por El niño costero 2017 - Ancash*

TIPO DE PELIGRO	CENTROS POBLADOS	TRAMO DE CARRETERA	LONG. AFECT.	ACCIÓN RECOM.	OBSERVACIONES
INUNDACIÓN FLUVIAL	Casma Huaraz	- Buena Vista Alta Cachipampa	- 2.50	Reconstrucción	Colapso de una parte de la vía asfaltada y con ella un pequeño puente que servía de drenaje transversal, a la vez ausencia de drenaje longitudinal. Zona Crítica
	Casma Huaraz	- Buena Vista Alta Cachipampa	- 1.50	Reconstrucción	Parte del asfalto ha desaparecido por el lavado de la base a causa de la inundación. En este punto el cauce se desvía alejándose de la vía asfaltada
	Casma Huaraz	- Buena Vista Alta Cachipampa	- 2.20	Reconstrucción	Parte del asfalto ha desaparecido por el lavado de la base a causa de la inundación.
	Chimbote Huaráz	- Suchiman	0.10	Rehabilitación	Inicio de inundaciones, erosión de pie de valle de 50m. Destrucción de la carretera y zonas de cultivo.
	Nepeña	Motocachi Moro	- 0.50	Reubicación	Destrucción de carretera
FLUJOS	Barranca Huaráz	- Chamana	0.40	Rehabilitación	Daños moderados
	Barranca Huaráz	- Chasquitambo	0.20	Reconstrucción	destrucción de la carretera
	Casma Hualgayoc	- Hualgayoc	1.20	Reconstrucción	Sector Hualgayoc, la vía de acceso ha sido dañada por el incremento del cauce cortando a la carretera
	Casma Huaraz	- Buena Vista Alta Cachipampa	- 0.40	Reconstrucción	Destrucción total de la carretera
	Casma Huaraz	- Buena Vista Alta Cachipampa	- 0.35	Reubicación	Destrucción total de la carretera
	Casma Quillo	- Oeste de Quillo	0.10	Rehabilitación	Huayco que llega a la vía con bloques enormes
	Casma Quillo	- Cunca	0.10	Rehabilitación	Huayco con material reciente
	Lacramarca	San José	0.20	Reubicación	Colapso de la carretera por la inundación del río Lacramarca
	Nepeña	Moro-Anta	0.40	Rehabilitación	Daños moderados
	Nepeña	Moro-Anta	2.50	Rehabilitación	Daños severos
	Nepeña	Moro-Anta	1.00	Rehabilitación	Daños leves.
	Nepeña	Moro-Anta	0.50	Rehabilitación	Daños leves
	Nepeña	Moro-Anta	0.40	Rehabilitación	Daños severos
	Nepeña	NE de S. Jacinto	2.00	Rehabilitación	Daños severos
	Carretera	Piedra Grande	0.10	Rehabilitación	Daños leves
Carretera	SO de Piedra Grande	0.30	Rehabilitación	Daños leves	
Carretera	Piedra Grande	0.25	Rehabilitación	Daños leves	
Carretera	San José	0.10	Rehabilitación	Daños severos	
Carretera	O Uchup	0.10	Rehabilitación	Daños severos	

Carretera	Cerca de Hornillos	0.10	Rehabilitación	Daños severos
Carretera	Larea	0.05	Rehabilitación	Daños leves
Carretera	SO de Larea	0.10	Rehabilitación	Daños leves
Carretera	AAHH Nuevo Moro	2.00	Rehabilitación	Daños leves
Carretera	Cerca de Moro	0.50	Rehabilitación	Daños moderados
Pista	SE de San Jacinto	0.30	Rehabilitación	Daños severos
Carretera	Cajay	0.20	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	SO a Breña	0.10	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	CP Breña	0.20	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	NO de Breña	0.20	Rehabilitación	Dstrucción de carretera
Carretera	CP Tambar	0.20	Rehabilitación	Dstrucción de carretera
Camino rural	NE de Virahuanca	0.10	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	Oeste de Nuevo Chimbote	0.10	Rehabilitación	Daños moderados
Trocha	Oeste de Nuevo Chimbote	1.10	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	SE de Chuquicara	0.10	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	Oeste de Chuquicara	0.05	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	Oeste de Chuquicara	0.15	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	Oeste de Chuquicara	0.10	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	Este de Suchiman	0.10	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	Este de Suchiman	1.00	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	Este de Suchiman	0.20	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	Frente de Suchiman	0.10	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	Frente de Suchiman	0.20	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	Frente de Suchiman	0.15	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	Cerca de Suchiman	0.07	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	SO de Rinconada	0.10	Rehabilitación	Daños severos
Carretera	Yuracmarca Chuquicara	0.10	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	Yuracmarca Chuquicara	0.08	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	Yuracmarca Chuquicara	0.07	Rehabilitación	Daños severos
Carretera	Yuracmarca Chuquicara	0.09	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	Entre Marcará y Atipayán	0.05	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	Vicos	0.08	Rehabilitación	Daños moderados
Carretera	Tocash	0.10	Rehabilitación	Daños leves
Carretera	NE de Colcas	0.05	Rehabilitación	Daños moderados

	Carretera	Huallanca	0.10	Rehabilitación	Daños leves
	Carretera	Huallanca	0.09	Rehabilitación	Daños leves
	Carretera	Huallanca	0.09	Rehabilitación	Daños leves
	Carretera	Yuracmarca	0.10	Rehabilitación	Daños severos
	Carretera	NO de Callhuash	0.10	Rehabilitación	Daños leves
	Nepeña	Vesique Norte de Casma	2.50	Rehabilitación	Daños severos
	Culebras	Culebras: entre Ampanu y Oyos	0.40	Reubicación	Daños severos
	Culebras	Culebras: entre Molino y Quillapampa	3.00	Reubicación	Daños severos
	Culebras	Culebras: entre Molino y Quillapampa	1.00	Reubicación	Daños severos
	Barranca Huaráz	- Hornillos	0.20	Reconstrucción	Flujo de lodo Sector Hornillos
	Panamericana Norte	Cerca de La Zorra	0.30	Rehabilitación	Daños severos
	Casma Huaraz	- Racrao	0.10	Rehabilitación	Erosión lateral por el cauce del río erosionando la vía asfaltada
	Casma Huanchuy	- El Olivar	0.25	Rehabilitación	
	Casma Huaraz	- Chuquicara	0.50	Rehabilitación	Se observa taludes verticales de aluviones antiguos en ambas márgenes del río Santa. El tipo de peligro es un flujo. Además, se puede ver socavamiento en la carretera por acción fluvial, Peligro ALTO.
DESLIZAMIENTOS (CAÍDAS DE ROCAS U OTROS)	Camino rural	Moro-Anta	0.60	Rehabilitación	Daños leves.
	Camino rural	O de Uchup	0.10	Rehabilitación	Daños leves.
	Carretera	NO de Callhuash	0.10	Rehabilitación	Daños leves.
	Carretera	Sur de Huanchay	0.30	Rehabilitación	Daños leves.
	Casma Huaraz	- Quitaflor	0.25	Rehabilitación	Derrumbes en un tramo de carretera hacia el margen derecho en el corte de talud.
	Huaráz Conocochoa	- Catac	0.22	Rehabilitación	Puente Parco
	Chimbote Huaráz	- Chuquicara		Rehabilitación	Yuracmarca-Chuquicara Zona de caída de rocas (canchales) y aluviones antiguos.
	Chimbote Huaráz	- Chuquicara	6.90	Rehabilitación	Yuracmarca-Chuquicara Socavamiento del río ha afectado la estabilidad del talud en la carretera. Además, hay caída de rocas que podría obstruir la carretera
	Chimbote Huaráz	- Chuquicara		Rehabilitación	Yuracmarca-Chuquicara. Caída de rocas/ Flujos Conos
	Chimbote Huaráz	- Chuquicara		Rehabilitación	Yuracmarca-Chuquicara Conos de detritos y socavamiento por la acción del río. (tramo de 500m).
	Huarmey	Tres Cruces	1.60	Rehabilitación	Caída de rocas en gran parte de la carretera hacia Huiña
	Casma Huaraz	- Racrao	0.25	Rehabilitación	Caída de rocas y vuelco en el talud de corte de carretera

Casma Hualgayoc	- Hualgayoc	0.60	Rehabilitación	Zona de derrumbe con caída de rocas volcánicas y detritos en el talud de corte de carretera,
Casma Huaráz	- Pariacoto	0.60	Rehabilitación	Desprendimiento de material desde el corte de talud de carretera obstruyendo el canal y parte de la vía asfáltica.
Casma Quillo	- Quillo	0.10	Rehabilitación	Erosión de laderas en carretera
Chimbote Huaráz	- Chuquicara	1.50	Rehabilitación	Laderas con fracturas, peligro tipo por caída (desprendimiento de aluviones). Además, se observa socavamiento en ambos márgenes del Río.
Chimbote Huaráz	- Chuquicara		Rehabilitación	Zonas de derrumbes, se observa erosión al pie de los depósitos fluviales. Con vista hacia la margen derecha se observan tres terrazas.
Barranca Huaráz	- Chamana	0.20	Rehabilitación	Caída de rocas.
Casma Huaraz	- Chacchán		Rehabilitación	Zona de deslizamiento y reactivación de un derrumbe en el corte de carretera.
Casma Huaráz	- Chacchán	1.80	Rehabilitación	Reactivación del deslizamiento de tipo rotacional, el substrato rocoso es volcánico, también se observa grietas tensionales
Casma Huaráz	- Santa Rosa	0.10	Rehabilitación	Deslizamientos y derrumbes en depósitos coluvio deluviales
Ranrahirca	- Independencia	0.20	Rehabilitación	Deslizamiento activo
Casma Huaraz	- Racrao	0.10	Rehabilitación	caída de rocas en el talud del corte de carretera con un intenso fracturamiento

Nota: adaptado de Informe técnico N.º 6763 Evaluación Geológica de las zonas afectadas por el niño costero 2017 en la región anchas (p.17), por R. F. Concha et al, 2017, INGEMMET⁷.



Figura 6: *Dstrucción total de la carretera Casma – Huaraz, en el tramo Buena Vista Alta – Cachipampa.*

Nota: Debido a la inundación de detritos y la ausencia de drenajes. Adaptado de Informe técnico N.º 6763 Evaluación Geológica de las zonas afectadas por el niño costero 2017 en la región anchas (p.30), por R. F. Concha et al, 2017, INGEMMET⁷.



Figura 7: *Daños ocasionados por flujos de detritos y lodo.*

Nota: Vista de la destrucción total de un tramo de la pista que conecta las ciudades de Casma y Huaraz. Vista tomada hacia el noreste. Adaptado de Informe técnico N.º 6763 Evaluación Geológica de las zonas afectadas por el niño costero 2017 en la región anchas (p.39), por R. F. Concha et al, 2017, INGEMMET⁷.



Figura 8: *Daños en la pista por erosión de una ladera ubicada sobre la margen izquierda del río Santa. Vista tomada hacia el Noreste.*

Nota: adaptado de Informe técnico N.º 6763 Evaluación Geológica de las zonas afectadas por el niño costero 2017 en la región anchas (p.40), por R. F. Concha et al, 2017, INGEMMET⁷.

OBRAS DE INFRAESTRUCTURA AFECTADAS EN LA REGIÓN

A continuación, se detallan las obras afectadas en el último niño costero:

Tabla 4: *obras de infraestructura afectada por El niño costero 2017 - Áncash*

TIPO DE PELIGRO	INFRA-ESTRUCTURA	LUGAR	PROV.	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
INUNDACIÓN FLUVIAL	Canal	Nepeña	Santa	Rehabilitación	Canal colmatado por arenas
	Puente	Moro	Santa	Reubicación	Colmatación del canal del río por donde se ubica el puente.
	Canal	La Rinconada	Santa	Reconstrucción	Colapso del canal principal por inundación, cultivos inundados
	Defensa Ribereña	Huarmey	Huarmey	Reconstrucción	Numerosas viviendas inundadas, abundante arena y lodo
	Canal	Cochán	Huarmey	Reconstrucción	Área inundable con daños en canal, tierras de cultivo y río culebras que ha socavado terrazas y ha generado flujo de lodo y detritos lo que han aportado a la inundación.
FLUJOS	Canal	Yautan	Casma	Reconstrucción	Presencia de un canal de drenaje cerrado, lo cual desencadena un rebalse por los márgenes de la vía asfaltada deteriorando gran parte de ella
	Puente	Pariacoto	Huaráz	Rehabilitación	Intenso aluvión, pero pocos daños
	Puente	Sector Conococha	Recuay	Rehabilitación	Pocos daños
	Reservorio	Villa Sucre	Huaylas	Rehabilitación	Río Vicos- Caráz. Flujos de detritos que constituyen un peligro al reservorio N°2 SAN DIEGO. El substrato rocoso es intrusivo. Peligro por inundación de detritos; material transportado por dicho evento consta de arenas limos y arcillas, cabe resaltar que este evento pertenezca al fenómeno de El Niño del año 97 - 98
	Puente	Puente Tabón	Casma	Rehabilitación	
	Canal	La Cuadra (Cascajal)	Santa	Reconstrucción	Compuerta del canal Chinecas
	Canal	La Cuadra (Cascajal)	Santa	Reconstrucción	La rotura del canal ocasionó el desborde socavando el cauce del río en la parte baja del valle
	Canal	Chachapoyas	Santa	Reconstrucción	Dstrucción total de un tramo del canal por la energía del agua desde la parte alta de la quebrada hacia el valle abajo.
	Canal	Chachapoyas	Santa	Reconstrucción	Naciente del huayco rompiendo el enrocado de los diques de protección, un tramo del canal pasa por debajo del suelo, en el evento ocurrido se obstruyo la entrada de la boca del canal
	Puente	Chimbote	Santa	Reconstrucción	Inundación en los márgenes del cauce, la infraestructura de un puente ha sido destruido
Tramo de canal	Moro	Santa	Reubicación	Dstrucción de carretera	
Daños en canal	Moro-Anta	Santa	Rehabilitación	Daños moderados	
Daños en canal	Moro-Anta	Santa	Reconstrucción	Daños moderados	
Puente	Jimbe-Colpcap	Santa	Rehabilitación	Daños leves	

	Canal	Moro-Anta	Santa	Rehabilitación	Daños leves
	Canal	Moro-Anta	Santa	Rehabilitación	Daños severos del canal y cercos perimétricos de propiedades.
	Canal	Piedra Grande	Santa	Rehabilitación	Daños severos
	Canal y red de agua potable	Breña	Santa	Rehabilitación	Daños moderados en canal revestido y red de agua potable
	Puente	NO de Breña	Santa	Reconstrucción	Dstrucción de puente
	Canal	Tambar	Santa	Reconstrucción	Dstrucción de canal
	Canal y postes de red eléctrica	NE de Virahuanca	Santa	Reconstrucción	Daños moderados
	Canal y puente	SO de San Jacinto	Santa	Reconstrucción	Daños moderados
	Canal Chincas	Este de Nuevo Chimbote	Santa	Rehabilitación	Flujos de arena colmataron el canal: Daños leves
	Canal Chincas	Este de Nuevo Chimbote	Santa	Rehabilitación	Flujos de arena colmataron el canal: Daños leves
	Canal Chincas	Este de Nuevo Chimbote	Santa	Rehabilitación	Flujos de arena colmataron el canal: Daños leves
	Canal Chincas	Este de Nuevo Chimbote	Santa	Rehabilitación	Flujos de arena colmataron el canal: Daños leves
	Canal Chincas	Este de Tanguche	Santa	Rehabilitación	Flujos de arena colmataron el canal: Daños leves
	Canal Chincas	SO de Tanguche	Santa	Rehabilitación	Flujos de arena colmataron el canal: Daños leves
	Avícolas y viviendas	N de Casma	Casma	Reconstrucción	Flujos de detritos que afectaron seis galpones y viviendas de la avícola.
	Canal	NO de Quillapampa	Huarmey	Reconstrucción	Flujos de detritos hicieron daños severos al canal.
	Canal	NO de Quillapampa	Huarmey	Reconstrucción	Flujos de detritos hicieron daños severos al canal.
	Canal	Sur de Huanchay	Huarmey	Reconstrucción	Flujos de detritos hicieron daños severos al canal.
	Bocatoma de canal	SO de Huanchay	Huarmey	Reconstrucción	Flujos de detritos hicieron daños severos al canal.
EROSIÓN FLUVIAL	Pozo	Alguay	Huarmey	Reconstrucción	La inundación ha socavado las paredes del río, socavando gran profundidad con lo
DESLIZAMIENTOS	Canal	Sur de Huanchay	Huarmey	Rehabilitación	Daños leves
PRECIP. PLUVIAL	Canal	Larea	Santa	Rehabilitación	Daños leves
	Colegio	Breña	Santa	Rehabilitación	Daños moderados en cerco perimétrico de colegio

Nota: adaptado de Informe técnico N.º 6763 Evaluación Geológica de las zonas afectadas por el niño costero 2017 en la región anchas (p.21), por R. F. Concha et al, 2017, INGEMMET⁷.



Figura 9: *Vivienda rural destruida en el sector de la sub cuenca hidrográfica Chimbote.*

Nota: adaptado de Informe técnico N.º 6763 Evaluación Geológica de las zonas afectadas por el niño costero 2017 en la región anchas (p.40), por R. F. Concha et al, 2017, INGEMMET⁷.



Figura 10: *Daños ocasionados por inundaciones.*

Nota: adaptado de Informe técnico N.º 6763 Evaluación Geológica de las zonas afectadas por el niño costero 2017 en la región anchas (p.40), por R. F. Concha et al, 2017, INGEMMET⁷.

CIFRAS DEL IMPACTO SOCIOECONÓMICO EN LA REGIÓN

- El niño costero del 2017 dejó al menos 76 millones de soles como pérdidas sólo en el sector agrícola, de los cuales 3603 hectáreas de cultivos perdidos y 8893.25 hectáreas afectadas, según la Dirección Regional de Agricultura de Áncash.
- En daños personales, fallecieron 27 personas, 128 lesionados, 01 desaparecido, 117 052 afectados, 34,400 damnificados y 792 emergencias. En daños materiales, 3079 viviendas destruidas y 26 637 viviendas afectadas, según INDECI.
- En el sector educación, 451 instituciones educativas resultaron dañadas, de las cuales 406 afectadas, 12 colapsadas y 33 inhabitables, según el director regional Miguel Arista Cueva.
- En el sector salud, 417 establecimientos de salud resultaron afectados, de los cuales 03 colapsaron. Además de presentarse 196 casos de dengue en Coishco, 121 en Chimbote, 33 en Nuevo Chimbote y 6 en la provincia del Santa. Debido al estancamiento de aguas, por los desbordes e inundaciones, según el director regional de salud, Ciro Castillo Rojo.
- En el poblado Cascajal, al menos 700 viviendas fueron afectadas, por 04 huaicos registrados, debido a esto, los pobladores se refugiaron subiendo a los cerros aledaños, donde pernoctaron, según el alcalde Tito Cano Chauca. Además, se vieron afectados 800 estudiantes del colegio de Cascajal Bajo, según los diarios locales.

- A nivel nacional, se estimaron las pérdidas económicas en S/. 17,300 millones, (US \$5088 millones, casi el 3.45% del PBI para el 2017) en infraestructura, según la consultora Maximixe. Así mismo los últimos fenómenos del niño, generaron pérdidas de US \$3500 millones (más del 4.5% del PBI) en 1997-98, según la CAF (Banco de Desarrollo de América Latina); y US \$1000 millones (casi 7% del PBI) en 1982-83, según INDECI.



Figura 11: *Viviendas en escombros, afectadas por los desbordes.*

Nota: adaptado de Informe técnico N.º 6763 Evaluación Geológica de las zonas afectadas por el niño costero 2017 en la región anchas (p.40), por R. F. Concha et al, 2017, INGEMMET⁷.

DEFENSAS RIBEREÑAS

Teniendo en cuenta la vulnerabilidad de los cauces de ríos frente a fenómenos naturales y avenidas extraordinarias de los ríos se prevé la construcción de defensas ribereñas, que son medidas estructurales de protección y mitigación ante los daños potenciales que se pueden producir. Para proteger las defensas ribereñas contra los efectos de la erosión del flujo del canal, se utilizan revestimientos de diversos materiales y características. Según Pilarczyk (2004) los revestimientos en base a rocas, bloques y asfalto son comunes en las obras de ingeniería, debido a lo cual, los conocimientos de diseño y los criterios necesarios para su correcto funcionamiento se han difundido ampliamente. Así mismo, es básico reconocer la importancia de los revestimientos contra la erosión en las obras ribereñas, debido a que la erosión o socavación es la principal causa de falla de estas obras, así por ejemplo aproximadamente el 60 % de las estructuras, como los puentes, fallan por falta de una adecuada protección contra la erosión (Rocha, 2014). Por otro lado, la construcción masiva de estructuras de defensa contra inundaciones en base a rellenos de piedra ha depredado este recurso en el país a pesar de la existencia de la Ley N.º 28221, Ley que regula el derecho por extracción de materiales de los álveos o cauces de los ríos por las municipalidades. Es por esto que, ante la necesidad de una nueva opción de revestimiento de las defensas, se plantea el uso del sistema de confinamiento de suelos con geobolsas.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

El fenómeno natural denominado El Niño costero, siempre suele generar muchas pérdidas, económicas y de vidas humanas, todo esto debido a la falta de prevención. Es lamentable comprobar que las inversiones

efectuadas ante el anuncio del Fenómeno “El Niño”, no tienen un efecto positivo y no se concretan porque la autoridad del clima suele especular sobre su magnitud.

En el Perú, el tema de la prevención en ríos, sólo inicia cuando la época de lluvias ha comenzado, desde octubre hasta abril aproximadamente dura en la parte altoandina del país; entonces recién se inician gestiones para conseguir autorizaciones y fondos ante las entidades del estado, en una lucha contra el tiempo y la naturaleza, pues con los ríos crecidos y las probabilidades de inundación en ciertos lugares, ejecutar servicios de mantenimiento y descolmatación sólo conduce a mayores pérdidas, pues suele ser una inversión que no perdura. Debido a ello es necesario ejecutar obras de protección eligiendo un sistema óptimo que no genere gastos excesivos y que utilicen recursos de la zona. Por tal motivo nos formulamos la siguiente pregunta:

¿Cuál es el diseño de defensa ribereña más adecuado, teniendo en cuenta su comparación técnica y económica, en el tramo del río Lacramarca, sector Cascajal; que permita asegurar el encauzamiento del caudal ante fenómenos climatológicos extremos?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuáles son los estudios a realizar para ambos diseños?

¿Cómo diseñar una defensa ribereña de tipo tradicional?

¿Cómo diseñar una defensa ribereña mediante el confinamiento de suelos con geobolsas?

¿Cuál es el diseño más adecuado en el aspecto técnico y económico para una defensa ribereña en el tramo seleccionado mediante una comparación?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Hacer una comparación técnica – económica, para determinar el óptimo diseño de defensa ribereña entre un diseño tradicional y el confinamiento de suelos con geobolsas, en el tramo seleccionado.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar los estudios requeridos para realizar ambos diseños, tales como topografía, mecánica de suelos, hidrológicos, hidráulicos, hidráulica fluvial y geológicos.
- Realizar un diseño de defensa ribereña para el sistema tradicional.
- Realizar el diseño de confinamiento de suelos con geobolsas.
- Comparar ambos diseños teniendo en cuenta aspectos técnicos y económicos, para definir cuál es el más adecuado.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Como ciudadanos de la provincia del Santa, se pretende contribuir en la búsqueda de soluciones que nos protejan frente a fenómenos naturales, tales como, futuras inundaciones y desbordes del río Lacramarca, evitando pérdidas económicas y de vidas.

Nuestro estudio pretende dar a conocer las características técnicas del diseño de defensas ribereñas hasta encontrar una estructura económicamente rentable, este factor es fundamental debido a las implicancias que conllevan un ahorro de presupuesto y estar a la par con nueva tecnología aplicada en estructuras de protección.

1.5. LIMITACIONES DEL TRABAJO

- La accesibilidad a la zona de estudio no es sencilla o cerca, por tal motivo hacía falta tomar un comité en la Av. Buenos Aires, hacia el sector de Cascajal bajo, para luego caminar 1.10km hasta llegar al río Lacramarca. Todo este tramo demora aproximadamente 40-50 min, desde la ciudad de Chimbote.
- No hay mucha información sobre diseño de geobolsas en el país, por tal, se tuvo que traducir textos en inglés, de libros americanos en su mayoría, para así poder desarrollar el tema. Ya que tampoco suele haber muchos programas de diseño libres.
- Al momento de realizar cotizaciones con empresas para el suministro de los materiales necesarios para la comparación económica, muchos no llegaban a responder, lo que dificultaba el proceso de recopilación de información.
- No existen muchos estudios sobre el río Lacramarca, debido al poco caudal que transporta en nuestro tramo de estudio. Salvo los que tocan el fenómeno del niño costero, mas no de forma constante.
- Debido a la coyuntura nacional, la universidad se encontró cerrada por varios meses, retrasando coordinaciones e imposibilitando hacer nuevos ensayos de mecánica de suelos en el laboratorio de la universidad, por tal motivo, se tuvo que obtener nuevas muestras para ser analizadas en un laboratorio externo.

1.6. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Si se realiza una adecuada selección de defensa ribereña en base a la comparación técnica-económica para el tramo de estudio (entre el sistema tradicional y mediante confinamiento de suelos con geobolsas), se tendrá un diseño óptimo que pueda evitar desbordes e inundaciones cuando se presenten avenidas excepcionales.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 INTERNACIONALES

- El estudio “**Descripción De Las Defensas Ribereñas**”, por Elioska Galanton M. (2007), está referido a las defensas ribereñas, las cuales son estructuras situadas en los márgenes de los ríos para proteger a las poblaciones costeras cercanas que albergan, y a estructuras existentes al riesgo hídrico. El cual tiene como objetivo describir los tipos de defensas que se deben utilizar para proteger estructuras cercanas al río. Así como, identificar los tipos de defensas, señalar los materiales adecuados a utilizar en los diferentes tipos de defensas, e indicar a que distancia se deben colocar estas protecciones.

Las conclusiones señalan que, el muro de gavión, es uno del más apropiado, ya que es una obra construida con materiales flexibles, que cumplen con las exigencias establecidas, y puede adecuarse a deformaciones que puedan producirse una vez puesta en funcionamiento. También, en muchos casos las estructuras de defensas ribereñas son dimensionadas con una falla conceptual, ya que quedan

expuestas a la acción de la velocidad del agua en su base, lo cual provoca socavamiento y erosión al pie de la obra. Una solución adoptada para evitar este problema es la plataforma de deformación, que es compuesta por gaviones tipo colchón, son elementos flexibles posicionados en frente de la estructura, que, al deformarse, acompañan la erosión del fondo, evitando así que este alcance la base de la estructura y la desestabilice

- En la International Journal of Sustainable Built Environment los investigadores Brian O. Oyegbile y Benjamin A. Oyegbile elaboraron **“Applications of geosynthetic membranes in soil stabilization and coastal defence structures”** ... En este trabajo debido al aumento de la demanda del uso de geosintéticos debido a las mejoras en sus propiedades y técnicas de fabricación. Este trabajo revisa los desarrollos y aplicaciones de los geosintéticos en la estabilización del suelo y la protección de áreas costeras con énfasis en la protección de la costa. Se presentan datos de investigación empírica relevantes, así como los desafíos presentes y futuros en el uso de geosintéticos en la estabilización del suelo y las estructuras de defensa costera.

La conclusión principal refiere que la variabilidad de las propiedades de los geosintéticos los cuales llaman a la armonización de normas para diversas aplicaciones de campo. Además, los beneficios ambientales de los geosintéticos sobre los convencionales.

2.1.2 NACIONALES

- El estudio de Edison Enrique Alanya Barzola (2017), se titula: **“Sistema De Prevención Y Control De Erosión En La Ribera Del Rio San Fernando Tramo Chayhuamayo – Shucusma, Huancayo - Junín”**... En este trabajo la población comprendida se ubica en el distrito de Shucusma. Esta tesis tiene como objetivo principal determinar qué tipo de sistema de prevención y control de erosión se debe emplear para evitar el deterioro de las riberas del rio San Fernando en el tramo Chayhuamayo, elaborar el cronograma general del proyecto y análisis de costos; así como Determinar el caudal máximo del río, determinar las características mecánicas y físicas del suelo de la ribera del río, estimar las velocidades de flujo y esfuerzos cortantes.

Las conclusiones principales del trabajo mencionado refieren que, el sistema de interposición de una estructura de muro de gaviones previene y controla la erosión de taludes en la ribera del rio, ya que el muro de gaviones cumple con las condiciones técnicas: análisis de estabilidad para un factor de seguridad mayor a 2. Y económicas, ya que este requiere poca mano de obra calificada, uso de maquinaria pesada mínima, los materiales pétreos a utilizar se encuentran presente en la zona de estudio haciendo menos costosa en comparación al uso de enrocado colocado.

- La tesis de Alejandro Ramirez-Chumacero (2017), se titula: **“Procedimiento Constructivo Utilizando La Tecnología De Geotextiles Para Protección Costera En Colán-Piura”** ... En este trabajo la población comprendida en los distritos es predominantemente

urbana, en los distritos de Paita y Colán. Esta tesis tiene como objetivo principal el describir el procedimiento constructivo utilizando la tecnología de geotextiles como protección costera en la playa de Colán, método que representa una alternativa flexible, que entre unas de sus ventajas permite sustituir materiales convencionales para el control de la erosión como la roca y el concreto, utilizando los sedimentos propios del lugar (arena) como material de relleno de los geotextiles.

Las conclusiones principales del trabajo mencionado refieren que el procedimiento constructivo para la implementación del sistema con geobolsas resulta ser un proceso sencillo, con requerimientos de mano de obra no especializada y el uso opcional de maquinaria pesada para las actividades de llenado de las geobolsas, ya que pueden ser llenadas manualmente. La facilidad constructiva en la aplicación de este sistema genera un alto rendimiento de trabajo, siempre y cuando el trabajo esté planificado, esto se manifiesta en que sólo es necesaria una cuadrilla conformada por un maestro de obra y cinco peones (mano de obra no especializada) y el uso de una sola excavadora.

2.2. BASE TEÓRICA

2.2.1 ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA

a. TOPOGRAFÍA

La topografía general de la cuenca afecta la cantidad de agua que pasa de un área elemental hacia otras adyacentes. De este modo el escurrimiento de un lugar es el producto del aportado por las precipitaciones locales y del que le aportan otras áreas. Son más evidentes en los límites de los lotes en los que se detiene el flujo y depositan sedimentos y rastros por la vegetación y alambrados perimetrales. Por el contrario, el escurrimiento se acelera al llegar a los caminos, en los cuales hay muy poca rugosidad... (Cisneros et al., 2012, p.23)⁵.

La complejidad, longitud y gradiente de las pendientes definen la topografía de un área e influyen en el tiempo de concentración. Relieves ondulados, con pendientes complejas, determinan tiempos de concentración menores que los de cuencas uniformes y planas. (Cisneros et al., 2012, p.31)⁵.

Es conveniente tomar los detalles del río, así como las variaciones del lecho. Del mismo modo, considerar ambos márgenes del río, su colindancia con las áreas agrícolas afectadas y sujetas a erosión, centros poblados, los servicios, etc. En gabinete se procede a efectuar el dibujo y de acuerdo a los cálculos hidrológicos e hidráulicos, se fija el eje central y la amplitud del cauce, lo que permitirá determinar las áreas a proteger en forma directa, áreas a recuperar y áreas a ganar

a la caja del río, así como la ubicación de los muros de encauzamiento. (Vásquez Villanueva... (2016). Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas. Lima: fondo editorial-UNALM)²⁴.

b. MECÁNICA DE SUELOS

El análisis granulométrico tiene por objeto determinar la distribución de tamaños de partículas de suelo. Y como finalidad determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (Nº200).

El análisis granulométrico de suelos por tamizado según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se puede realizar con la muestra entera, o bien con parte de ella, después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado. (MTC. (2016). Manual de ensayos de materiales MTC E 107)¹⁶

Al igual que la forma, la distribución de los granos por tamaños sólo tiene importancia en el caso de los suelos gruesos. Para tal efecto se utiliza un juego de mallas o tamices a base de filamentos de acero inoxidable, identificados ya sea por el tamaño de la abertura en pulgadas o por el número de hilos o filamentos por pulgada cuadrada como se indica en la tabla Nº05 (M.I. Zea Constantino, Carmelino.,

Dr. Rivera Constantino, Rigoberto. (2004). Notas sobre los fundamentos de la mecánica de suelos. Universidad Nacional Autónoma de México – Mexico)¹⁴

...se sabe que en general un suelo granular entre más compacto se encuentre, mejores son sus características de resistencia y deformidad... (M.I. Zea Constantino, Carmelino., Dr. Rivera Constantino, Rigoberto. (2004). Notas sobre los fundamentos de la mecánica de suelos. Universidad Nacional Autónoma de México – Mexico)¹⁴

Tabla 5: *Juego de mallas para el ensayo granulométrico*

<i>Numero de Malla</i>	<i>Abertura max. (mm)</i>
3"	76.2
2"	50.8
1"	25.4
¾"	19.0
½"	12.7
3/8"	9.50
4	4.75
10	2.00
20	0.850
40	0.425
60	0.250
100	0.150
200	0.075

FUENTE: NTP 339.128

Para poder separar los diferentes tamaños de los granos de las mallas deben estar ordenadas de mayor a menor abertura y limpias de impurezas que se pudieran haber incrustado en pruebas anteriores. El

material debe manejarse con cuidado para no perder finos antes del pesado, los fragmentos muy grandes deben limpiarse con una brocha gruesa y colocarse uno por uno para evitar que el equipo se dañe, la arena y finos resultado de esta acción deben regresarse a la muestra; el resto del material debe hacerse pasar por agitado evitando que los granos pasen forzados por las mallas. El material retenido en cada malla se pesa seco, y se registra en el formato correspondiente (M.I. Zea Constantino, Carmelino., Dr. Rivera Constantino, Rigoberto. (2004). Notas sobre los fundamentos de la mecánica de suelos. Universidad Nacional Autónoma de México – Mexico)¹⁴

Para los fines de la determinación del Programa de Investigación Mínimo (PIM)* del EMS (Artículo 11 (11.2)), las edificaciones serán calificadas, según la Tabla N° 6, donde A, B y C designan la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la investigación de suelos necesaria para cada tipo de edificación, siendo el A más exigente que el B y éste que el C (Norma E-050 Suelos y cimentaciones, [RNE], 2006, p.02).

Tabla 6: *Clasificación de Estructuras Según su Importancia.*

Número de puntos de investigación	
Tipo de edificación	Número de puntos de investigación (n)
A	1 cada 225 m ²
B	1 cada 450 m ²
C	1 cada 800 m ²
Urbanizaciones para viviendas 3 por cada Ha. De terreno habilitado Unifamiliares de hasta 3 pisos	

Nota: Obtenida de la norma E-050 (Suelos y cimentaciones), para clasificación de estructura según importancia.

Tabla 7: Número de Puntos de Investigación.

CLASE DE ESTRUCTURA	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS* (m)	NÚMERO DE PISOS (Incluidos los sótanos)			
		≤ 4	4 a 8	8 a 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	< 12	C	C	C	B
PÓRTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	< 10	C	C	B	A
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERÍA	< 12	B	A	—	—
BASES DE MÁQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	A	—	—	—
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	A	A	A	A
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	B	A	A	A
* Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior.					
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES		≤ 9 m de altura	> 9 m de altura		
		B	A		

Nota: Obtenida de la norma E-050 (Suelos y cimentaciones), para determinar el número de muestras a tomar. Siendo el número de muestras de investigación para estudios de suelos, según la superficie a ocupar.

c. ESTUDIO HIDROLÓGICO

La Cuenca Y Sus Características Geomorfológicas

Desde el punto de vista hidrológico, una cuenca hidrográfica es definida como el área geográfica natural o unidad de territorio delimitada por una divisoria topográfica (Divortium Aquarum), que capta las precipitaciones y drena el agua de escorrentía hacia un colector común, denominado río principal. (Vásquez Villanueva... (2016). Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas. Lima: fondo editorial-UNALM)²⁴

La cuenca del río Lacramarca está formada por vertientes dentro de los distritos de Macate y Chimbote. Las aguas desembocan en el Océano Pacífico acarreando aguas residuales

provenientes de riegos de terrenos obtenidos del canal Cascajal-Nepeña construido por el Proyecto Especial Chincas. Dicho riego se ve conformado bajo la comisión de regantes LACRAMARCA BAJA: esta comisión de regantes capta sus aguas del río Santa a través del CD Irchim y de este a través del L1 Carlos Leigh. (Instituto Nacional de Recursos Naturales. Intendencia de Recursos Hídricos. Dirección de Recursos Hídricos. (2006). Proyecto: “Estudios Definitivos De Implementación De Estructuras De Medición Y Control De Caudales”. Lima –ANA) ¹¹.

Partes De Una Cuenca Hidrográfica

Partes altas. - Estas partes comprenden altitudes superiores a los 3,000 metros sobre el nivel del mar, llegando en algunos casos hasta los 6,500 msnm. En tales áreas se concentra el mayor volumen de agua ya sea en forma de nevados o de lluvia, dado que allí la precipitación pluvial es intensa y abundante; es frecuente asimismo la formación de nevados. La topografía de estas zonas es sumamente accidentada y escarpada; en consecuencia, su potencial erosivo es sumamente alto, pero al mismo tiempo su potencial para la producción hidroenergética también es alta. La precipitación total anual promedio alcanza los 800 hasta 1,600 mm por año. En esta parte es frecuente observar lagos y lagunas con abundante actividad biológica. Aquí se ubican los pastores y campesinos pobres que normalmente desarrollan una economía de autoconsumo y

subsistencia; pero al mismo tiempo en estas zonas se encuentra un gran potencial con recursos mineros.

A estas partes altas también se le llama “cabecera de cuenca”, que son las zonas de mayor disponibilidad de agua y de muy buena calidad y que a partir de allí fluyen hacia las partes medias y bajas de las cuencas, ya sea en forma superficial o subterránea. Estas partes altas son claves para su preservación y protección por ser abastecedoras de agua para el resto de la cuenca (Vásquez Villanueva... (2016). Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas. Lima: fondo editorial-UNALM)²⁴

Partes medias. - Son las comprendidas entre los 800 y 3000 msnm. Las precipitaciones promedio que caen en estas zonas varían entre los 100 – 800 mm/año. En estas zonas están los valles interandinos, caracterizados por el clima benigno y variado. La función de estas partes de la cuenca está relacionada fundamentalmente con el escurrimiento del agua, siendo frecuente en dicho ámbito la presencia de pequeñas ciudades que la circundan, dándose además como característica, una gran actividad económica. (Vásquez Villanueva... (2016). Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas. Lima: fondo editorial-UNALM)²⁴

Partes bajas. - Abarcan desde el nivel del mar hasta los 800 msnm. La precipitación promedio que cae en la zona es muy escasa (< 100 mm/año), su pendiente es igualmente baja. En este ámbito están los amplios valles costeros, donde se

desarrolla una intensa actividad agropecuaria, así como también se ubican las medianas y grandes ciudades consumidoras. En estas zonas se ubican los grandes proyectos de irrigación con importantes sistemas de embalse. El potencial de aguas subterráneas de estas zonas es alto. (Vásquez Villanueva... (2016). Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas. Lima: fondo editorial-UNALM)²⁴

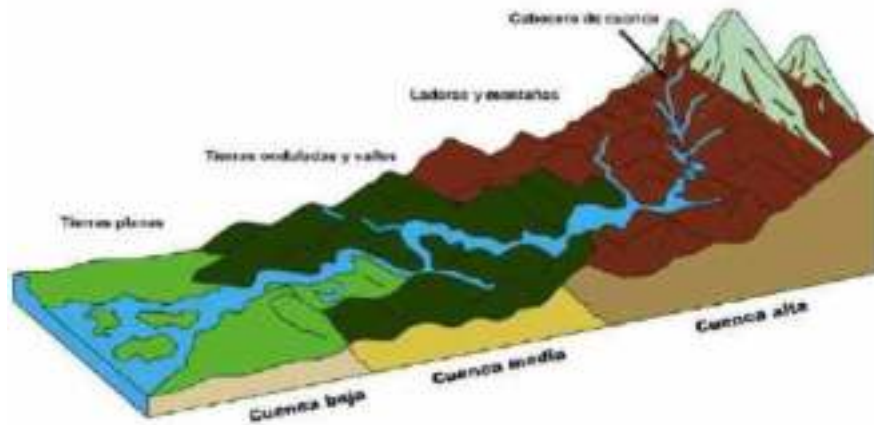


Figura 12: Esquema donde se muestran las partes de una cuenca hidrográfica.

Nota: adaptado de Manejo Y Gestión De Cuencas Hidrográficas (p.21), por Vásquez, A. et al, 2016, Fondo Editorial-UNALM

Tipos De Cuencas

Existen notoriamente tres tipos de cuencas según la derivación de las aguas de los ríos, las cuencas de la vertiente del Pacífico, del Atlántico y las del Titicaca, que en total suman 159 cuencas en todo el sistema hidrográfico nacional.

- *Cuencas del Pacífico*

Las 62 cuencas del Pacífico se caracterizan por la morfología muy accidentada, angosta y corta de sus partes altas, compuesta por cañones muy pronunciados, que se vuelven muy pedregosos en las partes medias, facilitando los torrentes y por una limitada amplitud en sus partes bajas por la presencia de desiertos. Es por ello que la necesidad de agua se torna imprescindible para sustentar la agricultura especialmente en las partes bajas de estas cuencas, que son desiertos, lo que ha obligado a recurrir a la construcción de importantes obras de infraestructura hidráulica, tales como grandes reservorios de agua, canales de irrigación que han permitido ganar tierra al desierto, ampliando de esta manera la frontera agropecuaria en la costa del Pacífico, la cual más se asemejan a una oasis dentro de un largo desierto.

Los ríos que discurren hacia el Pacífico, son paralelos, torrentosos y siguen enormes pendientes, lo que les da cierta peculiaridad a los cursos de agua de no navegables.

Como contraparte, en las partes bajas no se han realizado significativas acciones para mejorar la ecología de las partes

medias o altas, constatándose un avance de la erosión al haberse abandonado la cobertura vegetal de cultivos, al haberse aumentado la carga animal generando sobrepastoreo y un avance descontrolado de la deforestación. (Vásquez Villanueva... (2016) Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas. Lima: fondo editorial-UNALM)²⁴

- *Cuencas del Atlántico*

Las 84 cuencas del Atlántico se caracterizan por una mayor precipitación pluvial en las partes altas, contar con valles interandinos más anchos y un recorrido más largo y amplio de sus ríos en sus partes medias y por las partes bajas que son tropicales húmedas. Interesa no tanto el uso racional del agua sino la construcción de una infraestructura que permite la captación de la misma al contar con suelos más fértiles y con mayores posibilidades de desarrollo. La calidad del agua sólo interesa a las partes altas y para la actividad pesquera de las partes medias compuestas por monte con alta vegetación por la extrema precipitación de las partes bajas, en contraste con la aridez de las partes medias y bajas de las cuencas del Pacífico. En muchos lugares de estas cuencas de la vertiente del Atlántico, existe un gran potencial para la producción de energía hidroeléctrica que deben ser aprovechadas adecuadamente. Al mismo tiempo el problema mayor de estas cuencas es la deforestación acelerada, la contaminación, creciente por la minería legal e ilegal y el narcotráfico.

(Vásquez Villanueva... (2016). Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas. Lima: fondo editorial-UNALM)²⁴

- *Cuencas del Titicaca*

Las 13 cuencas del Titicaca se caracterizan por estar impactadas por el lago navegable más alto del mundo, a una altura promedio de 3809 msnm; por la irregularidad de los torrentes de sus cursos de agua que provienen también de las partes altas de la cordillera occidental que desemboca en el lago, teniendo periodos de escasez de agua que se alternan con las inundaciones, que han hecho que los alrededores del lago se dediquen más a la ganadería que a la agricultura. De esta manera, se reproduce la pobreza porque esta ganadería tiene una limitada rentabilidad al estar muy lejos de los mercados más importantes que son Arequipa, Lima y el exterior y que al mismo tiempo los pastizales y demás cubierta vegetal está muy deteriorada o simplemente ya no existe. Lo que se ha venido paliando es con su intenso intercambio comercial de productos provenientes de Bolivia. Sin embargo, la reconstrucción de los camellones construidos en la época prehispánica, la obtención de variedades de semillas resistentes a las heladas y la construcción de invernaderos, viene dando cierta esperanza de utilizar las partes bajas para el desarrollo de una agricultura intensiva. Todo ello está favoreciendo a la repoblación de esta cuenca en sus partes bajas y una esmerada atención de diversas organizaciones no gubernamentales por apoyar técnica y

organizativamente al campesinado empobrecido del Altiplano.

(Vásquez Villanueva... (2016). Manejo y Gestión de Cuencas

Hidrográficas. Lima: fondo editorial-UNALM)²⁴



Figura 13: Vertientes y red hidrográfica del Perú.

Nota: adaptado de Manejo Y Gestión De Cuencas Hidrográficas (p.29), por Vásquez, A. et al, 2016, Fondo Editorial-UNALM

d. ESTUDIO HIDRÁULICO

El ingenio humano ha permitido que los hombres puedan vivir lejos de los cauces naturales llevando el agua desde ellos a los centros de consumo. Esta independencia creciente del lugar de consumo respecto a la fuente, conseguida gracias al avance técnico de las obras de transporte del agua, es la que ha permitido la extensión geográfica y el desarrollo de la humanidad. Para el hombre de hoy el agua es todavía más indispensable porque a sus necesidades naturales ha añadido un sin número de exigencias artificiales para su comodidad, placer y trabajo, por lo que la civilización actual sería inconcebible sin las obras hidráulicas. Lo que sí ha ocurrido, ocurre y ocurrirá es que las obras hidráulicas van transformándose según las exigencias de la civilización, pues si el agua ha sido siempre elemento fundamental para el hombre, la forma de su uso ha variado con el género de vida, pero siempre permanecerá y se acrecentará su uso como tal elemento vital en sí mismo. (Módulos de estructuras hidráulicas- UNS, (Amado, 2013, p.1)².

Tipos De Obras Hidráulicas

Bajo esta denominación se incluyen todas las construcciones que tienen por objeto fundamental modificar de alguna forma el curso natural del agua para hacerla útil al hombre, sea proporcionándosela o protegiéndole contra sus peligros (Amado, 2013, p.1)².

Obras para suministro de agua como tal elemento

- Abastecimientos a poblaciones e industrias.
- Regadíos.

- Mantenimiento de la capa freática.

El agua utilizada puede ser superficial o subterráneo (Amado, 2013, p.2)².

Obras que la utilizan como elemento pesante

- Saltos de agua, en todas sus variedades (uso energético)
- Obras para navegación.

Obras de defensa

- Embalses amortiguadores de crecidas.
- Corrección y protección de cauces naturales.

Obras de conservación o mejora de la naturaleza

- Saneamiento y depuración de aguas.
- Embalses y cauces para pesca, recreo o paisaje.

Para lograr cualquiera de las finalidades citadas no suele bastar una sola obra, siendo necesario un conjunto de ellas diferenciadas por la misión que han de cumplir y que son las siguientes (Amado, 2013, p.2)²:

- Una presa o dique que sirve para elevar el nivel natural del agua en el río al objeto de poder desviarla hacia un cauce artificial. Esta presa suele servir también para crear un embalse que retiene las aportaciones sobrantes en ciertas épocas, guardándolas para las de escasez.
- Una serie de conducciones que sirven para transportarla por estos cauces artificiales hasta el lugar de su utilización.
- Una instalación para su uso: red de abastecimiento, central hidroeléctrica, red de riego, etc.; parte de esta instalación consistirá

en obras y otra en maquinaria específica para ese uso (bombas, turbinas, aparatos para riegos, depuración, etc.)

Las presas y conducciones pueden ser a su vez de distintos tipos según el terreno y otras circunstancias. Pero son obras que se usan indistintamente para uno u otro uso e, incluso, pueden tener un objetivo múltiple. La diferenciación debida al uso concreto a que se destine el agua suele estar sólo en la instalación; esta difiere, incluso considerablemente, de unos usos a otros. Por ejemplo, una red de abastecimiento a una población no se parece nada a una central hidroeléctrica; en cambio las presas pueden ser muy parecidas, e incluso servir la misma presa para alimentar una central hidroeléctrica después a una población (Amado, 2013, p.3)².

Determinación De Eventos Extremos

Para determinar las características del río se tuvo que analizar la topografía del tramo de estudio, además de definir y tratar de uniformizar el cauce en la zona, teniendo en cuenta los siguientes parámetros: caudal de avenidas máximas, talud de los márgenes del río y coeficiente de rugosidad.

Máximas avenidas

Una creciente o avenida es un caudal de gran magnitud que desborda los ríos, quebradas y canales artificiales. En manejo de cuencas interesa estudiar el caudal, creciente o avenida de diseño para estructuras de conducción (canales, obras de demasía, bocatomas, alcantarillas, etc.), y para estructuras de regulación (embalses). En el

análisis de los datos hidrológicos puede presentarse el caso de que se tenga a disposición registros históricos de caudales... (Vásquez Villanueva... (2016). Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas. Lima: fondo editorial-UNALM)²⁴

Prevención de Inundaciones

La terminología “Prevención en Tiempo Real” es más apropiada; este problema representa un típico problema donde técnicas hidrológicas son empleadas para calcular anticipadamente la ocurrencia de un evento, a partir del conocimiento del comportamiento del sistema natural y usando como entradas las lluvias o los niveles y caudales en determinados lugares de la cuenca y de la red fluvial. Las técnicas más recientes incluyen el modelamiento matemático, la cual exige el uso de computadoras, cuando la simulación envuelve grandes áreas y grandes volúmenes de datos (simulación continua) así como cuando se trata de eventos aislados de corta duración (Vásquez Villanueva... (2016). Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas. Lima: fondo editorial-UNALM)²⁴

Para el modelamiento del tramo de estudio en el Río Lacramarca se usó el software HEC-RAS 4.1.0, permitiendo determinar caudales máximos instantáneos en cada sección de los 2km.

Periodo De Retorno (Tr)

El periodo de retorno T_r o periodo de ocurrencia de una inundación (o tiempo de recurrencia) se define, entonces, como el tiempo medio, en años, en que ese caudal de inundación es igualada o superada por

lo menos una vez (Vásquez Villanueva... (2016). Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas. Lima: fondo editorial-UNALM)²⁴

Coefficientes De Rugosidad De Manning (N)

Este valor es característico de cada cauce, dependiendo de la mayor o menor resistencia que oponga el escurrimiento del fluido. Los coeficientes de rugosidad se determinaron teniendo en cuenta la formulación matemática mencionada en :

Ecuación 1: *Coefficiente De Rugosidad*

$$n = 0.0456 (D50 * S)^{0.159} \quad (1)$$

Donde:

S: pendiente del rio, para: $0.01 < s \leq 0.20$

D50: diámetro medio de las partículas del fondo del lecho

(plg).

Tabla 8: *Coefficientes De "N" Para Distintos Tipos De Corrientes Naturales*

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
Excavado o dragado			
En tierra, recto y uniforme			
Limpio, recientemente terminado	0.016	0.018	0.020
Limpio, después de exposición a la intemperie	0.018	0.022	0.025
Con gravas, uniforme y limpio	0.022	0.025	0.030
Con pastos cortos, algunas malezas	0.022	0.027	0.033
En tierra, serpenteante y lento			
Sin vegetación	0.023	0.025	0.030
Pastos, algunas malezas	0.025	0.030	0.033
Malezas densas o plantas acuáticas			
en canales profundos	0.030	0.035	0.040
Fondo en tierra con lados de piedra	0.028	0.030	0.035
Fondo pedregoso y bancas con maleza	0.025	0.035	0.040
Fondo en cantos rodados y lados limpios	0.030	0.040	0.050
Excavado con pala o dragado			
Sin vegetación	0.025	0.028	0.033
Matorrales ligeros en las bancas	0.035	0.050	0.060
Cortes en roca			
Lisos y uniformes	0.025	0.035	0.040
Afilados e irregulares	0.035	0.040	0.050
Canales sin mantenimientos, malezas y matorrales sin cortar			
Malezas densas, tan altas como la profundidad de flujo	0.050	0.080	0.120
Fondo limpio, matorrales en los lados	0.040	0.050	0.080
Igual, nivel máximo de flujo	0.045	0.070	0.110
Matorrales densos, nivel alto	0.080	0.100	0.140

Nota: adaptado de Hidráulica de canales abiertos (p.110), por V. T. Chow, 2016, McGRAW-HILL

Modelamiento Hidráulico

El software HEC-RAS fue desarrollado por el Hydrologic Engineering Center del US Army Corps of Engineers y permite la modelización de 4 tipos de análisis de ríos:

- Modelización de flujo en régimen permanente
- Modelización de flujo en régimen no permanente
- Modelización del transporte de sedimentos
- Análisis de calidad de aguas

Así mismo modelar flujos en cauces naturales o canales artificiales, niveles de agua, estudios de inundabilidad y zonas inundables. Fue desarrollado en 1995, y desde entonces se viene actualizando constantemente, implementando nuevas herramientas y mejorando las ya existentes (S. Nania, Leonardo., Molero, Emilio. (2007). Manual Básico de HEC-RAS 3.1.3 y HEC-GeoRAS 3.1.1. Universidad de Granada – España)²².

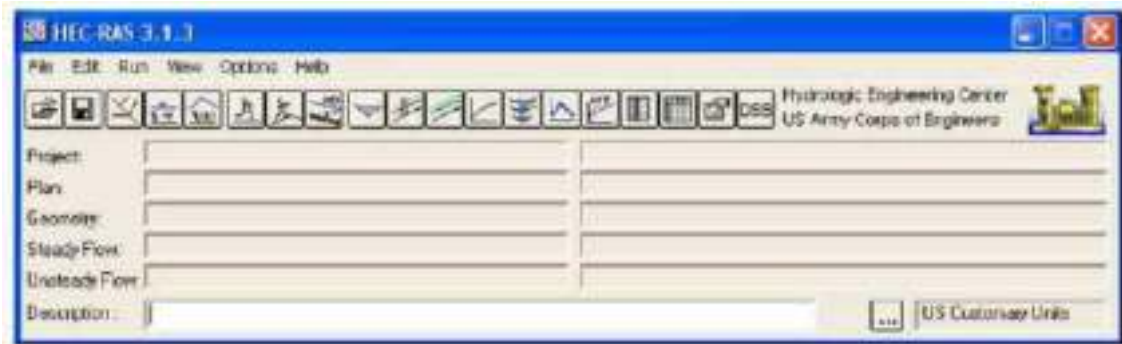


Figura 14: *Interfaz de inicio del software HEC-RAS.*
Nota: Obtenido del software *HEC-RAS 3.1.3*

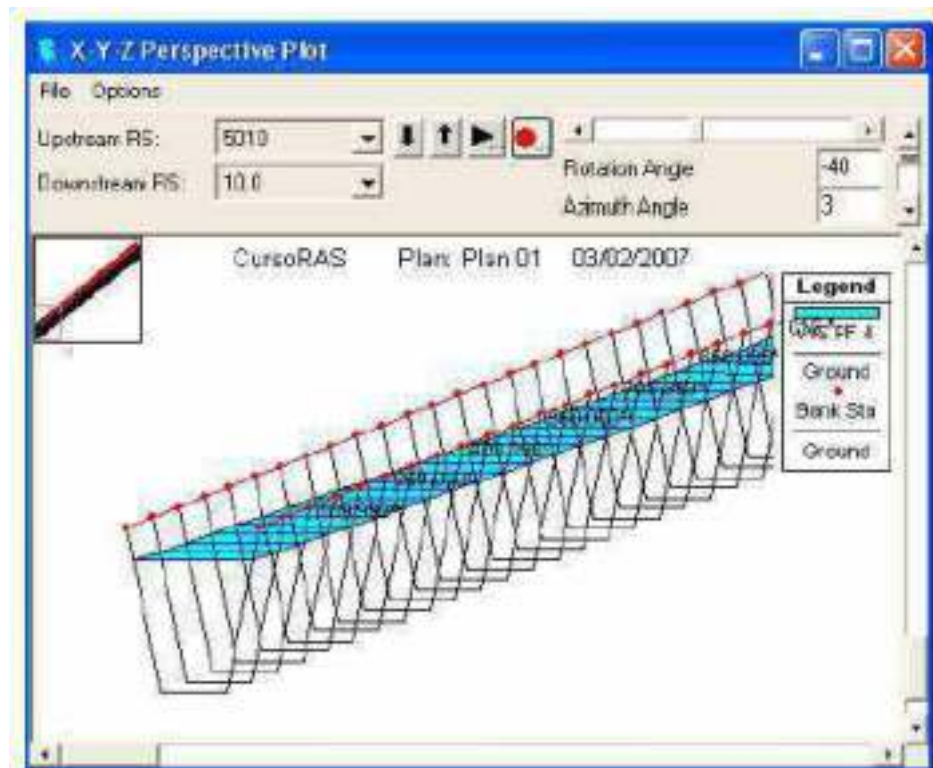


Figura 15: *Vista de un perfil longitudinal modelado en HEC_RAS*
Nota: Obtenido del software *HEC-RAS 3.1.3*

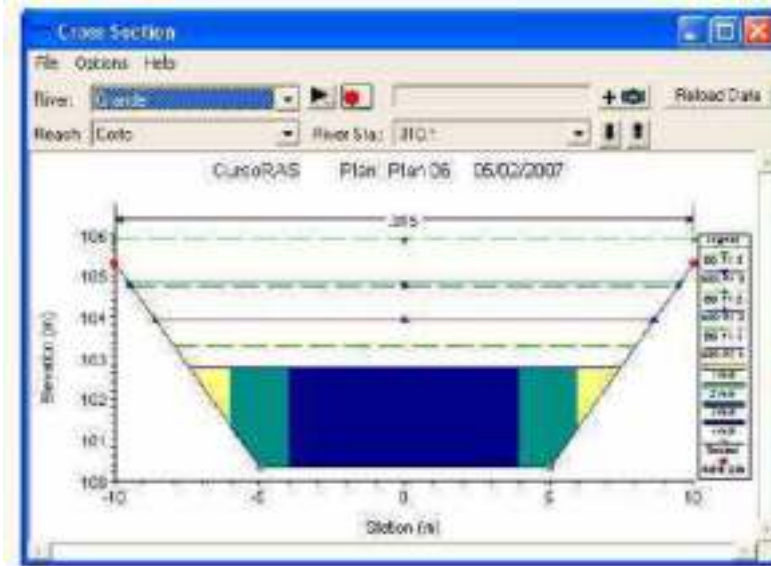


Figura 16: El software te permite modelar un tramo para analizar sus secciones.

Nota: Obtenido del software *HEC-RAS 3.1.3*

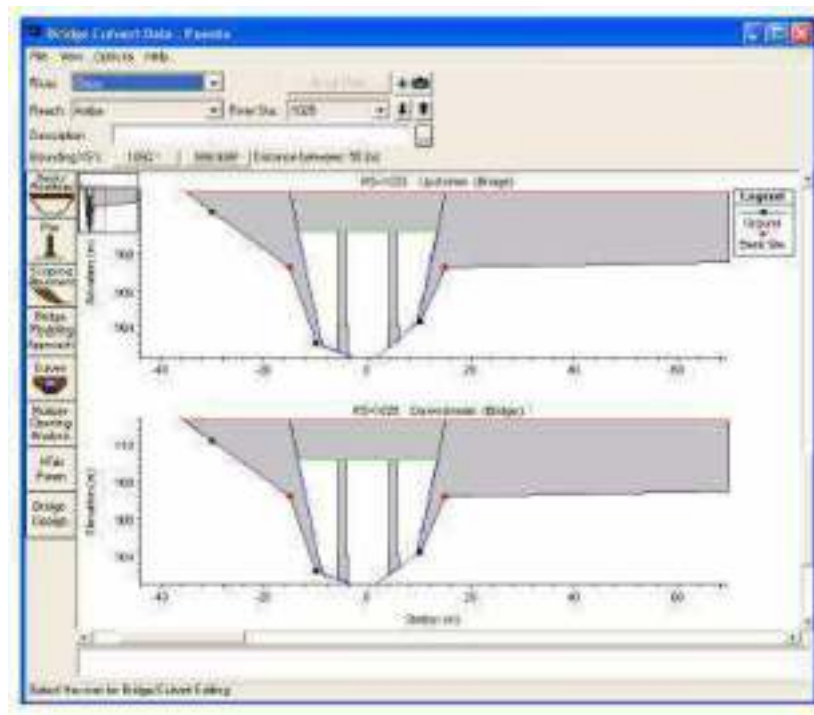


Figura 17 : El software te permite modelar estructuras hidráulicas y ver su perspectiva

Nota: Además modelar zonas de inundación, con mapas georreferenciados. Obtenido del software *HEC-RAS 3.1.3*

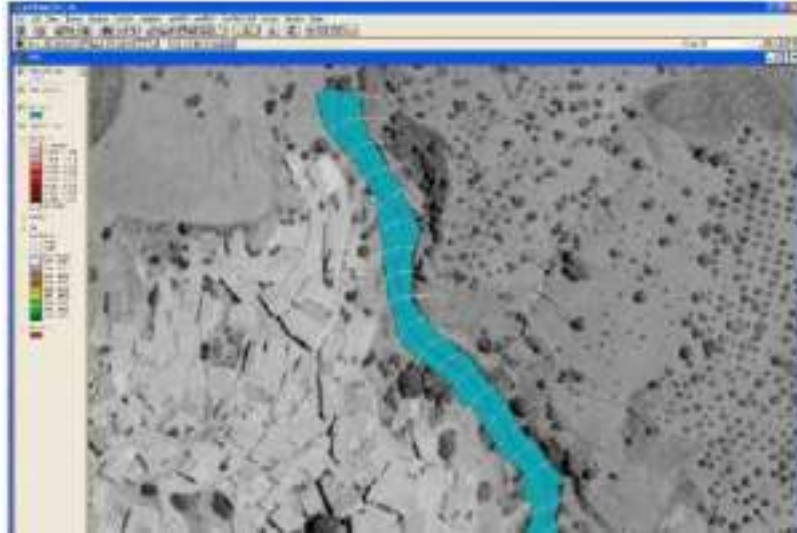


Figura 18 : *Vista panorámica de un río modelado en HEC RAS.*
Nota: Obtenido del software *HEC-RAS 3.1.3*

e. HIDRÁULICA FLUVIAL

Ancho Estable Del Cauce (B)

Muchas veces se suele alinear los márgenes a estructuras existentes, para no afectar su funcionamiento, sin embargo, para el tramo de estudio los márgenes se encontraban delimitados por áreas de cultivo de los pobladores de la zona. Lo que impide o limita la alineación del cauce y su mejoramiento, ya que invadir o afectar parte de estos terrenos generaría conflictos sociales y económicos en la zona, lo que contrariamente se busca.

Para esto se puede aplicar el método de Manning:

Ecuación 2: *Ancho Estable Del Cauce*

$$B = (Q^{1/2} S^{1/5}) (nK^{5/3})^{3/(3+5m)} \quad (2)$$

Donde:

Q: caudal instantáneo

S: pendiente del río

n: coef. de manning

k: coef. de material del cauce

m: coef. del tipo de río

Tabla 9: *Coefficientes De Material De Cauce*

Coefficiente del Material de Cauce	K
Material de cauce muy resistente	3-4
Material fácilmente erosionable	16-20
Material aluvial	8-12
Valor practico	10

FUENTE: Hidráulica de canales, Ven Te Chow

Tabla 10: *Coefficientes De Tipo De Río*

Coefficiente del Tipo de Río	m
Para ríos de montaña	0.50
Para cauces arenosos	0.50
Para cauces aluviales	1.00

FUENTE: Hidráulica de canales, Ven Te Chow

Determinar un ancho estable permite que el nivel de agua, no desborde dentro del río. Lo cual permite determinar la altura de la defensa ribereña que deba contener el caudal.

Para el cálculo del tirante hidráulico se puede aplicar el método de Manning-Strickler:

Ecuación 3: *Tirante Hidráulico*

$$t = (Q / (Ks B S^{1/2}))^{3/5} \quad (3)$$

Donde:

Q: caudal instantáneo

S: pendiente del río

B: ancho estable del cauce

Ks: coef. de rugosidad para cauces naturales

Tabla 11: *Coefficientes De Rugosidad Para Cauces*

Naturales

Valores para el Coeficiente de Rugosidad para Cauces Naturales	Ks
Cauce con fondo solido sin irregularidades	40.00
Cauces de rio con acarreo irregular	33-35
Cauces de Ríos con Vegetación	30-35
Cauces naturales con derrubio e irregularidades	30.00
Cauces de Rio con fuerte transporte de acarreo	28.00
Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza	25-28
Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil	19-22

FUENTE: Hidráulica de canales, Ven Te Chow

f. GEOLOGÍA

La subcuenca del río Lacramarca se encuentra en la parte occidental de la Cordillera Negra, cuyo substrato rocoso lo conforman rocas volcánicas del Grupo Casma que afloran en la parte media de la subcuenca, luego se presentan secuencias sedimentarias (lutitas y calizas) que infrayacen rocas intrusivas del tipo granodioritas del Terciario Inferior y que constituyen la litología predominante de la cuenca Lacramarca (60%); finalmente, en las nacientes se presentan volcánicos del Grupo

Calipuy. Esta litología ha sido erosionada por los distintos agentes de meteorización (aire, vientos, precipitaciones, entre otros) produciendo sedimentos granulares y materiales finos (arcillas y limos) que luego han sido transportados aguas abajo por las quebradas Tantarán, Lacramarca y Pampa de Toro, afluentes del río Lacramarca, hasta su desembocadura al Océano Pacífico. Esta red hidrográfica abarca un área de 842 km², siendo el recorrido del cauce principal de 76 km con 6 % de pendiente, lo cual evidencia que es una cuenca mediana de corto recorrido y baja gradiente hidráulica. Es por ello que, los sedimentos y clastos (fragmentos de rocas, gravas, etc) acarreados desde la naciente del Lacramarca, son transportados por el río, influyendo en la concentración de los finos (limos y arenas) en las partes baja de la subcuenca, conformando el cono aluvial sobre el que se asientan las ciudades de Chimbote y Nvo. Chimbote. Asimismo, se considera el aporte de arenas eólicas, desde el borde costero (playas y ensenadas) en dirección SO-NE hacia el continente, y parte sur de Nvo. Chimbote donde forman dunas. (Roberth Paúl Carrillo Elizalde, Juan Carlos Gómez Avalos. (2016). Aspectos Geotécnicos y su Relación con la Geología en la parte baja de la cuenca del Río Lacramarca)²¹.

Los materiales inconsolidados una vez sedimentados, conforman el suelo y subsuelo del área urbana de Chimbote, Nvo. Chimbote y alrededores (zonas de expansión poblacional); por lo tanto, su caracterización física y geotécnica (tipo de suelos, humedad, así

como capacidad de carga admisible); además de efectos secundarios (licuación, asentamientos, entre otros) son de gran importancia para establecer zonas adecuadas para los asentamientos urbanos. (Roberth Paúl Carrillo Elizalde, Juan Carlos Gómez Avalos. (2016). Aspectos Geotécnicos y su Relación con la Geología en la parte baja de la cuenca del Río Lacramarca)²¹.

EVOLUCIÓN DE LA SUBCUENCA

La subcuenca Lacramarca guarda estrecha relación con la Cordillera Negra y el emplazamiento del batolito de la Costa, sus inicios se documentan desde el Cretáceo Inferior donde el ambiente de sedimentación era de transición (marino somero – continental), debido a ello tienen origen rocas volcano - sedimentarias del Grupo Goyllarisquizga representadas por rocas calizas y lutitas de la Fm. Santa y Carhuaz ubicadas en la parte media de la subcuenca. Estas unidades litológicas están meteorizadas debido a la erosión generada por el proceso de subducción que ocurrió en el Albiano. Al mismo tiempo se dieron erupciones, dando lugar a la deposición de materiales volcánicos (lavas y lavas almohadillas) que constituyen el Grupo Casma (Fm. Junco y Fm. La Zorra) y los primeros plutones del Batolito de la Costa. Luego, durante el Cretáceo Superior, la subcuenca es afectada por fallamientos profundos que afectaron las rocas antes descritas, ocasionando su plegamiento. Posteriormente, a inicios del Terciario Inferior se activaron los procesos magmáticos que

originaron los volcánicos del Grupo Calipuy, constituido por flujos de andesitas y piroclastos. Finalmente, durante el Cenozoico (Mioceno) ocurren procesos de epirogénesis que se relacionan con levantamiento de la Cordillera de los Andes, ocasionando que los procesos de erosión modelen la subcuenca, así como la génesis de volúmenes considerables de sedimentos inconsolidados que fueron transportados y depositados en la parte baja, conformando los depósitos recientes o Cuaternarios del Holoceno (depósitos aluviales y fluviales) sobre los cuales se asientan las áreas urbanas (Sánchez & Molina, 1995)... (Roberth Paúl Carrillo Elizalde, Juan Carlos Gómez Avalos. (2016). Aspectos Geotécnicos y su Relación con la Geología en la parte baja de la cuenca del Río Lacramarca)²¹.

ASPECTOS GEOTÉCNICOS

De acuerdo a los resultados obtenidos, en la ciudad de Chimbote y Nvo. Chimbote se presentan tres tipos de suelos (SUCS): En parte de la zona urbana de Chimbote se tiene: Arenas pobremente graduadas (SP), ocupando un área de 18.93 km² (83 % de la ciudad de Chimbote), arenas limosas (SM) en los extremos noreste y sur de la ciudad, así como en la parte central de la localidad, ocupando 3.2 km². Finalmente, en la parte central de Chimbote se identifica arenas mal graduadas con contenido de limo (SP-SM) que ocupan 0.66 km²; mientras que, en Nvo. Chimbote solo se presentan suelos del tipo SP. Geotécnicamente, en el extremo norte de Chimbote los suelos son compactos hasta

los 18 m; mientras que, en la parte central son blandos (arenas pobremente graduadas) y en la zona de playa e inmediaciones del río Lacramarca son muy blandos hasta los 12 m de profundidad (arenas sueltas). El nivel freático se encontró a 1.40 m en la parte central de Chimbote (área urbana) y en la parte sur e inmediaciones del río Lacramarca. En cambio, en Nvo. Chimbote las arenas sueltas se encuentran hasta los 3 m de profundidad y a los 10 m suelos compactos, el nivel freático se encuentra debajo de los 10 m de profundidad. Comparando información geotécnica se evidencia que los suelos de la ciudad de Chimbote presentan nivel freático superficial, originando licuación de suelos o asentamientos diferenciales. (Roberth Paúl Carrillo Elizalde, Juan Carlos Gómez Avalos. (2016). Aspectos Geotécnicos y su Relación con la Geología en la parte baja de la cuenca del Río Lacramarca)²¹.

El mayor aporte de los sedimentos en la subcuenca es de carácter continental, es decir por erosión y meteorización de las rocas preexistentes y en menor proporción, marino de acción eólica que proviene del Océano Pacífico (arenas eólicas que conforman las dunas). Los suelos de cobertura en la parte baja de la subcuenca son arenas pobremente graduadas (SP), arenas limosas (SM) o la combinación de ellos, con capacidad de carga admisible baja a media. El espesor de estos suelos varía entre 12 y 15 m de profundidad. En la parte central (Miraflores y La Victoria) de la ciudad de Chimbote, se identificó suelos blandos (arenas sueltas)

hasta los 12 o 15 m de profundidad. En las inmediaciones del río Lacramarca y en el pantano de Villa María, el nivel freático se presenta a 1.50 m de profundidad, por lo cual podrían ser afectados por la ocurrencia de licuación y asentamientos diferenciales de los suelos. (Roberth Paúl Carrillo Elizalde, Juan Carlos Gómez Avalos. (2016). Aspectos Geotécnicos y su Relación con la Geología en la parte baja de la cuenca del Río Lacramarca)²¹.

2.2.2 EROSIÓN HÍDRICA

La erosión es el desgaste que se produce en la superficie del suelo por la acción de agentes externos (como el viento o el agua) o por la fricción continua de otros cuerpos. La erosión hídrica es el proceso por el cual se produce el desprendimiento, transporte y el depósito de las partículas del suelo por acción de los siguientes agentes principales (Cisneros et al., 2012, p.63)⁵.

La energía cinética de la gota de lluvia: La energía de las lluvias se disipa sobre la superficie del suelo produciendo la ruptura de los terrones y agregados, generando una salpicadura (erosión por salpicadura) que desprende partículas que luego son arrastradas pendientes abajo (Cisneros et al., 2012, p.63)⁵.

La escorrentía en movimiento: Este agente erosivo produce el desprendimiento de nuevo suelo y el transporte del suelo removido, en una magnitud proporcional al caudal escurrido y a la velocidad que adquiere el flujo de agua sobre la superficie. Este agente produce

los fenómenos erosivos más visibles (por ejemplo, cárcavas), y es el responsable del movimiento de las partículas de suelo removidas. Pueden distinguirse dentro de la escorrentía dos tipos de flujo: el flujo laminar (erosión laminar o mantiforme), que se mueve con una velocidad lenta, y el flujo turbulento/concentrado o flujo en surcos (erosión en surcos), con una velocidad que puede llegar a 4 m/s, y que es el responsable de la mayor parte del transporte de sedimentos (Cisneros et al., 2012, p.63)⁵.

La gravedad: La sola acción de la gravedad es capaz de mover el suelo, especialmente cuando está mojado y en ambientes de altas pendientes. Los movimientos en masa, deslizamientos de laderas, erosión lateral de meandros de ríos, avalanchas de nieve son ejemplos de la acción de la gravedad en procesos erosivos (Cisneros et al., 2012, p.63)⁵.

Los bordes y fondos de ríos y arroyos son las zonas de la cuenca más susceptibles a la erosión en virtud de su proximidad al cauce y a que deben soportar la máxima energía de las crecientes, ya que son los lugares de traslado y concentración de escurrimientos (Cisneros et al., 2012, p.74)⁵.

a. ESTUDIOS DE SOCAVACIÓN GENERALIZADA

La causa más común de socavación general es la contracción del flujo producida por la reducción de la sección del cauce por la construcción de terraplenes de acceso al puente y en menor grado por las pilas que bloquean parte de la sección recta (Guevara Alvares, Maria Elvira. (2016). Socavación en puentes. Lemoine Editores y editorial universidad de cauca – Colombia)⁹

Método De Lischtvan - Levediev

Este es un método que permite el cálculo de la socavación general del cauce durante crecientes independientemente de que exista o no un puente (Socavación en puentes...El método se basa en suponer que el caudal unitario correspondiente a cada franja elemental en que se divide el cauce natural permanece constante durante el proceso erosivo y puede aplicarse, con los debidos ajustes, para casos de cauces definidos o no, materiales de fondo cohesivos o friccionantes y para condiciones de distribución de los materiales del fondo del cauce homogénea o heterogénea. (Guevara Alvares, Maria Elvira. (2016). Socavación en puentes. Lemoine Editores y editorial universidad de cauca – Colombia)⁹

Determinación De La Profundidad De Socavación En Suelos Homogéneos Granulares (Hs)

Considerando que la hipótesis del método es que el gasto en cada franja del cauce permanece constante durante el proceso erosivo, la profundidad de socavación será igual a 0 en las orillas, por lo que no se permite estimar ninguna erosión lateral de las márgenes. Las siguientes expresiones asumen que los suelos son homogéneos y que la rugosidad del cauce es constante (Guevara Alvares, Maria Elvira. (2016). Socavación en puentes. Lemoine Editores y editorial universidad de Cauca – Colombia)⁹

Ecuación 4: *Velocidad real del flujo*

$$V_r = \frac{\alpha * H_o^{1/2}}{H_s} \quad (4)$$

Ecuación 5: *Velocidad erosiva*

$$V_e = 0.68 * \beta * D_m^{0.28} * H_s^Z \quad (5)$$

Donde:

α = coeficiente de sección dependiente de las características hidráulicas

V_e = velocidad erosiva

V_r = velocidad real del flujo

H_o = profundidad del flujo

β = coeficiente de frecuencia

D_m = diámetro medio de las partículas del material granular [mm]

T_r = tiempo de retorno

z = exponente variable en función del diámetro medio de la partícula

Ecuación 6: *Coficiente De Sección*

$$\alpha = \frac{1}{n^2} \quad (6)$$

Ecuación 7: *Coficiente De Frecuencia*

$$\beta = 0.7929 + 0.0973 \log T_r \quad (7)$$

Ecuación 8: *Diámetro Medio De Las Partículas Del Material Granular [Mm]*

$$D_m = \frac{\sum (D_i P_i)}{\sum P_i} \quad (8)$$

Ecuación 9: *Exponente Variable En Función Del Diámetro Medio De La Partícula*

$$z = 0.394557 - 0.04136 * \log D_m - 0.00891 * \log D_m \quad (9)$$

Igualando $V_r = V_e$:

Ecuación 10: *Altura De Socavación*

$$H_s = \left[\frac{\alpha H_o^{5/3}}{0.68 \beta D_m^{0.28}} \right]^{1+z}$$

(10)

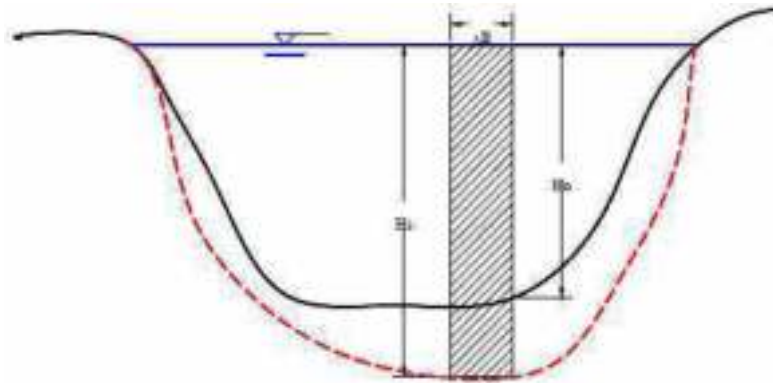


Figura 19: *Gráfica de altura de socavación H_s , en un punto H_o .*
Nota: adaptado de *Socavación de puentes (p.3.5)*, por M. E. Guevara, 2016, Lee Lemoine Editores.

2.2.3 GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES

La facilidad con la que las ciudades de la costa norte del Perú han sido afectadas por las precipitaciones, consecuencia del Fenómeno El Niño costero, han dado cabida para que los profesionales involucrados en temas de prevención puedan manifestar los conocimientos y avances en cuanto a la gestión del riesgo de inundación. Una inundación es una cubierta temporal de la tierra por el agua que está fuera de sus confines normales (Lluén Chero, Willy E. Gestión del Riesgo de Inundación. Ingeniería del agua)¹³.

- PELIGRO: Es todo aquello que tiene potencial de causar daño a las personas, procesos, propiedad.
- RIESGO: Es la combinación de probabilidad y consecuencia de que un peligro se materialice y genere daño.

a. PLANEAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA URBANA

Los problemas de urbanización ocurren por causa de uno o más factores a lo largo del tiempo y éstos se han incrementado en las últimas décadas. Algunos de los factores son (Morelli, 2007, p.12)⁹:

- Las poblaciones que migran hacia las ciudades generalmente son de baja renta y no poseen capacidad de inversión y tienden a invadir áreas públicas o comprar áreas precarias sin infraestructura y de urbanización informal. Entre éstas se localizan las áreas de riesgo de inundación o deslizamiento.
- El déficit de empleo, de renta y de vivienda es alto.
- Legislaciones equivocadas de control del espacio urbano.

- Incapacidad del municipio de planificar y anticipar la urbanización y de invertir en planeamiento de espacios seguros y adecuados como base del desarrollo urbano.
- Crisis económicas en los países.
- El municipio apenas consigue controlar las áreas de medio y alto valor económico con reglamentación de uso del suelo, donde está la ciudad formal.

Existe una visión limitada de lo que es la gestión integradora del suelo urbano y de su infraestructura. Gran parte de los problemas ya mencionados fueron generados por uno o más de los aspectos descritos a continuación (Morelli, 2007, p.14)⁹:

- Falta de conocimiento: de la población y de los profesionales de distintas áreas que no poseen informaciones adecuadas sobre los problemas y sus causas. Esta falta de conocimiento de los tomadores de decisiones resulta en altos costos, debido que algunas empresas se aprovechan de esta situación para aumentar sus ganancias. Por ejemplo, el uso de canalización para drenaje es una práctica generalizada, aunque represente costos muy altos y tienda a aumentar los problemas que pretendía resolver. La propia población, cuando posee algún problema de inundación, solicita la ejecución de un canal para el control de ésta. Con el canal construido la inundación es transferida aguas abajo afectando otra parte de la población. Las empresas de ingeniería lucran de manera significativa pues este tipo de obra llega a tener una magnitud 10 veces

superior a la de una medida más sustentable (Morelli, 2007, p.14)⁹.

- Concepción inadecuada de los profesionales de ingeniería para el planeamiento y control de los sistemas: una parcela importante de los ingenieros que actúan en el medio urbano, están desactualizados con respecto a la visión ambiental y generalmente buscan soluciones estructurales, que alteran el ambiente, con exceso de áreas impermeables y consecuente aumento de temperatura, inundaciones, contaminación, entre otros (Morelli, 2007, p.14)⁹.
- Visión sectorial del planeamiento urbano: el planeamiento y el desarrollo de áreas urbanas son realizados sin incorporar los aspectos relacionados con los distintos componentes de la infraestructura del agua. Una parte importante de los profesionales que actúan en esta área posee una visión sectorial limitada (Morelli, 2007, p.14)⁹.
- Falta de capacidad gerencial: los municipios no poseen estructura para el planeamiento y gerenciamiento adecuado de los distintos aspectos del agua en el medio urbano (Morelli, 2007, p.14)⁹.
- Uno de los primeros impactos es el riesgo de escasez cuantitativa del agua. La naturaleza ha mostrado que el agua, que escurre en los ríos y depende de las lluvias, es aleatoria y varía mucho entre las épocas de lluvias y sequías. El hombre, históricamente, intentó controlar esa agua para su beneficio

por medio de obras hidráulicas. Esas obras intentaron reducir la escasez a través de la regulación de los caudales, aumentando la disponibilidad a lo largo del tiempo (Morelli, 2007, p.17)⁹.

- Los riesgos de inundación y el deterioro de la calidad del agua en los ríos de las ciudades de países en desarrollo y, en países desarrollados, es un proceso dominante del final del siglo XX e inicio del siglo XXI. Esto ocurre debido a la contaminación de los manantiales superficiales y subterráneos con efluentes urbanos como el escurrimiento cloacal, pluvial y los residuos sólidos. (Morelli, 2007, p.18)⁹.
- La disposición inadecuada de los escurrimientos cloacales, pluviales y residuos sólidos en las ciudades.
- Las inundaciones en áreas urbanas debido a la urbanización.
- La erosión y sedimentación que genera áreas degradadas.
- La ocupación de áreas ribereñas, con riesgo de inundaciones y de áreas de grandes pendientes, como las laderas urbanas, sujetos a deslizamientos después del período de lluvias.

b. ESCURRIMIENTO PLUVIAL

El escurrimiento pluvial puede producir inundaciones e impactos en áreas urbanas debido a dos procesos, que ocurren aisladamente o combinados (Morelli, 2007, p.26)⁹:

- Inundaciones de áreas ribereñas: son inundaciones naturales que ocurren en el lecho mayor de los ríos debido a la

variabilidad temporal y espacial de la precipitación y del escurrimiento en la cuenca hidrográfica.

- Inundaciones debido a la urbanización: son las inundaciones que ocurren en el drenaje urbano debido al efecto de la impermeabilización del suelo, canalización del escurrimiento u obstrucciones al escurrimiento.

c. ENFERMEDADES DE VINCULACIÓN HÍDRICA

Existe una gran cantidad de enfermedades que se transmiten por el agua, las cuales pueden ser clasificadas según el concepto de White et al. (1972), presentado por Prost:

- **Enfermedades con fuente en el agua:** dependen del agua para su transmisión como el cólera, la salmonella, la diarrea, la leptospirosis (desarrolladas durante las inundaciones por la mezcla de la orina del ratón), etc. El agua reacciona como un vehículo pasivo para el agente de infección (Morelli, 2007, p.32)⁹.
- **Enfermedades debido a la falta de higiene:** dependen de la educación de la población y de la disponibilidad de agua segura. Estas enfermedades están relacionadas con infección del oído, de la piel y de los ojos (Morelli, 2007, p.32)⁹.
- **Relacionado con el agua:** el agente utiliza el agua para desarrollarse, como es el caso de la malaria y de la esquisostomosis (Morelli, 2007, p.32)⁹.

Muchas de estas enfermedades están relacionadas con la baja cobertura de agua tratada y saneamiento, como la diarrea y el cólera;

otras están relacionadas con la inundación, como la leptospirosis, la malaria y el dengue (Morelli, 2007, p.32)⁹.

d. RIESGO DE INUNDACIÓN

La directiva 2007/60/EC, de la Unión Europea define Riesgo de Inundación, como: La combinación de la probabilidad de suceda un evento de inundación, y de las posibles consecuencias adversas para la salud humana, el medio ambiente, el patrimonio cultural y la actividad económica asociado a dicho evento. Así mismo se desarrolló 3 etapas con sus respectivos componentes, para una adecuada gestión:

- **Evaluación preliminar del riesgo de inundación (EPRI):**

Mapas de cuencas de ríos; Descripción de inundaciones ocurridas en el pasado y sus impactos; Evaluación de consecuencias adversas de inundaciones futuras; Identificación de Áreas con Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs) (Lluén Chero, Willy E. Gestión del Riesgo de Inundación. Ingeniería del agua)¹³.

- **Elaboración de mapas de peligrosidad y riesgo de**

inundación: Mapas de peligrosidad referentes zonas inundadas con: Baja, Media y Alta Probabilidad, mostrando extensión de inundación, altura de agua, velocidad; Mapas de riesgo de inundación mostrando las consecuencias adversas de escenarios previos: Habitantes afectados, tipo de actividad económica afectada, instalaciones de prevención y control de

inundación (Lluén Chero, Willy E. Gestión del Riesgo de Inundación. Ingeniería del agua)¹³.

- **Plan de gestión del riesgo:** Corresponde a la etapa final del plan de gestión, para lo cual los estados miembros: Establecen el plan de gestión de riesgos de inundación; Establecen los objetivos y medidas para lograr desarrollar el plan; Crean un simple plan por cada cuenca de río (Lluén Chero, Willy E. Gestión del Riesgo de Inundación. Ingeniería del agua)¹³.

2.2.4 MEDIDAS PREVENTIVAS

a. REVESTIMIENTO DE ORILLAS DE CURSOS DE AGUA

Representan un conjunto de técnicas combinadas de vegetación y estructuras rígidas o semirígidas, cuya finalidad es impedir la erosión y estabilizar los márgenes de ríos o arroyos y cursos temporarios, o impedir el daño por oleaje en lagos, embalses, etc. Numerosas técnicas se utilizan como revestimientos de orillas, las principales son las siguientes (Cisneros et al., 2012, p.241)⁵:

- **Empalizada de troncos y estacas vivas:** Es la técnica de bioingeniería más sencilla. Consiste en la plantación de estacas vivas y en la colocación de empalizadas protectoras en el margen. Requiere la realización de trabajos previos de perfilado del talud (ataludado), a los fines de proveer de una superficie adecuada para la plantación (Cisneros et al., 2012, p.242)⁵.

Pantallas inclinadas de bloques de hormigón: Técnica consistente en el uso de mantas o pantallas de una fibra geotextil especial que lleva adheridos bloques de hormigón resistentes a la erosión. La fibra permite el crecimiento de vegetación herbácea... (Cisneros et al., 2012, p.242)⁵.

Bloques de hormigón intertrabados con vegetación herbácea, muros de Piedras: Esta técnica utiliza estructuras de hormigón de formas variadas colocadas en la costa a modo de muro de contención de la corriente o del oleaje. También se pueden utilizar piedras o roca de tamaño grande revistiendo el talud de la margen, con el mismo propósito, similar a la técnica de pared de piedra vegetada (Cisneros et al., 2012, p.242)⁵.

Mantas: Una de las formas más antiguas son las mantas de yute natural. Estas consisten en una tela de tejido abierto que permite que la luz penetre y las plantas crezcan a través de ella. El yute se ajusta al terreno con grampas, clavijas o estacas de madera. La manta se ajusta a la superficie y dura hasta que la vegetación se establece por sí misma, antes de que se degrade. El tejido abierto permite que el sembrado hidráulico se realice antes o después de su instalación (Guitelman, Adolfo., M. Perez, Sandra. (1999). Erosión y socavación. Universidad de Buenos Aires – Argentina)¹⁰.

Muro de gaviones: Consiste en la colocación de una estructura longitudinal de gavión para la protección de la

costa, el cual puede estar o no vegetado. La costa queda revestida por una estructura semirígida de gavión, apoyada sobre suelo convenientemente consolidado para evitar su colapso (Cisneros et al., 2012, p.242)⁵.

Muros de contención con Geobolsas: Las geobolsas son tubos de geotextil permeable al agua, pero impermeables al paso de arena, que se rellenan con material inerte (arena, grava) y son colocados en las márgenes de los cursos con equipamiento especial. Idealmente, los contenedores se pueden rellenan con la arena del lugar o pueden ser transportados llenos desde otras zonas. Debido a su carácter poroso el geotextil permite el desarrollo de vegetación, con lo cual la estructura termina cumpliendo las funciones de bioingeniería (Cisneros et al., 2012, p.243)⁵.

- **Modificaciones del río:** Las modificaciones en la morfología del río objetivan aumentar el caudal para un mismo nivel, reduciendo su frecuencia de ocurrencia. Esto puede ser obtenido por el aumento de la sección transversal o por el aumento de la velocidad. Para aumentar la velocidad es necesario reducir la rugosidad, retirando las obstrucciones al escurrimiento, dragando el río, aumentando el desnivel por el corte de meandros o profundizando el río. Estas medidas, en general, presentan costos elevados (Morelli, 2007, p.62)⁹.



Figura 20: *Modificación del pendiente tipo escalonada, del lecho del río Rímac dentro de la PTAP La Atarjea, Lima.*



Figura 21: *Vista del pendiente tipo escalonada, del lecho del río Rímac dentro de la PTAP La Atarjea, Lima.*

2.2.5 GEOSINTÉTICOS

a. DESCRIPCIÓN

A partir de la década de los años 70 del siglo pasado, se inició el uso de geosintéticos en Europa y Estados Unidos, principalmente los geotextiles. Después, las geomembranas aparecieron también en el mercado y algunos años más tarde existía una variedad interminable de otros productos que se denominaron productos relacionados.

Para establecer con claridad sus características, se ha definido a los geotextiles como materiales flexibles y permeables a los fluidos, capaces de retener partículas de suelo mayores que el tamaño de sus poros, que han sido diseñados y fabricados para trabajos de ingeniería civil; las geomembranas son recubrimientos sintéticos impermeables a fluidos y partículas, que se utilizan en ingeniería geotécnica... Los geotextiles se elaboran con fibras o filamentos continuos o cortados, o en forma de cintas de polímeros, principalmente polipropileno (PP), poliéster (PE), poliamida o Nilón (Pa), cloruro de polivinilo (PVC) o polietilenos (PE), y se distinguen los tipos tejido, con cintas o fibras en dos direcciones preferenciales; y los no tejido, en los cuales los elementos son colocados en forma aleatoria y fijados o unidos mediante punzonado, termosoldado o con impregnación de resinas. (Murillo Fernández, Rodrigo. (2012). Geosintéticos, solución o problema. Sociedad Mexicana de ingeniería geotécnica, A.C. México)¹⁷.

Tabla 12: *funciones primarias de los tipos de geosintéticos.*

TIPO	FUNCIÓN PRIMARIA				
	Separación	Reforzamiento	Filtración	Drenaje	Contención
Geotextil	✓	✓	✓	✓	
Geomalla		✓			
Georedes				✓	
Geomembrana					✓
GCL					✓
Geopipes				✓	
Geospuma	✓				
Geocompuesto	✓	✓	✓	✓	✓

Nota: adaptado de Designing with geosynthetics (p.08), por R. M. Koerner, 2005, Pearson Prentice Hall.

b. CLASIFICACIÓN

Geotextiles: son mantas de fibras o hilos tejidos, no tejidos, atados o cosidos. Las mantas son flexibles y permeables y generalmente tienen la apariencia de un tejido. Geotextiles son usados en aplicaciones de separación, filtración, drenaje, refuerzo y control de erosión (Bathurst, 2007)⁴.

Geomallas: son materiales geosintéticos que tienen una apariencia de malla abierta. La principal aplicación de las geomallas es el refuerzo de suelos (Bathurst, 2007)⁴.

Georedes: son materiales tipo malla abierta formados por dos conjuntos de hebras poliméricas gruesas y paralelas interactuando en un ángulo constante. La malla forma una manta con cierta porosidad que es usada para llevar relativamente grandes cantidades de fluido o gases internamente (Bathurst, 2007)⁴.

Geomembranas: son láminas continuas y flexibles elaboradas de un o más materiales sintéticos. Estos son relativamente impermeables y son usados como revestimientos de contenedores de fluidos y gases y como barreras de vapor (Bathurst, 2007)⁴.

Geocompuestos: son geosintéticos hechos de una combinación de dos o más tipos de geosintéticos. Algunos ejemplos son: geotextil-geored; geotextil-geomalla; geored- geomembrana; o un revestimiento geosintético de arcilla (GCLs). Drenes prefabricados de geocompuestos o drenes verticales prefabricados (PVD's) son formados por un núcleo plástico drenante rodeado de un filtro de geotextil (Bathurst, 2007)⁴.

Revestimientos geosintéticos de arcilla (GCL's): son geocompuestos que son prefabricados con una capa de arcilla bentonita típicamente incorporada entre una camada superior e inferior de geotextil o limitado por una geomembrana o una simple camada de geotextil (Bathurst, 2007)⁴.

Geotextiles de GCL's: son frecuentemente cocidos a través del núcleo de bentonita para incrementar internamente la resistencia al corte. Cuando hidratadas representan barreras efectivas de fluido y gases y son comúnmente usadas en aplicaciones de revestimiento de rellenos sanitarios muchas veces conjuntamente con una geomembrana (Bathurst, 2007)⁴.

Tubos ranurados (Geopipes): son tubos poliméricos perforados o de pared sólida usados para drenaje de líquidos o gases (incluyendo aguas lixiviadas o colecta de gas en aplicaciones de rellenos sanitarios). En algunos casos el tubo perforado es cubierto con filtro de geotextil (Bathurst, 2007)⁴.

Geoceldas: son redes tridimensionales relativamente gruesas construidas por tiras de planchas de polímero. Las tiras son juntadas para formar celdas interconectadas que son rellenas con suelo y ocasionalmente concreto. En algunos casos geoceldas de tiras de poliolefina de 0.5 m a 1 m de ancho han sido conectadas con barras verticales de polímero para formar estratos profundos de geoceldas llamados geocolchones (Bathurst, 2007)⁴.

Bloques o tablas de Geoespuma: son creados por expansión de espuma de poliestireno para formar una red de baja densidad de celdas cerradas llenas de gas. La geoespuma es usada como aislante térmico, como un relleno leve o como una camada vertical compresible para reducir presiones de tierra contra paredes rígidas (Bathurst, 2007)⁴.

c. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOS MÉTODOS DE CONTROL

La evaluación de un proyecto es el proceso de identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios que se generen con su ejecución y funcionamiento, de tal forma de estimar su rentabilidad, examinando los riesgos que podría enfrentar a lo largo de su ciclo de vida. (Dirección General de Programación Multianual de inversiones – DGPMI, 2019, p.120).

(Guía General para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión [MEF], 2019, p.120)⁸.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Comparación Técnica: Estos análisis comparativos se ocupan principalmente de las características de la estructura, los materiales que se utilizaron, los procesos constructivos, etc.

Comparación Económica: Este análisis comparativo se centra en los gastos, principalmente en el contraste del costo directo de cada sistema diseñado y los factores que lo original y afectan su rentabilidad.

Diseño óptimo: hace referencia a establecer el camino óptimo a seguir para encontrar la mejor alternativa de diseño, aquella que lleve a la mejor solución en función de un objetivo propuesto.

Confinamiento: consiste en realizar una alteración de la estructura del suelo, con el fin de preservar determinada característica del suelo y evitar que éstos puedan ocasionar daños o reducir su permeabilidad.

Prevención: Preparación y elaboración de un plan de acción para contrarrestar una posible amenaza.

Encauzamiento: Acción y efecto de abrir cauce; encerrar o dar dirección por un cauce a una corriente.

Caudal: es la cantidad de fluido que circula a través de un ducto determinado que puede ser tubería, cañería, oleoducto, río, canal, etc. por unidad de tiempo.

Descolmatación: esta acción se llega a ejecutar en los ríos y consiste en aumentar la sección hidráulica y reducir la rugosidad, con la finalidad de que los caudales máximos circulen sin desbordarse y con una mayor velocidad.

Mantenimiento: procedimiento por el cual se trata un bien determinado de manera que el paso del tiempo, el uso o el cambio de circunstancias externas no lo afecten.

Accesibilidad: La accesibilidad es la cualidad de aquello que resulta accesible. El adjetivo accesible, por su parte, refiere a la posibilidad concreta y real de entrar, permanecer y recorrer un lugar con seguridad, comodidad y la mayor autonomía posible.

Desborde: en un derramamiento o rebosamiento, dar la salida de cualquier cauce o río, en superar, exceder o sobrepasar los límites y la manifestación de algún sentimiento y sobrepasar la capacidad intelectual a alguien aludiendo en un asunto.

Avenidas excepcionales: son episodios temporales, con caudales anormalmente altos que periódica o excepcionalmente registra un tramo de una corriente. Constituyen flujos de aguas superficiales, mayor de lo habitual, que, al superar su confinamiento, se desborda, ocupando temporalmente tierras que no suelen estar sumergidas

Tradicional: adjetivo que se refiere a aquello perteneciente o relativo a la tradición. Que alude el conjunto de costumbres, prácticas, valores, saberes y creencias que son transmitidos de generación en generación y que hacen parte de la cultura de una comunidad humana.

Óptimo: En su sentido más amplio y general el término óptimo se emplea cuando se quiere dar cuenta de aquello que resulta ser muy bueno, que no puede ser mejor de lo que es, es decir, óptimo es el superlativo del término bueno.

2.4. MARCO NORMATIVO

El marco normativo aplicable a las acciones realizadas durante la ejecución del proyecto, está motivado y fundamentado básicamente en los siguientes lineamientos mencionados a continuación:

- MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES, como parte de los manuales de carreteras, establecidos por El Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado por DECRETO SUPREMO N°034-2008 MTC.

- DECRETO SUPREMO N.º 012/94/AG.- Declara áreas intangibles los cauces, riberas y fajas marginales de los ríos, arroyos, lagos, lagunas y vasos de almacenamiento.
- RESOLUCIÓN DE JEFATURA N.º 300-2011-ANA. -Reglamento Para La Delimitación Y Mantenimiento De Fajas Marginales En Cursos Fluviales Y Cuerpos Naturales Y Artificiales.
- RESOLUCIÓN DIRECTORIAL N°004-2019-EF.- Se aprueban instrumentos metodológicos en el marco del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones y dictan otras medidas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo al propósito de los investigadores se trata de una investigación Aplicada, porque consiste fundamentalmente en mostrar en base a una comparación técnica y económica un diseño óptimo de defensa ribereña para el río Lacramarca que pueda contener avenidas excepcionales y evitar futuros desbordes del río.

3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Se trata de un nivel de investigación aplicativo, porque se desarrolló una evaluación al diseño de defensa ribereña con un sistema tradicional y al diseño con un sistema de confinamiento de suelos, mostrando los métodos de diseño para ambos sistemas de defensa ribereña para el río Lacramarca, obteniendo un sistema de defensa ribereña óptimo desde un punto de vista técnico y económico.

3.3. UNIDAD DE ANÁLISIS

- En el estudio topográfico se aplicó el sistema métrico decimal, las coordenadas están referidas en U.T.M., y las cotas referidas al nivel medio del mar.
- Las medidas angulares se expresan en grados, minutos y segundos sexagesimales.
- Las medidas de longitud se expresan en kilómetros (km), metros (m), centímetros (cm) ó milímetros (mm), según corresponda.

3.4. UBICACIÓN

Localidad : Cascajal
Distrito : Chimbote
Provincia : Santa
Departamento : Áncash



Figura 22: Croquis de la zona de estudio.
Fuente: Google Earth, 2020; modificado por los autores.

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1 POBLACIÓN

La población considerada fue el Río Lacramarca, cuyo desborde debido al Niño Costero en el 2017, afectó a los pobladores y la agricultura. La zona se caracteriza por un clima semi cálido con una temperatura media anual de 22.4°C.

3.5.2 MUESTRA

La muestra seleccionada fueron 2 km del río Lacramarca, desde la progresiva 21+500 hasta 23+500. Esta muestra fue seleccionada de forma selectiva, teniendo en cuenta la proximidad hacia el sector Cascajal, lo que pudiese afectar la condición socio-económica de los pobladores, en caso de desbordes, ante la ausencia de defensas ribereñas.

3.6. VARIABLES

3.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

- Río Lacramarca

3.6.2 VARIABLES DEPENDIENTES

- Diseño de defensa ribereña con un sistema tradicional.

- Diseño de defensa ribereña con un sistema de confinamiento de suelos con geobolsas.

3.6.3 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Ir a *Anexo 01: matriz de consistencia y operacionalización de variables.*

3.6.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Ir a *Anexo 01: matriz de consistencia y operacionalización de variables.*

3.7. INSTRUMENTOS

3.7.1 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y PROCESAMIENTO

Topografía: Se realizó un levantamiento topográfico en los 2 km del tramo de estudio, utilizando lo siguiente para la recolección de datos:

- 01 teodolito electrónico South
- 01 trípode metálico
- 02 miras telescópicas
- 01 GPS Garmin Etrex 30
- 01 wincha de lona de 50 mt.
- 01 libreta y lapicero
- Estacas de fierro de 40cm
- Cordel
- Pintura esmalte
- 01 pincel

Para el procesamiento de la información se utilizaron los programas AutoCAD 2017 y Civil 3D 2017.

Mecánica de suelos: se realizaron 04 calicatas según las tablas 06 y 07 de la norma E-050 del R.N.E., dentro del tramo de estudio, lo más cerca al lecho del río, utilizando lo siguiente:

- 02 palanas
- 02 barretas
- 01 wincha 3m
- 01 libreta y lapicero
- Bolsas plásticas

El procesamiento de las muestras se realizó en el laboratorio GEOLAB, ubicado en Nuevo Chimbote.

Estudio hidrológico: se investigaron datos históricos sobre las precipitaciones en la provincia y zona de estudio en la página web de SENAMHI, pero no se encontraron datos actualizados o de la provincia, lo cual pudiese aportar información al presente estudio, siendo la estación meteorológica actualizada más cercana Buena Vista, ubicada en la provincia de Casma. Por tal motivo se recopilamos informes de la página web del ANA para obtener un caudal de diseño, el cual se determinó teniendo en cuenta el estudio del ANA titulado “Estudios de máximas avenidas en las cuencas de la zona centro de la vertiente del Pacífico” (Apacla, 2010)³.

Estudio hidráulico: luego de obtener los parámetros necesarios de diseños, de los estudios topográficos, de mecánica de suelos e hidrológico, se procesaron estos datos con el software HEC-RAS v5.0.3, mediante el cual se realizaron distintos modelados.

Estudio fluvial: se determinó qué características mantener en la topografía del tramo de estudio, para así optimizar costos, en base a un mejor diseño de defensa ribereña determinando un ancho estable, o mejorar el perfil longitudinal del tramo, para así evitar grandes

volúmenes de flujo estancados en ciertos tramos (generando erosión en los márgenes que son de material excavado), producto de una descolmatación realizada en el año 2018. Luego de determinar que el mejoramiento del perfil del tramo, ayudaba a evitar que se generen grandes volúmenes de flujo estancado, se pudo optimizar los tramos necesarios a reforzar.

Estudio Geológico: se recopiló información del estudio “Aspectos Geotécnicos y su Relación con la Geología en la parte baja de la cuenca del Río Lacramarca”, el cual señala que... en las inmediaciones del río Lacramarca y en el pantano de Villa María, el nivel freático se presenta a 1.50 m de profundidad, por lo cual podrían ser afectados por la ocurrencia de licuación y asentamientos diferenciales de los suelos.

Por lo cual se consideró una cimentación bajo las estructuras de defensa ribereña, teniendo en cuenta las recomendaciones del estudio de mecánica de suelos.

Análisis técnico: para determinar qué método tradicional de diseño se iba a utilizar se empleó un Método Categórico para la evaluación de distintas propuestas, donde se asignaron valores del 1 al 3, siendo: el valor 1 el menos aceptable, valor 2 para una aceptabilidad media, y un valor 3 para aquel de mejor aceptación; de esta manera se seleccionó el método tradicional a usar y posterior comprobación de estabilidad según parámetros de forma manual mediante ecuaciones. Mientras que el diseño mediante Confinamiento de suelos con geobolsas se comprobó su estabilidad con el software GEO 05.

Análisis económico: para determinar el costo real de cada diseño, se procedió a cotizar los principales insumos, los cuales se obtuvieron de proformas solicitadas a proveedores y expedientes técnicos de la zona con una antigüedad no mayor a 2 años. Posteriormente se procesó la información empleando el software S10 Presupuestos 2005.

Óptimo diseño: para seleccionar el diseño más adecuado de ambos, se empleó un Método Categórico para la evaluación de la comparación técnica - económica, donde se asignaron valores del 1 al 3, siendo: el valor 1 el menos aceptable, valor 2 para una aceptabilidad media, y un valor 3 para aquel de mejor aceptación. Estos valores se asignaron según criterios propios de comparación.

3.8. PROCEDIMIENTOS

3.8.1 ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA

a. TOPOGRAFÍA

El principal objetivo fue realizar un correcto levantamiento topográfico para poder obtener planos topográficos veraces y fidedignos, que nos permita calcular las pendientes del terreno y la cantidad de movimiento de tierras para el desarrollo del presente estudio.

El levantamiento topográfico se refiere al establecimiento de puntos de control horizontal y vertical. En efecto, se requiere una cantidad suficiente de puntos de control vertical, y horizontal para los casos de verificación.

Se tomaron distintas lecturas en cada sección transversal, a fin de obtener la mayor información posible del terreno, lo cual fue procesado con el software Civil 3D.

Se tuvo en cuenta lo siguiente: Se empleó un teodolito electrónico, con lo que se hizo la radiación en el terreno y tomando datos en una libreta de campo, datos que se ingresaron para poder procesar los planos de curvas de nivel, se implantaron vértices de la poligonal sin exceder una distancia promedio de 150m asegurando su visibilidad, se utilizó un GPS marca Garmin para poder tomar las cotas y coordenadas UTM en cada cambio de estación, la toma de datos se realizó cada 50m en el río Lacramarca en el tramo de estudio a lo largo de los 2km, los datos detallados se observan en el anexo 02.

Con los datos de campo se crearon las curvas de nivel usando el software AutoCAD Civil 3D, determinando así la pendiente del tramo de 1.02%. Posteriormente se trazó el perfil longitudinal y sus secciones transversales cada 20m. Obtenido el alineamiento se procedió a exportar para su modelado hidráulico.

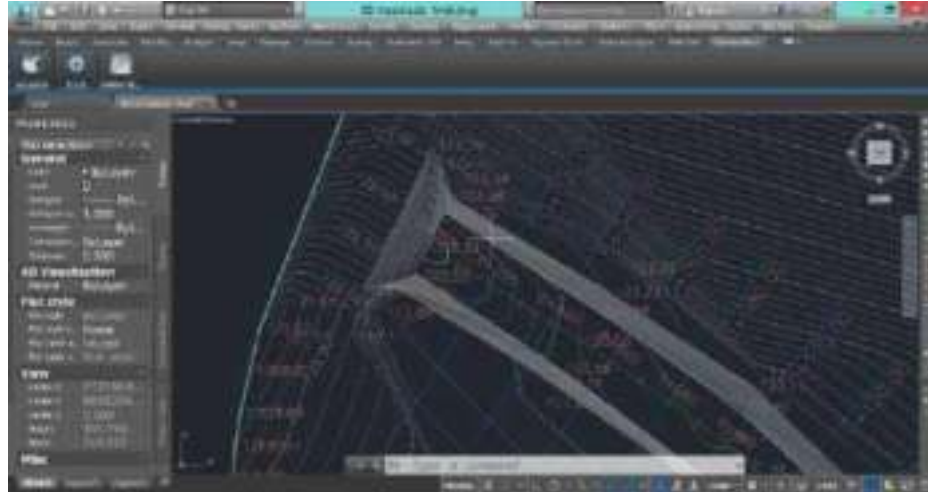


Figura 23: Se procesaron los datos del levantamiento topográfico en el software Civil 3D para generar curvas de nivel.

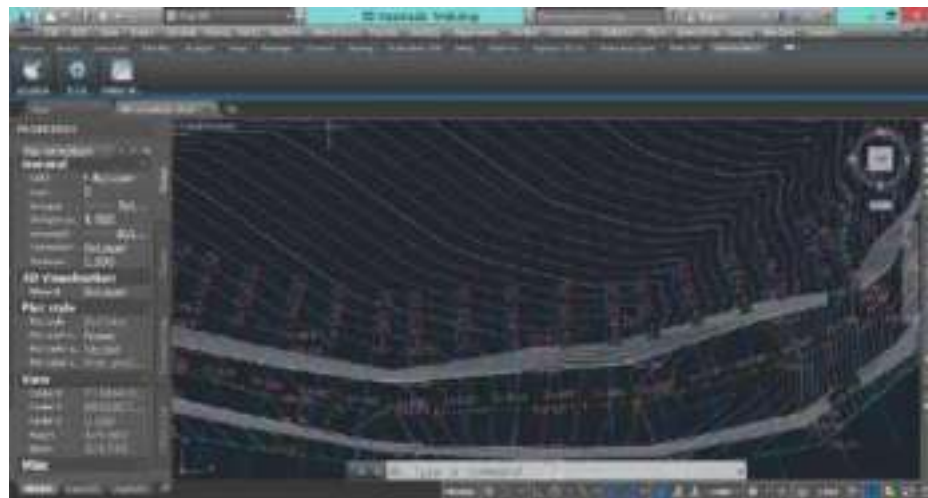


Figura 24: Se procedió a realizar el alineamiento con progresivas cada 20m, en el tramo de estudio, utilizando el software Civil 3D.

b. MECÁNICA DE SUELOS

En la presente tesis, se realizaron ensayos de granulometría, clasificación de suelo, densidad y porosidad. Realizando calicatas según la tabla 07 de la norma E-050, y a su vez se consideró la tabla 06 de la norma E-050, para determinar el tipo de estructura y su categoría, siendo la presente, de tipo B (Clase Otras Estructuras).

Siendo nuestro caso 04 tramos de 120m, con un área de diseño de 360m² (longitud de tramo multiplicado por el ancho de la sección del diseño, 3m), por tal motivo, se realizó una calicata por tramo, siendo en total cuatro, como se aprecia en el anexo de mecánica de suelos, estudios realizados por el laboratorio de suelos GEOLAB, ubicado en Nuevo Chimbote.

Resumen De Estudio De Mecánica De Suelos

- Se tomaron muestras según la tabla 07 de la norma E-050, cada 450m² (nuestro caso abarcaba 360m² por tramo) de área de diseño en el tramo de estudio, siendo estas en las progresivas, 0+060 hasta 0+180 (ambos márgenes) y 1+180 y 1+300 (ambos márgenes), siendo 04 en total.
- Las muestras se tomaron cerca al margen del río, donde el nivel freático se encontraba a los 15-20cm de profundidad.
- Se determinó que el suelo analizado era tipo SP (Arena mal graduada, arena con grava con pocos finos o sin ellos).
- El peso específico promedio resultó 1.59 gr/cm³, de las 04 muestras tomadas.
- La porosidad promedio fue 35.22%, de las 04 muestras tomadas.
- Y una capacidad admisible promedio de 1.13 kg/cm², para un ancho mínimo $B=4.00m$ y $D_f=1.50m$ (para un asentamiento de 1”).

c. ESTUDIO HIDROLÓGICO: PRECIPITACIONES

Las precipitaciones en el área de estudio siempre han sido muy escasas, por lo que el caudal existente se debe a las precipitaciones en la parte alta de la cuenca en ciertas épocas del año (desde noviembre hasta abril aproximadamente) y generalmente por el exceso de riego de cultivos en la parte alta, que luego terminan en el río. El caudal se determinó teniendo en cuenta el estudio del ANA titulado “Estudios de máximas avenidas en las cuencas de la zona centro de la vertiente del Pacífico” (Apacla, 2010)³.

d. ESTUDIO HIDRÁULICO

Para determinar los tramos de reforzamiento en los 2km, se modelaron distintos caudales. Además, se determinó el coeficiente de rugosidad, asumiendo para el lecho de río 0.028 (Hidráulica de canales, Ven Te Chow), valor dado para lechos de río con vegetación, como fue nuestro caso.

La pendiente en el tramo de estudio se obtuvo mediante el levantamiento topográfico realizado, siendo 1.02% para los 2km, y los diámetros se obtuvieron con el promedio de los resultados del estudio granulométrico.

Tabla 13: *Coefficientes de rugosidad en el tramo de estudio.*

Descripción	D50 (mm)	D50 (plg)	s	n
Banco derecho de inundación	1.57	0.062	0.0102	0.014
Canal principal	1.57	0.062	0.0102	0.028
Banco izquierdo de inundación	1.57	0.062	0.0102	0.014

FUENTE: elaboración propia.

Se analizó que, en la región, las últimas avenidas extraordinarias, se dieron en los años 2016-2017, 1997-98, 1982-1983, 1972, 1925, 1891. Siendo los de mayor envergadura los de 2016-2017 y 1982-1983, por tal motivo, se determinó usar un periodo de retorno de 25 años.

Modelamiento Hidráulico

Los coeficientes de rugosidad de Manning a lo largo del tramo de estudio fueron ingresados al programa HEC-RAS 5.0.3, teniendo en cuenta las 03 zonas detalladas en el cuadro: banco izquierdo de inundación, canal principal y banco derecho de inundación, en cada una de las secciones transversales, habiendo considerado igual para todos los tramos.



Figura 25: Interfaz de inicio del software de diseño hidráulico HEC-RAS 5.0.3.



Figura 26: El software nos permite modelar una topografía según el alineamiento previamente exportando de Civil 3D, para luego ingresar parámetros como caudal de diseño, periodo de retorno y coeficiente de rugosidad.

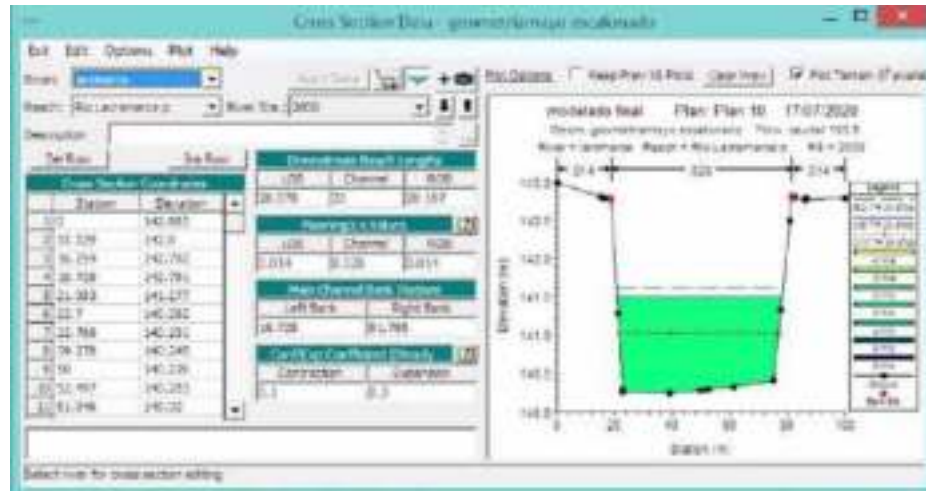


Figura 27: Una vez cargados los parámetros de diseño, el software nos permite visualizar las secciones por progresiva con el caudal ingresado, permitiendo analizar detalladamente.

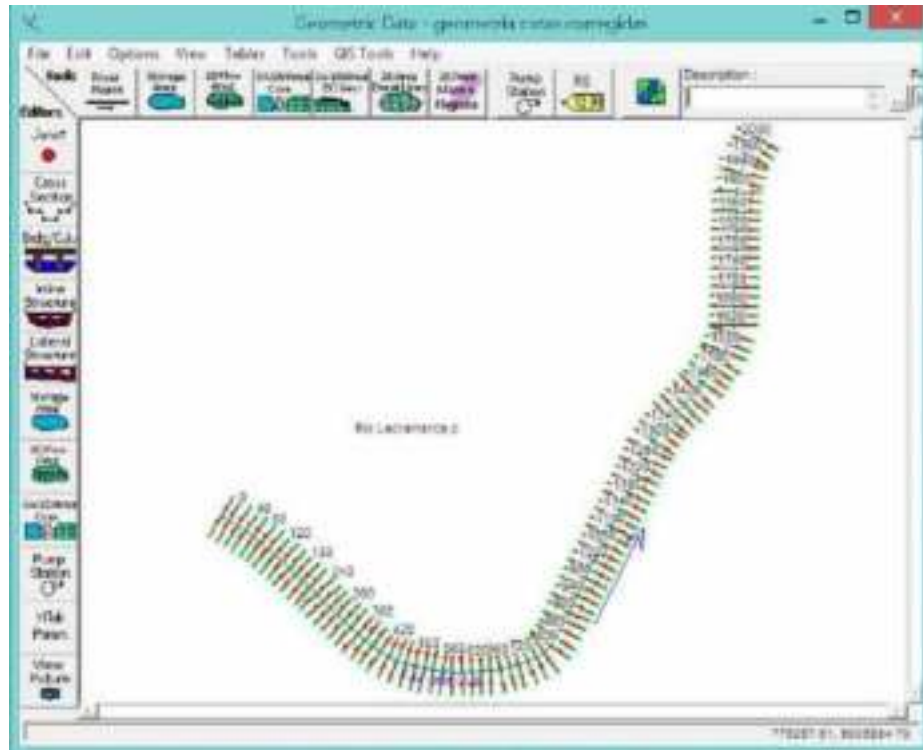


Figura 28: Una vez modelado, se puede visualizar el alineamiento del tramo de estudio.

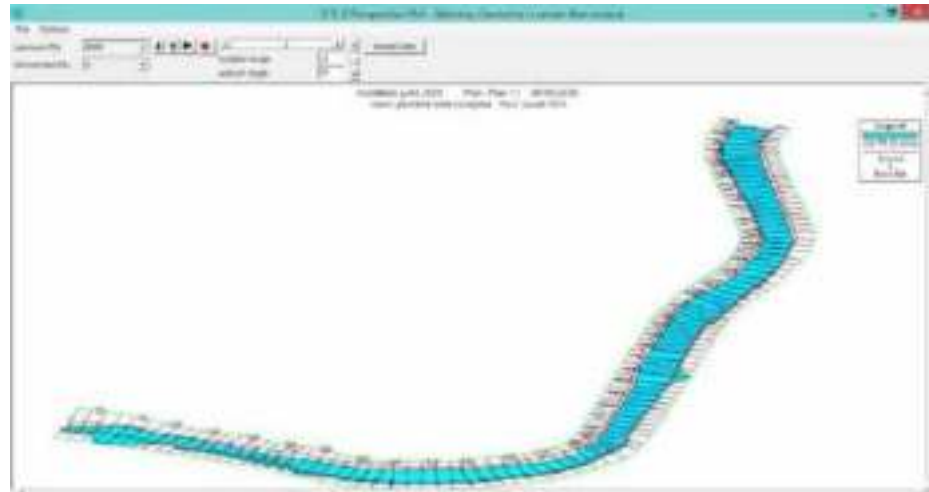


Figura 29: El software nos permite tener una buena visión del comportamiento del flujo, tanto en cortes transversales por sección, en planta, así como en 3D. Finalmente se puede exportar el modelado por secciones, como se aprecia en el anexo 03.

MODELADO 01 EN CAUCE NATURAL

Luego de procesar el levantamiento topográfico, se determinó el perfil del río, para así modelar sus secciones y determinar cuáles son los tramos más vulnerables. En el año 2018 se realizó una descolmatación en el Río Lacramarca, el cual abarcaba nuestro tramo de estudio, donde colocaron terraplenes de material excavado, en los márgenes del río para tratar de encauzar una posible avenida máxima. Teniendo en cuenta esto, se modelaron distintos caudales para determinar cuál ocasionaría un desborde y en qué tramos. Se detallan en el Anexo 3.1: Modelado 01 en cauce natural, con caudal de desborde de 40m³.

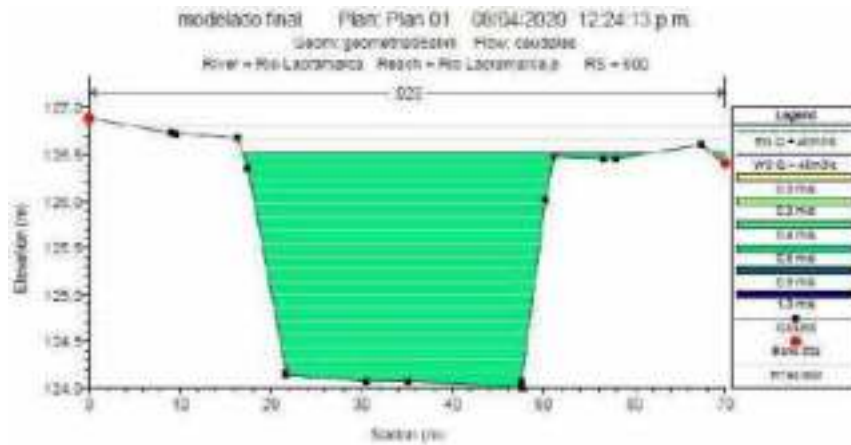


Figura 30: Desborde en progresiva 0+600.

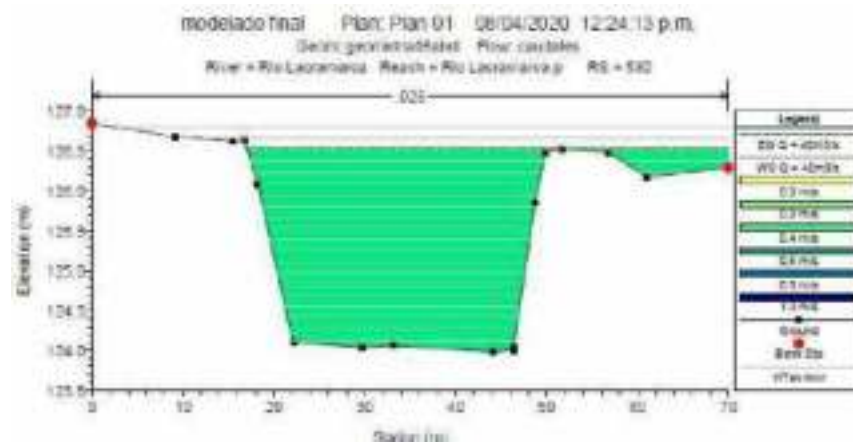


Figura 31. Desborde en progresiva 0+580.

De lo cual se pudo determinar que con un caudal de $40\text{m}^3/\text{s}$, para las características del tramo de estudio, generaría un aumento crítico desde el tramo 1+400 hasta 1+280, y en el tramo 0+680 hasta 0+620; mientras que se generaría un desborde en el tramo desde 0+600 hasta 0+580, aguas abajo, como se puede apreciar en el ANEXO 3. Sabiendo esto, se tuvo que determinar si sería suficiente para soportar una avenida máxima ante un posible fenómeno del niño, que suele afectar esta zona.

Modelado 02 En Cauce Natural Para Avenida

Máxima

Teniendo en cuenta la afectación del fenómeno del niño en la provincia y en el país, se determinó un caudal de avenida máxima para el diseño de las estructuras de defensa ribereña. Como se sabe las precipitaciones en la provincia es nula o muy escasa, a excepción de épocas de fenómenos naturales, para lo cual nos acogimos a datos del ALA en la provincia, la cual se encuentra conformada por SANTA, LACRAMARCA y NEPEÑA. De esta manera se asumieron las características pluviométricas e hidrogeológicas del estudio del ANA, titulado “Estudios de máximas avenidas en las cuencas de la zona centro de la vertiente del Pacífico” (Apacla, 2010)³. Para lo que se estableció similitudes entre la cuenca Nepeña y Lacramarca, donde se presentan altas precipitaciones en el sector comprendido entre las cotas 2000 y 4000 msnm. De esta manera se asumió un caudal de diseño, de 103.50m³/s, para un periodo de retorno de 25 años, para la parte alta de la cuenca (Cuadro 37, titulado “Caudales para diferentes períodos de retorno – Cuenca Alta”, del estudio del ANA).

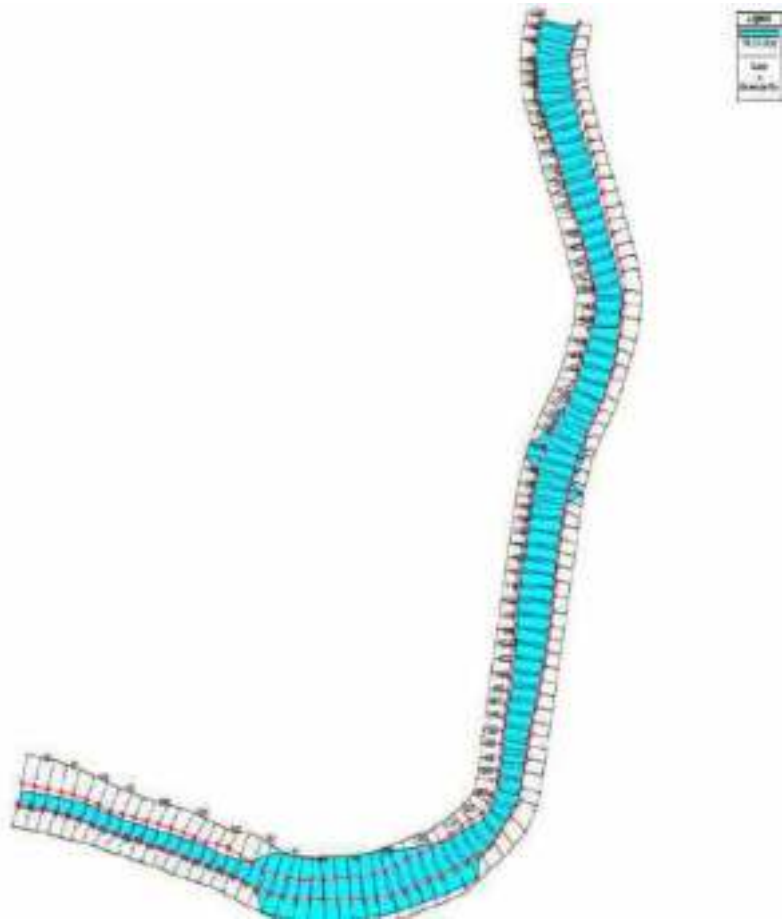


Figura 32: *Vista de las secciones del río, modelado en HEC-RAS con un caudal de 103.50m³/s.*

Luego de realizar el modelado para un caudal de 103.50m³/s, se pudo observar incrementos críticos desde 1+400 hasta 1+280, desde 0+740 hasta 0+680; desbordes en 1+340, y desde 0+660 hasta 0+380, aguas abajo, como se puede apreciar detalladamente en el Anexo 3.2.

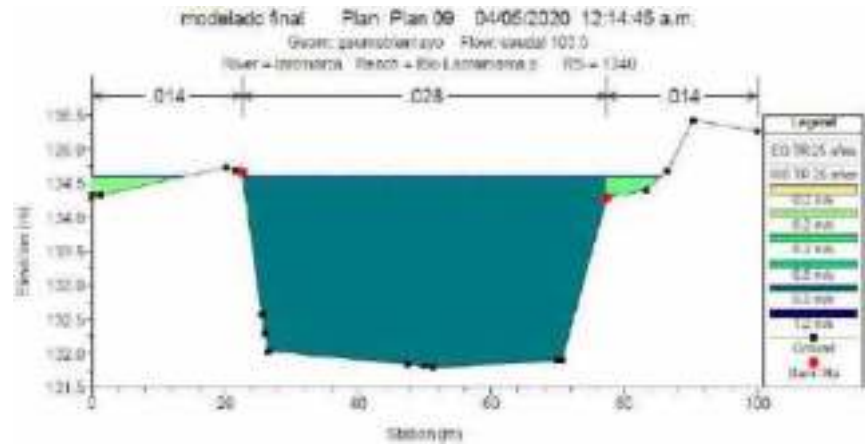


Figura 33: Desborde en la progresiva 1+340.

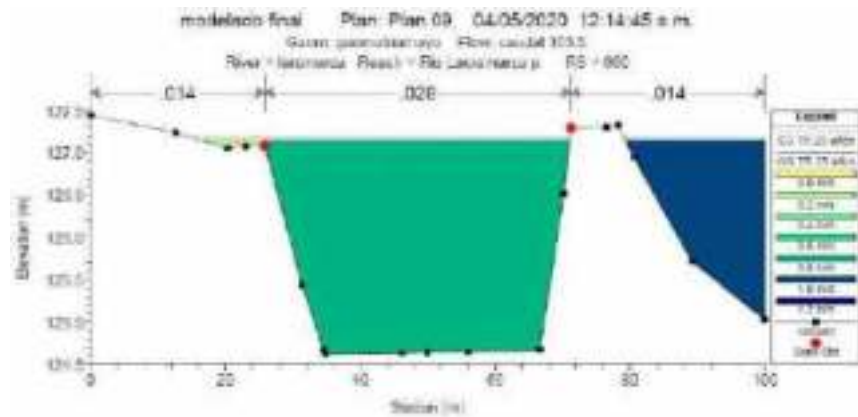


Figura 34: Desborde en la progresiva 0+660.

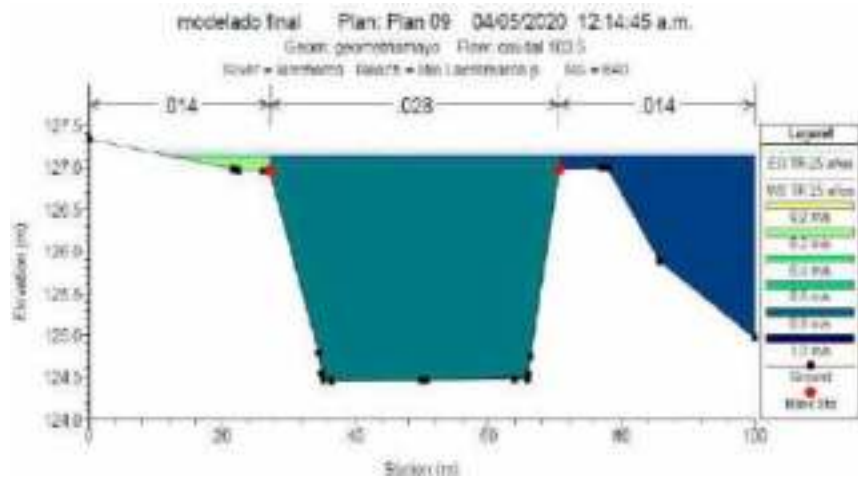


Figura 35: Desborde en la progresiva 0+640.

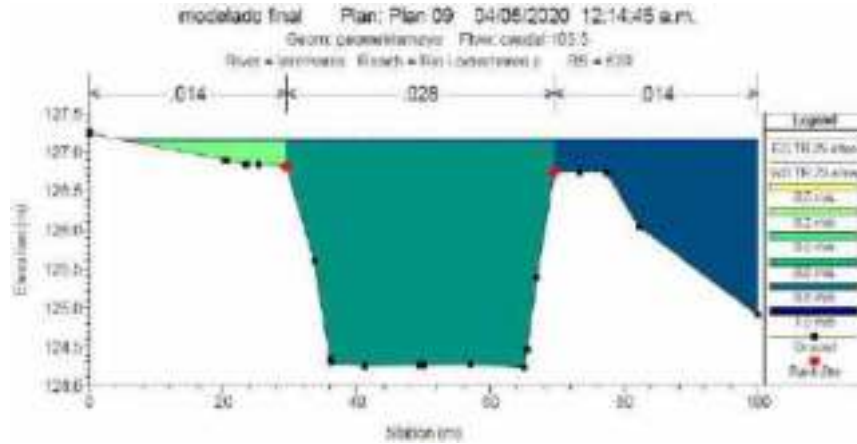


Figura 36: Desborde en la progresiva 0+620.

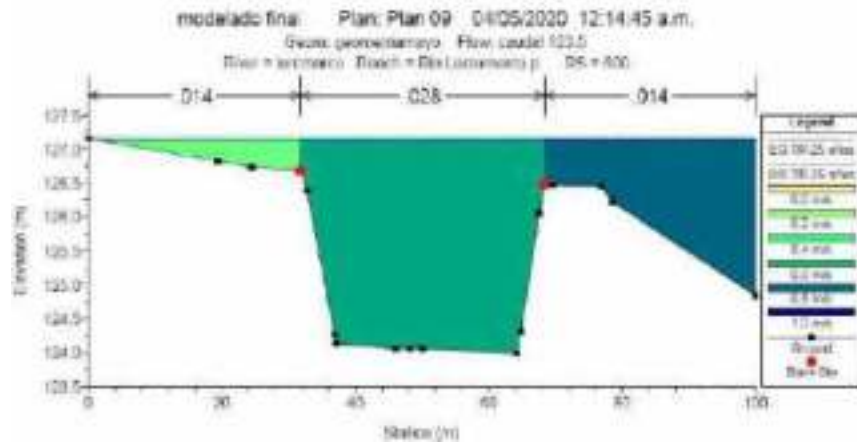


Figura 37: Desborde en la progresiva 0+600.

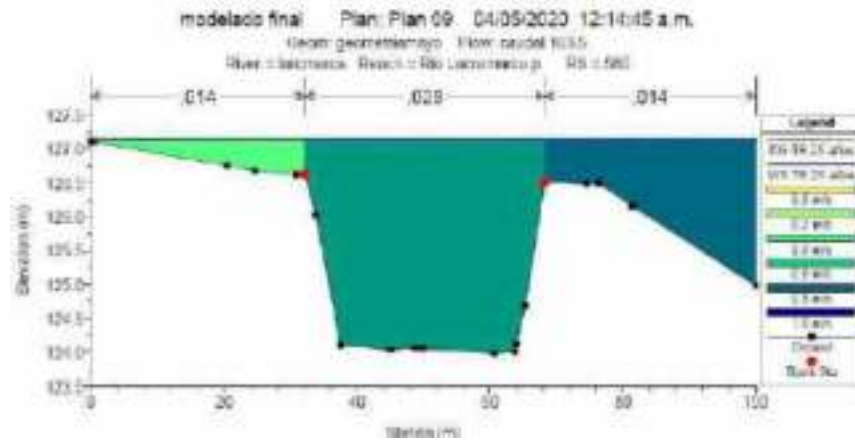


Figura 38: Desborde en la progresiva 0+580.

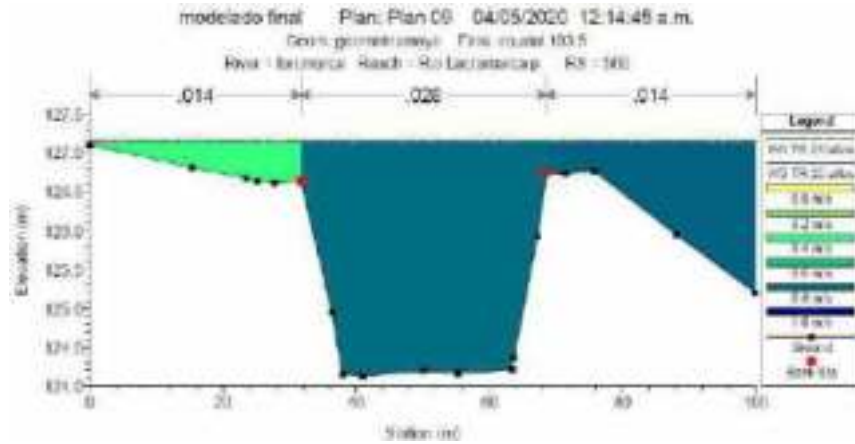


Figura 39: Desborde en la progresiva 0+560.

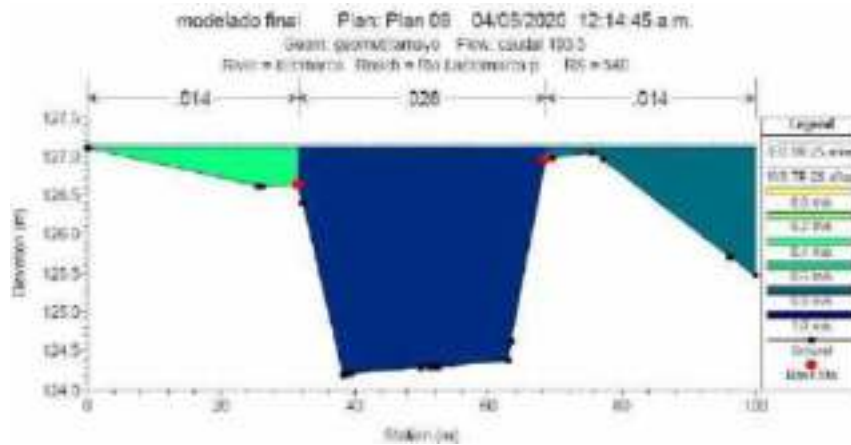


Figura 40: Desborde en la progresiva 0+540

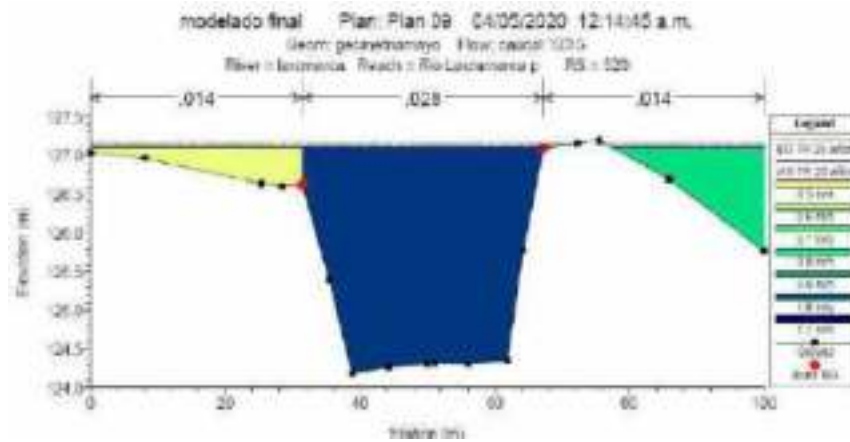


Figura 41: Desborde en la progresiva 0+520.

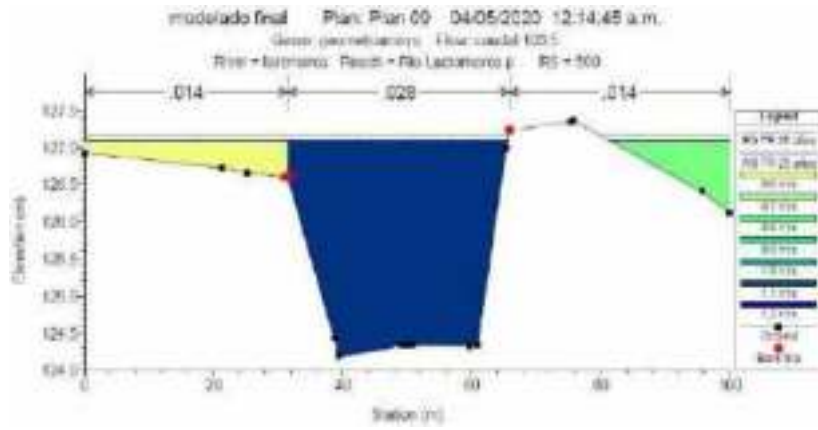


Figura 42: Desborde en la progresiva 0+500.

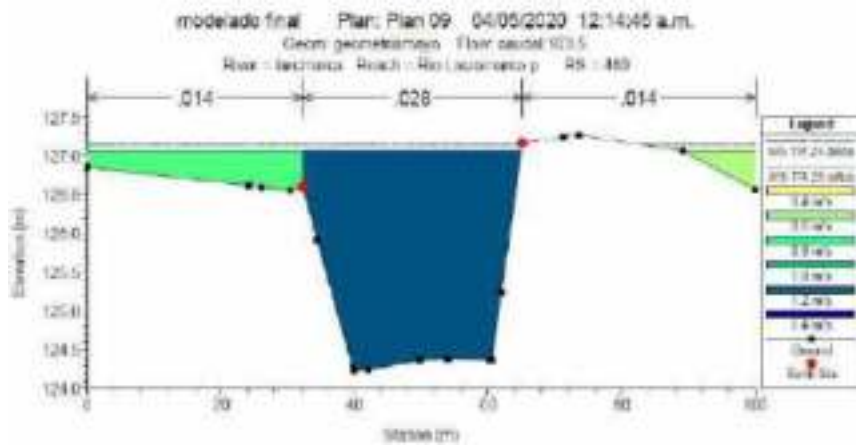


Figura 43: Desborde en la progresiva 0+480.

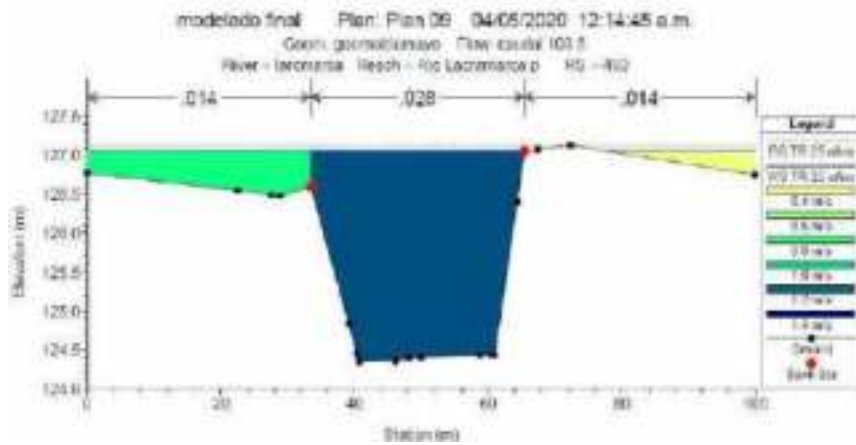


Figura 44: Desborde en la progresiva 0+460.

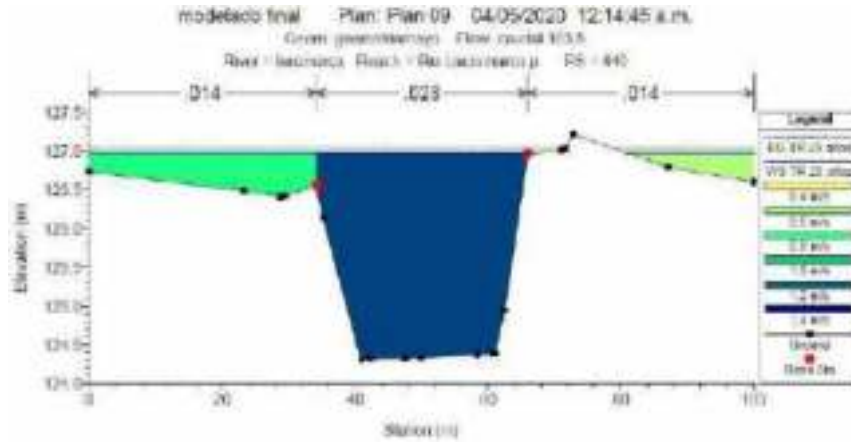


Figura 45: Desborde en la progresiva 0+440.

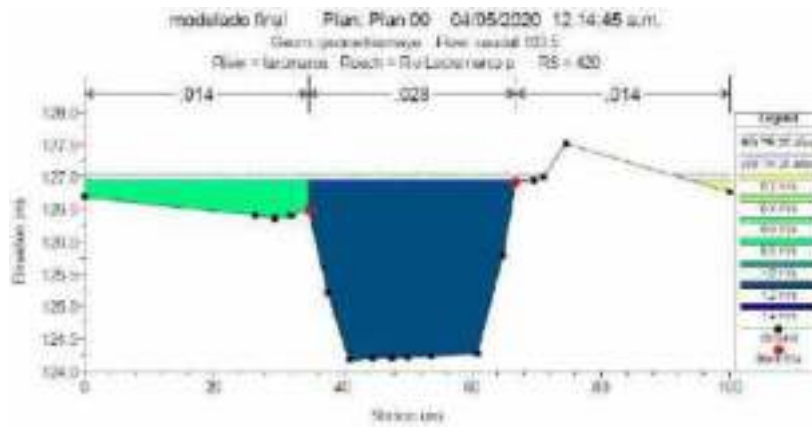


Figura 46: Desborde en la progresiva 0+420.

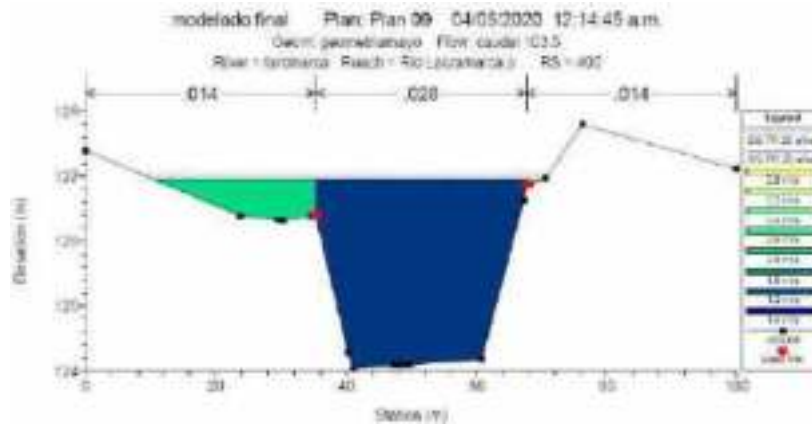


Figura 47: Desborde en la progresiva 0+400.

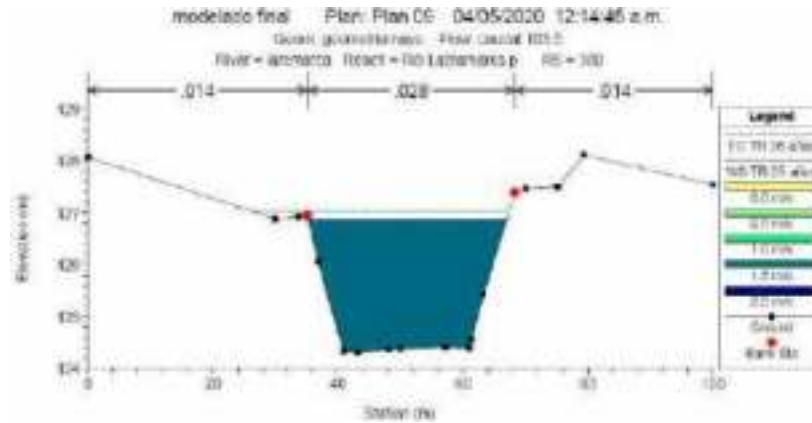


Figura 48: Desborde en la progresiva 0+380.

Modelado 03 En Cauce Con Rasante Mejorada, Para Avenida Máxima

Luego de analizar los tramos donde aumenta el tirante de forma crítica, y los tramos donde se generaban los desbordes, se pudo determinar que se debía a la topografía del terreno, ya que se generaban ciertos empozamientos en los tramos, 1+440 hasta 1+236.22, y desde 0+793.74 hasta 0+344.88, de la rasante natural, como se puede apreciar en el plano del perfil longitudinal del río, en las láminas PPG-01 y PPG-02. Se detalla en el Anexo 3.3.



Figura 49. Empozamiento del río en el tramo 1+440 hasta 1+236.22, aguas abajo.



Figura 50: Empozamiento del río en el tramo 0+793.74 hasta 0+344.88, aguas abajo.



Figura 51: El tramo 0+793.74 hasta 0+344.88

Nota: aguas abajo, a su vez corresponde a una curva en el río, con anchos promedios de 15m, mucho menor al promedio general que es superior a los 20m, lo que generaba la acumulación de la masa de agua, y finalmente los desbordes.

Con la topografía analizada en dichos tramos, se procedió a trazar una nueva rasante, la cual permita un flujo continuo, pero a su vez sin darle mucha pendiente al lecho, para evitar una mayor velocidad y energía de impacto al flujo. Para esto se proyectó una rasante escalonada, como se ve en los planos de los perfiles longitudinales.

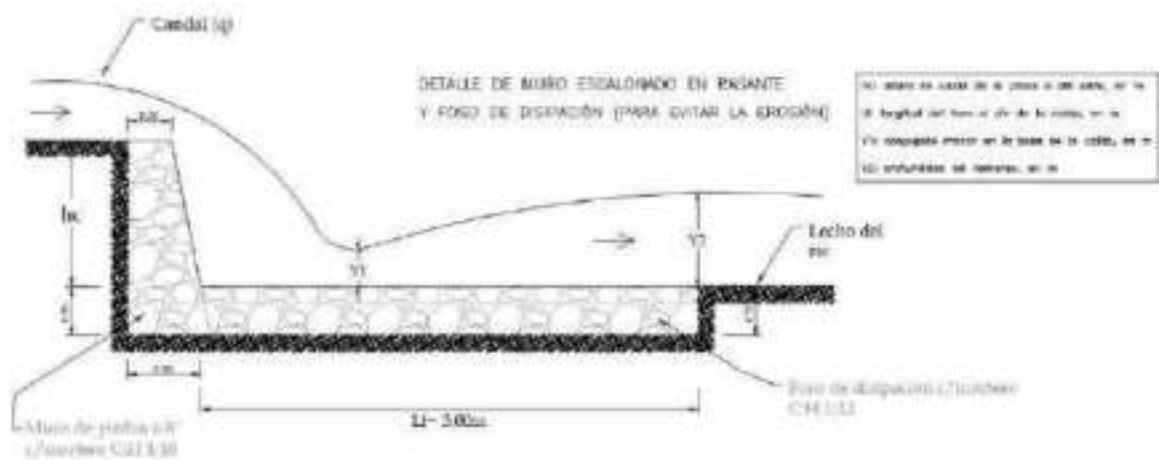


Figura 52: *Detalle de Foso de Disipación*

Nota: Teniendo en cuenta la erosión del terreno, producto del caudal diario, se proyectó un muro de piedra en el borde de la gradiente, y un foso de disipación que impida la socavación del lecho.

Luego de modelarse la nueva rasante para dichos tramos, se eliminó el factor de los desbordes en el tramo de estudio, sin embargo, aún existían tirantes críticos, que generarían erosión en las paredes de dichos tramos, los cuales se encontraban conformados por material excavado, producto de la descolmatación de la zona en el año 2018.

3.8.2 HIDRÁULICA FLUVIAL

a. UBICACIÓN DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

Para esto se tuvo en cuenta las estructuras existentes, realizando visitas a campo; así como las zonas vulnerables, las que se pudieron analizar mediante el modelamiento hidráulico con el software HEC-RAS.

b. PREDIMENSIONAMIENTO DE ESTRUCTURA HIDRÁULICA, PARA AVENIDA MÁXIMA

Para evitar la erosión de las paredes, se determinó que los tramos 1+300 hasta 1+180, y 0+180 hasta 0+060 aguas abajo, deberían contar con un diseño de defensa ribereña, ya que se encontrarían sometidos a tirantes críticos y/o erosivos, como se puede ver en los datos ubicados en el Anexo 3.03. Correspondientes al modelado 3.

De los parámetros hidráulicos obtenidos del Modelado 03, se puede apreciar las progresivas del río, las secciones del tramo de estudio cada 20m, el periodo de retorno, la elevación de la superficie libre del agua, la elevación del caudal, el tirante, esfuerzo de corte, velocidad en el canal, área del flujo, ancho de espejo de agua, y número de Froude. Ver en el Anexo 3.3.

c. SECCIÓN ESTABLE DEL CAUCE (MÉTODO DE MANNING)

Muchas veces se suele alinear los márgenes a estructuras existentes, para no afectar su funcionamiento, sin embargo, para el tramo de estudio los márgenes se encontraban delimitados por áreas de cultivo de los pobladores de la zona. Lo que impide o limita la alineación del cauce y su mejoramiento, ya que invadir o afectar parte de estos terrenos generaría conflictos sociales y económicos en la zona, lo que contrariamente se busca.

Para esto se puede aplicar el método de Manning:

Ecuación 11: *Ancho estable del cauce*

$$B = (Q^{1/2} S^{1/5}) * (nK^{5/3}) (3/ (3+5m)) \quad (11)$$

$$B = (103.50^{1/2} * 0.0102^{1/5}) (0.0280 * 16^{5/3}) (3/ (3+5*0.50))$$

$$B = 45.02\text{m}$$

Donde:

Q: caudal instantáneo

S: pendiente del río

n: coef. de Manning

k: coef. de material del cauce

m: coef. del tipo de río

Tabla 14: *coeficientes de material de cauce*

Coeficiente del Material de Cauce	K
Material de cauce muy resistente	3-4
Material fácilmente erosionable	16-20
Material aluvial	8-12
Valor practico	10

FUENTE: Hidráulica de canales, Ven Te Chow

Tabla 15: *Coeficientes De Tipo De Río*

Coeficiente del Tipo de Río	m
Para ríos de montaña	0.50
Para cauces arenosos	0.50
Para cauces aluviales	1.00

FUENTE: Hidráulica de canales, Ven Te Chow

Determinar un ancho estable permite que el nivel de agua, no desborde dentro del río. Lo cual permite determinar la altura de la defensa ribereña que deba contener el caudal.

Para el cálculo del tirante hidráulico se puede aplicar el método de Manning-Strickler:

Ecuación 12: *Tirante hidráulico*

$$t = (Q / (K_s B S^{1/2}))^{3/5} \quad (12)$$

Donde:

Q: caudal instantáneo

S: pendiente del río

B: ancho estable del cauce

Ks: coeficiente de rugosidad para cauces naturales

Tabla 16: *Coefficientes De Rugosidad Para Cauces Naturales*

Valores para el Coeficiente de Rugosidad para

Cauces Naturales	Ks
Cauce con fondo solido sin irregularidades	40.00
Cauces de rio con acarreo irregular	33-35
Cauces de Ríos con Vegetación	30-35
Cauces naturales con derrubio e irregularidades	30.00
Cauces de Rio con fuerte transporte de acarreo	28.00
Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza	25-28
Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil	19-22

FUENTE: Hidráulica de canales, Ven Te Chow

Teniendo en cuenta la topografía del tramo de estudio, los márgenes cuya amplitud varían desde los 20m hasta los 50m en la parte final, y que ambos bordes se encuentran ocupados por tierras de cultivos, se determinó respetar los márgenes existentes, debido a la actitud reacia de los agricultores y pobladores, de ceder parte de sus terrenos a la hora de establecer fajas marginales. Además de que se proyectó previamente una nueva rasante que permita un mejor flujo del caudal, como se puede apreciar en el capítulo d.5.3.

d. CÁLCULO DE LA ALTURA DE LA ESTRUCTURA (H)

Para el cálculo de la altura de la estructura en los tramos, se tuvo en cuenta el tirante máximo generado y la altura de borde libre, los cuales se detallan:

- Tirante máximo: $(Y)=2.27\text{m}$ (presente en la sección 0+080)
- Velocidad media de máxima avenida: $(V)= 2.47 \text{ m/s}$

Ecuación 13: *Borde libre*

$$BL = \varphi \frac{V^2}{2g} \quad (13)$$

 φ = coeficiente de seguridad

V= velocidad media

g= gravedad

Tabla 17: *Valores Para Φ*

Valores para Coef. Seguridad (Q m3/s)	φ
3000-4000	2.00
2000-3000	1.70
1000-2000	1.40
500-1000	1.20
100-500	1.10

FUENTE: Hidráulica de canales- Ven Te Chow

$$Q = 103.50 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\varphi = 1.10$$

$$V = 2.47 \text{ m/s}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$BL = 1.10 \frac{2.47^2}{2(9.81)} = 0.34\text{m}$$

Entonces:

$$H = y + BL$$

$$H = 2.27 + 0.34 = 2.61\text{m}$$

De los datos mencionados, el tirante máximo (Y) y la altura de borde libre (BL), se tuvo una altura de 2.61m, pero se decidió usar una *altura de diseño de 3.00m* desde la rasante del lecho hasta la parte superior.

3.8.3 FACTORES DE DISEÑO

Luego de determinar los parámetros hidráulicos y la altura de diseño, se decidió qué tipo de defensa ribereña utilizar, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Estructura hidráulica para defensa ribereña, de 240m de longitud (tramo de 1+300 hasta 1+180 y 0+180 hasta 0+060) en ambos márgenes.
- El ancho estable para el caudal de diseño es 45m, sin embargo, se respetará el ancho actual, que varía desde los 20m hasta los 50m, por estar entre terrenos de cultivo, los cuales no permitirían el ampliar o modificar el cauce, por la actitud reacia de los propietarios.
- Al mantenerse el ancho existente, el tirante llegó hasta los 2.27m, por lo que se determinó una altura de muro de 3.00m, lo cual asegura el correcto encauzamiento, sin la necesidad de la modificación del ancho del cauce.

3.8.4 MÉTODOS TRADICIONALES DE DEFENSA RIBEREÑA

Entre los métodos de defensa ribereña más tradicionales se pudo encontrar el uso de enrocados o gaviones, y entre lo menos común, el uso de hexápodos de concreto armado. Los cuales se compararon técnica y económicamente, utilizando un método categórico de evaluación, donde se asignaron valores del 1 al 3, siendo 1 el valor más bajo, y 3 el de mejor aceptación, obteniendo lo siguiente:

Tabla 18: *Comparación Técnica Económica De Métodos De Defensa Ribereña.*

	Enrocado	Valor	Gaviones	Valor	Hexápodos	Valor
Costo (por m3)	S/. 150.00		S/. 240.00		S/. 565.62	
	(Incluye movimiento de tierras, materiales y ejecución)	3	(Incluye movimiento de tierras, materiales y ejecución)	2	(Incluye movimiento de tierras, materiales y ejecución)	1
Prevención de erosión en talud	NO (Se colocan sobre el terreno natural en pendiente, previamente preparada)	1	SI (Se coloca un geotextil entre el gavión y el terreno)	3	NO (Se colocan sobre el terreno natural)	1
Tiempo de vida útil	10-50 años	2	50 años a más	3	25 años aproximadamente	1
Mantenimiento a largo plazo	Debido a la erosión del caudal en los taludes, produce desprendimientos de la estructura)	2	Teniendo en cuenta que la caja de gavión tiene un tiempo de vida útil muy prolongado y el talud se encuentra protegido por un geotextil que evita la erosión, el mantenimiento es muy escaso.	3	La humedad tiende a deteriorar las estructuras de concreto, por lo que sería necesario reponer las estructuras deterioradas cada cierto tiempo, previo análisis.	1
Generación de empleo	La mayor parte del proceso constructivo es llevado a cabo por maquinaria pesada.	1	Al usar mano de obra no calificada para colocación y relleno, no requiere mucha maquinaria pesada para la creación de muros de gaviones.	3	Requiere mano de obra calificada para ejecutar las estructuras hidráulicas y maquinaria pesada para su colocación.	1
TOTAL		9		14		5

FUENTE: elaboración propia.

Nota: información recopilada de Perú Construye, (2017), Gaviones; y Alanya Barzola E. (2017), Sist. De Prevención y Control de Erosión... - Huancayo

Teniendo en cuenta la comparación técnica-económica de los métodos tradicionales de defensa ribereña, el que mejor evaluación tuvo fue el diseño de Gaviones, por lo cual, fue el método tradicional de defensa ribereña proyectado.

a. ESTUDIOS DE SOCAVACIÓN GENERALIZADA

Se calculó la socavación generalizada a partir de la ecuación de Lischtvan-Lebediev, para los 2km de estudio en el río Lacramarca. Esta socavación generalizada permitió determinar el ancho del colchón reno para la estructura hidráulica.

De los resultados obtenidos se tuvo una socavación máxima de 4.28m, la misma que multiplicada por 1.5 veces para la determinación del colchón reno, según Mccafferri, hace un total de 6.43m, por lo que se consideró un colchón reno de 6.50m, como se muestra en el plano PD-01.

b. PREDIMENSIONAMIENTO DE GAVIONES

- Se proyectaron 240m de muros de gaviones en ambos bordes, para los tramos (desde de 1+300 hasta 1+180 y 0+180 hasta 0+060).
- Se proyectó una altura de 3.00 de altura desde el lecho del río hasta el tope de la estructura, más la cimentación de 0.50m, se proyectaron 03 gaviones de 1.00m de alto y 01 gavión de 0.50m de alto, para que quede en 3.50m de altura total de estructura.
- La máxima socavación generalizada fue de 4.28m, para lo que Maccaferri recomienda considerar 1.50 veces la profundidad de

socavación para el colchón reno, por lo que se tuvo un ancho de 6.50m, y se usó gavión caja de 0.50m de altura.

- También se proyectó un geotextil, lo cual garantizaba que el material o terreno que se encuentren detrás del gavión no sean erosionados.
- A su vez se consideraron 02 contrafuertes cada 25m.

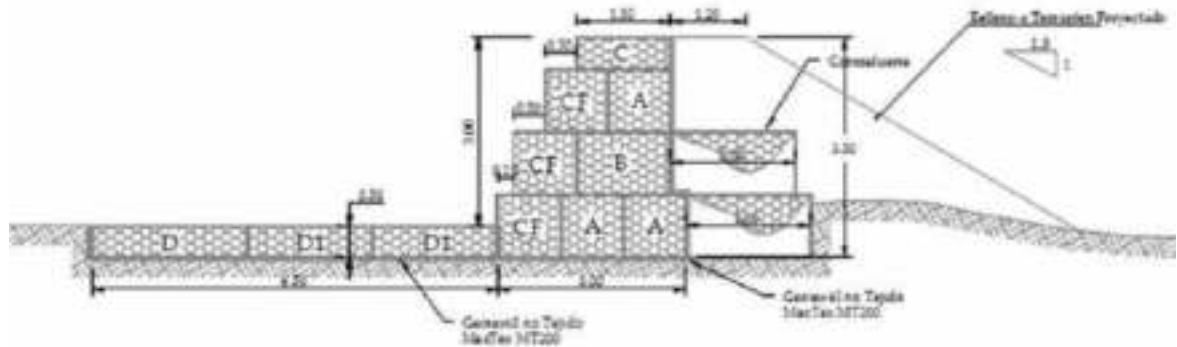


Figura 53: Sección de muro de gaviones.

c. CIMENTACIÓN Y GEOTEXTIL

La estructura contaría con una cimentación $D_f=1.50\text{m}$ de profundidad y $B=4.00\text{m}$ de ancho, como se recomienda en el estudio de mecánica de suelos. Además, se complementó con la colocación de un geotextil no tejido para asegurar la protección contra la erosión y conservar la estabilidad de la estructura, el manto anti socavante se distribuyó en dos partes, de tal manera que funcionen independientemente con un traslape de 70 cm. La primera parte se proyectó bajo la estructura de protección a la socavación. La segunda parte en la cara expuesta al terreno natural como se muestra en la figura 54.

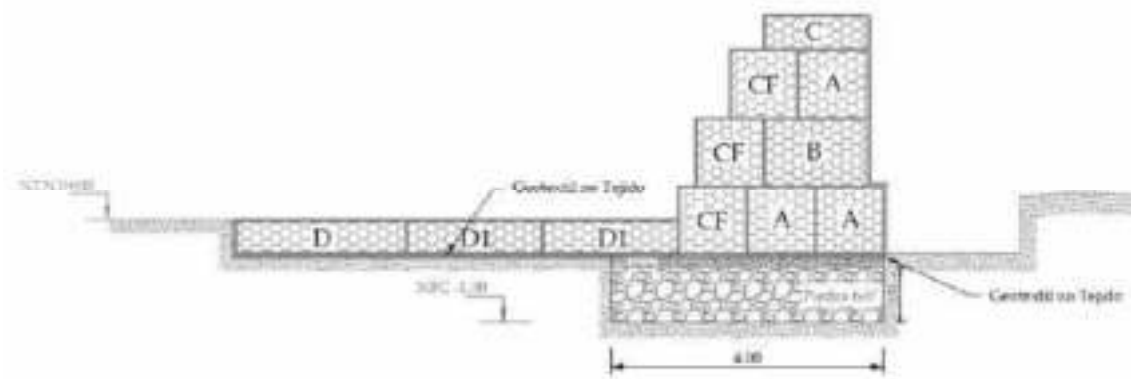


Figura 54: *Detalle de cimentación y colocación de geotextil no tejido entre gaviones y terreno.*

d. METRADOS PARA DEFENSA RIBEREÑA CON GAVIONES

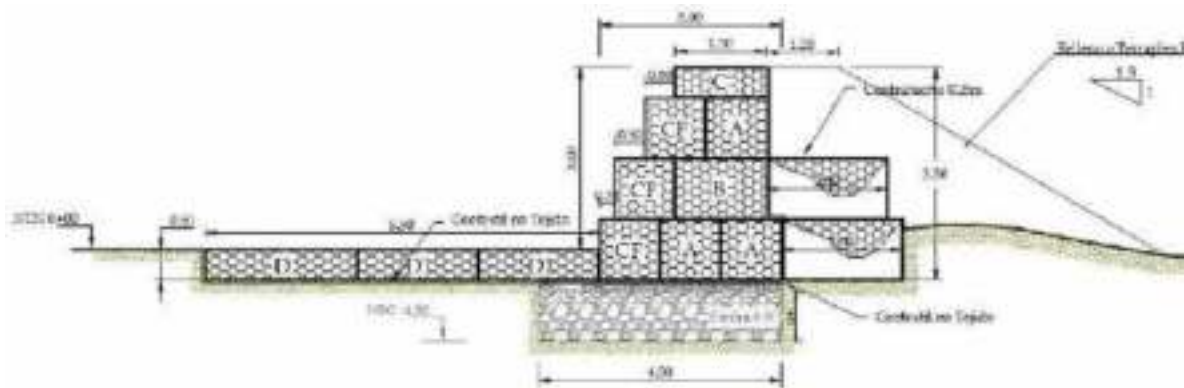


Figura 55: *Sección de defensa ribereña con gaviones.*

Tabla 19: Resumen De Metrados Para Gaviones

ITEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL	UND
01	OBRAS PROVISIONALES		
01.01	CARTEL DE OBRA	1.00	und
01.02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQ, EQUIPOS Y HERRAM	1.00	glb
01.03	ALMACÉN Y OFICINA EN OBRA	1.00	glb
02	TRABAJOS PRELIMINARES		
02.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	2.00	km
02.02	ENCAUZAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	2.00	km
02.03	SEGURIDAD EN OBRA		
02.03.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE	1.00	glb
02.03.02	EMERGENCIA	1.00	glb
02.03.03	SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD EN OBRA	1.00	glb
03	DEFENSA RIBEREÑA TIPO GAVIÓN		
03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS CORTE Y DESCOLMATACIÓN DE CAUCE, C/MAQUINARIA	28,197.20	m3
03.01.01			
03.01.02	EXCAVACIÓN PARA CIMENTACIÓN	1,920.00	m3
03.01.03	COMPACTACIÓN C/ MAQ	4,560.00	m2
03.01.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	19,880.30	m3
03.01.05	CONFORMACIÓN DE TERRAPLÉN	550.40	m3
03.01.06	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	10,170.83	m3
03.01.07	Volumen de Eliminación (5%esponjamiento) RELLENO DE PRÉSTAMO PARA GAVIONES D=6"@ 8"	5,080.00	m3
03.01.08	RELLENO DE PRÉSTAMO C/ PIEDRA D=6"@ 8"	1,536.00	m3
03.01.09	RELLENO DE PRÉSTAMO C/RIPIO	441.60	m3
03.02	GAVIONES		
03.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN GAVIÓN CAJA TIPO "A" 5.0x1.0x1.0m	288.00	pza
03.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN GAVIÓN CAJA TIPO "B" 5.0x1.5x0.50m	96.00	pza
03.02.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN GAVIÓN CAJA TIPO "C" 5.0x1.0x0.50m	96.00	pza

03.02.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN GAVIÓN CAJA TIPO "CF" 2.0x1.0x1.0m	720.00	pza
03.02.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN GAVIÓN CAJA TIPO "D" 5.0x2.5x0.50m	96.00	pza
03.02.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN GAVIÓN CAJA TIPO "D1" 5.0x2.0x0.50m	192.00	pza
03.02.07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN GAVIÓN CAJA TIPO "CONTRAFUERTE" 2.0x1.0x1.0m	20.00	pza
03.02.08	GEOTEXTIL NO TEJIDO MACTEX MT200	6,696.00	m2
03.03	MURO DE PIEDRA Y FOSO DE DISIPACIÓN EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA BASE DE MURO Y FOSO DE DISIPACIÓN	1,244.20	m3
03.03.01		1,244.20	m3
03.03.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	446.31	m3
03.03.03	MURO DE PIEDRA C/MORTERO C:H 1:10	797.90	m3
03.03.04	FOSO DE DISIPACIÓN C/MORTERO C:H 1:12	1.00	glb
04	FLETE		
04.01	FLETE TERRESTRE	1.00	gbl

FUENTE: elaboración propia.

e. COSTO DE DEFENSA RIBEREÑA CON MUROS DE GAVIONES

Luego de haber determinado la sección necesaria para reforzar los tramos desde de 1+300 hasta 1+180 y 0+180 hasta 0+060, con un total de 240m de muro, se procedió a calcular el metrado, así como los costos unitarios de las partidas necesarias para la construcción del muro de gaviones (el análisis de costos unitarios y la planilla de metrados se puede apreciar en los anexos), obteniendo así el siguiente presupuesto:

Tabla 20. Resumen De Presupuesto De Gaviones.

Item	Descripción	Und.	Parcial (S/.)
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD		33,834.87
01.01	OBRAS PROVISIONALES		10,455.95
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X7.20 M	und	715.42
01.01.02	MOVILIZACION DE MAQUINARIAS- HERRAMIENTAS PARA LA OBRA	est	2,534.98
01.01.03	ALMACEN Y OFICINA EN OBRA	gbl	7,205.55
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES		17,217.82
01.02.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	KM	2,801.02
01.02.02	ENCAUSAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	KM	14,416.80
01.03	SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA		6,161.10
01.03.01	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD	und	4,620.00
01.03.02	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD (por frente de trabajo)	gbl	999.00
01.03.03		gbl	542.10
02	DEFENSA RIBEREÑA: GAVIONES		1,557,881.69
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS CORTE Y DESCOLMATACION DE CAUCE, C/MAQUINARIA		968,177.85
02.01.01		m3	135,910.50
02.01.02	EXCAVACION PARA CIMENTACION	m3	10,944.00
02.01.03	COMPACTACION C/MAQ	m2	7,296.00
02.01.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	114,908.13
02.01.05	CONFORMACION DE TERRAPLEN ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE, D=5	m3	6,560.77
02.01.06	KM	m3	119,405.54
02.01.07	RELLENO DE PRÉSTAMO PARA GAVIONES D=6"@ 8"	m3	482,142.80
02.01.08	RELLENO DE PRÉSTAMO C/PIEDRA D=6"@ 8"	m3	75,832.32
02.01.09	RELLENO DE PRÉSTAMO C/RIPIO	m3	15,177.79
02.02	GAVIONES		589,703.84
02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "A" 5.0x1.0x1.0m	pza	122,846.40
02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "B" 5.0x1.5x0.50m	pza	49,594.56
02.02.03	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "C" 5.0x1.0x0.50m	pza	26,789.76
02.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "CF" 2.0x1.0x1.0m	pza	137,145.60

02.02.05	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "D" 5.0x2.5x0.50m	pza	78,954.24
02.02.06	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "D1" 5.0x2.0x0.50m	pza	142,306.56
02.02.07	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "CONTRAFUERTE" 2.0x1.0x1.0m	pza	3,809.60
02.02.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE MANTO ANTISOCAVANTE	m2	28,257.12
03	OBRAS COMPLEMENTARIAS		334,281.98
03.01	MURO DE PIEDRA Y FOSO DE DISIPACIÓN EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA BASE DE MURO		334,281.98
03.01.01	Y FOSO DE DISIPACIÓN ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE, D=5	m3	19,160.68
03.01.02	KM	m3	14,606.91
03.01.03	MURO DE PIEDRA C/MORTERO C:H 1:10	m3	138,253.45
03.01.04	FOSO DE DISIPACION C/MORTERO C:H 1:12	m3	162,260.94
04	FLETE TERRESTRE		11,694.18
04.01	FLETE TERRESTRE	gbl	11,694.18
	COSTO DIRECTO S/.		1,937,692.72

FUENTE: elaboración propia.

3.8.5 MÉTODO DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS

a. ASPECTOS DEL DISEÑO

Al haber concluido los estudios básicos necesarios en el lecho del río en estudio, y teniendo identificado el caudal de máxima avenida de 103.5 m³/s para un tiempo de retorno de 25 años, identificadas las zonas de desborde en dos tramos. El primer tramo en la progresivas 0+060 hasta 0+180 y el segundo tramo desde 0+180 hasta 1+300. En estos tramos identificados se proyectó una defensa ribereña con geobolsas a ambos márgenes del río.

En la siguiente etapa se evaluó la estructura para cada una de las potenciales fallas que puedan dañarla, como la ruptura del geotextil debido al proceso de instalación, resistencia insuficiente de la costura, y la inestabilidad de la estructura a las corrientes de agua.

Debido a la facilidad para adaptarse a las socavaciones y asentamientos de una defensa ribereña con geobolsas el factor de seguridad debe ser proporcional al peligro de falla. Según Bezuijen y Vastenburg (2013) recomiendan un factor de 1.1 a 1.2 para una estructura con bolsas de geotextil.

b. SELECCIÓN DEL MATERIAL

Se consideraron geobolsas de geotextil tejido poliéster de alta resistencia, que ofrece un alto módulo de deformación cuando

está sometidos a una presión o fuerza constante, y recuperan con mayor facilidad su forma original. Fue importante considerar los esfuerzos en el geotextil que se puedan originar durante la instalación. Según Koerner (1999) (como se citó en Jaime Suarez, 2009), los esfuerzos a los que son sometidos durante su instalación pueden ser más severos que los esfuerzos de diseño. El geotextil utilizado en la fabricación de las geobolsas puede ser tratado con aditivos que mejoran su resistencia a la acción de los rayos del sol haciendo que se mantenga estable durante la vida útil de la estructura. Esto alarga sus condiciones de conservación, especialmente, si van a ser instalados en áreas descubiertas. Las desventajas de este material según Jaime Suarez (2009), es la hidrólisis que se origina cuando el poliéster está sumergido en un líquido con alta alcalinidad además la degradación química que experimentan todos los geotextiles cuando está en contacto con lixiviados.

c. PREDIMENSIONAMIENTO DE GEOBOLSAS

De acuerdo a la naturaleza de la zona de diseño, se consideraron distintas dimensiones, aumentando el volumen para obtener mayor estabilidad para defensas ribereñas con grandes alturas y caudales. Realizada la distribución de las geobolsas en la pendiente de diseño teniendo en cuenta un área de contacto entre geobolsas mayor a 50% de su área, se comprobó la estabilidad de la estructura con las fórmulas de Pilarczyk y el software geotécnico GEO5. Las dimensiones de las geobolsas utilizadas

en el diseño están indicadas en la Figura 56 y las especificaciones técnicas de las geobolsas se muestran en la tabla 21.

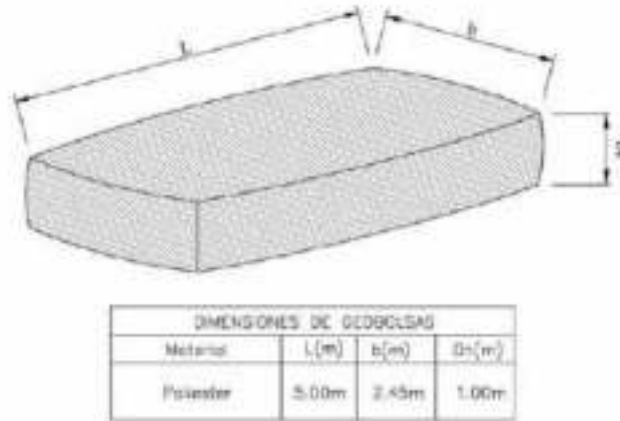


Figura 56: Dimensiones de geobolsa proyectada para defensa ribereña.

Tabla 21: Especificaciones técnicas geobolsas.

Propiedades Mecánicas	Método de ensayo	Valor mínimo promedio
Resistencia a la Tensión Última		
MD	ASTM D-4595	108 kN/m
XMD		108 kN/m
Resistencia al Punzonamiento		
MD	ASTM D-4833	≥ 1500 N
XMD		≤ 1500 N
Resistencia al Rasgado Trapezoidal		
MD	ASTM D-4533	≥ 1000 N
XMD		≤ 1000 N
Propiedades Hidráulicas		
Permeabilidad normal al plano	ASTM D-4491	≤ 0.0004 cm/s
Permisibilidad	ASTM D-4491	≤ 0.008 s-1
Tasa de flujo	ASTM D-4491	≤ 25 l/min/m ²
Tamaño de abertura aparente	ASTM D-4751	≤ 0.075mm

FUENTE: Geobolsa Andex GB1200

d. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN REQUERIDA

La fuerza a la tensión del geotextil fue una de las propiedades más importantes que se consideró en el diseño. El proceso de habilitación y colocación de las geobolsas pone a prueba la resistencia a la tracción del geotextil, ya que trasladar una geobolsa llena, de gran volumen, expone al geotextil y las costuras a una gran tensión. Por ello, fue importante considerar este factor para que después de la instalación, el geotextil siga conservando sus características mecánicas, hidráulicas y físicas.

Bezuijen y Vastenburg (2013) indican que “se ha desarrollado un método de cálculo para contenedores geotextiles, que también se pueden aplicar a geobolsas, donde primero se calcula la velocidad de caída y luego se aplica el impacto correspondiente. Una combinación de las fórmulas, da la resistencia a la tensión requerida del geotextil...”. Se aplicó la siguiente fórmula, para comprobar la resistencia del geotextil para la defensa ribereña, obteniendo los siguientes resultados:

La resistencia a la tracción necesaria del geotextil para la instalación de geobolsas es:

$$T = 97.99 \text{ kN/m}$$

La resistencia a la tensión del geotextil brindada por el fabricante es de 108 kN/m, por lo tanto, cumple este criterio de diseño, la resistencia a la tracción del geotextil necesaria, por lo que se consideró un geotextil apto para la fabricación de las geobolsas.

Sin embargo, para evitar someter a cargas innecesarias las geobolsas, el método de construcción contemplado, emplea un molde de acero para las geobolsas, para así lograr la tensión adecuada y un correcto llenado, el cual sería retirado luego de realizadas las costuras; de esta manera no sería necesario el transporte de la geobolsa con el material de relleno.

e. ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA

Estabilidad ante flujos de corriente longitudinales

Según Bezuijen y Vastenburg (2013), para determinar la estabilidad de los elementos de geobolsas cuando están sujetos a flujos de corriente longitudinales como en canales y ríos, se puede hacer uso de la relación Pilarczyk, basada en una base de arena totalmente protegida mostrada en la ecuación N°19:

Ecuación 14: *Relación Pilarczyk*

$$\Delta_t D_k \geq 0.035 \cdot \frac{\phi k_T k_h u_{cr}^2}{\psi k_s 2g} c \quad (14)$$

Donde obtenemos que:

$$0.91 \geq 0.75$$

De esta manera, se determinó que la estructura es estable frente a los flujos longitudinales del río en una avenida máxima de $103.5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Análisis de la estabilidad del muro de defensa ribereña ante un sismo

Se realizó el análisis de la estabilidad del muro con el programa GEO5 con los datos obtenidos anteriormente, los cuales se detallan en el ANEXO 5, sometiendo la estructura a aceleraciones, donde se obtuvo una estabilidad satisfactoria hasta un sismo escala VII de Mercalli con percepción del temblor muy fuerte y con potencial de daño moderado.

Tabla 22: *Resumen resultados estabilidad del muro*

Ítems	Factor de seguridad
Estabilidad de vuelco	4.42
Verificación del deslizamiento	1.72
Verificación de la capacidad portante	4.78
Verificación de estabilidad del talud	1.53
Verificación final	Satisfactoria

Socavación

A partir de la ecuación de Lischtvan - Lebediev, se obtuvo la socavación máxima de 4.37m provocada por un caudal de avenida máxima de 103.50 m³/s. Aplicando un factor de seguridad 1.5 para determinar la longitud total de socavación, se obtuvo una longitud total de 6.50m.

En el diseño se agregó una capa de cuatro geobolsas, haciendo una longitud total de 6.50m, con la finalidad de disminuir la profundidad de socavación y proteger el fondo de aguas expuesta a socavación.

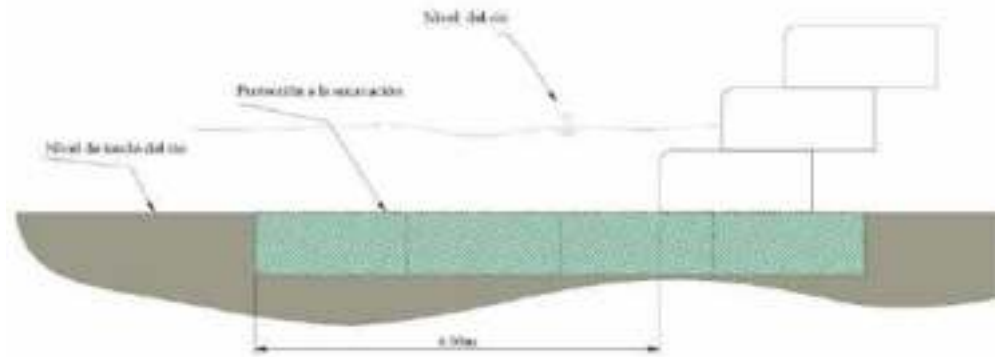


Figura 57: Sección transversal, protección a la socavación.

f. MANTO ANTI SOCAVANTE

Selección del material

El manto anti socavante debe contar con características de alta resistencia a la degradación biológica y química. El geotextil no tejido sería elaborado por fibras de polipropileno que cuenta con diversos ensayos para su control de calidad mostrados en la tabla 23.

Tabla 23: *Especificaciones técnicas geotextil no tejido*

Propiedades Mecánicas	Método de ensayo	Valor típico
Método Grab		
Resistencia a la Tensión	ASTM D-4632	735N (166 lb)
Elongación	ASTM D-4632	>50%
Método Tira Ancha		
Sentido Longitudinal		13 kN/m
Elongación	ASTM D-4595	>50%
Sentido transversal		12kN/m
Elongación		>50%
Resistencia al punzonamiento	ASTM D-4833	420 N (95 lb)
Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D-4533	265 N (60 lb)
Resistencia al punzonamiento CBR	ASTM D-6241	1.9 kN
Método Mullen Burst		
Resistencia al estallido	ASTM D-3786	2155 kpa (312 psi)
Propiedades Hidráulicas	Método de ensayo	Valor típico
Permisibilidad	ASTM D-4491	1.9 s-1
Permeabilidad	ASTM D-4491	0.32 cm/s
Flujo de Agua	ASTM D-4491	5366 L/min/m ²
Tamaño de abertura aparente	ASTM D-4751	0.15 mm
Propiedades Físicas	Método de ensayo	Valor típico
Resistencia a los rayos ultravioleta (% retenido a 500 horas)	ASTM D-4355	>70%

FUENTE: ANDEX-200

Distribución

La estructura se complementa con la colocación de un manto anti socavante de geotextil no tejido para asegurar la protección contra la erosión y conservar la estabilidad de la estructura, el manto anti socavante se distribuyó en dos partes, de tal manera que funcionen independientemente con un traslape de 70 cm. La primera parte del manto anti socavante se proyectó bajo la estructura de protección a la socavación. La segunda parte debajo de la estructura sobre la pendiente del terreno como se muestra

en la Figura 58, la función principal del manto anti socavante es evitar la pérdida de finos y dejar circular el agua.

Figura 58: *Sección transversal, distribución del manto antisocavante.*

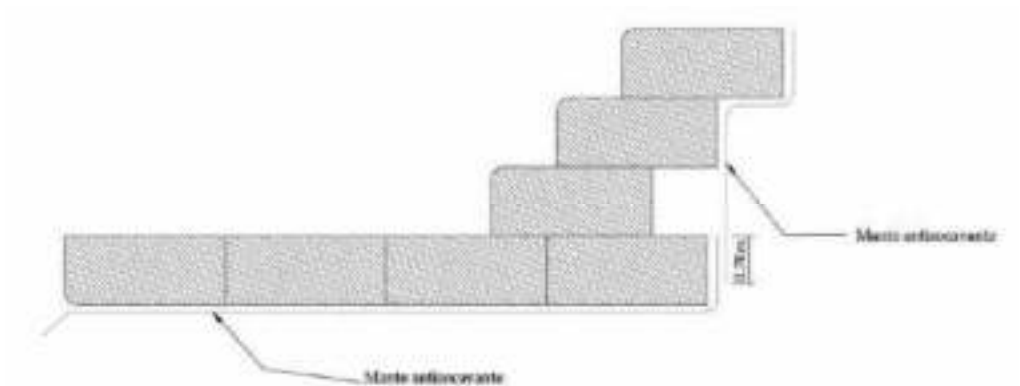
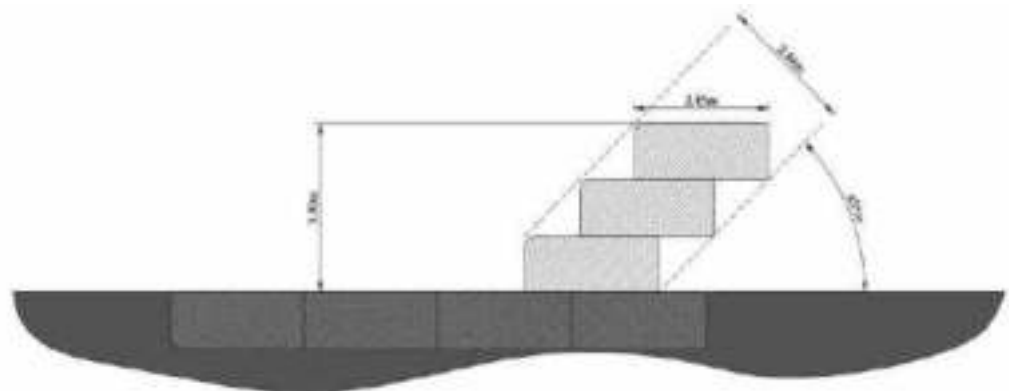


Figura 59: *Sección defensa ribereña con geobolsas.*



g. METRADOS PARA DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS

Tabla 24: Resumen De Metrados Para Geobolsas

ITEM	DESCRIPCION	UND	TOTAL
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD		
01.01	OBRAS PROVISIONALES		
01.01.01	CARTEL DE OBRA	und	1.00
01.01.02	MOVILIZACION DE MAQUINARIAS- HERRAMIENTAS PARA LA OBRA	est	1.00
01.01.03	ALMACÉN Y OFICINA DE OBRA	mes	2.00
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES		
01.02.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	km	2.00
01.02.02	ENCAUZAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	km	2.00
01.03	SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA		
01.03.01	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL	und	1.00
01.03.02	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD	gbl	1.00
01.03.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD (por frente de trabajo)	gbl	2.00
02	SUMINISTRO E INSTALACION DE LA ESTRUCTURA		
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.01.01	CORTE Y DESCOLMATACION DE CAUCE, C/MAQUINARIA	m3	44,488.87
02.01.02	REFINE, NIVEL Y COMPACT./TERRENO NORMAL/CON COMPACTADORA	m2	5,664.00
02.01.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	26,417.79
02.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE (10km)	m3	9,398.08
02.02	ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN		
02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOBOLSAS	pza	708.00
02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE MANTO ANTISOCAVANTE	m2	8,138.00
02.03	CARPINTERIA METALICA		
02.03.01	MOLDE RECTANGULAR METALICO PARA GEOBOLSAS (5X2.45X1)	pza	2.00
03	OBRAS COMPLEMENTARIAS		
03.01	MURO DE PIEDRA Y FOSO DE DISIPACIÓN		

03.01.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA BASE DE MURO Y FOSO DE DISIPACIÓN	m3	1,244.20
03.01.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1,244.20
03.01.03	MURO DE PIEDRA C/MORTERO C:H 1:10	m3	446.31
03.01.04	FOSO DE DISIPACION C/MORTERO C:H 1:12	m3	797.90
04	FLETE TERRESTRE		
04.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00

h. COSTO DE DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS

Luego de haber determinado la sección necesaria para reforzar los tramos desde de 1+300 hasta 1+180 y 0+180 hasta 0+060, con un total de 240m de muro, se procedió a calcular el metrado, así como los costos unitarios de las partidas necesarias para la construcción del muro de gaviones, obteniendo así el siguiente presupuesto:

Tabla 25: *Resumen De Presupuesto De Geobolsas.*

Item	Descripción	Und.	Parcial (S/.)
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD		32,655.86
01.01	OBRAS PROVISIONALES		9,014.84
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X7.20 M	und	715.42
01.01.02	MOVILIZACION DE MAQUINARIAS- HERRAMIENTAS PARA LA OBRA	est	2,534.98
01.01.03	ALMACEN Y OFICINA EN OBRA	glb	5,764.44
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES		17,217.82
01.02.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	KM	2,801.02
01.02.02	ENCAUSAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	KM	14,416.80
01.03	SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA		6,423.20
01.03.01	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD	und	4,340.00
01.03.02	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD (por frente de trabajo)	glb	999.00
01.03.03		glb	1,084.20

02	DEFENSA RIBEREÑA: GEOBOLSAS		1,110,510.12
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		477,464.64
02.01.01	CORTE Y DESCOLMATACION DE CAUCE, C/MAQUINARIA	m3	214,436.35
02.01.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE, D=5	m3	152,694.83
02.01.03	KM	m3	110,333.46
02.02	ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN		625,529.44
02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOBOLSAS	und	591,187.08
02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE MANTO ANTISOCAVANTE	m2	34,342.36
02.03	CARPINTERIA METALICA		7,516.04
02.03.01	MOLDE METALICO PARA GEOBOLSAS (5x2.45x1m)	und	7,516.04
03	OBRAS COMPLEMENTARIAS		334,281.98
03.01	MURO DE PIEDRA Y FOSO DE DISIPACIÓN		334,281.98
03.01.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA BASE DE MURO Y FOSO DE DISIPACIÓN	m3	19,160.68
03.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE, D=5 KM	m3	14,606.91
03.01.03	MURO DE PIEDRA C/MORTERO C:H 1:10	m3	138,253.45
03.01.04	FOSO DE DISIPACION C/MORTERO C:H 1:12	m3	162,260.94
04	FLETE TERRESTRE		5,322.13
04.01	FLETE TERRESTRE	gbl	5,322.13
COSTO DIRECTO S/.			1,426,331.25

3.8.6 COMPARACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA

Luego de haber obtenido ambos diseños, se procedió a hacer una comparación, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

Comparación técnica

- Resistencia a erosión y socavación
- Flexibilidad y adaptabilidad
- Tiempo de vida
- Mantenimiento
- Tiempo de ejecución
- Movimiento de tierras
- Proceso constructivo
- Habilitación y transporte de gaviones y geobolsas

Comparación económica

- Costo por ml
- Población beneficiada
- Generación de empleo
- Costo de mantenimiento a corto plazo
- Costo de mantenimiento en un periodo de 25 años

Después de analizar los criterios de comparación, se empleó un Método Categórico para la evaluación de la comparación técnica - económica, donde se asignaron valores del 1 al 3, siendo: el valor 1 el menos aceptable, valor 2 para una aceptabilidad media, y un valor 3 para aquel de mejor aceptación, de esta manera, el diseño con la mejor puntuación sería el óptimo para el tramo de estudio, como se detalla en la tabla 26:

Tabla 26: *comparación técnica - económica entre gaviones y geobolsas.*

FACTORES A COMPARAR	MURO DE GAVIONES		CONF. SUELOS C/ GEOBOLSAS	
	ANÁLISIS	VALOR	ANÁLISIS	VALOR
RESISTENCIA A EROSIÓN Y SOCAVACIÓN	El diseño con muros de gavión, abarca no sólo la protección del talud, sino también, el pie del margen, lo cual permite evitar la socavación al pie de los márgenes ante el caudal de la máxima avenida. Teniendo en cuenta que el muro de gaviones está conformado por cajas de mallas, rellenas por piedras 6-8", se presentan vacíos, que permite el ingreso del flujo, para lo cual se coloca un geotextil entre el terreno y el muro de gaviones, lo cual impide la erosión de los márgenes del río o talud proyectado.	2	El diseño de la estructura con geobolsas, cuenta con un colchón antisocavante de 6.50m para asegurar la estabilidad de la estructura ante la erosión y socavación. La función de las geobolsas es imitar la roca en un medio en donde no abunde al estar fabricada de un poliéster de alta resistencia con una resistencia a la tensión última de 108KN/m haciéndola muy resistente y duradera. De esta manera se controla la erosión en la rivera. Además, se empleará un manto de 200gm/m ² bajo la estructura para evitar la filtración de finos.	2

<p>FLEXIBILIDAD Y ADAPTABILIDAD</p>	<p>Debido a que el muro está compuesto por cajas de gaviones, esto permite su deformación, sin perder su funcionalidad, lo cual es una propiedad importante al momento de soportar grandes empujes, y a la vez si está cimentada en terrenos inestables como es el caso, en un suelo SP.</p>	<p>2</p>	<p>La estructura de geobolsas es una defensa flexible y ligera con capacidad de adaptarse a socavaciones y asentamientos, también a cambios en la estructura sin necesidad de cambiar todo el diseño se podría aumentar la altura de la estructura en casos de emergencia. Sin perder su funcionalidad, lo cual es una propiedad importante al momento de soportar grandes empujes, y a la vez si está cimentada en terrenos inestables como es el caso, en un suelo arenoso.</p>	<p>3</p>
<p>TIEMPO DE VIDA</p>	<p>El tiempo de vida para las cajas de gaviones aplicado en defensas ribereñas, no está determinada, ya que la crecida de ríos o presencia de avenidas máximas son impredecibles, sin embargo con un</p>	<p>3</p>	<p>El tiempo de vida para la estructura con geobolsas, no está determinada a exactitud debido a la variedad de factores existentes. Teniendo en cuenta que el rio Lacramarca no presenta grandes caudales erosivos que</p>	<p>1</p>

	<p>adecuado</p> <p>mantenimiento, existen estructuras en el país con más de 40 años, según la empresa Tierra Armada, mientras que la empresa Lihar Perú, afirma que la resistencia promedio de sus gaviones sería 50 años a más, ambas dedicadas a producir gaviones y soluciones hidráulicas para defensas ribereñas y más. Las cajas de gaviones están hechas de malla de galfán de doble torsión, revestidas de PVC, lo cual es ideal ante la corrosión, a su vez rellenas de piedras de 6-8", permitiendo su solidez ante acarreo de cualquier material frente a una avenida máxima.</p>	<p>dañen el geotextil, Siendo el vandalismo el factor más preocupante para el tiempo de vida útil de la estructura. Según estudios realizados en el libro: CUR bulding & Infrastructure "De acuerdo a resultados de pruebas simples que se puede realizar en un corto tiempo. Estos estudios pueden proporcionar la seguridad de que un geosintético convencional durará al menos 25 años en un entorno de suelo "normal". No se puede sacar ninguna conclusión para una vida útil de más de 25 años.". Este tiempo de vida cumple con el tiempo de retorno para el que está diseñado la estructura para una mayor duración se tendrá que hacer otro estudio.</p>	
--	--	---	--

<p>MANTENIMIENTO</p>	<p>Teniendo en cuenta su prolongado tiempo de vida, no necesita mayor mantenimiento y en caso fuese necesario, al estar conformado por pequeños bloques, es fácil reponerlos, sin afectar la estructura general, ahorrando tiempo y costos.</p>	<p>3</p>	<p>A pesar de estar construidas de un poliéster de alta resistencia la estructura debe contar con vigilancia constante, de esta manera identificar la reparación o cambio de cualquier elemento de la estructura. Todos los elementos son de tamaño comercial y compuestas de un material ligero por lo que no será difícil conseguir un remplazo cuando haya terminado la obra.</p>	<p>1</p>
<p>TIEMPO DE EJECUCIÓN</p>	<p>Se programó un tiempo de ejecución de 53 días calendarios, sólo para las partidas necesarias para la defensa ribereña con gaviones en el tramo de estudio, lo cual abarca 1508 cajas de gaviones, en dos frentes de trabajo. El rendimiento varía según el tipo de caja, ya que las dimensiones son distintas.</p>	<p>2</p>	<p>Se proyectó la instalación de un total de 708 geobolsas, con el trabajo de dos cuadrillas de trabajo compuestas por 6 peones y 1 operario para la instalación de geobolsas obteniendo un rendimiento mínimo de 8und/día por cuadrilla se estima un tiempo de ejecución de 45 días para la construcción de los</p>	<p>3</p>

			480ml de defensa ribereña con geobolsas.	
MOV. DE TIERRAS	Se utilizaría 5,080 m ³ de material de préstamo, tipo piedra 6-8", para el relleno de las cajas de gaviones, desde la cantera antes del ingreso al túnel hacia Coishco, a unos 24km aproximadamente.	1	El material de relleno de las geobolsas será el mismo material excavado del río.	3
PROCESO CONSTRUCTIVO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se procede a excavar el área de los gaviones, para luego ser nivelada. 2. Luego se procede colocar el geotextil sobre el área. 3. Posteriormente se colocan las cajas de gaviones sobre el geotextil de forma manual. 4. Se procede a rellenar de forma manual con piedras de 6-8" las cajas de gaviones. 5. Se van amarrando tensores de alambre revestido de PVC cada 25-50cm de altura de relleno, entre caras opuestas internas, y cada 	2	<p>Las geobolsas se caracterizan por un corto proceso constructivo que consiste principalmente en 6 pasos: teniendo programado un plan de trabajo señalando el orden de llenado de cada geobolsa, 1. Primero se realiza la excavación, perfilado y nivelado del terreno; 2. Se colocara el geotextil no tejido antisocavante; 3. A continuación de coloca el encofrado metálico con ayuda de maquinaria pesada</p>	2

	<p>1m de distancia, para evitar la deformación de las cajas debido al peso de las piedras. 6. Se procede a amarrar la tapa de los gaviones. Luego se repite el proceso, apilando una caja de gavión sobre otra y hacia los lados.</p>		<p>donde se comienza a extender las geobolsas evitando quedos pliegues, 4. Se procede al llenado con material propio con el uso de maquinaria pesada que arrojará el material de relleno a una altura no mayor a 1m; 5. Para culminar se realiza el cierre de la geobolsa con una cocedora manual; 6. Se retira el encofrado metálico.</p>	
<p>HABILITACIÓN Y TRANSPORTE DE GAVIONES Y GEOBOLSAS</p>	<p>Para el muro de gaviones, las cajas se proyectan a traer de Lima al igual que el geotextil. Las cajas de gaviones llegan en paquetes, las cuales no necesitan mano de obra calificada para ser rellenas, sólo para el cierre.</p>	2	<p>En este proyecto se utilizará 708 geobolsas con un peso promedio de 24 kg por cada geobolsa haciendo un peso aproximado de 17.7tn. El transporte total puede hacerse en un solo viaje. Las geobolsas están fabricadas de un material ligero que hace versátil su transporte. En relación a la habilitación del material, llegan listos para su uso, lo que agiliza el proceso</p>	3

			constructivo y disminuye la cantidad de mano de obra.	
COSTO POR ML	El costo del diseño sería S/.1,937,692.72 a costo directo, por lo tanto, para 480ml, el costo por metro lineal sería de S/4,036.86 para defensa ribereña con gaviones.	2	El costo del diseño sería S/.1,482,770.09 a costo directo, lo que representa un 70% del presupuesto utilizado en gaviones. Por lo tanto, para 480ml, el costo por metro lineal sería de S/3,089.10 para defensa ribereña con geobolsas.	3

<p>POBLACIÓN BENEFICIADA</p>	<p>El proyecto de defensa ribereña en el tramo de estudio, beneficiaría a los centros poblados de Cascajal Bajo (Rural y La Cuadra), y Chachapoyas; siendo un total de 1,391 personas, según INEI. Por lo tanto, se tendría una inversión de s/1,393.02 por poblador.</p>	<p>2</p>	<p>El proyecto de defensa ribereña en el tramo de estudio, beneficiaría a los centros poblados de Cascajal Bajo (Rural y La Cuadra), y Chachapoyas; siendo un total de 1,391 personas, según INEI. Por lo tanto, se tendría una inversión de s/1,065.97 por poblador.</p>	<p>3</p>
<p>GENERACIÓN DE EMPLEO</p>	<p>Teniendo en cuenta el proceso constructivo proyectado en el presupuesto, el armado de las cajas de gaviones y su relleno de piedras, es de forma manual, generaría 23,209.79 HH de empleo para personal "no calificado", calculado con el software s10, lo cual permite apoyar la condición socio-económica de los pobladores de la zona.</p>	<p>3</p>	<p>Teniendo en cuenta el proceso constructivo proyectado en el presupuesto, generaría 15,640.12 HH de empleo para personal "no calificado", calculado con el software s10, lo cual permite apoyar la condición socio-económica de los pobladores de la zona.</p>	<p>2</p>

<p>COSTO DE MANTENIMIENTO A CORTO PLAZO</p>	<p>Teniendo en cuenta el material de las cajas, malla de galfán de doble torsión revestida de PVC, y su relleno de piedra 6-8", las cajas de gaviones no se ven afectadas fácilmente ante situaciones de vandalismo. Lo cual en caso sea necesario, reponer una caja de gavión podría variar entre s/664.34 y s/141.77, según insumos, siendo un promedio de s/403.06 por caja. Fuera de eso, el tiempo de vida es superior a los 50 años, soportando arrastre de materiales, como ramas, objetos plásticos, punzocortantes, etc. Por tal motivo no necesitaría mantenimiento a corto plazo.</p>	<p>3</p>	<p>A pesar de estar construidas de un poliéster de alta resistencia la estructura debe contar con vigilancia constante, de esta manera identificar la reparación o cambio de cualquier elemento de la estructura. Siendo su principal afectación fruto de vandalismo y en caso se vea afectada por algún objeto punzocortante arrastrado por el flujo, en caso de una avenida máxima. El costo por reposición de una geobolsa sería de s/.582.75 por unidad, según insumos.</p>	<p>2</p>
---	--	----------	---	----------

<p>COSTO DE MANTENIMIENTO EN UN PERIODO DE 25 AÑOS</p>	<p>Según las empresas productoras de gaviones en el país, el tiempo de vida promedio podría ser 50 años a más, por lo tanto, en un periodo de 25 años con una avenida máxima, no necesitaría ser reemplazado, y el gasto sería el mismo que el invertido en un inicio, además de analizarse algún tramo a reforzar.</p>	<p>Según las empresas productoras de geobolsas en el país, el tiempo de vida promedio podría ser 25 años, por lo tanto, en un periodo de 25 años con una avenida máxima, necesitaría por lo menos un mantenimiento general, debido al tiempo de vida, y el gasto sería en base al cambio de los 480ml de las geobolsas, además de analizarse algún tramo a reforzar.</p>	<p>3 1</p>
<p>Puntaje</p>	<p>30</p>	<p>Puntaje</p>	<p>29</p>

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- Actualmente el tramo se encuentra colmatado y lleno de vegetación, por tal motivo se modelaron distintos caudales para determinar las zonas críticas de desborde, con caudal mínimo de desborde de 40 m³/seg (Modelado 01 – ANEXO 03.01).
- Para determinar el diseño de la defensa ribereña ante una avenida máxima, fue necesario determinar un caudal de diseño ante dicho fenómeno, el cual fue 103.50m³/seg, obtenido de un estudio realizado por la entidad ANA, titulado “Estudios de máximas avenidas en las cuencas de la zona centro de la vertiente del Pacífico” (Apacla, 2010)³.
- Luego de la comparación y evaluación de ambos diseños, el diseño que obtuvo un mayor puntaje fue el de gaviones, siendo lo más resaltante, el tiempo de vida útil superior a los 50 años, y el poco gasto de mantenimiento a corto, mediano y largo plazo.
- Luego de seleccionar el diseño más adecuado, se prevé que pueda evitar desbordes en la zona ante avenidas excepcionales, en base al Modelado 03 (ANEXO 03.03). Las dimensiones y detalles de su diseño se muestran a continuación:

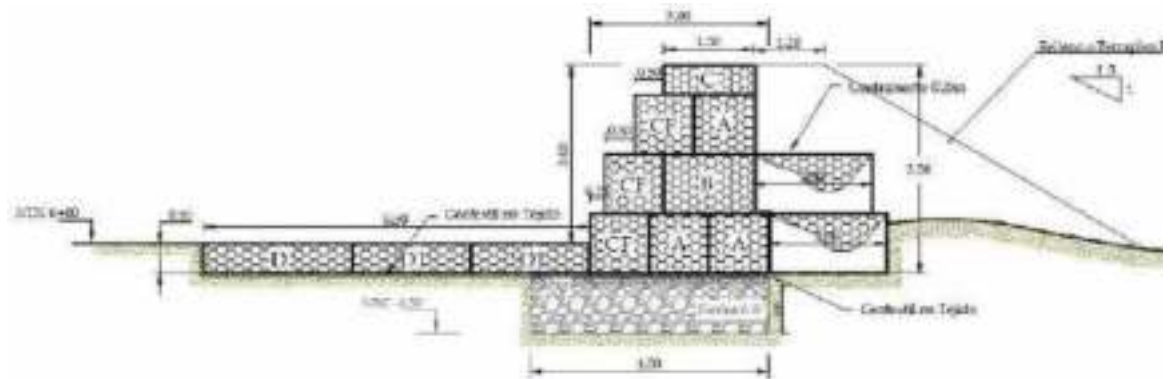


Figura 60: Sección detallada de defensa ribereña con gaviones.

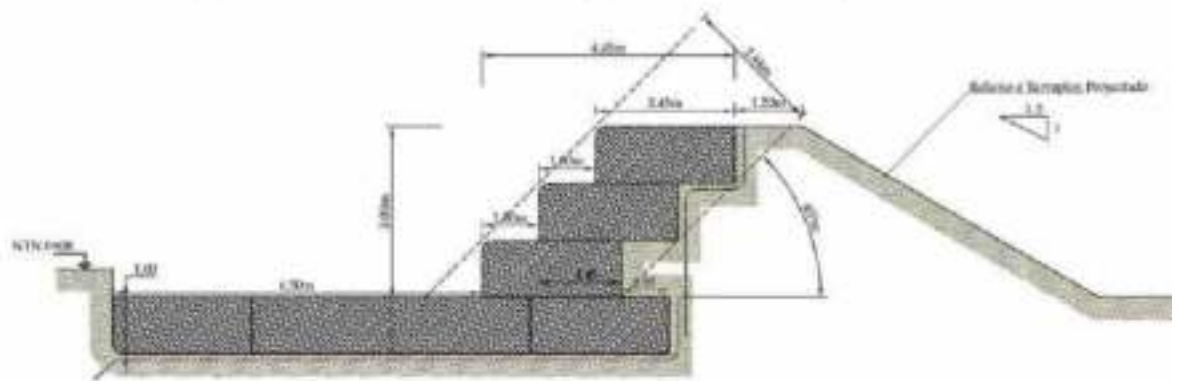


Figura 61: Sección detallada de defensa ribereña con geobolsas.

Tabla 27: resumen de diseños.

ÍTEM	GAVIONES	GEOBOLSAS
Tramo reforzado	480ml	480ml
Altura total de estructura	3.50m	4.00m
Número de contenedores	1508	708
Ancho colchón	6.50m	6.50m
Geotextil	6696 m ²	8138 m ²
Tiempo de vida	50 años a más	25 años máximo
Costo directo	S/. 1,937,692.72	S/. 1,482,770.09
Costo por ml	S/. 4,036.86	S/. 3,089.10

A continuación, se muestra el costo – beneficio de ambos diseños a corto, mediano y largo plazo:

Tabla 28: *número de recambio total de estructura por tiempo de vida útil*

	Corto Plazo		Mediano plazo		Largo plazo
	Ejecución	10 años	25 años	50 años	50 años a más
Gaviones	0	0	0	0	1 mín.
Geobolsas	0	0	1	2	3 a más

El costo por recambio de la estructura es de S/1,090,101.59 para los gaviones y S/1,063,826.52 para las geobolsas (en los 480 ml).

Tabla 29: *costo de inversión por tiempo de vida útil.*

	Corto Plazo		Mediano plazo		Largo plazo	
	Inversión inicial	10 años	25 años	50 años	50 años a más	
Gaviones	S/. 1,937,692.72	S/. 1,937,692.72	S/. 1,937,692.72	S/. 1,937,692.72	S/. 3,495,574.41	
Geobolsas	S/. 1,482,770.09	S/. 1,482,770.09	S/. 2,593,280.21	S/. 3,703,790.33	S/. 4,814,300.45	

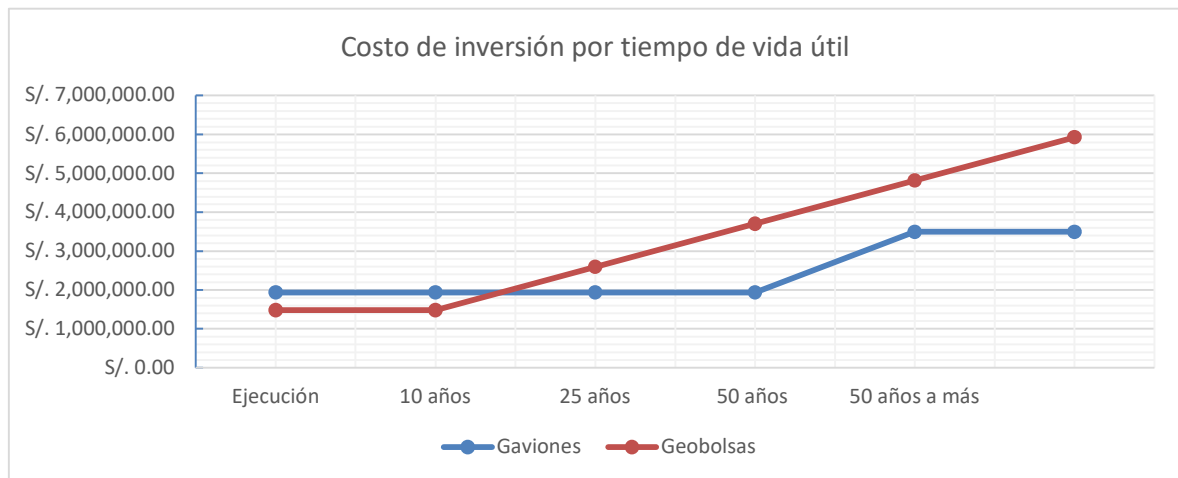


Figura 62: *Costo de inversión por tiempo de vida útil.*

Nota: Interpretación: con el paso de los años, un diseño por geobolsas necesitará una mayor cantidad de recambios en la estructura total por su vida útil, generando un mayor gasto de inversión.

4.2. DISCUSIÓN

Caudal máximo de diseño

Debido a las escasas precipitaciones de la zona, no se encontraron datos históricos en la página web del SENAMHI actualizados, ni estudios a profundidad sobre el río Lacramarca. Por tal motivo, se empleó un caudal de diseño para la parte alta de la cuenca del río, correspondiente a nuestro tramo, del estudio titulado “Estudios de máximas avenidas en las cuencas de la zona centro de la vertiente del Pacífico” (Apaclla, 2010)³, elaborado por el ANA, siendo este, 103.50 m³/seg para el modelado del tramo y determinación de tramos de desborde a proteger.

Edison Enrique Alanya Barzola (2017), desarrolló la tesis: “**Sistema De Prevención Y Control De Erosión En La Ribera Del Rio San Fernando Tramo Chayhuamayo – Shucusma, Huancayo - Junín**”, señalando que la erosión se relaciona con la velocidad del agua, siendo el margen que desborda el que mayor velocidad del flujo presenta. Lo cual no se cumple en la presente, siendo la velocidad máxima del flujo 3.71 m/seg, en la progresiva 1+460 del tramo de 2km, en el modelado 03. Mientras que para el terreno natural los puntos de desborde presentan velocidades inferiores a la máxima de 1 m/seg, como se ve en el modelado 01. Siendo el factor de desborde, las características del terreno y cauce, indiferente de la velocidad del flujo.

Comparación técnica – económica para el óptimo diseño de defensa ribereña

Se seleccionó el tipo de protección tradicional empleando un método categórico, ante el diseño de confinamiento de suelos con geobolsas, ambos diseños pueden cumplir la necesidad de protección, pero era necesario determinar cuál podría cumplir mejor ante los siguientes criterios: resistencia a erosión y socavación,

flexibilidad y adaptabilidad, tiempo de vida, mantenimiento, tiempo de ejecución, movimiento de tierras, proceso constructivo, habilitación y transporte de gaviones y geobolsas, costo por ml, población beneficiada, generación de empleo, costo de mantenimiento a corto plazo, y costo de mantenimiento en un periodo de 25 años.

Edison Enrique Alanya Barzola (2017), en: “**Sistema De Prevención Y Control De Erosión En La Ribera Del Rio San Fernando Tramo Chayhuamayo – Shucusma, Huancayo - Junín**”, refiere que, el sistema de interposición de una estructura de muro de gaviones previene y controla la erosión de taludes en la ribera del río, ya que el muro de gaviones cumple con las condiciones técnicas: análisis de estabilidad para un factor de seguridad mayor a 2. Y económicas, ya que este requiere poca mano de obra calificada, uso de maquinaria pesada mínima, los materiales pétreos a utilizar se encuentran presente en la zona de estudio haciendo menos costosa en comparación al uso de enrocado colocado. Mientras que, en el tramo de estudio analizado, no se cuenta con material apropiado para el relleno de los gaviones, siendo estos proyectados de una cantera.

Elioska Galanton M. (2007), en la tesis “**Descripción De Las Defensas Ribereñas**”, describe a las defensas ribereñas, para proteger a las poblaciones costeras cercanas que albergan, y a estructuras existentes al riesgo hídrico. Así como, identificar los tipos de defensas, señalar los materiales adecuados a utilizar en los diferentes tipos de defensas, e indicar a que distancia se deben colocar estas protecciones. Concluyendo que, el muro de gavión, es uno del más apropiado, ya que es una obra construida con materiales flexibles, que cumplen con las exigencias establecidas, y puede adecuarse a deformaciones que puedan producirse una vez puesta en funcionamiento. También, en muchos casos las estructuras de defensas ribereñas son dimensionadas con una falla conceptual, ya que quedan expuestas a la

acción de la velocidad del agua en su base, lo cual provoca socavamiento y erosión al pie de la obra. Una solución adoptada para evitar este problema es la plataforma de deformación, que es compuesta por gaviones tipo colchón, son elementos flexibles posicionados en frente de la estructura, que, al deformarse, acompañan la erosión del fondo, evitando así que este alcance la base de la estructura y la desestabilice. Similar al resultado obtenido en la presente tesis, donde el diseño de gaviones resulta seleccionado, considerándose también un colchón reno para prevenir la erosión del flujo.

Brian O. Oyegbile y Benjamin A. Oyegbile en **“Applications of geosynthetic membranes in soil stabilization and coastal defence structures”**, revisan los desarrollos y aplicaciones de los geosintéticos en la estabilización del suelo y la protección de áreas costeras, presentando desafíos presentes y futuros en el uso de geosintéticos en la estabilización del suelo y las estructuras de defensa costera. En el diseño seleccionado de la presente tesis, se considera importante el uso de los geosintéticos para la protección de los márgenes, proyectando así, un geotextil bajo el colchón reno y el muro de gaviones, que proteja todo el margen ante futura socavación y erosión.

Alejandro Ramírez - Chumacero (2017), en la tesis **“Procedimiento Constructivo Utilizando La Tecnología De Geotextiles Para Protección Costera En Colán-Piura”**, describe el procedimiento constructivo utilizando la tecnología de geotextiles como protección costera, método que representa una alternativa flexible, que entre unas de sus ventajas permite sustituir materiales convencionales para el control de la erosión como la roca y el concreto, utilizando los sedimentos propios del lugar (arena) como material de relleno de los geotextiles, señalando el procedimiento constructivo para la implementación del sistema con geobolsas,

como un proceso sencillo, con requerimientos de mano de obra no especializada y el uso opcional de maquinaria pesada para las actividades de llenado de las geobolsas, ya que pueden ser llenadas manualmente. Esto se ve reflejado en la comparación económica realizada en la presente tesis, ya que el emplear la arena de los trabajos de movimientos de tierra, hace más económico el diseño, sin embargo, el tiempo de vida máximo se ve limitado a los 25 años de tiempo de vida útil de las geobolsas.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

-Se realizaron los estudios requeridos para realizar ambos diseños, tales como topografía, mecánica de suelos, hidrológicos, hidráulicos, hidráulica fluvial y geológicos; para los 2km del Río Lacramarca, desde 21+500 hasta 23+500, donde se determinó la pendiente de 1.02%, así como secciones transversales para el modelado hidráulico. El caudal de diseño considerado fue 103.50 m³/seg, en base al estudio del ANA titulado “Estudios de máximas avenidas en las cuencas de la zona centro de la vertiente del Pacífico” (Apacla, 2010)³, ya que no existe mucha información hidrológica por parte del SENAMHI para la zona. El estudio de mecánica de suelos permitió saber principalmente la granulometría y criterios de cimentación para las estructuras, cuyas muestras fueron analizadas por el laboratorio GEOLAB (Anexo 2), datos que permitieron determinar el ancho del colchón anti socavante en ambos diseños. Una vez obtenidos los datos, se realizaron los diseños de defensa ribereña en base al Modelado 03, mediante el

software HEC-RAS, determinando así, que las zonas para reforzar serían: desde 0+060 hasta 0+180 y desde 1+300 hasta 1+180.

- El diseño tradicional seleccionado fue el de gaviones, teniendo en cuenta el Modelado 03, comprendiendo una altura total de estructura de 3.50m, de forma escalonada y un ancho de colchón reno de 6.50m, sobre un geotextil para evitar la erosión, con un costo directo de S/.1,937,692.72.

- Se realizó el diseño de confinamiento de suelos con geobolsas en base al Modelado 03, obteniéndose una altura total de 4.00m, de forma escalonada y colchón antisocavante de 9.80m, todo sobre un geotextil para evitar la erosión, teniendo un costo directo de S/.1,482,770.09.

- Se compararon ambos diseños, teniendo en cuenta criterios técnicos, tales como: resistencia a erosión y socavación, flexibilidad y adaptabilidad, tiempo de vida, mantenimiento, tiempo de ejecución, movimiento de tierras, proceso constructivo, habilitación, y transporte de gaviones y geobolsas; mientras que los criterios para la comparación económica fueron: costo por ml, población beneficiada, generación de empleo, costo de mantenimiento a corto plazo, y costo de mantenimiento en un periodo de 25 años. A su vez, se empleó un Método Categórico para determinar qué diseño sería el más adecuado, en base a los criterios de comparación, siendo seleccionado el diseño con gaviones, en base a esta comparación y análisis.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las municipalidades provinciales y gobiernos regionales del Perú planteen más diseños de defensa ribereña en el país, debido a los azotes de la naturaleza en épocas de verano en la costa, por las constantes lluvias, ocasionando

fenómenos como el niño costero. En los últimos 25 años, el país fue azotado por dos fenómenos del niño, en el año 1998 y el último en el 2017.

- Las municipalidades provinciales y gobiernos regionales, deben proyectar el uso de defensas ribereñas en todos los ríos que tengan antecedentes de desbordes ante crecidas, tal como el río Lacramarca.

- Se recomienda que la entidad de Reconstrucción Con Cambios, invierta en más proyectos de construcción de defensas ribereñas, antes que encauzamientos de ríos, los cuales son erosionados fácilmente por el caudal natural de los mismos, ocasionando así gastos de inversión pública que no se reflejan a mediano o largo plazo, ya que de forma anual se realizan este tipo de mantenimientos, cuando se puede invertir en un solo proyecto que durará años, y será mucho más rentable.

- Se recomienda a los evaluadores y formuladores de proyectos de inversión pública, analizar los proyectos más allá del costo de ejecución, ya que, lo que puede ser rentable en el momento, no lo puede ser en un futuro cercano, teniendo como ejemplo el gasto anual en encauzamientos y movimientos de tierras en márgenes de ríos que nuevamente son erosionados al año próximo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

1. Administración Técnica del Distrito de Riego Santa-Lacramarca (ATDRSL) . (1999). Delimitación de la faja marginal del río Lacramarca. Lima - Dirección general de aguas y suelos.
2. Amado Rojas, Hugo. (2013). Módulo de estructuras hidráulicas. Universidad Nacional del Santa - Peru
3. Apaclla Nalvarte, Ing. Mg.Sc. Ricardo. (2010). Estudio de máximas avenidas en las cuencas de la zona centro de la vertiente del Pacífico. Autoridad Nacional del Agua.
4. Bathurst. R. J. (2007). Geosynthetics Classification, IGS Leaflets on Geosynthetics Applications, IGS Education Committee. Disponible en www.geosyntheticsociety.org.
5. Cisneros, Jose Manuel., Cholaky, Carmen Gloria., Cantero Gutierrez, Alberto., Gonzales, Jorge Gustavo., Reynero, Miguel ángel., Diez, Alejandro., Bergesio, Leonardo., Cantero, Juan Jose., Nuñez, Cesar., Amuchastegui, Andrea., Degioanni, Americo Jose. (2012). Cisneros, Jose. Cholaky, Carmen. Cantero Gutierrez, Alberto. Gonzales, Jorge. Reynero, Miguel. Diez, Alejandro. Bergesio, Leonardo. (2012). Erosión hídrica, Principios y técnicas de manejo. Argentina - [UNRC] Unirio editora.
6. Comisión multisectorial encargada del estudio nacional del fenómeno “el niño”-ENFEN. (2017). Informe técnico extraordinario N°001-2017/ENFEN EL NIÑO COSTERO 2017. Estudio Nacional del fenómeno “EL NIÑO”.
7. Concha Niño de Guzmán, Ronald Fernando., Valdivia Vera, Waldir., Vásquez Choque, Estibene Pool., Benites Cañote, Alexandra Lucytania. (2017). Evaluación geológica de las zonas afectadas por el Niño Costero 2017 en la

- Región Áncash. Instituto geológico, minero y metalúrgico. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET.
8. Dirección General de Programación Multianual de inversiones – DGPMI. (2019). Guía General para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión. MEF.
 9. Guevara Alvares, Maria Elvira. (2016). Socavación en puentes. Lemoine Editores y editorial universidad de cauca – Colombia.
 10. Guitelman, Adolfo., M. Perez, Sandra. (1999). Erosión y socavación. Universidad de Buenos Aires – Argentina.
 11. Instituto Nacional de Recursos Naturales. Intendencia de Recursos Hídricos. Dirección de Recursos Hídricos. (2006). Proyecto: “Estudios Definitivos De Implementación De Estructuras De Medición Y Control De Caudales”. Lima -ANA.
 12. J. Calavera. (1987). Muros de contención y muros de sótano. Instituto tecnológico de materiales y construcciones.
 13. Lluén Chero, Willy E. Gestión del Riesgo de Inundación. Ingeniería del agua.
 14. M.I. Zea Constantino, Carmelino., Dr. Rivera Constantino, Rigoberto. (2004). Notas sobre los fundamentos de la mecánica de suelos. Universidad Nacional Autónoma de México - Mexico
 15. Morelli Tucci, Carlos E. (2007). Gestión de inundaciones urbanas. Instituto de Pesquisas Hidráulicas de la Universidad de Federal do Rio Grande do Sul, IHP/UFRGS – Argentina.
 16. MTC. (2016). Manual de ensayos de materiales MTC E 107

17. Murillo Fernández, Rodrigo. (2012). Geosintéticos, solución o problema. Sociedad Mexicana de ingeniería geotécnica, A.C. México.
18. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (1972) ONERN
19. Perú Construye, (2017). Gaviones, Elementos de máxima protección – Lima.
20. Proyecto Especial de Rehabilitación de Tierras Costeras. (1984). Estudio de la infraestructura de riego y drenaje valle: Santa-Lacramarca. Chimbote - ri nacional del agua.
21. Roberth Paúl Carrillo Elizalde, Juan Carlos Gómez Avalos. (2016). Aspectos Geotécnicos y su Relación con la Geología en la parte baja de la cuenca del Río Lacramarca.
22. S. Nania, Leonardo., Molero, Emilio. (2007). Manual Básico de HEC-RAS 3.1.3 y HEC-GeoRAS 3.1.1. Universidad de granada – España.
23. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI. (2014). El fenómeno EL NIÑO en el Perú. 2017 - SENAMHI
24. Vásquez Villanueva, Absalón., Mejia Marcacuzco, Abel., Faustino Manco, Jorge., Teran Adriazola, Ruben., Vasquez Romero, Issaak., Díaz Rimarachin, Jorge., Vásquez Romero, Cristian., Castro Abanto, Andres., Tapia Muñoz, Manuel., -Alcántara Ramos, Julio. (2016). Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas. Lima: fondo editorial-UNALM.
25. Zamora J., Carlos (1972). Regiones edáficas del Perú. Lima - Dirección de estudios integrados de recursos naturales.

VII. ANEXOS

**ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA Y OPERACIONALIZACIÓN DE
VARIABLES.**

Pregunta de investigación	Objetivos	Hipótesis	Variable		Definición conceptual de la variable	Dimensión de la variable	Indicadores	Herramientas	Métodos			
Pregunta principal	Objetivo principal	Hipótesis principal										
¿Cuál es el diseño de defensa ribereña más adecuado, teniendo en cuenta su comparación técnica y económica, en el tramo del río Lacramarca, sector Cascajal; que permita asegurar el encauzamiento del caudal ante fenómenos climatológicos extremos?	Hacer una comparación técnica – económica, para determinar el óptimo diseño de defensa ribereña entre un diseño tradicional y el confinamiento de suelos con geobolsas, en el tramo seleccionado.	Si se realiza una adecuada selección de defensa ribereña en base a la comparación técnica-económica para el tramo de estudio (entre el sistema tradicional y mediante confinamiento de suelos con geobolsas), se tendrá un diseño óptimo que pueda evitar desbordes e inundaciones cuando se presenten avenidas excepcionales.	variable independiente	Río Lacramarca	Cuenca que inicia en la cordillera negra y desemboca en el océano pacífico, de escaso caudal, generalmente de las épocas de lluvia en la parte alta de la cuenca, y en la parte media y baja transporta aguas de regadío de las juntas regantes	ALA	santa, lacramarca, nepeña	Informes del ALA, ANA	Recoleccion de Datos			
						área de cuenca	963.38 km2	Informes del ALA, ANA	Recoleccion de Datos			
						altitud media	1048 msnm	Informes del ALA, ANA	Recoleccion de Datos			
						longitud maxima	76 km	Informes del ALA, ANA	Recoleccion de Datos			
						pendiente promedio	6%	Informes del ALA, ANA	Recoleccion de Datos			
						caudal promedio	0.16 m3/seg	Informes del ALA, ANA	Recoleccion de Datos			
						tramo de estudio	2 km	estudio topográfico, mecánica de suelos, hidráulica, hidrología, hidráulica fluvial y geología	Estudios de campo			
			variable dependientes	Diseño de defensa ribereña con el sistema tradicional	Estructuras hidráulicas que sirven para controlar el flujo de distintos caudales.	Gaviones	Topografía	Equipos de topografía (Teodolito, tripode, GPS, miras)	Levantamiento Topografico			
								Software Civil 3D	Procesamiento de datos			
								Software Autocad	Dibujo de planos			
							Mecánica de suelos	Manual de ensayo de materiales, MTC 2008	Realización de calicatas para obtener muestras, ser llevadas a analizar en laboratorio de Mecánica de suelos			
							Hidráulica	Software HEC-RAS	Toma de datos y análisis de modelado hidráulico			
							Hidrología	Recopilación de información	Análisis de información recabada			
							Hidráulica fluvial	Software HEC-RAS	Toma de datos y análisis de modelado hidráulico			
							Geología	Recopilación de información	Análisis de información recabada			
							Diseño	Manual de gaviones, Camargo Hernández, 2001	Análisis de datos			
							Metrados	Planos, microsoft excel	Procesamiento de datos			
							Presupuesto	software s10	Procesamiento de datos			
							Diseño de defensa ribereña con el sistema de confinamiento de suelos con geobolsas	Estructuras hidráulicas que sirven para controlar el flujo de distintos caudales.	Geobolsas	Topografía	Equipos de topografía (Teodolito, tripode, GPS, miras)	Levantamiento Topografico
											Software Civil 3D	Procesamiento de datos
Software Autocad	Dibujo de planos											
Mecánica de suelos	Manual de ensayo de materiales, MTC 2008	Realización de calicatas para obtener muestras, ser llevadas a analizar en laboratorio de Mecánica de suelos										
Hidráulica	Software HEC-RAS	Toma de datos y análisis de modelado hidráulico										
Hidrología	Recopilación de información	Análisis de información recabada										
Hidráulica fluvial	Software HEC-RAS	Toma de datos y análisis de modelado hidráulico										
Geología	Recopilación de información	Análisis de información recabada										
Diseño	Manual de geobolsas y software GEO5	Análisis y procesamiento de datos										
Metrados	Planos, microsoft excel	Procesamiento de datos										
Presupuesto	software s10	Procesamiento de datos										

Pregunta de investigación	Objetivos	Hipótesis	Variable		Definición conceptual de la variable	Dimensión de la variable	Indicadores	Herramientas	Métodos
Pregunta específica 1	Objetivo específico 1	Hipótesis específico 1							
¿Cuáles son los estudios a realizar para ambos diseños?	Realizar los estudios requeridos para realizar ambos diseños, tales como topografía, mecánica de suelos, hidrológicos, hidráulicos, hidráulica fluvial y geológicos.	Si se realizan los estudios requeridos para realizar ambos diseños, tales como topografía, mecánica de suelos, hidrológicos, hidráulicos, hidráulica fluvial y geológicos, se podrán realizar los diseños	variable independiente	Río Lacramarca	ver variable (hipotesis principal)				
			variable dependiente	Diseño de defensa ribereña con el sistema tradicional					
				Diseño de defensa ribereña con el sistema de confinamiento de suelos con geobolsas					
Pregunta de investigación	Objetivos	Hipótesis	Variable		Definición conceptual de la variable	Dimensión de la variable	Indicadores	Herramientas	Métodos
Pregunta específica 2	Objetivo específico 2	Hipótesis específico 2							
¿Cómo diseñar una defensa ribereña de tipo tradicional?	Realizar un diseño de defensa ribereña para el sistema tradicional.	Al realizar el diseño de defensa ribereña mediante un método tradicional, se podrá analizar sus características técnicas y económicas.	variable independiente	Río Lacramarca	ver variable (hipotesis principal)				
			variable dependiente	Diseño de defensa ribereña con el sistema tradicional					
				Diseño de defensa ribereña con el sistema de confinamiento de suelos con geobolsas					

Pregunta de investigación	Objetivos	Hipótesis	Variable		Definición conceptual de la variable	Dimensión de la variable	Indicadores	Herramientas	Métodos
Pregunta específica 3	Objetivo específico 3	Hipótesis específico 3							
¿Cómo diseñar una defensa ribereña mediante el confinamiento de suelos con geobolsas?	Realizar el diseño de confinamiento de suelos con geobolsas.	Al realizar el diseño de defensa ribereña mediante el confinamiento de suelos con geobolsas, se podrá analizar sus características técnicas y económicas.	variable independiente	Río Lacramarca			ver variable (hipotesis principal)		
			variable dependiente	Diseño de defensa ribereña con el sistema tradicional					
				Diseño de defensa ribereña con el sistema de confinamiento de suelos con geobolsas					
Pregunta de investigación	Objetivos	Hipótesis	Variable		Definición conceptual de la variable	Dimensión de la variable	Indicadores	Herramientas	Métodos
Pregunta específica 4	Objetivo específico 4	Hipótesis específico 4							
¿Cuál es el diseño más adecuado en el aspecto técnico y económico para una defensa ribereña en el tramo seleccionado mediante una comparación?	Comparar ambos diseños teniendo en cuenta aspectos técnicos y económicos, para definir cuál es el más adecuado.	Si se comparan ambos diseños, con criterios técnicos y económicos, se podrá determinar cuál diseño es el óptimo para el tramo de estudio.	variable independiente	Río Lacramarca			ver variable (hipotesis principal)		
			variable dependiente	Diseño de defensa ribereña con el sistema tradicional					
				Diseño de defensa ribereña con el sistema de confinamiento de suelos con geobolsas					

FUENTE: elaboración propia.

ANEXO 2. ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA

Anexo 2.1.- TOPOGRAFÍA

A continuación, se detallan los puntos obtenidos del levantamiento topográfico para el tramo de estudio:

Tabla 30: *Datos De Levantamiento Topográfico*

PTO	LAT	LONG	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN	PROG. RÍO
1	-8.9810	-78.4961	775318.26	9006303.15	125.81	ACCESO	
2	-8.9809	-78.4961	775325.86	9006303.87	126.37	ACCESO	
3	-8.9809	-78.4960	775336.98	9006306.01	127.27	ACCESO	
4	-8.9811	-78.4961	775323.07	9006282.75	125.18	ACCESO	
5	-8.9811	-78.4960	775328.71	9006287.03	125.72	ACCESO	
6	-8.9811	-78.4960	775336.66	9006291.40	126.43	ACCESO	
7	-8.9814	-78.4961	775318.28	9006257.67	123.79	ACCESO	
8	-8.9813	-78.4960	775329.13	9006267.00	124.72	ACCESO	
9	-8.9814	-78.4961	775324.82	9006247.99	123.59	ACCESO	
10	-8.9815	-78.4961	775327.53	9006242.66	123.42	ACCESO	
11	-8.9815	-78.4960	775331.90	9006238.54	123.34	BORDE SUP	
12	-8.9816	-78.4960	775330.66	9006233.68	123.05	BORDE SUP	
13	-8.9816	-78.4960	775328.98	9006229.04	120.26	RIO	
14	-8.9817	-78.4961	775324.40	9006219.45	119.92	RIO	21+500
15	-8.9818	-78.4961	775320.83	9006211.83	119.87	RIO	
16	-8.9818	-78.4961	775317.27	9006206.77	122.32	BORDE SUP	
17	-8.9819	-78.4962	775310.52	9006201.39	122.22	BORDE SUP	
18	-8.9819	-78.4963	775302.66	9006194.36	122.11	CAMINO	
19	-8.9818	-78.4963	775305.61	9006207.51	122.09	CAMINO	
20	-8.9818	-78.4963	775296.02	9006204.15	121.92	CAMINO	
21	-8.9818	-78.4964	775284.03	9006204.45	121.68	CAMINO	
22	-8.9819	-78.4965	775277.15	9006196.97	121.62	CAMINO	
23	-8.9819	-78.4965	775282.20	9006194.28	121.73	CAMINO	
24	-8.9820	-78.4965	775278.17	9006184.90	121.74	CAMINO	
25	-8.9820	-78.4965	775274.32	9006185.04	121.68	CAMINO	
26	-8.9821	-78.4965	775275.12	9006173.30	121.80	CAMINO	
27	-8.9821	-78.4966	775271.60	9006173.11	121.74	CAMINO	
28	-8.9822	-78.4965	775274.29	9006163.57	121.87	CAMINO	
29	-8.9822	-78.4966	775270.33	9006164.15	121.81	CAMINO	
30	-8.9823	-78.4966	775269.72	9006155.74	121.88	CAMINO	
31	-8.9823	-78.4965	775273.10	9006151.07	121.97	CAMINO	
32	-8.9823	-78.4960	775328.78	9006151.91	122.70	CAMINO	
33	-8.9821	-78.4958	775355.02	9006175.86	123.02	BORDE SUP	
34	-8.9820	-78.4958	775358.25	9006181.59	123.04	BORDE SUP	
35	-8.9820	-78.4958	775360.37	9006185.67	120.56	RIO	

36	-8.9819	-78.4957	775365.81	9006193.38	120.60	RIO	21+550
37	-8.9819	-78.4957	775371.26	9006201.75	120.66	RIO	
38	-8.9818	-78.4956	775374.27	9006207.15	123.20	BORDE SUP	
39	-8.9818	-78.4956	775378.61	9006213.76	123.26	BORDE SUP	
40	-8.9820	-78.4952	775417.24	9006184.17	123.41	BORDE SUP	
41	-8.9820	-78.4953	775414.69	9006180.98	123.37	BORDE SUP	
42	-8.9821	-78.4953	775410.58	9006174.70	120.81	RIO	
43	-8.9822	-78.4954	775403.70	9006166.78	120.72	RIO	21+600
44	-8.9823	-78.4954	775397.81	9006157.86	120.65	RIO	
45	-8.9823	-78.4954	775395.15	9006155.66	123.13	BORDE SUP	
46	-8.9823	-78.4955	775391.27	9006150.49	123.09	BORDE SUP	
47	-8.9826	-78.4951	775429.46	9006120.46	123.85	BORDE SUP	
48	-8.9825	-78.4951	775434.23	9006126.40	123.38	BORDE SUP	
49	-8.9825	-78.4951	775436.57	9006129.37	120.64	RIO	
50	-8.9825	-78.4950	775441.55	9006134.21	120.54	RIO	21+650
51	-8.9824	-78.4950	775446.43	9006139.82	120.64	RIO	
52	-8.9824	-78.4949	775451.09	9006145.10	123.26	BORDE SUP	
53	-8.9823	-78.4949	775454.19	9006148.40	123.34	BORDE SUP	
54	-8.9827	-78.4946	775490.04	9006113.74	124.32	BORDE SUP	
55	-8.9827	-78.4946	775486.72	9006110.88	124.47	BORDE SUP	
56	-8.9827	-78.4946	775483.95	9006107.14	122.19	RIO	
57	-8.9828	-78.4947	775479.06	9006101.19	122.56	RIO	21+700
58	-8.9828	-78.4947	775473.51	9006093.71	123.10	RIO	
59	-8.9829	-78.4947	775471.29	9006089.96	125.88	BORDE SUP	
60	-8.9829	-78.4948	775468.73	9006086.22	126.18	BORDE SUP	
61	-8.9832	-78.4944	775502.82	9006051.23	126.56	BORDE SUP	
62	-8.9832	-78.4944	775507.48	9006056.62	126.14	BORDE SUP	
63	-8.9831	-78.4944	775510.69	9006059.92	123.37	RIO	
64	-8.9831	-78.4943	775516.24	9006066.19	122.95	RIO	21+750
65	-8.9830	-78.4943	775521.56	9006072.13	122.60	RIO	
66	-8.9830	-78.4942	775525.88	9006077.19	124.85	BORDE SUP	
67	-8.9829	-78.4942	775528.77	9006080.82	124.70	BORDE SUP	
68	-8.9833	-78.4939	775564.30	9006047.05	125.00	BORDE SUP	
69	-8.9833	-78.4939	775561.08	9006043.09	124.99	BORDE SUP	
70	-8.9833	-78.4940	775556.98	9006038.80	122.50	RIO	
71	-8.9834	-78.4940	775550.22	9006031.65	123.15	RIO	21+800
72	-8.9835	-78.4941	775545.44	9006024.38	123.96	RIO	
73	-8.9835	-78.4941	775542.66	9006020.97	126.88	BORDE SUP	
74	-8.9835	-78.4941	775540.22	9006017.34	127.33	BORDE SUP	
75	-8.9838	-78.4938	775574.75	9005982.24	129.19	BORDE SUP	
76	-8.9838	-78.4938	775578.53	9005988.74	128.50	BORDE SUP	
77	-8.9838	-78.4937	775580.97	9005991.38	125.70	RIO	
78	-8.9837	-78.4937	775586.29	9005996.66	125.09	RIO	21+850

79	-8.9837	-78.4937	775590.28	9006001.50	124.64	RIO	
80	-8.9836	-78.4936	775594.61	9006006.34	126.70	BORDE SUP	
81	-8.9836	-78.4936	775598.26	9006009.75	126.41	BORDE SUP	
82	-8.9839	-78.4933	775633.69	9005977.30	126.31	BORDE SUP	
83	-8.9839	-78.4933	775630.25	9005973.67	126.38	BORDE SUP	
84	-8.9839	-78.4933	775626.70	9005969.27	123.98	RIO	
85	-8.9840	-78.4934	775622.81	9005963.54	124.28	RIO	21+900
86	-8.9841	-78.4934	775617.16	9005958.16	124.88	RIO	
87	-8.9841	-78.4934	775615.83	9005955.51	127.58	BORDE SUP	
88	-8.9841	-78.4934	775612.62	9005952.77	127.96	BORDE SUP	
89	-8.9844	-78.4930	775660.68	9005917.25	127.76	BORDE SUP	
90	-8.9844	-78.4930	775664.79	9005922.97	127.44	BORDE SUP	
91	-8.9843	-78.4930	775666.01	9005924.73	124.85	RIO	
92	-8.9843	-78.4929	775668.46	9005928.81	124.65	RIO	21+950
93	-8.9843	-78.4929	775671.14	9005934.88	124.38	RIO	
94	-8.9842	-78.4929	775674.26	9005941.28	126.59	BORDE SUP	
95	-8.9842	-78.4929	775676.28	9005946.69	126.43	BORDE SUP	
96	-8.9843	-78.4925	775712.61	9005934.15	126.29	BORDE SUP	
97	-8.9843	-78.4926	775710.92	9005928.08	126.45	BORDE SUP	
98	-8.9844	-78.4926	775709.44	9005920.23	124.17	RIO	
99	-8.9845	-78.4926	775705.08	9005909.64	124.52	RIO	22+000
100	-8.9846	-78.4926	775703.69	9005899.91	124.81	RIO	
101	-8.9846	-78.4926	775702.77	9005895.05	127.46	BORDE SUP	
102	-8.9847	-78.4926	775700.95	9005884.99	127.79	BORDE SUP	
103	-8.9848	-78.4922	775751.06	9005877.01	127.01	BORDE SUP	
104	-8.9847	-78.4922	775752.00	9005884.42	126.93	BORDE SUP	
105	-8.9847	-78.4922	775753.68	9005888.72	124.38	RIO	
106	-8.9846	-78.4921	775755.27	9005897.34	124.29	RIO	22+050
107	-8.9845	-78.4921	775758.11	9005910.38	124.19	RIO	
108	-8.9844	-78.4921	775759.26	9005917.01	126.64	BORDE SUP	
109	-8.9844	-78.4921	775760.29	9005922.76	126.61	BORDE SUP	
110	-8.9844	-78.4917	775805.25	9005916.70	126.70	BORDE SUP	
111	-8.9845	-78.4917	775803.55	9005908.74	126.63	BORDE SUP	
112	-8.9845	-78.4917	775803.29	9005903.77	124.08	RIO	
113	-8.9846	-78.4917	775802.78	9005893.48	123.99	RIO	22+100
114	-8.9848	-78.4917	775800.81	9005878.99	123.88	RIO	
115	-8.9848	-78.4917	775800.68	9005875.67	126.35	BORDE SUP	
116	-8.9848	-78.4917	775800.08	9005869.04	126.31	BORDE SUP	
117	-8.9849	-78.4912	775857.82	9005865.66	127.08	BORDE SUP	
118	-8.9848	-78.4912	775857.21	9005872.74	127.06	BORDE SUP	
119	-8.9848	-78.4912	775856.81	9005877.61	124.55	RIO	
120	-8.9846	-78.4912	775857.24	9005892.66	124.54	RIO	22+150
121	-8.9845	-78.4912	775855.70	9005908.94	124.52	RIO	

122	-8.9844	-78.4912	775855.65	9005917.46	127.01	BORDE SUP	
123	-8.9844	-78.4912	775855.13	9005921.67	127.01	BORDE SUP	
124	-8.9843	-78.4909	775894.12	9005928.60	127.14	BORDE SUP	
125	-8.9844	-78.4909	775894.84	9005920.73	127.22	BORDE SUP	
126	-8.9845	-78.4909	775897.53	9005910.98	124.84	RIO	
127	-8.9846	-78.4908	775901.86	9005900.66	125.01	RIO	22+200
128	-8.9848	-78.4908	775907.64	9005878.26	125.38	RIO	
129	-8.9848	-78.4907	775909.49	9005874.27	127.97	BORDE SUP	
130	-8.9849	-78.4907	775911.97	9005867.61	128.10	BORDE SUP	
131	-8.9847	-78.4901	775975.32	9005878.80	129.35	BORDE SUP	
132	-8.9847	-78.4902	775970.31	9005886.24	129.16	BORDE SUP	
133	-8.9846	-78.4902	775967.59	9005891.46	126.54	RIO	
134	-8.9845	-78.4903	775959.14	9005910.00	126.15	RIO	22+250
135	-8.9843	-78.4904	775951.68	9005929.64	125.78	RIO	
136	-8.9842	-78.4904	775950.29	9005936.29	128.17	BORDE SUP	
137	-8.9842	-78.4904	775949.00	9005939.73	128.11	BORDE SUP	
138	-8.9841	-78.4901	775982.83	9005947.47	128.86	BORDE SUP	
139	-8.9842	-78.4901	775985.65	9005942.02	128.88	BORDE SUP	
140	-8.9842	-78.4900	775987.93	9005937.91	126.47	RIO	
141	-8.9843	-78.4899	775997.12	9005929.66	126.77	RIO	22+300
142	-8.9844	-78.4899	776006.73	9005919.75	127.12	RIO	
143	-8.9844	-78.4898	776012.20	9005915.17	129.82	BORDE SUP	
144	-8.9840	-78.4900	775996.55	9005959.66	129.27	BORDE SUP	
145	-8.9841	-78.4899	776003.64	9005950.53	126.82	RIO	
146	-8.9842	-78.4898	776011.63	9005943.17	126.94	RIO	CURVA
147	-8.9842	-78.4897	776019.51	9005938.03	127.17	RIO	
148	-8.9843	-78.4896	776035.52	9005929.18	130.17	BORDE SUP	
149	-8.9841	-78.4895	776051.74	9005952.09	130.28	BORDE SUP	
150	-8.9840	-78.4895	776044.61	9005955.68	130.13	BORDE SUP	
151	-8.9840	-78.4896	776040.01	9005958.03	127.54	RIO	
152	-8.9840	-78.4897	776026.74	9005965.09	127.32	RIO	22+350
153	-8.9839	-78.4898	776014.14	9005972.71	127.15	RIO	
154	-8.9839	-78.4898	776011.29	9005974.72	129.62	BORDE SUP	
155	-8.9839	-78.4898	776008.55	9005976.62	129.60	BORDE SUP	
156	-8.9835	-78.4897	776027.77	9006018.87	129.96	BORDE SUP	
157	-8.9835	-78.4896	776031.72	9006017.52	129.97	BORDE SUP	
158	-8.9835	-78.4896	776035.67	9006015.50	127.49	RIO	
159	-8.9836	-78.4895	776047.18	9006009.55	127.55	RIO	22+400
160	-8.9836	-78.4894	776063.52	9006002.03	127.70	RIO	
161	-8.9837	-78.4893	776068.45	9005999.23	130.25	BORDE SUP	
162	-8.9837	-78.4892	776077.44	9005993.96	130.38	BORDE SUP	
163	-8.9833	-78.4890	776098.01	9006041.41	130.51	BORDE SUP	
164	-8.9832	-78.4891	776091.66	9006045.21	130.35	BORDE SUP	

165	-8.9832	-78.4891	776087.16	9006047.79	127.74	RIO	
166	-8.9831	-78.4893	776070.74	9006059.96	127.78	RIO	22+450
167	-8.9830	-78.4894	776057.04	9006067.47	127.86	RIO	
168	-8.9830	-78.4894	776054.08	9006069.15	130.38	BORDE SUP	
169	-8.9830	-78.4895	776050.02	9006071.28	130.40	BORDE SUP	
170	-8.9826	-78.4893	776071.54	9006112.41	130.85	BORDE SUP	
171	-8.9826	-78.4893	776075.05	9006111.39	130.84	BORDE SUP	
172	-8.9827	-78.4892	776079.77	9006109.81	128.32	RIO	
173	-8.9827	-78.4891	776095.57	9006102.07	128.42	RIO	22+500
174	-8.9828	-78.4889	776114.32	9006092.98	128.70	RIO	
175	-8.9828	-78.4888	776120.02	9006090.61	131.30	BORDE SUP	
176	-8.9829	-78.4888	776126.82	9006087.36	131.43	BORDE SUP	
177	-8.9825	-78.4886	776149.10	9006127.16	131.73	BORDE SUP	
178	-8.9825	-78.4886	776142.20	9006131.08	131.76	BORDE SUP	
179	-8.9824	-78.4887	776137.04	9006133.66	129.29	RIO	
180	-8.9823	-78.4889	776119.29	9006143.85	129.54	RIO	22+550
181	-8.9822	-78.4890	776100.44	9006154.38	129.98	RIO	
182	-8.9822	-78.4891	776095.72	9006156.85	132.61	BORDE SUP	
183	-8.9822	-78.4891	776091.00	9006158.32	132.70	BORDE SUP	
184	-8.9818	-78.4890	776106.68	9006199.16	134.44	BORDE SUP	
185	-8.9819	-78.4889	776110.64	9006198.13	134.30	BORDE SUP	
186	-8.9819	-78.4889	776115.79	9006195.89	131.60	RIO	
187	-8.9820	-78.4887	776140.47	9006183.99	130.72	RIO	22+600
188	-8.9821	-78.4885	776159.01	9006175.45	130.26	RIO	
189	-8.9821	-78.4884	776163.83	9006173.53	132.66	BORDE SUP	
190	-8.9821	-78.4884	776171.07	9006169.17	132.52	BORDE SUP	
191	-8.9817	-78.4882	776191.74	9006216.06	132.99	BORDE SUP	
192	-8.9817	-78.4883	776184.83	9006218.98	133.03	BORDE SUP	
193	-8.9816	-78.4883	776181.10	9006221.00	130.59	RIO	
194	-8.9816	-78.4885	776162.89	9006228.54	131.37	RIO	22+650
195	-8.9814	-78.4887	776136.36	9006242.56	133.09	RIO	
196	-8.9814	-78.4888	776131.10	9006245.69	135.98	BORDE SUP	
197	-8.9814	-78.4888	776127.15	9006247.05	136.24	BORDE SUP	
198	-8.9810	-78.4886	776150.00	9006290.71	137.19	BORDE SUP	
199	-8.9810	-78.4885	776154.71	9006287.47	136.74	BORDE SUP	
200	-8.9811	-78.4885	776158.44	9006284.90	133.88	RIO	
201	-8.9811	-78.4883	776180.27	9006275.46	132.31	RIO	22+700
202	-8.9812	-78.4881	776199.35	9006266.80	131.70	RIO	
203	-8.9812	-78.4881	776206.71	9006264.43	134.03	BORDE SUP	
204	-8.9813	-78.4880	776213.95	9006262.06	133.86	BORDE SUP	
205	-8.9809	-78.4878	776233.18	9006306.08	134.13	BORDE SUP	
206	-8.9809	-78.4879	776228.02	9006307.77	134.32	BORDE SUP	
207	-8.9808	-78.4879	776223.63	9006309.69	131.99	RIO	

208	-8.9808	-78.4881	776207.62	9006317.32	132.52	RIO	22+750
209	-8.9807	-78.4883	776180.20	9006330.23	133.42	RIO	
210	-8.9806	-78.4883	776176.14	9006331.48	136.12	BORDE SUP	
211	-8.9806	-78.4884	776172.19	9006333.28	136.42	BORDE SUP	
212	-8.9802	-78.4882	776196.16	9006378.60	135.41	BORDE SUP	
213	-8.9802	-78.4881	776200.10	9006376.25	135.28	BORDE SUP	
214	-8.9803	-78.4881	776203.72	9006374.12	132.66	RIO	
215	-8.9804	-78.4879	776226.09	9006363.01	131.92	RIO	22+800
216	-8.9804	-78.4877	776244.18	9006353.59	131.33	RIO	
217	-8.9805	-78.4877	776250.11	9006351.67	133.64	BORDE SUP	
218	-8.9805	-78.4876	776257.45	9006347.97	133.39	BORDE SUP	
219	-8.9801	-78.4874	776282.39	9006390.40	133.40	BORDE SUP	
220	-8.9801	-78.4874	776277.57	9006393.75	133.25	BORDE SUP	
221	-8.9800	-78.4875	776272.99	9006399.21	130.60	RIO	
222	-8.9799	-78.4876	776261.78	9006417.21	131.07	RIO	22+850
223	-8.9797	-78.4877	776243.30	9006434.38	131.87	RIO	
224	-8.9797	-78.4878	776241.24	9006438.05	134.48	BORDE SUP	
225	-8.9797	-78.4878	776240.26	9006439.71	134.53	BORDE SUP	
226	-8.9794	-78.4875	776268.38	9006465.31	134.41	BORDE SUP	
227	-8.9795	-78.4875	776270.34	9006461.97	134.31	BORDE SUP	
228	-8.9795	-78.4875	776272.07	9006457.76	131.77	RIO	
229	-8.9796	-78.4874	776286.17	9006443.49	131.93	RIO	22+900
230	-8.9797	-78.4872	776300.27	9006430.78	132.12	RIO	
231	-8.9798	-78.4872	776303.66	9006427.44	134.66	BORDE SUP	
232	-8.9798	-78.4872	776308.14	9006422.54	134.70	BORDE SUP	
233	-8.9795	-78.4868	776348.90	9006461.99	136.89	BORDE SUP	
234	-8.9794	-78.4868	776346.06	9006465.00	136.86	BORDE SUP	
235	-8.9794	-78.4868	776343.11	9006468.45	134.33	RIO	
236	-8.9793	-78.4870	776327.70	9006482.83	134.14	RIO	22+950
237	-8.9791	-78.4871	776310.87	9006500.10	133.86	RIO	
238	-8.9791	-78.4872	776307.59	9006502.66	136.27	BORDE SUP	
239	-8.9791	-78.4872	776305.18	9006504.78	136.21	BORDE SUP	
240	-8.9788	-78.4870	776326.97	9006537.17	137.02	BORDE SUP	
241	-8.9788	-78.4870	776329.70	9006534.16	137.09	BORDE SUP	
242	-8.9788	-78.4869	776332.21	9006531.82	134.65	RIO	
243	-8.9789	-78.4867	776353.25	9006519.28	135.23	RIO	23+000
244	-8.9790	-78.4866	776370.46	9006509.21	135.69	RIO	
245	-8.9791	-78.4865	776377.92	9006506.06	138.37	BORDE SUP	
246	-8.9791	-78.4865	776382.63	9006503.15	138.47	BORDE SUP	
247	-8.9786	-78.4863	776406.08	9006552.45	139.25	BORDE SUP	
248	-8.9786	-78.4863	776401.36	9006554.81	139.13	BORDE SUP	
249	-8.9786	-78.4864	776396.65	9006557.06	136.50	RIO	
250	-8.9785	-78.4865	776381.51	9006564.46	136.07	RIO	23+050

251	-8.9785	-78.4867	776363.52	9006572.78	135.52	RIO	
252	-8.9784	-78.4867	776359.68	9006574.57	137.93	BORDE SUP	
253	-8.9784	-78.4867	776356.17	9006576.04	137.85	BORDE SUP	
254	-8.9781	-78.4866	776368.65	9006614.68	138.48	BORDE SUP	
255	-8.9781	-78.4866	776374.14	9006612.65	138.62	BORDE SUP	
256	-8.9781	-78.4865	776377.76	9006611.30	136.22	RIO	
257	-8.9782	-78.4864	776397.64	9006605.74	136.77	RIO	23+100
258	-8.9782	-78.4862	776414.65	9006599.98	137.26	RIO	
259	-8.9782	-78.4861	776421.14	9006598.94	139.96	BORDE SUP	
260	-8.9782	-78.4861	776425.64	9006597.25	140.09	BORDE SUP	
261	-8.9777	-78.4861	776430.23	9006657.75	140.40	BORDE SUP	
262	-8.9777	-78.4861	776424.95	9006657.12	140.27	BORDE SUP	
263	-8.9777	-78.4862	776417.91	9006657.39	137.60	RIO	
264	-8.9777	-78.4863	776406.04	9006659.25	137.33	RIO	23+150
265	-8.9776	-78.4865	776381.20	9006663.62	136.77	RIO	
266	-8.9776	-78.4865	776377.24	9006663.98	139.18	BORDE SUP	
267	-8.9776	-78.4866	776372.95	9006664.34	139.08	BORDE SUP	
268	-8.9772	-78.4866	776373.59	9006708.49	140.37	BORDE SUP	
269	-8.9772	-78.4865	776378.86	9006706.91	140.33	BORDE SUP	
270	-8.9772	-78.4865	776382.48	9006706.11	137.82	RIO	
271	-8.9772	-78.4863	776403.17	9006705.97	137.93	RIO	23+200
272	-8.9772	-78.4861	776421.10	9006705.40	138.01	RIO	
273	-8.9772	-78.4861	776426.27	9006705.70	140.55	BORDE SUP	
274	-8.9773	-78.4860	776432.43	9006704.99	140.58	BORDE SUP	
275	-8.9768	-78.4860	776436.07	9006755.10	140.63	BORDE SUP	
276	-8.9768	-78.4861	776431.23	9006755.02	140.75	BORDE SUP	
277	-8.9768	-78.4861	776423.75	9006755.85	138.43	RIO	
278	-8.9768	-78.4863	776406.49	9006758.07	138.89	RIO	23+250
279	-8.9768	-78.4865	776380.43	9006760.13	139.63	RIO	
280	-8.9768	-78.4866	776374.93	9006760.50	142.29	BORDE SUP	
281	-8.9768	-78.4866	776371.85	9006760.52	142.37	BORDE SUP	
282	-8.9763	-78.4866	776374.15	9006807.09	143.04	BORDE SUP	
283	-8.9763	-78.4865	776377.56	9006806.07	142.90	BORDE SUP	
284	-8.9763	-78.4865	776382.17	9006805.38	140.22	RIO	
285	-8.9763	-78.4863	776403.41	9006805.23	139.44	RIO	23+300
286	-8.9763	-78.4861	776425.30	9006805.30	138.64	RIO	
287	-8.9763	-78.4860	776433.12	9006805.47	140.85	BORDE SUP	
288	-8.9763	-78.4860	776437.85	9006806.21	140.68	BORDE SUP	
289	-8.9759	-78.4860	776439.75	9006857.44	140.72	BORDE SUP	
290	-8.9759	-78.4860	776436.11	9006857.13	140.87	BORDE SUP	
291	-8.9759	-78.4861	776429.40	9006857.29	138.66	RIO	
292	-8.9759	-78.4863	776404.77	9006859.12	139.73	RIO	23+350
293	-8.9758	-78.4865	776381.12	9006861.16	140.78	RIO	

294	-8.9758	-78.4866	776375.73	9006861.53	143.51	BORDE SUP	
295	-8.9758	-78.4866	776372.88	9006861.77	143.64	BORDE SUP	
296	-8.9754	-78.4866	776372.96	9006906.70	143.30	BORDE SUP	
297	-8.9754	-78.4866	776376.37	9006906.12	143.21	BORDE SUP	
298	-8.9754	-78.4865	776379.88	9006904.77	140.61	RIO	
299	-8.9754	-78.4863	776407.29	9006905.58	139.84	RIO	23+400
300	-8.9754	-78.4861	776431.60	9006905.63	139.16	RIO	
301	-8.9754	-78.4860	776438.65	9006906.80	141.47	BORDE SUP	
302	-8.9754	-78.4860	776443.38	9006906.66	141.34	BORDE SUP	
303	-8.9750	-78.4859	776450.40	9006951.10	142.02	BORDE SUP	
304	-8.9750	-78.4859	776445.34	9006952.02	142.09	BORDE SUP	
305	-8.9750	-78.4860	776439.08	9006952.84	139.68	RIO	
306	-8.9750	-78.4862	776418.85	9006954.86	139.93	RIO	23+450
307	-8.9750	-78.4864	776393.24	9006959.68	140.31	RIO	
308	-8.9750	-78.4864	776389.50	9006959.26	142.84	BORDE SUP	
309	-8.9749	-78.4865	776385.54	9006960.06	142.90	BORDE SUP	
310	-8.9744	-78.4862	776415.59	9007025.26	144.00	BORDE SUP	
311	-8.9744	-78.4862	776417.99	9007022.59	143.91	BORDE SUP	
312	-8.9744	-78.4862	776420.94	9007020.25	141.33	RIO	
313	-8.9745	-78.4859	776445.81	9007004.03	140.71	RIO	23+500
314	-8.9747	-78.4858	776463.98	9006990.62	140.27	RIO	
315	-8.9747	-78.4857	776469.46	9006986.38	142.66	BORDE SUP	
316	-8.9747	-78.4857	776472.19	9006984.48	142.61	BORDE SUP	
317	-8.9746	-78.4856	776480.63	9006994.83	142.78	BORDE SUP	
318	-8.9746	-78.4857	776477.12	9006997.17	142.84	BORDE SUP	
319	-8.9746	-78.4857	776472.42	9007001.63	140.45	RIO	
320	-8.9744	-78.4859	776454.58	9007015.26	140.86	RIO	23+515
321	-8.9743	-78.4861	776431.04	9007032.46	141.49	RIO	
322	-8.9743	-78.4861	776427.32	9007034.81	144.08	BORDE SUP	
323	-8.9742	-78.4861	776425.02	9007037.26	144.16	BORDE SUP	

FUENTE: elaboración propia.

Anexo 2.2.- ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION

TESIS:

**"COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN
DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL
SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE
CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN
EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL -
PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH"**

SOLICITANTE:

CARRETERO MIRANDA / LLANOS CUZCO

UBICACIÓN:

DISTRITO : CHIMBOTE

PROVINCIA : SANTA

REGIÓN : ANCASH

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON DEL ROSARIO SANTOS
C.O.P.E. 19837
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

CHIMBOTE, FEBRERO DEL 2021



CONTENIDO DEL E.M.S.

INFORME TÉCNICO

I. GENERALIDADES

- 1.1. *Objetivos*
- 1.3. *Características del proyecto*
- 1.4. *Metodología y plan de trabajo*
- 1.5. **CONDICIONES CLIMATICAS**

II. ASPECTOS GEOLOGICOS

2.1 GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO

- 2.2. **GEOLOGÍA REGIONAL**
- 2.3. *Geomorfología general*
- 2.4. **LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA**
 - 2.4.1 **FORMACION SANTA**
 - 2.4.2 **FORMACION CARHUAZ**
 - 2.4.3. **FORMACION JUNCO**
 - 2.4.4. **ROCAS INTRUSIVAS**
 - 2.4.5. **GRUPO CALPUY**
 - 2.4.6. **DEPOSITOS CUATERNARIOS**
- 2.4.7. **GEOLOGIA ESTRUCTURAL**
- 2.5. **PROCESOS GEODINAMICOS**

III. ASPECTOS GEODINAMICOS

- 3.1.- *Tectonismo.*
- 3.2. **ZONIFICACIÓN SÍSMICA Y PARÁMETROS.**

IV. INVESTIGACION DE CAMPO.

- 4.1. *Exploración De Campo*

V. ENSAYOS DE LABORATORIO.-

- 5.1. **ENSAYOS ESTARDAR**
- 5.2.- *Ensayos químicos de suelos.*
- 5.3. **ENSAYOS ESPECIALES.**

VI. CLASIFICACIÓN DE SUELO

6.1 DESCRIPCIÓN DE ZONA A INTERVENCIÓN

VII. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO.

7.1. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO DE FUNDACIÓN.

VIII. AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACION.

8.1. DETERMINACION DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN.

IX. ANALISIS DE CONDICIONES DE CIMENTACION

9.1. CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

a) FÓRMULA PARA HALLAR LA CAPACIDAD PORTANTE

9.6. TIPO Y PROFUNDIDAD DE LOS CIMIENTO

9.7. CALCULO DE ASENTAMIENTO

9.7.1 PARAMETROS BASICOS DE SUELOS PARA EL CALCULO DE ASENTAMIENTOS

Coefficiente de Poisson

9.7.2 Modulo de Elasticidad

Factores que influncian el módulo del suelo

9.7.3. Módulo típico de varios suelos

X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

10.1 CONCLUSIONES

10.2 RECOMENDACIONES

11 REFERENCIAS

10 EVALUACION DE CANTERAS

Anexo

Anexo

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
[Firma]
ING. WILSON DEL ROSARIO
C.R.C. 16373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



INFORME TÉCNICO

I. GENERALIDADES

1.1. Objetivos

El objetivo principal del presente estudio consiste en realizar el estudio de geotecnia y mecánica de suelos, en el marco del desarrollo del Proyecto de Investigación: "COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBERENA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH"

El estudio de suelos está orientado a determinar las características físico-mecánicas y químicas del suelo en las áreas donde se emplazará la obra, con el propósito de estimar su comportamiento, así como sus propiedades de esfuerzo y deformación, proporcionándose las condiciones mínimas, capacidad portante admisible, asentamientos diferenciales y las recomendaciones necesarias.

Para alcanzar el objetivo principal, se requiere alcanzar los siguientes objetivos secundarios:

- Elaboración de un estudio geológico que sirva de marco para las investigaciones geotécnicas.
- Ejecución de prospecciones geotécnicas de campo.
- Realización de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos químicos en suelos.
- Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo y los ensayos de laboratorio.
- Elaboración de los perfiles estratigráficos y establecimiento de las consideraciones geotécnicas.
- Elaboración de las recomendaciones técnicas y diseño estructural.

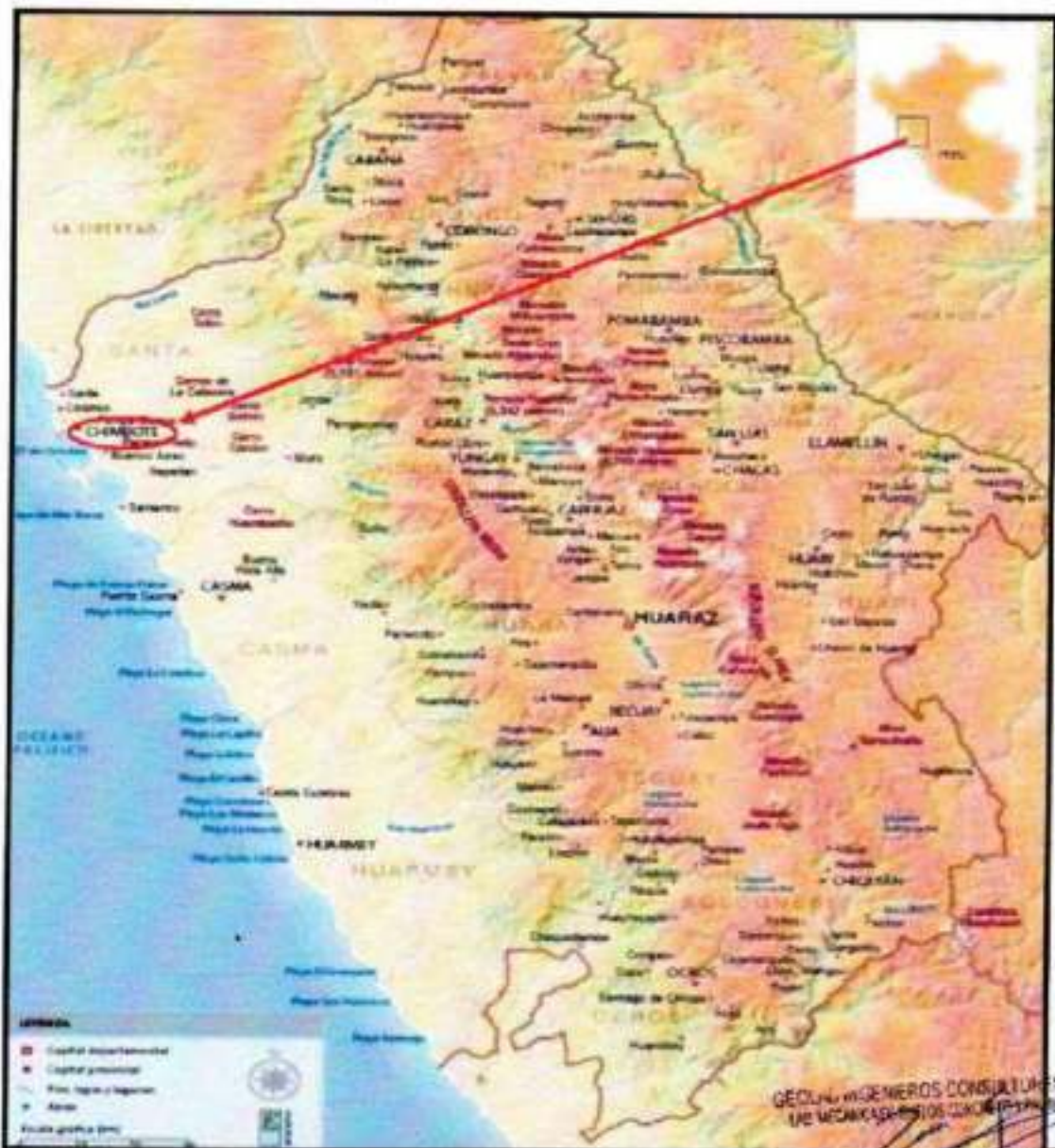
Los objetivos secundarios fueron alcanzados mediante la implementación de una metodología de estudio adecuada y la ejecución de un plan de trabajo, que guardaron correspondencia con los términos de referencia establecidos para el presente estudio.



1.2. Ubicación y Acceso a la Zona de Estudio.

El área en estudio se ubica en el distrito de Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash. Específicamente el proyecto de investigación comprende "COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBERENA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH".

Ubicación del Proyecto



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ING. VALERIA ROSA SANCHEZ SANTOS
C.R. 191373
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



Ubicación de la zona de estudio



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

[Signature]
ING. WILSON J. ZEPEDA SANTOS
COP. 19637

ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



1.3. Características del proyecto

El Proyecto de investigación denominado "COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH", se realiza teniendo en consideración las condiciones actuales del Río Lacramarca a la altura del sector Cascajal, debido principalmente a la colmatación de sedimentos; lo que ha generado el desborde del río en algunas zonas y quedando otras áreas vulnerables ante el incremento del caudal en épocas de lluvia. Además se producen cambios bruscos de cauce con excesivas sedimentaciones en unas zonas y en otras, erosiones que hacen que el agua busque cauces quedando el río, muchas veces, orientado hacia los campos de cultivo, u obras de arte como entregas y canales de riego de la zona de cultivo de la Comisión de regantes del sector.

1.4. Metodología y plan de trabajo

Metodología

El conjunto de actividades de campo (In Situ), laboratorio y gabinete contemplados en la ejecución de las investigaciones geotécnicas, ha sido implementado en tres fases:

a) Fase preliminar

Esta fase de trabajo estuvo programada para desarrollarse en un lapso de tres días, durante el cual se realizaron las siguientes actividades:

➤ Recopilación de información básica existente.

b) Planeamiento de las distintas actividades de campo y laboratorio de mecánica de suelos, incluyendo el desplazamiento e instalación del personal técnico, equipos de laboratorio y el apoyo logístico correspondiente.

c) Fase de campo y ensayos de laboratorio.

➤ Exploración de campo para el estudio geológico del área de estudio con fines geotécnicos.

➤ Programación de las actividades a ejecutarse por las brigadas de calicateros en las áreas de estudio.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
[Firma]
ING. WILSON J. ZOLA SANTOS
C.P. N° 155373
SECTOR DE DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO LACRAMARCA



- Clasificación visual manual de las muestras, se tomaron muestras alteradas y disturbadas para su análisis en el laboratorio anotando en una libreta sus propiedades físicas observables para complementar los resultados que se obtengan en el laboratorio para los correspondientes ensayos de mecánica de suelos y químicos.
- Los resultados tanto de laboratorio como de campo son plasmados en un perfil estratigráfico que representa la variabilidad de los suelos que conforman el terreno de fundación.
- De los materiales encontrados en los diversas estratos (capas), se tomaron muestras selectivas en forma representativa, los cuales se colocaron en bolsas de polietileno (doble), las que fueron descritas e identificadas siguiendo la norma ASTM D-2488 "Practica Recomendable para la Descripción de Suelos", para posteriormente ser trasladados al laboratorio.

Fase de gabinete

- Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo, ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos químicos.
- Elaboración de los perfiles geotécnicos representativos del suelo donde se emplazará la obra en mención. Asimismo, la presentación de las profundidades de las napas freáticas encontradas (en caso de presentarse), agresividad química de los suelos y otros parámetros físicos de suelo.
- Recomendaciones técnicas de construcción, diseño estructural, consideraciones constructivas y Sismoresistente de las obras.
- Conclusiones y recomendaciones del estudio geotécnico.
- Frente de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos (granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad, peso específico). También se incluyen los ensayos de laboratorio de química de suelos (contenido de sales solubles totales y pH).
- El planteamiento del estudio ha sido basado en los mejores datos disponibles en la literatura técnica, normas y manuales técnicos, y la experiencia de los integrantes del equipo técnico.

Programa de actividades y recursos logísticos

- En principio, el programa de actividades ha conservado la estructura inicialmente planteada en la propuesta técnico-económica para este estudio, no obstante, hubo ampliación del tiempo de ejecución del estudio por mutuo



acuerdo entre las partes por la accesibilidad y estado de emergencia que actualmente nos encontramos, para la ejecución de las calicatas.

1.5. CONDICIONES CLIMATICAS

Su clima es cálido, seco, suave, su temperatura varía entre los 13° C, como mínima y los 27° C como máxima, lo que hace que solo dos estaciones se marquen: el verano, que parece prolongarse desde septiembre hasta mayo con un promedio de 24° C a la sombra; y el invierno, que se enmarca entre los meses de junio a agosto con una temperatura media de 15° C.

PRECIPITACION:

Muy raras veces llueve en la región, el régimen de lluvias en la cuenca es relativamente homogéneo, conteniendo en el año dos épocas definidas, una humedad correspondiente a los meses de verano y otra seca ocurriendo básicamente en los meses restantes se pueden considerar como transición entre estas épocas. Se ha observado que el mes de máximas precipitaciones en todas las estaciones analizadas es el mes de marzo y el de mínimas precipitaciones es el mes de Julio.

II. ASPECTOS GEOLOGICOS

Geológicamente el área se caracteriza por presentar una conformación muy variada, con ocurrencia de formaciones litoestratigráficas de diferente edad, naturaleza y competencia, las cuales han sido disturbadas y alteradas en diferente grado por los diversos eventos tectónicos y morfológicos.

Se procederá a describir las principales características geológicas del área del Proyecto, incluyéndolo en aquellas que tendrán mayor influencia en las obras; para lo cual se ha evaluado la información geológica regional existente, complementándola con las verificaciones de campo.

2.1. Geomorfología general

Las unidades geomorfológicas mayores son: Valles de la vertiente pacífica y las estribaciones de la Cordillera Occidental, dentro de las cuales se pueden identificar las siguientes unidades menores: Valles - Quebradas y los Contrafuertes de la Cordillera.

- **Valles y quebradas.**- Los valles principales, siguen la tendencia general de Este a Oeste y se van ampliando en la faja costanera; se caracterizan por ser valles con actividad fluvial durante todo el año; sus afluentes son quebradas de actividad



esporádica durante el año. En el área de estudio, los valles presentan sectores con terrazas aluviales en diferentes niveles; casi la totalidad de los valles es aprovechable para la agricultura.

- **Contrafuerte de la Cordillera.**- Es una faja continua que esta constituida por rocas (ígneas ó sedimentarias); se localiza en el sector oriental del área de estudio y se caracteriza por presentar una topografía agreste con alturas que llegan hasta los 4.450 m.s.n.m. Unidad que se muestra disectada por valles y quebradas, en donde los relieves muestran laderas con inclinaciones de 25° a 30°.

El relieve general de la cuenca es similar al que caracteriza a casi todos los ríos de la costa, con una hoyada hidrográfica alargada, de fondo profundo y quebrado y pendiente pronunciada. En el tramo superior de las cuencas, se observa un relieve escarpado y en parte abrupto, cortado por quebradas profundas. La cuenca se encuentra limitada por cadenas de cerros que muestran un relieve abrupto

El relieve en la zona del presente estudio está caracterizado por presentar morfologías diferenciadas en la que se han determinado las siguientes sub unidades: Laderas de montañas, cauces fluviales, planicies y conos de los depósitos coluviales.

Los relieves del terreno están íntimamente relacionados con las formaciones geológicas:

- **Relieve Abrupto.**- Gradientes superiores a 35.0 grados; relieve que predomina en los afloramientos de rocas ígneas y en las escarpas de las terrazas aluviales.
- **Relieve Moderado.**- Gradientes inferiores a 35.0 grados se observan en los afloramientos rocosos, depósitos aluviales y en los depósitos coluviales.
- **Relieve Suave a Llano.**- Se desarrolla en las zonas con presencia de los depósitos fluviales y aluviales; predomina una morfología subhorizontal alternándose con superficies suavemente onduladas

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ING. WILSON J. ESCAYR SANTOS
C.R. 19533
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



2.2 LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA

A nivel regional y basado en la información geológica existente y proceso de verificación de campo, en el área de estudio se han reconocido unidades litoestratigráficas que van del Cretácico Inferior hasta el Cuaternario reciente, con predominancia de rocas intrusivas y los depósitos cuaternarios.

La secuencia y Relaciones estratigráficas generalizadas, identificadas en la zona de estudio son las siguientes:

- | | | |
|----------------------|---|---|
| Formación Santa | - | Secuencia sedimentaria que forma parte del Grupo Goyllarisquisga; está conformada por calizas oscuras con intercalaciones de lutitas grises. |
| Formación Carhuaz | - | Secuencia sedimentaria que forma parte del Grupo Goyllarisquisga; está constituida por lutitas (limoarcillitas) intercaladas con algunas areniscas grises a verdes. |
| Formación Junco | - | Secuencia esencialmente volcánica que forma parte del Grupo Cuzco; constituida por lavas almohadillas, flujos y brechas, de naturaleza andesítica. |
| Rocas Intrusivas | - | Complejo de rocas intrusivas que gradan en su composición de: Diorita - Tonalita y Tonalita - Granodiorita. |
| Grupo Calipuy | - | Secuencia volcánica de lavas, tefos y aglomerados; su litología varía de andesita a dacita. No presenta niveles sedimentarios. |
| Depósitos Coluviales | - | Mezcla de gravas, arenas, limos y bloques heterométricos, mayormente angulosos. |
| Depósitos Aluviales | - | Compuestos por gravas, arenas, limos y cantos rodados. |
| Depósitos Fluviales | - | Asociados a los cauces actuales; corresponden a suelos granulares, compuestos por gravas, arenas y cantos rodados. |



2.2.1 FORMACION SANTA

Unidad descrita por Benavides V. (1956) como una secuencia de calizas oscuras con intercalaciones de lutitas grises que sobreyacen a las areniscas cuarzosas de la Formación Chimú (Valle del Río Santa).

Sus principales afloramientos, se encuentran al Río Casma, al Oeste de Guadalupe; en el río Loco, al Oeste de Huisco y en la localidad de Breña, con una orientación NE-SO a N-S; otros afloramientos de importancia se ubican en la quebrada de Bambarí, entre los cerros Cuculí y Tambarí. Las ocurrencias más accesibles se encuentran al Sur de Pampa Colorada hasta el río Casma (Cerro Colorado y Buenos Aires) siguiendo un rumbo NO-SE.

Mayormente, la Formación Santa presenta una morfología abrupta de aspecto macizo a distancia, más resistente a la erosión y con una coloración más clara que las rocas circundantes; en las superficies meteorizadas, generalmente tiene color marrón a rojizo, sin embargo en corte frescos es gris a gris claro.

La Formación Santa es la secuencia más antigua y generalmente ocupa el núcleo de pliegues anticlinales.

De acuerdo con su posición dentro de la secuencia litoestratigráfica, se asume una edad ubicada en el cretáceo inferior, y que posiblemente corresponde a la época valanginiana.

2.2.2 FORMACION CARHUAZ

Benavides V (1956) denominó Carhuaz a una secuencia de lutitas de estratificación delgada que se encuentran intercaladas con algunas areniscas grises a verdes, en la localidad de Carhuaz (Río Santa).

La Formación Carhuaz aflora conjuntamente con la Formación Santa en el sector del cuadrángulo de Casma y en la esquina nor oriental del cuadrángulo de Culebras (Casma y río Loco); las estructuras que caracterizan a esta unidad siguen una dirección NO-SE.

La característica más notoria en la mayoría de afloramientos es su relieve moderado a suave que generalmente toma una coloración marrón oscura a gris marrón, formando

Cumbres normalmente redondeadas, con una cobertura de material suelto constituida por fragmentos astillosos ó laminados.



Los fósiles que se han reconocido en la Formación Carhuaz son lamelibránquios, gasterópodos y fragmentos de plantas en el nivel inferior, sin embargo, no se han identificado fósiles que permitan establecer la edad de la sedimentación.

De acuerdo con su posición en la secuencia estratigráfica, se asume que la formación Carhuaz se acumuló durante el Hauteriviense al Aptiano, es así equivalente con el Grupo Huayllapampa definido por J Myers (1974).

2.2.3 FORMACION JUNCO

A lo largo del flanco izquierdo del Valle de Culebras entre los cerros Junco Chico y Tenten se encuentra una secuencia de lavas almohadillas, flujos y brechas que yacen directamente y al parecer con leve discordancia angular sobre los cherts y sedimentitas de las formaciones Santa y Carhuaz en el tramo superior del río Culebras (Huaraz).

Esta secuencia buza moderadamente al suroeste y se extiende a lo largo de 12 km en el flanco derecho del río; ha sido penetrado por diversos plutones del batolito sufriendo diversos grados de metamorfismo.

Otros afloramientos de la formación Junco se encuentran en los cerros Porvenir, Virahuanca al noreste del Cruce de Tortugas, hasta el cerro Chorroadero y en el cerro Colorado al noreste de Samanco.

La Formación Junco tiene un color gris oscuro a verdoso, aspecto macizo que genera geformas de relieve moderado a abrupto; su estratificación y estructura no es muy evidente aunque sí es más nítida en los casos de las secuencias esquistosas y cuando se encuentra como almohadillas. En la secuencia de la Formación Junco se distinguen claramente lavas almohadillas intercalados con algunos aglomerados, flujos lávicos, lavas brechadas y en algunos casos horizontes lobáceas.

La Formación Junco que forma parte del Grupo Casma; sobreyace al Grupo Goyllarisquizga e infrayace a la Formación Zorra, por lo que se le asigna una edad a Inicios del Albiano.



2.2.4 ROCAS INTRUSIVAS

Corresponden al Batolito de la Costa y se presentan en forma alargadas de Norte a Sur, paralela a los Andes; su composición es variable y los intrusivos más importantes corresponden a:

- Unidad Paccho: Gradación de Diorita a Tonalita, los mayores afloramientos se observan próximos a la quebrada Tomeque y muestran un mayor grado de meteorización, Unidad a la que se les considera como pertenecientes a Cretáceo Inferior.
- Unidad Poctao: Gradación de Tonalita a Granodiorita, que predominan en la zona y los afloramientos mayormente corresponden a granodioritas. Por sus relaciones estratigráficas, se le asigna una Edad comprendida al Cretáceo Superior.

2.2.5 GRUPO CALIPUY

El Grupo Calipuy, se encuentra en los cerros Tomeque y Lomo de Camello al Este de Pampa Colorado; en el cerro Pan de Azúcar y en el extremo oriental de los cerros Champarca Punta, Marquillo, Cosma y en el Cerro Mal Paso; constituyendo las partes más elevadas y abruptas.

El Grupo Calipuy consiste de aproximadamente 1,000 m de lavas, tobas y aglomerados que tienen una variación vertical muy rápida, sin presencia de niveles sedimentarios.

El Grupo Calipuy corresponde aun volcanismo que tuvo lugar durante el Eoceno al Mioceno Inferior.

2.2.6 DEPOSITOS CUATERNARIOS

Se han reconocido depósitos del tipo aluvial, fluvial, coluviales y coluvio residual; en el área del proyecto alcanzan mayor representatividad los del tipo aluvial y coluvial.

- **Depósitos Aluviales y fluviales.**- Se trata de depósitos granulares heterogéneos, compuestos por gravas, arenas y limos, con presencia de bloques y cantos rodados de grandes dimensiones (Diámetros superiores a 1.50m.).

Dentro de este grupo se incluyen a los depósitos netamente fluviales conformados por materiales heterogéneos, incluyendo los bloques y cantos rodados; suelos de



- naturaleza y composición variable; los fluviales se ubican en los lechos de los ríos y quebradas afluentes.
- **Depósitos Coluviales y Coluvio residuales.**- Constituyen las acumulaciones de escombros que se localizan en la base de las laderas de los cerros; en algunos se ha complementado el traslado y depósito por la acción del agua.
Los depósitos coluviales, mayormente están constituidos por suelos heterogéneos, mezcla de fragmentos rocosos de volcánicos englobados con una matriz arena limosa y/o arcillosa; erráticamente se muestran la presencia de bloques de grandes dimensiones.
En los mixtos coluvio residuales predominan los elementos finos: Arcillas arenosas y arenas arcillosas con inclusiones de gravas angulosas.

2.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

A nivel regional el área de estudio, la secuencia volcano sedimentaria, fue plegada y levantada, entre la sedimentación del Grupo Casma y la erupción del Grupo Calpuy, estructuras que están relacionadas a la evolución del Batolito.

La estructura de la secuencia volcano sedimentaria, presenta tres fajas de deformación; la primera es paralela a la línea de costa y se ubica al oeste del Batolito; la segunda es una faja lineal entre el Grupo Goyllarisquisga y el Grupo Casma, muestra una deformación más intensa; la tercera se ubica en el sector oriental del Batolito y presenta pliegues isoclinales (Formación Santa y Carhuaz).

En el área se observan dos sistemas de fallamiento, el principal con la dirección NO - SE y el otro menos notorio con orientación NE - SO.

Las rocas intrusivas, se encuentran afectadas por sistemas de fracturas y/o diaclasas y se encuentran atravesadas por diques con orientación NO - SE; otra característica es la presencia de xenolitos mayormente máficos (Tamaños superiores a 10cm). La interacción de los sistemas de fracturas, permiten la disyunción ortogonal.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

[Firma]
RUI VALDIVIAO ZAPATA SANTOS
CUBA, 1957
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



2.4 PROCESOS GEODINÁMICOS

La ocurrencia de fenómenos de geodinámica externa observados en el área, están relacionados a la topografía geología (Litología, grado de meteorización, rasgos estructurales, etc.) y principalmente al factor climático.

Generalmente los procesos geodinámicos, están asociados a terrenos de fuerte pendiente, acumulaciones de materiales sueltos, fuertes precipitaciones, presencia de filtraciones.

La ocurrencia de los fenómenos de Geodinámica externa observados en el área, consisten en:

- **Dinámica fluvial.** Se caracteriza por cambios de gran rango en el caudal de los ríos, entre las épocas de avenidas y estiaje. En las avenidas la capacidad de carga y transporte se incrementa, han existido eventos aluviónicos, como lo demuestra la presencia de bloques y cantos rodados a lo largo de los cauces. La dinámica fluvial ocasiona los procesos de erosión y acumulación de los depósitos; en algunos casos se manifiestan por la ocurrencia de huaycos (Descargas fluvio torrenciales de lodo y bloques).
- **Desprendimientos de Bloques y Derumbes.** Por acción de la gravedad se originan los desprendimientos de bloques y fragmentos rocosos, que tienen estabilidad precaria. Procesos facilitados por la acción del intemperismo físico químico, agua y erosión fluvial.

En la parte superior de la cuenca la zona en las condiciones actuales, se considera moderadamente estable. De originarse fuertes precipitaciones pueden ocurrir perturbaciones geodinámicas por la reactivación de la erosión (Lineal y lateral) de los cauces, originado por consiguiente la movilización de los materiales de los laderos (Depósitos aluvionales y/o materiales rocosos).

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
[Firma]
ING. WILSON J. DEL ROSARIO SANTOS
C.R. 19077
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



2.5 GEOLOGÍA LOCAL:

La ciudad de Chimbote y sus alrededores está enmarcada dentro de las siguientes geomorfologías:

Unidad de playas.

Unidad de pantano.

Unidad de depósitos aluviales de Lacramarca.

Unidad de colinas.

Unidad de dunas.

a) Unidad de playas

Se ubica a lo largo de la costa de la bahía de Chimbote y Nuevo Chimbote, con un ancho promedio de 10 a 30 m. Está constituido de arenas gruesas, arenas finas y conchas marinas, con intercalaciones de arcillas en los laterales.

b) Unidad de pantanos

Limitada por la unidad de playas y ubicada dentro del gran abanico aluvial de Nuevo Chimbote, presentándose con nivel freático casi superficial y en las áreas distantes del cono aluvial a consecuencia de la crecida del río Lacramarca, cuyas aguas se infiltran y fluyen subterráneamente hacia el mar.

En épocas de ocurrencia del Fenómeno "El Niño", el área de pantanos aumenta de extensión superficial, provocando inestabilidades.

c) Unidad de depósitos aluviales del río Lacramarca

Se encuentra a lo largo del cono aluvial, ensanchándose cerca a la desembocadura del río Lacramarca en el Océano Pacífico. Los depósitos aluviales se extienden desde Chimbote hasta Nuevo Chimbote.

Dentro de esta unidad se encuentra el cauce fluvial del río Lacramarca, que en épocas de crecidas produce la erosión local y general del cauce e inundación de las planicies inundables, comprometiendo la seguridad de las obras de ingeniería emplazadas en el cauce y faja marginal del río.

Dicha unidad está constituida de arenas, limos y gravas en profundidades de 5 m a 10 m. El nivel freático varía desde 0.00 m (pantano) hasta 1.50 m de profundidad (áreas limítrofes del abanico).



d) Unidad de colinas

Es parte de la vertiente andina, constituida de rocas graníticas cubiertas superficialmente con arenas eólicas, formando colinas suaves y onduladas cuyas pendientes varían de 3° a 10°, como se observa en el reservorio R-III y alrededores. En esta unidad se aprecian depósitos coluviales y proluviales, de granulometría heterométrica.

e) Unidad de dunas

Son depósitos eólicos ubicados en la margen derecha del río Lacramarca tienen un espesor de 10 m a 20 m aproximadamente.

III. ASPECTOS GEODINAMICOS

Sismicidad:

Aunque se tiene referencias históricas del impacto de terremotos durante el imperio de los Incas, la información se remonta a la época de la conquista. En la descripción de los sismos se han utilizado como documentos básicos los trabajos de Sigado (1968) y Tesis, de los cuales hacemos algunas referencias de eventos sísmicos hasta antes del 23 de Junio del 2001.

La Sismicidad histórica de Ancash comprende la actividad ocurrida en los siglos pasados en los cuales no se poseen datos instrumentales.

Los sismos históricos ocurridos y los que han afectado al departamento de Ancash son 21. Siendo el del:

31 de Mayo de 1970.- El terremoto y aluvión de Ancash, conocido localmente como el terremoto del 70, fue un sismo de magnitud 7.9 MW en la escala Magnitud Momento sentido en toda la costa y sierra del departamento de Ancash, seguido de un alud que sepultó la ciudad de Yungay.

Fue el sismo más destructivo de la historia del Perú, no solo por la magnitud sino también por la cantidad de pérdidas humanas que afectó la región ancashina y varias provincias de los departamentos de Huánuco, el norte de Lima y La Libertad, dañando una extensa área de aproximadamente 450 km de longitud y 200 km de ancho de la costa y sierra peruana.



El terremoto se inició el 31 de mayo de 1970 a las 3:23:32 p.m. Su epicentro fue localizado a 44 kilómetros al suroeste de la ciudad de Chimbote, en el Océano Pacífico, a una profundidad de 64 kilómetros. Su magnitud fue de 7.9 en la escala sísmológica de magnitud de momento, según el Instituto Geofísico del Perú, y alcanzó una intensidad máxima de grado VIII en la escala de Mercalli Modificada entre Chimbote, Casma y el Callejón de Huaylas. Produjo además un violento alud en las ciudades de Yungay y Ranrahirca.

Las intensidades evaluadas en varias ciudades fueron:

Lugar	Intensidad en Mercalli Modificada (MM)
Sanmarco, Casma, Chimbote, Huaraz, Caraz, Carhuaz, Yungay	VIII
Huancabamba, Aja	VII
Trujillo, Huánuco	VII
Chacas, San Luis, Huan	VII
Santiago de Chilo	VII
Cajamarca, Huacho, Huánuco, Bambamarca, Chiclayo	V-VI
Huacho, Cerro de Pasco, Tingo María	V
Lima	IV-V
Ica, Chicla Alta, Jauja	IV
Yurimaguas, Huancayo, Iquitos, Tarapoto	III

Como se mencionó anteriormente, los pueblos que quedaron sepultados fueron el de Yungay por el alud, acabando con más de un 70% de su población, esto también generó la obstaculización de caminos y la desaparición del ferrocarril que unía a Chimbote con Huaranca. Este alud se generó después de los 45 segundos que duró el sismo, causando un huaco de nieve del pico oriental del nevado Huascarán, enterrando por completo a Yungay en la que solo se salvaron unas 300 personas que se refugiaron en el cementerio y dos niños que fueron conocidos después por su peculiar historia relacionada a un circo. **Referencia:** [Terremoto en Ancash 1970, documental].



3.1.- Tectonismo.

Esta región es considerada como un área de concentración sísmica caracterizada por movimientos con hipocentros entre 40 y 70 Km. de profundidad frente al litoral de Chimbote y en la falla de Cerro península en Samanco, con relación a los focos sísmicos indicados se estima que en 70 años se puede alcanzar una magnitud de 6.9 mb y una aceleración de 0.28g para condiciones medidas de cimentación en material blando.

3.2. ZONIFICACIÓN SÍSMICA Y PARÁMETROS.

La zona de estudio corresponde al distrito de Chimbote, en el departamento de Ancash, la cual se encuentra dentro de la zona 4 del mapa de zonificación sísmica del Perú de acuerdo a la Norma de Diseño Sismorresistente E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2018) como se puede observar en la figura 1.

En la figura 2 se muestra el mapa de distribución de máximas intensidades en el Perú.

Las fuerzas sísmicas horizontales pueden calcularse de acuerdo a las normas de diseño sismorresistente según la siguiente relación:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

- Para la zona donde se cimentara, el suelo de cimentación es grava el cual tendrá los siguientes parámetros sísmicos: S es el factor Suelo con un valor de $S=1.05$, para un periodo predominante de $T_p=0.60$ s, y Z es el factor de la zona 4 resultando $Z=0.45$ g.

Para el análisis seudo estático se ha empleado una aceleración máxima de 0.42g, y según la literatura técnica internacional para la selección del coeficiente del análisis seudo estático se ha considerado la mitad de la aceleración máxima de la zona y cuyo valor es 0.21.

En la figura 3 se muestra los valores de isoaceleraciones para un periodo de retorno de 500 años y para una vida útil de 50 años, con una excedencia de 10%.

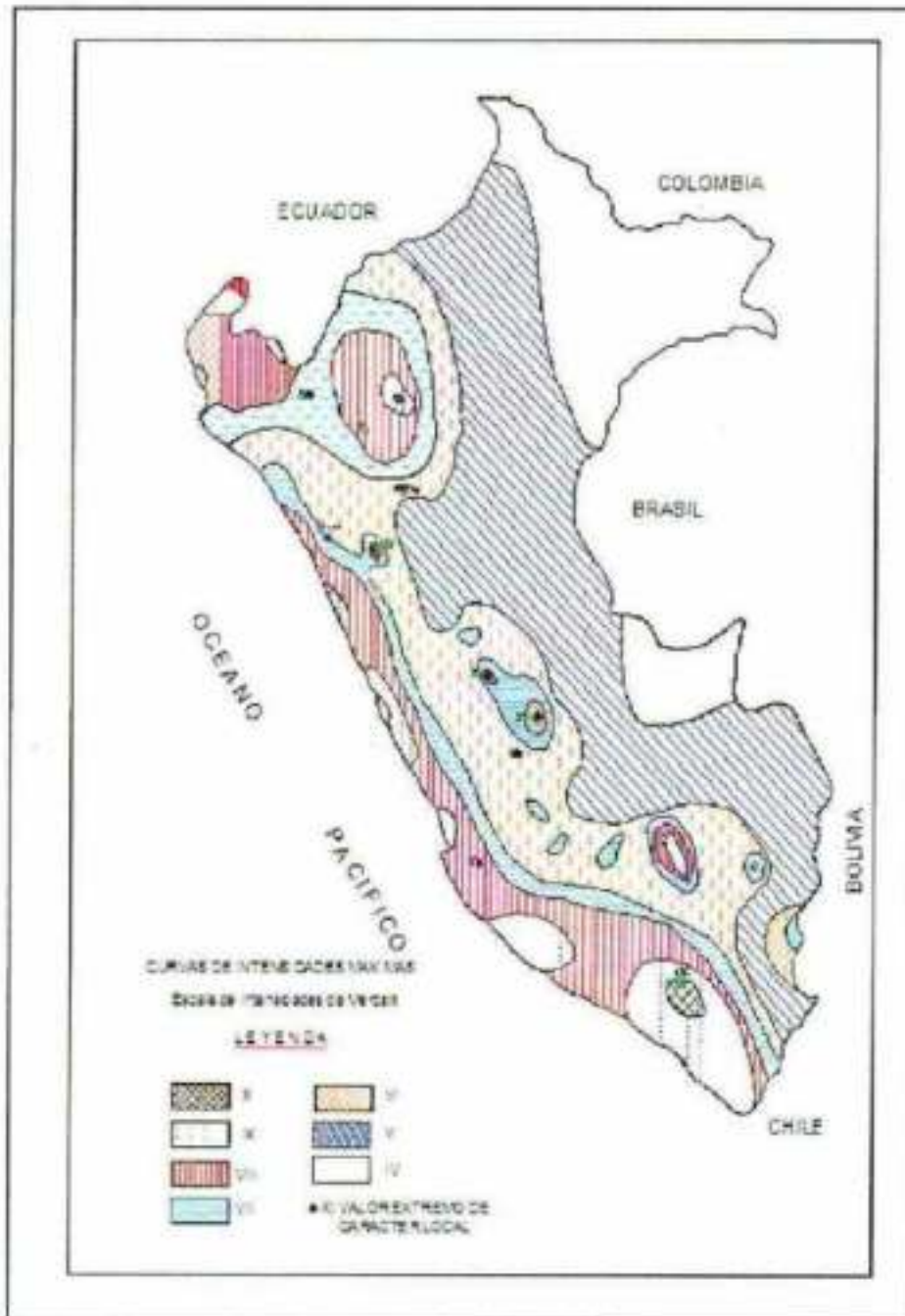


FIGURA N° 2: Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas (Alva et., al, 1984)

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ING. WILSON DELAYA SANTOS
N° 108373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



Figura 1: Zonas Sísmicas



**Tabla N° 1
FACTORES DE ZONA "Z"**

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma Técnica E.030 "Diseño Sísmoresistente" Del Reglamento Nacional De Edificaciones 2018.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

 ING. WILSON J. ZEPEDA RENTOS
 C.P. N° 19871
 ESPECIALIDAD EN MECANICA DE SUELOS



IV. INVESTIGACION DE CAMPO.

4.1. Exploración De Campo

Con la finalidad de identificar y realizar la evaluación geotécnica del suelo de la sub rasante existente a lo largo del trazo, se llevó a cabo un programa de exploración de campo, excavación de calicatas y recolección de muestras para ser ensayadas en el laboratorio. En total se excavaron 04 calicatas "a cielo abierto", los que se denominan C-01 al C-04.

Cuadro 01, Resumen de calicatas

CUADRO DE EXCAVACION DE CALICATAS			
Calicata	Profundidad	Nivel freático	N° de Muestras
C-1	1.50	0.30	1
C-2	1.51	0.20	1
C-3	1.52	0.30	1
C-4	1.53	0.20	1

El plano mostrando la ubicación de las calicatas efectuadas, se presenta en el Anexo "Plano de Ubicación de Calicata".

- La relación resumida de las prospecciones realizadas, así como los registros de excavaciones se incluyen en el Anexo "Registro de Sondaje"

Muestreo: se tomaron muestras alteradas o disturbadas de cada estrato, las cuales fueron guardadas y selladas y enviadas al laboratorio, realizándose ensayos con fines de identificación y clasificación.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON ZELAYA SANTOS
CIP 116371
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



V. ENSAYOS DE LABORATORIO.-

Con las muestras alteradas obtenidas de las calicatas realizadas, se han ejecutado los siguientes ensayos estándar: 04 ensayos de análisis granulométrico por tamizado, 04 ensayos de límite líquido y 04 ensayos de límite plástico, 02 ensayos de sales solubles totales y 02 ensayos de PH, 02 ensayos de Ion Cloruro, 02 ensayos de Ion Sulfato, Las muestras fueron ensayadas en el laboratorio de la empresa GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES EIRL, Han sido clasificadas utilizando el Sistema Unificado de Clasificación (SUCS) y American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Los ensayos anteriormente mencionados se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos instalado en la ciudad de Nuevo Chimbote, Los ensayos fueron realizados de acuerdo a las Normas Peruanas E.050 de Mecánica de Suelos, American Society for Testing and Materials (ASTM), American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Los resultados de los ensayos de mecánica de suelos estándar se presentan en el Anexo.

5.1. ENSAYOS ESTARDAR

Con las muestras representativas extraídas se realizaron los siguientes ensayos:

- ✦ Análisis Granulométrico, ASTM D 422
- ✦ Contenidos de Humedad, ASTM D 2216
- ✦ Límites de Consistencia, ASTM D 4318
- ✦ Ensayo Densidad de Campo
- ✦ Clasificación de los suelos SUCS, ASTM D 2487
- ✦ Peso Volumétrica, ASTM D 4254
- ✦ Descripción visual del suelo ASTM D2488

5.2.- Ensayos químicos de suelos.

Para estimar la agresividad de los suelos sobre estructuras del cimiento, se han ejecutado los siguientes ensayos químicos sobre muestras de suelo obtenidas: 02 ensayos de contenido de sales solubles totales 02 ensayos para la determinación del pH (AASHTO-T289), 02 ensayos de Ion Cloruro y 02 ensayos de Ion sulfato,

Los resultados de los ensayos químicos se presentan en el Anexo.



5.3. ENSAYOS ESPECIALES.

Se realizó los siguientes ensayos:

- Densidad de Campo ASTM D 1556
- Corte Directo ASTM D-3080-98
- Análisis químicos (Cloruros y Sulfatos). ASTM D-512. ASTM D-516.

VI. CLASIFICACIÓN DE SUELO

Las muestras ensayadas se han clasificado de acuerdo a American Association of State Highway Official (AASHTO) y al Sistema Unificado de Clasificación de Suelo (SUCCS).

Perfiles estratigráficos.

Los perfiles estratigráficos del subsuelo para el proyecto, ha sido elaborado en base a lo siguiente:

- Un conjunto de calicatas distribuidas convenientemente en el emplazamiento de la obra.
- Registro de excavaciones del conjunto de calicatas distribuidas en el emplazamiento de la obra.
- Una apropiada inferencia de los diferentes estratos constitutivos del subsuelo del lugar del emplazamiento de la obra.

6.1 DESCRIPCION DE ZONA A INTERVENCION

Las zona donde se desarrolla el proyecto comprende el curso del río Lacramarca, sector Cascajal, el cual debido a la vulnerabilidad a los posibles avenidas, que afectan las zonas de cultivos adyacente como obras de arte de como canales, pozos, caminos y puentes, se desarrollaran trabajos de mejoramiento y rehabilitación de diques o entrocados existentes y no habidos, como construcción de nuevos diques y la descolmatación para mejorar su encauzamiento y la defensa ribereña.

Este sector del río para el periodo de estiaje presenta un curso moderadamente sinuoso debido a la presencia considerable de meandros, siendo el cauce en su mayor parte definido por las defensas instaladas anteriormente. Debido a colmatación presente, se presenta crecimiento de arbustos dentro del cauce del río.



- En la exploración, se encontró, que en margen izquierda en el sentido del cauce, se requiere la conformación de dique, debido a su poca altura, y estar constituido este terraplén de material de río suelto (arena y piedra). En toda su longitud el margen izquierdo se requiere la conformación de enrocado, debido a que el dique está constituido de material de río suelto (arena y piedra).

VII. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO.

La **calicata Nº 01**, presenta nivel freático a la profundidad de 0.30 m, está constituido por una capa de arena fina, en un espesor de 0.20 m seguido de un estrato (M-1), de 1.30 m de espesor conformado de material arena mal graduada de forma semi redondeadas y redondeadas con presencia de finos no plásticos, de compacidad mediana a suelta, de color gris claro, Condición in situ: semi suelto y de humedad saturada.

La **calicata Nº 02**, presenta nivel freático a la profundidad de 0.20 m, está constituido por una capa de arena fina, en un espesor de 0.30 m seguida de un estrato (M-1), de 1.20 m de espesor conformado de material arena mal graduada de forma semi redondeadas y redondeadas con presencia de finos no plásticos, de compacidad mediana a suelta, de color gris claro, Condición in situ: semi suelto y de humedad saturada.

La **calicata Nº 03**, presenta nivel freático a la profundidad de 0.30 m, está constituido por una capa de arena fina en un espesor de 0.15 m, seguido de un estrato (M-1), de 1.35 m de espesor conformado de material arena mal graduada de forma semi redondeadas y redondeadas con presencia de finos no plásticos, de compacidad mediana a suelta, de color gris claro, Condición in situ: semi suelto y de humedad saturada.

La **calicata Nº 04**, presenta nivel freático a la profundidad de 0.20 m, está constituido por una capa de arena fina en un espesor de 0.25 m, seguido de un estrato (M-1), de 1.25 m de espesor conformado de material arena mal graduada de forma semi redondeadas y redondeadas con presencia de finos no plásticos, de compacidad mediana a suelta, de color gris claro, Condición in situ: semi suelto y de humedad saturada.



7.1. CARACTERISTICAS DEL TERRENO DE FUNDACIÓN.

De acuerdo al análisis efectuado de la estratigrafía del subsuelo y a los ensayos de laboratorio realizado, se concluye que el suelo natural más desfavorable encontrado en el área de estudio, es del tipo A-1-a [2], está conformado por un material que presenta las siguientes características:

- Permeabilidad - Alta
- Expansión - Baja
- Valor como terreno de fundación - Regular a Bueno
- Características de drenaje - Bueno

VIII. AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACION.

Se ha verificado del ensayo de sales solubles, que el tipo de suelo encontrado presenta mayores porcentajes a los admisibles de sales solubles en suelos, se concluye que estas representarían un problema y afectarían las estructuras de la edificación, debido a la moderada agresividad de sales en el suelo.

Cuadro Nº03 Resultados De Análisis Químicos

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS UBICACIÓN			
Calicata	SST (ppm)	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)
2	300 ppm	3850 ppm	650 ppm
4	350 ppm	3700 ppm	700 ppm

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
[Firma]
ING. WILSON DE JAYA SANTOS
RIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



ELEMENTOS QUÍMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACIÓN

PRESENCIA EN EL SUELO DE:	P.P.M.	GRADO DE ALTERACIÓN	OBSERVACIÓN
SULFATOS	0 - 1.000 1.000 - 2.000 2.000 - 20.000 > 20.000	Leve Moderada Severo Muy severo	Ocasiona un ataque químico al Concreto de la cimentación.
CLORUROS	> 6.000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras y elementos metálicos.

TABLA N° 2

TIPO DE CEMENTO REQUERIDO PARA EL CONCRETO EXPUESTO AL ATAQUE DE LOS SULFATOS

GRADO DE ATAQUE DE LOS SULFATOS	PORCENTAJE DE SULFATOS SOLUBLES (SO ₄) EN LA MUESTRA DE SUELO (%)	PARTES POR MILLON DE SULFATOS (SO ₄) EN AGUA (p.p.m.)	TIPO DE CEMENTO	RELACION AGUA/CEMENTO MAXIMA (concreto normal)
Despreciable	0 a 0.10	0 a 150	I	
Moderado	0.10 a 0.20	150 a 1.500	II	0.50
Agresivo	0.20 a 2.00	1.500 a 10.000	V	0.45
Muy Agresivo	> de 2.00	> 10.000	V + puzolano	0.45

Fuente: P.C.A. Asociación Cemento Portland

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

[Firma]
 ING. WILSON PELAYO SANTOS
 N° 196373

ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



8.1. DETERMINACION DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN.

De acuerdo a Seed, Woodward y Lundgren, establecieron la siguiente tabla de potencial de expansión determinada en laboratorio:

INDICE DE PLASTICIDAD	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
0-15	BAJO
15-35	MEDO
35-55	ALTO
>55	MUY ALTO

Se ha estimado el potencial de expansión para cada uno de los puntos de investigación del área en estudio, según los ensayos realizados se desprende que hay presencia de suelos de potencial de expansión baja.

IX. ANALISIS DE CONDICIONES DE CIMENTACION

9.1. CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

En el análisis y cálculo de capacidad de carga se ha tenido en consideración las características encontradas del suelo de fundación, se tomó como referencia los resultados de las calicatas C-01, 02, 03 y 04. La capacidad de carga última se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi además para el cumplimiento de la NTE E .050, los factores de seguridad frente a una falla por corte serán:

F= 3; Aplicable Para análisis estáticos

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

WILSON J. BERMEA SANTOS
CIPAF 199373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



a) FORMULA PARA HALLAR LA CAPACIDAD PORTANTE

Fórmula de TERZAGHI, zapata cuadrada

$$q_c = 1.3c.N'_c + \gamma.D_f.N'_q + 0.4\gamma.B.N'\gamma$$

- qad = Capacidad admisible de carga
- Fc = Factor de seguridad
- Y = Peso específico Total
- B = Ancho de Zapata en m.
- Df = Profundidad de Cimentación en m.
- C = Cohesion
- ϕ = Angulo de fricción Interna

Fórmula de Terzhagi, para cimiento corrido

$$q_c = c.N_c + \gamma.D_f.N_q + 0.5\gamma.B.N\gamma$$

- qad = Capacidad admisible de carga
- Fc = Factor de seguridad
- Y = Peso específico Total
- B = Ancho de Zapata en m.
- Df = Profundidad de Cimentación en m.
- C = Cohesión
- ϕ = Angulo de fricción Interna

9.5 Angulo de fricción mediante ensayo de Corte Directo calicata C-02

- ✓ El Angulo de fricción, tiene el siguiente valor:

Zona de calicata C02

- ✓ Calicata C-02, presenta un Angulo de fricción obtenido mediante el ensayo de corte directo de $\phi = 30.10$

Se Tomará como ángulo de fricción $\phi = 30^\circ$

A la luz de estos resultados el especialista cree conveniente utilizar este valor como Angulo de fricción de diseño debido a:

- Ser el valor del suelo más representativo de la zona de estudio, perteneciente a suelos tipo SP, los cuales se encuentran en forma aleatoria en toda esta zona como se muestra en el registro de sondaje.

**FACTORES DE CARGA TERZAGHI MODIFICADOS**

TERZAGHI MODIFICADO				MEYERHOF				SKEMPTON	
φ	Nc	Nq	Ng	φ	Nc	Nq	Ng	D/B	Nc
0	5.7	1	0	0	5.14	1	0	0	5.14
1	5.9	1.07	0.005	2	5.63	1.2	0.01	0.25	5.6
2	6.1	1.14	0.02	4	6.18	1.43	0.04	0.6	5.9
3	6.3	1.22	0.04	6	6.81	1.72	0.11	0.75	6.2
4	6.51	1.3	0.055	8	7.53	2.06	0.21	1	6.4
5	6.74	1.39	0.074	10	8.34	2.47	0.37	1.6	6.8
6	6.97	1.49	0.1	12	9.28	2.97	0.6	2	7
7	7.22	1.59	0.128	14	10.37	3.59	0.92	2.5	7.2
8	7.47	1.7	0.16	16	11.63	4.34	1.37	3	7.4
9	7.74	1.82	0.2	18	13.1	5.26	2	4	7.5
10	8.02	1.94	0.24	20	14.83	6.4	2.87		
11	8.32	2.08	0.3	22	16.88	7.82	4.07		
12	8.63	2.22	0.35	24	19.32	9.6	5.72		
13	8.96	2.38	0.42	26	22.25	11.85	8		
14	9.31	2.55	0.48	28	25.8	14.72	11.19		
15	9.67	2.73	0.57	30	30.14	18.4	13.67		
16	10.06	2.92	0.67	32	35.49	23.18	22.02		
17	10.47	3.13	0.76	34	42.16	29.44	31.15		
18	10.9	3.36	0.88	36	50.99	37.75	44.43		
19	11.36	3.61	1.03	38	61.35	48.93	64.07		
20	11.85	3.88	1.12	40	75.31	64.19	93.69		
21	12.37	4.17	1.35	42	93.71	85.37	139.32		
22	12.92	4.48	1.55	44	118.37	115.31	211.41		
23	13.51	4.82	1.74	46	152.1	158.5	328.73		
24	14.14	5.2	1.97	48	199.26	227.3	576.44		
25	14.8	5.6	2.25	50	266.88	319.05	873.84		
26	15.53	6.05	2.49						
27	16.3	6.54	2.88						
28	17.13	7.07	3.29						
29	18.03	7.66	3.76						
30	18.99	8.31	4.39						
31	20.03	9.03	4.83						
32	21.16	9.82	5.51						
33	22.39	10.69	6.32						
34	23.72	11.67	7.22						
35	25.18	12.72	8.19						
36	26.77	13.97	9.41						
37	28.51	15.32	10.9						
38	30.43	16.85	12.75						
39	32.53	18.56	14.71						
40	34.87	20.5	17.22						
41	37.45	22.7	19.75						
42	40.33	25.21	22.5						
43	43.54	28.06	26.25						
44	47.13	31.34	30.4						
45	51.17	35.11	36						
46	55.73	39.48	41.7						
47	60.91	44.45	49.3						
48	66.8	50.06	59.25						
49	73.55	57.41	71.45						
50	81.31	65.6	85.75						

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. METEOROLOGIA Y CLIMA
 LUIS WILSON ZEAYASANTOS
 N° 19513
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS




↓ CAPACIDAD PORTANTE POR ANGULO DE FRICCION

Capacidad Admisible de Carga por Limitacion de Esfuerzo Cortante para Zapata Cuadrada

Donde:

- qc = Capacidad ultima de carga
- qad = Capacidad admisible de carga
- Fc = Factor de seguridad
 γ = Peso especifico Total
- B = Ancho de Zapata en m.
- Df = Profundidad de Cimentacion en m.
- C = Cohesion
 ϕ = Angulo de friccion interna

$$q_{ad} = \frac{q_c}{F_c}$$



$$q_c = 1.3 \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0.4 \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Si:

- $\gamma = 1.59 \text{ gr/cm}^3$
- $\phi = 30.00$
- $N_q = 8.3$
- $N_c = 19.0$
- $N_\gamma = 4.4$
- $C = 0.0$
- $F_c = 3.00$

qad = Capacidad Admisible Kg/cm ²	"B" ANCHO DE ZAPATA								
		0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	2.0 m.	3.0 m.	4.0 m.	5.0 m.	6.0 m.
"D" PROF. de Cimentacion	0.8 m.	0.34	0.35	0.20	0.45	0.04	0.54	0.73	0.82
	0.9 m.	0.43	0.44	0.45	0.54	0.63	0.72	0.82	0.91
	1.0 m.	0.51	0.52	0.53	0.63	0.72	0.81	0.91	1.00
	1.2 m.	0.60	0.61	0.62	0.71	0.81	0.90	0.99	1.08
	1.3 m.	0.65	0.66	0.67	0.76	0.85	0.94	1.04	1.13
	1.5 m.	0.74	0.74	0.75	0.85	0.94	1.03	1.13	1.22

Capacidad Admisible de Carga por Limitacion de Esfuerzo Cortante para Zapata Rectangular (Cimientos Corridos)

Donde:

- qc = Capacidad ultima de carga
- qad = Capacidad admisible de carga
- Fc = Factor de seguridad
 γ = Peso especifico Total
- B = Ancho de Zapata en m.
- Df = Profundidad de Cimentacion en m.
- C = Cohesion
 ϕ = Angulo de friccion interna

$$q_{ad} = \frac{q_c}{F_c}$$



$$q_c = c \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0.5 \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Si:

- $\gamma = 1.59 \text{ gr/cm}^3$
- $\phi = 30.00$
- $N_q = 8.3$
- $N_c = 19.0$
- $N_\gamma = 4.4$
- $C = 0$
- $F_c = 3.00$

qad = Capacidad Admisible Kg/cm ²	"B" ANCHO DE CIMENTO								
		0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	2.0 m.	3.0 m.	4.0 m.	5.0 m.	6.0 m.
"D" PROF. de Cimentacion	0.8 m.	0.36	0.37	0.38	0.50	0.61	0.73	0.85	0.96
	0.9 m.	0.45	0.46	0.47	0.59	0.70	0.82	0.93	1.05
	1.0 m.	0.53	0.55	0.56	0.67	0.79	0.91	1.02	1.14
	1.2 m.	0.62	0.63	0.64	0.76	0.88	0.99	1.11	1.23
	1.3 m.	0.67	0.68	0.69	0.81	0.92	1.04	1.15	1.27
	1.5 m.	0.75	0.77	0.78	0.89	1.01	1.13	1.24	1.36



9.6. TIPO Y PROFUNDIDAD DE LOS CIMIENTO

De acuerdo a la descripción del perfil estratigráfico, auscultaciones y análisis efectuados, se recomienda:

- **Cimentación:** una profundidad de desplante mínimo de 1.50 m, medido desde el nivel de terreno natural existente y cimentado sobre suelo de fundación tipo arena mal graduada a través de cimentación superficial tipo cimientos continuos armados y/o zapatas.

9.7. CALCULO DE ASENTAMIENTO

Para la determinación de los asentamientos se ha empleado la siguiente relación:

$$S = \frac{q_{ad} \cdot B(1 - \mu^2)}{E} \cdot I_w$$

Donde:

S	=	Asentamiento Total en cm.
q _{ad}	=	Capacidad admisible de carga en Ton/m ²
E	=	Módulo de elasticidad
m	=	Módulo de Poisson
B	=	Ancho de Zapata en m.
I _w	=	factor de influencia
df	=	Profundidad

9.7.1 PARAMETROS BASICOS DE SUELOS PARA EL CALCULO DE ASENTAMIENTOS

Coefficiente de Poisson

Todo material incluyendo al suelo, cuando es sometido a esfuerzos sufre deformaciones, si se sigue aumentando los esfuerzos se llegará a alcanzar un punto en el cual el material falla al no poder resistir un nuevo incremento de esfuerzos.

En ese punto de falla toda material reacciona de diferentes maneras, unos se desintegran y otros sólo se deforman. En el caso específico de los suelos que de naturaleza granular y que están compuestos de tres fases, presentan



una amplia variedad de deformaciones muy características y la falla que se produce es mucho más compleja que cualquier otro tipo de material.

Los incrementos de esfuerzos a parte de la falla, también producen una deformación o combadura en las direcciones laterales en el sentido del eje X y el eje Y, siendo dichas deformaciones laterales correspondientes y la deformación vertical Z, a la relación entre las deformaciones laterales y la vertical directa ν es lo que se denomina módulo o coeficiente de Poisson. Este coeficiente de Poisson se puede asumir mediante la Tabla N° 1401 planteada y que se pone a consideración, su valor depende del tipo de suelo.

9.7.2 Módulo de Elasticidad

El módulo de elasticidad del suelo, también se conoce como módulo del suelo o el módulo de Young, es una característica del suelo que mide cuánto se puede estirar o exprimir y se debe tomar en cuenta, sobre todo en proyectos de construcción, ingeniería y paisajismo. Varios factores influyen en módulos de suelo y diferentes tipos de suelo presentan diferentes módulos.

Factores que influyen en el módulo del suelo

Suelo con partículas estrechamente empaquetadas tiende a tener un módulo más alto. Esto puede determinarse mirando la densidad o porosidad seca del suelo. Sin embargo, dos muestras de suelo pueden tener la misma densidad en seco pero diferentes estructuras, como suelta o densa, y por lo tanto tienen diferentes módulos.

El contenido de agua también afecta a los módulos. A bajos contenidos de agua el agua une las partículas, aumenta el estrés y la succión entre las partículas y da lugar a un alto módulo de suelo. Esto es especialmente evidente cuando se considera la rigidez de arcilla seca. Sin embargo, esto no es cierto para los suelos de grano grueso. Si el contenido de agua se eleva demasiado, las partículas son empujadas aparte y el módulo se reduce.

Si el suelo ha sido sometido a un estiramiento en el pasado, tendrá un impacto en el módulo. Un suelo consolidado tendrá generalmente un módulo más alto que en el mismo suelo normalmente consolidado.

Los suelos pueden ver cementación, o un efecto de cola, entre las partículas de cualquiera de bajo contenido de agua o la cementación química



desarrollada en los contactos. Esta cementación conduce a un aumento en el módulo.

9.7.3. Módulo típico de varios suelos

El módulo típico de elasticidad de los suelos limosos es 35 a 150 MPa o 5.000 a 20.000 psi; suelos de arcilla es de 35 a 100 MPa o 5.000 a 15.000 psi, y de piedra triturada es de 150 a 300 MPa o 20.000 a 40.000 psi.

El Modulo de elasticidad se puede asumir mediante la Tabla Nº 1402 planteada y que se pone a consideración, su valor depende del tipo de suelo.

TIPO DE SUELO	Es (kg/cm ²)	TIPO DE SUELO	g _c (t)
ARCILLA MUY BLANDA	30 - 300	ARCILLA SATURADA	0.4 - 0.5
BLANDA	200 - 400	NO SATURADA	0.1 - 0.2
SEDIA	400 - 900	ARENOSA	0.2 - 0.25
CIENGA	700 - 2000	LIRO	0.2 - 0.25
ARCILLA ARCILLOSA	3000 - 4200	ARENA LIENGA	0.2 - 0.4
SUELOS LIMOSOS	1100 - 15000	DE GRANO GROSSO	0.15
LEBIS	1500 - 5000	DE GRANO FINO	0.25
ARENA LIENGA	500 - 2000	ROCA	0.1 - 0.4
ARENA SUELO	500 - 2000	LOESS	0.1 - 0.2
CIENGA	5000 - 10000	PIEDRA	0.35
GRASA ARCILLOSA - CIENGA	6000 - 20000	CONCRETO	0.15
SUELO	5000 - 14 000		
ARCILLA ESCURDIA	14000 - 140000		
LEBIS	200 - 2000		

FORMA DE LA CARPETA	ANCHO DE LA CARPETA (cm)			
	10	15	20	30
RECTANGULAR	182	97	120	120
L/B = 2	210	105	150	150
L/B = 10	284	127	225	210
CIRCULAR	174	90	90	90
CIRCULAR	100	64	60	60

FORMULAS : PARA ESTIMAR Es:

ARENAS: $E_s = 50 (N + 15) \text{ ton/m}^2$

ARENA ARCILLOSA $E_s = 30 (N + 5) \text{ ton/m}^2$

ARCILLAS SENSIBLES NORMALMENTE CONSOLIDADAS $E_s = (125 - 250) q_u$

ARCILLAS POCO SENSIBLES $E_s = 500 q_u$

N : SPT

q_u : COMPRESION SIMPLE (ton/m²)

02 CIMENTACIONES SUPERFICIALES - Dr. Jorge E. Alva Hurtado

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. WILSON DELA SANTI
C.R.N. 19273
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



RESUMEN DE CALCULO DE ASENTAMIENTO

CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS CUADRADAS

Donde:

- S = Asentamiento Total en cm.
- qad = Capacidad admisible de carga en Ton/m²
- E = Modulo de elasticidad
- μ = Modulo de Poisson
- B = Ancho de Zapata en m.
- fw = factor de influencia
- df = Profundidad



$$S = \frac{qad \cdot B(1 - \mu^2)}{E} \cdot fw$$

Si:

- μ = 0.25
- E = 2000 Ton/m²
- fw = 112 cm/m
- df = 1.5 m.

S =	"B" ANCHO DE ZAPATA								
	Asentamiento	0.6 m.	0.9 m.	1.0 m.	2.0 m.	3.0 m.	4.0 m.	5.0 m.	6.0 m.
qad	0.74	0.74	0.75	0.85	0.94	1.00	1.13	1.22	1.22
Asentamiento	0.506 cm	0.502 cm	0.509 cm	0.588 cm	0.640 cm	0.705 cm	0.776 cm	0.840 cm	0.840 cm

CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS RECTANGULARES (Cimientos Corridos)

Donde:

- S = Asentamiento Total en cm.
- qad = Capacidad admisible de carga en Ton/m²
- E = Modulo de elasticidad
- μ = Modulo de Poisson
- B = Ancho de Zapata en m.
- fw = factor de influencia
- df = Profundidad



$$S = \frac{qad \cdot B(1 - \mu^2)}{E} \cdot fw$$

Si:

- μ = 0.25
- E = 2000 Ton/m²
- fw = 112 cm/m
- df = 1.5 m.

S =	"B" ANCHO DE ZAPATA								
	Asentamiento	0.6 m.	0.9 m.	1.0 m.	2.0 m.	3.0 m.	4.0 m.	5.0 m.	6.0 m.
qad	0.75	0.72	0.76	0.86	1.01	1.13	1.24	1.35	1.35
Asentamiento	0.517 cm	0.502 cm	0.493 cm	0.553 cm	0.633 cm	0.705 cm	0.774 cm	0.840 cm	0.840 cm

CONCLUSIONES

Del Analisis Tanto de Zapatas Cuadradas y Rectangulares no se Esperan Asentamiento, ya que es inferior a lo Permisible 2.50 cm.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

[Signature]
ING. WILSON ZELAYA SANTOS
C.P. N° 190373
EMPRESA GUATEMALTECA DE MECANICA S.R.L. 5044-079



X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

10.1 CONCLUSIONES

En la actualidad el área de estudio de tesis comprende:

COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH, que comprende la realización de los trabajos de descolmatación, conformación de diques y enrocado.

De las exploraciones realizadas se tiene que estos sectores el río Lacramarca presenta un curso moderadamente sinuoso debido a la presencia constante de meandros, los cuales están constituidos principalmente de gravas redondeadas y semiredondeadas y arenas.

En el curso del río, la napa freática se encuentra de 0.20 m a 0.30m de profundidad, en las zonas de los meandros.

En la zona de estudio existe presencia de depósitos fluviales y aluviales y presencia de afloramiento rocoso de intrusivos volcánicos (tonalitas), los cuales conforman un paisaje de llanura de aluvial, inundación y pie de monte.

La zona presenta vulnerabilidad a los periodos de avenida, presentando un alto riesgo.

El riesgo de desastres naturales por sismicidad, es alto, sin embargo se deberán cumplir las normas de diseño sismo resistente, cuyos parámetros son los siguientes:

Según Norma E- 030 el área de estudio se ubica en la zona 04, correspondiéndole un factor de zona $Z = 0.45$. Para el diseño sismorresistente se tiene los siguientes parámetros:

Perfil del Suelo: Suelo Intermedia (S2)

Velocidad de Propagación de onda de corte = 180 m/s a 500 m/s

Resistencia al corte en condiciones no drenadas = 0.50 kg/cm² y 1 kg/cm².

Factor de amplificación del suelo (S) = 1.05

Periodo predominante TP (s) = 0.6

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ING. WALTER DE LA ROSA
N° 19533
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



10.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar los trabajos de limpieza para el encauzamiento del río de los terraplenes o meandros.

Se recomienda completar la construcción, rehabilitación y mejoramiento de diques en los tramos indicados, como también la colocación de los enrocados en los taludes de los diques conformados de material de propio de río.

11 REFERENCIAS

Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E-050 "Suelos y Cimentaciones"

Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E-030 "Diseño Sísmico Resistente"

Braja M. Das. "Principio de Ingeniería de Cimentaciones"

Lambe - Whitman "Mecánica de Suelos"

A.C.I. "Cimentaciones de Concreto Armado en Edificaciones"

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS


ING. WILBER L. DELGADO SANTOS
C.R. N° 196373
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



RESUMEN

CONDICIONES DE CIMENTACION

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA TESIS

"COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH"

De conformidad con la norma técnica e-050, la siguiente información, deberá transcribirse en los planos de cimentaciones. Esta información no es limitada y deberá cumplirse con todo lo especificado en el presente estudio de suelos y el Reglamento Nacional de Edificaciones.

DESCRIPCION DEL PROYECTO:

Trabajos a intervenir:

Descolmatación de cauce de río en tramo total

Conformación de Diques con material propio de río para el margen izquierdo y derecho

Enrocado en talud de diques con cara al lecho de río en todo el margen izquierdo y derecho.

Parámetros Geotécnicos

TIPO DE SUELO: ARENAS MAL GRADUADAS CON ARENAS (SP)

COHESION: 0.00

ANGULO DE FRICCION: 30°

DENSIDAD NATURAL: 1.59 Kg/cm³

CAPACIDAD ADMISIBLE: 1.13 Kg/cm², para un B=4.00m y Df = 1.50m

[Para un asentamiento de 1"]

RECOMENDACIONES ADICIONALES

- No debe cimentarse sobre suelo orgánico, los cuales deberán ser removidos y eliminados en su totalidad, antes de construir las estructuras para diques.
- Se recomienda el uso de rocas frescas para su uso en el enrocado, de diámetro 1 m.
- El material sobrante de la descolmatación se puede usar como espaldones en los diques colocados a lo largo del encauzamiento que no contienen roca.

**TABLA 26**

ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA
Granulometría	NTP 400.012:2001	250 m ³
Material que pasa la malla 75 µm (N° 200)	NTP 400.018:2002	1000 m ³
Terrones de Arcillas y partículas deleznable	NTP 400.015:2002	1000 m ³
Equivalente de Arena	NTP 339.146:2000	1000 m ³
Método químico para determinar la reactividad potencial alcali-silice de los agregados*	NTP 334.099:2001	1000 m ³
Cantidad de partículas livianas	NTP 400.023:2001	1000 m ³
Contenido de Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	NTP 400.042:2001	1000 m ³
Contenido de Cloruros (Cl ⁻)	NTP 400.042:2001	1000 m ³
Durabilidad**	NTP 400.016:1999	1000 m ³

Nota:

Todos estos ensayos se harán con muestras tomadas en la obra o en planta, según se trate de concreto preparado en obra o en planta de premezclado.

* Según la NTP 334.099 y la ASTM C 289-3 los resultados de este ensayo por sí solos no deben ser motivo de rechazo de una cantera sujeta a evaluación por reactividad alcali-silice, si no que debe ser evaluada en combinación con otros métodos.

** Solo se aplica a Pavimentos sujetos a congelación y deshielo

Fuente: Norma CE.010 Pavimento Urbano.

- h) Se harán los siguientes ensayos sobre los agregados gruesos:

TABLA 27

ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA	LUGAR
Granulometría	NTP 400.012:2001	250 m ³	Cantera
Desgaste los Angeles	NTP 400.019:2002	1000 m ³	Cantera
Partículas fracturadas	MTC E210:2000	500 m ³	Cantera
Terrones de Arcillas y partículas deleznable	NTP 400.015:2002	1000 m ³	Cantera
Cantidad de partículas Livianas	NTP 400.023:2001	1000 m ³	Cantera
Contenido de Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	NTP 400.042:2001	1000 m ³	Cantera
Contenido de Cloruros (Cl ⁻)	NTP 400.042:2001	1000 m ³	Cantera
Contenido de carbón y lignito	NTP 400.023:1979	1000 m ³	Cantera
Reactividad	NTP 334.099:2001 NTP 334.067:2001	1000 m ³	Cantera
Durabilidad*	NTP 400.016:1999	1000 m ³	Cantera
Porcentaje de Partículas Chafas y Alargadas (relación largo espesor: 3:1)	NTP 400.040:1999	250 m ³	Cantera

*Solo se aplica a Pavimentos sujetos a congelación y deshielo

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DGO WILSON J. ZEPEDA SANTOS
 CIP N° 19537
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



- i) Se harán los siguientes ensayos de consistencia de la mezcla:

TABLA 28

ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA	LUGAR
Consistencia	NTP 339.035:1999	1 por cada 3 m ²	Punto de vaciado


- j) Se harán los siguientes ensayos de resistencia del concreto:

TABLA 29

ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA	LUGAR
Ensayo para determinar la resistencia a tracción por flexión o a la compresión	NTP 339.078:2001 NTP 339.034:1999	Una muestra por cada 450 m ² , pero no menos de una por día	Laboratorio

Para que los ensayos de probetas curadas bajo condiciones de laboratorio, se consideren satisfactorios, se deberá cumplir con la Norma E.060 Concreto Armado.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO


ING. JESSICA FELAY SANTOS
DIP. N° 105373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



Oficina: P.J. El Escobedo Jr. Tanguy M; El Lobo V - Nueva Chimote - RUC: 20604180649
Teléfono: 95477128 - 945417124 e-mail: W20604180649@gmail.com

PROYECTO: "COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH"

UBICACIÓN: CHIMBOTE, SANTA - ANCASH

SOLICITA: CARRETERO MIRANDA / LLANOS CUZCO


FECHA: 08/02/2021

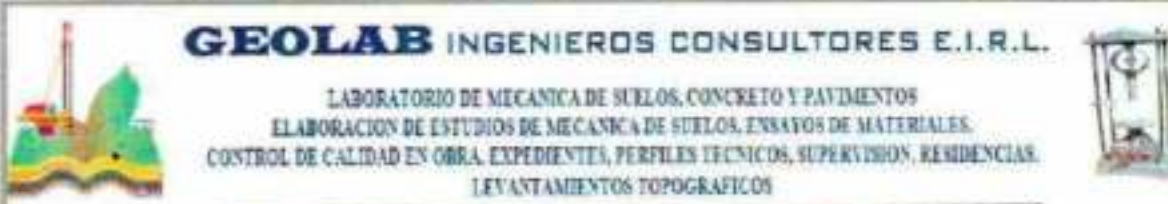
MATERIAL: TERRENO NATURAL C-01

2. GRAVERIA ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN AGREGADO FINO (ART.M.C. 118 INT. 400.022)

Procedimiento	Muestra		
	01		
1. Peso de la bola + Agua (g)	117,83		
2. Peso de la bola + Agua + Muestra (g)	349,71		
3. Peso de la muestra supefoolmate seca (g)	427,03		
4. Peso del material seco en el horno (g)	366,53		
5. Peso Específico Aparente	1,87		
6. Porcentaje de Absorción (%)	39,31%		

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS


J. ZELAYA SANTOS
C.R.N. 146373
INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.L. 43 de octubre Jr. Tanguy M. B. lote 07 - Nuevo Chimbote - BUC: 3684199440
 Telefono: 95497115-94541714 e-mail: WR2912@hotmail.com

PROYECTO: "COMPARACION TECNICA - ECONOMICA PARA UN DISEÑO OPTIMO DE DEFENSA RIBERENA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH"

UBICACIÓN: CHIMBOTE, SANTA - ANCASH

SOLICITA: CARRETERO MIRANDA / LLANOS CUZCO

FECHA: 08/02/2021

MATERIAL: TERRENO NATURAL C-02

2. GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN AGREGADO FINO ASTM C - 128 / NTP - 400.022

Procedimiento	Muestra	
	Q1	
1. Peso de la tina + Agua (gr)	115,77	
2. Peso de la tina + Agua + Muestra (gr)	325,75	
3. Peso de la muestra superficialmente seca (gr)	451,58	
4. Peso del material seco en el horno (gr)	309,02	
5. Peso Específico Aparente	1,80	
6. Porcentaje de Absorción (%)	30,10%	

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAS MECANICAS DE SUELOS Y PAVIMENTO

[Firma]

ING. GUSTAVO TELAYA SANTOS
 N° 196273
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 01 de octubre Jr. Tanguy Mz. B lote 07 - Nueva Chimbo - HUC- 3604180448
Telefono: 95477158-845417134 e-mail: W02of22@hannal.com



PROYECTO: "COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBERENA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH"

UBICACIÓN: CHIMBOTE, SANTA - ANCASH

SOLICITA: CARRETERO MIRANDA / LLANOS CUZCO

FECHA: 08/02/2021

MATERIAL: TERRENO NATURAL C-03

2. GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN, AGREGADO FINO JASTM C. 120 / NTP - 400.072

Procedimiento	Muestra		
	01		
1. Peso de la Bala + Agua (g)	116.44		
2. Peso de la Bala + Agua + Muestra (g)	337.54		
3. Peso de la muestra superficialmente seca (g)	416.98		
4. Peso del material seco en el horno (g)	325.20		
5. Peso Específico Aparente	1.67		
6. Forcentaje de Absorción (%)	26.29%		

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

[Firma]

ING. ANDRÉS DELA SANTI

CPM: 19073

ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 01 de octubre Jr. Tanga; M; E. lote 07 - Nuevo Climbote - RUC: 2604190648
 Telefono: 95477150 95477124 e-mail: WUol22@hannal.com

PROYECTO: ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
UBICACIÓN: CHIMBOTE, SANTA - ANCASH
SOLICITA: CARRETERO MIRANDA / LLANOS CUZCO
FECHA: 08/02/2021
MATERIAL: TERRENO NATURAL C-04

2. GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN, AGREGADO FINO IASTM C - 128 / NTP - 406.022

Procedimiento	Muestra		
	01		
1. Peso de la tala + Agua (g)	116,47		
2. Peso de la tala + Agua + Muestra (g)	336,05		
3. Peso de la muestra superficialmente seca (g)	458,24		
4. Peso del material seco en el horno (g)	337,84		
5. Peso Especifico Aparente	1,89		
6. Porcentaje de Absorción (%)	36,21%		

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ING. MARCO DEL ROSARIO DEL ROSARIO
 CP N° 191373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS


ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



ANEXO
ENSAYO CORTE DIRECTO


GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS (CONCRETO Y PAVIMENTO)

ING. CAROLINA DELA SANTI
CIP N° 190373
SPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, ESPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.O. de Arachaca Jr. Torrey W. 816to 8° - Nueva Chimote - RUC: 206419843
 Telefono: 01-81 728-4668 LLV o-mail: W12p@geolab.com



ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

PROYECTO: COMPARACION TECNICA - ECONOMICA PARA UN DISEÑO OPTIMO DE DEFENSA RIBERENA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEODOLAS EN EL RIO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

SOLICITANTE: CARRETERO MIRANDA / LLANOS CUZCO
UBICACION: DISTRITO DE CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA: FEBRERO DEL 2021

CALICATA: C-02 Velocidad (mm/min): 0,25
Muestra: M-1 Clasificación - SUCS: SP
Profundidad (m): 1,00-1,30 m (Area: M² pedrada)
Estado: Tamizado por malla N° 4

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
Esfuerzo Normal	(Kg/cm ²)	0,5		1,0		2,0	
Etapa		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura	(cm)	2,05	2,13	2,05	2,21	2,05	2,21
Sección	(cm ²)	36	36	36	36	36	36
Humedad	(%)	9,91	19,81	9,60	19,87	9,55	19,73
Densidad Seca	(g/cm ³)	1,81	1,72	1,81	1,76	1,82	1,81

ETAPA DE ENSAYO								
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,05	0,06	0,05	0,07	0,07	0,05	0,05	0,04
0,10	0,05	0,10	0,10	0,12	0,12	0,10	0,10	0,07
0,20	0,05	0,15	0,20	0,17	0,17	0,20	0,20	0,10
0,25	0,10	0,20	0,35	0,22	0,22	0,35	0,27	0,13
0,50	0,15	0,25	0,50	0,28	0,28	0,50	0,34	0,17
0,75	0,15	0,30	0,75	0,33	0,33	0,75	0,41	0,20
1,00	0,17	0,35	1,00	0,35	0,35	1,00	0,45	0,24
1,25	0,20	0,40	1,25	0,43	0,43	1,25	0,54	0,27
1,50	0,22	0,45	1,50	0,49	0,49	1,50	0,61	0,31
1,75	0,25	0,50	1,75	0,54	0,54	1,75	0,68	0,34
2,00	0,27	0,55	2,00	0,59	0,59	2,00	0,75	0,38
2,25	0,30	0,60	2,25	0,64	0,64	2,25	0,82	0,41
2,50	0,32	0,64	2,50	0,70	0,70	2,50	0,89	0,45
2,75	0,35	0,69	2,75	0,75	0,75	2,75	0,96	0,48
3,00	0,37	0,74	3,00	0,80	0,80	3,00	1,03	0,51
3,50	0,40	0,79	3,50	0,89	0,89	3,50	1,10	0,55
4,00	0,43	0,85	4,00	0,91	0,91	4,00	1,17	0,58
4,50	0,42	0,85	4,50	0,98	0,98	4,50	1,24	0,62
5,00	0,41	0,82	5,00	0,99	0,99	5,00	1,32	0,65
5,50	0,41	0,81	6,00	0,98	0,98	6,00	1,41	0,71
7,00	0,40	0,81	7,00	0,96	0,96	7,00	1,40	0,70
8,00	0,40	0,80	8,00	0,96	0,96	8,00	1,37	0,69
9,00	0,39	0,77	9,00	0,94	0,94	9,00	1,33	0,67

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICAS DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

 VºBº: RAFAEL YAJALON LELEYA SANTOS
 N° 192323
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tanguay M; B. lote B7 - Nueva Chimbote - RUC: 30004190649
 Telefono: 8487159-94541714 e-mail: FE@geolab.com

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

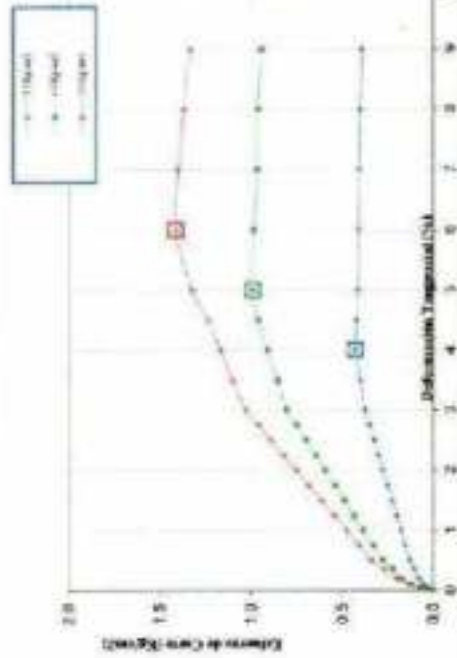
PROYECTO: COMPARACION TECNICA - ECONOMICA PARA UN DISEÑO OPTIMO DE DEFENSA BIRIBESA - CALICATA
 ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFORTAMIENTO DE SUELOS CON
 GEOLASAS EN EL RIO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA -
 ANCASH

C-42

M-1
 1.00-1.30 m
 SP
 Tamiado por malla N° 4

SOLICITANTE: CARRETERO MIRANDA / LLANOS CUZCO
UBICACION: DISTRITO DE CHIBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA: FEBRERO DEL 2021

CURVAS DE RESISTENCIA



ENSAYO DE CORTE vs. ESFUERZO NORMAL



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 CNE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ING. ALBERTO Y. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 196173
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Anexo

Capacidad Portante del Suelo

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS


MSc. WILSON DELGADO DELGADO
CIP N° 196373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

PROYECTO	COMPARACION TECNICA - ECONOMICA PARA UN DISEÑO OPTIMO DE DEFENSA BARRERA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE COMBINAMIENTO DE SUELOS CON GRUPOS SAS EN EL REG. LACRAMARCA - SECTOR CASALAJ - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
SOLICITANTE	CARRITERO NEBANDA / LLANOS CUZCO
UBICACIÓN	DISTRITO DE CHIMOTE - SANTA - ANCASH
FECHA	FEBRERO DEL 2021
TIPO DE TIERRA	TERRENO NATURAL

Capacidad Admisible de Carga por Limitación de Esfuerzo Cortante para Zapata Cuadrada

Donde:

- q_c = Capacidad última de carga
- q_{ad} = Capacidad admisible de carga
- F_c = Factor de seguridad
- γ = Peso específico Total
- B = Ancho de Zapata en m.
- D_f = Profundidad de cimentación en m.
- C = Cohesión
- ϕ = Angulo de fricción interna

$$q_{ad} = \frac{q_c}{F_c}$$



$$q_c = 1.3c.N_q + \gamma.D_f.N_q + 0.4\gamma.B.N_q$$

Si:

- γ = 1.59 gr/cm³
- ϕ = 30.00
- N_q = 8.3
- N_c = 19.0
- N_γ = 4.4
- C = 0.0
- F_c = 3.00

Capacidad Admisible (kg/cm ²)	"B" ANCHO DE ZAPATA								
	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.	1.6 m.
0.8 m.	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32
0.9 m.	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	0.50	0.51
1.0 m.	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59
1.1 m.	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68
1.2 m.	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.73
1.3 m.	0.74	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81
1.4 m.	0.74	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81
1.5 m.	0.74	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81

Capacidad Admisible de Carga por Limitación de Esfuerzo Cortante para Zapata Rectangular (Cimientos Corridos)

Donde:

- q_c = Capacidad última de carga
- q_{ad} = Capacidad admisible de carga
- F_c = Factor de seguridad
- γ = Peso específico Total
- B = Ancho de Zapata en m.
- D_f = Profundidad de cimentación en m.
- C = Cohesión
- ϕ = Angulo de fricción interna

$$q_{ad} = \frac{q_c}{F_c}$$



$$q_c = c.N_q + \gamma.D_f.N_q + 0.3\gamma.B.N_q$$

Si:

- γ = 1.59 gr/cm³
- ϕ = 30.00
- N_q = 8.3
- N_c = 19.0
- N_γ = 4.4
- C = 0
- F_c = 3.00

Capacidad Admisible (kg/cm ²)	"B" ANCHO DE CIMENTO								
	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.	1.6 m.
0.8 m.	0.24	0.27	0.30	0.33	0.36	0.39	0.42	0.45	0.48
0.9 m.	0.43	0.46	0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.67
1.0 m.	0.53	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.60	0.61	0.62
1.1 m.	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70
1.2 m.	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.73	0.74	0.75
1.3 m.	0.75	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.82
1.4 m.	0.75	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.82
1.5 m.	0.75	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.82



CALCULO DEL ASENTAMIENTO DE CIMENTACIONES

PROYECTO	COMPARACION TECNICA - ECONOMICA PARA UN DISEÑO OPTIMO DE DEFENSA SISMICA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON ZAPATAS EN EL RIO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
SOLICITANTE	CARRERÓN MIRANDA / LLANOS CUZCO
UBICACIÓN	DISTRITO DE CIMBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA	FEBRERO DEL 2011
MUESTRA	TERRENO NATURAL

CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS CUADRADAS

- Donde:
- S = A asentamiento Total en cm.
 - qad = Capacidad admisible de carga en Ton/m²
 - E = Modulo de elasticidad
 - μ = Modulo de Poisson
 - B = Ancho de Zapata en m.
 - Iw = factor de influencia
 - df = Profundidad

$$S = \frac{qad \cdot B(1 - \mu^2)}{E} \cdot Iw$$



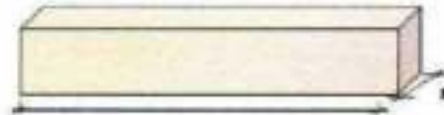
- Si:
- μ = 0.25
 - E = 2000 Ton/m²
 - Iw = 112 cm/m
 - df = 1.5 m

B =	"B" ANCHO DE ZAPATA								
	Asentamiento	0.5 m	0.8 m	1.0 m	2.0 m	3.0 m	4.0 m	5.0 m	6.0 m
qad	0.74	0.74	0.75	0.80	0.94	1.00	1.10	1.20	1.22
A asentamiento	0.324 cm	0.367 cm	0.396 cm	0.603 cm	1.465 cm	2.190 cm	2.190 cm	3.660 cm	3.660 cm

CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS RECTANGULARES (Cimientos Corridos)

- Donde:
- S = A asentamiento Total en cm.
 - qad = Capacidad admisible de carga en Ton/m²
 - E = Modulo de elasticidad
 - μ = Modulo de Poisson
 - B = Ancho de Zapata en m.
 - Iw = factor de influencia
 - df = Profundidad

$$S = \frac{qad \cdot B(1 - \mu^2)}{E} \cdot Iw$$



- Si:
- μ = 0.25
 - E = 2000 Ton/m²
 - Iw = 112 cm/m
 - df = 1.5 m

B =	"B" ANCHO DE ZAPATA								
	Asentamiento	0.8 m	0.9 m	1.0 m	1.1 m	1.2 m	1.3 m	1.4 m	1.5 m
qad	0.75	0.77	0.78	0.80	1.01	1.10	1.14	1.34	1.34
A asentamiento	0.317 cm	0.350 cm	0.363 cm	0.376 cm	0.630 cm	0.700 cm	0.710 cm	1.070 cm	1.070 cm

CONCLUSIONES

Del Análisis Tanto de Zapatas Cuadradas y Rectangulares no se Esperan A asentamiento, ya que es inferior a lo Permisible 3.50 cm.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



Anexo
Registro de Sondaje

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 135373
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES

CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, EXPERTOS, PERITOS TECNOLÓGICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIALES

LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



**REGISTRO
PERFIL ESTRATIGRAFICO**

Proyecto: COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA FIBERNA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFORTAMIENTO DE SUELOS CON GEOLASAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

Solicitante: CARENTO MIRAMANDA / LAMACUCURO

Ubicación: DISTRITO DE CHIMBOTE - SANTA - ANCAH

Calle/calle: _____

Muestra: Muestra 01

Fecha: FEBRERO DEL 2021

Profundidad muestra (m): 1,50

PROF. (m)	CLASIFICACIÓN		PROF. MUESTRA (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	WT. (%)	LÍMITES ATERRIERS			GRANICACIÓN					
	USCS	AASHTO					L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)	GRAVAS (%)	ARENAS (%)	FINOS (%)			
0,00			0,00 - 0,25		ARENA FINA CON PIEDRITAS REDONDAS Y VORMAS CÓDIGO										
0,25	SP	A-1-B	0,25 - 1,50		Arrenas medias a finas y cantos redondos con presencia de trozos no plásticos, de consistencia macerada a suelta, de color gris claro. Condición in situ: semi pastoso y de humedad saturada	20,0	14,0	16,0	1,0	30,14%	63,27%	2,76%			
1,50															
1,50															

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS (CALLE DEL RÍO LACRAMARCA)
[Signature]
ING. JUAN J. ZELANDIA SAMITIS
CIP 141 190273
SPECIALIST IN MECHANICAL SOILS

NIVEL PRELIMINAR ENCERRADO: _____ NO: _____

PROFUNDIDAD: 1,50 m

OBSERVACIONES: _____



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPERTOS EN PERFILES DE CIMENTOS, SUPERVISION, ASISTENCIA,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



**REGISTRO
PERFIL ESTRATIGRAFICO**

Proyecto: "COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBERENA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOROLLOS EN EL RÍO LA CRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH"

Solicitante: INSTITUTO DE CEMENTOS - SANTA - ANCASH

Ubicación: C-3

Calicata: Muestra 01

Fecha: FEBRERO DEL 2021
Profundidad muestra (m): 1,50

PROF. (m)	CLASIFICACIÓN		PROF. MUESTRA (m)	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	Wt. (%)	LÍMITES ATTERBERG			GRADACIÓN		
	USCB	AASHTO					L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)	GRAVAS ARENAS (%)	FINOS (%)	
0,00			0,00 - 0,15		Área libre por presencia de arena en superficie (ver fotos, fotografías, videos)							
0,00	SP	A-1-a	0,15 - 1,00		Arenas finas a finas y cañales rodeada con presencia de finos no plásticos, de compactación mecánica in situ, de color gris claro. Condición in situ: semi suelto y de humedad saturada	22,01	N.P.	N.P.	N.P.	34,30%	11,51%	3,44%
1,00												
1,50												

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO
[Firma]
ING. MARCO J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 199373
SECRETARÍA GENERAL DE LA EMPRESA

NIVEL FREÁTICO ENCONTRADO: NO PROFUNDIDAD: 0,30 m



GEOLAR INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE TIENOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPERIENCIAS, PERFILES TÉCNICOS, REPERTEJO, RESERVENAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



**REGISTRO
 PERFIL ESTRATIGRAFICO**

Proyecto: COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBERENA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOSOLAS EN EL RÍO LA RAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

Localidad: CANTON MARIANA Y LLANOR CUSCO

Ubicación: DISTRITO DE CHIMBOTE - SANTA - ANCAH

Calle: C-2

Muestra: Muestra 01

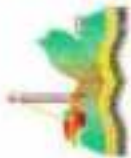
Fecha: FEBRERO DEL 2021
 Profundidad muestra (m): 1.00

PROF (m)	CLASIFICACIÓN		PROF. MUESTRA (m)	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	Wt. (%)	LÍMITES ATYREBRES			SINTOMACIÓN		
	USCS	AASHTO					L.L. (%)	L.P. (%)	L.P. (%)	GRASAS (%)	ARENAS (%)	FINOS (%)
0.00			0.00 - 0.30		CAPA ARENA FINA CON PIEDRITAS SUAVES Y TIERRAS							
0.30	SP	A-1-a	0.30 - 1.00		Areñas medias a finas y carbón colados con presencia de fibras no plásticas, de compacidad mediana a suelta, de color gris claro, Condición en situ: semi cohesivo y de humedad saturada	66.67	N.P.	N.P.	N.P.	31.00%	31.00%	3.00%
1.00												
1.00												

GEOLAR INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LUGAR: MARIANA Y LLANOR CUSCO - PERU
 Ing. *[Signature]* PATRICIA SANTOS
 D.O.M. 186373
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS

NOVEL FREÁTICO ENCONTRADO: _____ m PROFUNDIDAD: 0.25 m

DIRECCIONES /



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNOLÓGICOS, PUERTOS DE SUELO, RESIDENCIALES
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



**REGISTRO
 PERFIL ESTRATIGRAFICO**

Proyecto: COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA PERIMETRAL ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE BUELOS CON GEOTUBOS EN EL RÍO LADRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

Solicitante: LABORATORIO MIBANDA / ELANOR CUCZO

Ubicación: DISTRITO DE CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Calleja: C-1

Muestra: Muestra 01

Fecha: 1 FEBRERO DEL 2011
 Profundidad muestra (m): 1.50

PROF. (m)	CLASIFICACIÓN		PROF. MUESTRA (m)	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	LÍMITES ATERRIBO				GRADACIÓN							
	USCS	AASHTO				LL (%)	LP (%)	LP (%)	GP (%)		GP (%)	FINOS (%)					
0.00			0.00 - 0.20		TIERRA FINA CON PIEDRAS ABRASIVAS Y YESOS												
0.20	SP	A-1-E	0.20 - 1.50		Gravas muy induradas y redondeadas con arena medias a finas y cantos incasados con presencia de frías no plásticas, de compacidad mediana a suelta, de color gris claro. Condición in situ: semi suelto y de humedad saturada.	25.0	4.0	4.0	20.0%	31.0%	3.00%						
1.00																	
1.50																	

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAS MEDIDAS DE LOS OBJETOS REPRESENTADOS
 ING. JUAN J. DE LA SANTI
 CIP N° 16537
 ESPECIALIDAD EN MECÁNICA DE SUELOS

AVEL FREÁTICO ENCOTRNADO: 90 _____ PROFUNDIDAD: 6.00 _____ m

OBSERVACIONES:



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Anexo
Análisis Granulométrico de Suelos

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ING. CARLOS J. ZELAYR SANTOS
C.F. N° 46373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

REGISTRO
ENSAYO DE CLASIFICACION
LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION
ASTM D-2318 / ASTM D-432 / ASTM D4018

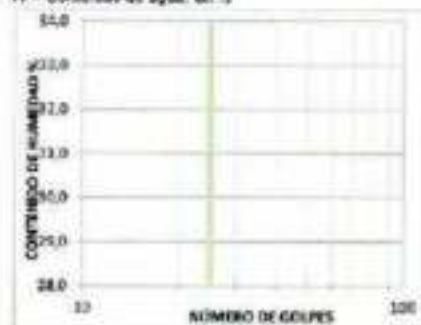
Proyector:	"COMPARACION TECNICA - ECONOMICA PARA UN DISEÑO OPTIMO DE DEFENSA RIBERENA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOTUBOS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH"		
Solicitante:	GABINETE MIRANDA / LLANOS OJEDA		
Ubicación:	CHIMBOTE, SANTA - ANCASH		
Calicata:	C-1	Fecha:	2 de febrero de 2021
Muestra:	M-1	Profundidad muestra (m):	1.50

LIMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Descripción No.	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.	NP		
P ₁			
P ₂			
P ₂₅			
P ₁₀₀			
W _n			

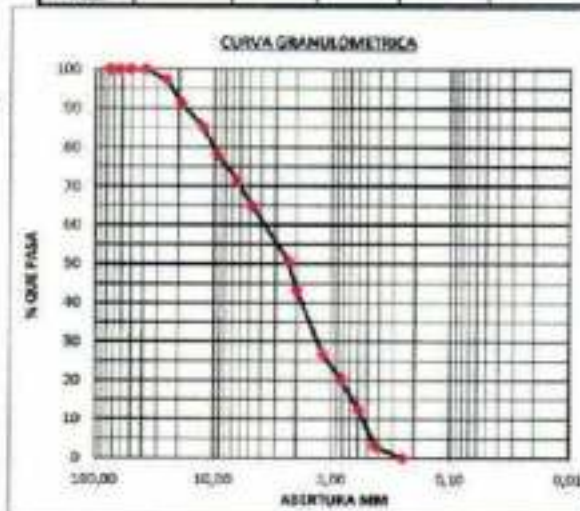
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	A	B	B
P ₁			352.71
P ₂			306.03
P ₂₅			117.03
P ₁₀₀			47.18
P ₂₀₀			188.73
W _n			25.00

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₂₅ = Peso Recipiente, en g P₂₅ = P₁ - P₂
P₁₀₀ = Peso del Agua, en g P₁₀₀ = P₁ - P₁₀₀
P₂₀₀ = Peso Suelo Seco, en g W = ((P₂₀₀ / P₂) * 100)
W = Contenido de agua, en %



GRADACION

Peso total	4 820.31	[g]	Peso total	4 820.31	[g]
Tamaño, φg	Tamaño, mm	Peso [g]	% Reten.	% Ret. Acum.	% Paso
3"	75.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	129.04	2.7%	2.7%	97.32%
3/4"	19.050	287.77	6.0%	8.6%	91.35%
1/2"	12.500	294.16	6.1%	14.7%	85.25%
3/8"	9.500	340.82	7.1%	21.8%	78.18%
1/4"	6.350	322.30	6.7%	28.5%	71.48%
NP 4	4.750	320.07	6.6%	35.2%	64.81%
NP 8	2.360	572.50	7.7%	42.9%	57.11%
NP 10	2.000	502.45	6.2%	49.2%	50.84%
NP 15	1.180	571.36	7.7%	56.9%	43.13%
NP 20	0.840	401.48	8.3%	65.2%	34.81%
NP 30	0.595	290.44	6.1%	71.3%	28.71%
NP 40	0.425	313.00	6.5%	77.8%	22.19%
NP 60	0.250	330.08	7.8%	85.7%	14.31%
NP 100	0.106	262.48	5.4%	91.1%	8.96%
NP 200	0.075	183.69	3.8%	94.9%	5.05%
Peso 200		147.14	3.1%	100.0%	0.00%
Total					



RESULTADOS

Límite Líquido	NL	%	Gravas	35.16%
Límite Plástico	NP	%	Arenas	51.79%
Índice Plástico	-	%	Finos	3.05%

CLASIFICACION

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A-1-b
U.S.C.	SP

REGISTRO
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
 ASTM D-2284 / ASTM D-422 / ASTM D4318

Proyecto:	COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBERENA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEDBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH		
Solicitante:	CARRETERO MIRANDA / LLANOS CUZCO		
Ubicación:	CHIMBOTE, SANTA - ANCASH		
Calicata:	C-2	Fecha:	2 de febrero de 2021
Muestra:	M-2	Profundidad muestra (m):	1.00

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Dimensionado No.	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P ₁			
P ₂			
P ₃			
P _w			
F ₂₀			
W _p			

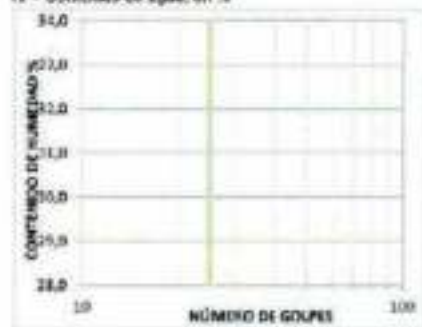
NP

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	0
P ₁			344.75
P ₂			500.56
P ₃			116.77
P _w			39.19
P ₃			191.79
W _p			18.87

NP

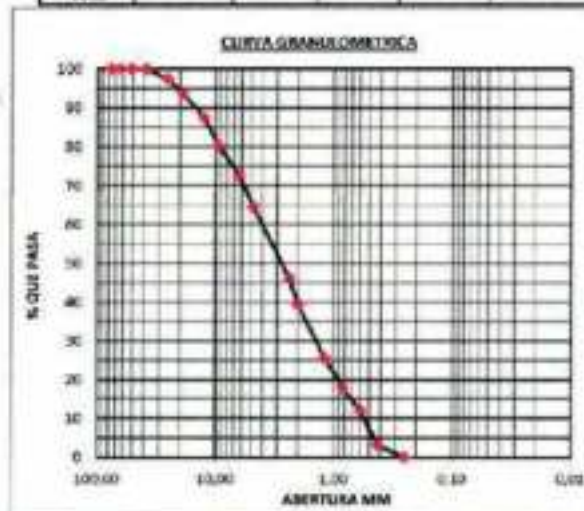
$P_1 = \text{Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g}$
 $P_2 = \text{Peso Recipiente + Suelo Seco, en g}$
 $P_3 = \text{Peso Recipiente, en g}$
 $P_w = \text{Peso del Agua, en g}$
 $P_{30} = \text{Peso Suelo Seco, en g}$
 $W = \text{Contenido de agua, en \%}$

$P_w = P_1 - P_2$
 $P_{30} = P_3 - P_1$
 $W = (P_w / P_{30}) \times 100$



GRADACIÓN

Peso inicial	4 700.45	(g)	Peso final	4 700.45	(g)
Tamiz (µ)	Tamiz, mm	Peso (g)	% Retenido	% Retenido	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	123.22	2.6%	2.6%	97.4%
3/4"	19.050	183.05	3.8%	6.3%	93.7%
1/2"	12.500	301.52	6.2%	12.5%	87.5%
3/8"	9.500	348.47	7.1%	19.6%	80.4%
1/4"	6.350	378.07	7.7%	27.3%	72.7%
Nº 4	4.750	401.73	8.3%	35.6%	64.4%
Nº 8	2.360	487.04	10.0%	45.6%	54.4%
Nº 10	2.000	405.20	8.3%	53.9%	46.1%
Nº 15	1.190	230.06	4.8%	60.7%	39.3%
Nº 20	0.850	210.25	4.6%	67.3%	32.7%
Nº 30	0.600	281.00	7.4%	74.4%	25.6%
Nº 40	0.425	373.02	7.7%	82.1%	17.9%
Nº 60	0.250	208.73	4.4%	88.0%	12.0%
Nº 100	0.150	248.51	5.1%	93.1%	6.9%
Nº 200	0.075	184.30	3.9%	96.9%	3.1%
Fase 200		153.13	3.1%	100.0%	0.0%
Total					



RESULTADOS

Límite Líquido	NP	%	Gravas	35.55%
Límite Plástico	NP	%	Arenas	61.30%
Índice Plástico	-	%	Fines	3.15%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A-1-a
U.S.C.	SP

REGISTRO
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
 ASTM D-2914 / ASTM D-423 / ASTM D4318

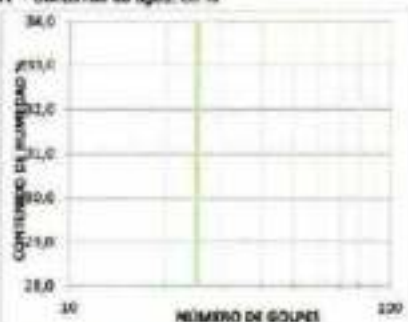
Proyecto:	COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBERENA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOROLINAS EN EL 100 LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH		
Solicitante:	CARRETERO MIRANDA / LLANOS GUZCO		
Ubicación:	CHIMBOTE, SANTA - ANCASH		
Calicote:	C-3	Fecha:	2 de febrero de 2021
Muestra:	U-3	Profundidad muestra (m):	1.50

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No.	1	2	3
Recipiente No.			
P_L			
P_U			
P_{20}			
P_{25}			
P_{30}			
P_{40}			
P_{50}			
P_{60}			
P_{70}			
P_{80}			
P_{90}			
P_{100}			
W_L			

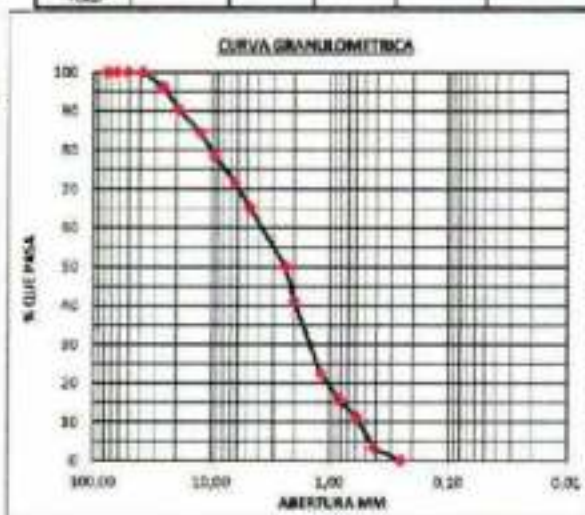
LÍMITE PLÁSTICO			Número Natural
Recipiente No.	4	5	6
P_L			349.64
P_U			303.26
P_{20}			116.44
P_{25}			43.44
P_{30}			188.76
P_{40}			23.01

P_L = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P_U = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P_2 = Peso Recipiente, en g
 P_{20} = Peso del Agua, en g
 P_{25} = Peso Suelo Seco, en g
 $W = \text{Contenido de agua, en \%}$
 $P_{20} = P_L - P_U$
 $P_{25} = P_2 - P_L$
 $W = (P_{20} / P_{25}) \times 100$



GRADACIÓN

Tamaño, mm	Tamaño, mm	Peso (g)	% Reten.	% Pas. Acum.	% Pasos
75	75.20				
2.0	83.500				
4.75	50.800				
7.5	38.100				
15	25.400	192.12	3.0%	3.9%	96.10%
30	10.000	281.82	8.7%	6.8%	93.38%
60	12.500	291.80	5.9%	15.9%	84.40%
125	5.500	204.02	8.0%	21.5%	78.48%
250	6.350	329.26	8.7%	38.2%	71.80%
500	4.750	332.82	8.7%	55.0%	65.05%
750	2.360	381.98	7.9%	42.7%	57.30%
1000	2.000	386.15	7.5%	50.2%	49.07%
1500	1.180	431.02	8.7%	58.9%	41.08%
2000	0.840	498.26	9.9%	68.8%	31.18%
3000	0.595	428.55	8.7%	77.5%	22.48%
4000	0.425	329.01	8.7%	84.2%	15.78%
5000	0.250	223.27	4.5%	86.7%	11.26%
6000	0.180	230.08	4.5%	93.2%	6.60%
7500	0.075	185.40	3.4%	96.6%	3.44%
Pass 200		185.68	3.4%	100.0%	0.00%
Total					



RESULTADOS

Límite Líquido	RL	%	Gravas	34.95%
Límite Plástico	NP	%	Arenas	81.61%
Índice Plástico		%	Finos	3.44%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	3
A.A.S.H.T.O.	A-1-a
U.S.C.	SP

REGISTRO
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
ASTM D-2916 / ASTM D-422 / ASTM D4016

Proyecto:	COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA HIBRIDA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH		
Solicitante:	GARRETERO MIRANDA / LLANOS GUZCO		
Ubicación:	CHIMBOTE, SANTA - ÁNCASH		
Categoría:	C-4	Fecha:	2 de febrero de 2021
Muestra:	M-4	Profundidad muestra (m):	1.00

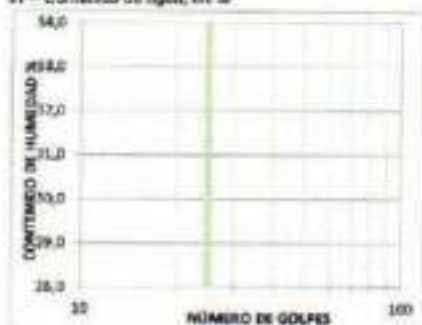
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No.	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P_1			
P_2			
P_w			
P_s			
w			

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P_1			350.09
P_2			307.84
P_3			110.47
P_w			42.25
P_s			191.37
w			22.08

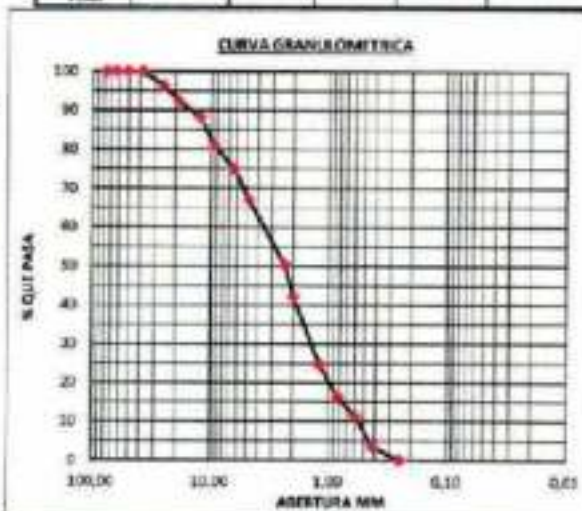
P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P_w = Peso Recipiente, en g
 P_s = Peso del Agua, en g
 P_3 = Peso Suelo Seco, en g
 w = Contenido de agua, en %

$P_w = P_1 - P_2$
 $P_s = P_2 - P_3$
 $w = (P_w / P_3) \times 100$



GRADACIÓN

Peso total	5,199.84	g	Peso total	5,199.84	g
Tamaño, mm	Tamaño, mm	Peso (g)	% Reten.	% Ret. Acum.	% Pasa
2"	76.20				
2 1/2"	63.50				
2"	50.80				
1 1/2"	38.10				
1"	25.40	109.12	3.0%	3.0%	96.96%
3/4"	19.00	201.63	3.9%	7.5%	92.50%
1/2"	12.50	221.60	4.3%	11.8%	88.22%
3/8"	9.50	371.22	7.1%	18.9%	81.09%
1/4"	6.25	322.48	6.2%	25.1%	74.89%
Nº 4	4.75	417.72	8.0%	33.1%	66.89%
Nº 8	2.36	425.12	8.2%	41.4%	58.60%
Nº 10	2.00	430.15	8.3%	49.8%	50.20%
Nº 16	1.19	422.59	8.1%	57.9%	42.08%
Nº 20	0.84	454.20	8.7%	66.6%	33.34%
Nº 30	0.60	482.05	9.3%	75.9%	24.09%
Nº 40	0.42	429.81	8.3%	84.2%	15.78%
Nº 60	0.25	253.27	4.9%	89.1%	10.90%
Nº 100	0.15	270.05	5.2%	94.3%	5.67%
Nº 200	0.075	126.41	2.4%	96.7%	3.29%
Pasa 200		191.11	3.7%	100.0%	0.00%
Total					



RESULTADOS

Límite Líquido	N.L.	%	Gravas	33.14%
Límite Plástico	N.P.	%	Armas	63.37%
Índice Plástico	-	%	Finos	3.79%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A-1-b
U.S.C.	SP



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



Anexo
Análisis Químico del Suelo

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



WILZA SANTOS ZELAÑA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAL

LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



PROYECTO: 'COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOTIJSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH'

SOLICITANTE: CARRETERO MIRANDA / LLANOS CUZCO

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHIMBOTE, SANTA - ANCASH

FECHA: FEBRERO DEL 2021

MUESTRA: TERRENO NATURAL

ANÁLISIS QUÍMICO

N°	ANÁLISIS QUÍMICO	VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES	RESULTADOS (%)		
			CO4		PROMEDIO
1	Salas Delocuentes o Cloruros	6000 ppm	3900 ppm	3600 ppm	3700 ppm
2	Sulfatos Solubles (SO4)	1000 ppm	800 ppm	800 ppm	700 ppm
3	Salos Solubles Totales	400 ppm	300 ppm	400 ppm	350 ppm
4	Sólidos en suspensión	1000			
5	Materia Orgánica expresado en Oxígeno	10			
6	Salos Solubles de Magnesio	150			
7	Límite de Turbidez	2000			
8	Dureza	> 5			
9	Potencial de Hidrógeno (PH)	> 7	7,1	7,2	7,15

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. VICENTE ZELAYA SANTOS
CIP N° 196573
Especialista en Mecánica de Suelos



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



PROYECTO "COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBERENA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOTUBOS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH"

SOLICITANTE CARRETERO MIRANDA / LLANOS CUZCO

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE. SANTA - ANCASH

FECHA FERRERO DEL 2021

MUESTRA : TERRENO NATURAL

ANÁLISIS QUÍMICO

N°	ANÁLISIS QUÍMICO	VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES	RESULTADOS (%)		
			CO2		PROMEDIO
1	Sales Deliquescentes o Cloruros	6000 ppm	3700 ppm	4000 ppm	3850 ppm
2	Sulfatos Solubles (SO4)	1000 ppm%	600 ppm	700 ppm	650 ppm
3	Sales Solubles Totales	400 ppm%	300 ppm	300 ppm	300 ppm
4	Sólidos en suspensión	1000			
5	Materia Orgánica expresado en Oxígeno	10			
6	Sales Solubles de Magnesio	150			
7	Límite de Turbidez	2000			
8	Dureza	> 5			
9	Potencial de Hidrógeno (PH)	> 7	7.1	7.1	7.10

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

[Firma]

11444/SANTOS
D.S. N° 195373
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS




GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Anexo
Panel Fotográfico

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO


ING. WILFREDO ZELAYA SANTOS
CIP N° 196073
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



REGISTRO FOTOGRÁFICO DE EXPLORACIÓN

Proyecto: COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBERENA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEODALSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASSH

Solicitante: CARRETERO MIRANDA / LLANOS CUZCO

Ubicación: CHIMBOTE, SANTA - ANCASH

Fecha: _____

FEBRERO DEL 2021



VISTA DE EXCAVACION C-01

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAS ALICATORIAS DEL OMBUDO Y HAMBUDO

OBSERVACIONES: Los niveles freáticos se encuentran a -0.20 a -0.40m de profundidad.

ING. WILSON J. ZEVALA SANTOS
CIP: 104115
INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



REGISTRO FOTOGRÁFICO DE EXPLORACIÓN

Proyecto: COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONOMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA FIBRENA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFRAMIENTO DE SUELOS CON GEOROLINAS EN EL RÍO

Ubicación: LAGRANERGA - SECTOR CASCAVAL - PROVINCIA DEL SANTA - ANCAASH

Solicitante: CARRETERO MIRANDA / LANOS CUZZO

Fecha: FEBRERO DEL 2021

FICHA: 1



VISTA DE EXCAVACION G 02

OBSERVACIONES: Los Niveles Freaticos se encuentran a -0.20 a -0.40m de profundidad.

J. D. ALVARADO INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
CALLE 100 N. 1000, LIMA 10, PERU

ING. WILSON TORRES SANTIAGO
GERENTE GENERAL
LÍNEA DE INGENIERIA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



REGISTRO FOTOGRÁFICO DE EXPLORACIÓN

Proyecto: "COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBERENA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFIRMADO DE SUELOS CON GEOTEXILAS EN EL RÍO LACRAMPIGA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH"

Subproyecto: CARRETERO MIRANDA / LLANOS CUZCO

Ubicación: CHIMBOTE, SANTA - ANCASH

Fecha: _____

FEBRERO DEL 2021



VESTA DE EXCAVACION C-00

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
SAB. RECAMPO DE SAN DE CONGONDO Y PASAMUNDO

Los Niveles Finales de excavación a 0.30 m. - 0.40m de profundidad

Observaciones: _____

INGENIERO EN GEOTECNIA Y SUELOS
15/02/2021

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPERIENCIA, PERFILES TÉCNICOS, APERTURAS, RESISTENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



REGISTRO FOTOGRÁFICO DE EXPLORACIÓN

Proyecto: COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO OPTIMO DE DETECCION FISERNA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE COMPACTADO DE SUELOS CON GEOTUBOS EN EL RÍO
LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - JHCASH

Solicitante: CARRETERO MIRANDA / LLANOS GUZCO

Ubicación: CHIMBOTE, SANTA - ANCASH

Fecha: _____

FEBRERO DEL 2021



VISTA DE EXCAVACION C-04

Observaciones: Los Niveles Fisicos se encuentran a -0.20 a -0.40m de profundida.

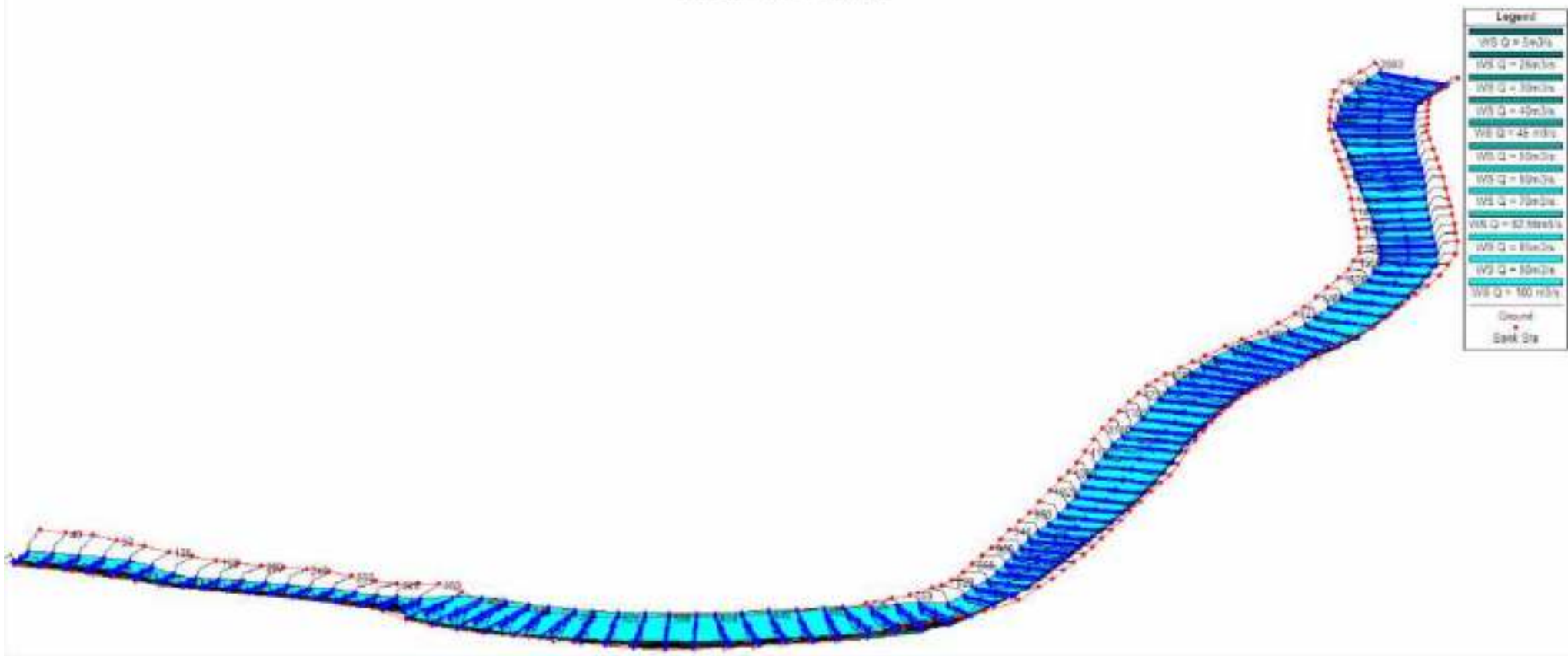
GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAS REFORMAS DE LOS CONCURSOS (RENTIST)

Ing. MS. SORAYA SANTOS
C.O.P.E. 100373
CALLE DE LA UNIÓN 100373

ANEXO 3. MODELADO HIDRÁULICO

Anexo 3.1.- MODELADO 01 EN CAUCE NATURAL, CON CAUDAL DE
40M3

modelado final Plan: Plan 01 08/04/2020 01:58:20 p.m.
Geom: geometría3dtotal Fluj: caudales

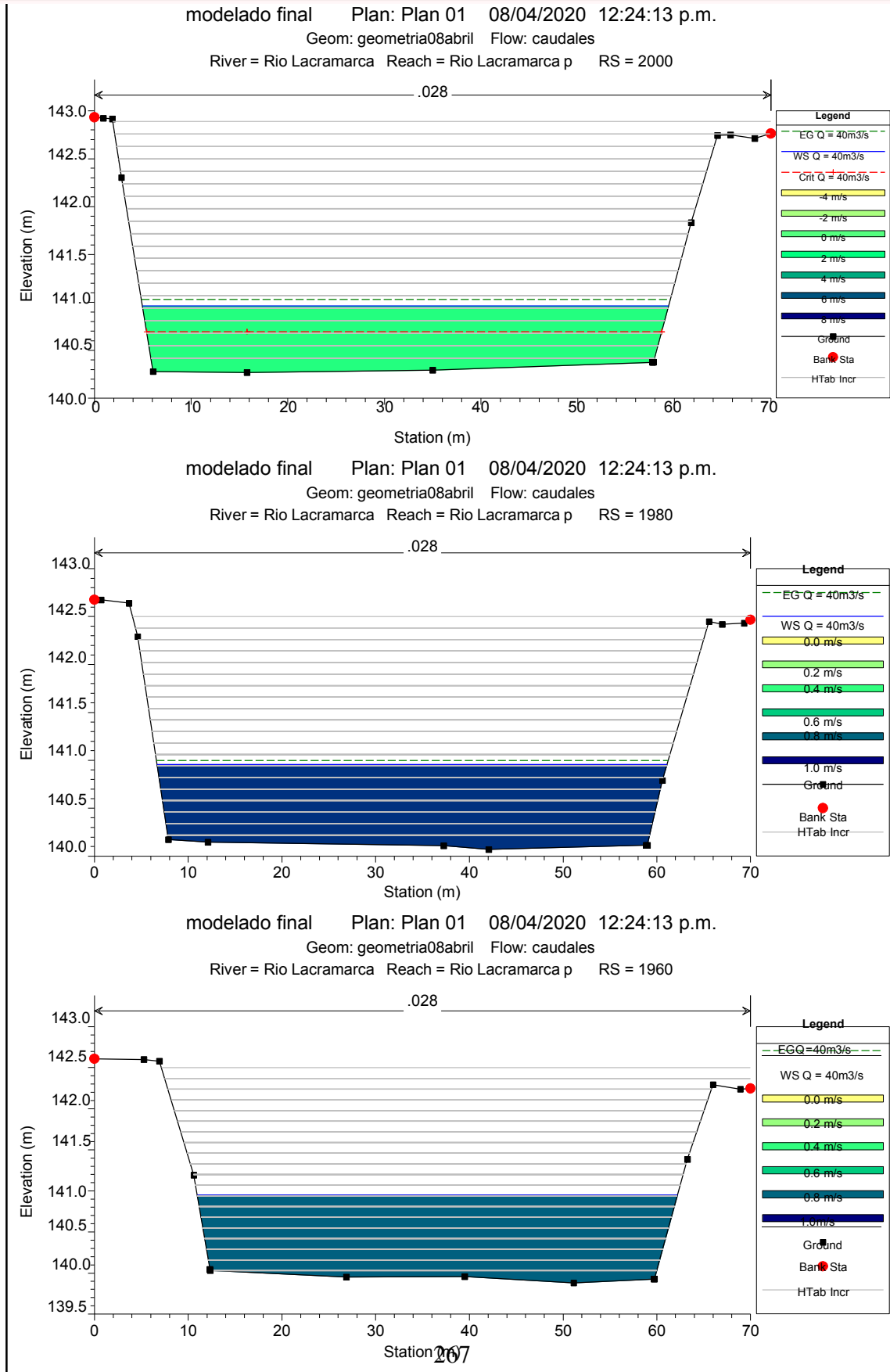


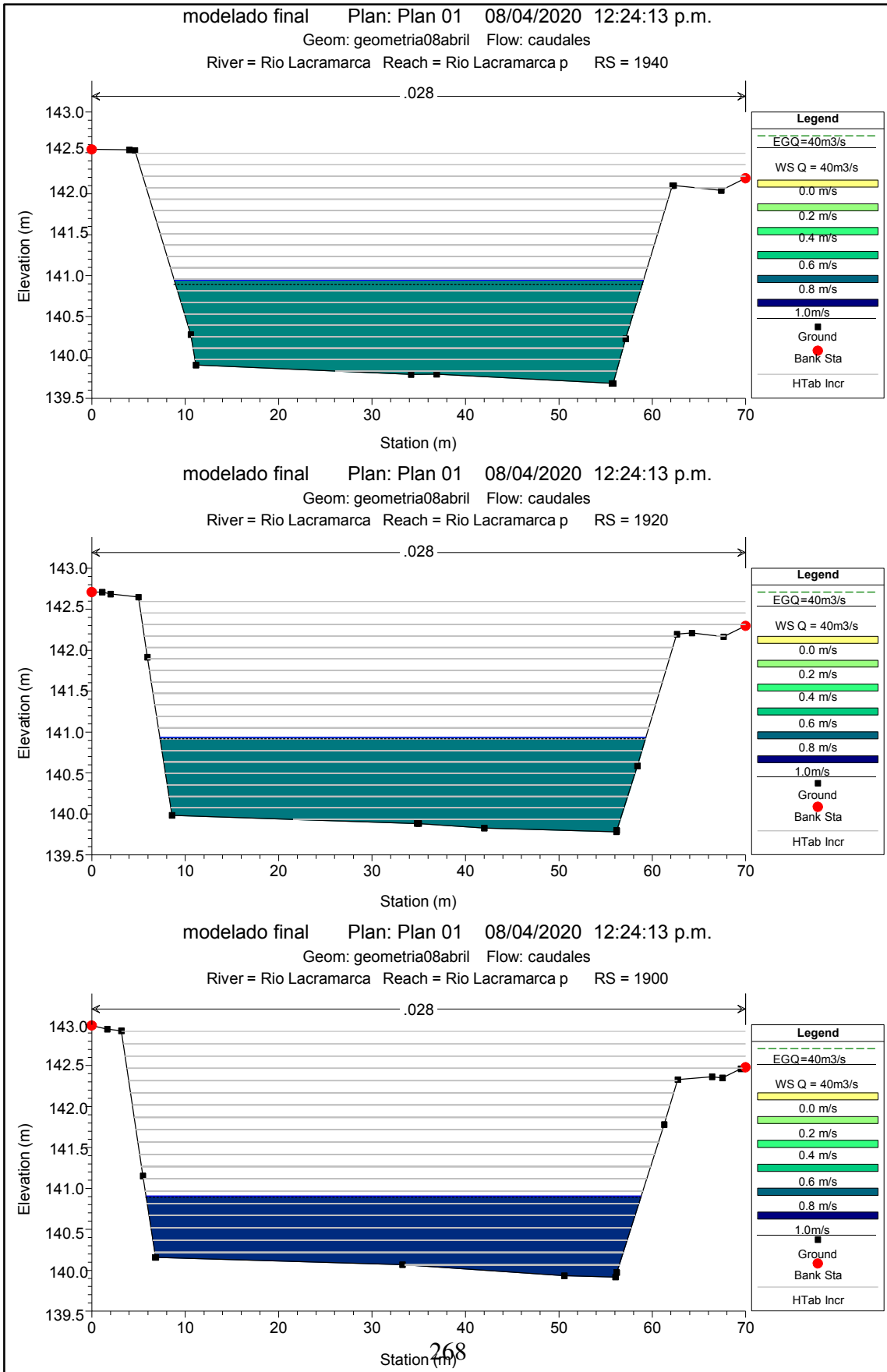
HEC-RAS Plan: Rio Lacramarca Tesis River: Rio Lacramarca Reach: Rio Lacramarca p Profile: Q = 40m3/s

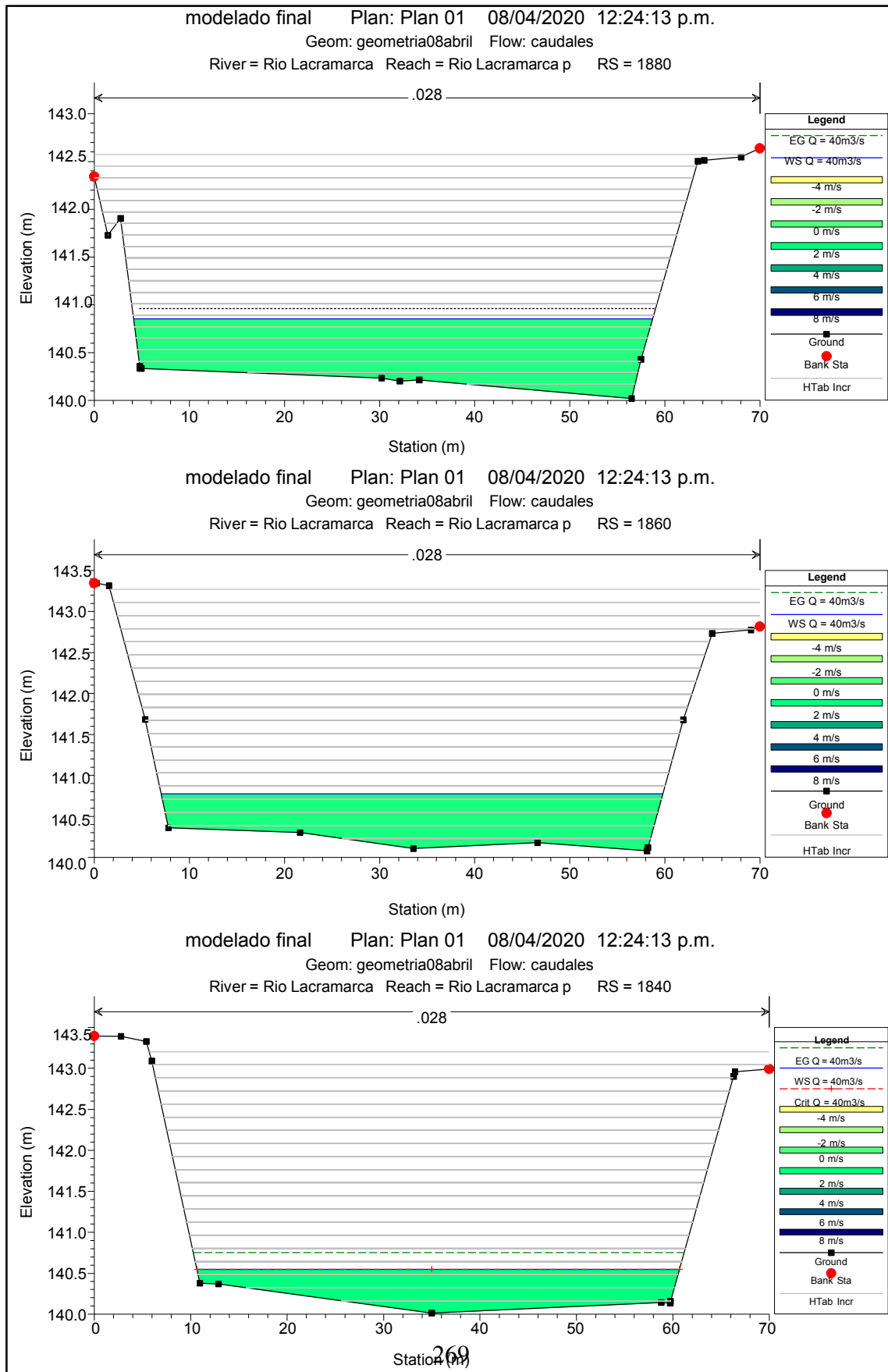
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio Lacramarca p	2000	Q = 40m3/s	40.00	140.27	140.96		141.03	0.001856	1.14	35.02	54.45	0.45
Rio Lacramarca p	1980	Q = 40m3/s	40.00	140.07	140.96		141.00	0.00847	0.90	44.34	54.43	0.32
Rio Lacramarca p	1960	Q = 40m3/s	40.00	139.88	140.95		140.98	0.000546	0.81	49.41	51.26	0.26
Rio Lacramarca p	1940	Q = 40m3/s	40.00	139.68	140.94		140.97	0.000393	0.74	54.10	50.23	0.23
Rio Lacramarca p	1920	Q = 40m3/s	40.00	139.78	140.93		140.96	0.000458	0.76	52.43	52.04	0.24
Rio Lacramarca p	1900	Q = 40m3/s	40.00	139.92	140.91		140.95	0.000853	0.91	43.78	53.02	0.32
Rio Lacramarca p	1880	Q = 40m3/s	40.00	140.02	140.85		140.92	0.001973	1.16	34.42	54.57	0.47
Rio Lacramarca p	1860	Q = 40m3/s	40.00	140.08	140.77		140.87	0.003186	1.36	29.39	52.76	0.58
Rio Lacramarca p	1840	Q = 40m3/s	40.00	140.01	140.55	140.55	140.75	0.010631	2.00	20.04	50.05	1.01
Rio Lacramarca p	1820	Q = 40m3/s	40.00	139.68	140.21	140.21	140.42	0.010575	2.03	19.74	48.02	1.01
Rio Lacramarca p	1800	Q = 40m3/s	40.00	139.31	140.09		140.18	0.002802	1.37	29.24	47.21	0.56
Rio Lacramarca p	1780	Q = 40m3/s	40.00	139.02	140.08		140.14	0.001058	1.02	39.13	47.00	0.36
Rio Lacramarca p	1760	Q = 40m3/s	40.00	139.10	140.03		140.11	0.001892	1.22	32.70	46.50	0.47
Rio Lacramarca p	1740	Q = 40m3/s	40.00	139.18	139.80	139.80	140.02	0.010446	2.07	19.29	44.91	1.01
Rio Lacramarca p	1720	Q = 40m3/s	40.00	138.77	139.35	139.35	139.57	0.010334	2.10	19.03	43.04	1.01
Rio Lacramarca p	1700	Q = 40m3/s	40.00	138.25	138.81	138.81	139.04	0.010158	2.12	18.85	41.45	1.00
Rio Lacramarca p	1680	Q = 40m3/s	40.00	137.78	138.34	138.34	138.57	0.010176	2.15	18.62	40.20	1.01
Rio Lacramarca p	1660	Q = 40m3/s	40.00	137.55	138.08	138.08	138.32	0.010073	2.16	18.51	39.34	1.01
Rio Lacramarca p	1640	Q = 40m3/s	40.00	137.26	137.90		138.08	0.006344	1.89	21.13	38.71	0.82
Rio Lacramarca p	1620	Q = 40m3/s	40.00	137.08	137.81		137.97	0.004815	1.74	23.02	38.96	0.72
Rio Lacramarca p	1600	Q = 40m3/s	40.00	136.91	137.77		137.88	0.002944	1.49	26.82	39.45	0.58
Rio Lacramarca p	1580	Q = 40m3/s	40.00	136.94	137.53	137.53	137.77	0.010116	2.15	18.63	40.08	1.01
Rio Lacramarca p	1560	Q = 40m3/s	40.00	136.58	137.17	137.17	137.41	0.010115	2.17	18.46	39.17	1.01
Rio Lacramarca p	1540	Q = 40m3/s	40.00	136.24	136.81	136.81	137.06	0.010039	2.18	18.36	38.40	1.01
Rio Lacramarca p	1520	Q = 40m3/s	40.00	135.80	136.37	136.37	136.60	0.010235	2.13	18.79	41.36	1.01
Rio Lacramarca p	1500	Q = 40m3/s	40.00	135.32	135.92	135.92	136.14	0.010309	2.07	19.28	44.37	1.00
Rio Lacramarca p	1480	Q = 40m3/s	40.00	134.85	135.44	135.44	135.66	0.010549	2.06	19.45	46.10	1.01
Rio Lacramarca p	1460	Q = 40m3/s	40.00	134.30	134.94	134.94	135.16	0.010539	2.05	19.47	46.19	1.01
Rio Lacramarca p	1440	Q = 40m3/s	40.00	133.84	134.43	134.43	134.64	0.010545	2.05	19.51	46.44	1.01
Rio Lacramarca p	1420	Q = 40m3/s	40.00	133.11	133.97		134.05	0.002008	1.26	31.82	45.30	0.48
Rio Lacramarca p	1400	Q = 40m3/s	40.00	132.35	134.00		134.02	0.000184	0.61	65.74	45.92	0.16
Rio Lacramarca p	1380	Q = 40m3/s	40.00	131.76	134.01		134.02	0.000063	0.43	92.18	47.45	0.10
Rio Lacramarca p	1360	Q = 40m3/s	40.00	131.71	134.01		134.02	0.000047	0.38	104.11	52.04	0.09
Rio Lacramarca p	1340	Q = 40m3/s	40.00	131.78	134.01		134.02	0.000049	0.39	103.60	53.12	0.09
Rio Lacramarca p	1320	Q = 40m3/s	40.00	131.97	134.00		134.01	0.000068	0.43	93.51	52.59	0.10
Rio Lacramarca p	1300	Q = 40m3/s	40.00	132.15	134.00		134.01	0.000098	0.48	83.30	51.95	0.12
Rio Lacramarca p	1280	Q = 40m3/s	40.00	132.40	133.99		134.01	0.000161	0.56	71.50	51.45	0.15
Rio Lacramarca p	1260	Q = 40m3/s	40.00	132.85	133.97		134.00	0.000478	0.78	51.03	50.22	0.25
Rio Lacramarca p	1240	Q = 40m3/s	40.00	133.25	133.75	133.75	133.96	0.010657	2.01	19.93	49.37	1.01
Rio Lacramarca p	1220	Q = 40m3/s	40.00	132.90	133.49	133.49	133.70	0.010707	2.02	19.82	48.81	1.01
Rio Lacramarca p	1200	Q = 40m3/s	40.00	132.36	133.02	133.02	133.23	0.010722	2.04	19.62	47.58	1.01
Rio Lacramarca p	1180	Q = 40m3/s	40.00	132.00	132.64	132.64	132.85	0.010713	2.04	19.57	47.18	1.01
Rio Lacramarca p	1160	Q = 40m3/s	40.00	131.86	132.50		132.66	0.007040	1.78	22.44	48.50	0.84
Rio Lacramarca p	1140	Q = 40m3/s	40.00	131.50	132.29	132.29	132.49	0.010530	1.99	20.08	49.76	1.00
Rio Lacramarca p	1120	Q = 40m3/s	40.00	131.15	131.90	131.90	132.10	0.010550	1.98	20.18	50.44	1.00
Rio Lacramarca p	1100	Q = 40m3/s	40.00	130.75	131.38	131.38	131.58	0.010850	2.00	20.00	50.42	1.01
Rio Lacramarca p	1080	Q = 40m3/s	40.00	130.14	130.85	130.85	131.06	0.010771	2.02	19.85	49.20	1.01
Rio Lacramarca p	1060	Q = 40m3/s	40.00	129.75	130.37	130.37	130.59	0.010565	2.05	19.49	46.34	1.01
Rio Lacramarca p	1040	Q = 40m3/s	40.00	129.33	129.83	129.83	130.05	0.010316	2.09	19.12	43.48	1.01
Rio Lacramarca p	1020	Q = 40m3/s	40.00	128.91	129.46	129.46	129.68	0.010225	2.11	18.94	42.18	1.01
Rio Lacramarca p	1000	Q = 40m3/s	40.00	128.49	129.09	129.09	129.32	0.010094	2.13	18.75	40.68	1.00
Rio Lacramarca p	980	Q = 40m3/s	40.00	128.19	128.79	128.79	129.02	0.010149	2.16	18.51	39.54	1.01
Rio Lacramarca p	960	Q = 40m3/s	40.00	127.96	128.52	128.52	128.76	0.010039	2.17	18.40	38.63	1.01
Rio Lacramarca p	940	Q = 40m3/s	40.00	127.74	128.49		128.60	0.003005	1.52	26.25	37.86	0.58
Rio Lacramarca p	920	Q = 40m3/s	40.00	127.66	128.43		128.55	0.002896	1.53	26.12	36.37	0.58
Rio Lacramarca p	900	Q = 40m3/s	40.00	127.55	128.34		128.48	0.003406	1.64	24.39	34.60	0.62
Rio Lacramarca p	880	Q = 40m3/s	40.00	127.43	128.23		128.40	0.004629	1.83	21.87	33.11	0.72
Rio Lacramarca p	860	Q = 40m3/s	40.00	127.30	128.12		128.30	0.004916	1.88	21.30	32.41	0.74
Rio Lacramarca p	840	Q = 40m3/s	40.00	127.15	127.95	127.95	128.18	0.007215	2.13	18.81	31.71	0.88
Rio Lacramarca p	820	Q = 40m3/s	40.00	126.90	127.71	127.71	128.01	0.009454	2.40	16.64	28.75	1.01
Rio Lacramarca p	800	Q = 40m3/s	40.00	126.61	127.50	127.50	127.81	0.009401	2.47	16.22	26.69	1.01
Rio Lacramarca p	780	Q = 40m3/s	40.00	126.22	126.93	126.93	127.21	0.009689	2.33	17.16	31.52	1.01
Rio Lacramarca p	760	Q = 40m3/s	40.00	125.53	126.52		126.59	0.001420	1.18	33.85	40.80	0.41
Rio Lacramarca p	740	Q = 40m3/s	40.00	125.12	126.54		126.56	0.000322	0.72	55.22	45.38	0.21
Rio Lacramarca p	720	Q = 40m3/s	40.00	125.07	126.53		126.56	0.000277	0.69	57.63	45.02	0.20
Rio Lacramarca p	700	Q = 40m3/s	40.00	124.93	126.53		126.55	0.000238	0.67	59.87	44.23	0.18
Rio Lacramarca p	680	Q = 40m3/s	40.00	124.78	126.53		126.55	0.000178	0.62	64.41	42.53	0.16
Rio Lacramarca p	660	Q = 40m3/s	40.00	124.63	126.53		126.54	0.000135	0.57	69.99	42.52	0.14
Rio Lacramarca p	640	Q = 40m3/s	40.00	124.46	126.52		126.54	0.000113	0.55	72.90	41.08	0.13
Rio Lacramarca p	620	Q = 40m3/s	40.00	124.25	126.52		126.54	0.000104	0.55	72.77	38.15	0.13
Rio Lacramarca p	600	Q = 40m3/s	40.00	124.00	126.52		126.54	0.000131	0.54	73.58	46.59	0.14
Rio Lacramarca p	580	Q = 40m3/s	40.00	123.98	126.52		126.53	0.000157	0.54	73.41	52.93	0.15
Rio Lacramarca p	560	Q = 40m3/s	40.00	124.12	126.51		126.53	0.000155	0.59	67.53	42.15	0.15
Rio Lacramarca p	540	Q = 40m3/s	40.00	124.19	126.50		126.53	0.000179	0.65	61.14	36.90	0.16
Rio Lacramarca p	520	Q = 40m3/s	40.00	124.18	126.50		126.52	0.000165	0.67	59.28	32.30	0.16
Rio Lacramarca p	500	Q = 40m3/s	40.00	124.17	126.50		126.52	0.000166	0.67	59.28	32.48	0.16
Rio Lacramarca p	480	Q = 40m3/s	40.00	124.23	126.48		126.51	0.000263	0.82	48.59	27.59	0.20
Rio Lacramarca p	460	Q = 40m3/s	40.00	124.33	126.44		126.50	0.000519	1.10	36.31	21.81	0.27
Rio Lacramarca p	440	Q = 40m3/s	40.00	124.31	126.42		126.49	0.000700	1.20	33.47	22.23	0.31

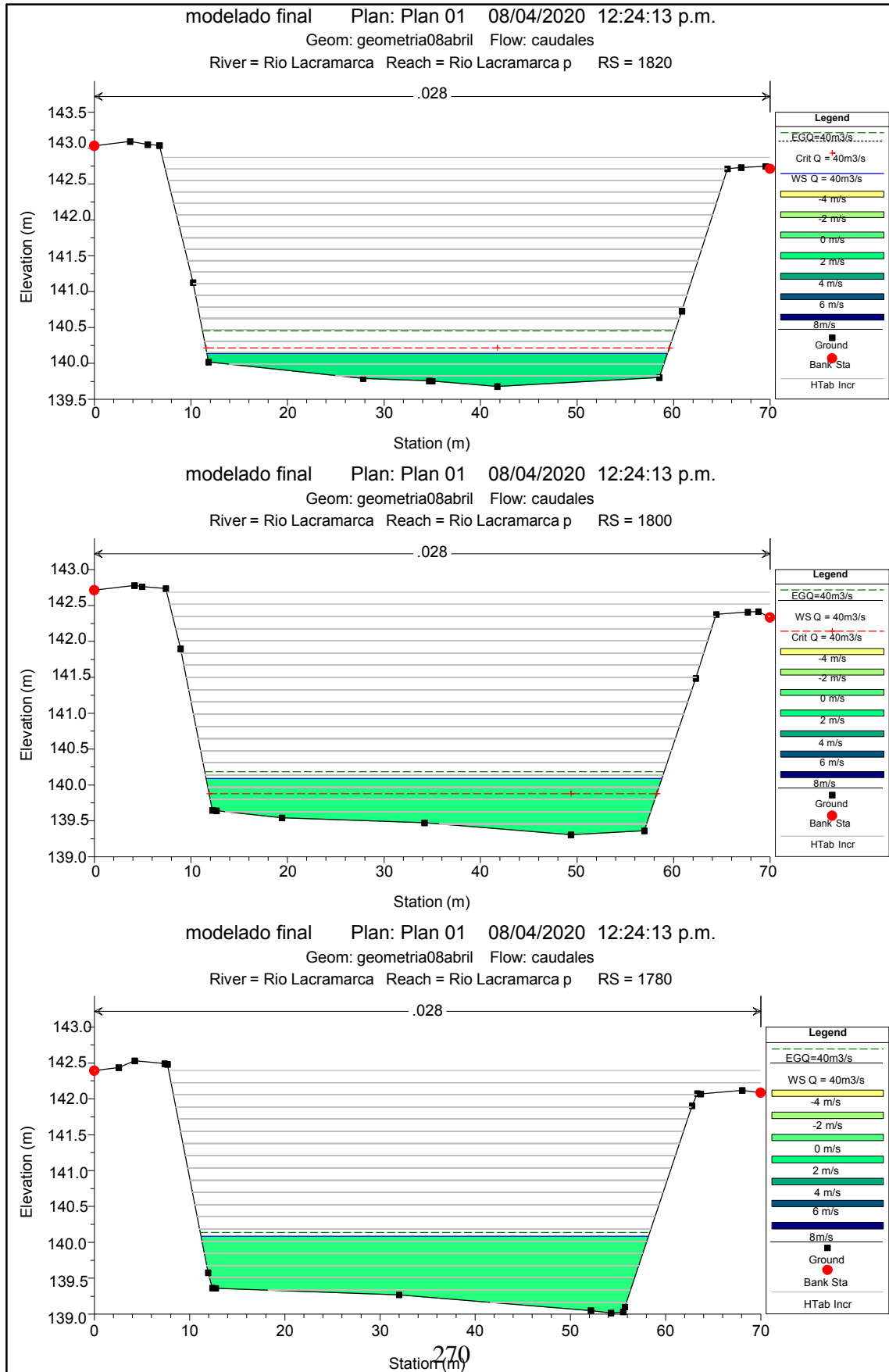
HEC-RAS Plan: Rio Lacramarca Tesis River: Rio Lacramarca Reach: Rio Lacramarca p Profile: Q = 40m3/s (Continued)

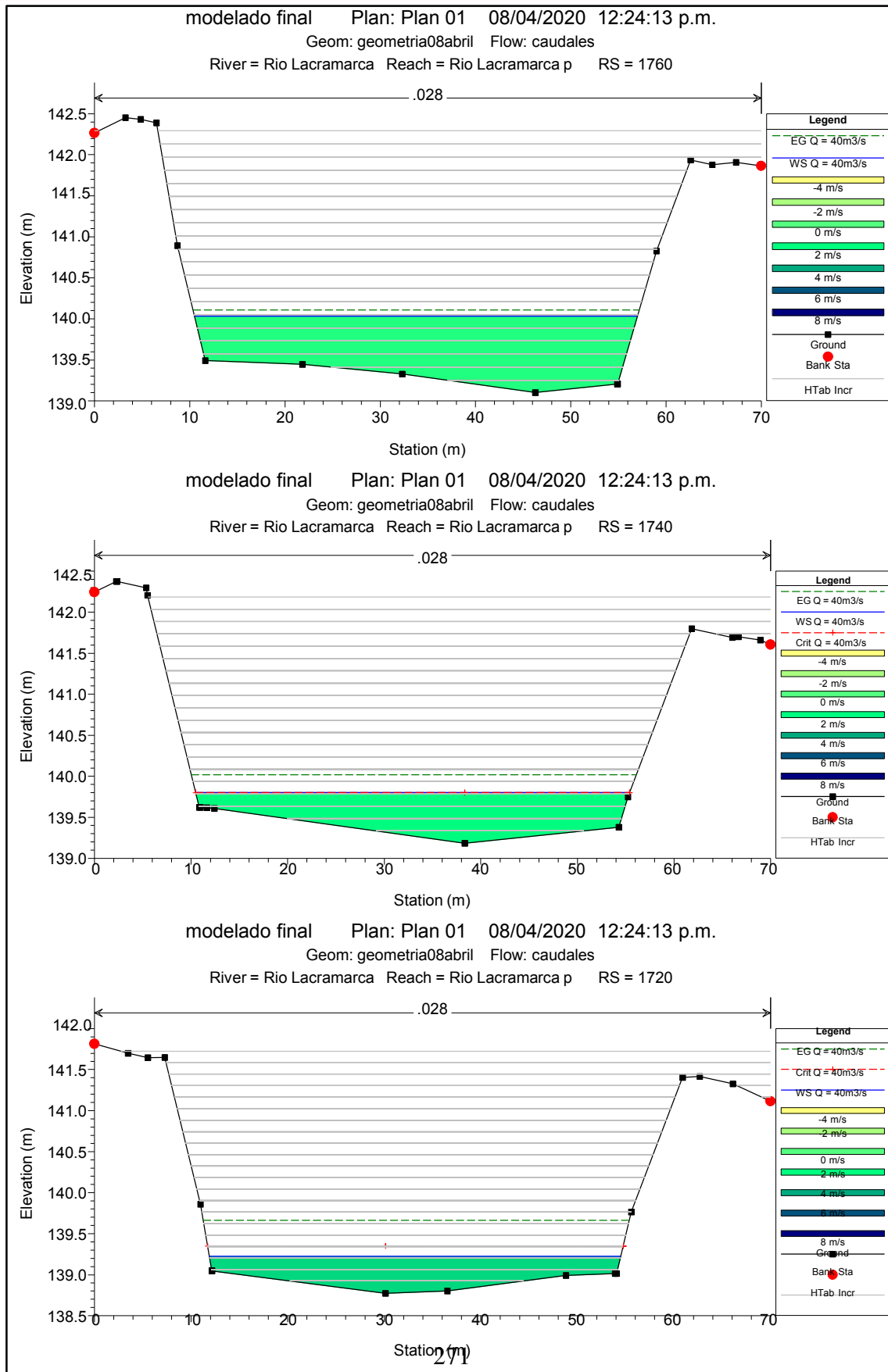
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio Lacramarca p	420	Q = 40m3/s	40.00	124.17	126.41		126.47	0.000745	1.04	38.34	33.32	0.31
Rio Lacramarca p	400	Q = 40m3/s	40.00	124.04	126.41		126.45	0.000518	0.93	43.17	34.09	0.26
Rio Lacramarca p	380	Q = 40m3/s	40.00	124.28	126.38		126.44	0.000490	1.09	36.54	21.19	0.27
Rio Lacramarca p	360	Q = 40m3/s	40.00	124.69	126.29		126.42	0.001388	1.57	25.43	18.83	0.43
Rio Lacramarca p	340	Q = 40m3/s	40.00	124.94	125.92	125.92	126.33	0.008635	2.86	13.99	16.94	1.01
Rio Lacramarca p	320	Q = 40m3/s	40.00	124.70	125.59	125.59	125.98	0.008750	2.76	14.51	18.98	1.01
Rio Lacramarca p	300	Q = 40m3/s	40.00	124.46	125.30	125.30	125.66	0.008906	2.66	15.05	21.17	1.01
Rio Lacramarca p	280	Q = 40m3/s	40.00	124.06	124.87	124.87	125.22	0.008939	2.64	15.16	21.62	1.01
Rio Lacramarca p	260	Q = 40m3/s	40.00	123.53	124.40	124.40	124.76	0.008877	2.68	14.94	20.70	1.01
Rio Lacramarca p	240	Q = 40m3/s	40.00	123.02	123.93	123.93	124.30	0.008838	2.72	14.70	19.77	1.01
Rio Lacramarca p	220	Q = 40m3/s	40.00	122.60	123.46	123.46	123.84	0.008825	2.72	14.71	19.78	1.01
Rio Lacramarca p	200	Q = 40m3/s	40.00	122.18	123.01	123.01	123.39	0.008815	2.72	14.71	19.71	1.01
Rio Lacramarca p	180	Q = 40m3/s	40.00	121.59	122.46	122.46	122.85	0.008759	2.76	14.47	18.80	1.01
Rio Lacramarca p	160	Q = 40m3/s	40.00	120.98	121.89	121.89	122.30	0.008685	2.81	14.25	17.95	1.01
Rio Lacramarca p	140	Q = 40m3/s	40.00	120.55	121.81		121.99	0.002774	1.91	20.90	19.78	0.59
Rio Lacramarca p	120	Q = 40m3/s	40.00	120.60	121.77		121.93	0.002605	1.80	22.26	22.19	0.57
Rio Lacramarca p	100	Q = 40m3/s	40.00	120.64	121.72		121.88	0.002769	1.76	22.77	24.68	0.58
Rio Lacramarca p	80	Q = 40m3/s	40.00	120.62	121.64		121.81	0.003346	1.87	21.44	24.49	0.64
Rio Lacramarca p	60	Q = 40m3/s	40.00	120.58	121.46		121.72	0.005906	2.26	17.70	23.30	0.83
Rio Lacramarca p	40	Q = 40m3/s	40.00	120.45	121.22	121.22	121.57	0.008980	2.61	15.35	22.43	1.01
Rio Lacramarca p	20	Q = 40m3/s	40.00	120.18	121.00	121.00	121.35	0.008955	2.62	15.26	22.07	1.01

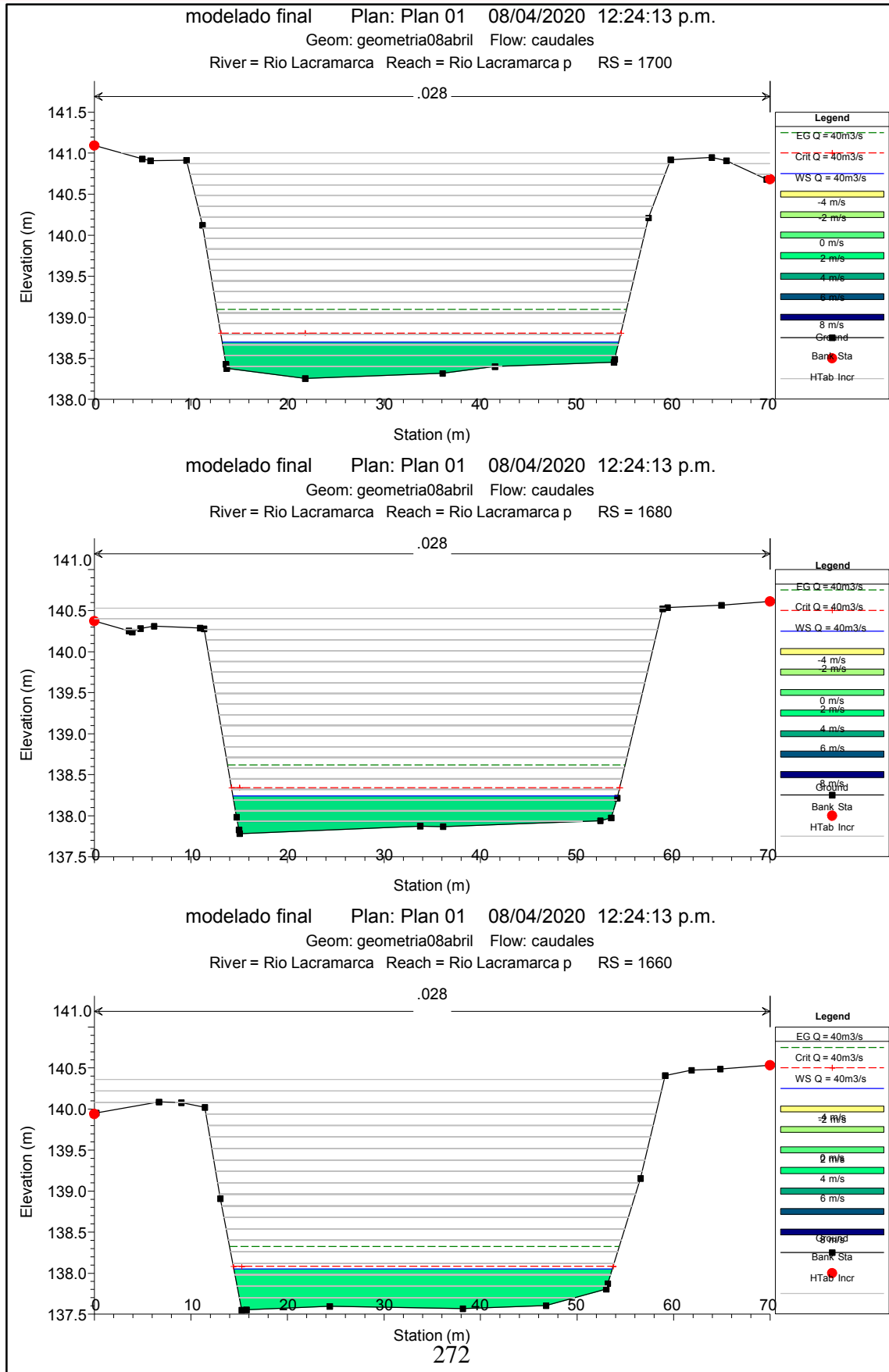


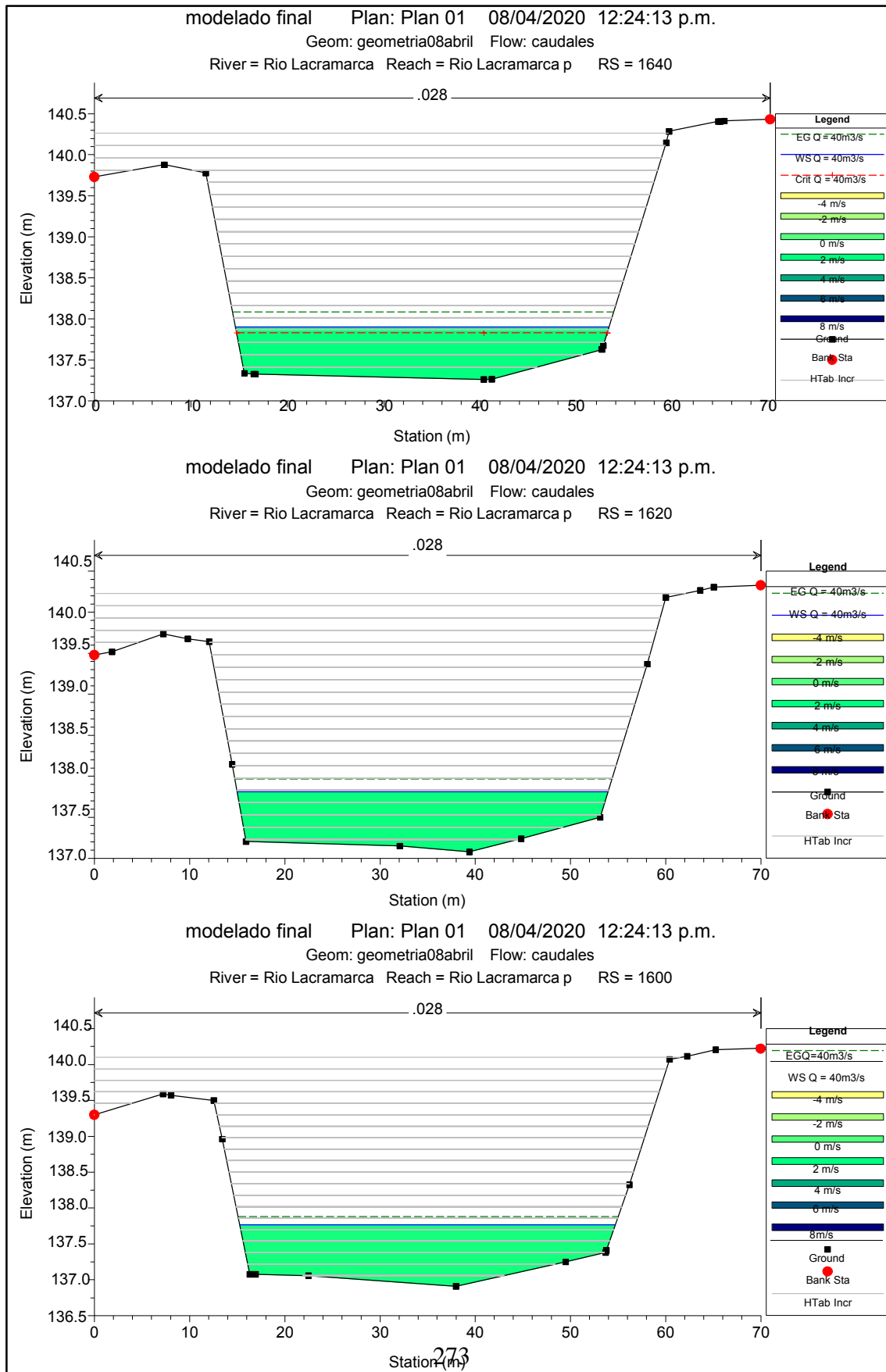


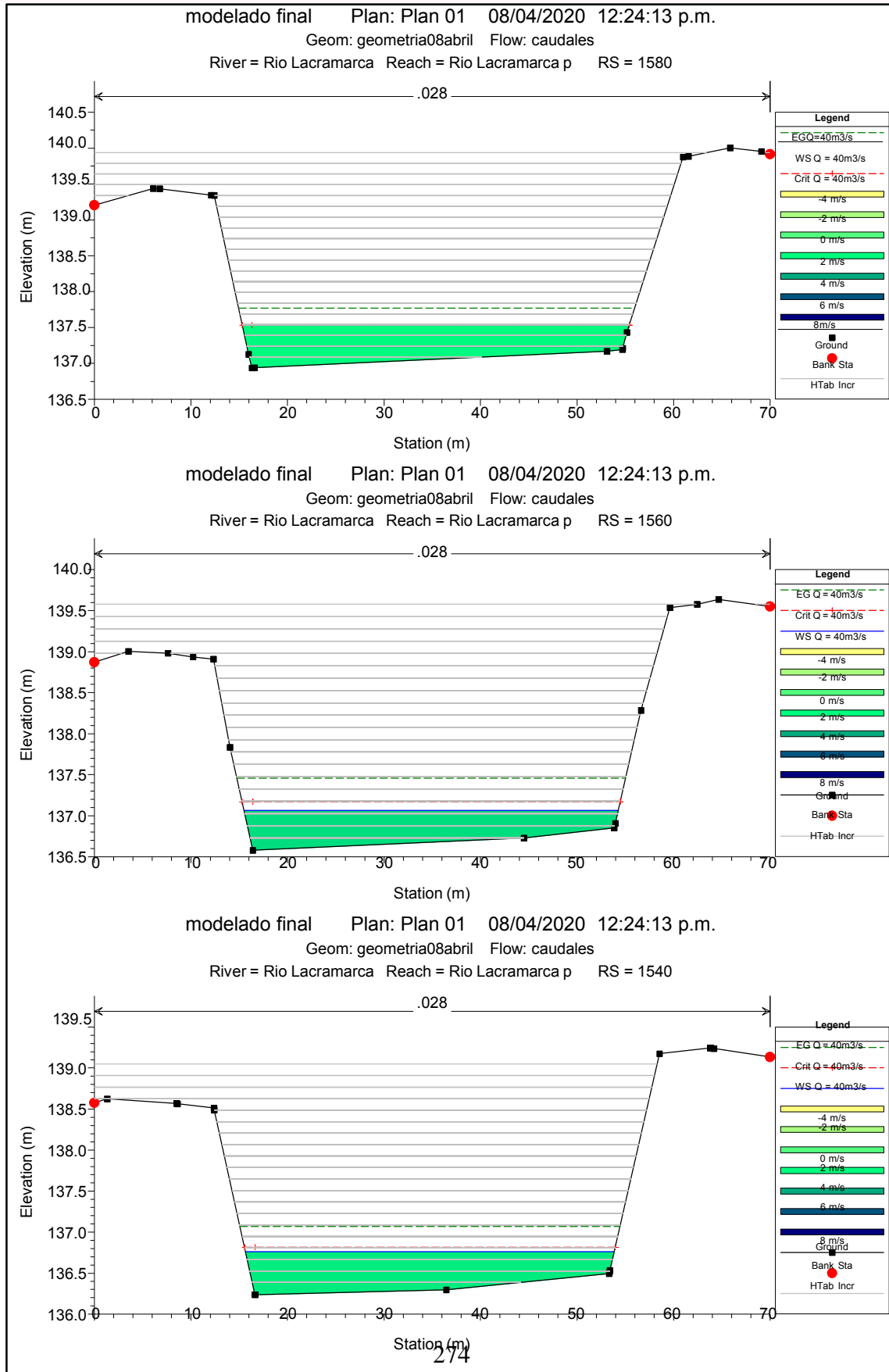


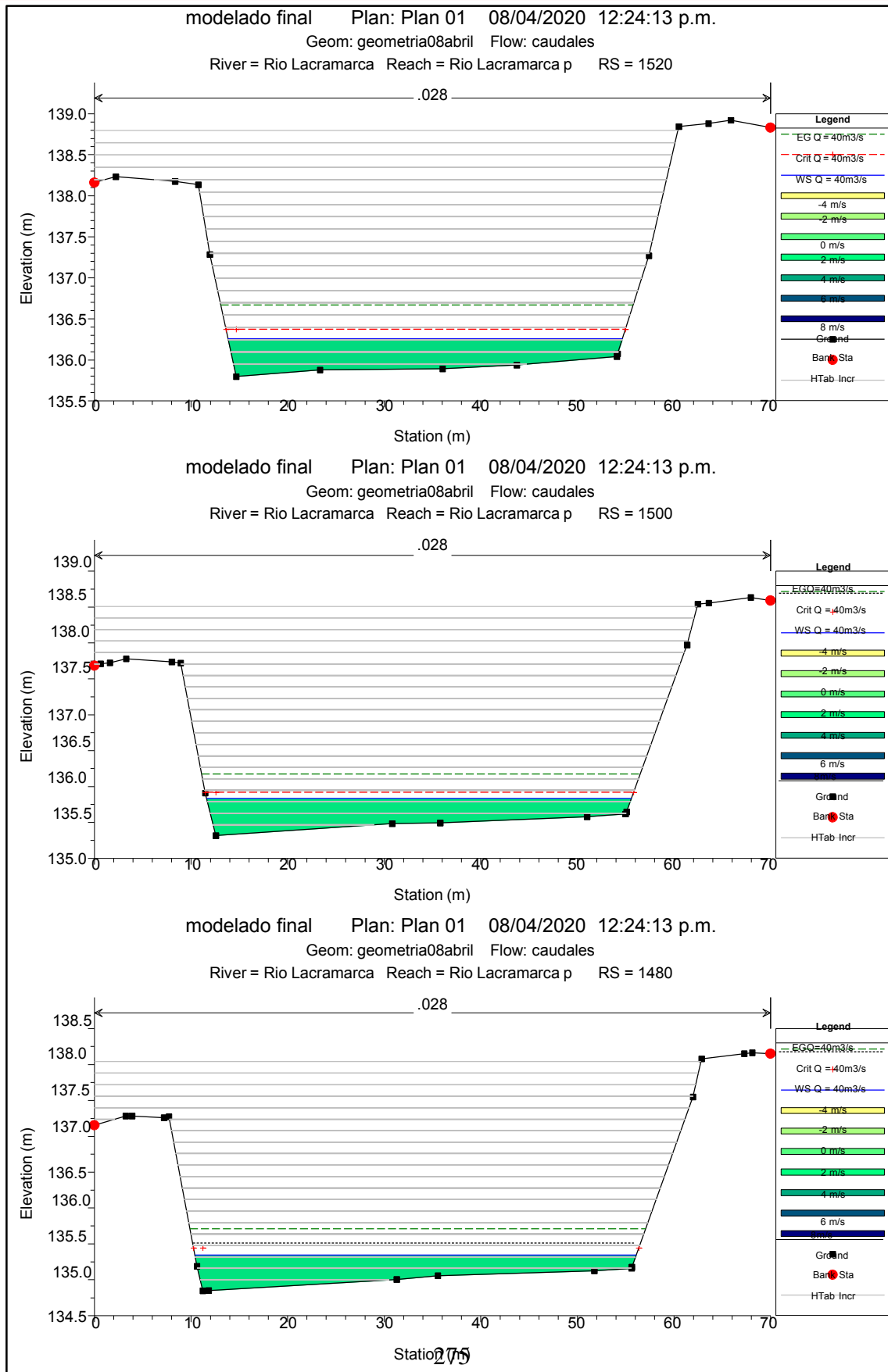


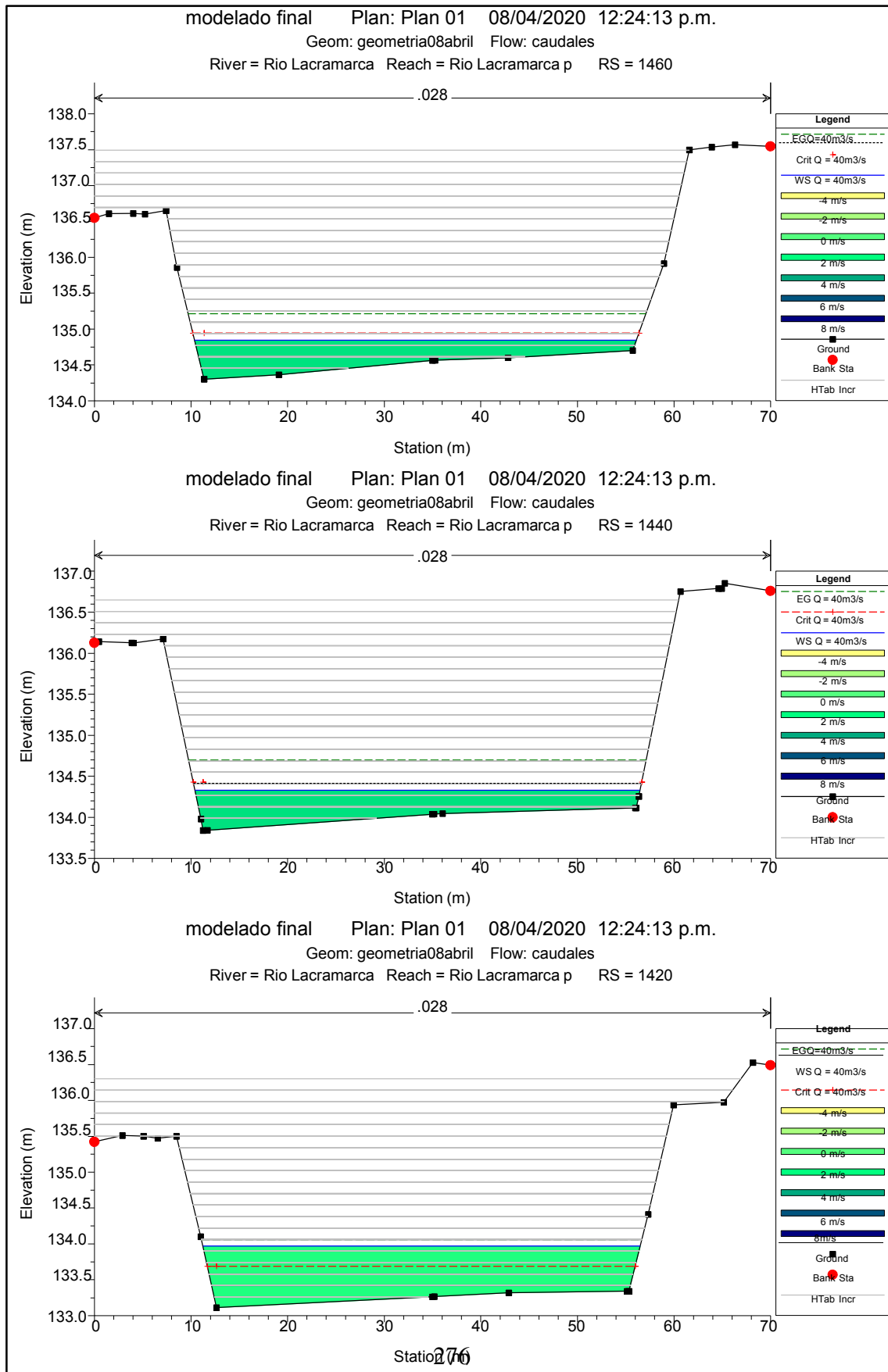


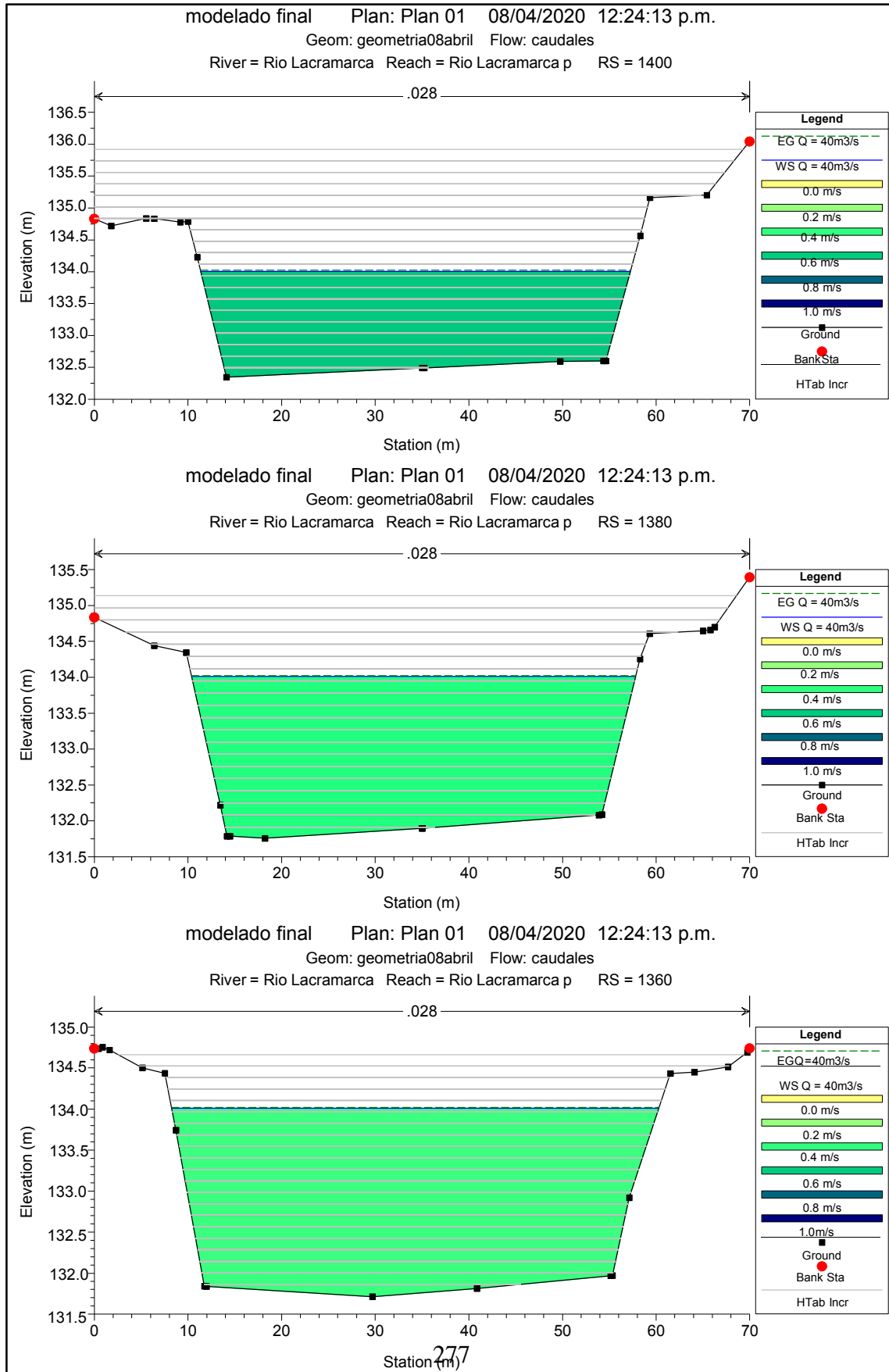




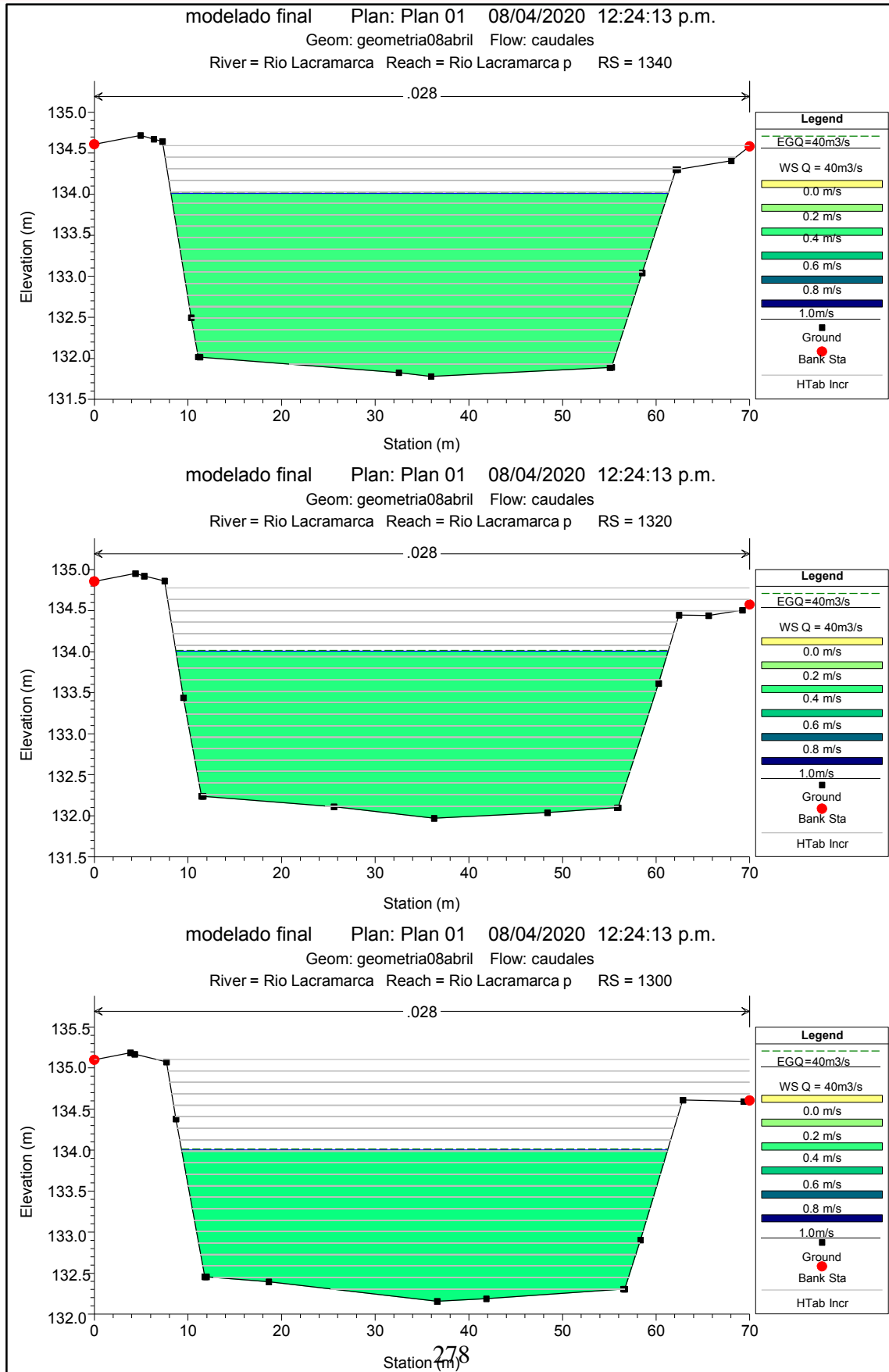


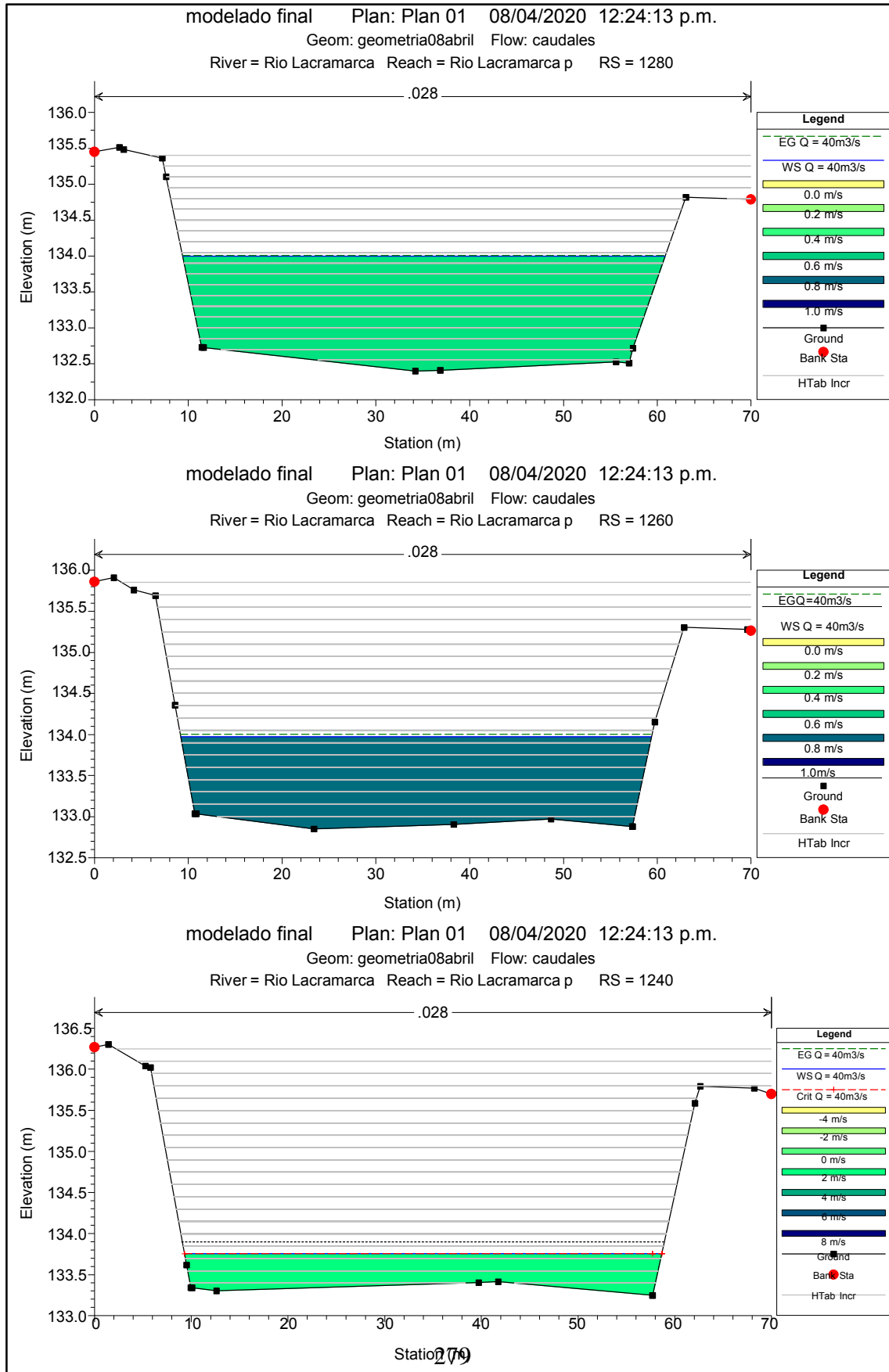


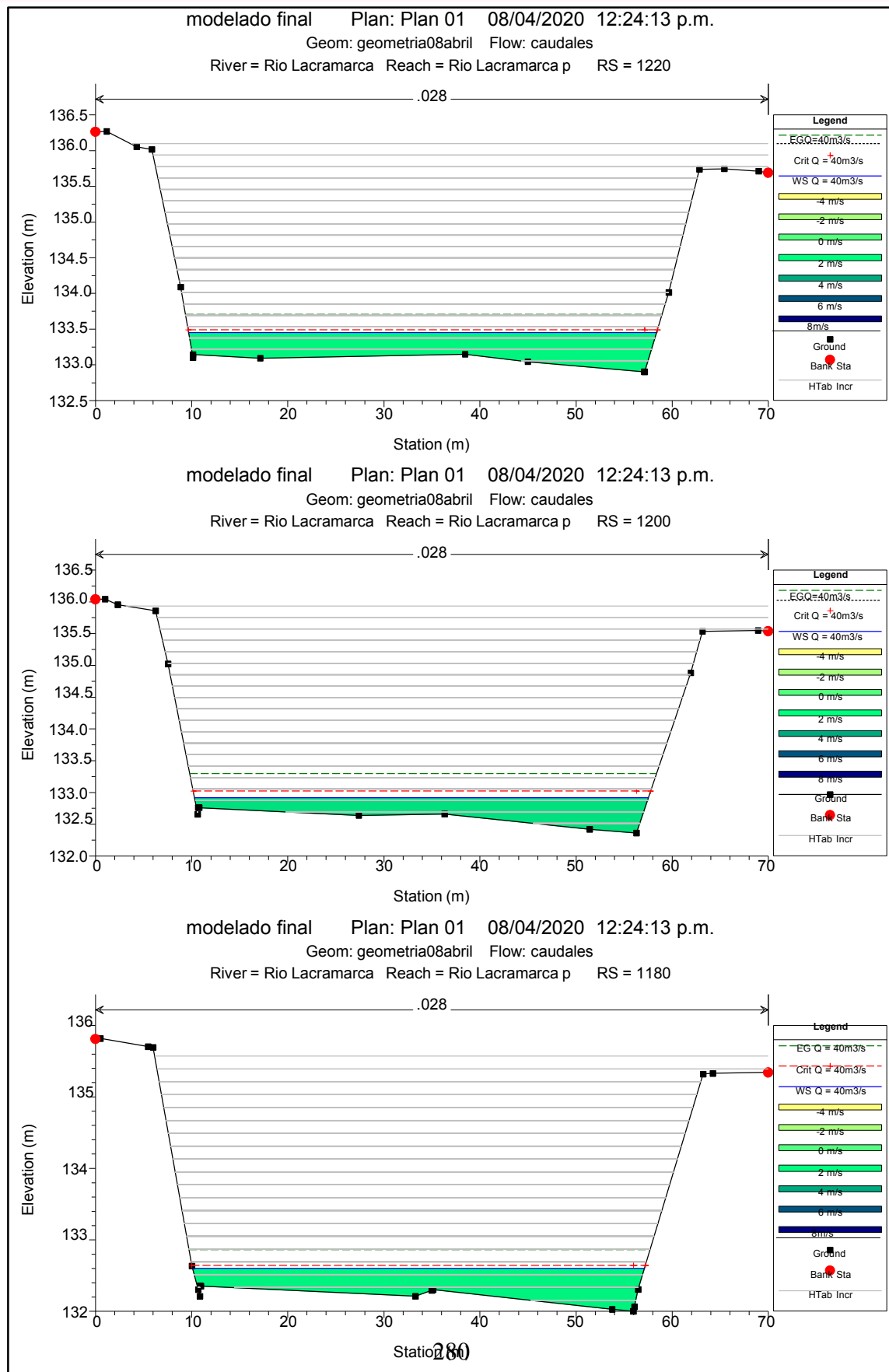


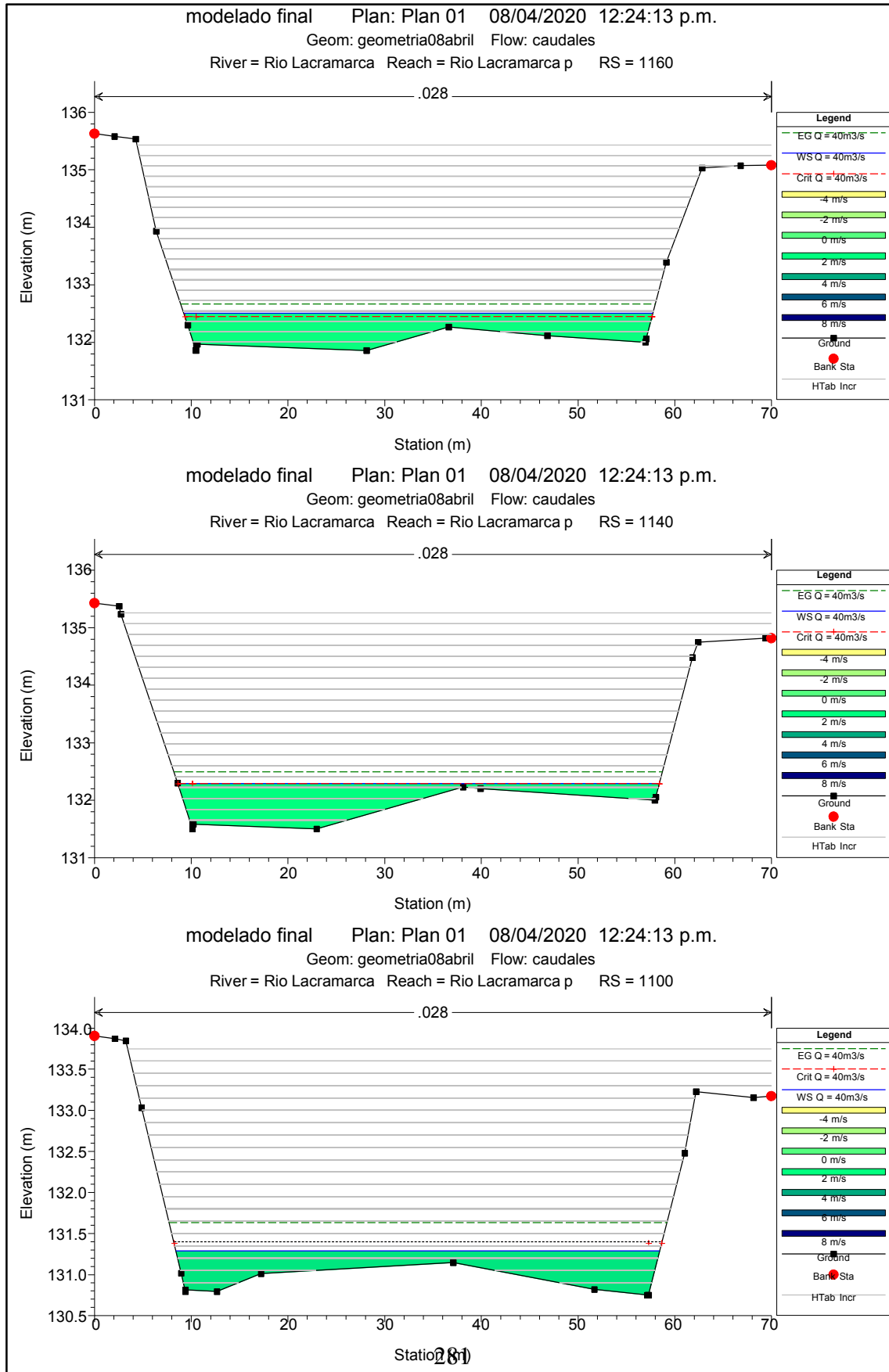


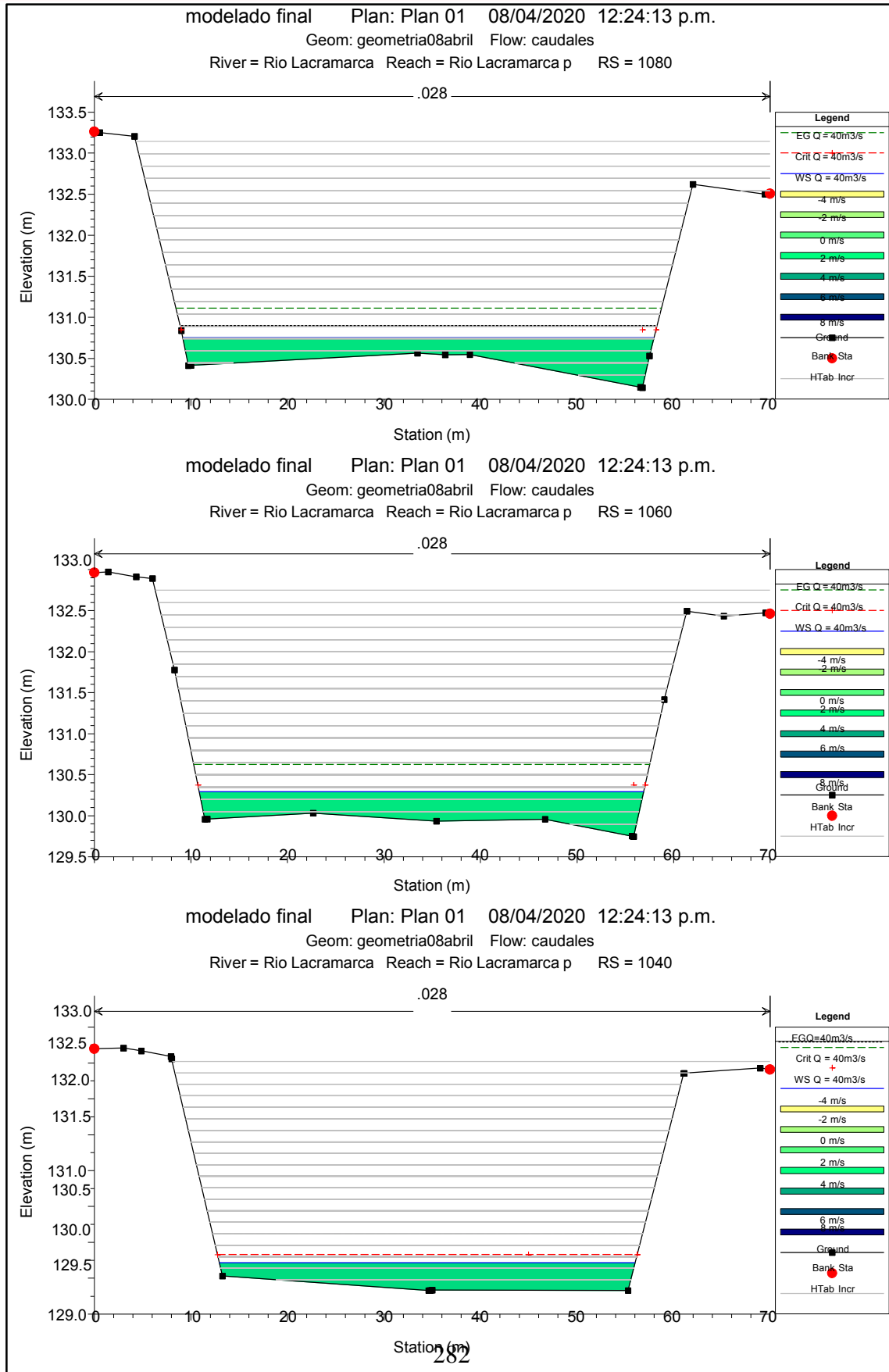
277

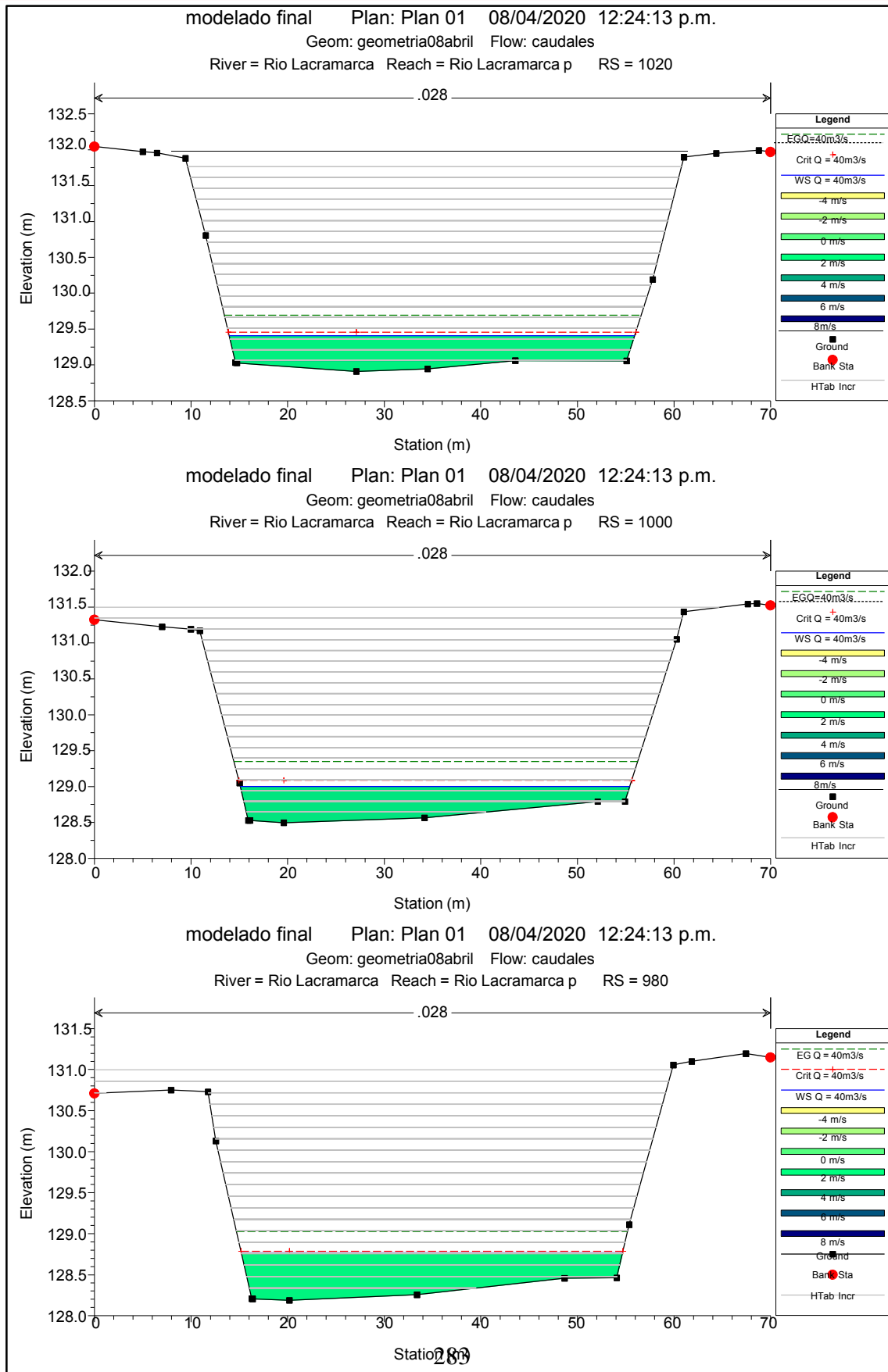


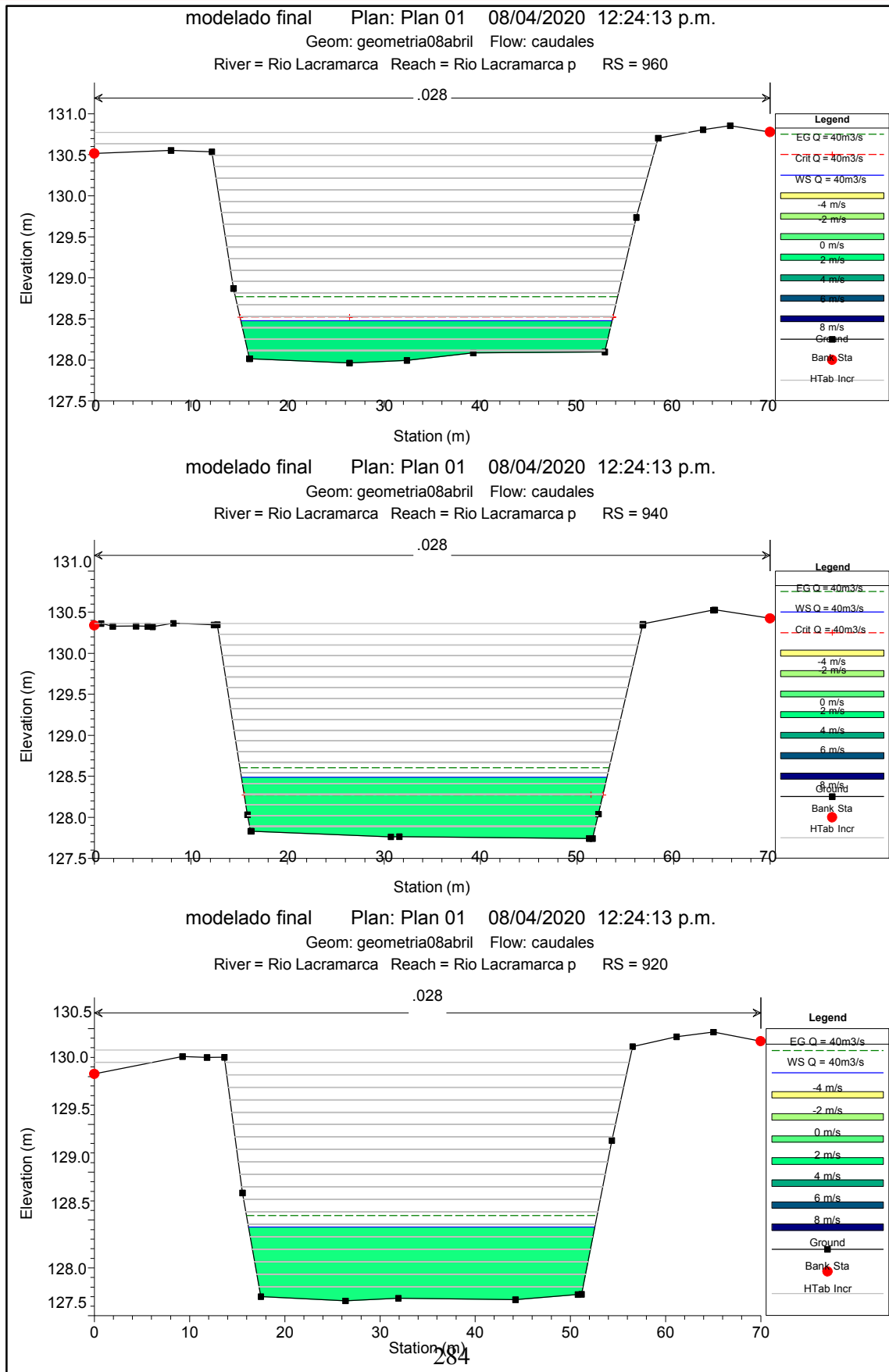


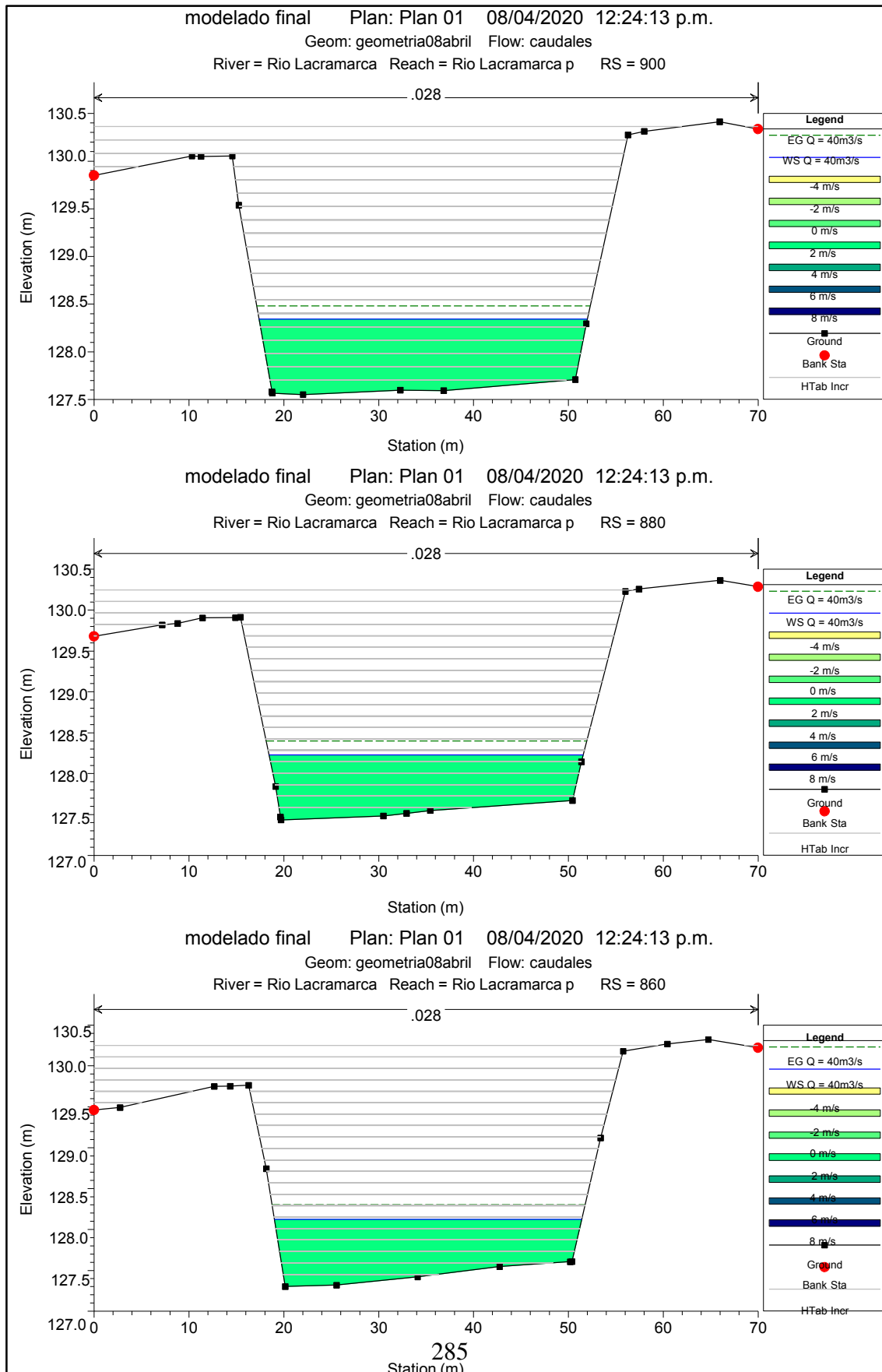


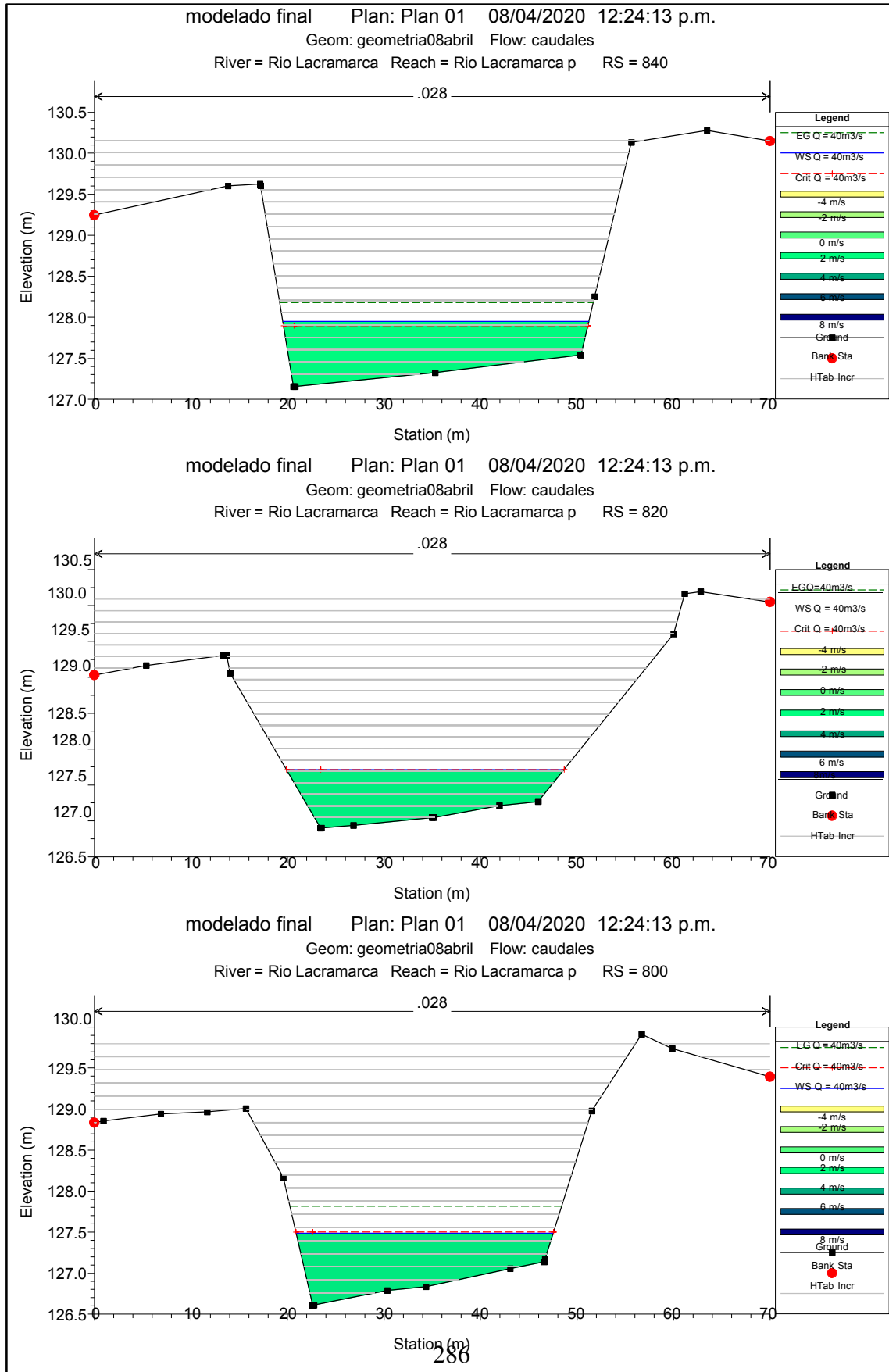




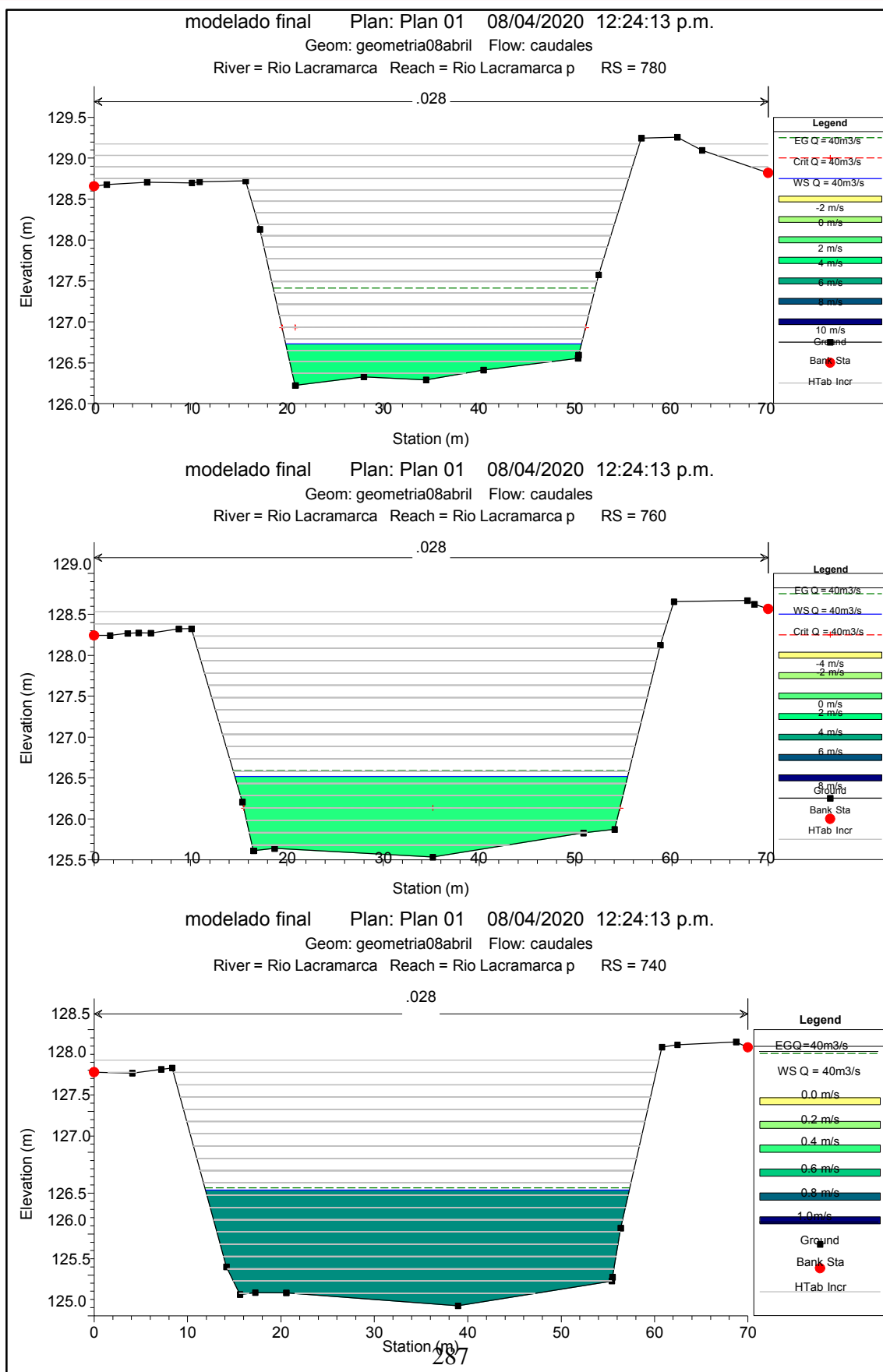


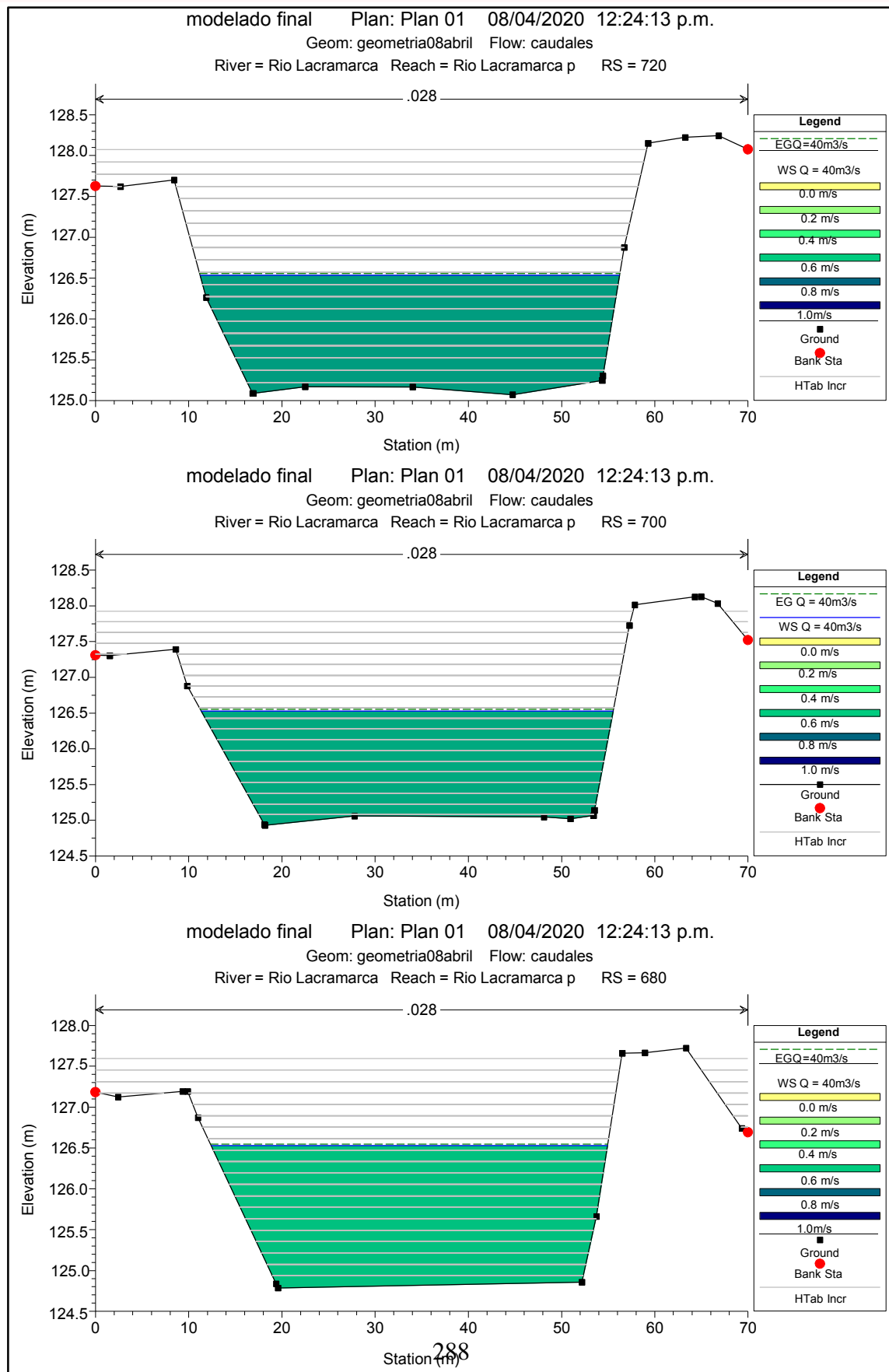


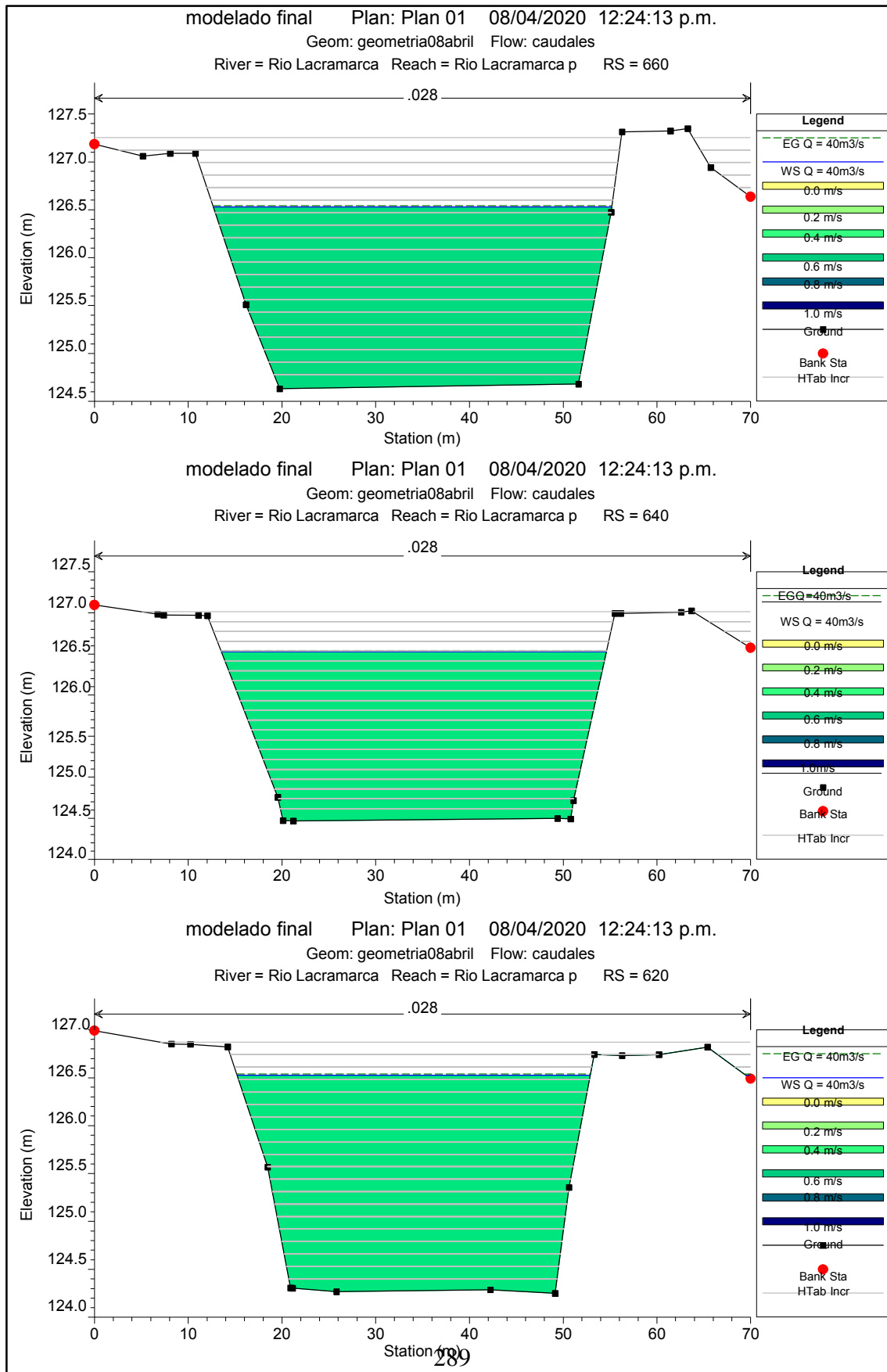


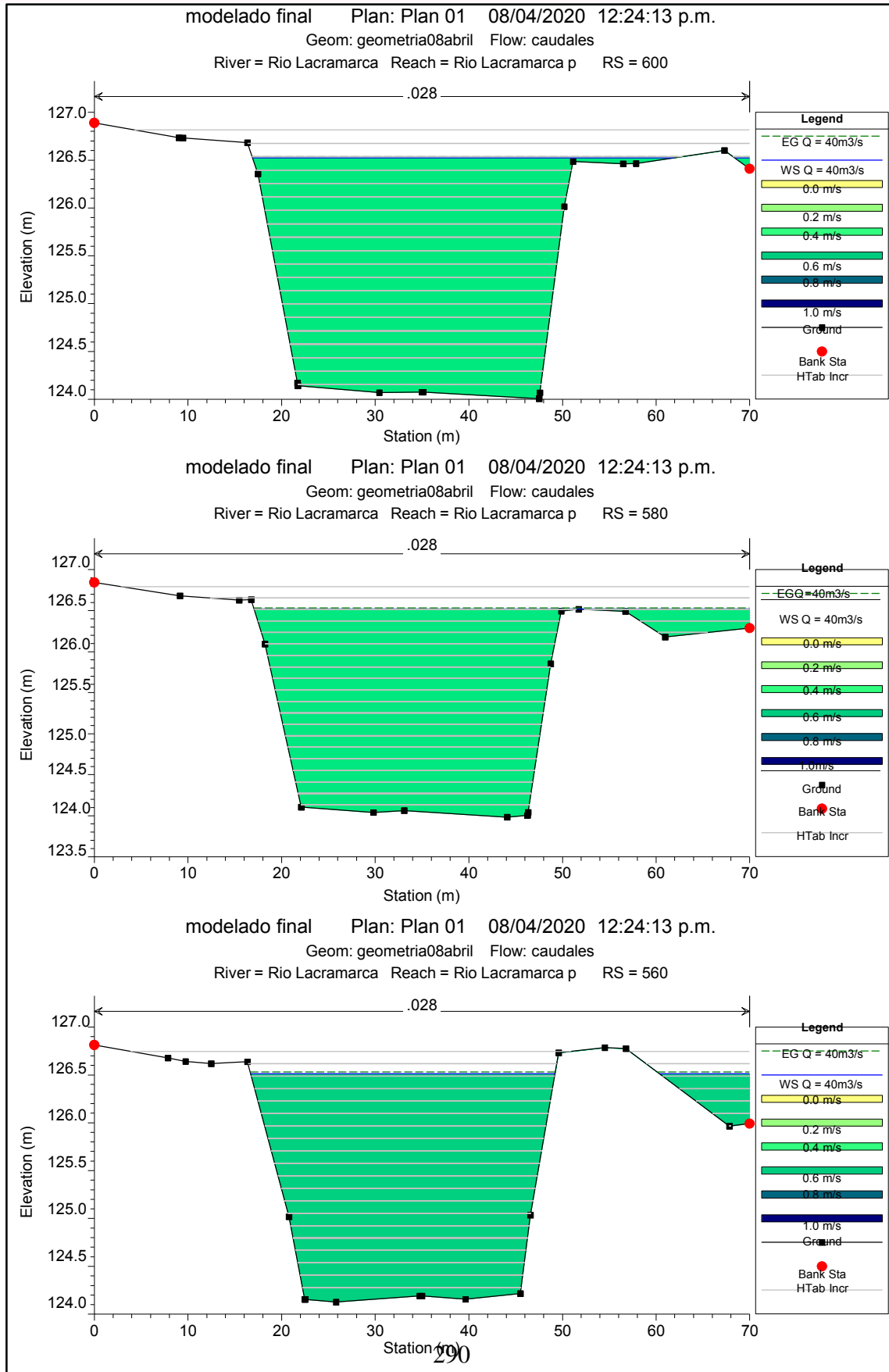


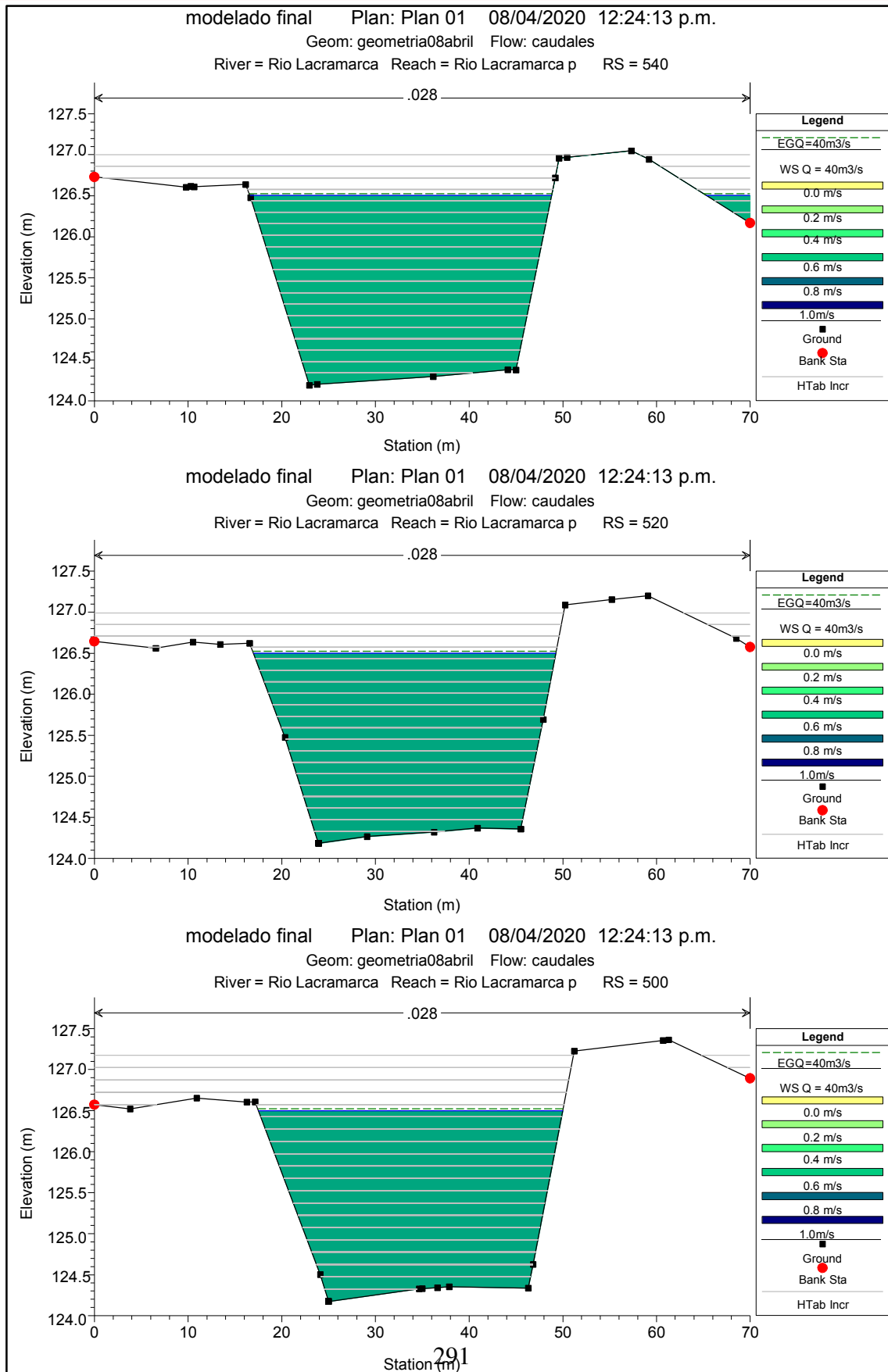
280

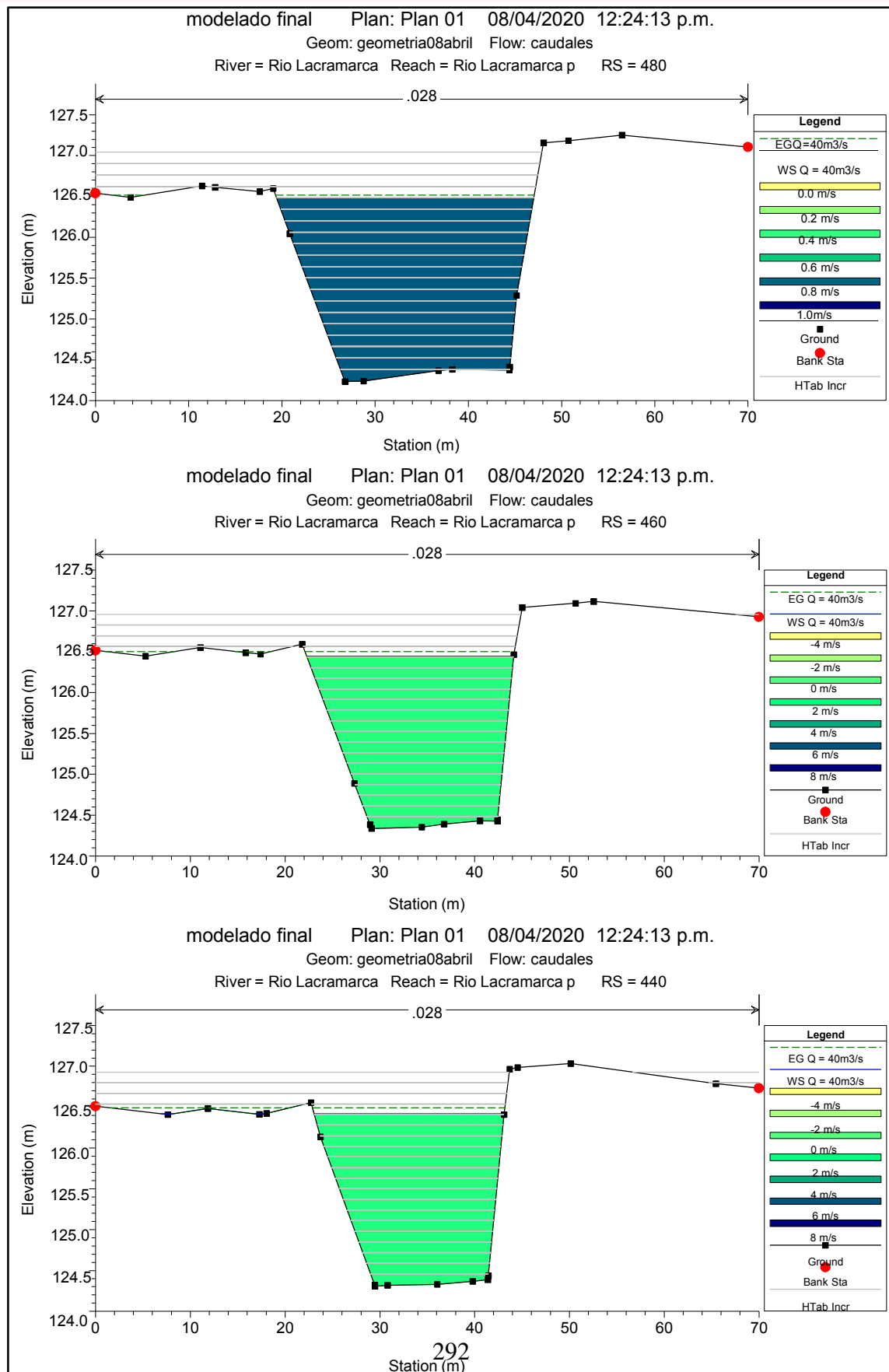


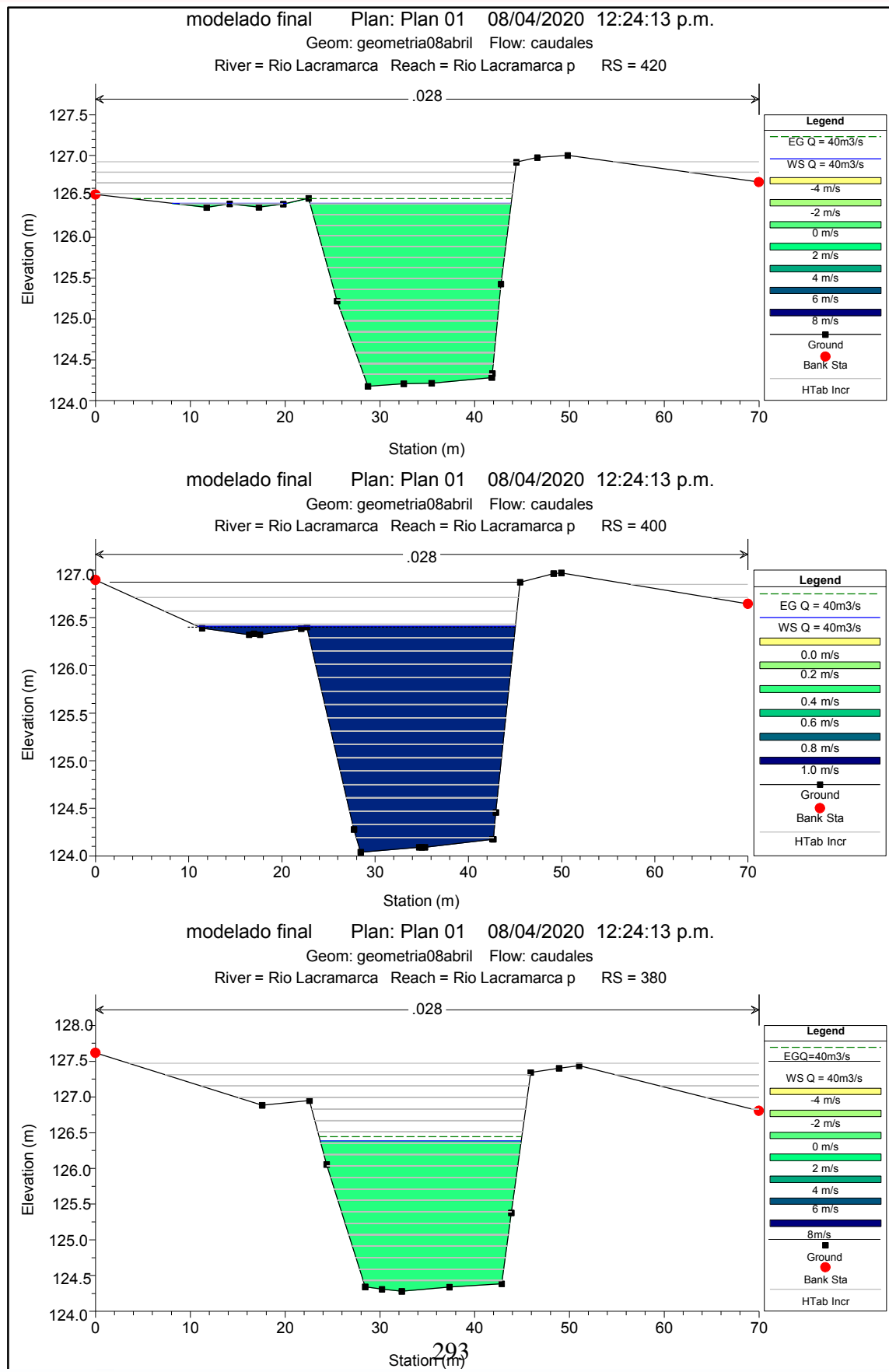


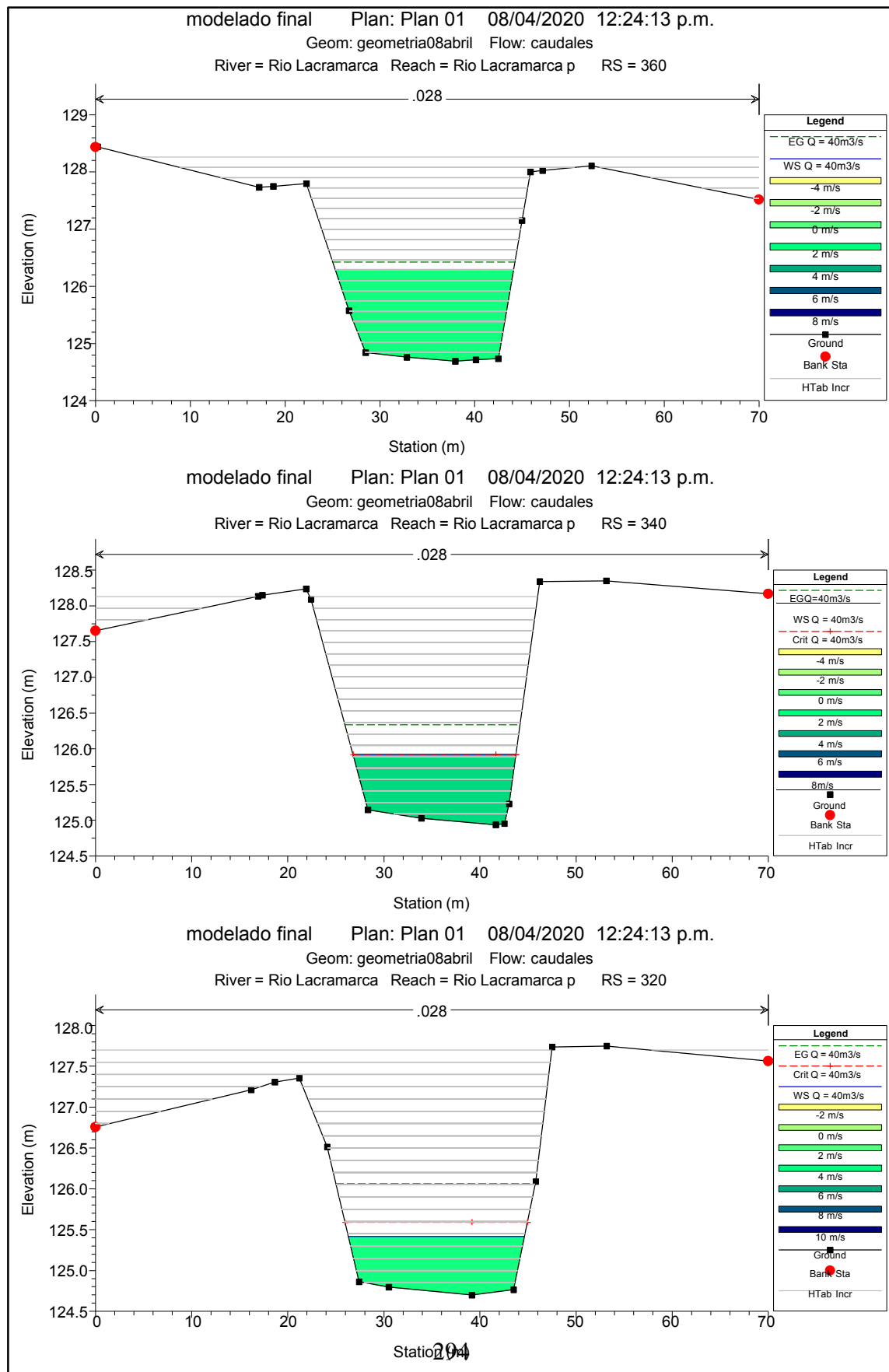


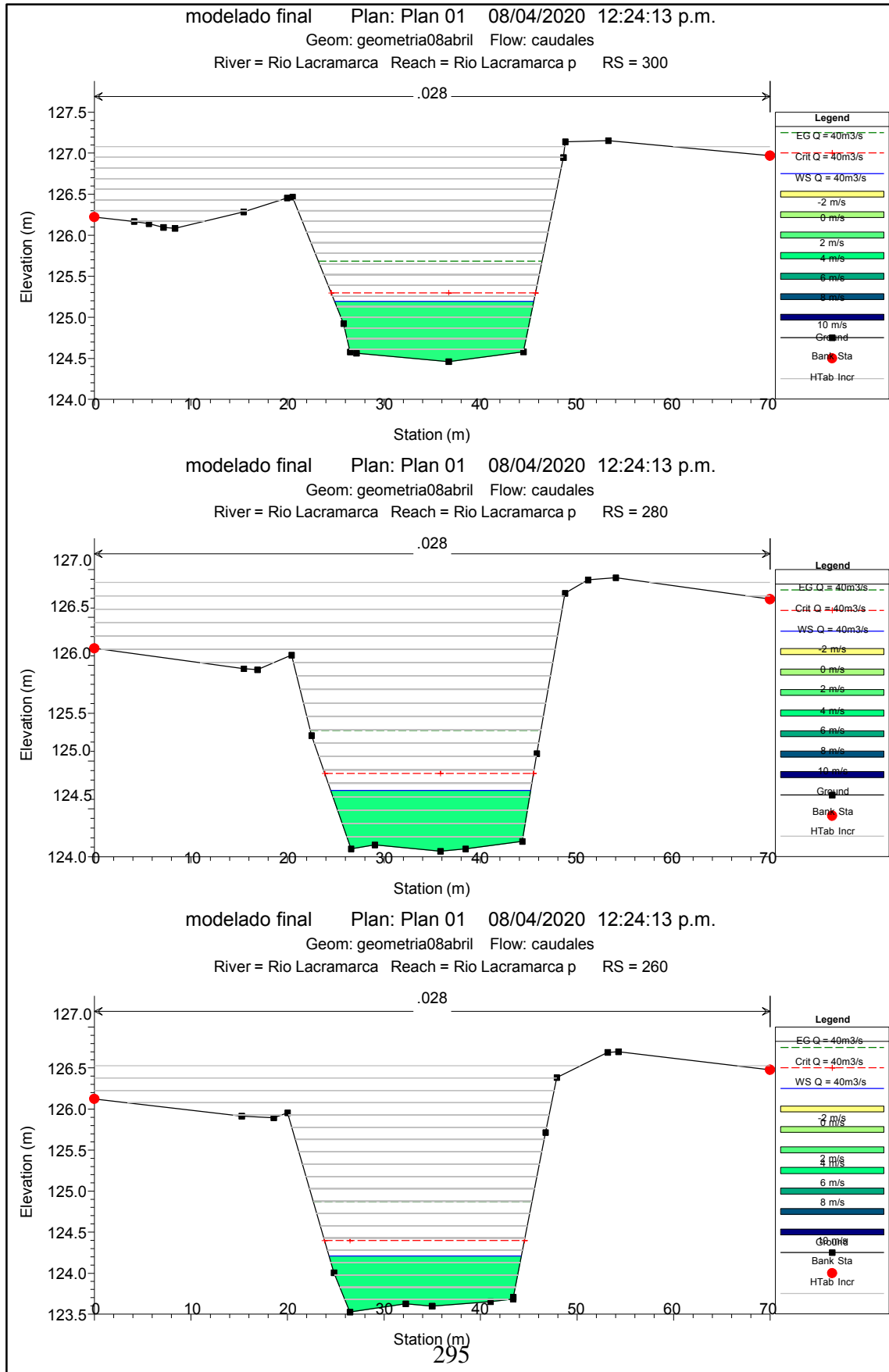


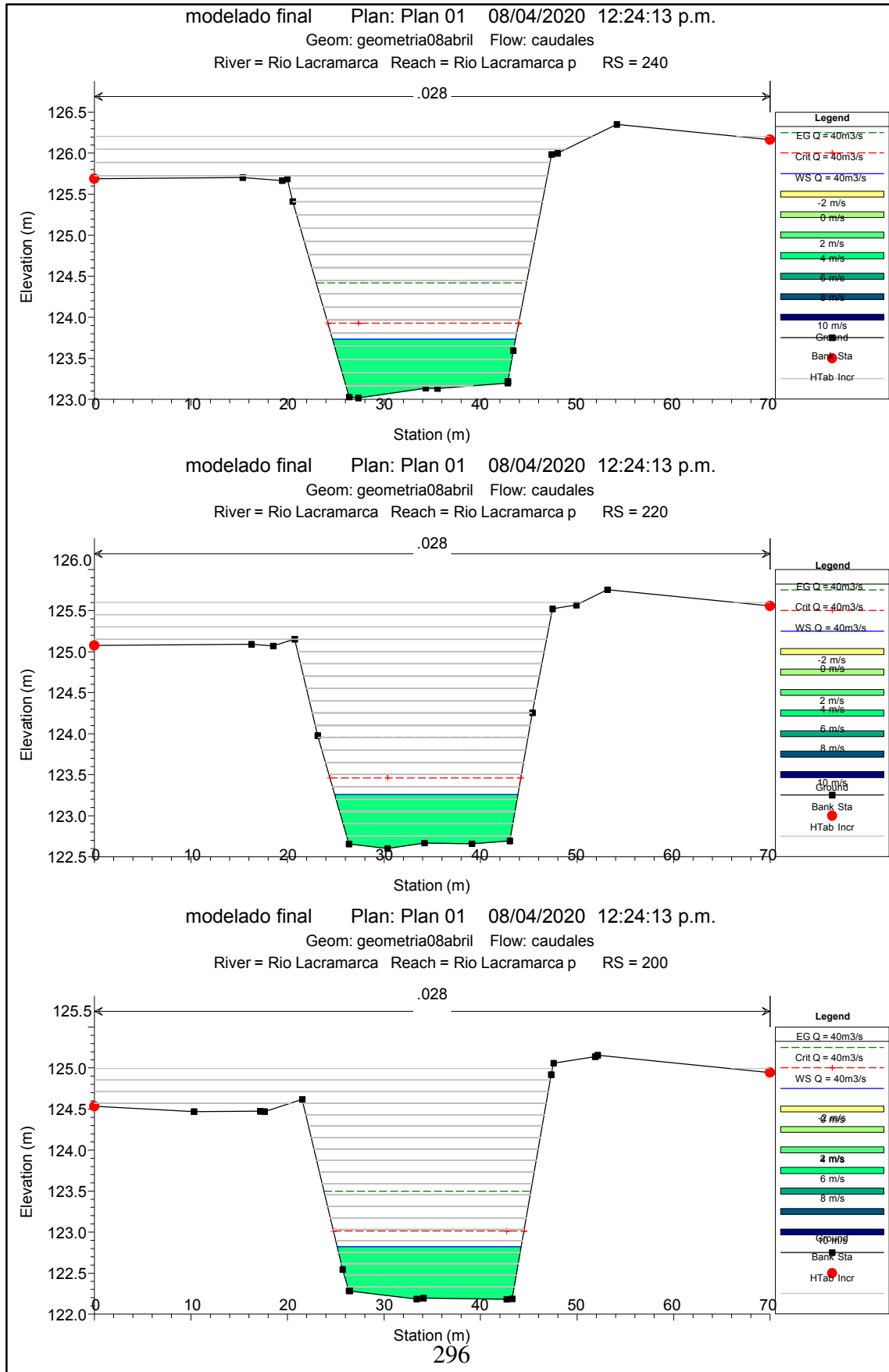


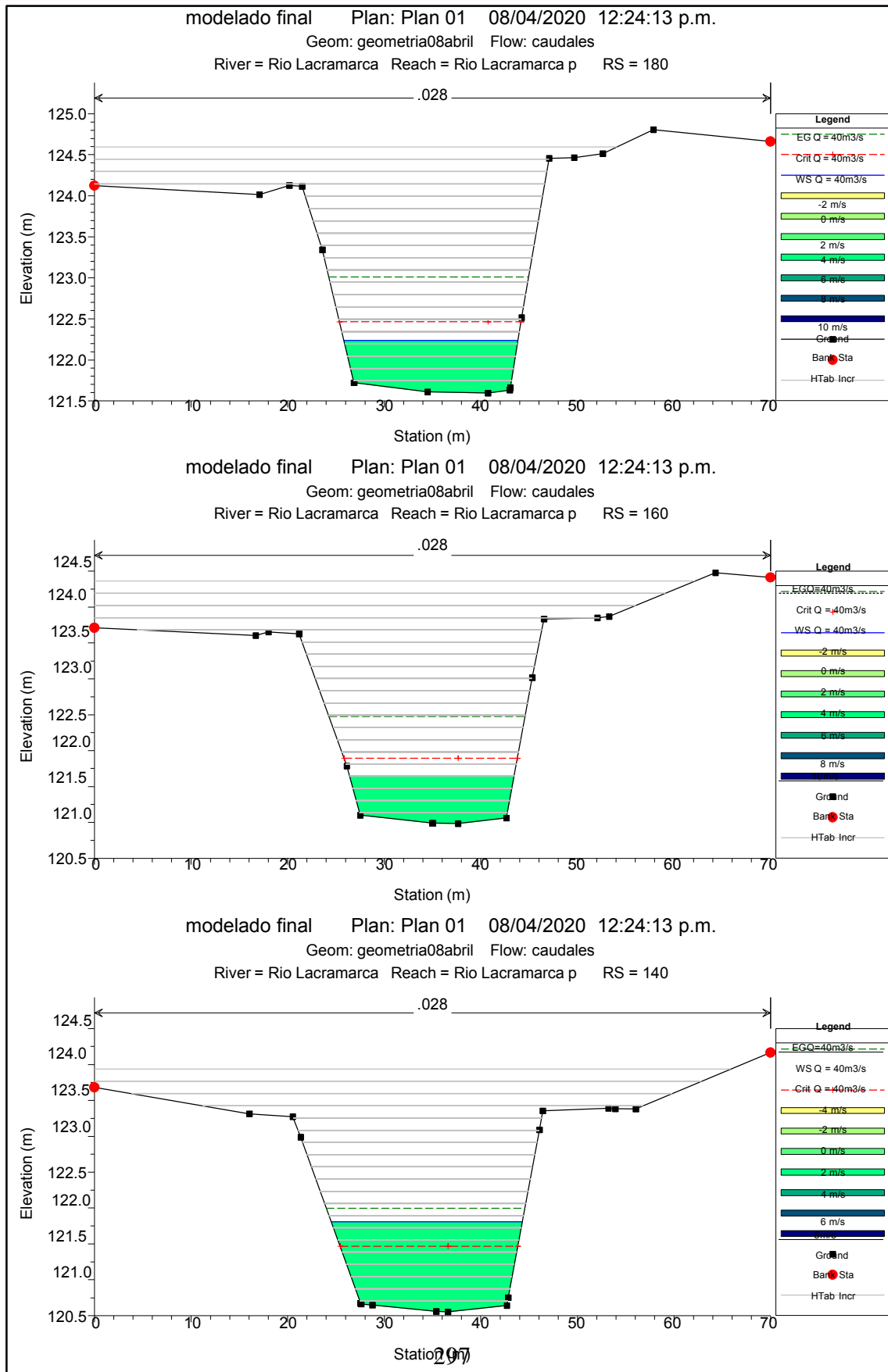


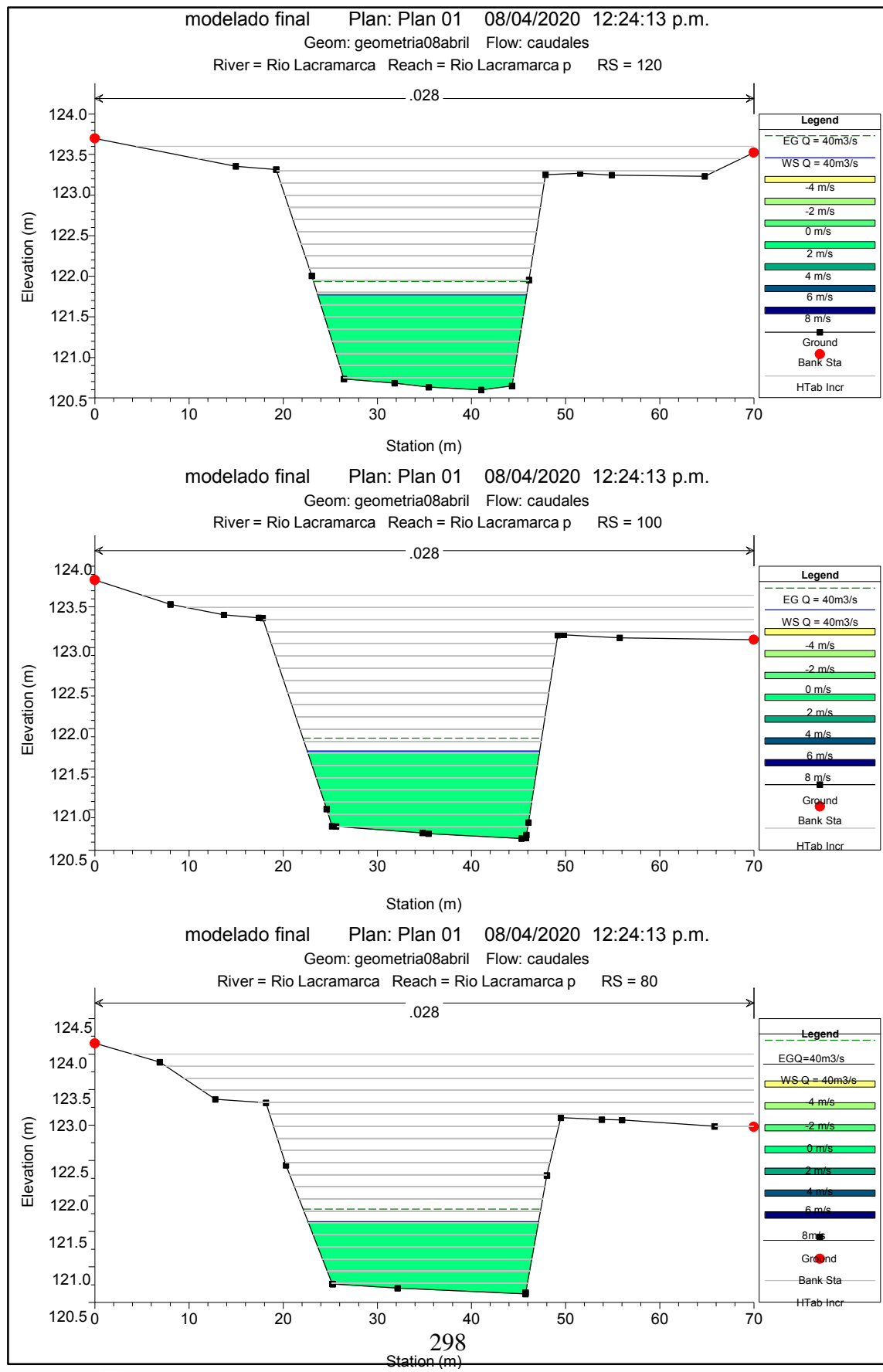


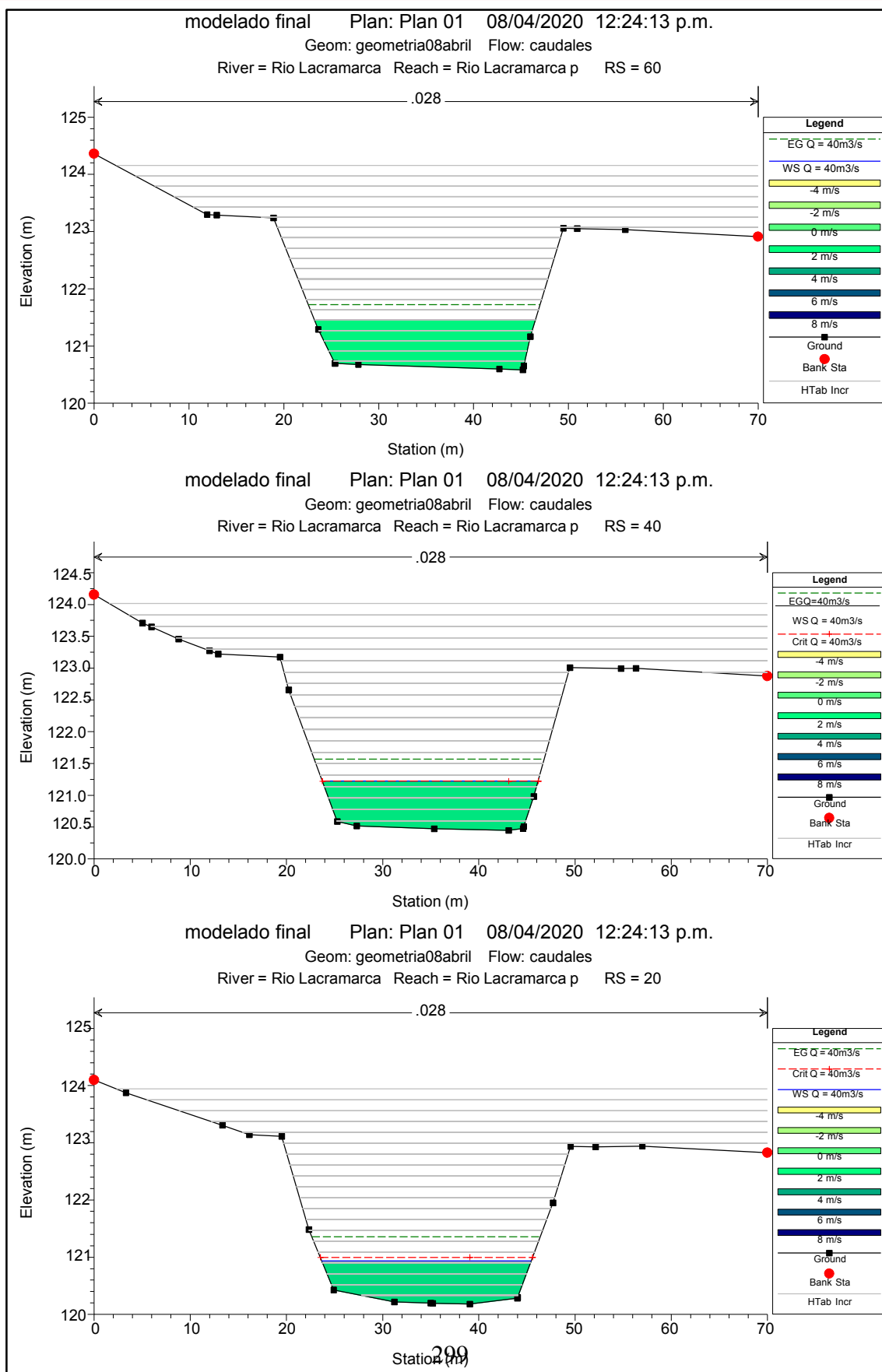


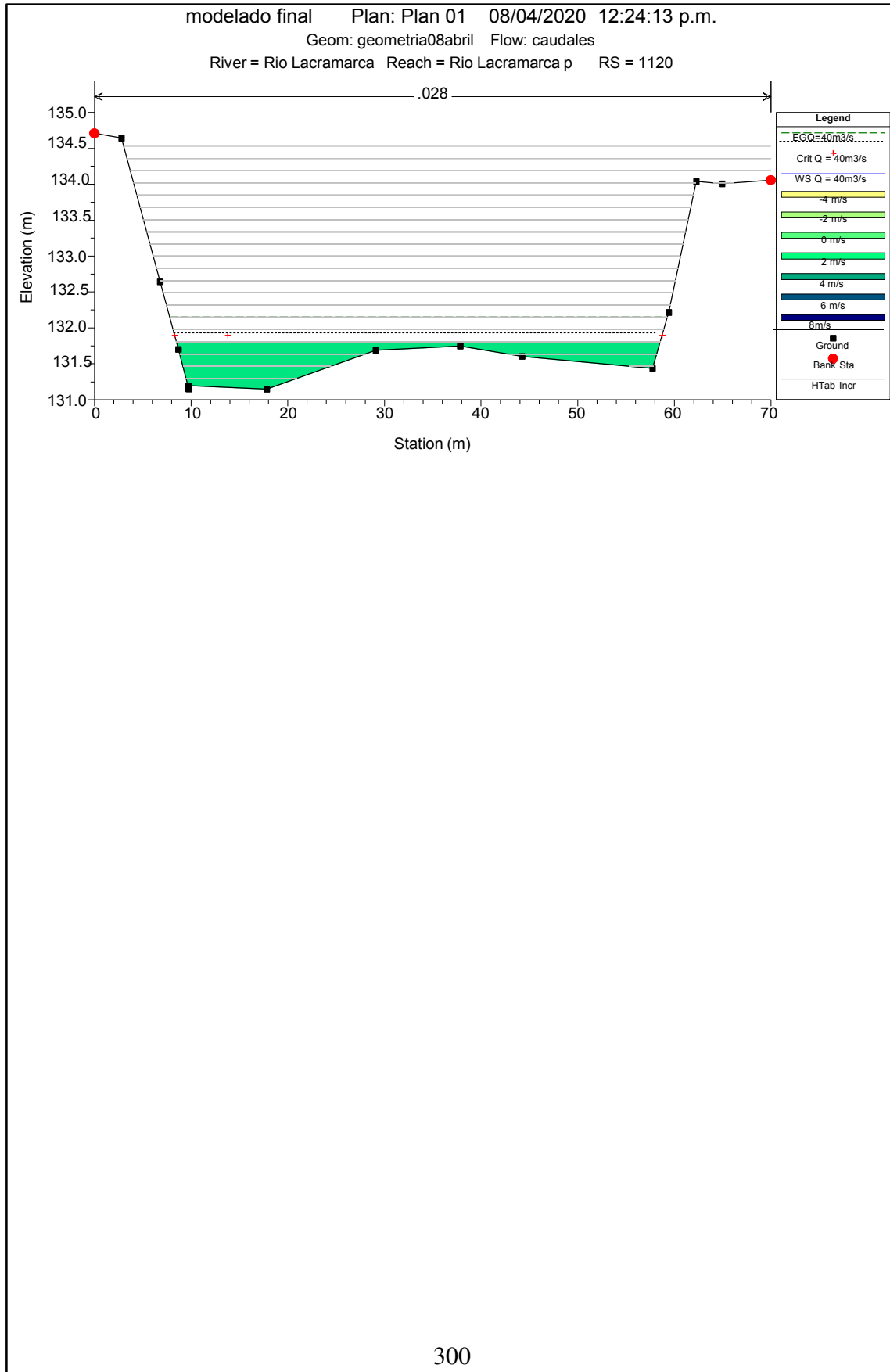






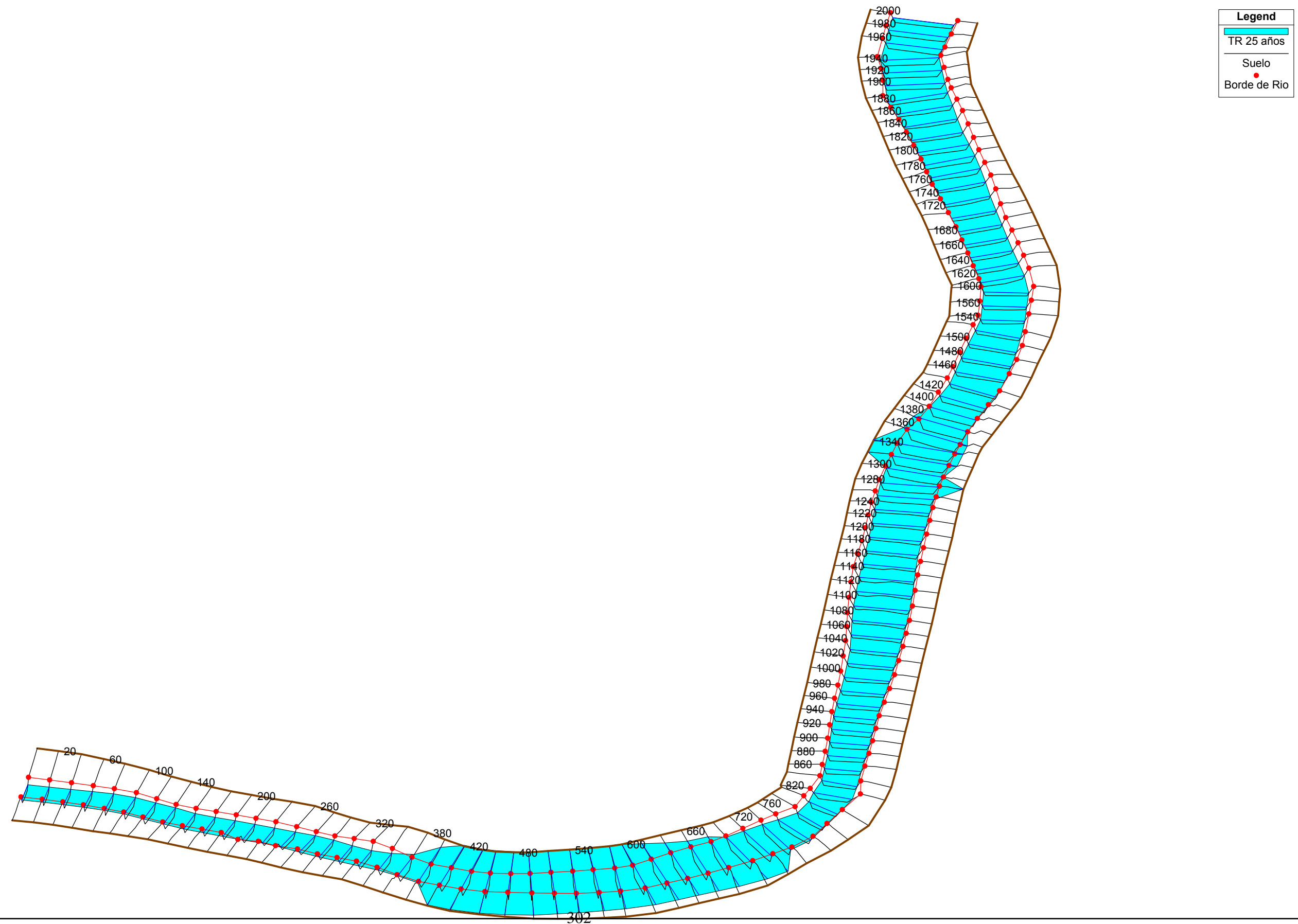


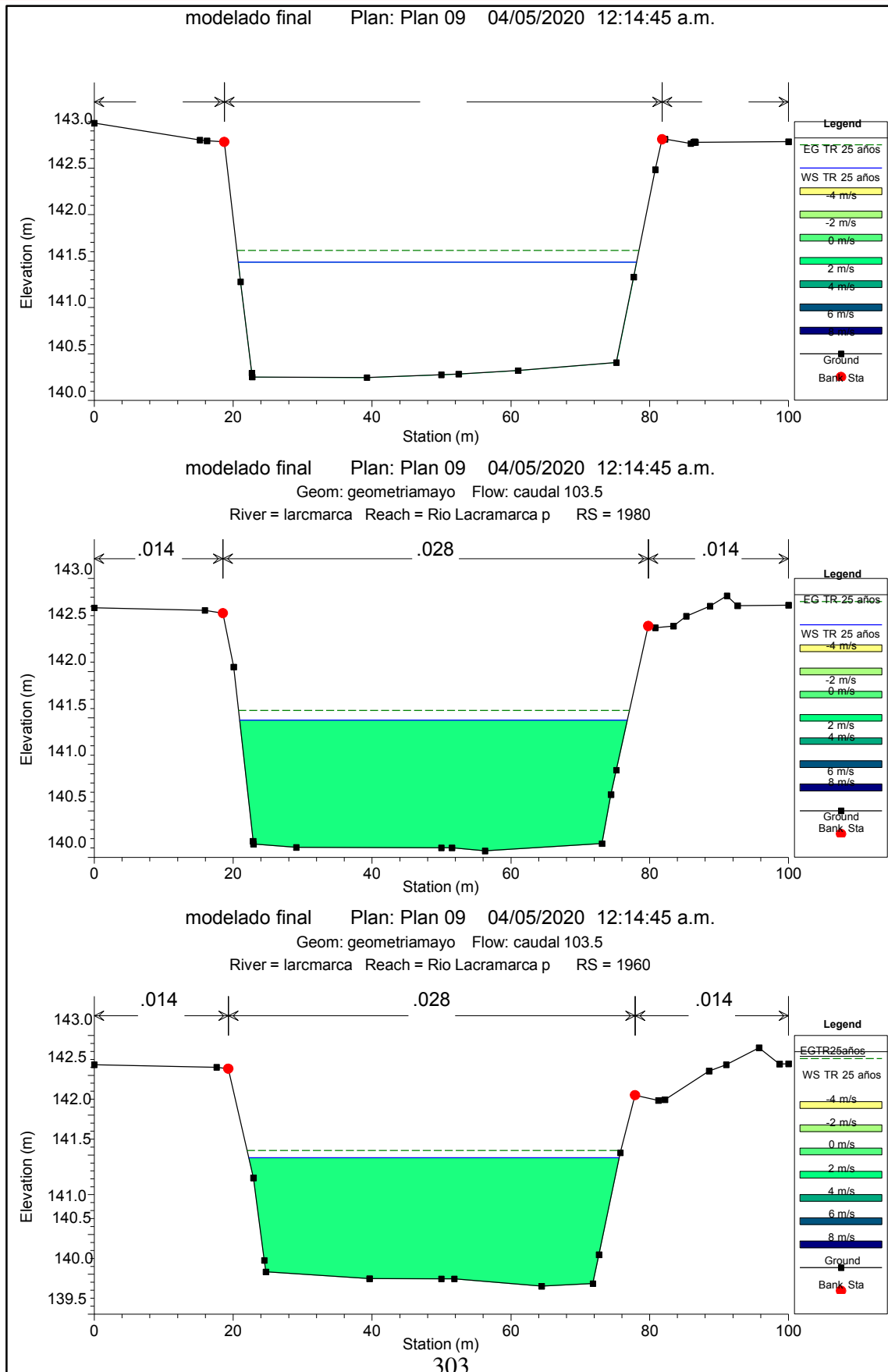


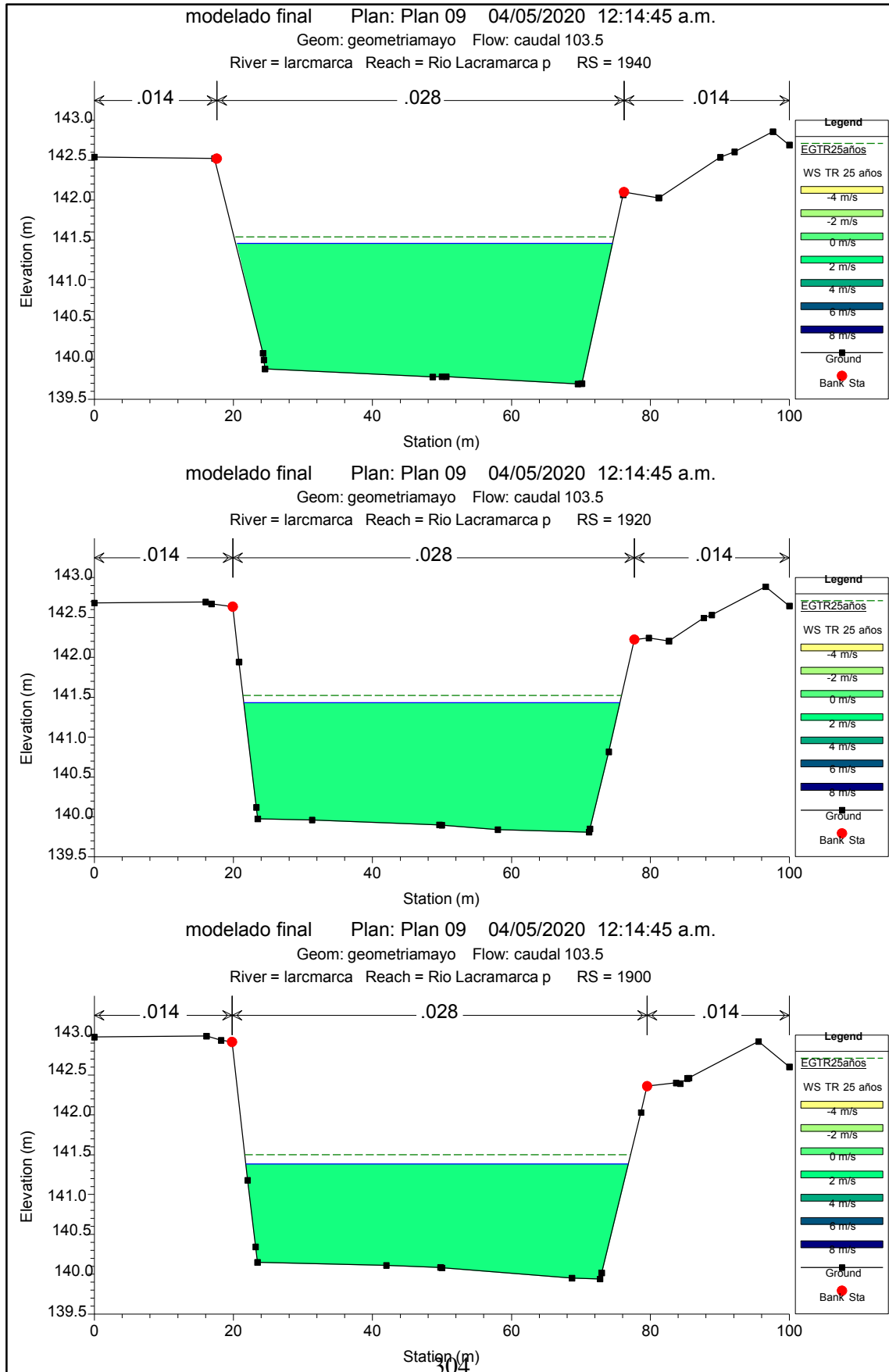


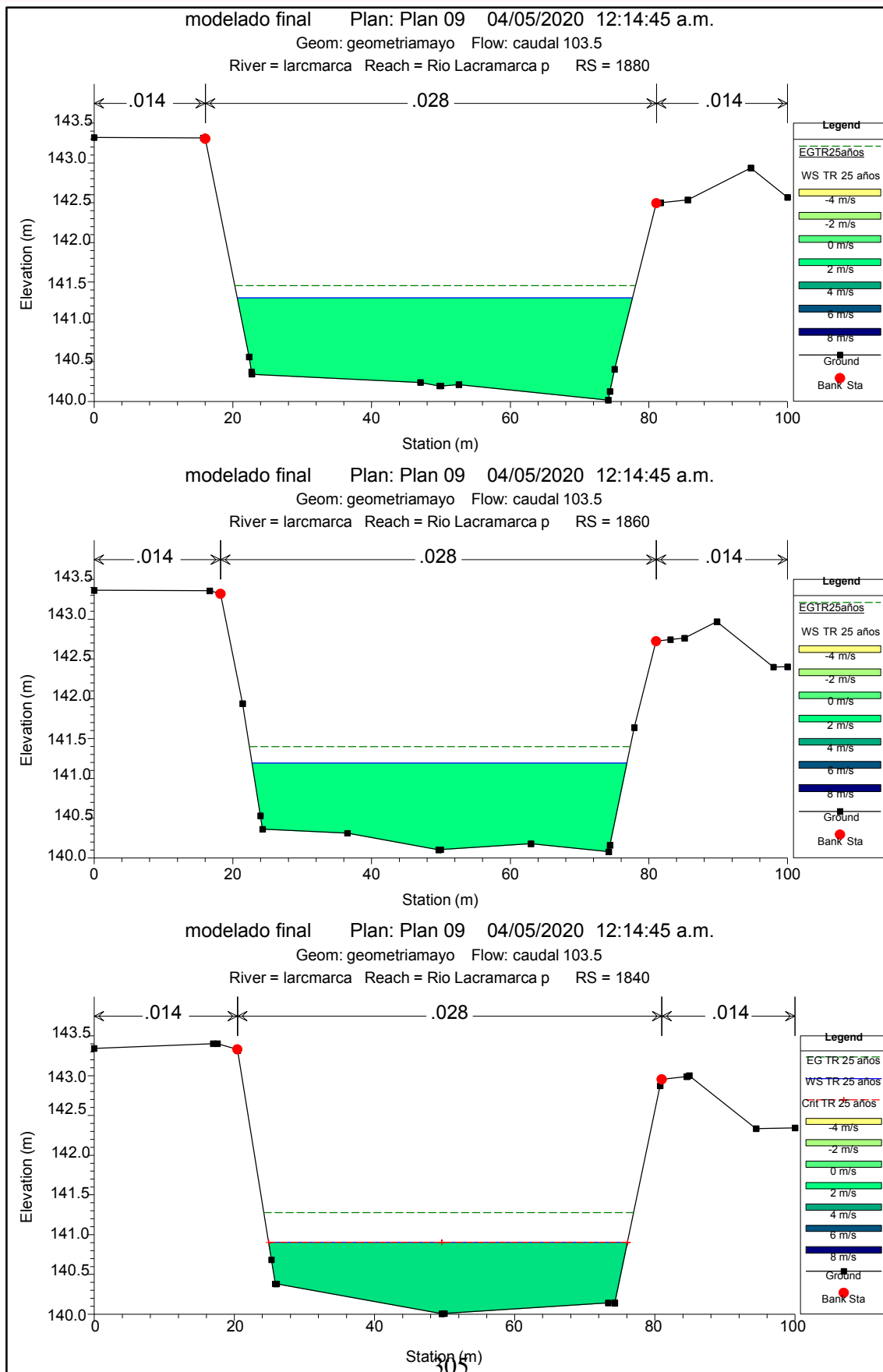
Anexo 3.2.- MODELADO 02 EN CAUCE NATURAL, PARA AVENIDA MÁXIMA DE 103.50M³

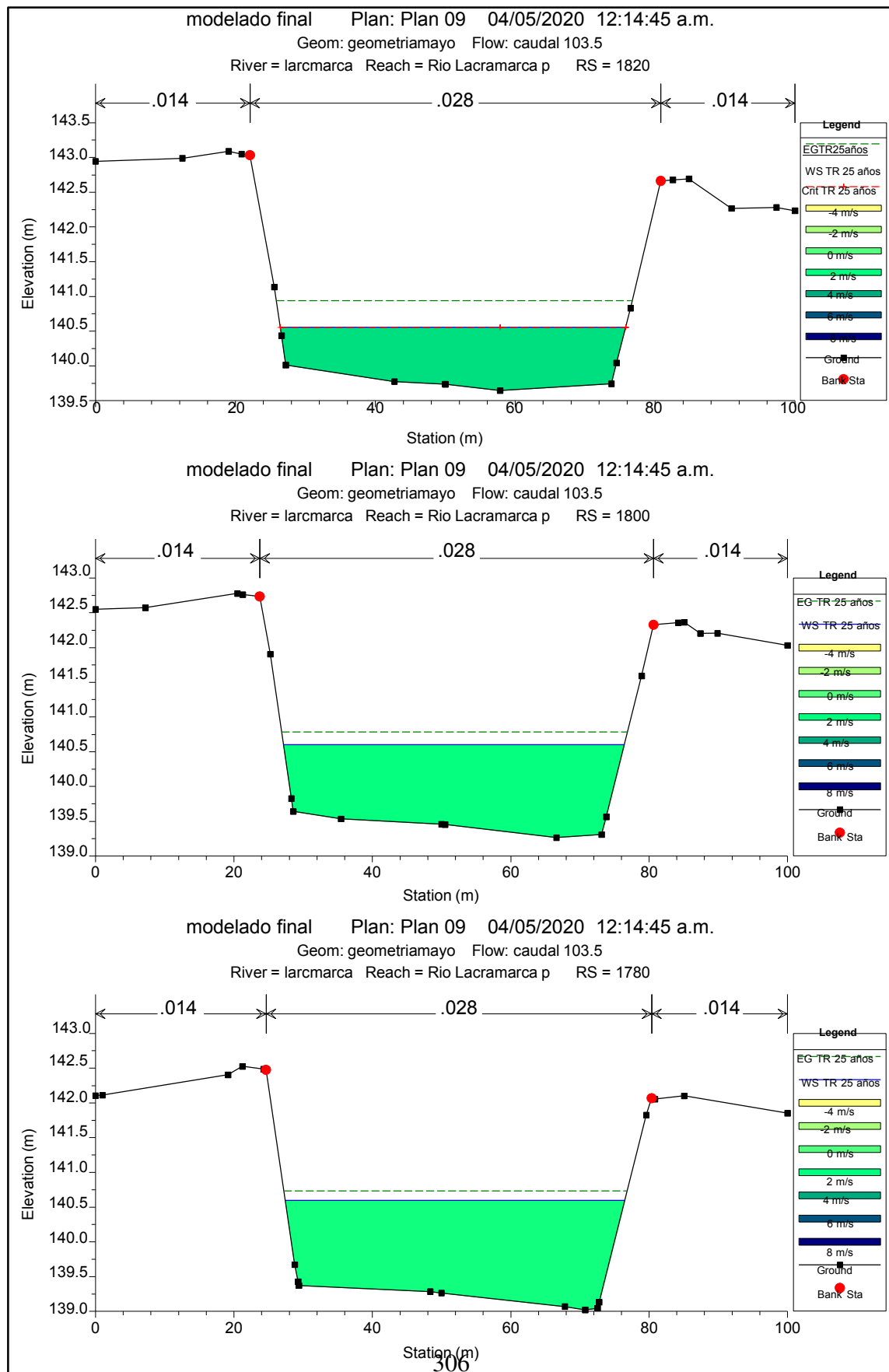
modelado final Plan: Plan 09 04/05/2020 12:14:45 a.m.
Geom: geometriamayor Flow: caudal 103.5

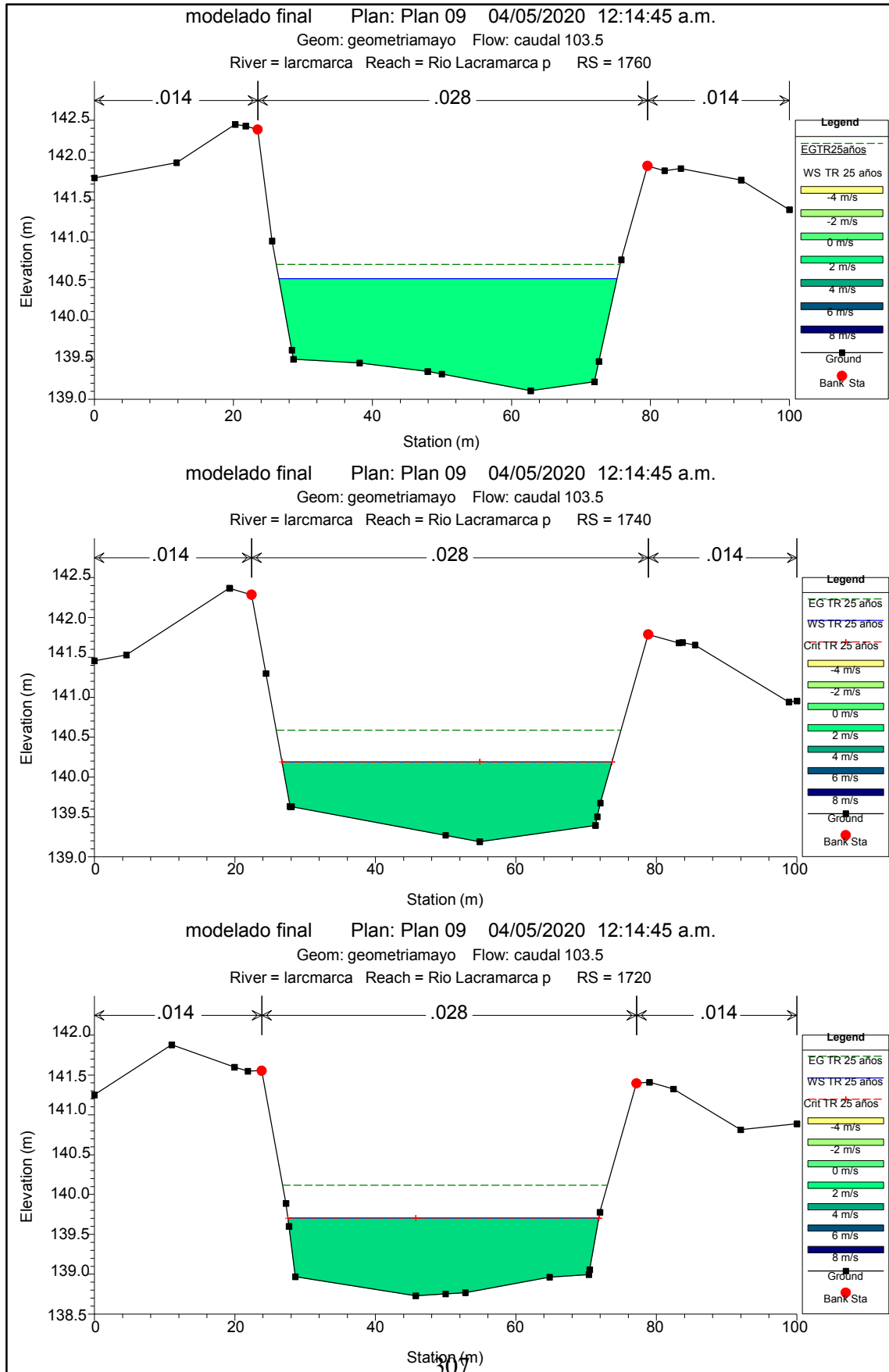


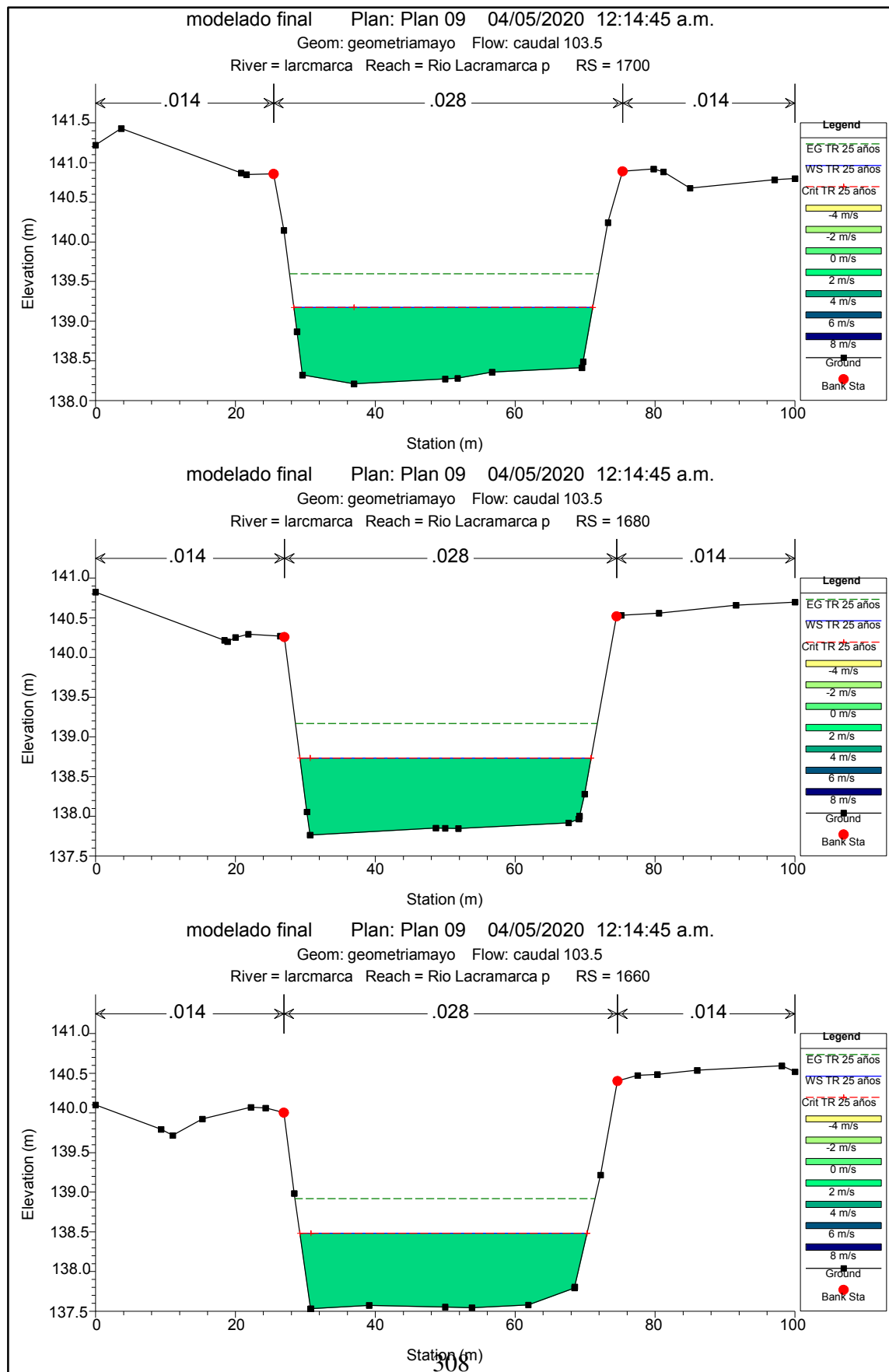


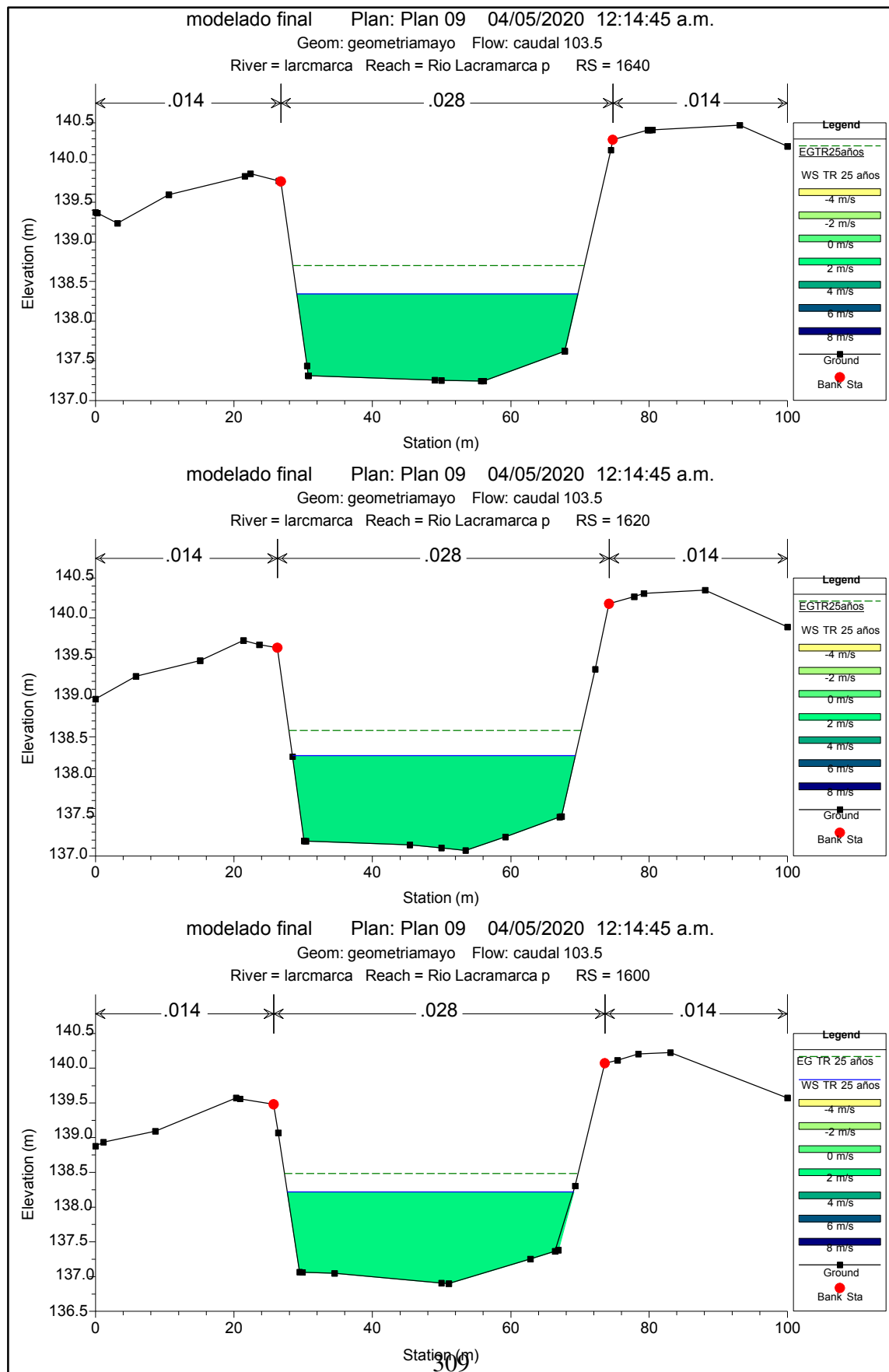


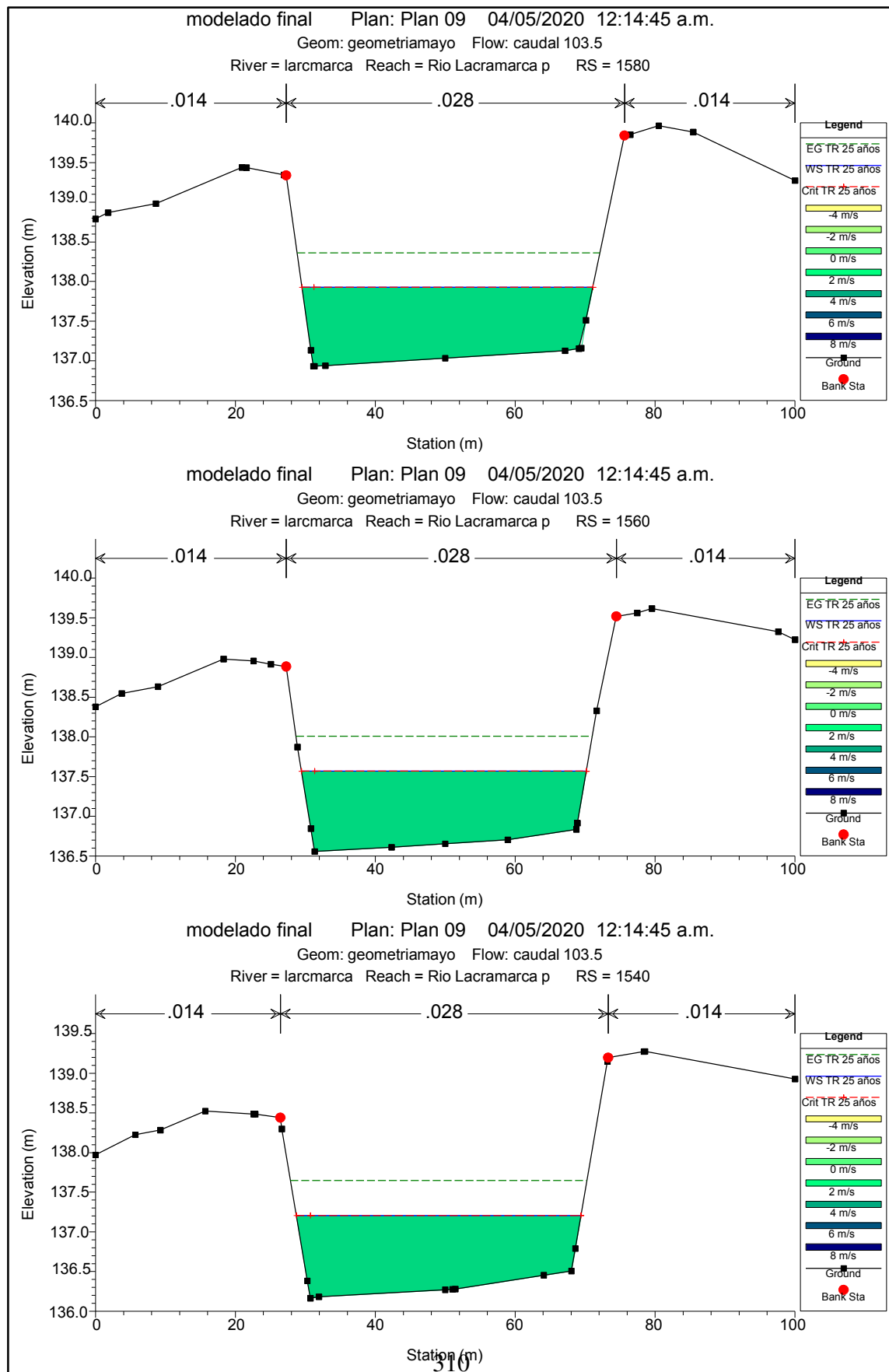


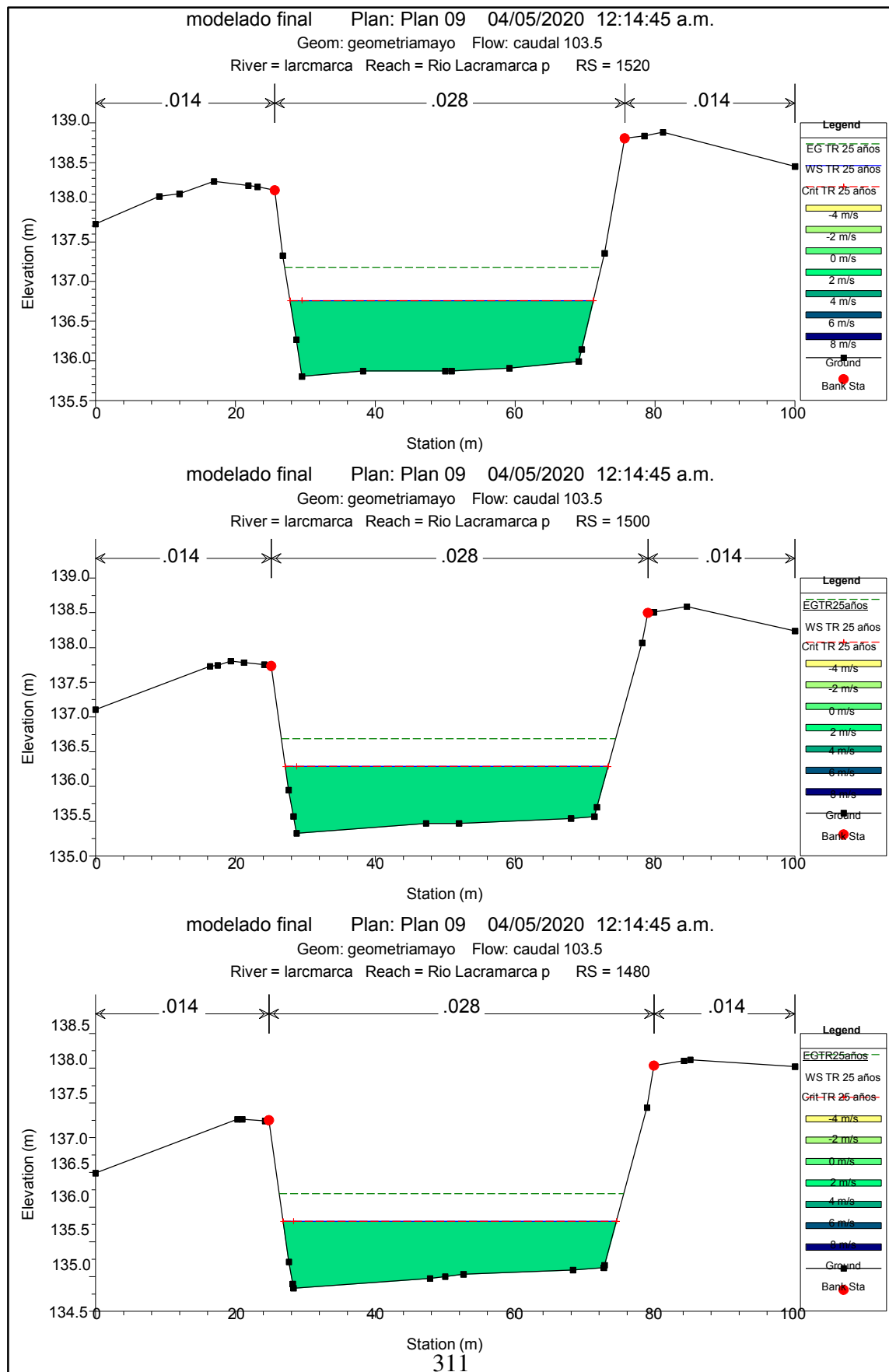


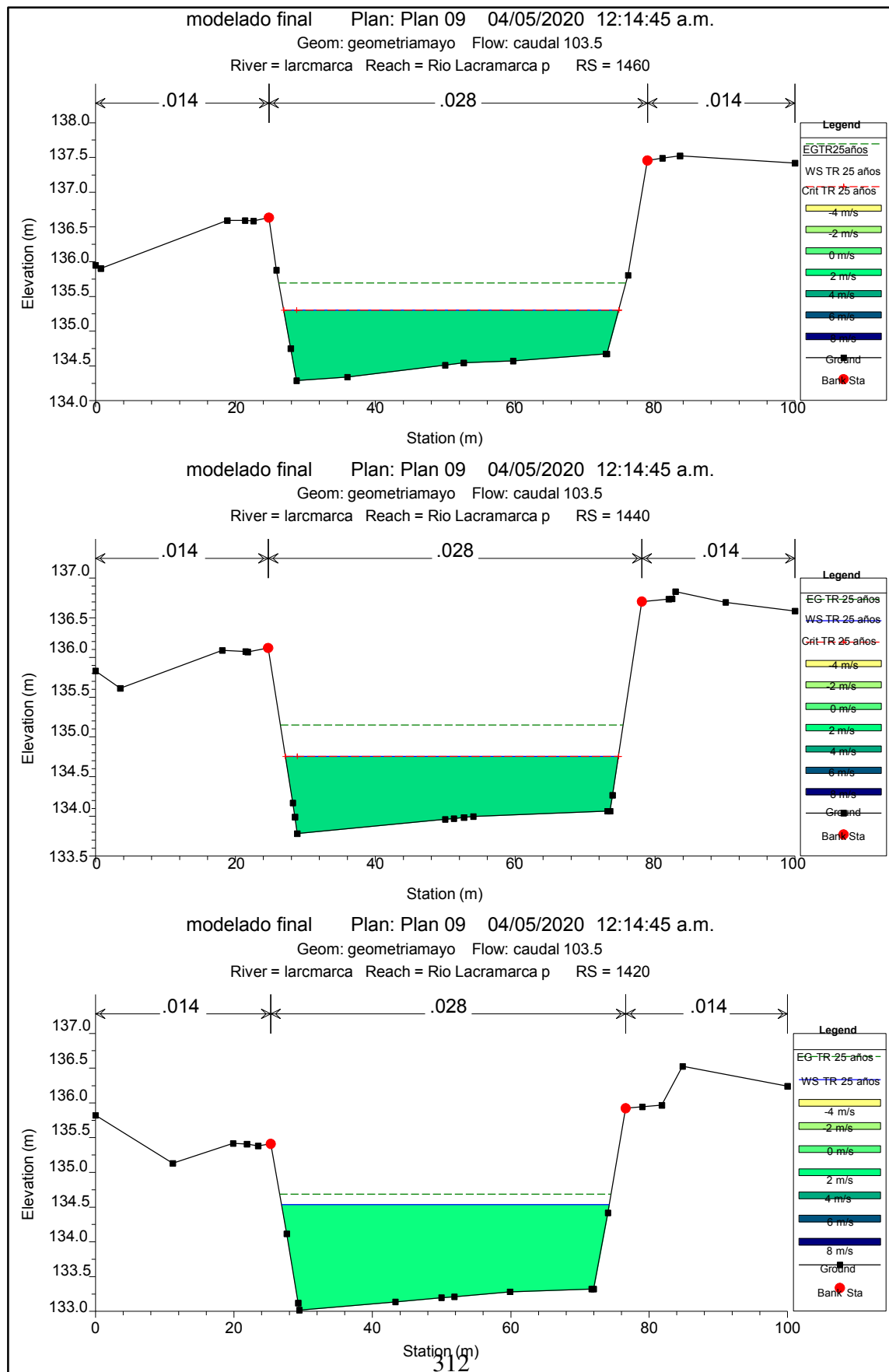


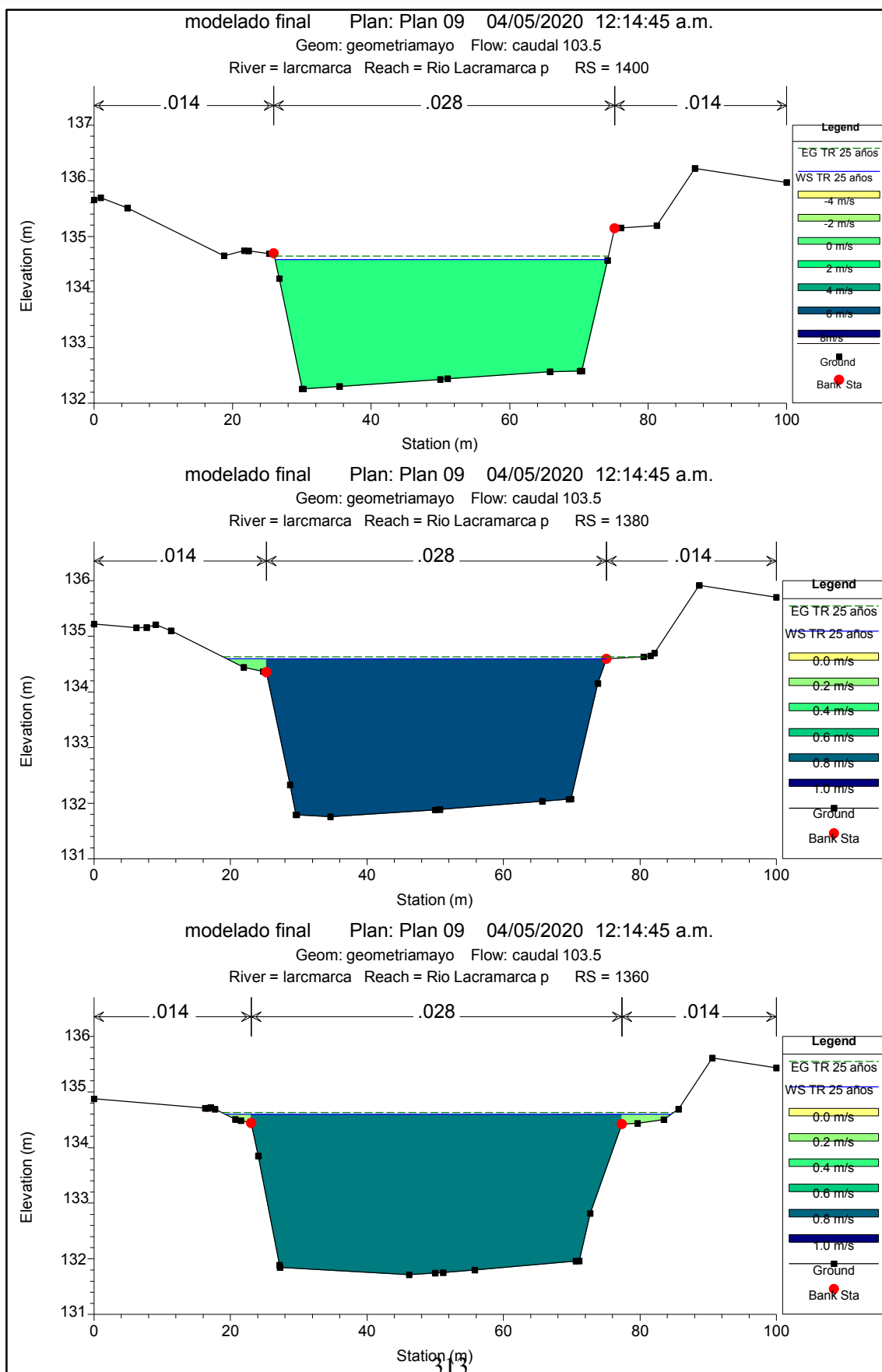


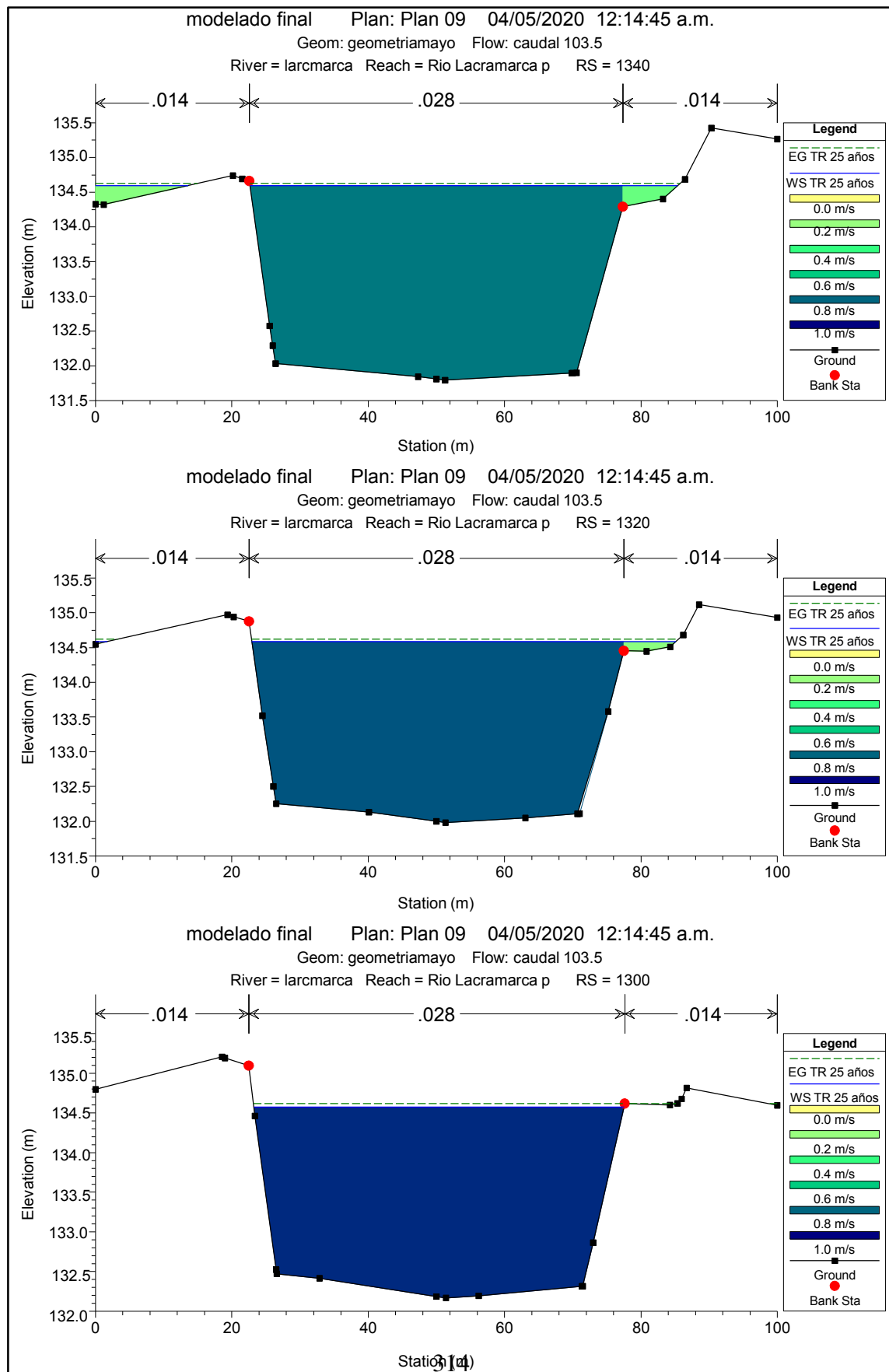


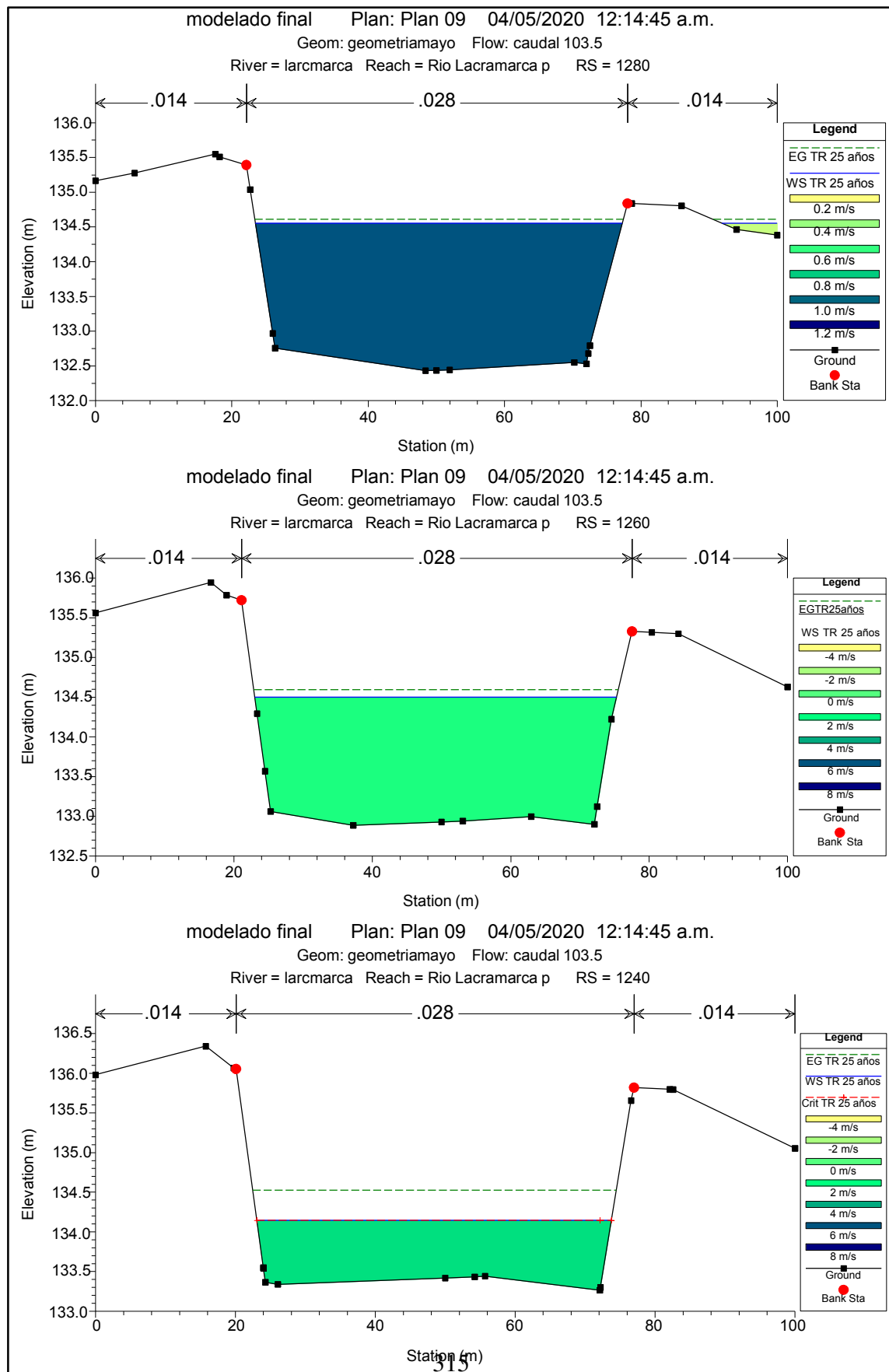


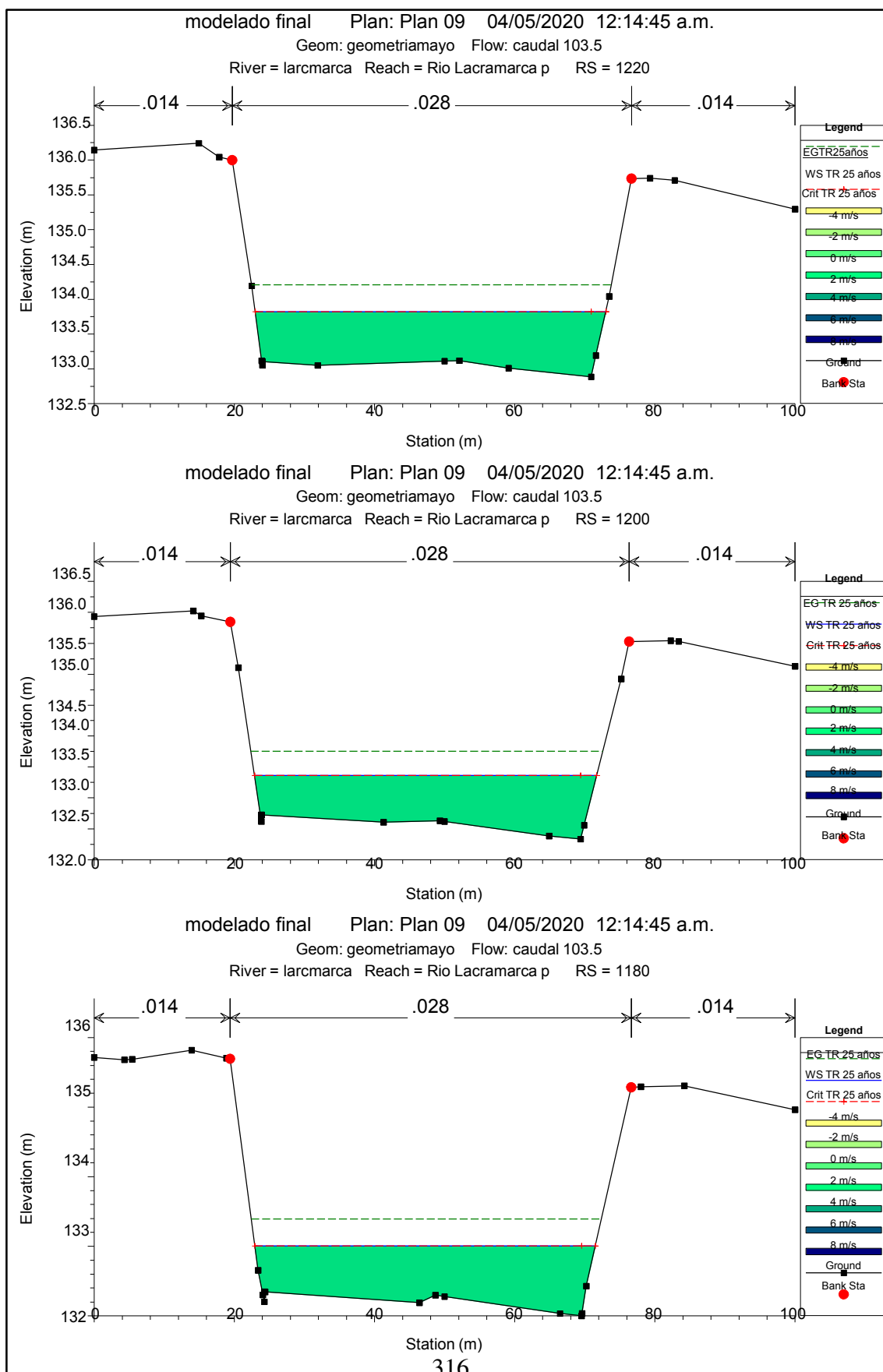


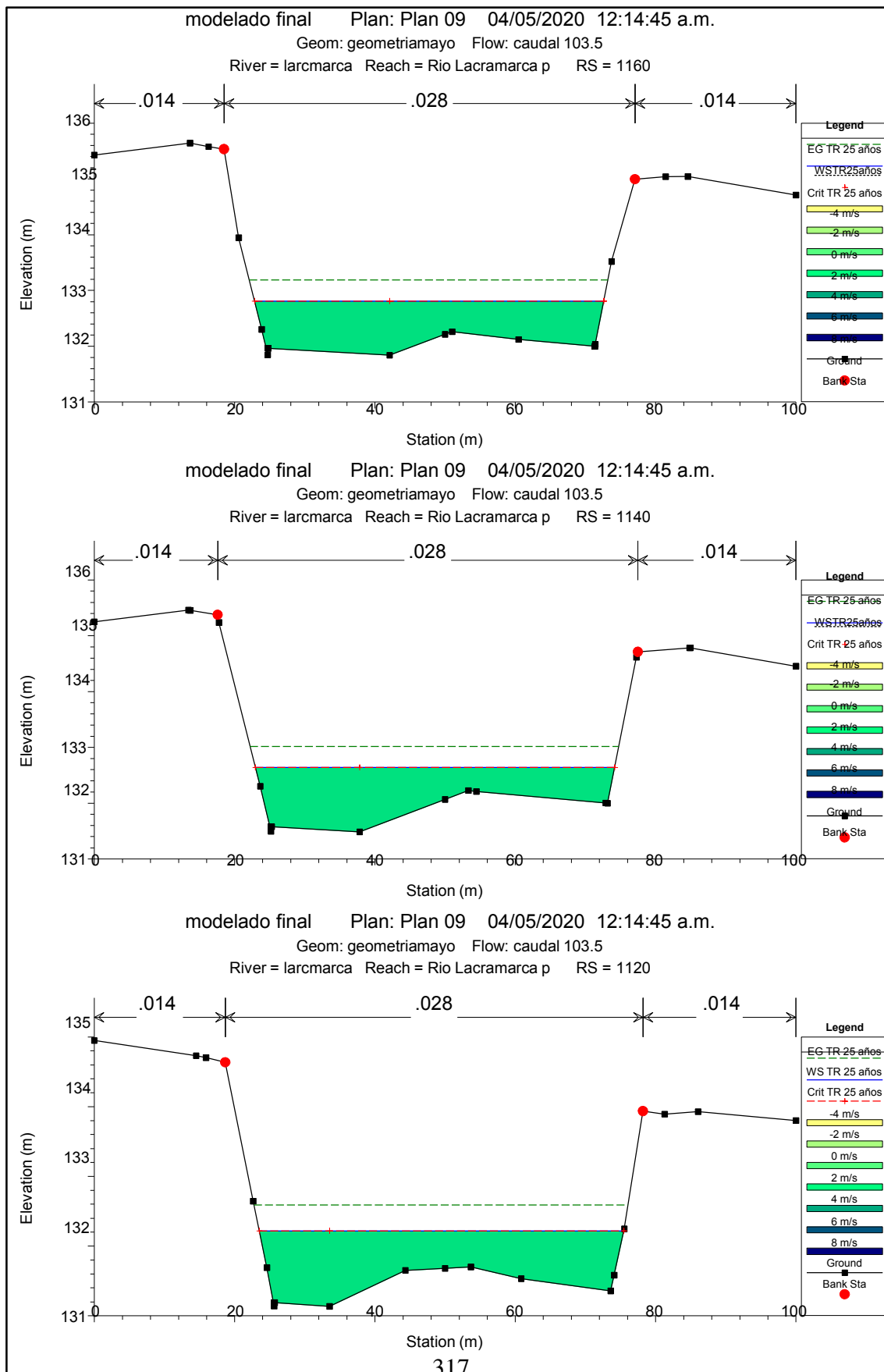


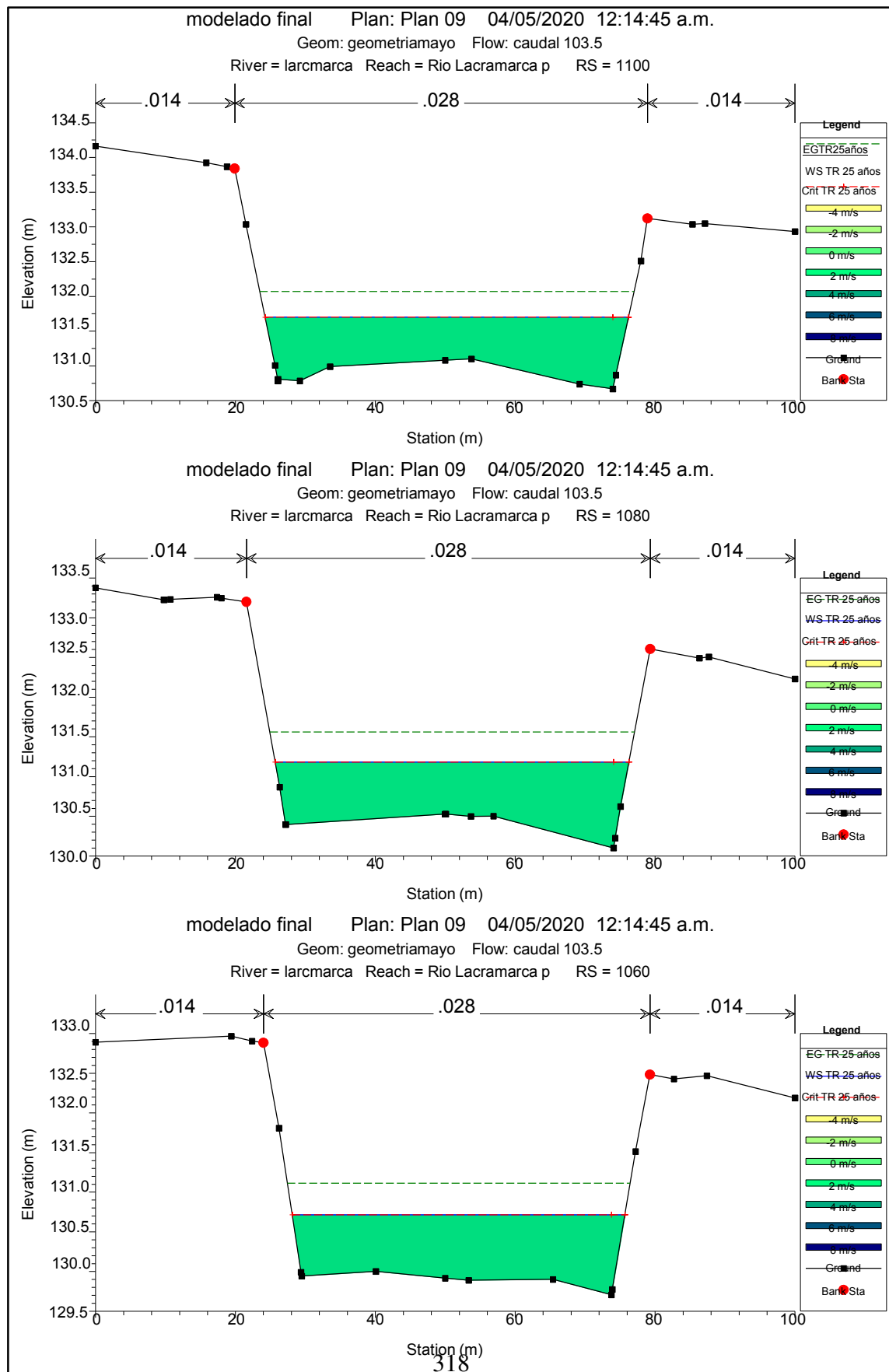


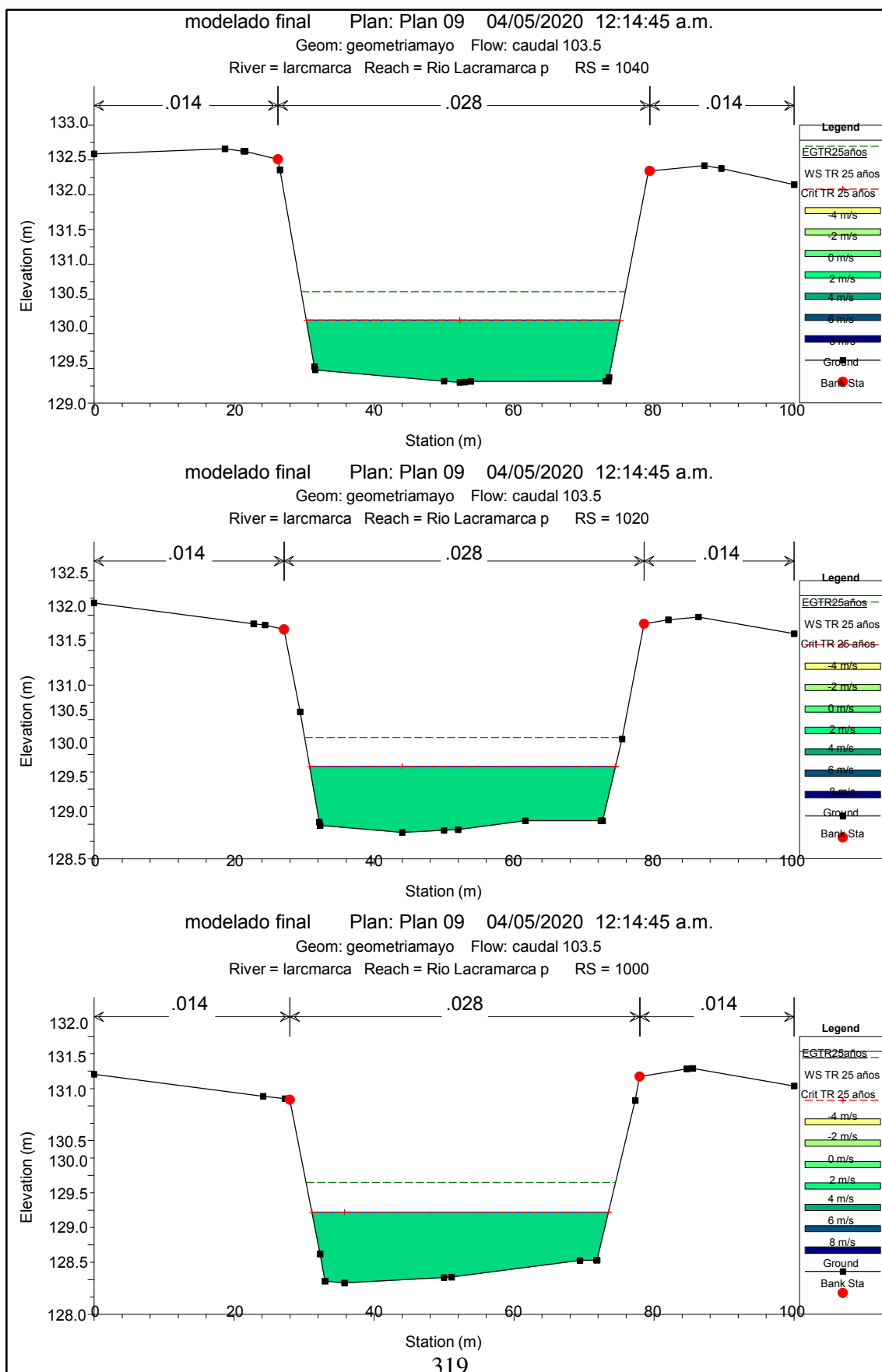


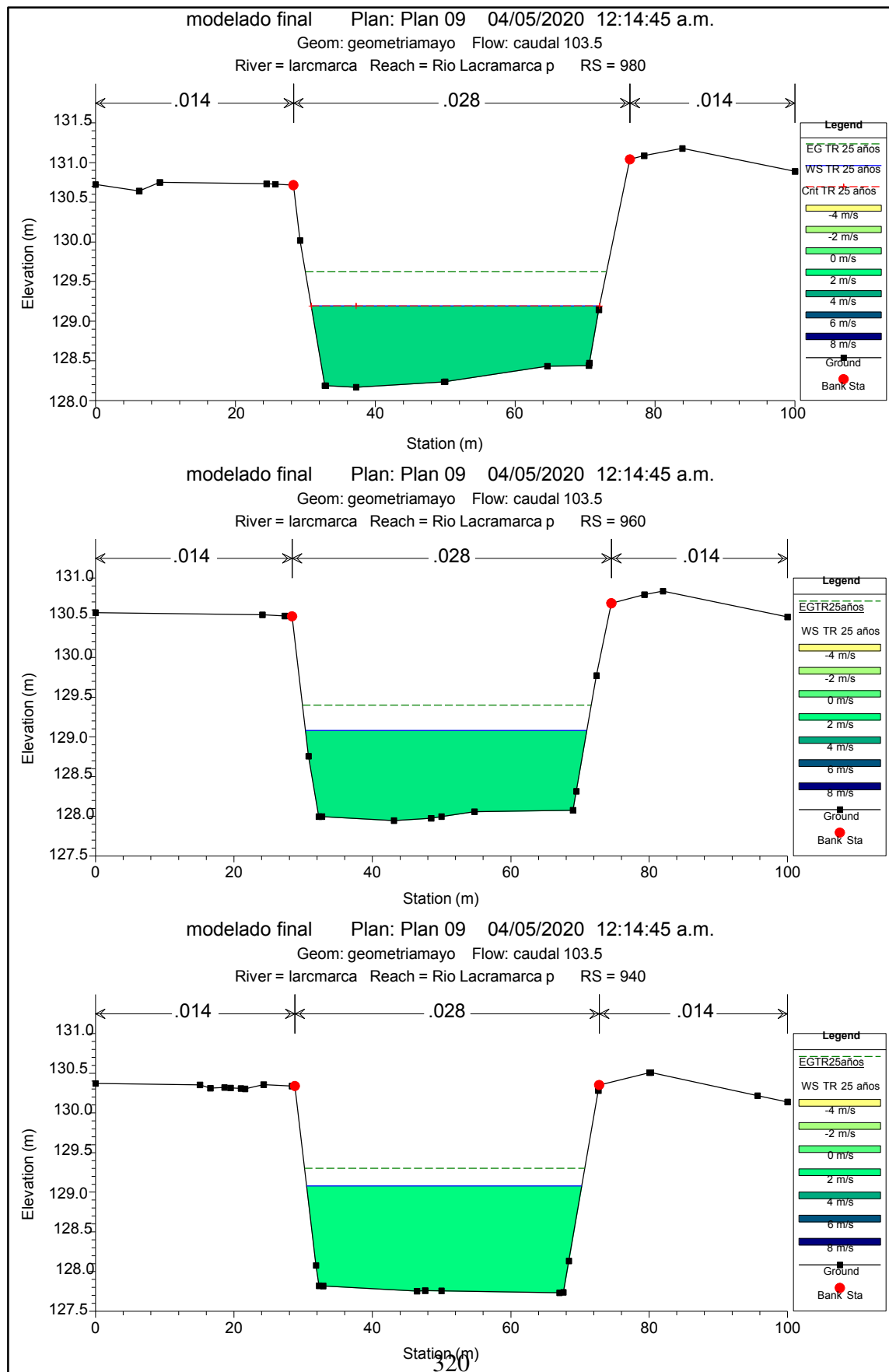


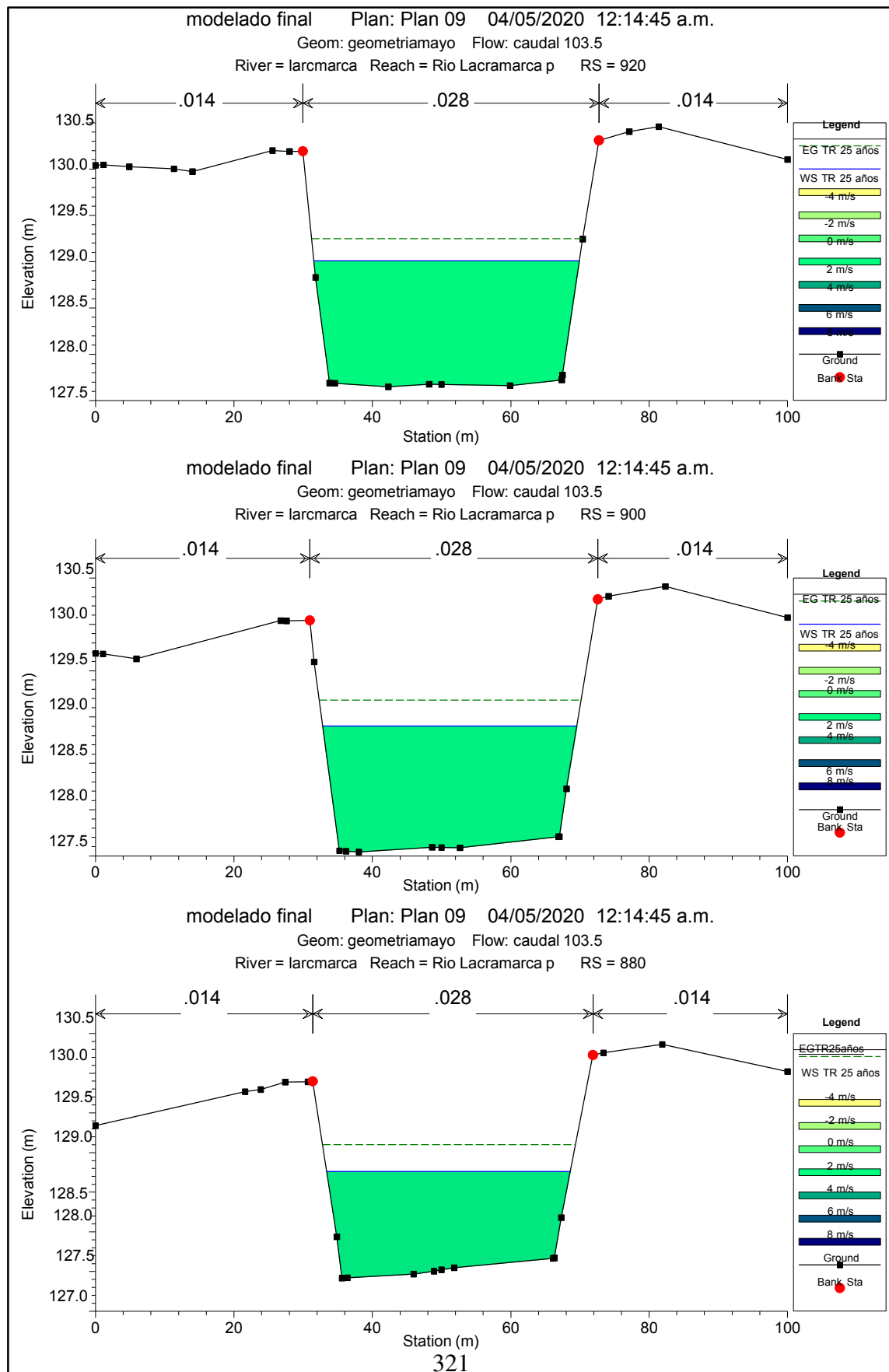


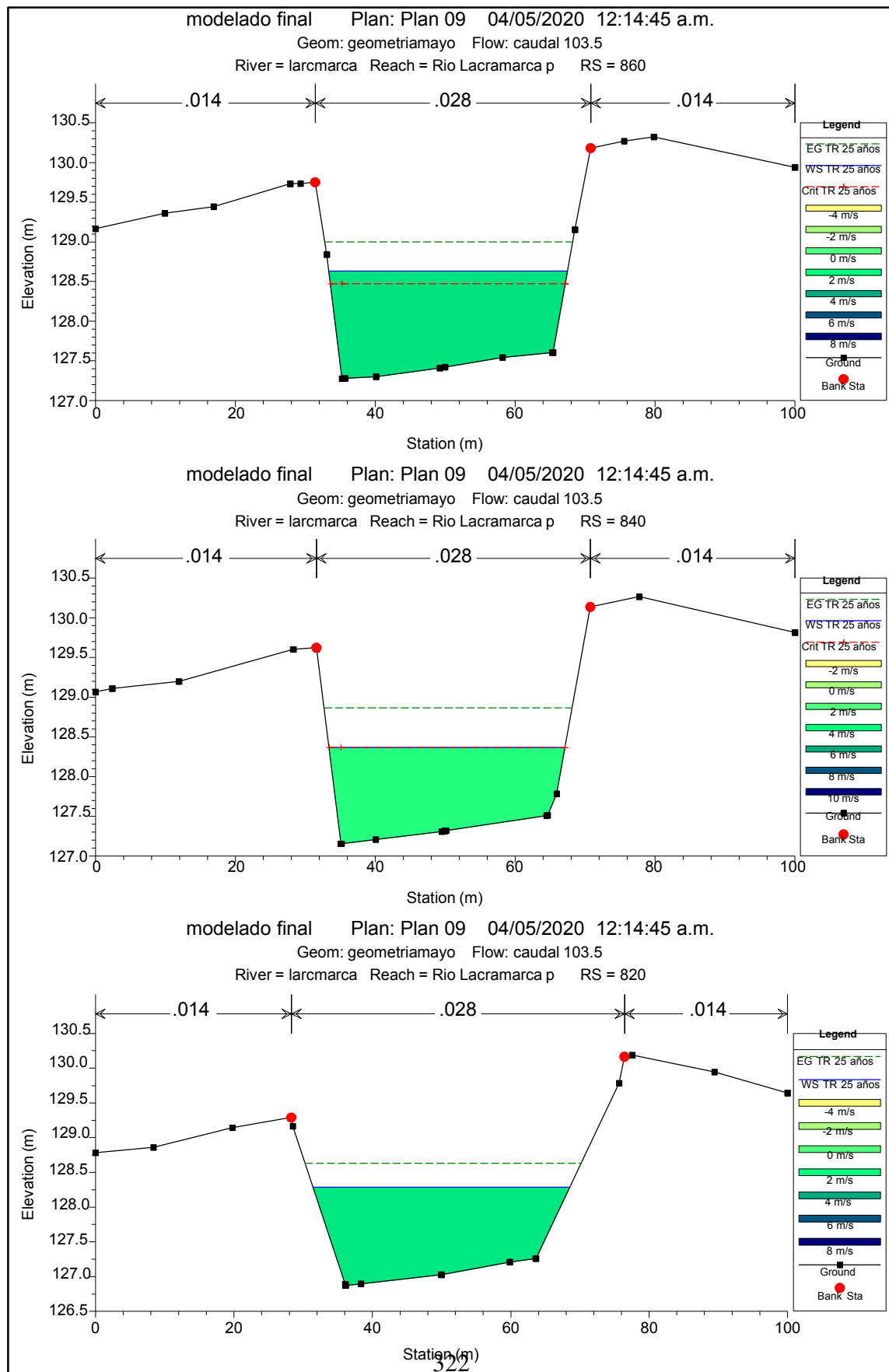


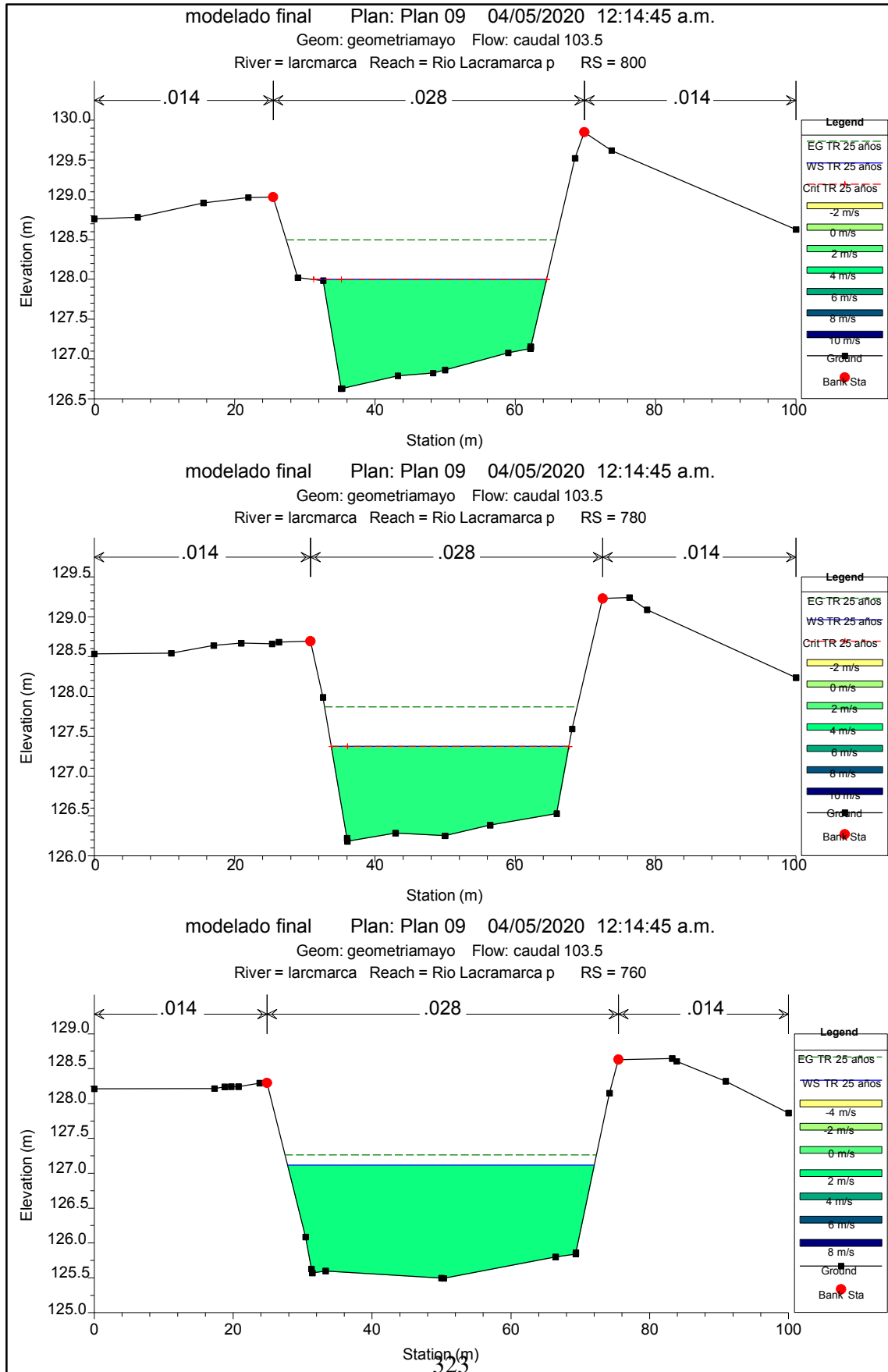


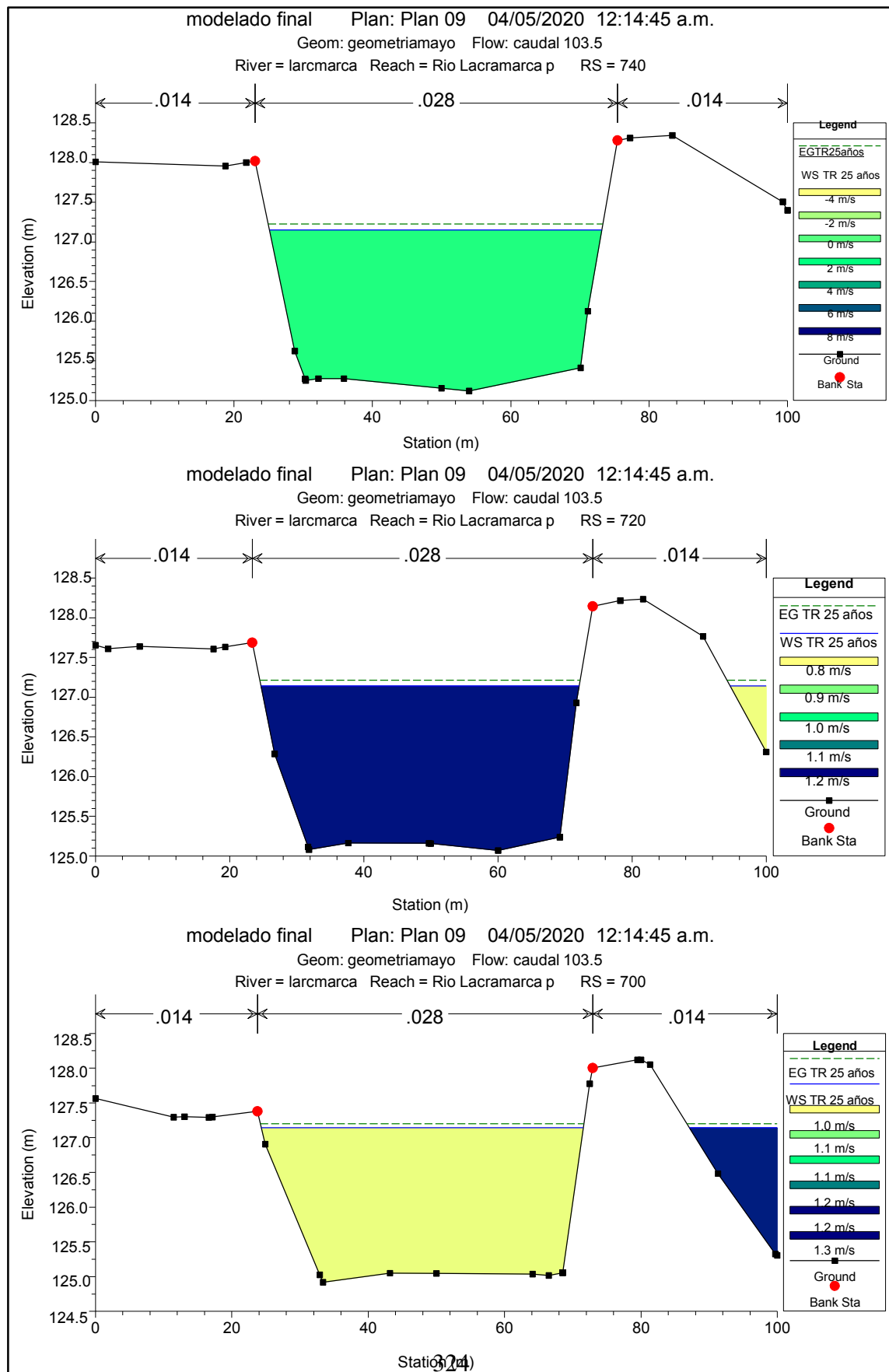


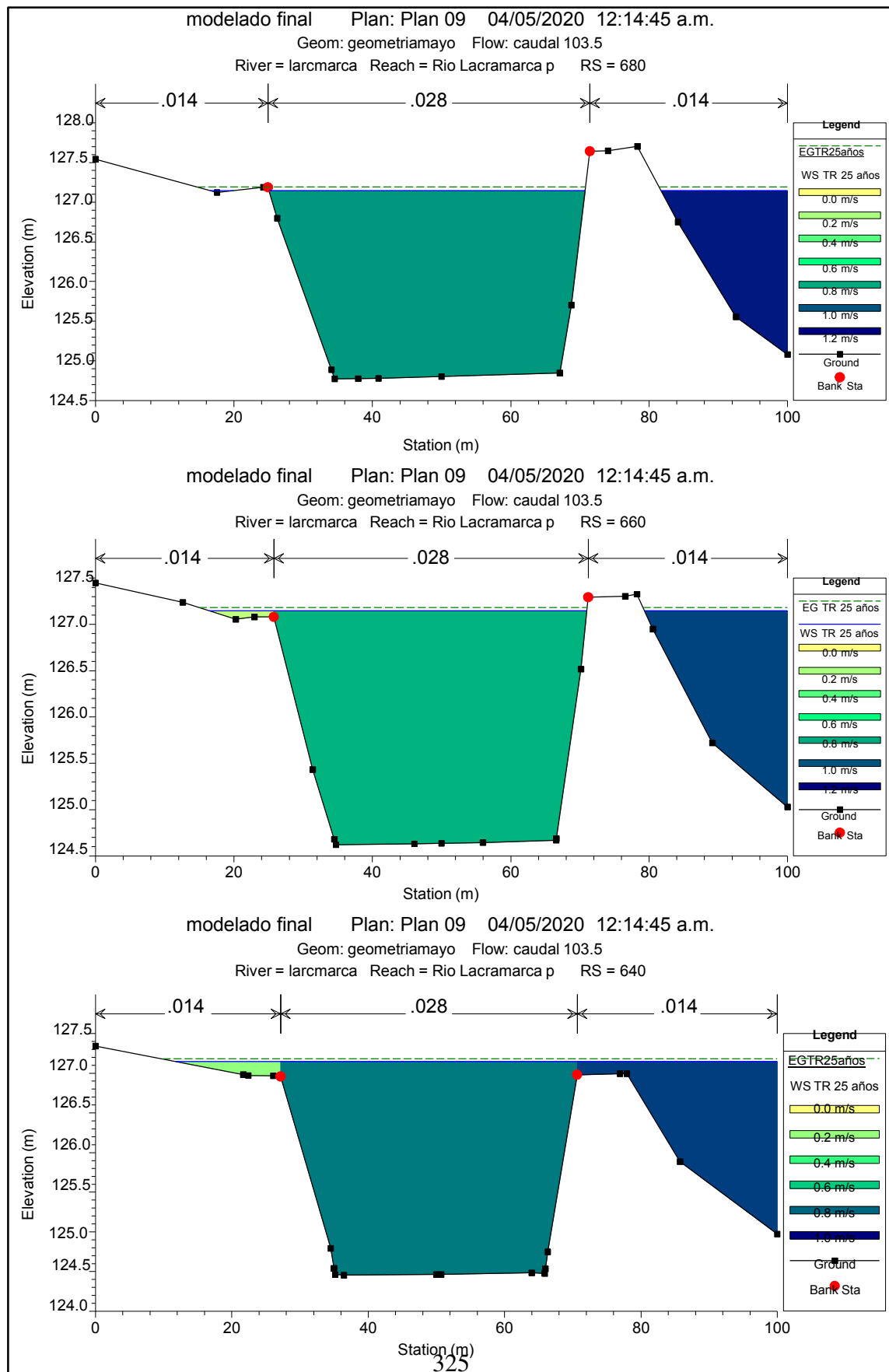


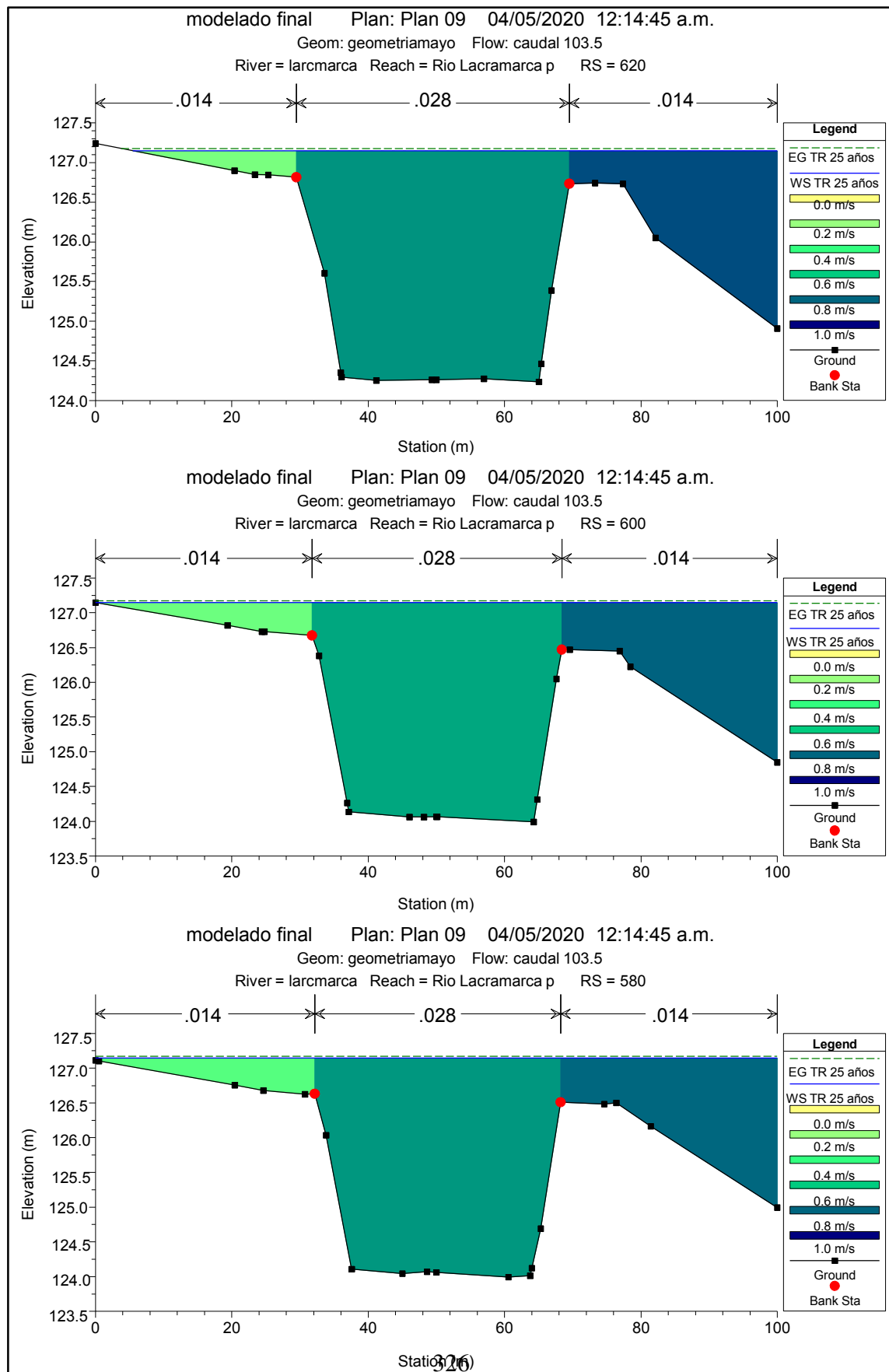


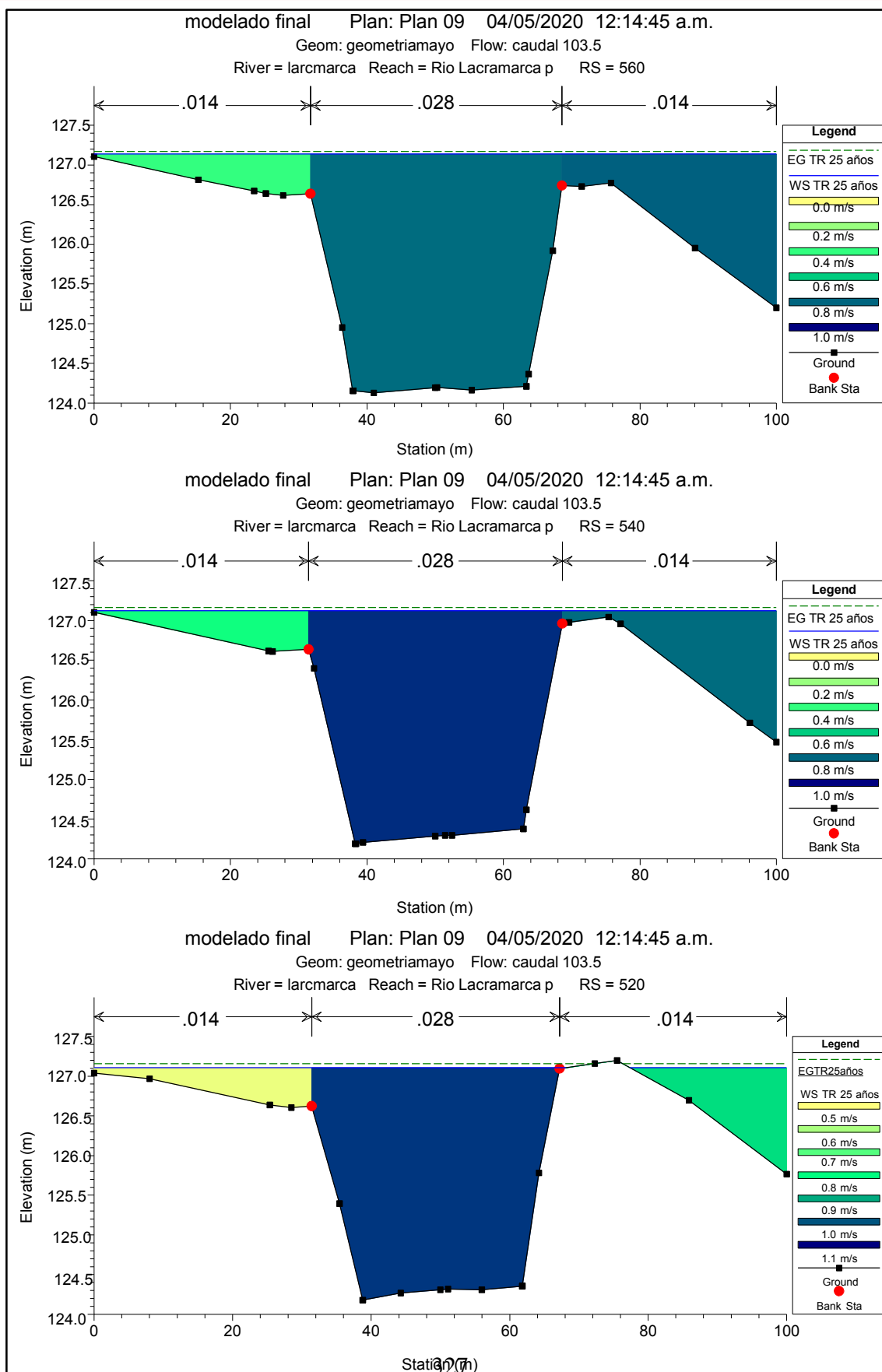


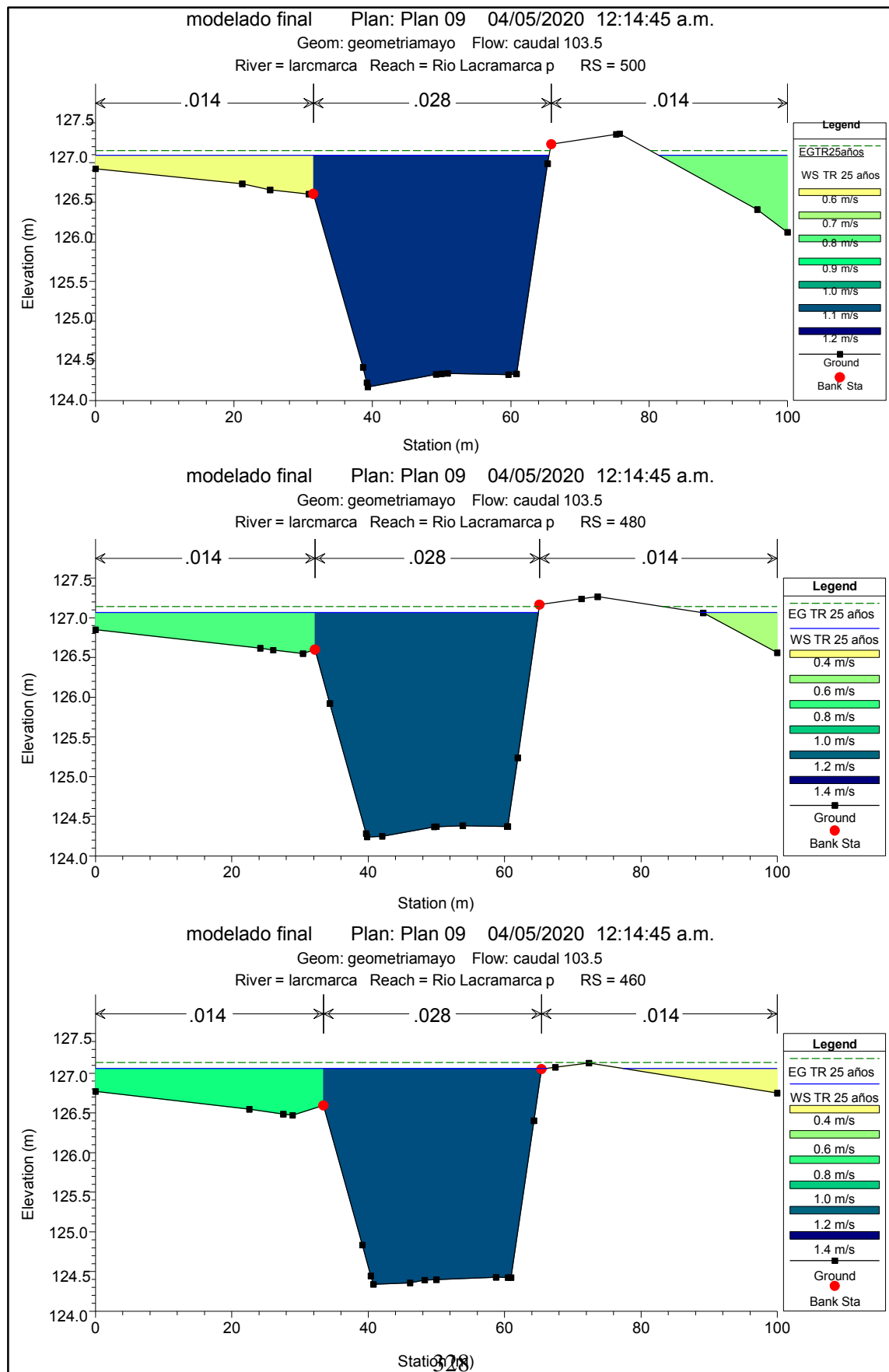


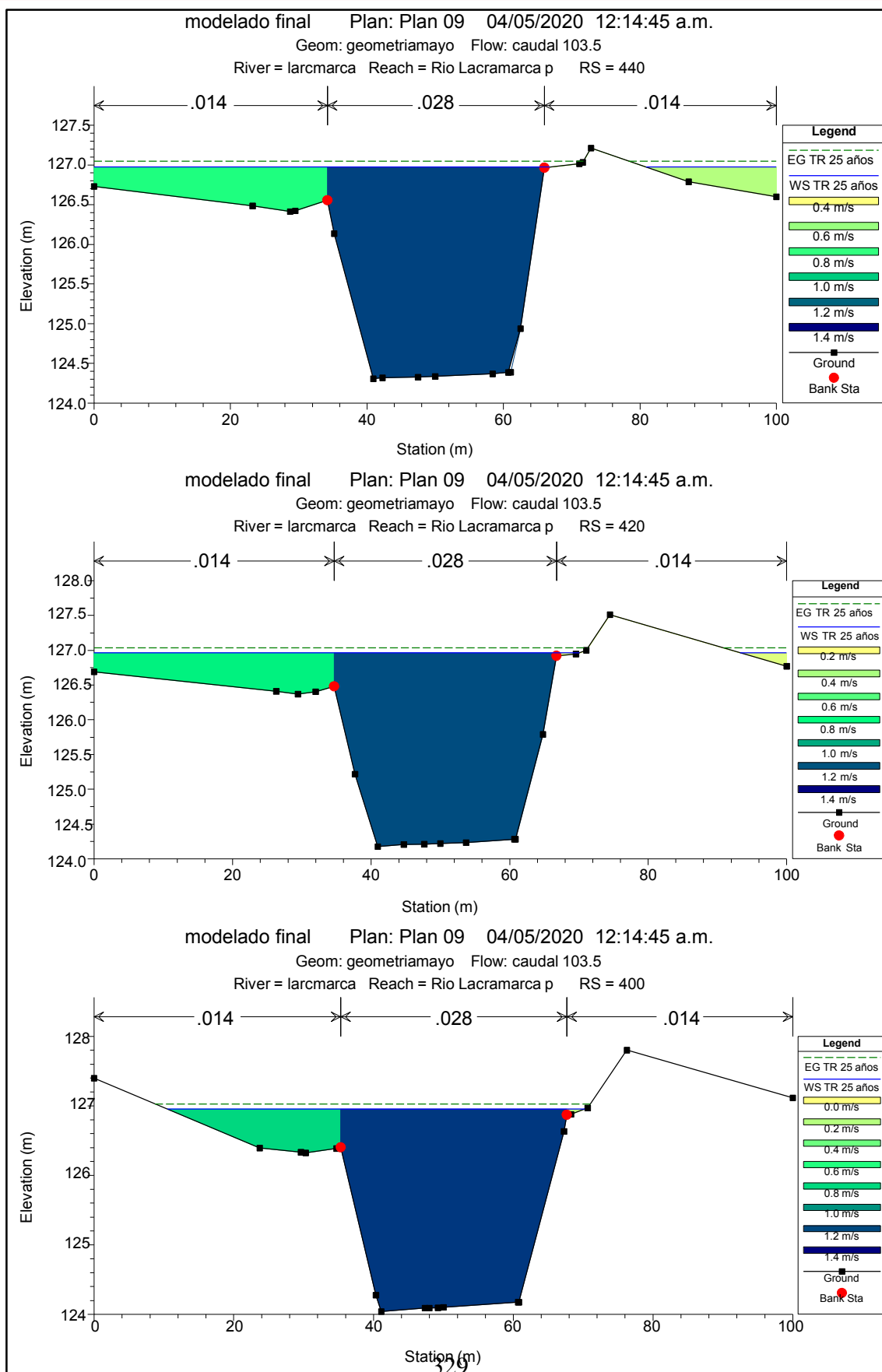


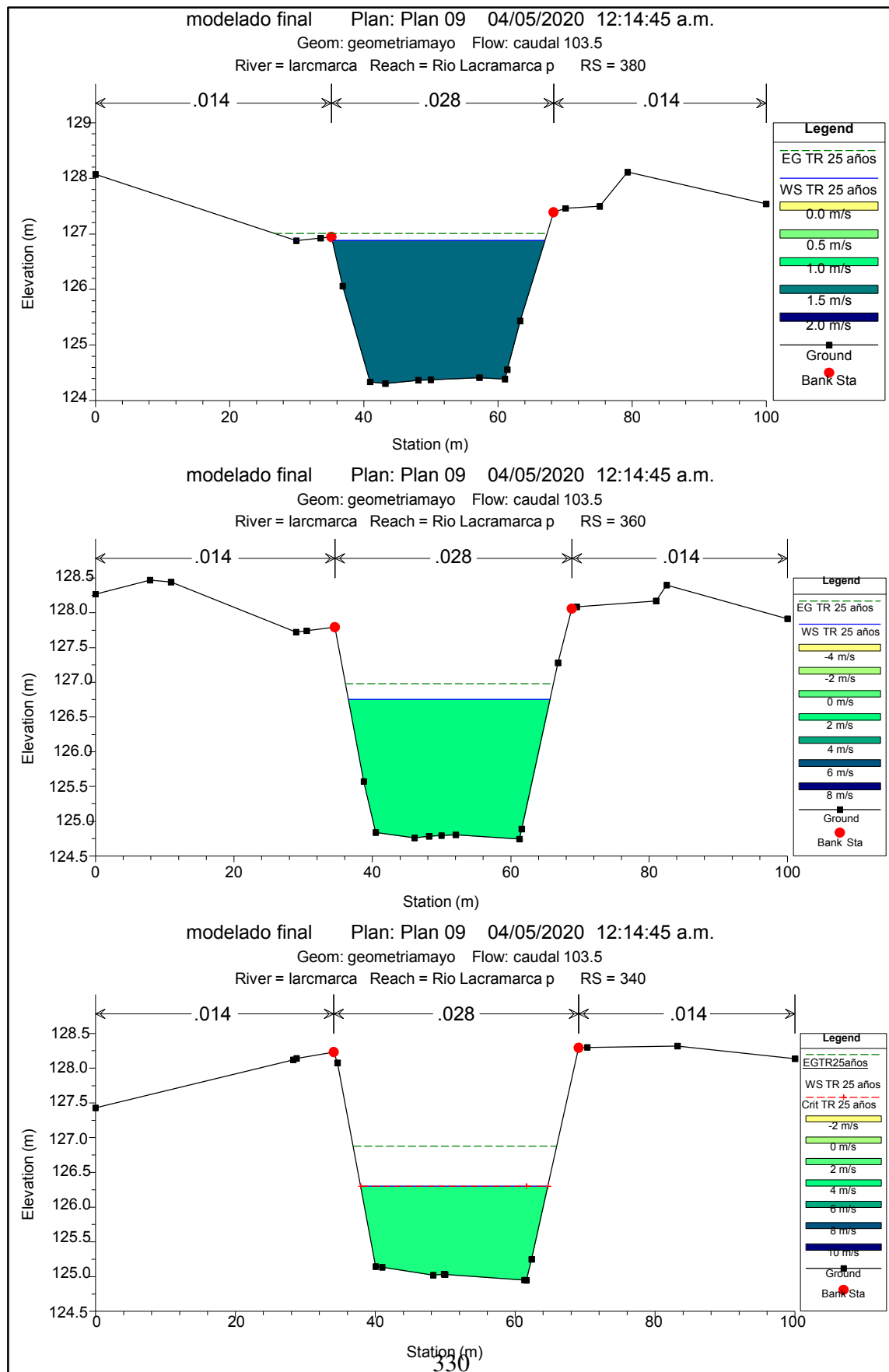


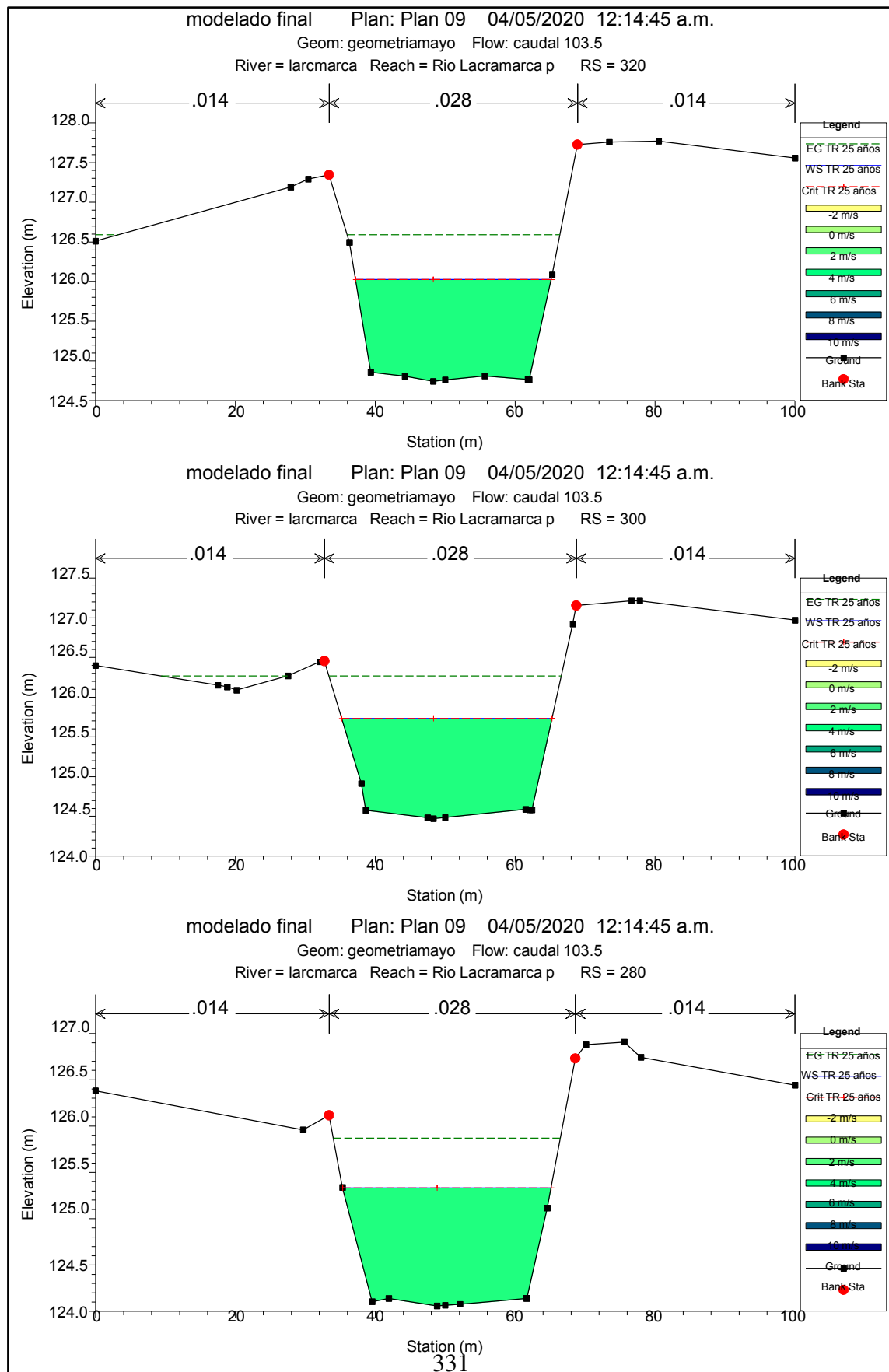


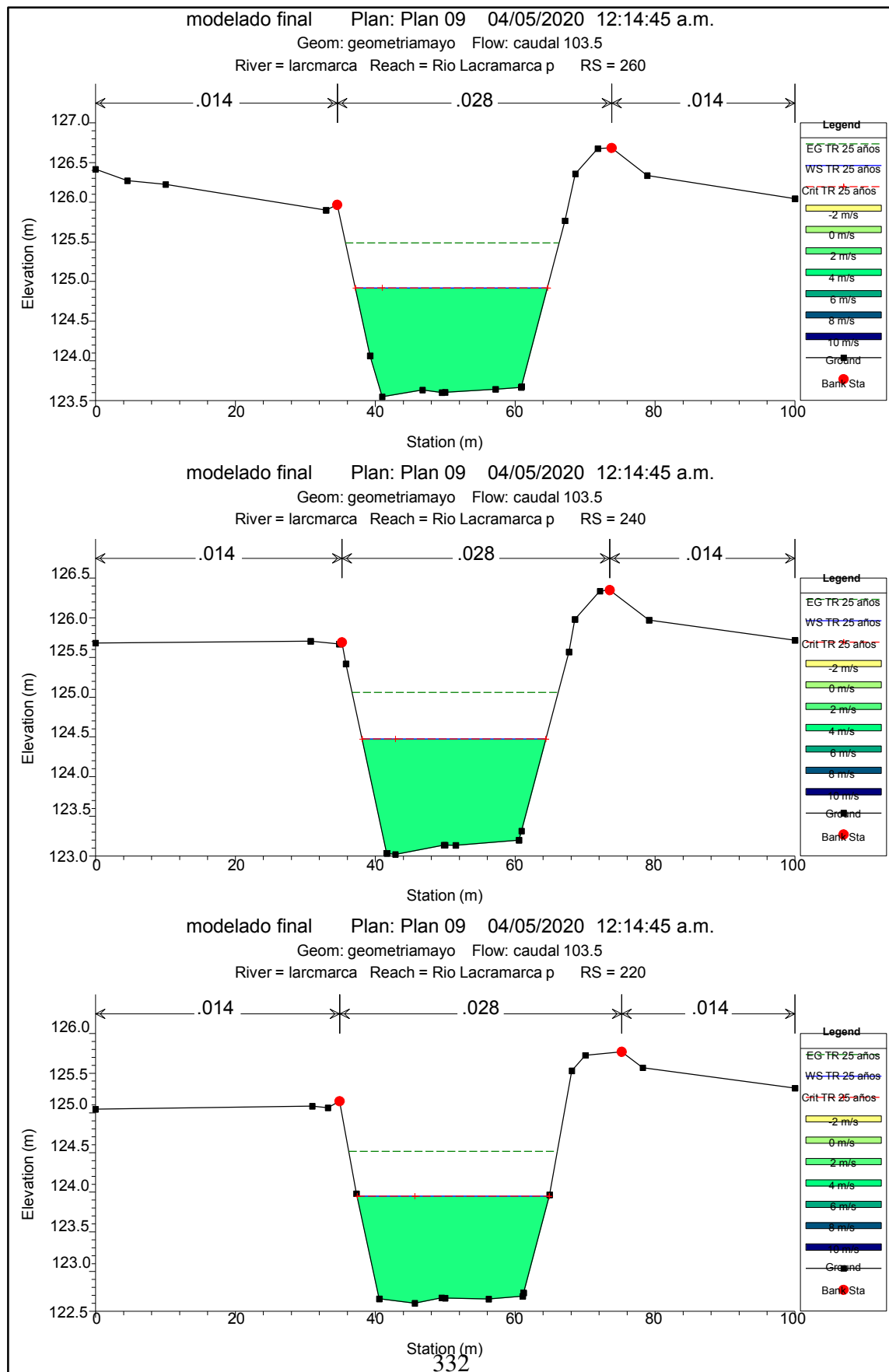


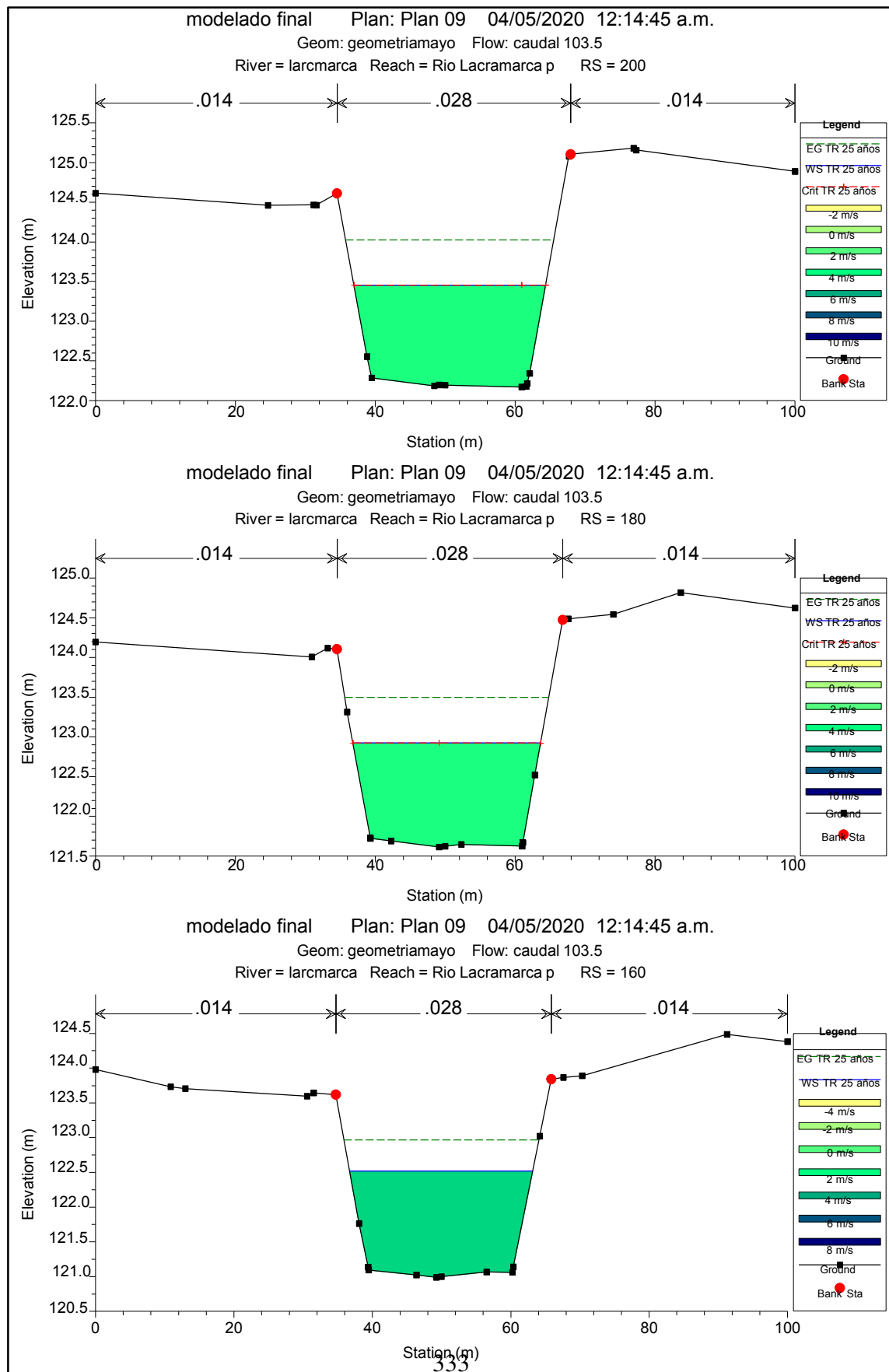


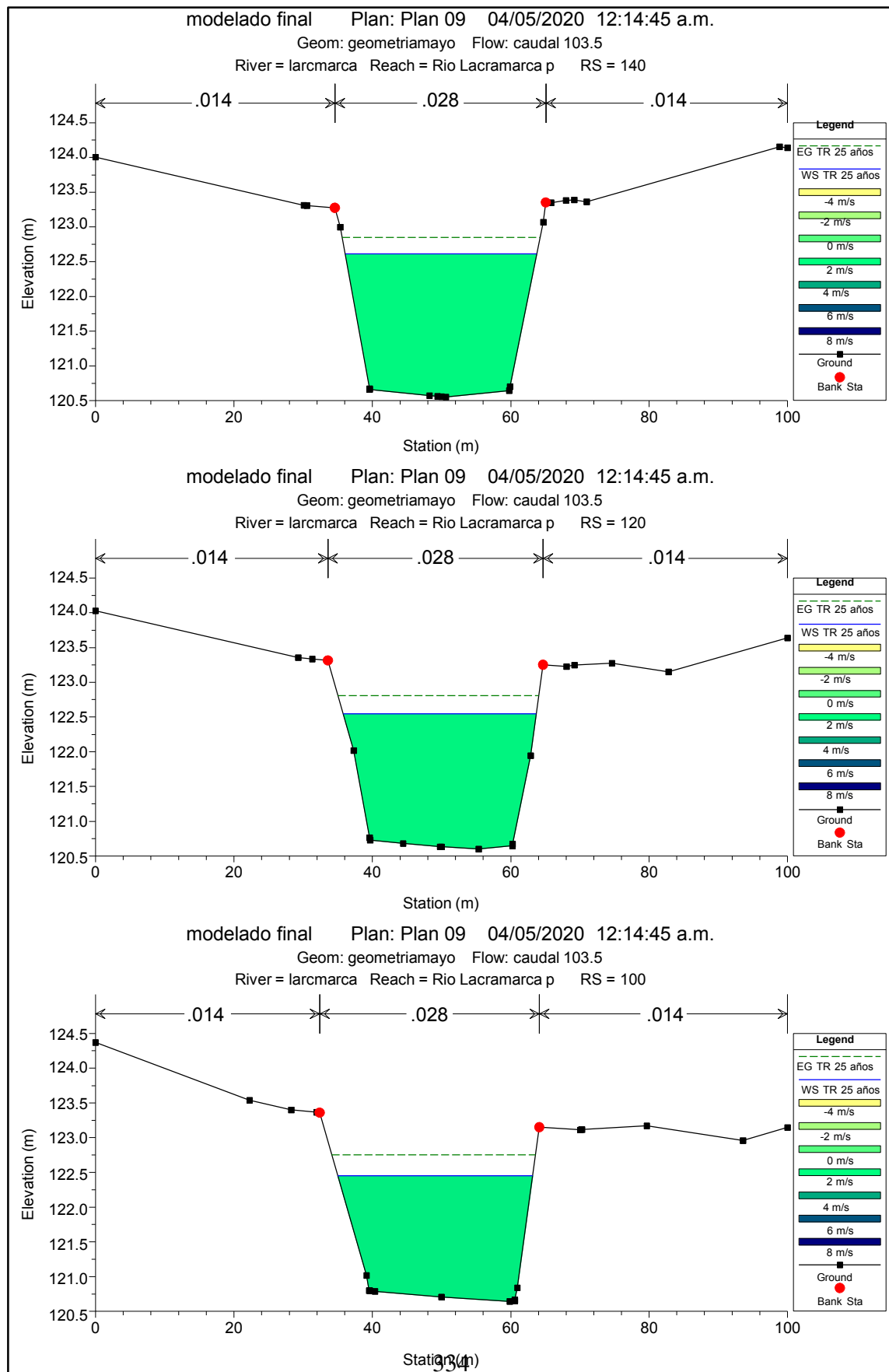


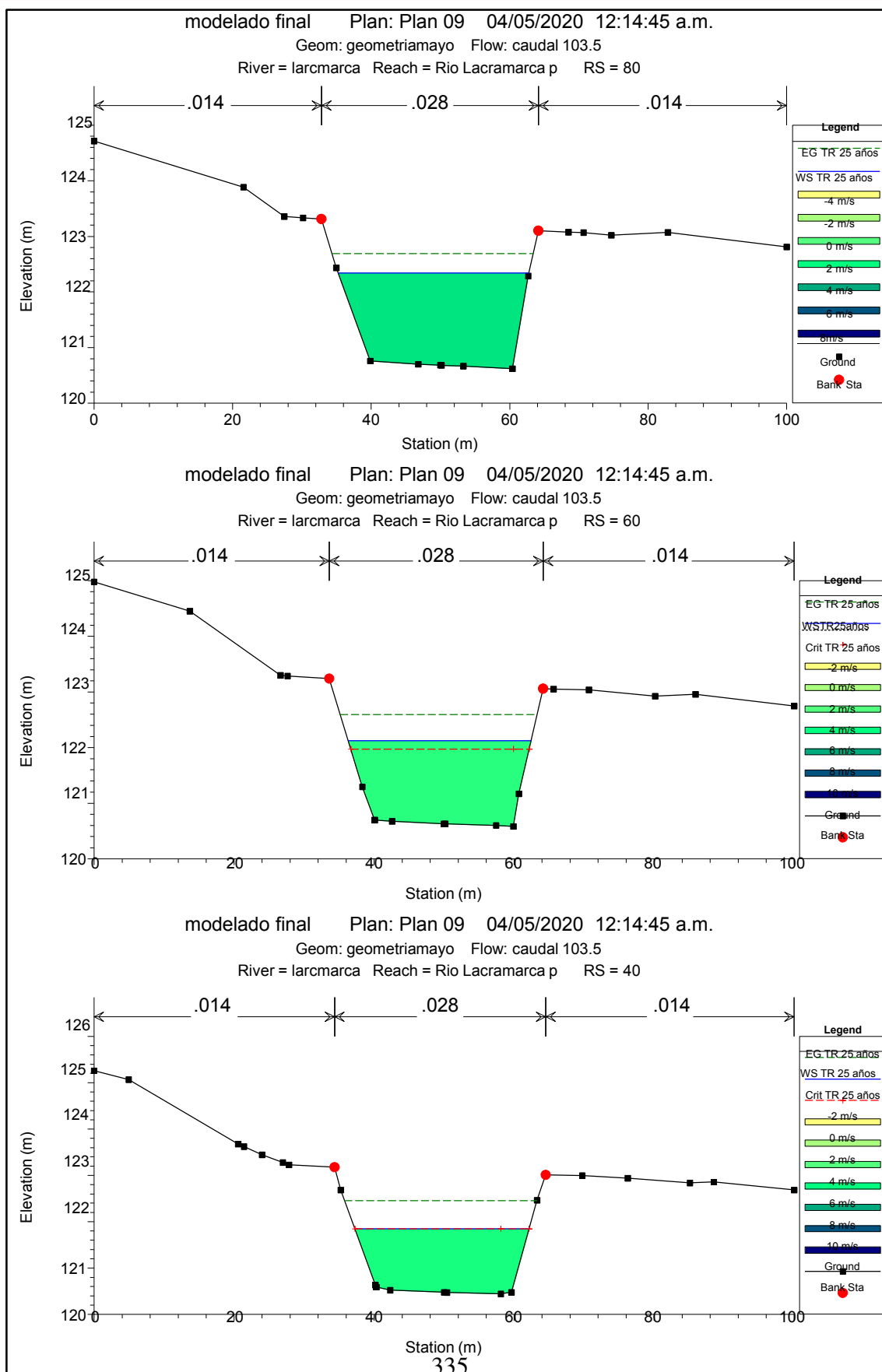


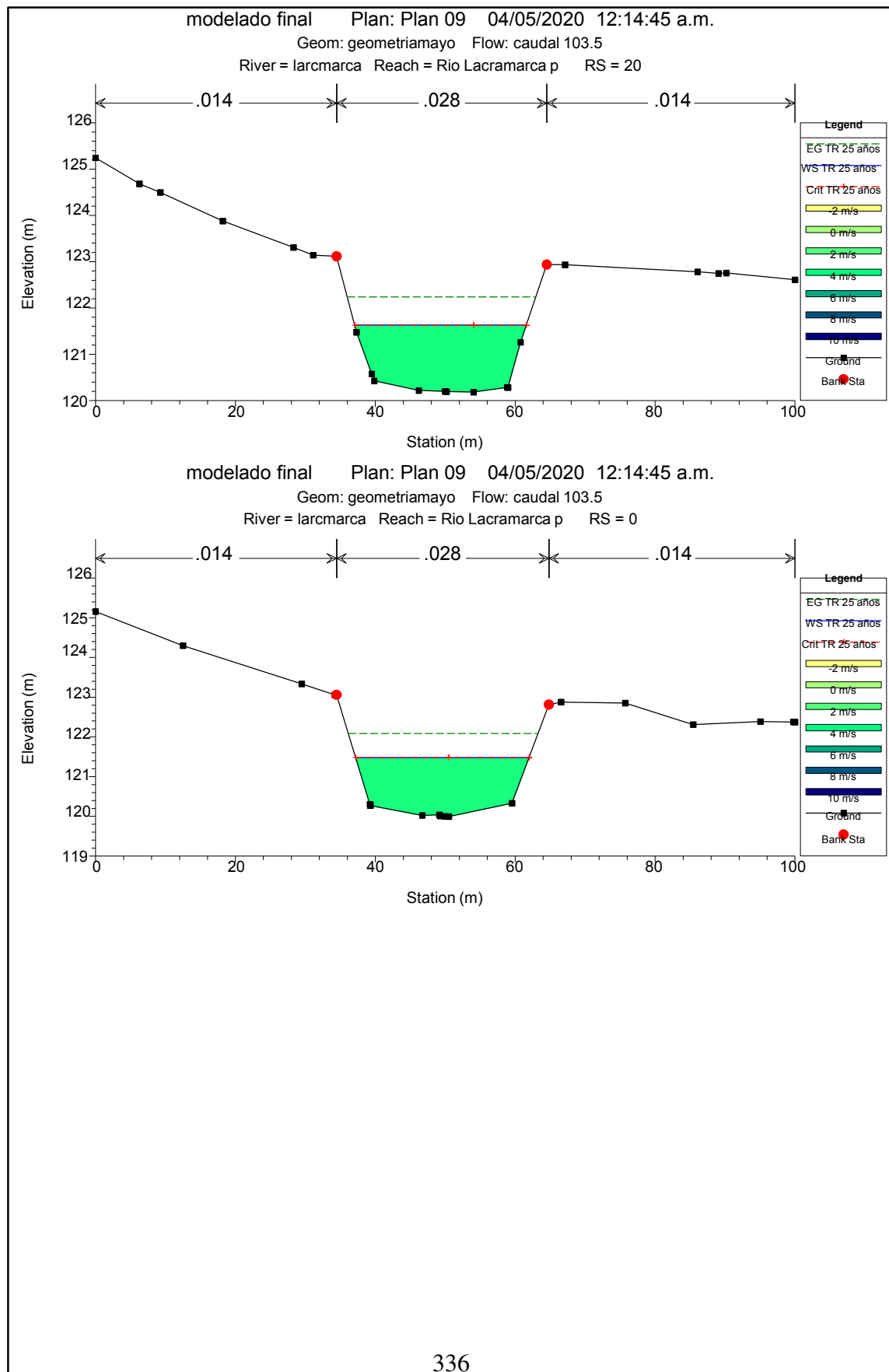






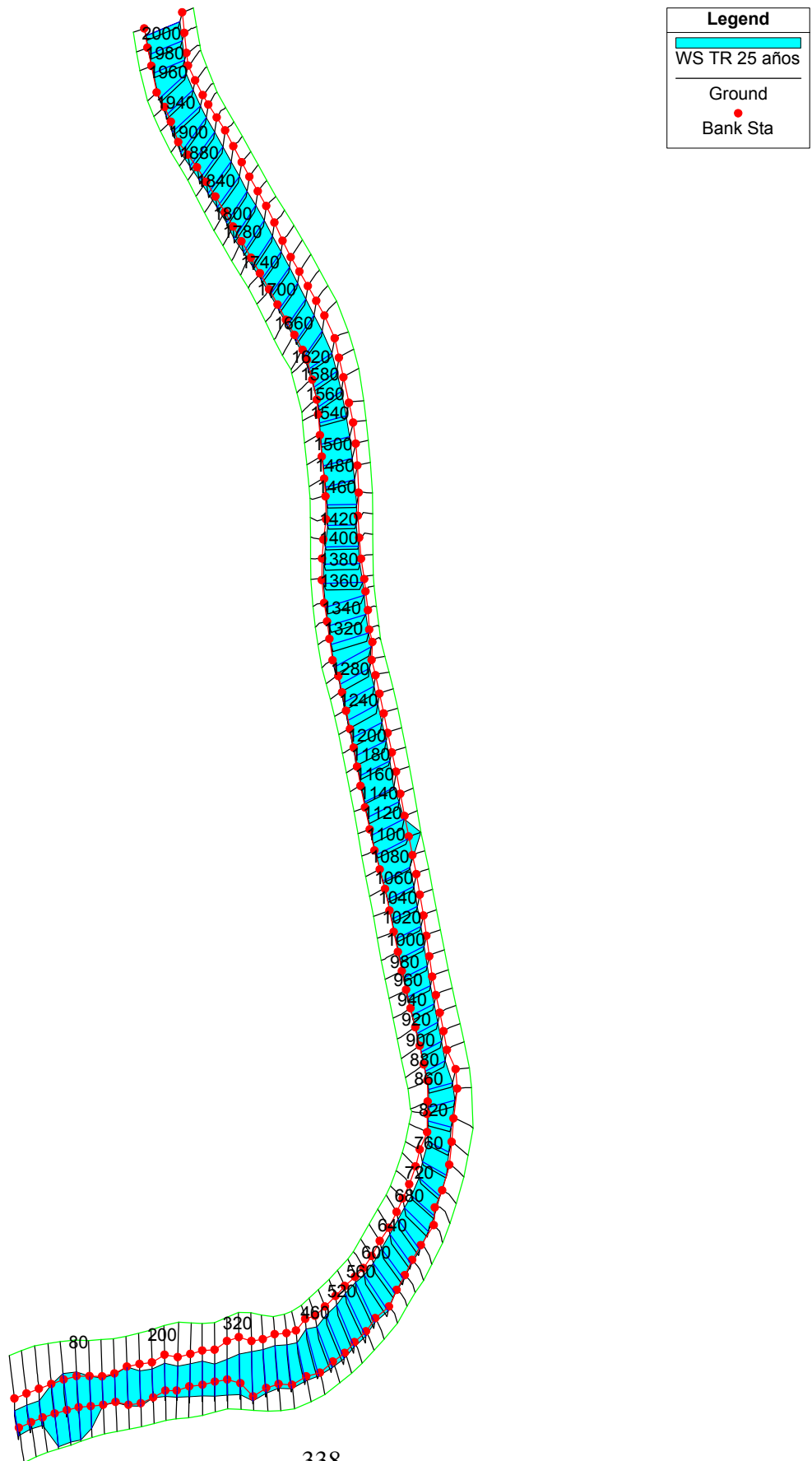






Anexo 3.3.- MODELADO 03 EN CAUCE CON RASANTE MEJORADA,
PARA AVENIDA MAXIMA 103.50M3

modelado junio 2020 Plan: Plan 11 08/06/2020
Geom: geometria cotas corregidas Flow: caudal 103.5



Parámetros Hidráulicos Del Modelado 03 en Cauce con Rasante Mejorada, para avenida maxima de 103.5m³

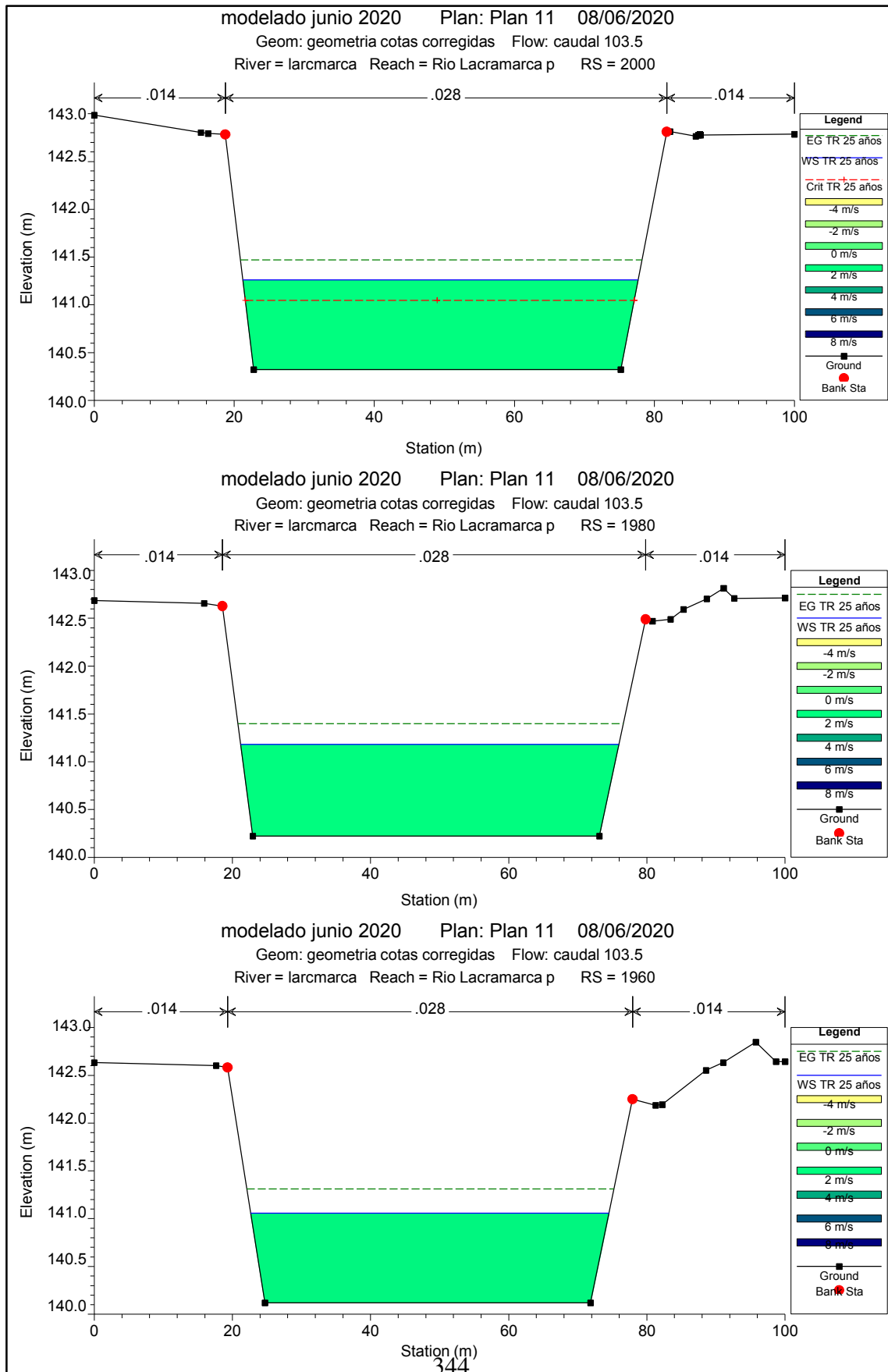
PROG	Secciones	Tr (años)	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Y (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
23+500	2000	25	103.50	140.32	141.26	0.94	141.47	0.003695	2.02	51.17	56.48	0.68
23+480	1980	25	103.50	140.22	141.18	0.96	141.40	0.003728	2.05	50.41	54.78	0.68
23+460	1960	25	103.50	140.12	141.06	0.94	141.31	0.004516	2.22	46.56	51.86	0.75
23+440	1940	25	103.50	140.02	140.90	0.88	141.20	0.005982	2.44	42.35	50.58	0.85
23+420	1920	25	103.50	139.91	140.79	0.88	141.08	0.005638	2.38	43.40	51.32	0.83
23+400	1900	25	103.50	139.81	140.70	0.89	140.97	0.005048	2.28	45.36	52.72	0.79
23+380	1880	25	103.50	139.71	140.65	0.94	140.86	0.003875	2.07	50.09	55.48	0.69
23+360	1860	25	103.50	139.61	140.57	0.96	140.79	0.003774	2.08	49.87	53.71	0.69
23+340	1840	25	103.50	139.50	140.48	0.98	140.71	0.003918	2.13	48.54	51.56	0.70
23+320	1820	25	103.50	139.40	140.38	0.98	140.63	0.004089	2.19	47.35	50.05	0.72
23+300	1800	25	103.50	139.30	140.28	0.98	140.54	0.004392	2.26	45.80	48.58	0.74
23+280	1780	25	103.50	139.18	140.01	0.83	140.41	0.008479	2.80	36.93	46.54	1.00
23+260	1760	25	103.50	139.04	139.92	0.88	140.22	0.005788	2.43	42.60	49.72	0.84
23+240	1740	25	103.50	138.87	139.72	0.85	140.09	0.007518	2.69	38.55	47.34	0.95
23+220	1720	25	103.50	138.68	139.52	0.84	139.92	0.008437	2.83	36.60	45.35	1.00
23+200	1700	25	103.50	138.46	139.28	0.82	139.74	0.009741	3.00	34.47	43.44	1.08
23+180	1680	25	103.50	138.20	139.00	0.80	139.52	0.011630	3.20	32.32	42.23	1.17
23+160	1660	25	103.50	137.93	138.73	0.80	139.28	0.012256	3.29	31.48	41.17	1.20
23+140	1640	25	103.50	137.63	138.40	0.77	139.01	0.014126	3.45	29.97	40.52	1.28

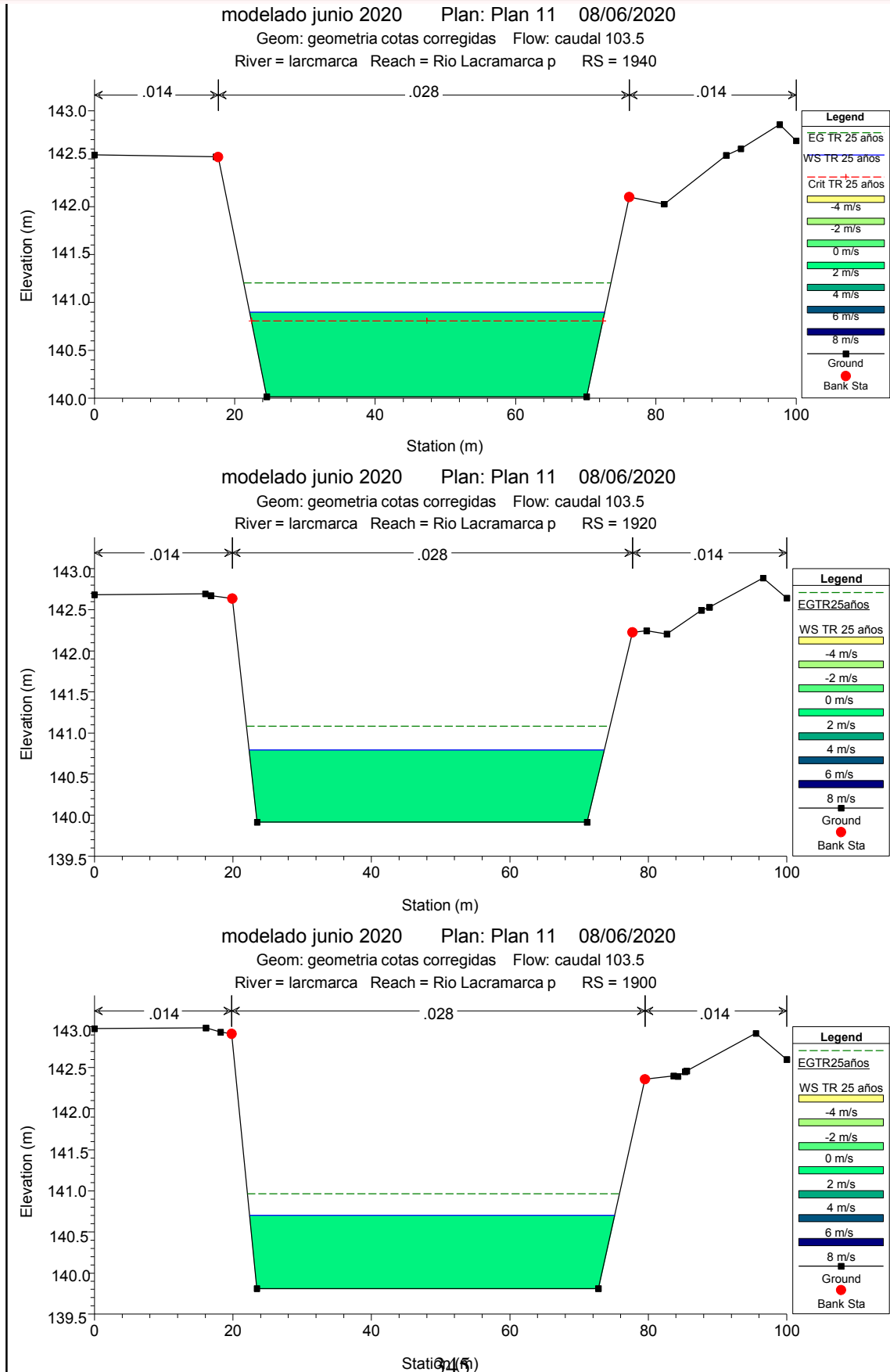
23+120	1620	25	103.50	137.33	138.09	0.76	138.72	0.014768	3.51	29.48	40.17	1.31
23+100	1600	25	103.50	137.03	137.80	0.77	138.43	0.014324	3.50	29.60	39.66	1.29
23+080	1580	25	103.50	136.72	137.42	0.70	138.10	0.017996	3.66	28.25	41.79	1.42
23+060	1560	25	103.50	136.42	137.25	0.83	137.78	0.011082	3.21	32.20	40.30	1.15
23+040	1540	25	103.50	136.12	136.87	0.75	137.51	0.015228	3.54	29.26	40.28	1.33
23+020	1520	25	103.50	135.81	136.49	0.68	137.17	0.018401	3.65	28.38	43.08	1.43
23+000	1500	25	103.50	135.41	136.02	0.61	136.75	0.023106	3.65	27.25	46.19	1.58
22+980	1480	25	103.50	134.88	135.44	0.56	136.24	0.027208	3.68	26.15	47.18	1.70
22+960	1460	25	103.50	134.36	134.93	0.57	135.71	0.025720	3.71	26.58	47.09	1.65
22+940	1440	25	103.50	133.91	134.51	0.60	135.21	0.022223	3.69	27.89	47.56	1.55
22+920	1420	25	103.50	133.53	134.22	0.69	134.81	0.015595	3.40	30.46	45.49	1.33
22+900	1400	25	103.50	133.21	133.77	0.56	134.42	0.022855	3.59	28.86	52.95	1.55
22+880	1380	25	103.50	132.97	134.09	1.12	134.23	0.002004	1.67	62.11	57.90	0.51
22+860	1360	25	103.50	132.80	134.09	1.29	134.19	0.001159	1.37	75.70	63.15	0.40
22+840	1340	25	103.50	132.69	134.08	1.39	134.17	0.000893	1.26	82.00	63.30	0.35
22+820	1320	25	103.50	132.63	134.05	1.42	134.15	0.001012	1.33	77.58	60.60	0.38
22+800	1300	25	103.50	132.57	134.05	1.48	134.12	0.000728	1.20	86.34	61.58	0.32
22+780	1280	25	103.50	132.52	134.04	1.52	134.11	0.000633	1.14	90.98	63.15	0.30
22+760	1260	25	103.50	132.47	133.99	1.52	134.09	0.000947	1.39	74.25	50.58	0.37
22+740	1240	25	103.50	132.42	133.98	1.56	134.07	0.000816	1.32	78.34	52.00	0.34
22+720	1220	25	103.50	132.34	133.97	1.63	134.05	0.000744	1.29	80.24	51.60	0.33

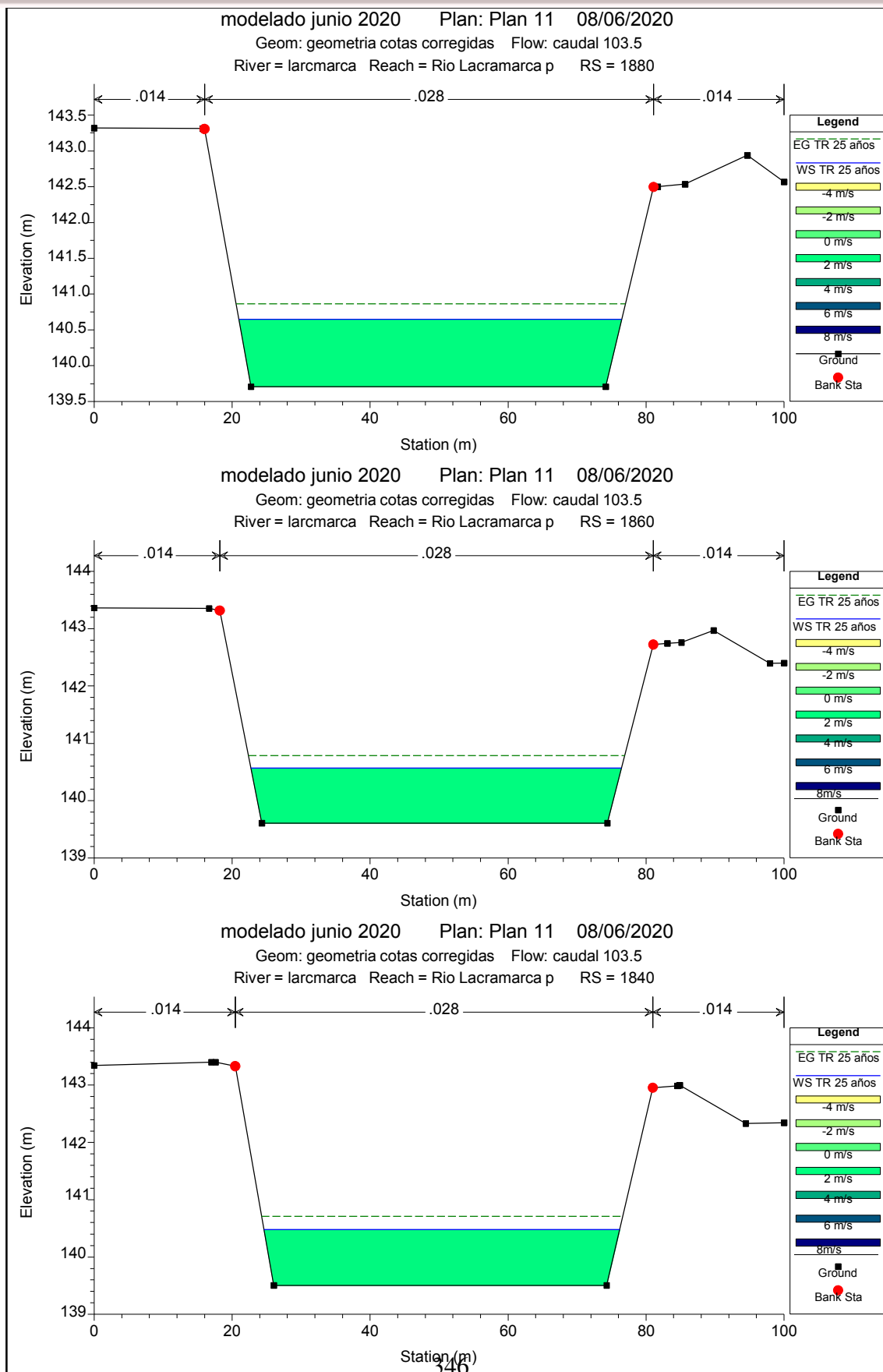
22+700	1200	25	103.50	132.21	133.96	1.75	134.04	0.000606	1.21	85.26	51.54	0.30
22+680	1180	25	103.50	132.04	133.96	1.92	134.02	0.000427	1.08	95.72	52.74	0.26
22+660	1160	25	103.50	132.82	133.59	0.77	133.97	0.008625	2.72	38.10	51.07	1.00
22+640	1140	25	103.50	131.55	131.94	0.39	133.46	0.004990	2.13	18.97	49.18	2.81
22+620	1120	25	103.50	131.23	132.57	1.34	132.69	0.001355	1.53	67.51	52.95	0.43
22+600	1100	25	103.50	130.87	132.59	1.72	132.66	0.000557	1.15	90.04	55.75	0.29
22+580	1080	25	103.50	131.46	132.23	0.77	132.60	0.008712	2.69	38.50	53.00	1.01
22+560	1060	25	103.50	130.05	130.45	0.40	132.07	0.015944	3.28	18.36	46.09	2.85
22+540	1040	25	103.50	129.64	130.26	0.62	131.02	0.023175	3.43	26.81	44.50	1.59
22+520	1020	25	103.50	129.24	129.93	0.69	130.58	0.017320	3.58	28.95	43.33	1.40
22+500	1000	25	103.50	128.88	129.60	0.72	130.25	0.016643	3.57	28.99	42.20	1.38
22+480	980	25	103.50	128.55	129.31	0.76	129.92	0.014486	3.46	29.91	41.09	1.30
22+460	960	25	103.50	128.26	129.06	0.80	129.64	0.012934	3.38	30.63	39.98	1.23
22+440	940	25	103.50	128.01	128.83	0.82	129.39	0.011728	3.30	31.32	39.17	1.18
22+420	920	25	103.50	127.78	128.80	1.02	129.22	0.006924	2.87	36.02	37.36	0.93
22+400	900	25	103.50	127.60	128.68	1.08	129.08	0.006181	2.82	36.71	35.95	0.89
22+380	880	25	103.50	127.44	128.56	1.12	128.96	0.005971	2.82	36.66	34.85	0.88
22+360	860	25	103.50	127.28	128.32	1.04	128.82	0.007978	3.12	33.18	33.73	1.00
22+340	840	25	103.50	127.13	127.86	0.73	128.57	0.017347	2.65	27.83	39.11	1.41
22+320	820	25	103.50	126.94	128.10	1.16	128.35	0.003363	2.18	47.45	43.16	0.66
22+300	800	25	103.50	126.82	127.77	0.95	128.22	0.008207	3.00	34.50	37.98	1.01

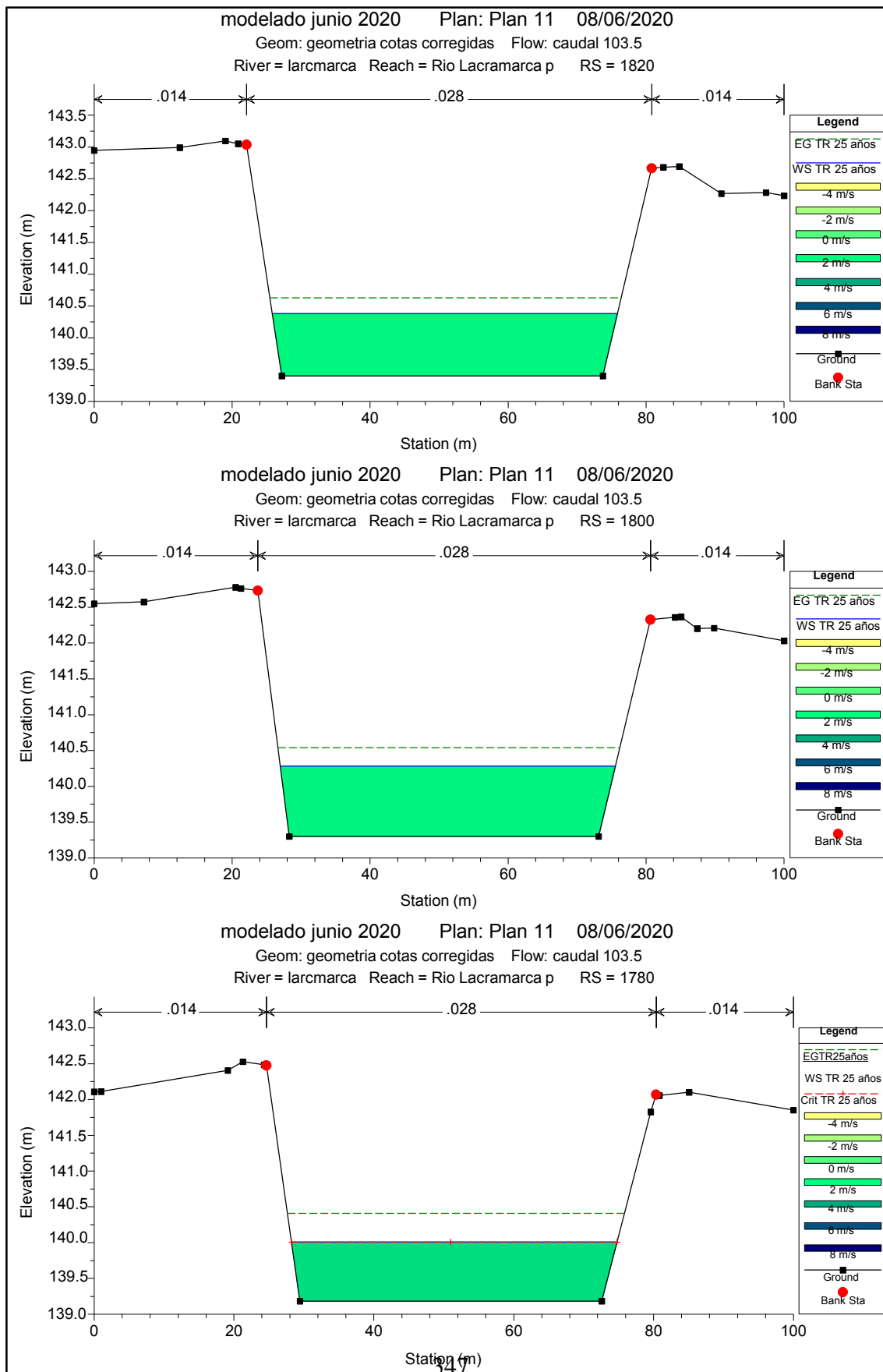
22+280	780	25	103.50	126.26	126.98	0.72	127.92	0.011851	3.32	24.19	34.65	1.64
22+260	760	25	103.50	125.73	126.30	0.57	127.34	0.011851	3.47	23.01	41.41	1.93
22+240	740	25	103.50	125.31	126.11	0.80	126.78	0.015494	3.63	28.53	38.47	1.35
22+220	720	25	103.50	124.93	125.59	0.66	126.39	0.023672	2.76	26.17	42.40	1.61
22+200	700	25	103.50	124.78	126.05	1.27	126.23	0.002259	1.89	54.65	45.78	0.55
22+180	680	25	103.50	124.67	126.03	1.36	126.18	0.001703	1.71	60.36	47.55	0.49
22+160	660	25	103.50	124.64	125.98	1.34	126.15	0.001869	1.78	58.13	46.40	0.51
22+140	640	25	103.50	124.60	125.95	1.35	126.11	0.001767	1.73	59.95	48.13	0.49
22+120	620	25	103.50	124.57	125.90	1.33	126.07	0.002061	1.82	56.81	47.30	0.53
22+100	600	25	103.50	124.54	125.91	1.37	126.02	0.001226	1.48	69.96	53.68	0.41
22+080	580	25	103.50	124.50	125.88	1.38	125.99	0.001259	1.51	68.71	52.23	0.42
22+060	560	25	103.50	124.47	125.87	1.40	125.96	0.001011	1.37	75.35	55.62	0.38
22+040	540	25	103.50	124.43	125.83	1.40	125.94	0.001245	1.50	69.02	52.41	0.42
22+020	520	25	103.50	124.40	125.81	1.41	125.91	0.001082	1.42	73.00	54.31	0.39
22+000	500	25	103.50	124.37	125.74	1.37	125.88	0.001693	1.69	61.24	49.19	0.48
21+980	480	25	103.50	124.33	125.73	1.40	125.84	0.001300	1.51	68.46	53.33	0.43
21+960	460	25	103.50	124.30	125.56	1.26	125.79	0.002971	2.12	48.77	42.44	0.63
21+940	440	25	103.50	124.27	125.55	1.28	125.73	0.002121	1.84	56.24	47.02	0.54
21+920	420	25	103.50	124.23	125.48	1.25	125.68	0.002571	1.98	52.23	45.15	0.59
21+900	400	25	103.50	124.20	125.44	1.24	125.62	0.002266	1.89	54.90	46.36	0.55
21+880	380	25	103.50	124.14	125.44	1.30	125.57	0.001573	1.61	64.16	52.00	0.46

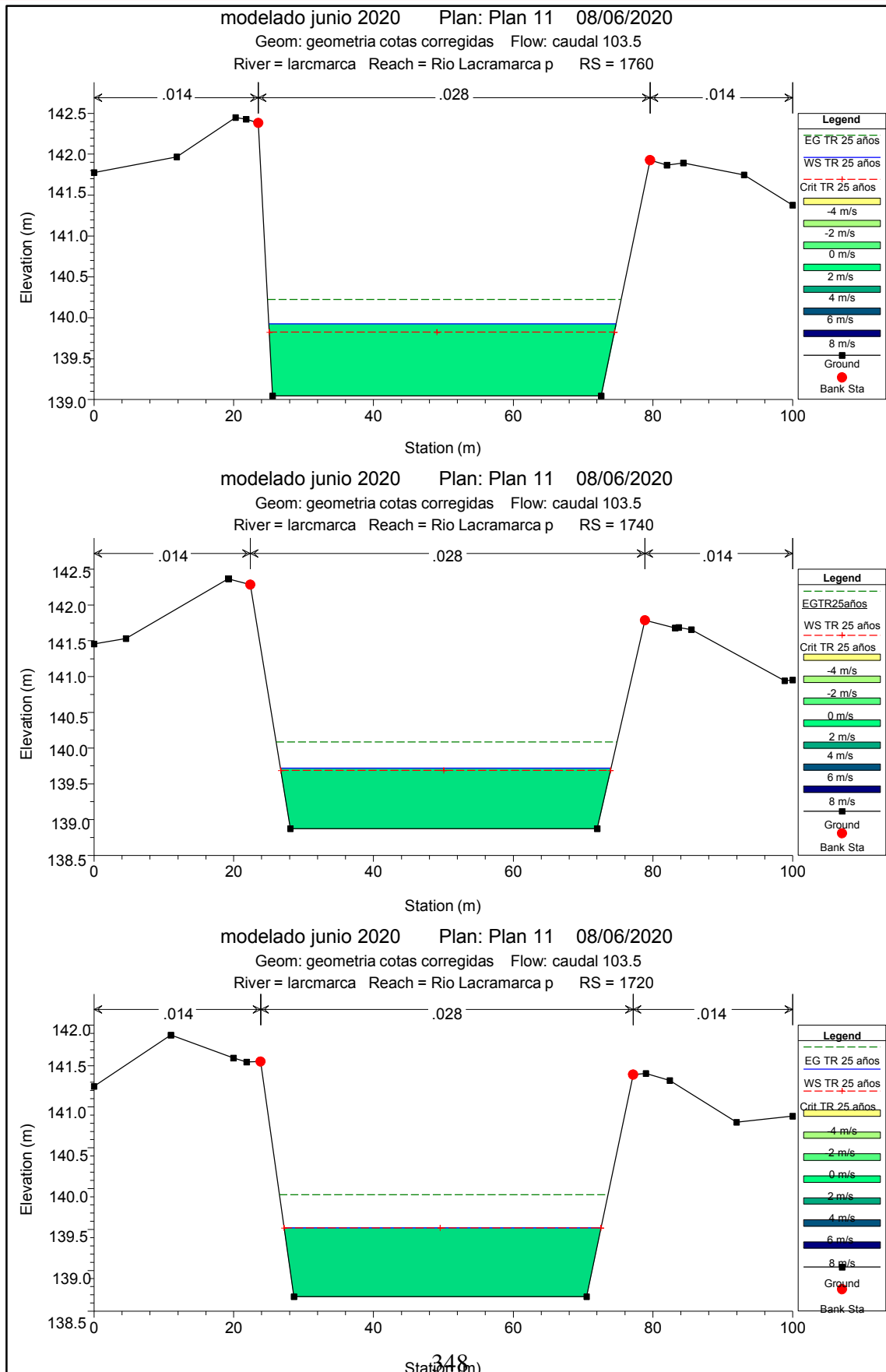
21+860	360	25	103.50	124.06	125.32	1.26	125.52	0.002536	2.01	51.43	42.64	0.59
21+840	340	25	103.50	123.97	125.20	1.23	125.46	0.003339	2.28	45.40	37.71	0.66
21+820	320	25	103.50	123.85	124.90	1.05	125.35	0.007031	2.97	34.80	33.67	0.93
21+800	300	25	103.50	123.72	124.88	1.16	125.20	0.004456	2.52	41.05	36.62	0.76
21+780	280	25	103.50	123.57	124.75	1.18	125.10	0.004900	2.65	39.08	34.48	0.79
21+760	260	25	103.50	123.40	124.46	1.06	124.97	0.008007	3.15	32.82	32.69	1.01
21+740	240	25	103.50	123.21	124.45	1.24	124.78	0.004375	2.56	40.37	35.08	0.76
21+720	220	25	103.50	123.01	124.12	1.11	124.65	0.007890	3.24	31.99	30.25	1.00
21+700	200	25	103.50	122.78	123.50	0.72	124.37	0.022495	2.59	25.14	37.06	1.60
21+680	180	25	103.50	122.54	123.99	1.45	124.18	0.002093	1.93	53.56	41.11	0.54
21+660	160	25	103.50	122.28	123.54	1.26	124.07	0.007657	3.24	31.90	29.80	1.00
21+640	140	25	103.50	122.00	123.10	1.10	123.85	0.012984	2.86	26.83	28.80	1.28
21+620	120	25	103.50	121.71	123.31	1.60	123.62	0.003342	2.47	43.12	54.79	0.68
21+600	100	25	103.50	121.43	123.40	1.97	123.53	0.000994	1.62	67.89	71.83	0.39
21+580	80	25	103.50	121.14	123.41	2.27	123.50	0.000601	1.38	79.76	73.12	0.31
21+560	60	25	103.50	121.86	123.16	1.30	123.46	0.004017	2.50	44.04	66.26	0.73
21+540	40	25	103.50	120.57	121.23	0.66	123.10	0.053720	3.20	17.08	26.68	2.42
21+520	20	25	103.50	120.29	121.20	0.91	122.24	0.019672	3.10	22.93	26.07	1.54
21+500	0	25	103.50	120.00	120.92	0.92	121.84	0.016982	2.80	24.44	27.22	1.43

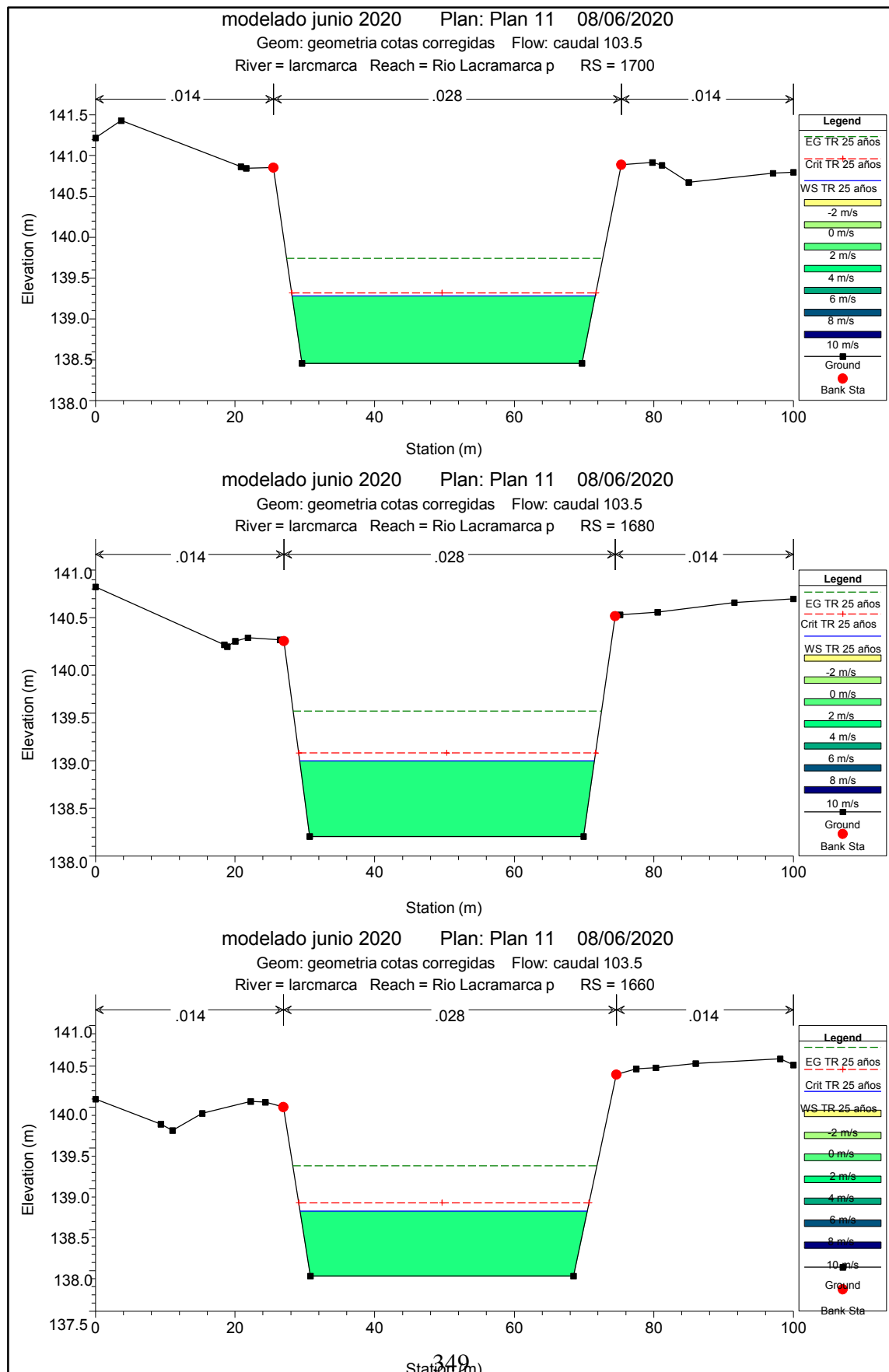


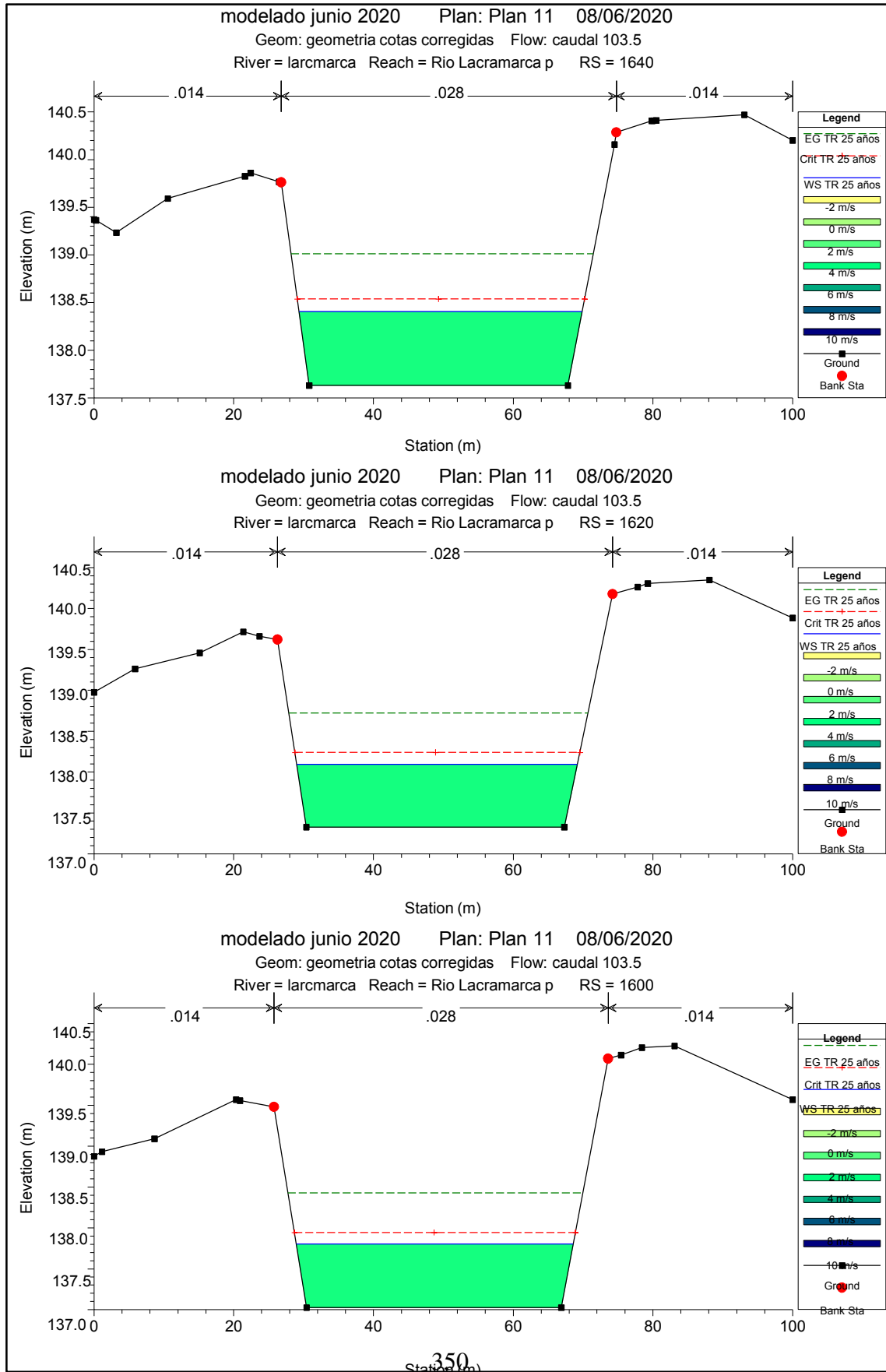


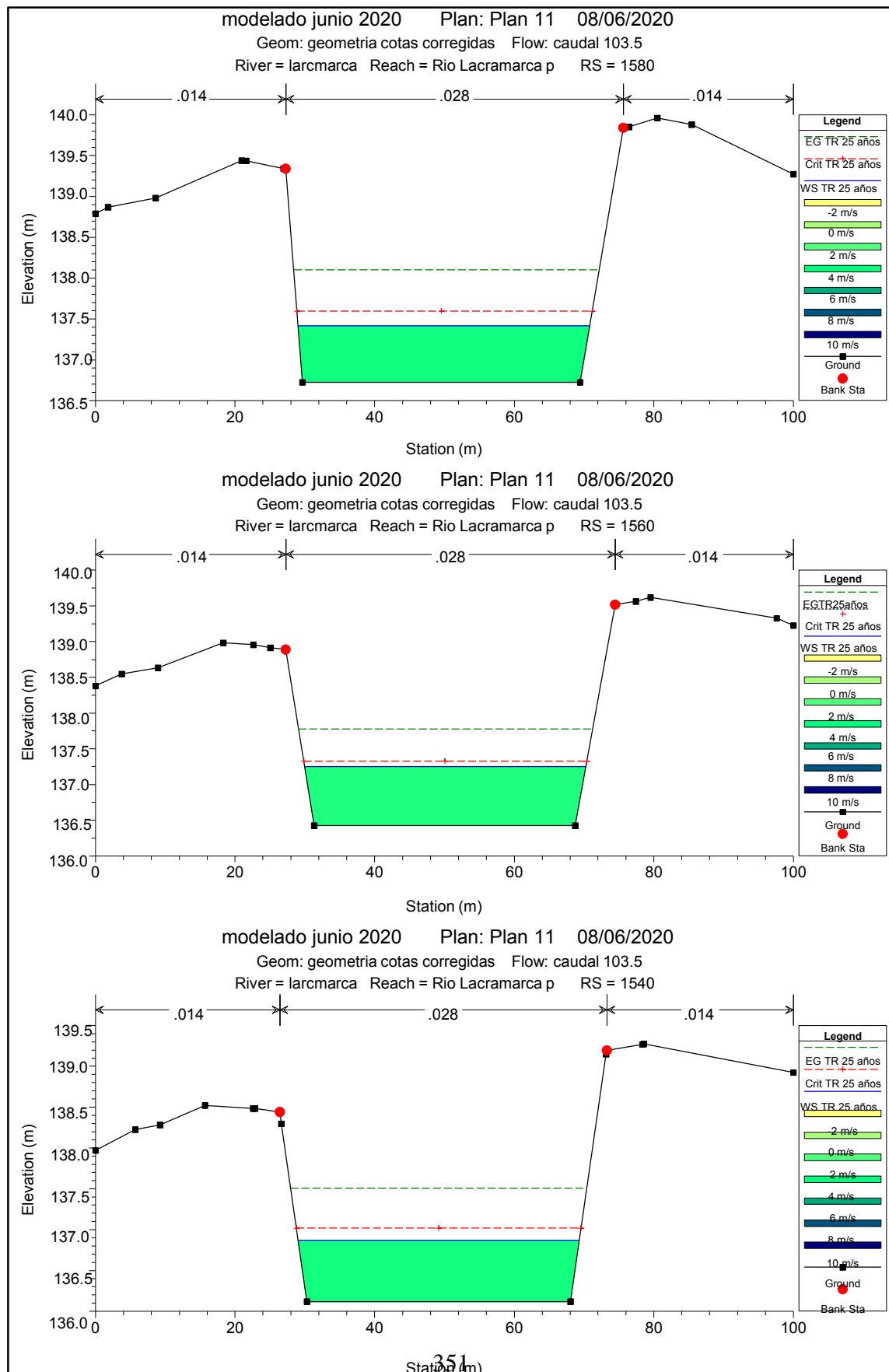


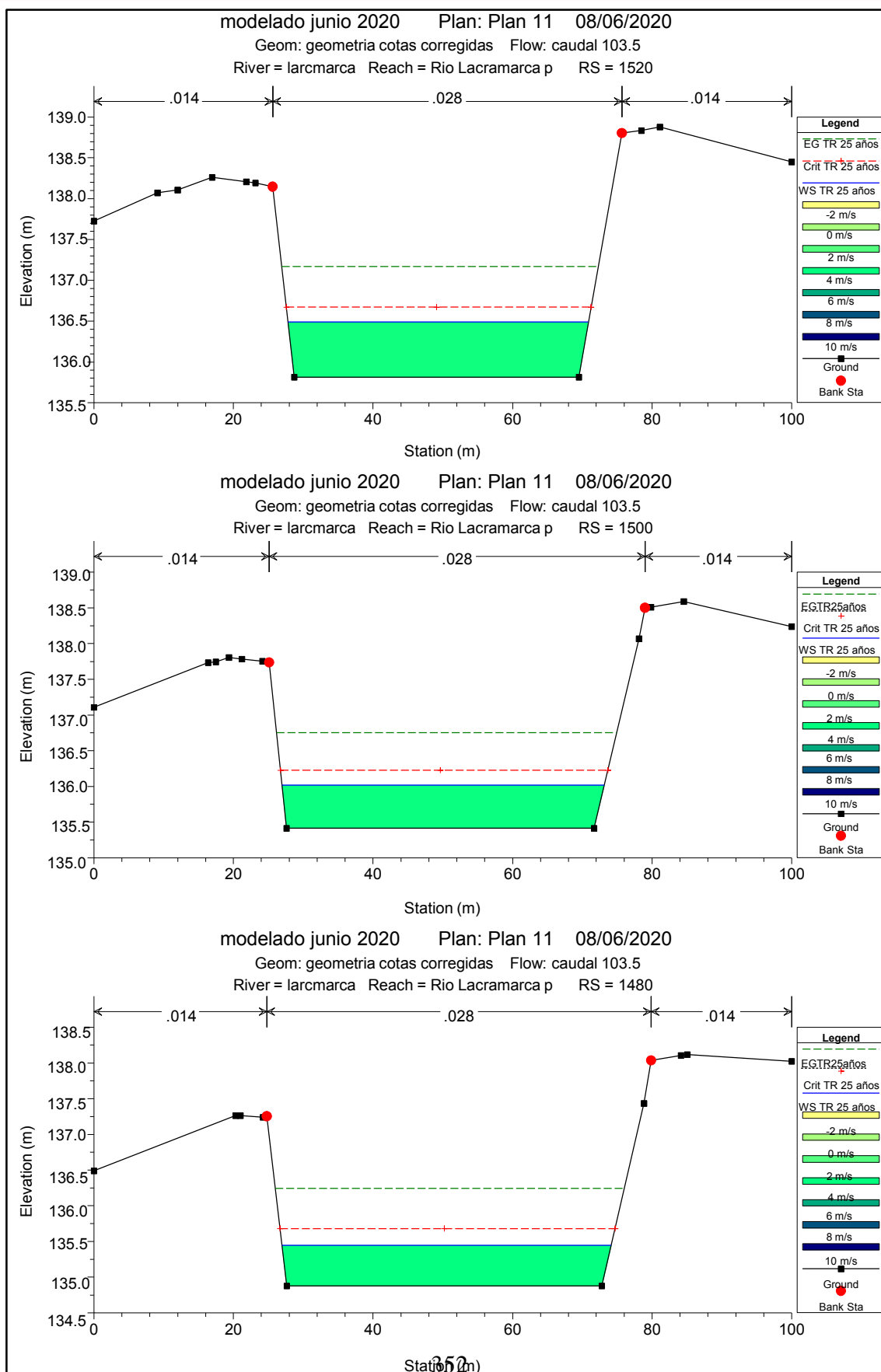


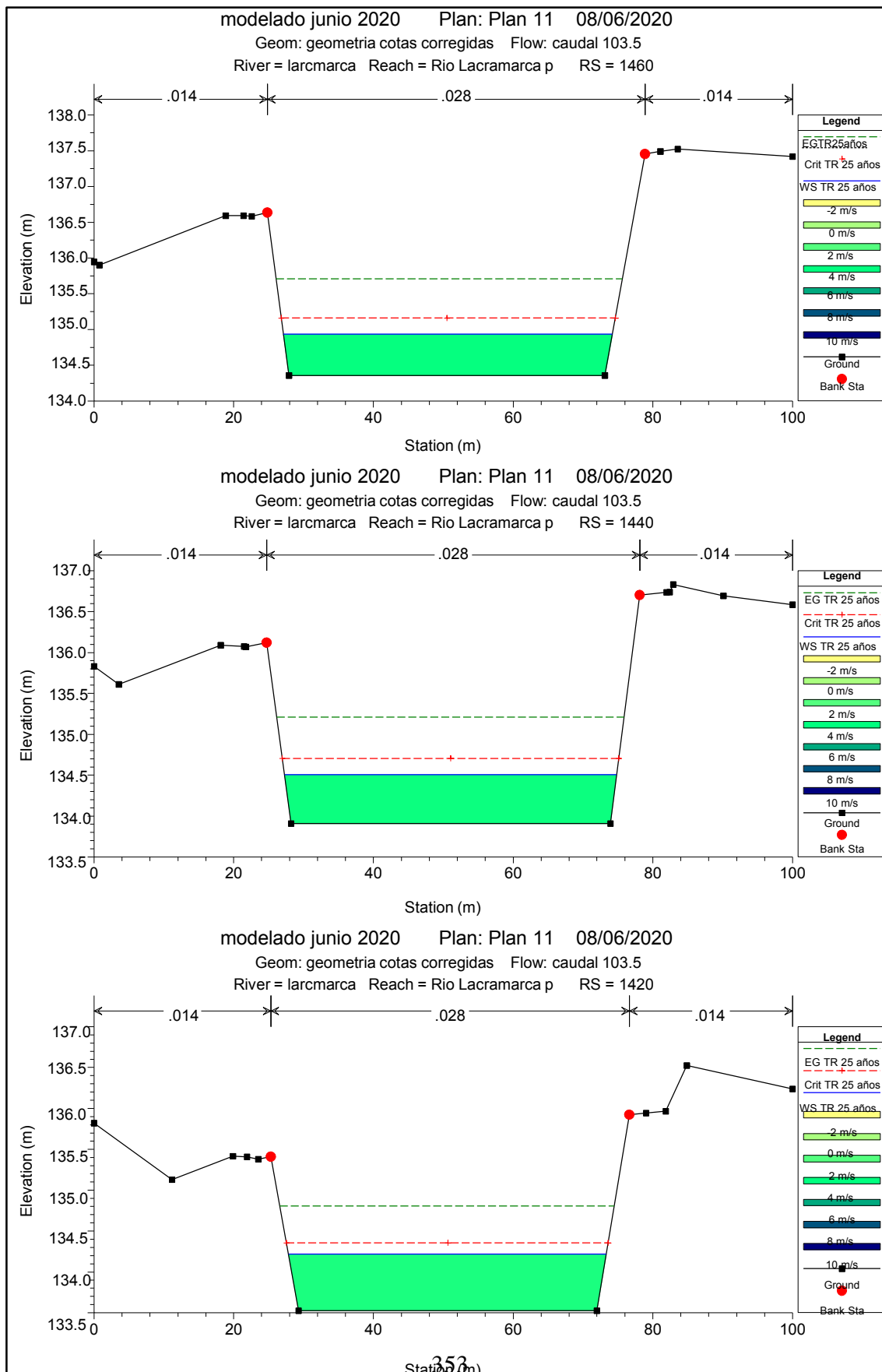


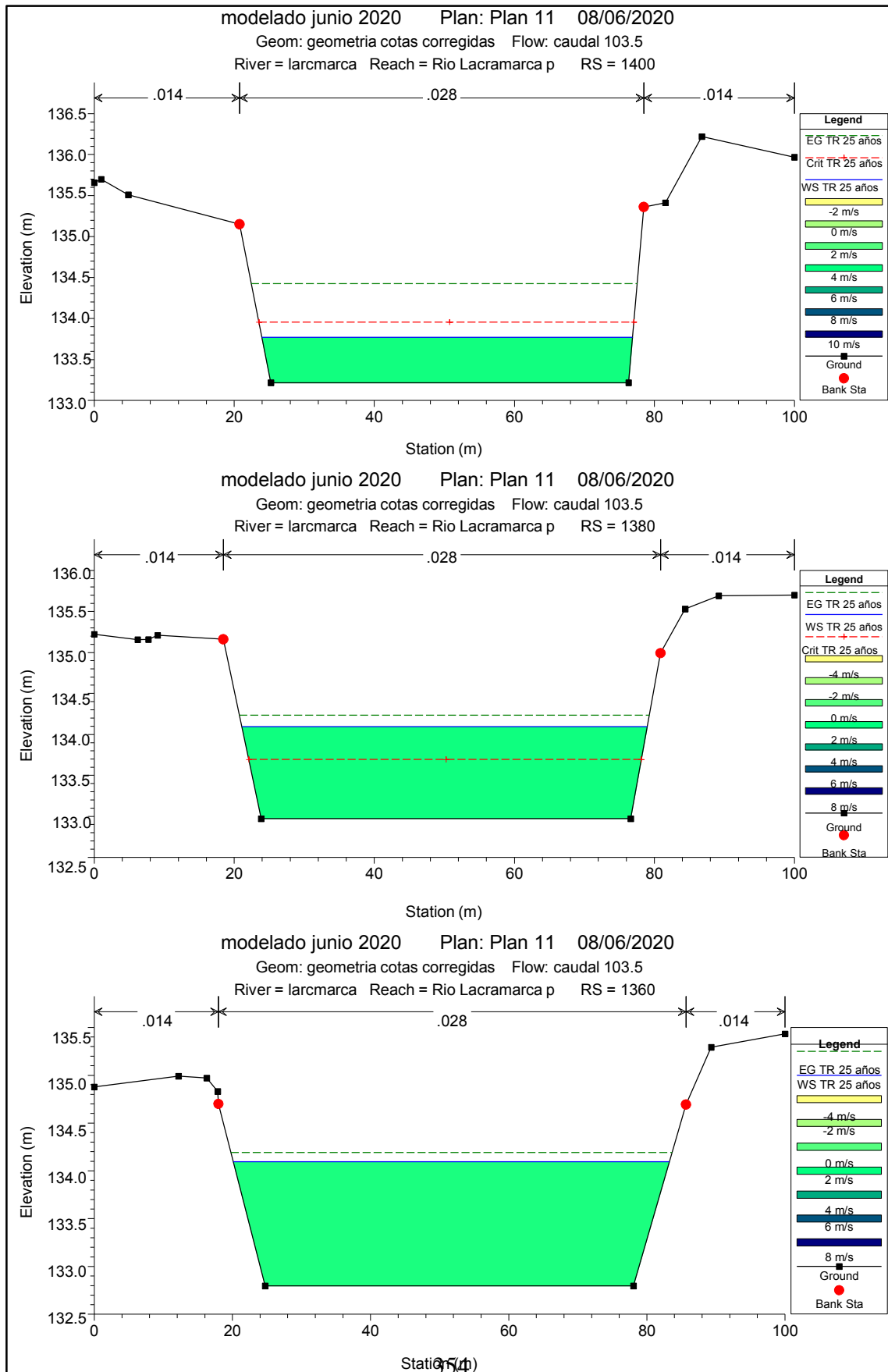


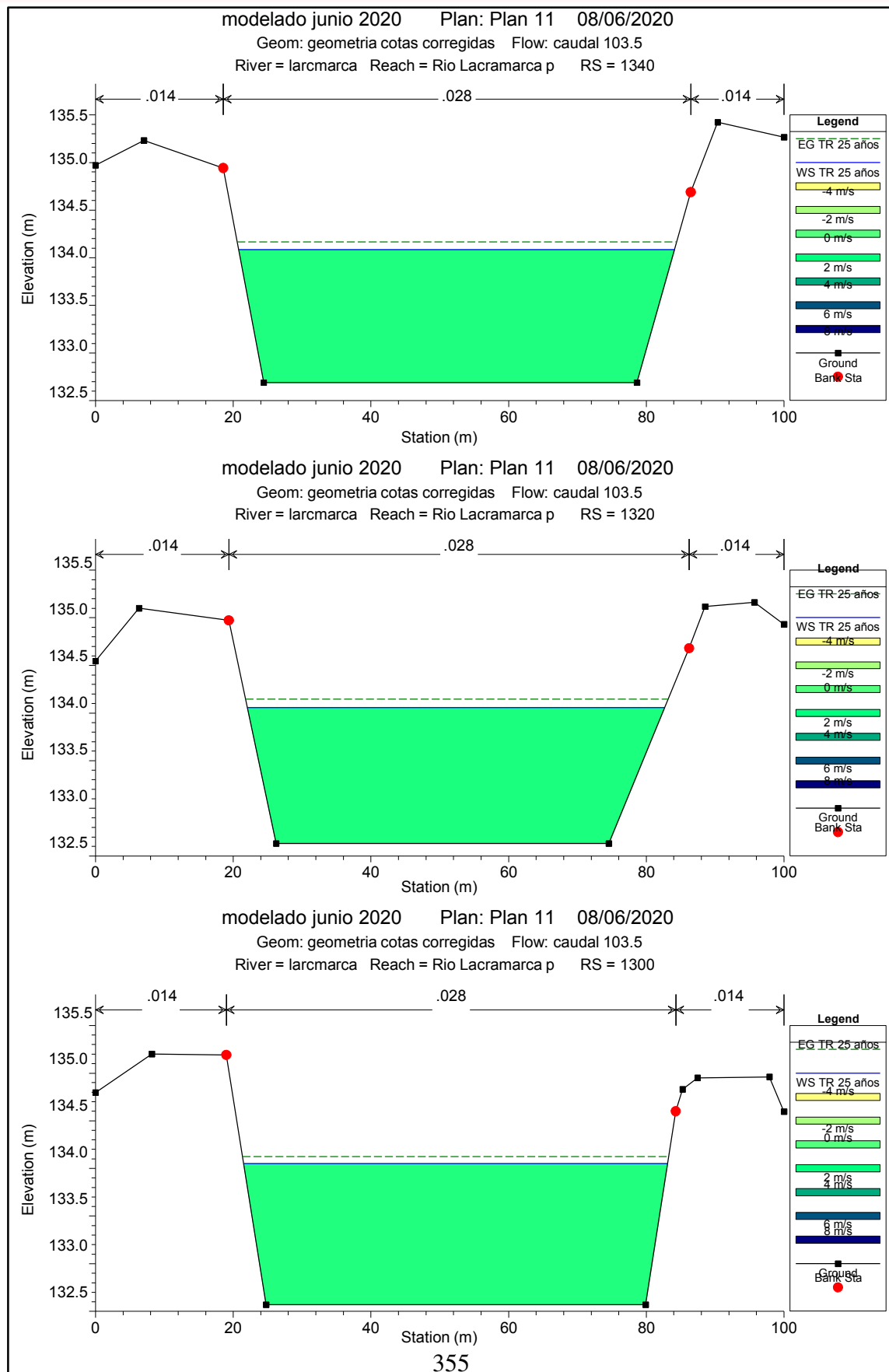


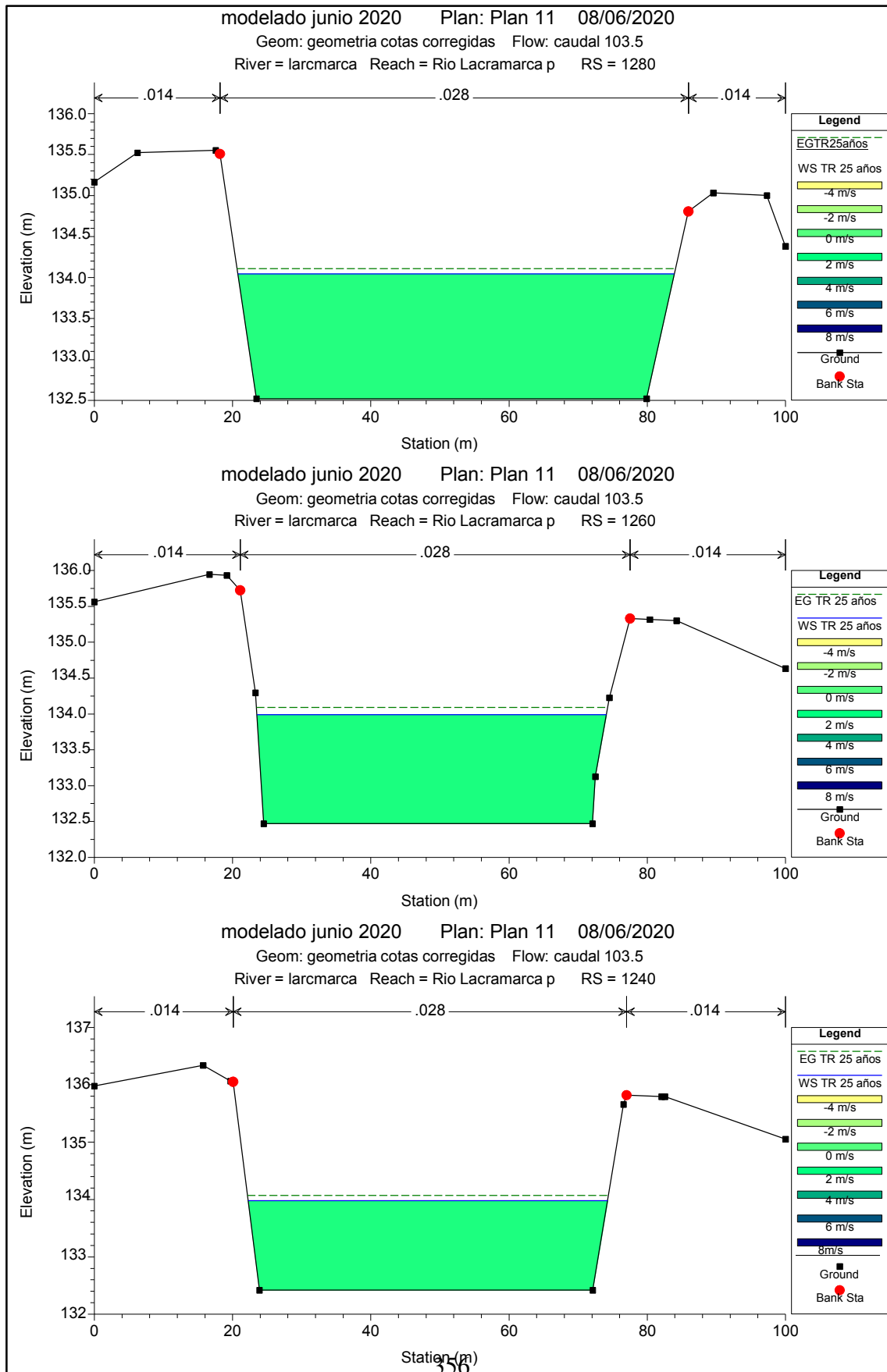


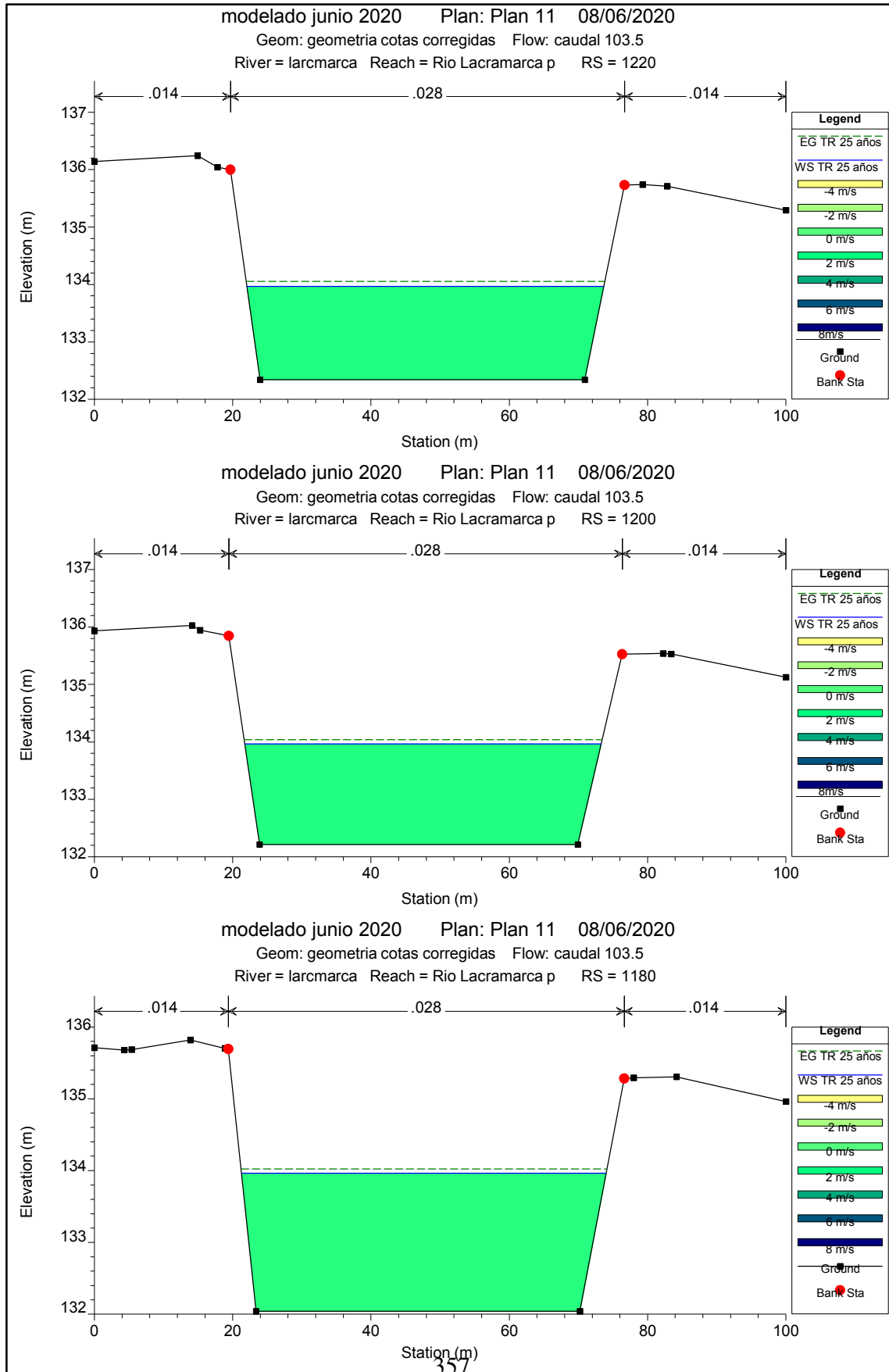


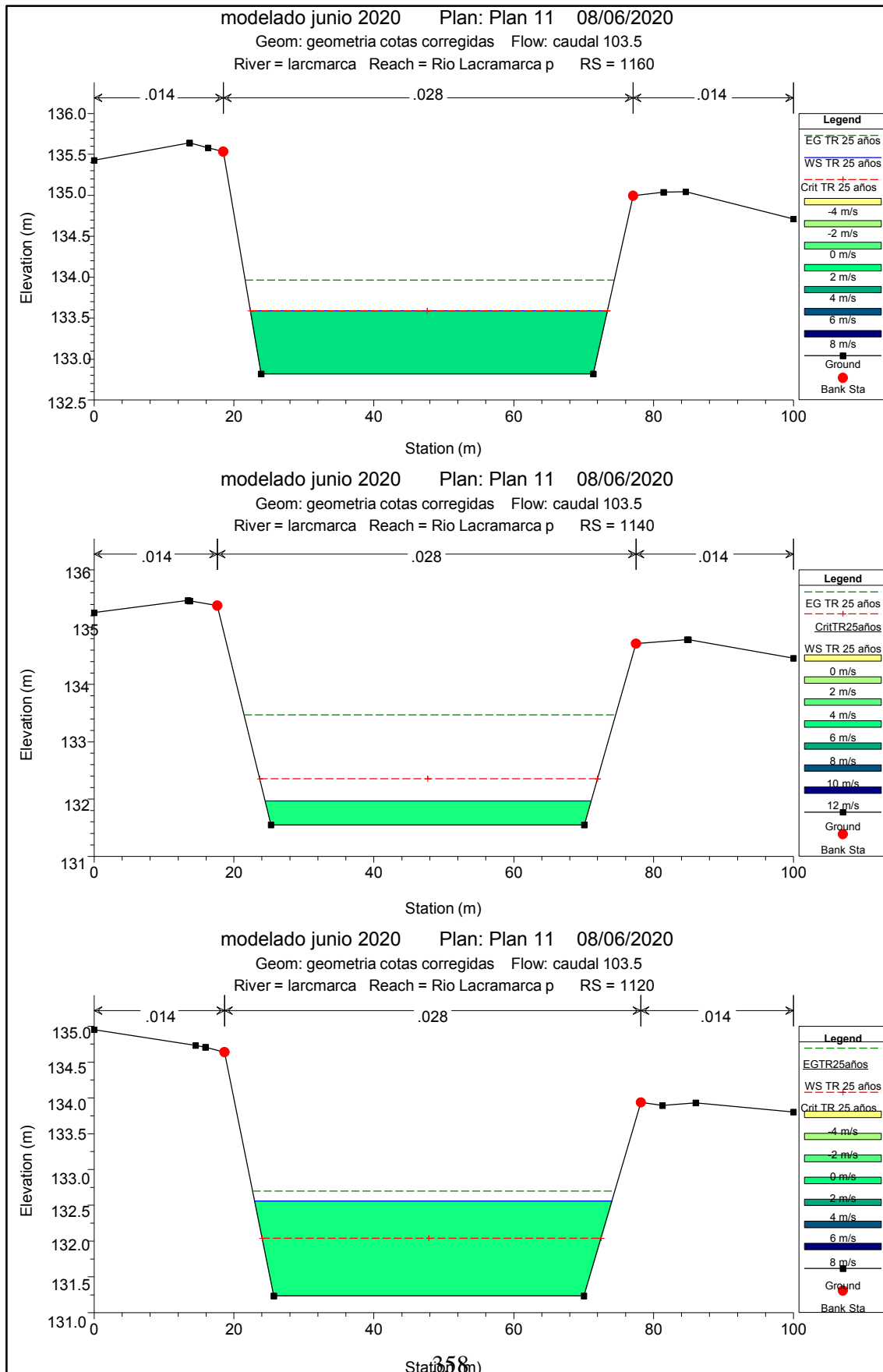




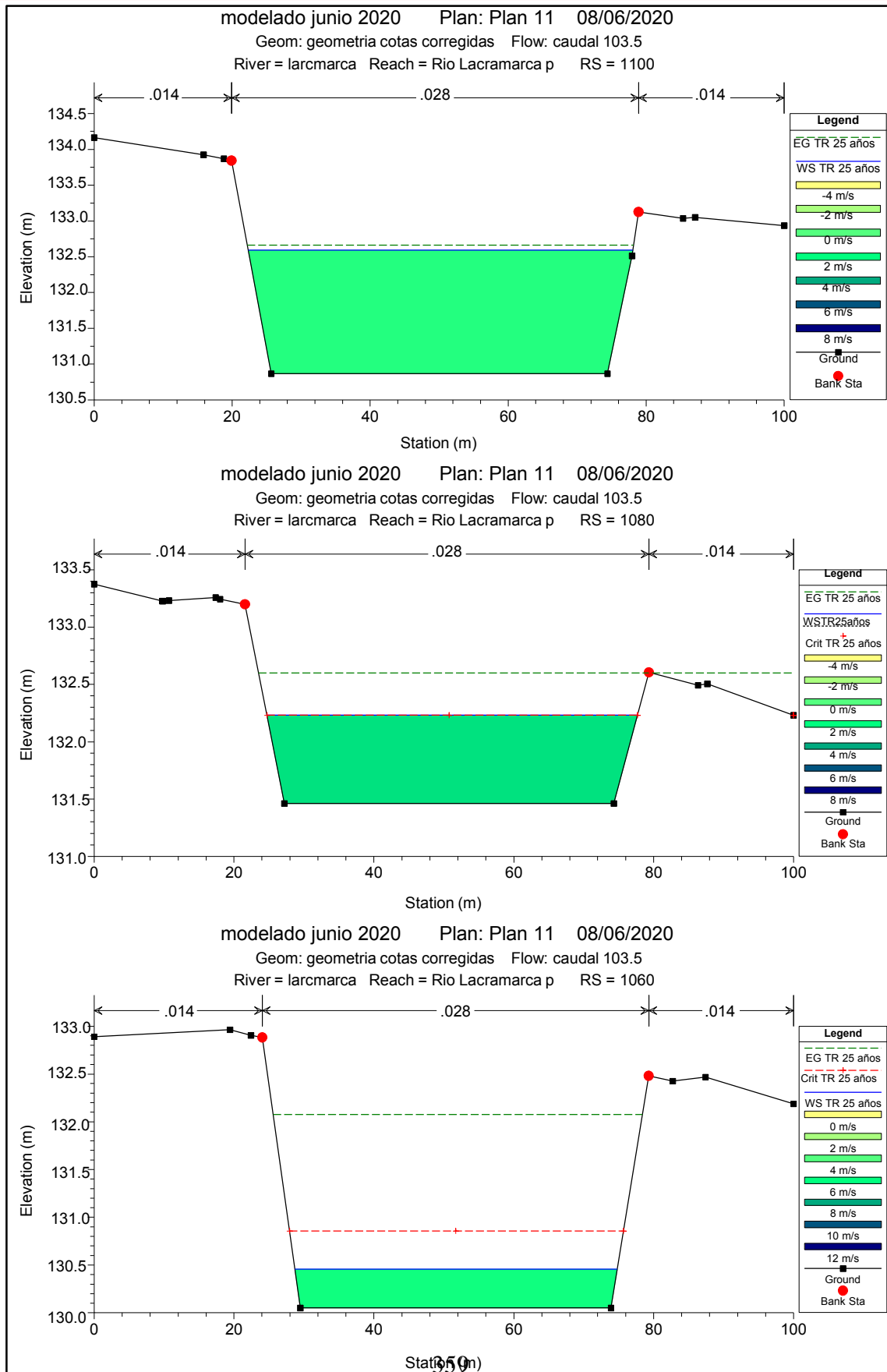


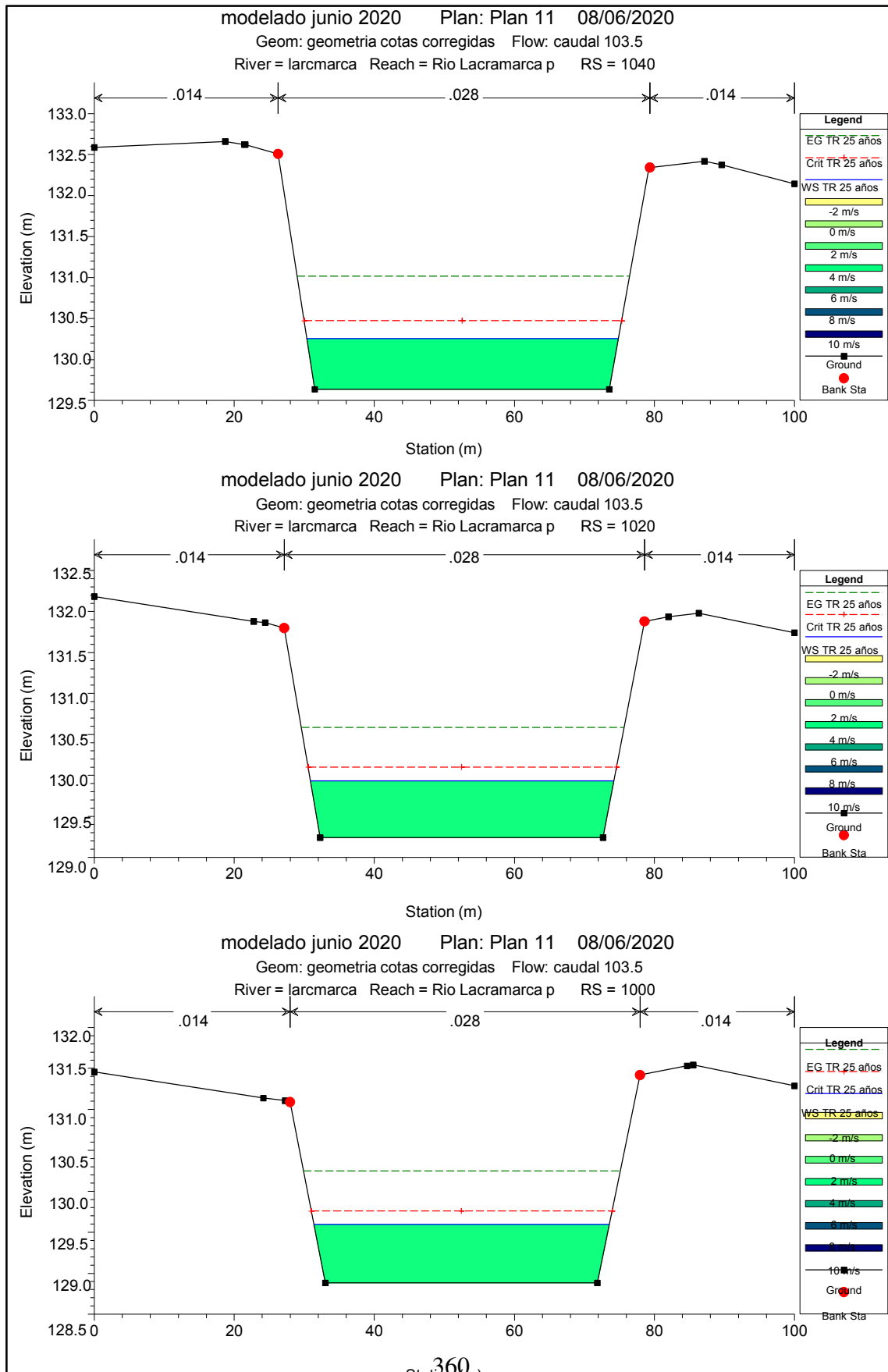


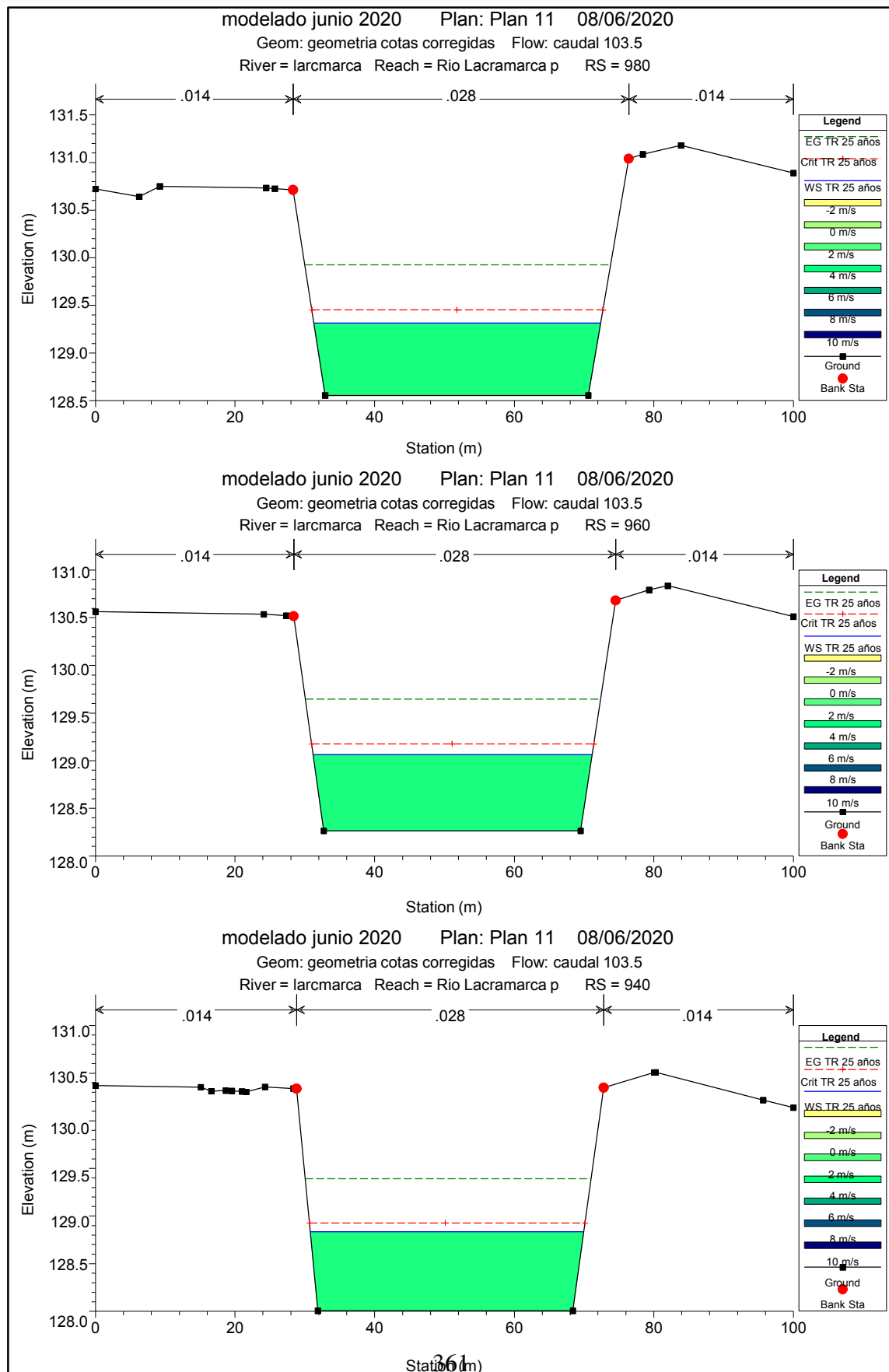




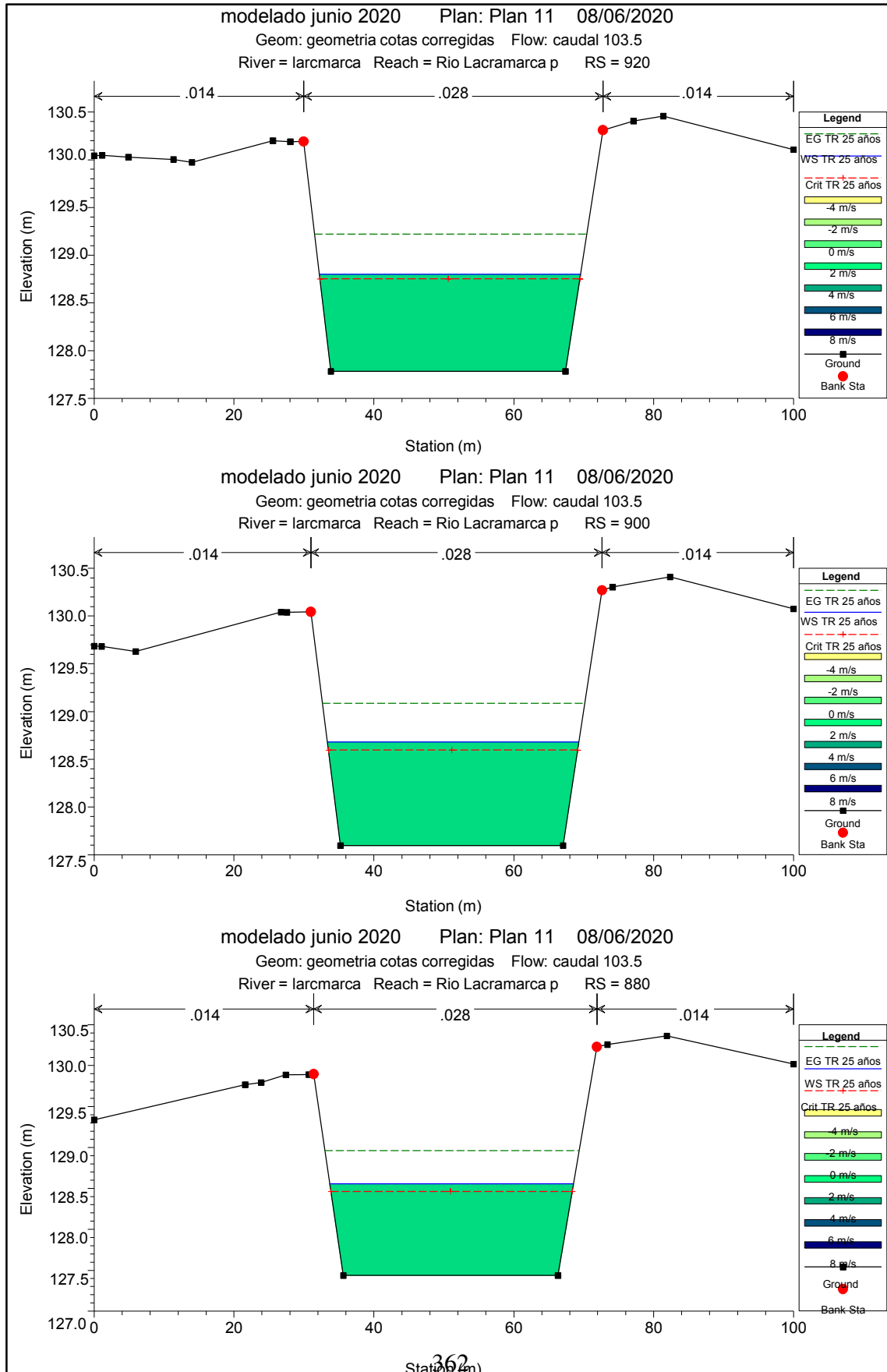
358

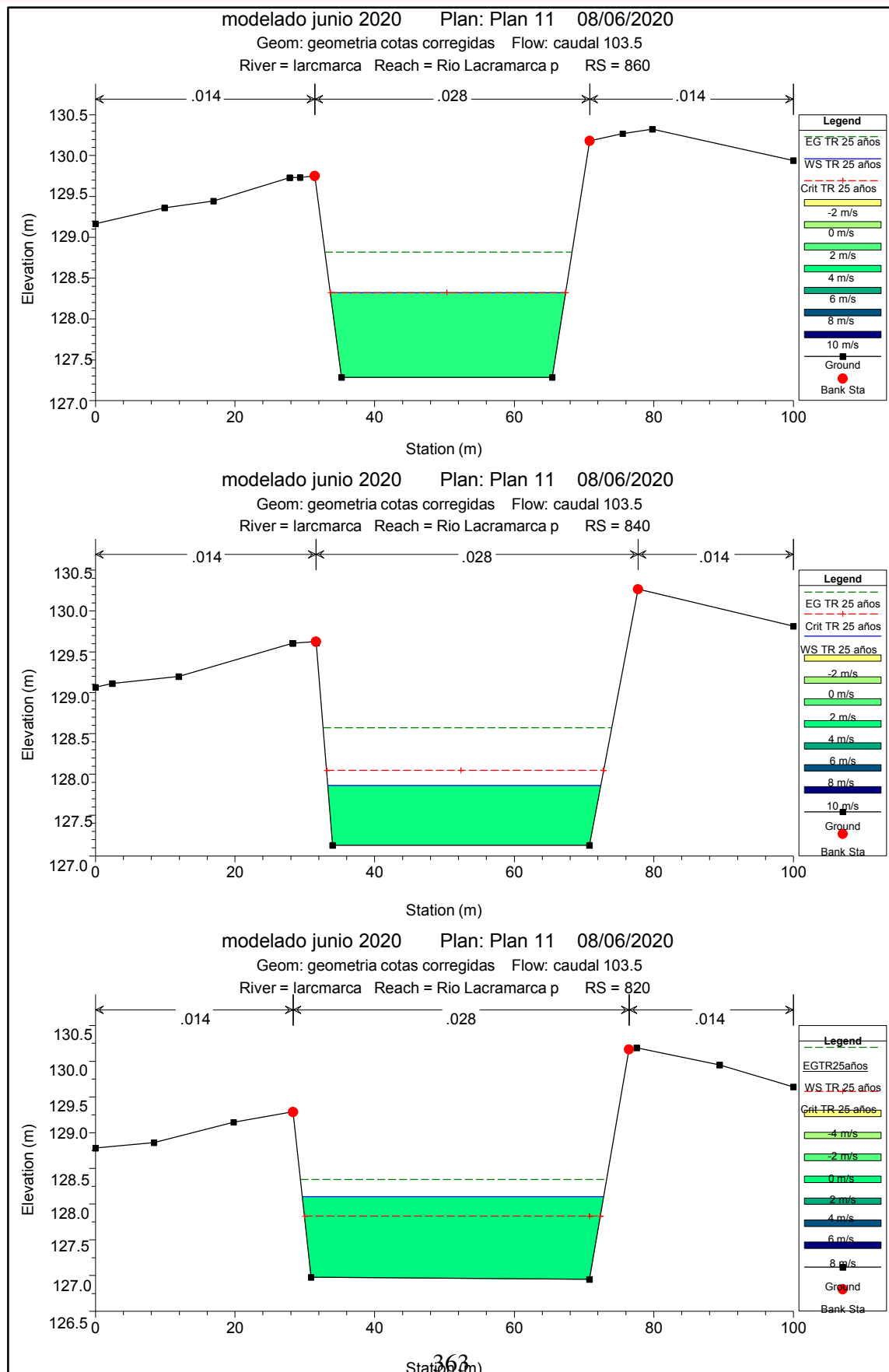




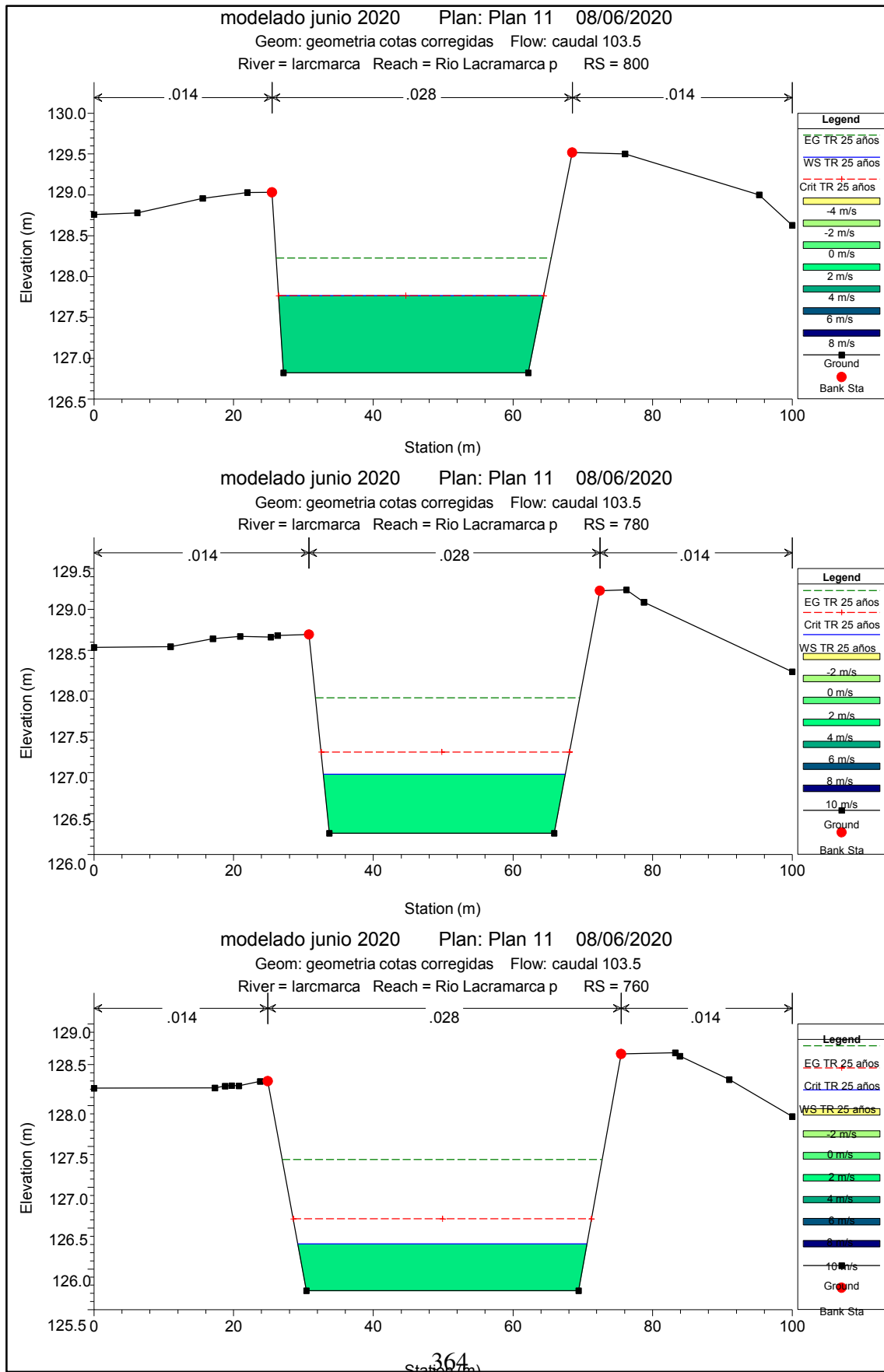


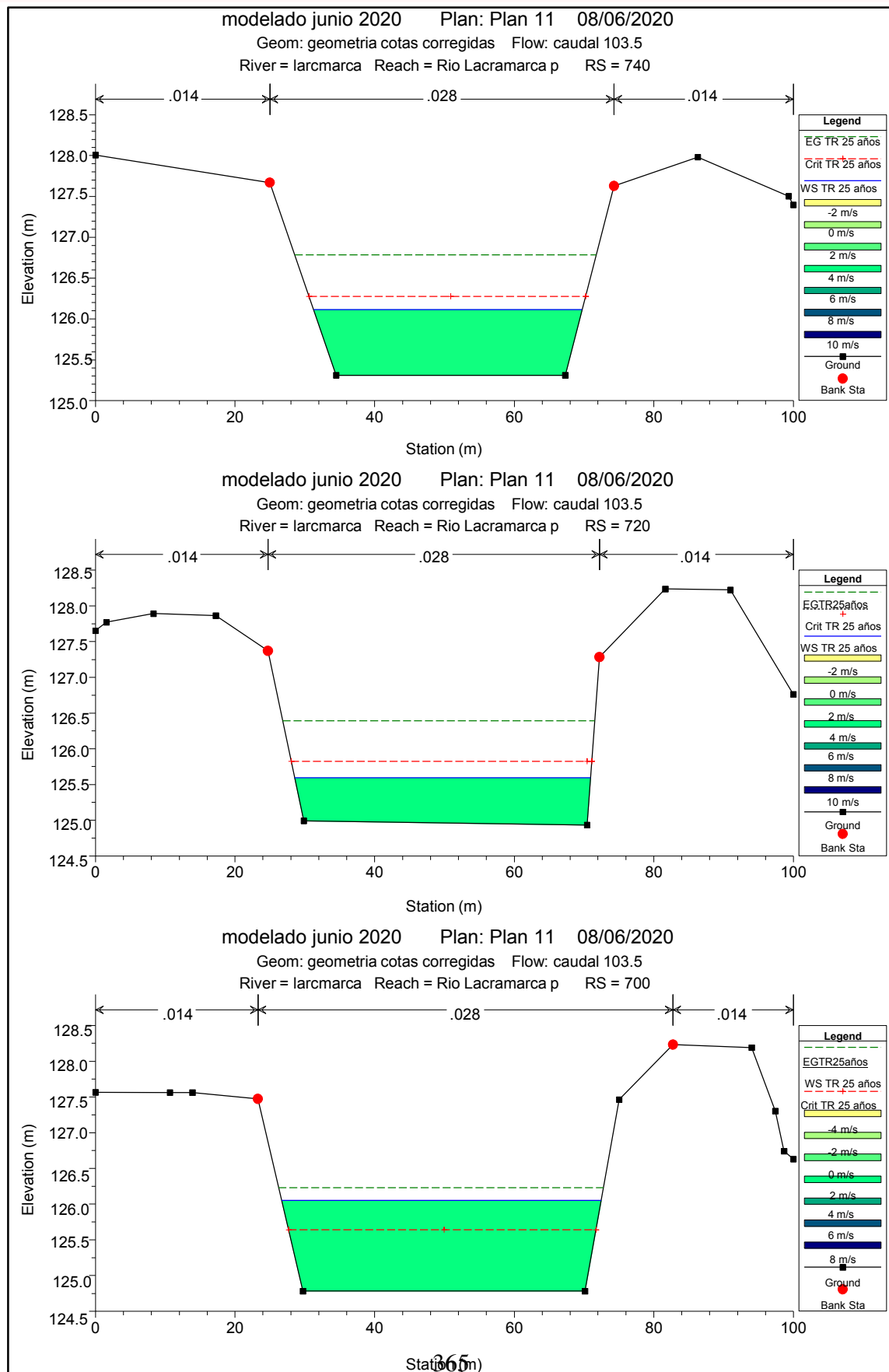
Station (m)

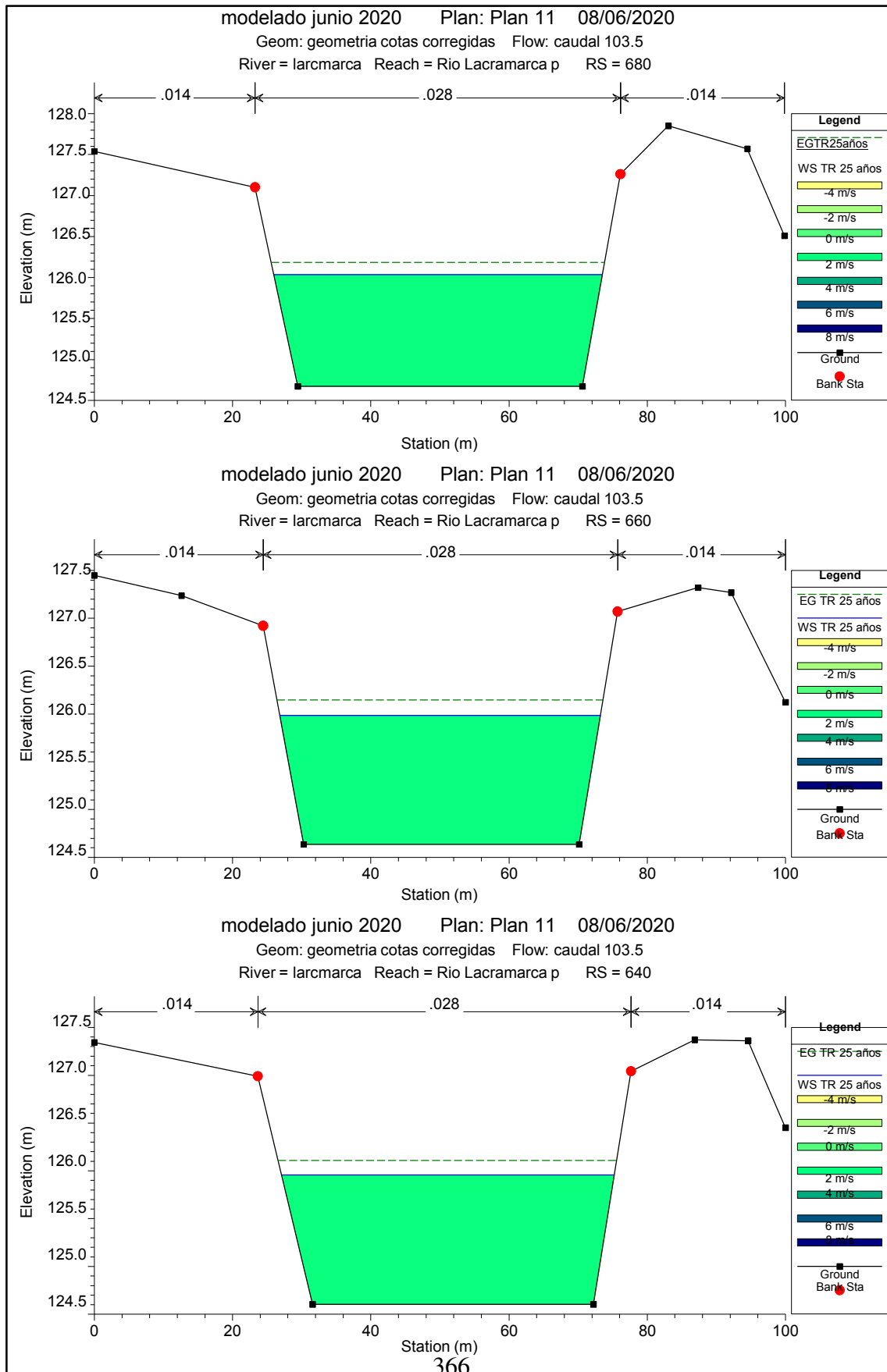


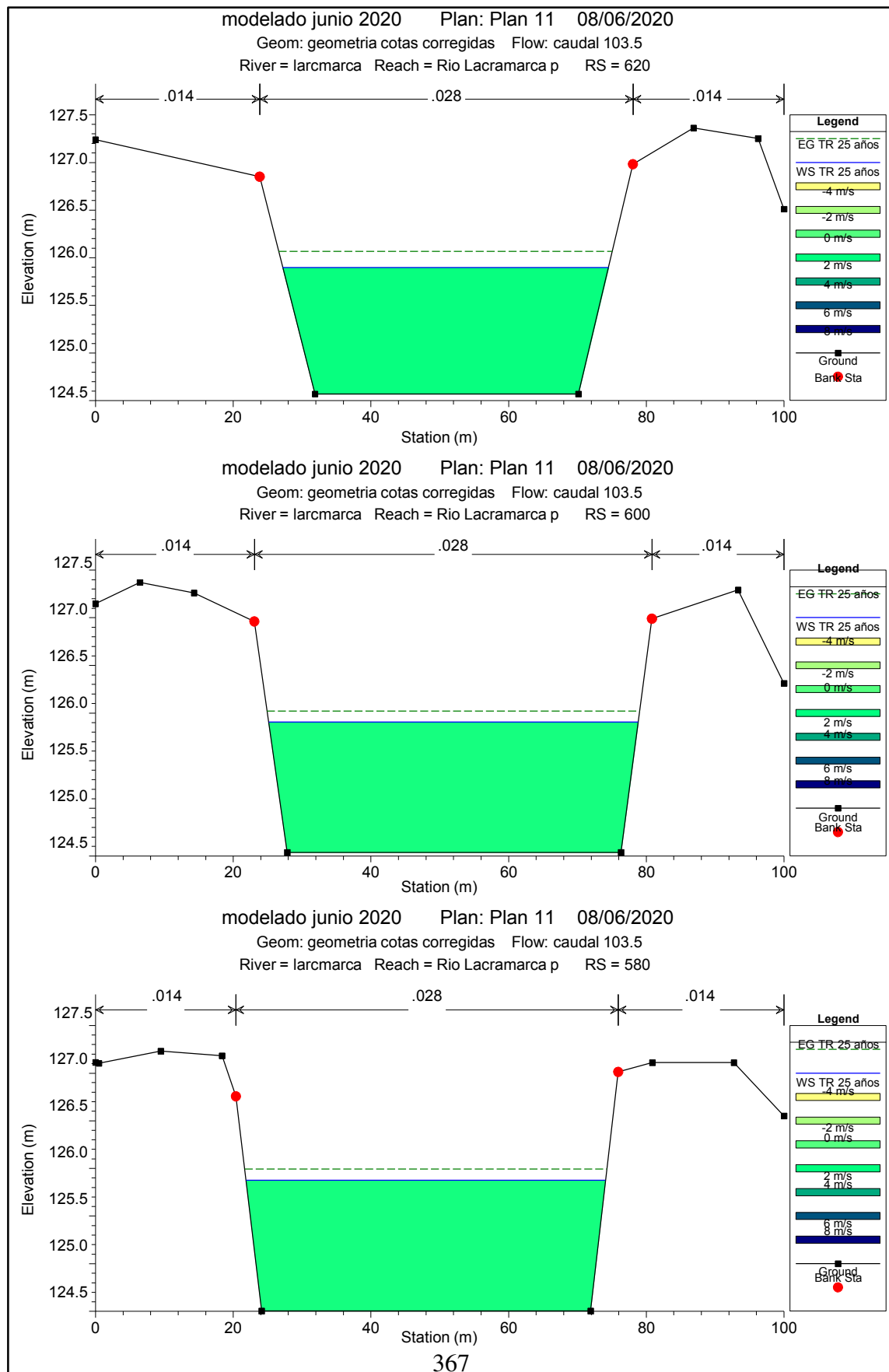


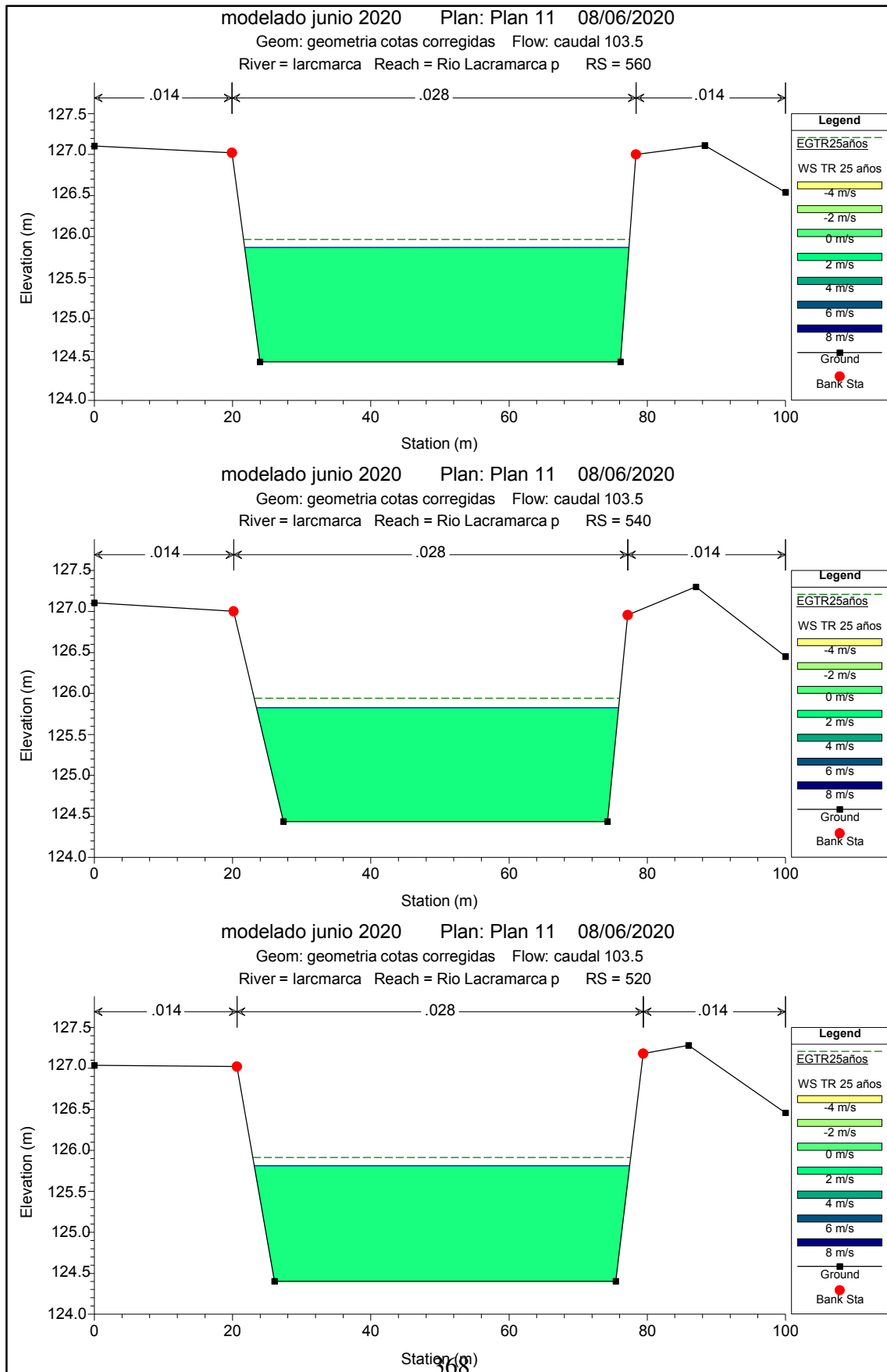
363
Station (m)

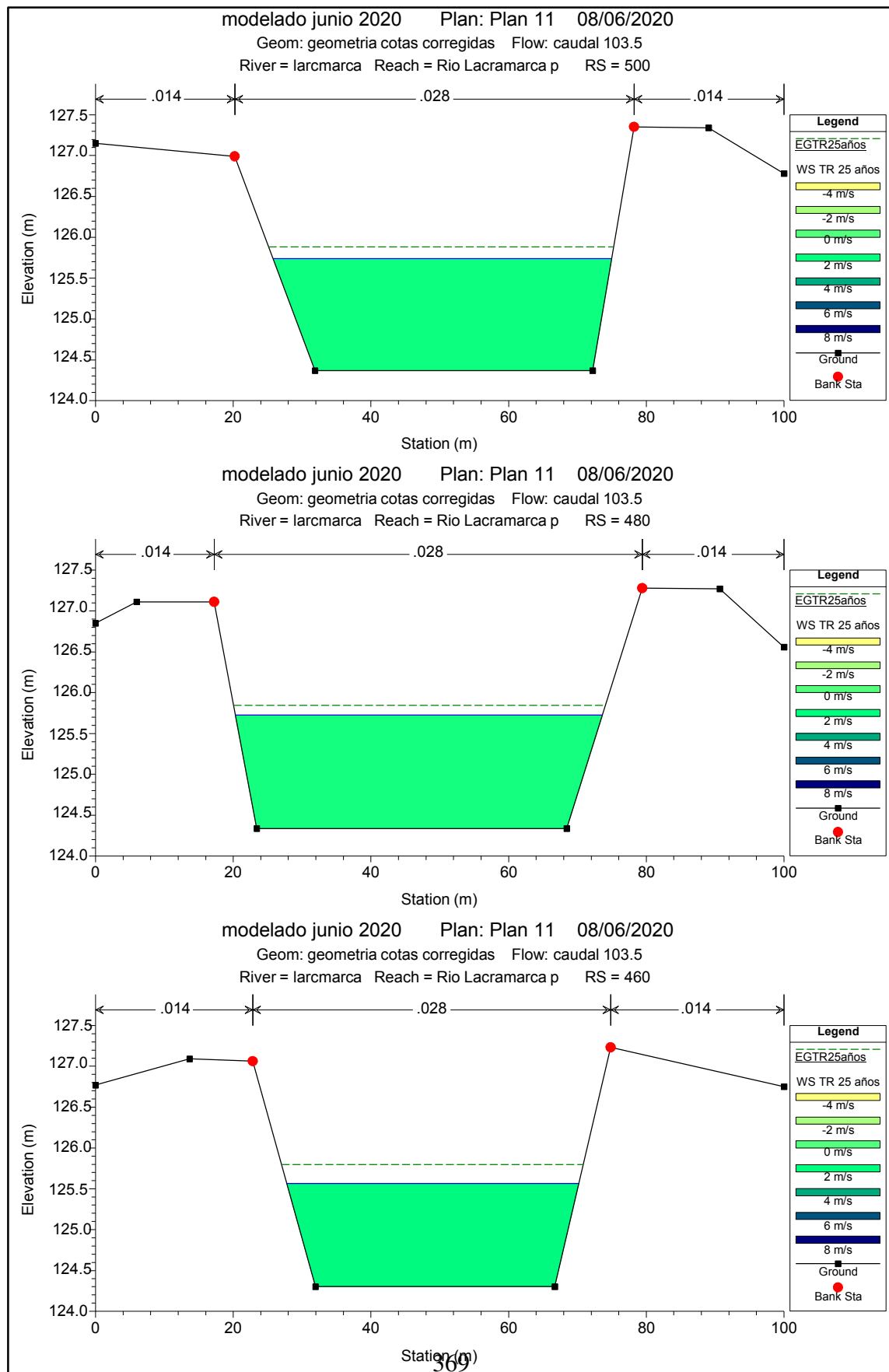


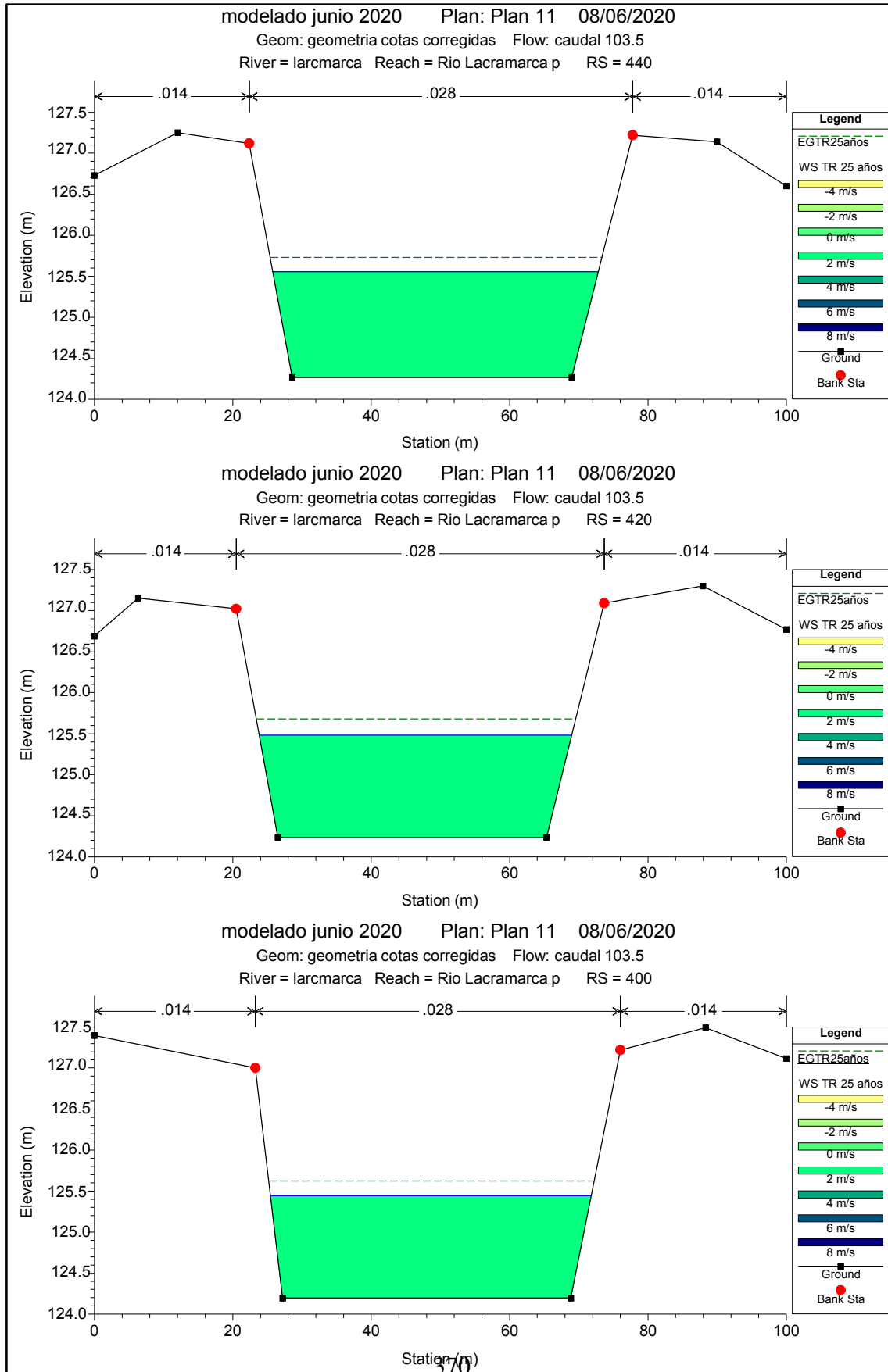


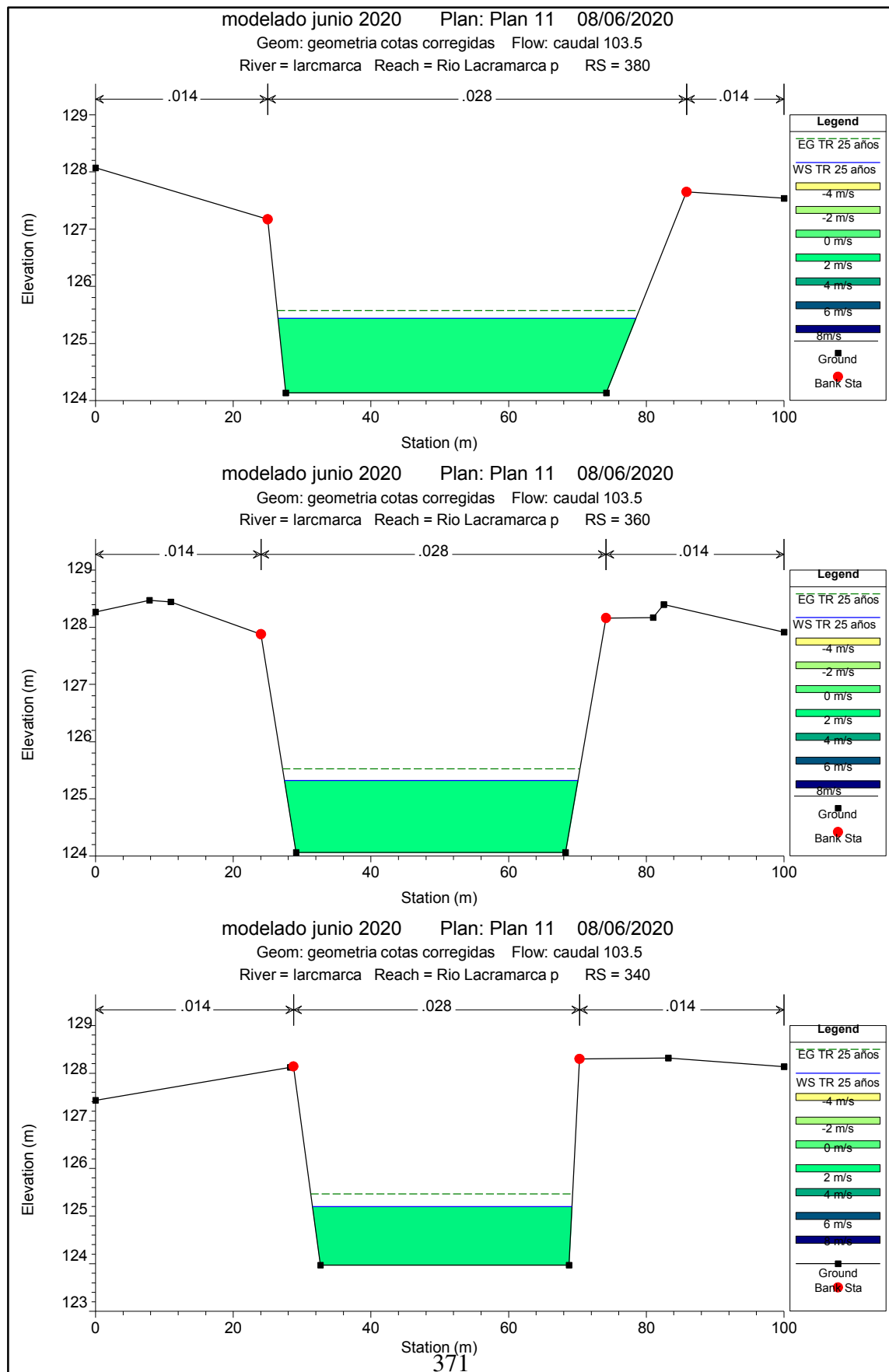


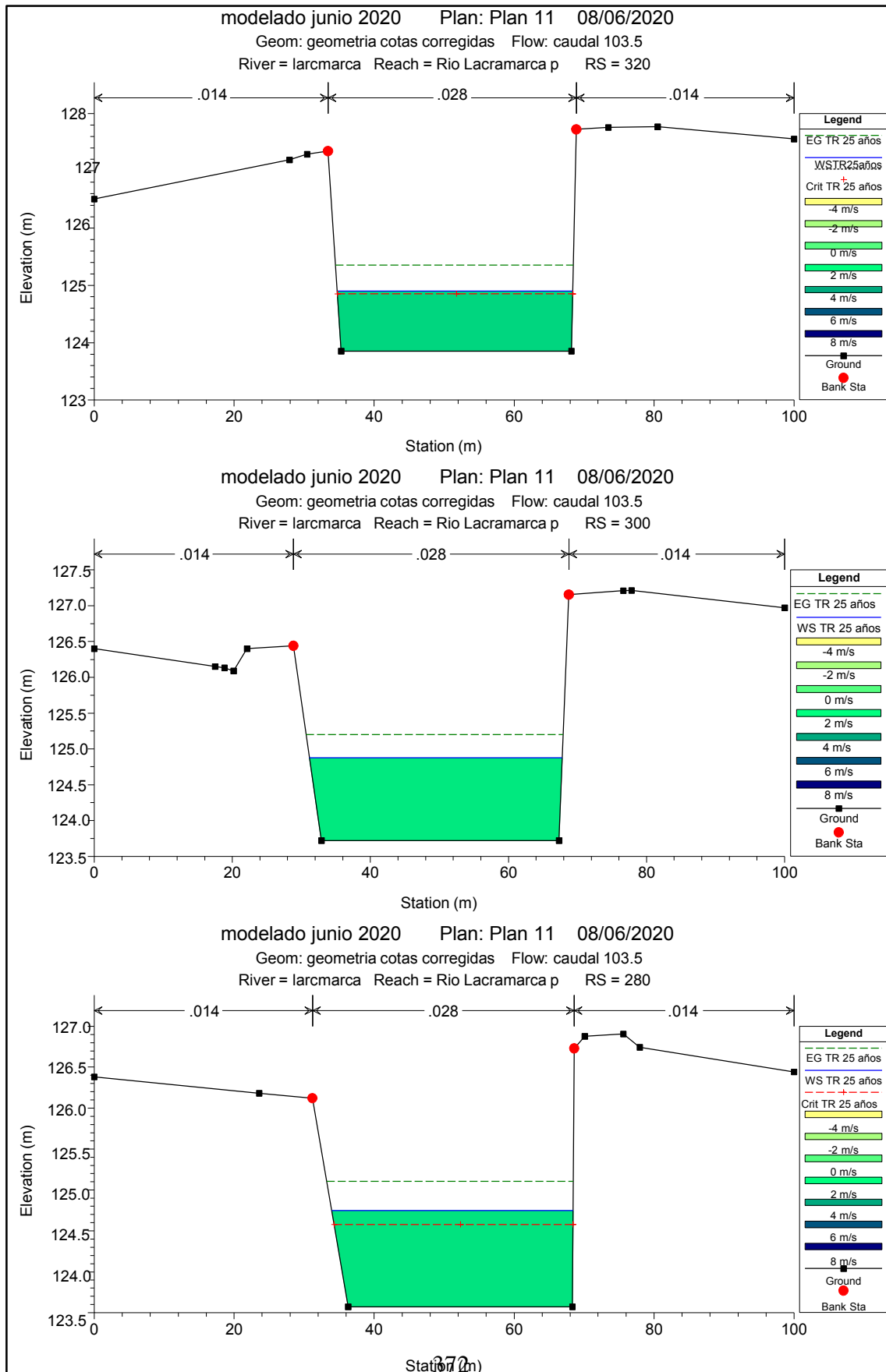


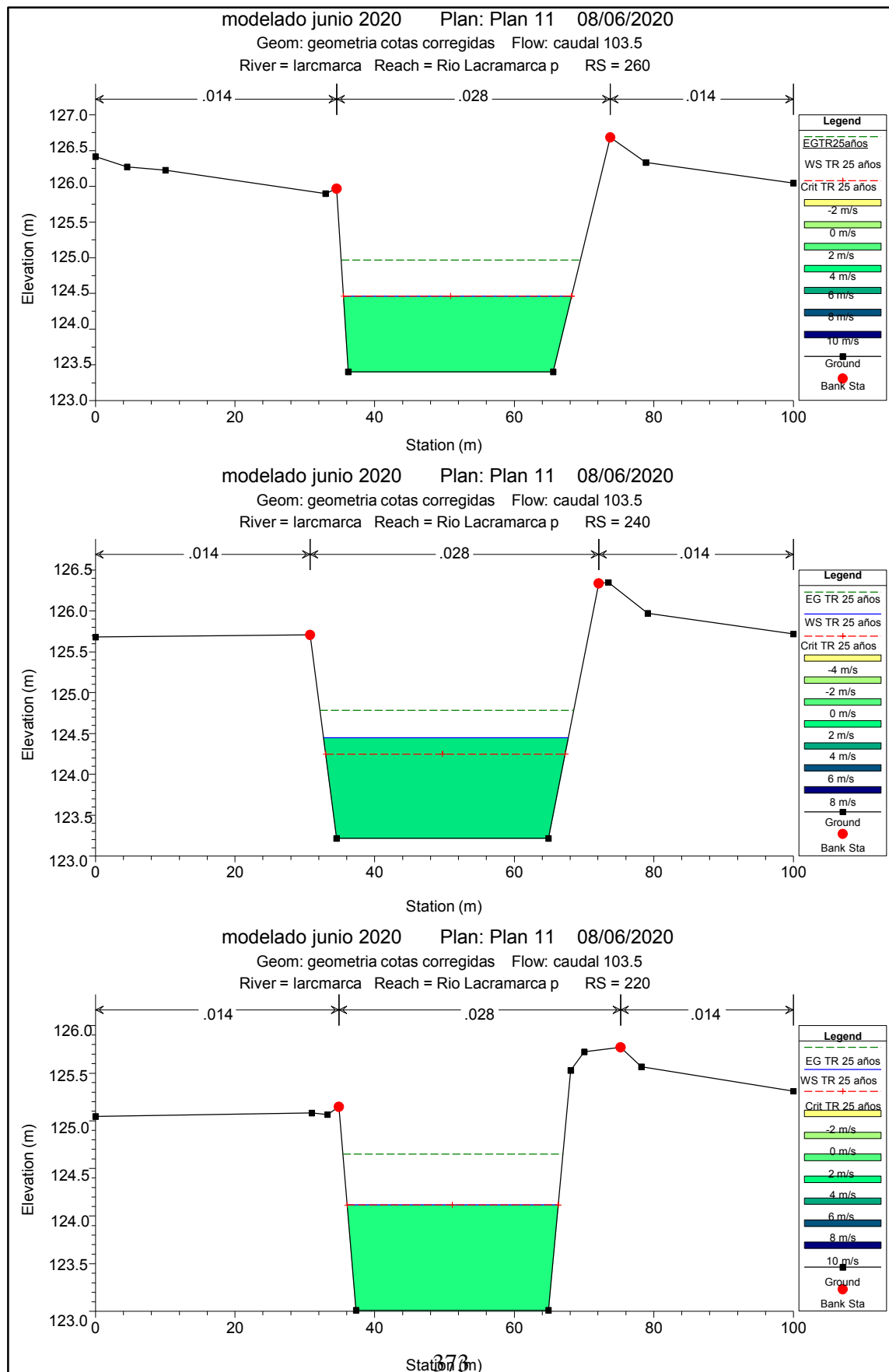


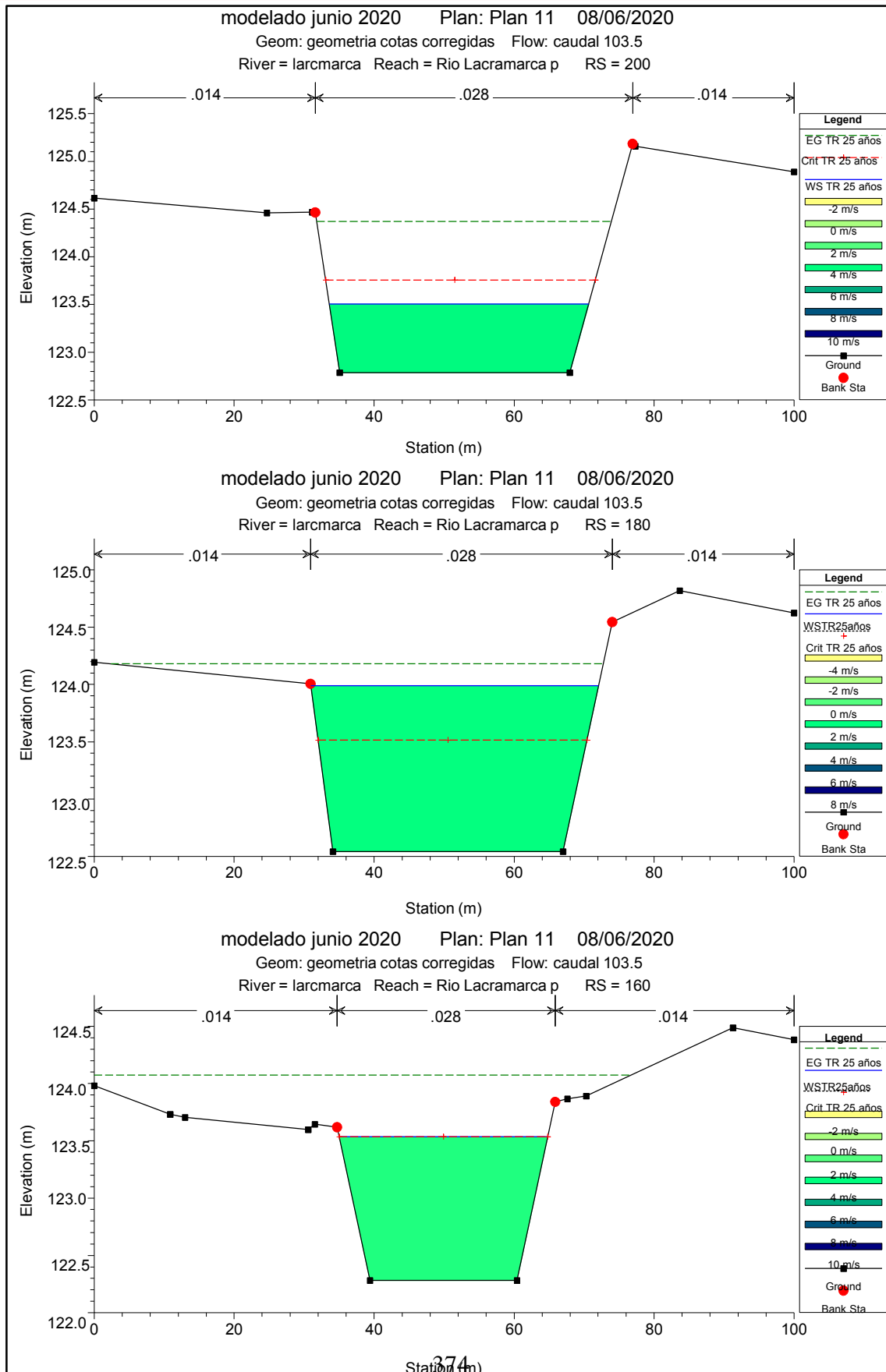




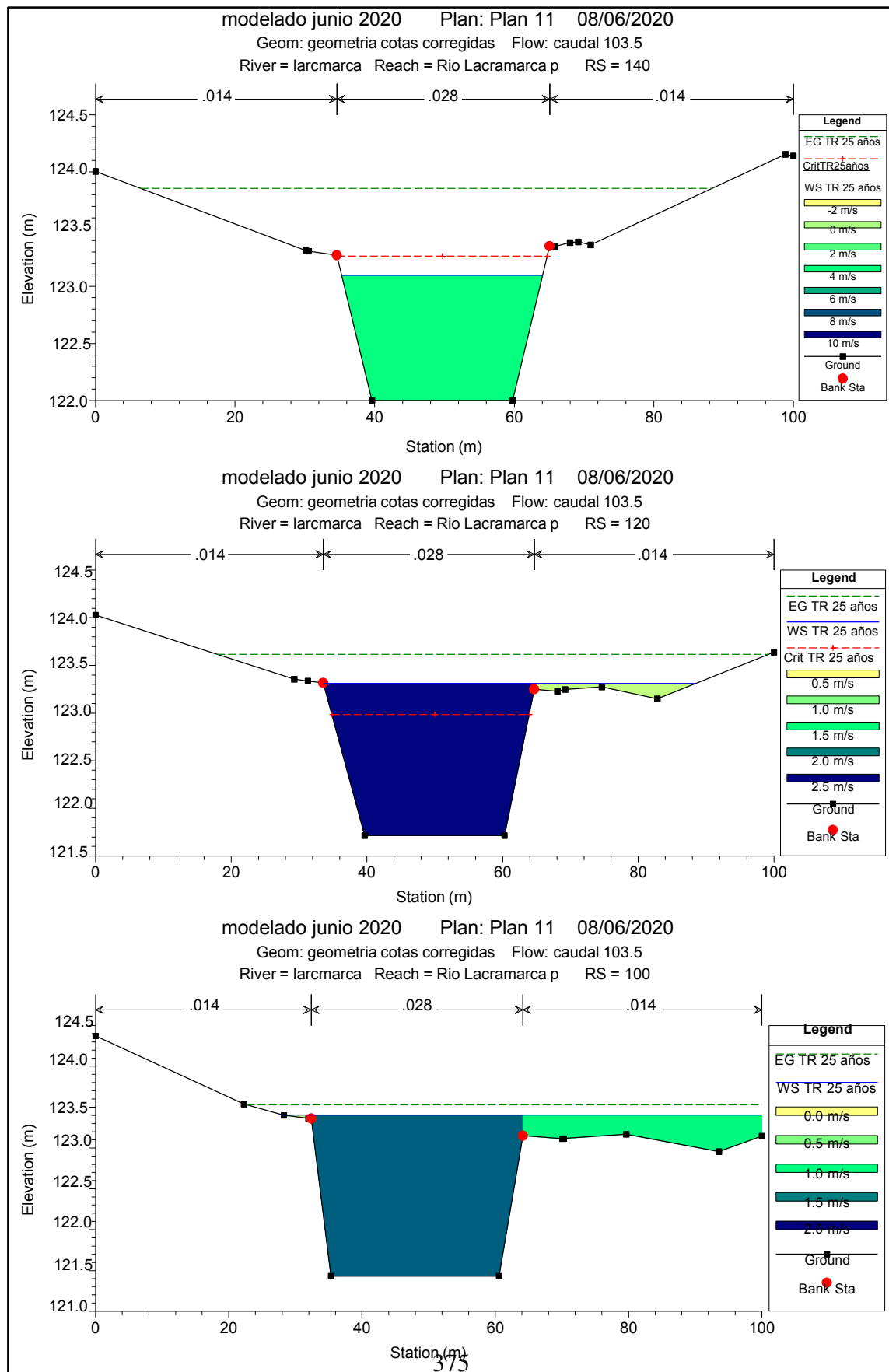


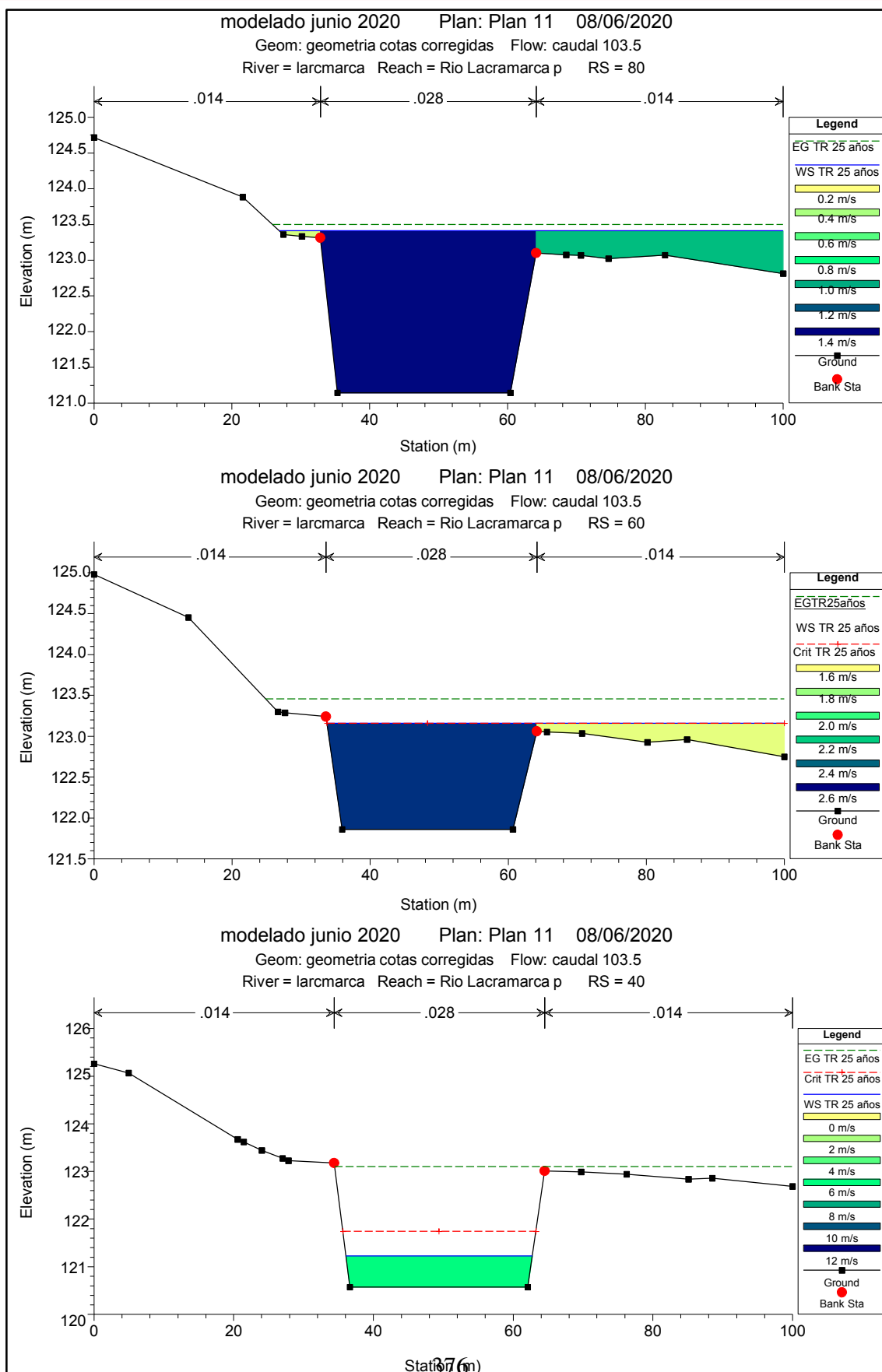


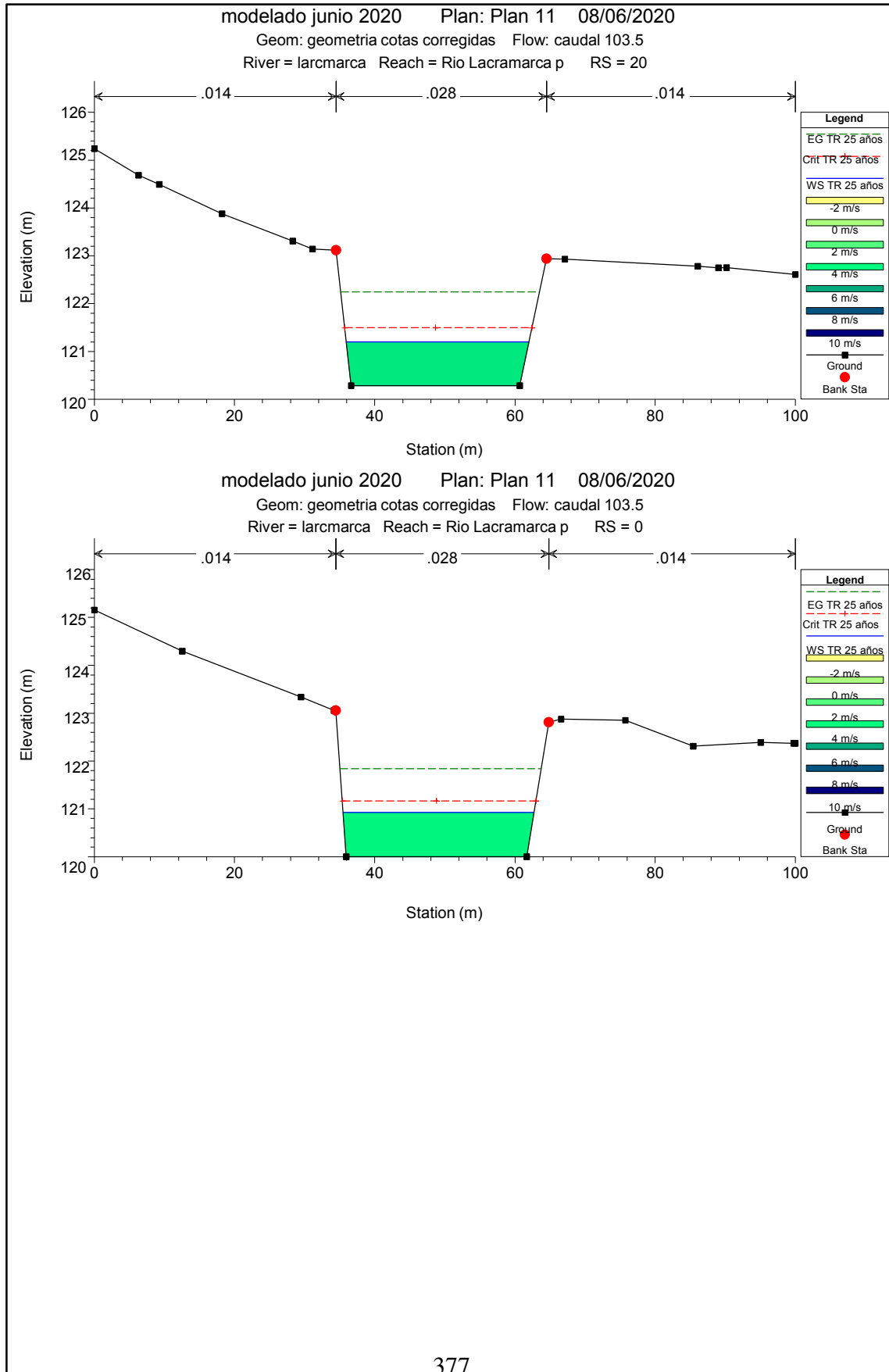




374







ANEXO 4. DISEÑO Y ANALISIS DE ESTABILIDAD DE DEFENSAS RIBEREÑAS

Anexo 4.1.- DISEÑO Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PARA GAVIONES

Estudios De Socavación Generalizada

Se calculó la socavación generalizada a partir de la ecuación de Lischtván-Lebediev, para los 2km de estudio en el río Lacramarca. Esta socavación generalizada permitió determinar el ancho del colchón reno para la estructura hidráulica.

Ecuación 15: *Lischtván-Lebediev*

$$H_s = \left[\frac{\alpha h_o^{5/3}}{0.68 \beta D m^{0.28}} \right]^{\frac{1}{1+x}} \quad (15)$$

Tabla 31: *Determinación De Socavación En Cada Sección.*

Prog	Secc	Q (m ³ /s)	dm (mm)	Tr (años)	α	x	β	ho (m)	Hs (m)	Socavación (m)
21+500	0	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.92	2.15	1.23
21+520	20	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.91	2.12	1.21
21+540	40	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.66	1.43	0.77
21+560	60	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.30	3.29	1.99
21+580	80	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	2.27	6.55	4.28
21+600	100	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.97	5.50	3.53
21+620	120	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.60	4.26	2.66
21+640	140	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.10	2.68	1.58
21+660	160	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.26	3.17	1.91
21+680	180	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.45	3.77	2.32
21+700	200	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.72	1.59	0.87
21+720	220	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.11	2.71	1.60
21+740	240	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.24	3.11	1.87
21+760	260	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.06	2.56	1.50
21+780	280	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.18	2.92	1.74
21+800	300	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.16	2.86	1.70
21+820	320	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.05	2.53	1.48
21+840	340	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.23	3.08	1.85
21+860	360	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.26	3.17	1.91

21+880	380	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.30	3.29	1.99
21+900	400	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.24	3.11	1.87
21+920	420	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.25	3.14	1.89
21+940	440	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.28	3.23	1.95
21+960	460	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.26	3.17	1.91
21+980	480	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.40	3.61	2.21
22+000	500	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.37	3.51	2.14
22+020	520	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.41	3.64	2.23
22+040	540	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.40	3.61	2.21
22+060	560	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.40	3.61	2.21
22+080	580	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.38	3.54	2.16
22+100	600	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.37	3.51	2.14
22+120	620	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.33	3.39	2.06
22+140	640	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.35	3.45	2.10
22+160	660	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.34	3.42	2.08
22+180	680	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.36	3.48	2.12
22+200	700	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.27	3.20	1.93
22+220	720	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.66	1.43	0.77
22+240	740	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.80	1.81	1.01
22+260	760	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.57	1.19	0.62
22+280	780	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.72	1.59	0.87
22+300	800	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.95	2.24	1.29
22+320	820	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.16	2.86	1.70
22+340	840	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.73	1.61	0.88
22+360	860	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.04	2.50	1.46
22+380	880	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.12	2.74	1.62
22+400	900	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.08	2.62	1.54
22+420	920	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.02	2.44	1.42
22+440	940	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.82	1.86	1.04
22+460	960	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.80	1.81	1.01
22+480	980	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.76	1.70	0.94
22+500	1000	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.72	1.59	0.87
22+520	1020	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.69	1.51	0.82
22+540	1040	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.62	1.32	0.70

22+560	1060	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.40	0.77	0.37
22+580	1080	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.77	1.72	0.95
22+600	1100	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.72	4.65	2.93
22+620	1120	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.34	3.42	2.08
22+640	1140	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.39	0.74	0.35
22+660	1160	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.77	1.72	0.95
22+680	1180	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.92	5.33	3.41
22+700	1200	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.75	4.75	3.00
22+720	1220	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.63	4.35	2.72
22+740	1240	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.56	4.12	2.56
22+760	1260	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.52	3.99	2.47
22+780	1280	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.52	3.99	2.47
22+800	1300	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.48	3.86	2.38
22+820	1320	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.42	3.67	2.25
22+840	1340	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.39	3.58	2.19
22+860	1360	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.29	3.26	1.97
22+880	1380	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	1.12	2.74	1.62
22+900	1400	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.56	1.16	0.60
22+920	1420	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.69	1.51	0.82
22+940	1440	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.60	1.27	0.67
22+960	1460	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.57	1.19	0.62
22+980	1480	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.56	1.16	0.60
23+000	1500	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.61	1.29	0.68
23+020	1520	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.68	1.48	0.80
23+040	1540	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.75	1.67	0.92
23+060	1560	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.83	1.89	1.06
23+080	1580	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.70	1.53	0.83
23+100	1600	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.77	1.72	0.95
23+120	1620	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.76	1.70	0.94
23+140	1640	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.77	1.72	0.95
23+160	1660	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.80	1.81	1.01
23+180	1680	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.80	1.81	1.01
23+200	1700	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.82	1.86	1.04
23+220	1720	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.84	1.92	1.08

23+240	1740	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.85	1.95	1.10
23+260	1760	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.88	2.03	1.15
23+280	1780	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.83	1.89	1.06
23+300	1800	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.98	2.32	1.34
23+320	1820	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.98	2.32	1.34
23+340	1840	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.98	2.32	1.34
23+360	1860	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.96	2.26	1.30
23+380	1880	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.94	2.21	1.27
23+400	1900	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.89	2.06	1.17
23+420	1920	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.88	2.03	1.15
23+440	1940	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.88	2.03	1.15
23+460	1960	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.94	2.21	1.27
23+480	1980	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.96	2.26	1.30
23+500	2000	103.50	7.63	25.00	3.60	0.35	0.93	0.94	2.21	1.27

Ancho de colchón reno= socavación máxima x 1.50

Ancho de colchón reno= 4.28*1.50= 6.43m

De los resultados obtenidos se tuvo una socavación máxima de 4.28m, la misma que multiplicada por 1.5 veces para la determinación del colchón reno, según Mccafferri, hace un total de 6.43m, por lo que se consideró un colchón reno de 6.50m, como se muestra en el plano PD-01.

ESTABILIDAD DEL MURO DE GAVIONES

Luego de realizar el predimensionamiento del muro, fue necesario verificar su estabilidad para evitar el fracaso de la estructura, para lo cual se tuvo en cuenta lo siguiente:

- La seguridad contra el deslizamiento
- La seguridad contra el volteamiento

- La carga sobre el terreno
- Verificación en secciones intermedias

Para estos parámetros, se tuvo en cuenta un ángulo $\alpha=0^\circ$, que puede llegar hasta 10° .

a. SEGURIDAD CONTRA EL DESLIZAMIENTO

El cociente de las fuerzas estabilizantes y las desestabilizantes debía ser mayor que el coeficiente de deslizamiento entre el terreno donde se construye el muro y éste o el existente para dos planos del mismo material que tratan de deslizarse.

$$E_v = E_a \text{ Sen}(90^\circ + \delta - \beta) \dots\dots\dots \text{c.1}$$

$$E_h = E_a \text{ Cos}(90^\circ + \delta - \beta) \dots\dots\dots \text{c.2}$$

E_a : empuje activo, en t/m

E_v : componente vertical del empuje activo E_a , en t/m

E_h : componente horizontal del empuje activo E_a , en t/m

$$E_a = 1/2 * \gamma_t * H^2 * K_a \dots\dots\dots \text{c.3}$$

γ_t : peso específico del terreno

H : altura de la estructura

K_a : coeficiente de empuje activo

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \varnothing)}{\{ \text{sen}^2\beta * \text{sen}(\beta - d) * [1 + \frac{(\text{sen}(\varnothing + n) * \text{sen}(\varnothing - m))}{(\text{sen}(\beta - n) * \text{sen}(\beta - m))}]^{1/2} \}^2} \dots\dots\dots \text{c.4}$$

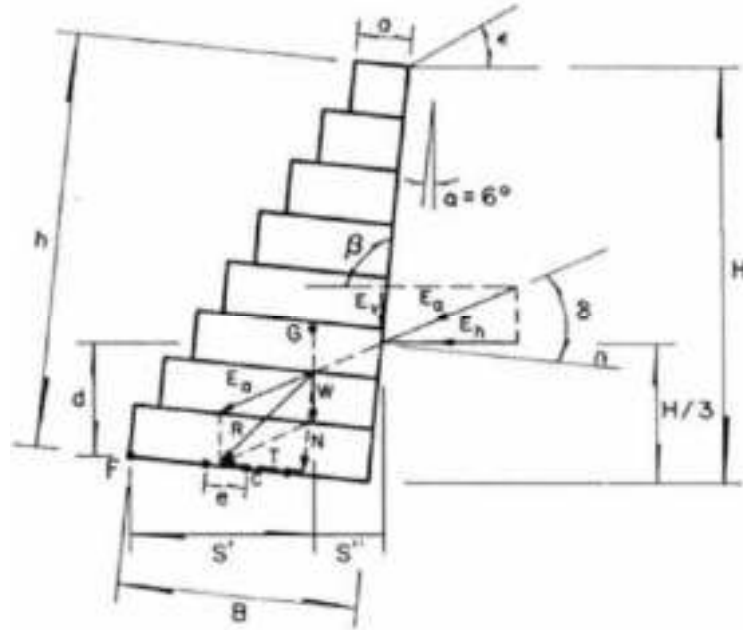


Figura 63: *Fuerzas estabilizantes y desestabilizantes en muros de retención.*
Nota: Obtenido de Manual de gaviones, Instituto de ingeniería UNAM, 2001

β : ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados

\varnothing : ángulo de fricción interna del material, en grados

δ : ángulo de fricción entre muro y terreno, en grados, en muros de gaviones, se puede suponer $\delta \approx \varnothing$. Si tras el muro hay un geotextil, $\delta \approx 0.9\varnothing$

C: cohesión, en t/m²

m: inclinación del primer trecho

h_s: altura de sobre carga

$$\beta = 90^\circ - (\arcsen((df^2+df^3+df^4)/c)-\alpha) \dots\dots\dots c.5$$

$$c = \sqrt{(\sum H^2+(df^2+df^3+df^4)^2)} \dots\dots\dots c.6$$

NOTA: "c" es la superficie teórica de aplicación del empuje activo (Ea)

Para $\alpha=0^\circ$, varía hasta 10° , el valor de “h”, fue para 3.00m, más la altura de cimentación de 0.50m. Los desfases del muro escalonado (df), para las distintas filas se pueden apreciar en el siguiente cuadro:

Tabla 32: Fila De Gaviones Escalonados En Estructura

No.	Largo	Altura (h _g)	Desfase (df)	
1	3.00	1.00	-	df ₁
2	2.50	1.00	0.25	df ₂
3	2.00	1.00	0.50	df ₃
4	1.50	0.50	0.50	df ₄
$\sum h =$		3.50		

FUENTE: elaboración propia.

Teniendo estos valores definidos, se procedió a calcular lo siguiente:

$$c = \sqrt{(\sum h)^2 + (df_2 + df_3 + df_4)^2}$$

c= 3.72, se reemplazó para c.5

$$\beta = 90^\circ - (\arcsen((df_2 + df_3 + df_4)/c) - \alpha)$$

$\beta = 89.99^\circ$, se reemplazó para c.4

Teniendo en cuenta estos datos, se calculó el coeficiente de empuje activo:

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \varnothing)}{\{ \text{sen}^2\beta * \text{sen}(\beta - \delta) * [1 + \frac{(\text{sen}(\varnothing + \delta) * \text{sen}(\varnothing - \epsilon))}{(\text{sen}(\beta - \delta) * \text{sen}(\beta + \epsilon))}]^{1/2} \}}$$

El valor de \varnothing , se pudo obtener de la tabla 33.

Tabla 33: *Ángulos De Fricción (Ø), Según Propiedades Físicas De Suelos Y Rocas*

Tipo	Materiales	Grados
arena fina	compacta, bien graduada, uniforme	40-45
	uniforme, gruesa, arena fina o suelta	35-40
	arena suelta bien graduada	35-40
	arena fina seca	30-35
no cohesivos	común mixta	35-40
grava	grava	40
	compacta arenosa	40-45
	suelta arenosa	35-40
roca	pedra partida en fragmentos	35-45
suelta	yeso fragmentado	35-45

FUENTE: Manual de gaviones, Instituto de ingeniería UNAM, 2001

Según el estudio de suelos realizado, se determinó que el tipo de suelo es SP (Arena mal graduada, arena con grava con pocos finos o sin ellos.). Por lo tanto, se seleccionó un ángulo de fricción interno (ϕ)= 35°.

Por lo tanto, el valor para $\delta \approx 0.9\phi$ fue, $\delta = 31.5^\circ$, y para la inclinación del primer trecho (ϵ)= 0°, se reemplazó en c.4 y se obtuvo lo siguiente:

$$K_a = 0.2469$$

Teniendo el valor de $K_a = 0.2469$, se reemplazó en c.3 para calcular el empuje activo:

$$E_a = \frac{1}{2} K_a Y_s H^2 (1 + 2h_s/H) - 2 K_a^{0.5} C^* H$$

Donde:

$$h_s = q/Y_s = 0 \text{ (para sobrecarga } q=0)$$

$$H = (h + (B+a) \tan \alpha) \cos \alpha = 3.50m$$

El peso específico del terreno (γ_t), se determinó según el estudio de suelos realizado, siendo 1.58 t/m³. Por lo tanto se obtuvo:

$$E_a = 2.39 \text{ t/m}$$

Lo cual se reemplazó en c.1 y c.2, para obtener lo siguiente:

$$E_v = E_a \text{ Sen}(90^\circ + \delta - \beta)$$

$$E_h = E_a \text{ Cos}(90^\circ + \delta - \beta)$$

Para determinar el ángulo de fricción entre muro y terreno, se tuvo en cuenta que, si tras el muro hay un geotextil (como el presente diseño), $\delta \approx 0.9\phi$, por lo tanto, el valor fue: $\delta \approx 0.9 * \phi = 0.9 * 35 = 31.5^\circ$. Con esto se determinó lo siguiente:

$$E_v = 1.25 \text{ t/m}$$

$$E_h = 2.03 \text{ t/m}$$

Con los empujes calculados, se determinó el coeficiente de deslizamiento (C_d), que debe ser igual a 1.5 o mayor, dado por la siguiente expresión:

Ecuación 16: *Coeficiente de deslizamiento (C_d)*

$$C_d = \frac{[(W + E_v) \cos \alpha + E_h \text{ sen} \alpha] \tan \phi + (W + E_v) \text{ sen} \alpha + \frac{C * B}{E_h \cos \alpha}}{E_h \cos \alpha} \quad (16)$$

Donde:

W: peso propio de la estructura, en t/m

B: ancho de la base del muro al despreciar los escalones externos (3.00m)

C: cohesión, en t/m²

Para determinar el peso propio de la estructura (W), se tuvo en cuenta el peso específico de los gaviones (γ_g), el cual se determinó de la siguiente manera:

$\gamma_g = \gamma_s (1-n)$, donde “n” es el porcentaje de vacíos, su valor promedio 0.3 y γ_s es el peso específico de la roca de relleno, en t/m³.

Tabla 34: *Peso Específico Para Diversos Tipos De Roca*

Tipo de roca	Peso específico (γ_s)
basalto	2.9
granito	2.6
caliza compacta	2.5
traquita	2.5
guijarro de río	2.3
arenisca	2.3
caliza tierna	2.2
toba	2.7

FUENTE: Manual de gaviones, Instituto de ingeniería UNAM, 2001

$$\gamma_g = 2.4 (1 - 0.3) = 1.68 \text{ t/m}^3$$

Luego de calcular el peso específico de los gaviones (γ_g), se pudo determinar “W” de la siguiente manera:

$W = (\text{área de la sección del muro}) * \gamma_g$, el área se determinó según la sección de la estructura

$$W = (8.25) * 1.68 = 13.86 \text{ t/m}$$

Luego de haber calculado el valor de W, se pudo determinar el coeficiente de deslizamiento (Cd):

$$C_d = 5.20 > 1.50$$

Luego de obtener el valor de $C_d > 1.5$, se determinó que no se produce el deslizamiento del muro de retención.

b. SEGURIDAD CONTRA EL VOLTEAMIENTO

Luego de haber considerado como fuerza estabilizante el peso propio de la estructura y componente vertical el empuje activo, y como fuerza desestabilizante el componente horizontal del mismo empuje:

$$M_v = E_h d \dots\dots\dots c.7$$

$$M_r = W S' + E_v S'' \dots\dots\dots c.8$$

$$S' = B \cos \alpha - (H/3) * ((H+3h_s)/(H+2h_s)) * (1/\tan \beta) \dots\dots\dots c.9$$

$$S'' = X_g \cos \alpha + Y_g \sin \alpha \dots\dots\dots c.10$$

M_v : momento de volteo

M_r : momento resistente

S' : distancia vertical entre el punto de volteamiento F y el punto de aplicación del empuje activo

S'' : distancia horizontal entre el punto de volteamiento F y el punto de aplicación del empuje activo

X_g, Y_g : coordenadas del centro de gravedad referidas a un sistema coordenado cuyo origen coincide con el punto F

Se tuvo en cuenta q el momento de volteo (M_v) nunca debe ser mayor que el momento resistente (M_r), generado por los estabilizantes, además se tuvo en cuenta que el coeficiente de volteamiento (C_v), debía ser igual o mayor a 1.50, es decir:

$$C_v = M_r/M_v \geq 1.50 \dots\dots\dots c.11$$

Entonces para M_v , se determinó el valor de "d", el cual fue:

$$d = H/3 - B \operatorname{sen} \alpha \text{ (esto para condiciones sin sobrecarga)}$$

$$d = (3.5/3) - 3 * \operatorname{sen} 0^\circ = 1.17\text{m}$$

Luego de calcular el valor de "d" y ya sabiendo el valor de E_h , se reemplazaron los valores en la ecuación c.7, obteniendo lo siguiente:

$$M_v = 2.37 \text{ t-m/m}$$

Para determinar el valor de M_r , se calcularon los valores de S' y S'' :

$$S' = B \operatorname{cos} \alpha - (H/3) * ((H+3h_s)/(H+2h_s)) * (1/\tan \beta), \text{ donde } h_s = 0 \text{ (altura de sobrecarga)}$$

$$S' = 3.00\text{m}$$

$$S'' = X_g \operatorname{cos} \alpha + Y_g \operatorname{sen} \alpha, \text{ donde } X_g = 1.61\text{m y } Y_g = 1.54\text{m}$$

$$S'' = 1.61\text{m}$$

Luego de determinar S' y S'' , se reemplazaron los valores en la ecuación c.8, para determinar:

$$M_r = 43.58 \text{ t-m/m}$$

Entonces luego de determinar los valores de M_v y M_r , se comprobó que el coeficiente de volteo sea mayor o igual a 1.50:

$$C_v = M_r/M_v \geq 1.50$$

$$C_v = 43.86/2.71$$

$$C_v = 18.37 \geq 1.50$$

Luego de comprobar que $C_v \geq 1.50$, se determinó que el muro de retención no se volteará.

c. CARGA SOBRE EL TERRENO (VERIFICACIÓN DE LAS TENSIONES EN EL SUELO)

No se debieron admitir fatigas mayores a la del terreno, teniendo en cuenta lo siguiente:

$$\left. \begin{matrix} \sigma_A \\ \sigma_B \end{matrix} \right\} = \frac{N}{B} \left[1 \pm \frac{6e}{B} \right] \dots\dots\dots \text{c.12}$$

Para el caso de $e < B/6$, donde:

N : resultante de las fuerzas normales en la base del muro, igual a:

$$N = (W + E_v) \cos\alpha + E_h \sin\alpha \dots\dots\dots \text{c.13}$$

e: excentricidad, en m, dada por:

$$e = B/2 - [(Mr - Mv)/N] \dots\dots\dots c.14$$

σ_1, σ_2 : esfuerzos de trabajo

Teniendo en cuenta que previamente se calculó los valores de W, Ev, Eh, α , se procedió a calcular N:

$$N = (W + Ev) \cos\alpha + Eh \operatorname{sen}\alpha$$

$$N = (13.86 + 1.25) \cos 0^\circ + 2.03 \operatorname{sen} 0^\circ$$

$$N = 15.11 \text{ t/m}$$

Luego de calcular el valor de N, se procedió a calcular la excentricidad:

$$e = B/2 - [(Mr - Mv)/N]$$

$$e = 3/2 - ((43.58 - 2.37)/15.11)$$

$$e = -1.23$$

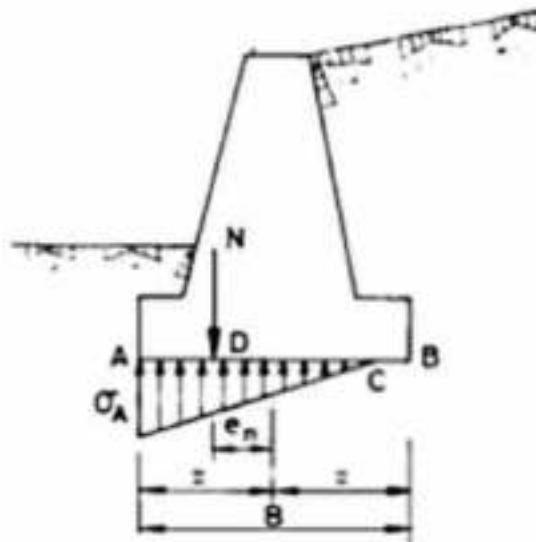


Figura 64: *Ejemplo de esfuerzos sobre el terreno.*

Nota: Obtenido de Manual de gaviones, Instituto de ingeniería UNAM, 2001

Al haberse obtenido un valor negativo, se determinó que “e”, no se encontraba dentro del núcleo central, por tal se reduce la sección de trabajo en la base, lo que puede suceder en muros de gavión por su gran flexibilidad, por tal, el valor real de la excentricidad se determinaría de la siguiente manera:

$$e' = B/2 - e$$

$$e' = 3/2 - (-1.23)$$

$$e' = 2.73\text{m}$$

Para tal caso, el valor de $e > B/6$, el esfuerzo de trabajo fue dado por:

$$\sigma_A = 2N / 3e' \dots\dots\dots c.15$$

Tabla 35: *Esfuerzos De Trabajo Del Terreno*

Material	Esfuerzo (kgf/cm ²)
Roca viva, maciza, sin laminaciones o signos de descomposición, como: gneis, granito, basalto	100
Roca laminada con pequeñas fisuras, estratificada, como: esquisto	35
Depósitos compactos y continuos de rocas y piedras de diversos tipos	10
Suelo cementado	8
Grava compacta o mezclas compactas de arena y grava	5
Grava suelta o mezclas de arena y grava; arena gruesa compacta	3
Arena gruesa; arena fina compacta	2
Arena fina suelta	1
Arcilla dura	3
Arcilla compacta	2
Arcilla medianamente compacta	1
Arcilla blanda	Se requiere de estudios de geotecnia o experiencia
Arcilla muy dura	laboral
Rellenos	laboral
Otros tipos de suelo no incluidos en esta tabla	laboral

FUENTE: Manual de gaviones, Instituto de ingeniería UNAM, 2001

$$\sigma_A = 2N / 3e'$$

$$\sigma_A = 2(15.11) / 3(2.73)$$

$$\sigma_A = 3.69 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_A = 0.37 \text{ kg/cm}^2$$

Resultado que fue permisible, por ser menor a 1.13 kg/cm², según estudio de mecánica de suelos.

d. VERIFICACIÓN EN SECCIONES INTERMEDIAS

Se verificó la estabilidad de las secciones intermedias del muro de retención, para evitar la falla de la estructura.

$$\sigma \text{ máx} = \frac{N}{0.8 X} \dots\dots\dots \text{c.16}$$

$$\tau \text{ máx} = \frac{T}{B} \dots\dots\dots \text{c.17}$$

σ máx: esfuerzo resultante a la compresión en la sección de análisis

τ máx: tensión tangencial en la sección de análisis

Para determinar los valores de N y X, se usaron los valores de la sección superior al nivel de la base:

$$N = (W + Ev) \cos \alpha + Eh \sin \alpha$$

$$X = (0.5B - e) / 0.4$$

Tabla 36: Fila De Gaviones Escalonados En Estructura

No.	LARGO	ALTURA (h)	DESFASE (df)	
1	2.50	1.00	0.00	df ₂
2	2.00	1.00	0.50	df ₃
3	1.50	0.50	0.50	df ₄
h=		2.50		

FUENTE: elaboración propia.

$$\beta = 90^\circ - (\arcsen((df_2 + df_3 + df_4) / c) - \alpha)$$

$$c = \sqrt{(\sum H^2 + (df_2 + df_3 + df_4)^2)}$$

NOTA: "c" es la superficie teórica de aplicación del empuje activo (Ea)

Para $\alpha=0^\circ$, varía hasta 10° :

$$c = \sqrt{(\sum h^2 + (df2+df3+df4)^2)}$$

$$c = 2.69$$

$$\beta = 90^\circ - (\arcsen((df2+df3+df4)/c) - \alpha)$$

$$\beta = 89.99^\circ$$

El valor de $\theta=35^\circ$, el valor para “ δ ”, fue $\delta = 0.9\theta = 31.5^\circ$, y para la inclinación del primer trecho (ϵ)= 0° , se reemplazó en “Ka” y se obtuvo:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta + \theta)}{\{ \sin^2\beta * \sin(\beta - n) * [1 + \frac{(\sin(\theta + \delta) * \sin(\theta - \epsilon))}{(\sin(\beta - \delta)) * \sin(\beta + \epsilon)}]^{1/2} \}^2}$$

$$K_a = 0.2469$$

Teniendo el valor de $K_a = 0.2469$, se calculó el empuje activo:

$$E_a = \frac{1}{2} K_a \gamma_s H^2 * (1 + 2hs/H) - 2 K_a^{0.5} * C * H$$

Donde:

$$hs = q/\gamma_s = 0 \text{ (para sobrecarga } q=0)$$

$$H = (h + (B+a) \tan\alpha) \cos\alpha = 2.50m$$

El peso específico del terreno (γ_t), se determinó según el estudio de suelos realizado, siendo 1.58 t/m^3 . Por lo tanto se obtuvo:

$$E_a = 1.22 \text{ t/m}$$

Lo cual se reemplazó en c.1 y c.2, para obtener lo siguiente:

$$E_v = E_a \text{ Sen}(90^\circ + \delta - \beta)$$

$$E_h = E_a \text{ Cos}(90^\circ + \delta - \beta)$$

Con esto se determinó lo siguiente:

$$E_v = 0.64 \text{ t/m}$$

$$E_h = 1.04 \text{ t/m}$$

Para determinar el peso propio de la estructura (W), se tuvo en cuenta el peso específico de los gaviones (γ_g), el cual se determinó de la siguiente manera:

$\gamma_g = \gamma_s (1-n)$, donde “n” es el porcentaje de vacíos, su valor promedio 0.3 y γ_s es el peso específico de la roca de relleno, en t/m³.

Tabla 37: Peso Especifico Para Diversos Tipos De Roca

Tipo de roca	Peso específico (γ_s)
basalto	2.9
granito	2.6
caliza compacta	2.5
traquita	2.5
guijarro de río	2.3
arenisca	2.3
caliza tierna	2.2
toba	2.7

FUENTE: Manual de gaviones, Instituto de ingeniería

UNAM, 2001

$$\gamma_g = 2.4 (1 - 0.3) = 1.68 \text{ t/m}^3$$

Luego de calcular el peso específico de los gaviones (γ_g), se pudo determinar “W” de la siguiente manera:

$W = (\text{área de la sección del muro}) * \gamma_g$, el área se determinó según la sección de la estructura

$$W = (5.25) * 1.68 = 8.82 \text{ t/m}$$

Con el valor de W y los empujes calculados, se determinó el coeficiente de deslizamiento (C_d) para la sección intermedia, que debía ser igual a 1.5 o mayor, dada por la siguiente expresión:

$$C_d = \frac{[(W + E_v) \cos \alpha + E_h \sin \alpha] \tan \theta + (W + E_v) \sin \alpha + C * B}{E_h \cos \alpha}$$

$$C_d = 6.37 > 1.50$$

Luego de obtener el valor de $C_d > 1.5$, se determinó que no se produce el deslizamiento de la sección intermedia en el muro de retención.

Se procedió a calcular los momentos de volteo y resistentes. Para M_v , se determinó el valor de “d”, el cual fue:

$$d = H/3 - B \sin \alpha \text{ (esto para condiciones sin sobrecarga)}$$

$$d = (2.5/3) - 2.5 * \sin 0^\circ = 0.83 \text{ m}$$

Luego de calcular el valor de “d” y ya sabiendo el valor de Eh, se reemplazaron los valores, obteniendo lo siguiente:

$$M_v = E_h d$$

$$M_v = 0.87 \text{ t-m/m}$$

Para determinar el valor de Mr, se calcularon los valores de S' y S'':

$$M_r = W S' + E_v S''$$

$$S' = B \cos \alpha - (H/3) * ((H+3h_s)/(H+2h_s)) * (1/\tan \beta)$$

$$S'' = X_g \cos \alpha + Y_g \sin \alpha$$

$S' = B \cos \alpha - (H/3) * ((H+3h_s)/(H+2h_s)) * (1/\tan \beta)$, donde $h_s = 0$ (altura de sobrecarga)

$$S' = 2.50 \text{ m}$$

$S'' = X_g \cos \alpha + Y_g \sin \alpha$, (donde $X_g = 1.67 \text{ m}$ y $Y_g = 1.13 \text{ m}$)

$$S'' = 1.67 \text{ m}$$

Luego de determinar S' y S'', se reemplazaron los valores, para determinar:

$$M_r = 23.11 \text{ t-m/m}$$

Se tuvo en cuenta q el momento de volteo (Mv) nunca debe ser mayor que el momento resistente (Mr), generado por los estabilizantes, además se tuvo en cuenta que el coeficiente de volteamiento (Cv), debía ser igual o mayor a 1.50, es decir:

$$C_v = M_r/M_v \geq 1.50$$

$$C_v = 23.11/0.87$$

$$C_v = 26.68 \geq 1.50$$

Luego de comprobar que $C_v \geq 1.50$, se determinó que la sección intermedia del muro de retención no se volteará.

Entonces la resultante de las fuerzas normales fue:

$$N = (W + E_v) \cos \alpha + E_h \sin \alpha$$

N: resultante de las fuerzas normales en la sección de análisis

$$N = (8.82 + 0.64) \cos 0^\circ + 1.04 \sin 0^\circ$$

$$N = 9.46 \text{ t/m}$$

El momento actuante en la sección de análisis fue:

$$M = M_r - M_v$$

$$M = 22.24 \text{ t-m/m}$$

La excentricidad de la resultante fue:

$$e = B/2 - M/N$$

$$e = 2.5/2 - 22.27/9.55$$

$$e = -1.10$$

El ancho de la sección que trabaja a la compresión fue:

$$X = (0.5B - e)/0.4$$

X: ancho de la sección que está trabajando a la compresión

$$X = 5.88\text{m}$$

La resultante de las fuerzas tangenciales que actúan en la sección de análisis fue:

$$T = Eh \cos\alpha - (W + Ev) \operatorname{sen}\alpha$$

T: resultante de las fuerzas tangenciales en la sección de análisis

$$T = 1.04 \cos 0^\circ - (8.82 + 0.64) \operatorname{sen} 0^\circ$$

$$T = 1.04 \text{ t/m}$$

El ángulo de fricción interna de los gaviones fue:

$$\varphi^* = 25 \gamma_g - 10$$

$$\varphi^* = 25 * 1.68 - 10$$

$$\varphi^* = 32^\circ$$

La cohesión del gavión fue:

$$C_g = 10(0.03 P_u - 0.05)$$

P_u : peso de la red metálica, en Kgf/m^3 ; para gaviones tipo estándar, vale entre 8.6 y 12 kgf/m^3 con alturas del gavión h de 1.0 a 0.5m, respectivamente. En el tercio inferior de muros de gran altura, conviene colocar gaviones de 0.5m.

$$C_g = 10(0.03 * 8.6 - 0.05), \text{ para } P_u = 8.6 \text{kgf/m}^3$$

$$C_g = 2.08 \text{ t/m}^2$$

Entonces el esfuerzo normal y tensión tangencial admisible fueron:

$$\sigma_{adm} = 50 \gamma_g - 30$$

$$\tau_{adm} = \frac{N}{B} \tan \varphi + C_g$$

Los valores de “ $\sigma_{m\acute{a}x}$ ” y “ $\tau_{m\acute{a}x}$ ” no deben rebasar las variaciones admisibles dadas por:

σ_{adm} : esfuerzo normal admisible, en t/m²

τ_{adm} : tensión tangencial admisible, en t/cm²

γ_g : peso específico de los gaviones, en t/m³

$$\sigma_{adm} = 50 * 1.68 - 30$$

$$\sigma_{adm} = 54 \text{ t/m}^2 = 5.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{adm} = (9.46/2.5) * \tan 32^\circ + 2.08$$

$$\tau_{adm} = 4.44 \text{ t/m}^2 = 0.444 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo resultante a la impresión y la tensión tangencial en la sección de análisis fueron:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{N}{0.8X} < \sigma_{adm} \dots\dots\dots \text{c.16}$$

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{T}{B} < \tau_{adm} \dots\dots\dots \text{c.17}$$

$$\sigma \text{ máx} = 9.46 / (0.8 * 5.88)$$

$$\sigma \text{ máx} = 2.01 < \sigma \text{ adm (54 t/m}^2\text{)}$$

$$\tau \text{ máx} = 1.04 / 2.5$$

$$\tau \text{ máx} = 0.42 < \tau \text{ adm (4.44 t/m}^2\text{)}$$

Estos resultados cumplieron la especificación, es decir, no rebasan los esfuerzos normal y tangencial admisibles.

Por lo tanto, las dimensiones del muro de gavión cumplieron con la estabilidad para la seguridad contra el deslizamiento, la seguridad contra el volteamiento, la carga sobre el terreno y verificación en secciones intermedias.

Anexo 4.2.- DISEÑO Y ANALISIS DE ESTABILIDAD PARA GEOBOLSAS

Predimensionamiento De Geobolsas

De acuerdo a la naturaleza de la zona de diseño, se consideraron distintas dimensiones, aumentando el volumen para obtener mayor estabilidad para defensas ribereñas con grandes alturas y caudales. Realizada la distribución de las geobolsas en la pendiente de diseño teniendo en cuenta un área de contacto entre geobolsas mayor a 50% de su área, se comprobó la estabilidad de la estructura con las fórmulas de Pilarczyk y el software geotécnico GEO5. Las dimensiones de las geobolsas utilizadas en el diseño están indicadas en la Figura 56 y las especificaciones técnicas de las geobolsas se muestran en la tabla 21.

Tabla 38: Resistencia a la tracción y deformación para varios tipos de geotextiles.

Geotextil	T_m (kN/m)	ϵ_{max} (%)	J (kN/m)	$T_m * \epsilon_m$ (kN/m)
Poliéster (PET)	100-1600	8-15	870-16000	8-210
Polipropileno (PP)	40-300	10-15	320-2400	4-45
Polietileno (PE)	20-50	20-30	80-200	4-15
Membrana	7-70	50-100	9-90	4-70

FUENTE: Bezuijen y Vastenburg (2013)

Resistencia A La Tracción Requerida

La fuerza a la tensión del geotextil fue una de las propiedades más importantes que se consideró en el diseño. El proceso de habilitación y colocación de las geobolsas pone a prueba la resistencia a la tracción del geotextil, ya que trasladar una geobolsa llena, de gran volumen, expone al geotextil y las costuras a una gran tensión. Por ello, fue importante considerar este factor para que después de la instalación, el geotextil siga conservando sus características mecánicas, hidráulicas y físicas.

Bezuijen y Vastenburg (2013) indican que “se ha desarrollado un método de cálculo para contenedores geotextiles, que también se pueden aplicar a geobolsas, donde primero se calcula la velocidad de caída y luego se aplica el impacto correspondiente. Una combinación de las fórmulas, da la resistencia a la tensión requerida del geotextil...”. Se aplicó la siguiente fórmula, para comprobar la resistencia del geotextil para la defensa ribereña, obteniendo los siguientes resultados:

Ecuación 17: *Resistencia a la tracción*

$$T = \sqrt{2x \frac{D_n \cdot V}{bxS} \cdot \frac{J}{C_d} \cdot \left(\frac{\rho - \rho_w}{\rho_w} \right) \cdot \rho \cdot g} \quad (17)$$

Donde:

T: carga de tracción en el geotextil [N / m]

b = ancho de la bolsa de geotextil [m]

S = circunferencia de la sección transversal de la bolsa geotextil [m]

J = rigidez a la tracción del geotextil, ver fórmula 2.3 [N / m]

Cd = coeficiente de arrastre [-]

ρ = densidad del elemento de arena encapsulado en geotextil
[kg / m³]

ρ_w = densidad del agua [kg / m³]

g = aceleración debido a la gravedad [m / s²]

V = volumen de la bolsa de geotextil [m³]

Para obtener el Valor T, se utilizaron los siguientes datos:

Ancho de la bolsa de geotextil (b): como se muestra en la Figura 56.

$$b = 2.45$$

Circunferencia de la sección transversal de la bolsa geotextil (S):

$$S = 2.45 + 1.00 + 2.45 + 1.00 = 6.90m$$

Resistencia a la tracción del geotextil de la geobolsa (T_m): como se muestra en las especificaciones técnicas del material:

$$T_m = 108 \text{ kN/m}$$

Deformación máxima del geotextil = (ϵ_m):

$$\epsilon_m = 12\%$$

Ecuación 18: *Rigidez a la tracción del geotextil (J):*

$$J = \frac{T_m}{\epsilon_m} = \frac{108}{0.12} = 900 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (18)$$

Coeficiente de fuerza de arrastre (C_d): Según Bezuijen y Vastenburg (2013) sugiere “asumir un valor de 1 para coeficientes de fuerza de arrastre en el diseño de bolsas de geotextil”.

$$C_d = 1.00$$

Densidad del material de relleno para las geobolsas (ρ): De acuerdo al estudio de suelos aplicado en el material de la zona se obtuvo la densidad promedio para el diseño:

$$\rho_s \geq 1590.00 \text{ kg/m}^3$$

Densidad del agua (ρ_w):

$$\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$$

Espesor nominal de una geobolsa (D_n): como se muestra en la Figura 56.

$$D_n = 1.00m$$

Volumen de la geobolsa (V) al 80%:

$$V = 2.45 \times 1.00 \times 5.00 = 9.8m^3$$

Se reemplazaron los datos en la Fórmula 17, obteniendo la resistencia a la tracción necesaria del geotextil para la instalación:

$$T = 97.99 \text{ kN/m}$$

La resistencia a la tensión del geotextil brindada por el fabricante es de 108 kN/m, por lo tanto, cumple este criterio de diseño, la resistencia a la tracción del geotextil

necesaria, por lo que se consideró un geotextil apto para la fabricación de las geobolsas. Sin embargo, para evitar someter a cargas innecesarias las geobolsas, el método de construcción contemplado, emplea un molde de acero para las geobolsas, para así lograr la tensión adecuada y un correcto llenado, el cual sería retirado luego de realizadas las costuras; de esta manera no sería necesario el transporte de la geobolsa con el material de relleno.

Estabilidad De La Estructura

Según Bezuijen y Vastenburb (2013), para determinar la estabilidad de los elementos de geobolsas cuando están sujetos a flujos de corriente longitudinales como en canales y ríos, se puede hacer uso de la relación Pilarczyk, basada en una base de arena totalmente protegida:

Ecuación 19: *Densidad Relativa De Los Elementos Estructurales*

$$\Delta_t = (1 - n) \cdot \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} \quad (19)$$

Ecuación 20: *Estabilidad ante flujos de corriente longitudinales*

$$\Delta_t D_k \geq 0.035 \cdot \frac{\phi k_T k_h u_{cr}^2}{\Psi k_s 2g} c \quad (20)$$

Donde:

u_{cr} = velocidad de flujo horizontal crítica a lo largo de la superficie de la estructura [m / s]

ϕ = parámetro de estabilidad

Ψ = parámetro de protección

K_T = factor de turbulencia

K_h = factor relacionado con la profundidad

K_s = factor relacionado con el ángulo de la pendiente

Δ_t = densidad relativa de los elementos estructurales

D_k = espesor efectivo del elemento de arena encapsulado en geotextil [m]

n = porosidad del material de relleno de los elementos estructurales

α = pendiente [grados]

ρ_s = densidad del material seleccionado para relleno de geobolsas [kg / m^3]

ρ_w = densidad del agua [kg / m^3]

Máxima velocidad de flujo de agua a lo largo de la pendiente (u_{cr})

Velocidad Crítica (u_{cr}): La velocidad de flujo horizontal crítica a lo largo de la superficie de la estructura: $u_{cr} = 2.86 \text{ m/s}$ en la progresiva 0+140, según las tablas 39 y 40.

Tabla 39: *Velocidades Máximas En El Primer Tramo.*

Progresiva	Q (m^3/s)	h_{max}	Pendiente	Velocidad máxima
0+180	103.5	1.45	0.002093	1.93
0+160	103.5	1.26	0.007657	2.81
0+140	103.5	1.1	0.012984	2.86
0+120	103.5	1.6	0.003342	2.47
0+100	103.5	1.97	0.000994	1.62
0+080	103.5	2.27	0.000601	1.38
0+060	103.5	1.3	0.004017	2.5

Tabla 40: *Velocidades Máximas En El Segundo Tramo.*

Progresiva	Q (m^3/s)	h_{max}	Pendiente	Velocidad máxima
1+300	103.5	1.48	0.000728	1.2
1+280	103.5	1.52	0.000633	1.14

1+260	103.5	1.52	0.000947	1.39
1+240	103.5	1.56	0.000816	1.32
1+220	103.5	1.63	0.000744	1.29
1+200	103.5	1.75	0.000606	1.21
1+180	103.5	1.92	0.000427	1.08

Parámetro de estabilidad (ϕ)

Según Bezuijen y Vastenburg (2013), el parámetro de estabilidad es un parámetro adimensional que puede variar de acuerdo a la ubicación del flujo constante, se puede aplicar en la capa superior continua del flujo donde el valor es $\Phi = 1.0$, o en el borde libre donde por ser de mayor altura la corriente presenta mayor fuerza $\Phi=1.5$. En el diseño el parámetro de estabilidad aplicado en los bordes es de $\Phi=1.5$ para evaluar la estructura en un escenario crítico.

Factor de Protección (Ψ)

Bezuijen y Vastenburg, (2013) recomiendan utilizar un factor de protección $\Psi=0.05$ para geobolsas con un volumen mayor a 0.3 m^3 y para geobolsas con un volumen menor que 0.3 m^3 $\Psi = 0.035$.

El factor de turbulencia (K_T):

El caudal el río Lacramarca se caracteriza por su régimen irregular, con un volumen poco significativo. Según Tavera (2014) en el año 2010 según las mediciones del caudal del río Lacramarca los máximos caudales se presentaron para el trimestre febrero-abril valores de $0.50 \text{ m}^3/\text{s}^2$.

Para poder seleccionar el factor de turbulencia K_T en el diseño de la defensa ribereña con geobolsas, se consideraron algunas características hidráulicas del flujo del río

para una avenida máxima de acuerdo al modelado en el programa HEC-RAS, primero se clasificó su pertenencia a un flujo turbulento hallando el número de Reynolds (Re). En la tabla 42 se ve que el área de estudio en su mayoría presenta un flujo turbulento. El número de Froude (F) es necesario para conocer el régimen del flujo. Según (Lopez Alonzo, 2005) una característica de ríos de montaña es que a pesar de tener pendientes elevadas se observa en general un numero de Froude ligeramente inferior a 1, presentando un flujo supercrítico con un numero de Froude mayor a 1 a tramos cortos con periodos reducidos (p.22). Se hizo el modelado para un caudal de avenida máxima, donde el número de Froude en su mayoría son menores a 1, lo que clasifica el rio con un régimen subcrítico. Entonces de acuerdo a los antecedentes mostrados para el diseño se utilizó un factor de turbulencia normal. $K_T = 1$ de acuerdo a la tabla 41.

Tabla 41: *Factor de turbulencia K_T*

Condición	Valor
Turbulencia normal en ríos	1
Mayor turbulencia en curvas del rio	1.5
Turbulencia en espigones	2.0
Fuerte turbulencia: saltos hidráulicos, curvas cerradas, interrupciones locales	2.0
Turbulencia como resultado de botes y otros.	3.0-4.0

FUENTE: Bezuijen y Vastenburger, 2013.

Tabla 42: *Valores De Froude (F) Y Reynolds (Re)*

Progresiva	Q (m³/s)	Froude (F)	Turbulencia (Re)
2000	103.5	0.68	1818
1980	103.5	0.68	1865.5
1960	103.5	0.75	1975.8
1940	103.5	0.85	2025.2
1920	103.5	0.83	1999.2
1900	103.5	0.79	1938
1880	103.5	0.69	1863
1860	103.5	0.69	1913.6
1840	103.5	0.7	1980.9
1820	103.5	0.72	2058.6
1800	103.5	0.74	2101.8
1780	103.5	1	2212
1760	103.5	0.84	2065.5
1740	103.5	0.95	2178.9
1720	103.5	1	2264
1700	103.5	1.08	2370
1680	103.5	1.17	2432
1660	103.5	1.2	2500.4
1640	103.5	1.28	2518.5
1620	103.5	1.31	2562.3
1600	103.5	1.29	2590
1580	103.5	1.42	2452.2
1560	103.5	1.15	2535.9
1540	103.5	1.33	2548.8
1520	103.5	1.43	2372.5
1500	103.5	1.58	2153.5
1480	103.5	1.7	2024
1460	103.5	1.65	2077.6
1440	103.5	1.55	2140.2
1420	103.5	1.33	2244
1400	103.5	1.55	1938.6
1380	103.5	0.51	1770.2
1360	103.5	0.4	1630.3
1340	103.5	0.35	1625.4
1320	103.5	0.38	1689.1
1300	103.5	0.32	1668
1280	103.5	0.3	1630.2
1260	103.5	0.37	1987.7

1240	103.5	0.34	1940.4
1220	103.5	0.33	1960.8
1200	103.5	0.3	1960.2
1180	103.5	0.26	1911.6
1160	103.5	1	2012.8
1140	103.5	2.81	873.3
1120	103.5	0.43	1881.9
1100	103.5	0.29	1828.5
1080	103.5	1.01	1936.8
1060	103.5	2.85	1312
1040	103.5	1.59	2058
1020	103.5	1.4	2362.8
1000	103.5	1.38	2427.6
980	103.5	1.3	2491.2
960	103.5	1.23	2568.8
940	103.5	1.18	2607
920	103.5	0.93	2726.5
900	103.5	0.89	2848.2
880	103.5	0.88	2904.6
860	103.5	1.00	3026.4
840	103.5	1.41	1855
820	103.5	0.66	2354.4
800	103.5	1.01	2670
780	103.5	1.64	2290.8
760	103.5	1.93	1908.5
740	103.5	1.35	2686.2
720	103.5	1.61	1683.6
700	103.5	0.55	2230.2
680	103.5	0.49	2137.5
660	103.5	0.51	2207.2
640	103.5	0.49	2127.9
620	103.5	0.53	2165.8
600	103.5	0.41	1909.2
580	103.5	0.42	1963
560	103.5	0.38	1822.1
540	103.5	0.42	1950
520	103.5	0.39	1888.6
500	103.5	0.48	2078.7
480	103.5	0.43	1917.7
460	103.5	0.63	2416.8

440	103.5	0.54	2171.2
420	103.5	0.59	2257.2
400	103.5	0.55	2211.3
380	103.5	0.46	1964.2
360	103.5	0.59	2371.8
340	103.5	0.66	2644.8
320	103.5	0.93	2940.3
300	103.5	0.76	2746.8
280	103.5	0.79	2888.5
260	103.5	1.01	3087
240	103.5	0.76	2892.8
220	103.5	1.00	3337.2
200	103.5	1.60	1735.3
180	103.5	0.54	2489.7
160	103.5	1.00	2978.6
140	103.5	1.28	2631.2
120	103.5	0.68	1926.6
100	103.5	0.39	1506.6
80	103.5	0.31	1462.8
60	103.5	0.73	1650
40	103.5	2.42	2016
20	103.5	1.54	2666
0	103.5	1.43	2436

Ecuación 21: *El factor de turbulencia (Kh):*

$$k_h = \left(\frac{h}{k_r}\right)^{-0.2} = 0.9687 \quad (21)$$

Factor relacionado con el ángulo de la pendiente (Ks):

El factor de pendiente K_s es una función de la influencia del ángulo de resistencia al corte entre la bolsa geotextil y el subsuelo y se obtiene mediante la Formula (d.6), Según Bezuijen y Vastenburb, (2013) “Cuando los colchones están anclados en la parte superior de la pendiente. Si este anclaje es suficiente para evitar deslizamientos

$K_s = 1$ ”. De acuerdo a esto, los resultados obtenidos en la verificación del deslizamiento de la estructura con el programa GEO5 nos dieron un factor de seguridad de 7.27, al no existir deslizamiento bajo las condiciones establecidas el factor $K_s = 1$.

Ecuación 22: *Ángulo De La Pendiente (Ks)*

$$k_s = \sqrt{1 - \left(\frac{\sin \alpha}{\sin \delta}\right)^2} \quad (22)$$

Espesor efectivo de la estructura de geobolsas es (D_k): se muestra en la Figura 65.

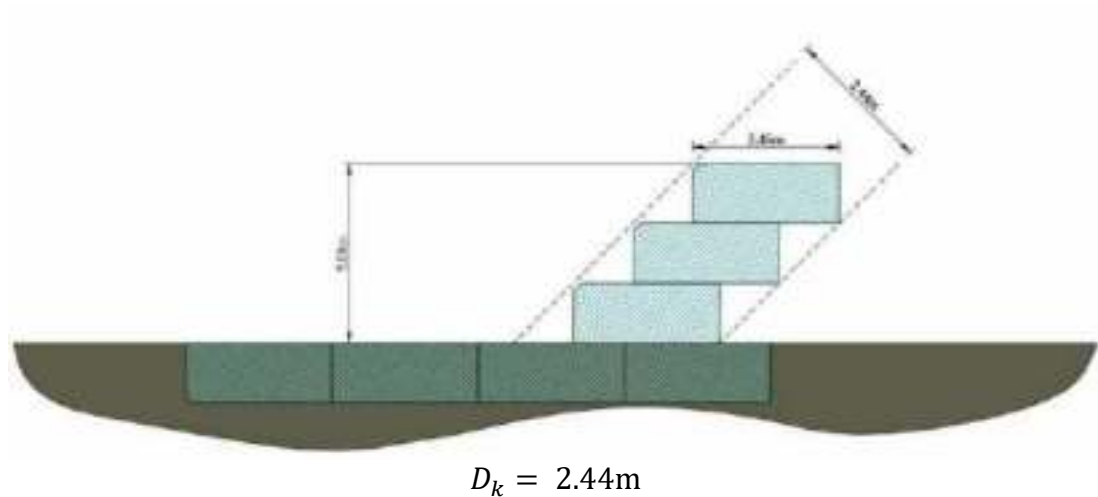


Figura 65: *Sección transversal, defensa ribereña con geobolsas.*

Porosidad del material de relleno de los elementos estructurales (n):

De acuerdo a las muestras obtenidas del estudio de suelos realizado, se obtuvo que:

$$n = 35.22\%$$

Ángulo de fricción entre la estructura y el suelo (δ):

Se han realizado varias pruebas para determinar el ángulo de fricción entre geotextiles y diferentes tipos de suelo. Los resultados de estos estudios muestran una amplia gama de ángulos de fricción: $\delta = 20^\circ - 40^\circ$. Para aplicaciones bajo el agua, o donde un subsuelo se compone de agua arcilla, se recomienda utilizar un ángulo de fricción de $\delta = 20^\circ$, y si los cálculos resultan en baja estabilidad bajo corrientes longitudinales debido a un bajo ángulo de fricción superficial entre las bolsas y la pendiente del subsuelo, se recomienda realizar pruebas reales para determinar el ángulo apropiado de fricción de la bolsa geotextil / subsuelo según Bezuijen y Vastenburger, 2013. Pilarczyk K.W. (2000) propone: considerar para sistemas rellenos de arena, utilizar un ángulo de fricción interna del material en un intervalo entre 30° a 40° .

En el diseño realizado debido a la disponibilidad del terreno se optó por un factor para el ángulo de fricción interna de $\delta = 40^\circ$.

Ángulo de inclinación de la estructura (α):

La falla por licuefacción debido a un aumento de caudal, puede afectar de gravedad a la estructura si no se considera un ángulo (α) adecuado de acuerdo al tipo de suelo. Bezuijen y Vastenburger, afirman que “Con un subsuelo razonablemente compactado mientras la estructura esté sujeta a una altura de ola significativa menor a 2.00m no hay peligro de licuefacción si la pendiente es menor a 1V: 2H”. Con estas consideraciones, se consideró un ángulo de inclinación de la estructura igual a $\alpha = 45^\circ$.

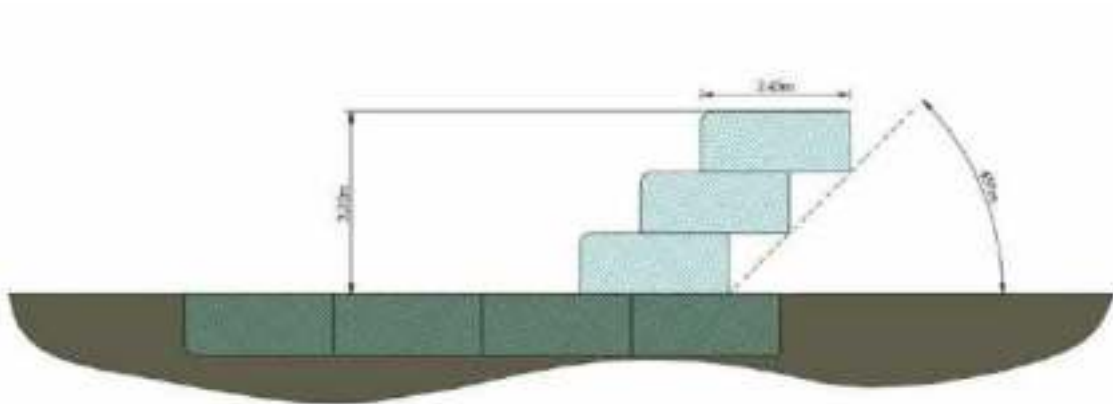


Figura 66: *Sección transversal, ángulo de inclinación de la estructura.*

Nivel del agua (h):

De acuerdo al Cuadro 17, en la progresiva 0+080 para un caudal de avenida máxima de 103.5 m³/s, el nivel máximo que alcanza el flujo dentro del tramo de estudio será de h=2.27m.

Distancia de la cresta al espejo de agua (Rc):

Esta altura se determinó utilizando la siguiente fórmula para el borde libre:

$$BL = \varphi \frac{V^2}{2g} = 0.34 \quad \text{redondeo a } 0.73m$$

La profundidad de agua (h) y la altura de borde libre (BL), hacen una altura de 2.61m, pero se decidió hacer un redondeo del BL y usar una altura de diseño de 3.00m desde la rasante del lecho hasta la parte superior como se muestra en la Figura 66.

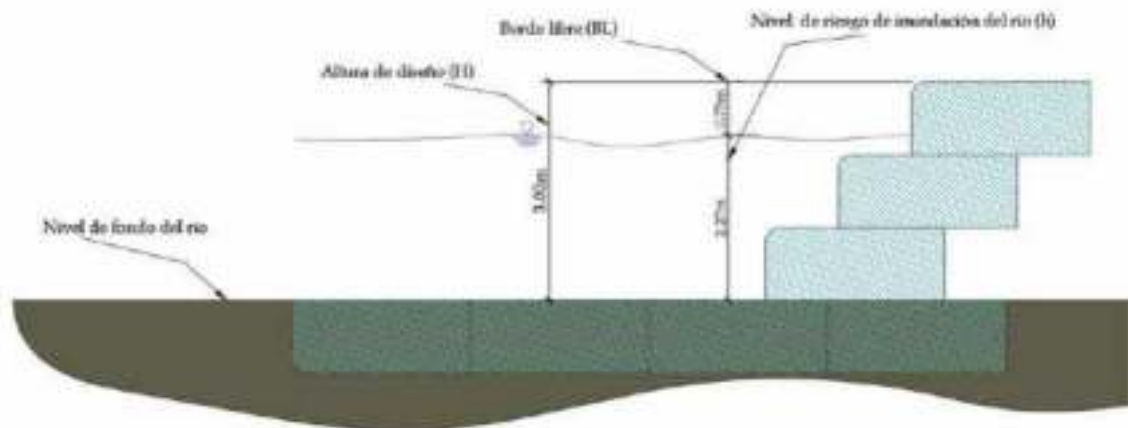


Figura 67: Sección transversal, altura de diseño.

Teniendo esto se reemplazó en la Formula d.5. La densidad relativa de los elementos estructurales, obteniendo así:

$$\Delta_t = 0.37$$

Lo que se reemplazó en la Formula 17:

$$0.91 \geq 0.75$$

De esta manera, se determinó que la estructura es estable frente a los flujos longitudinales del río en una avenida máxima de $103.5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Análisis de la estabilidad del muro de defensa ribereña ante un sismo

Se realizó el análisis de la estabilidad del muro con el programa GEO5 con los datos obtenidos anteriormente, los cuales se detallan en el ANEXO 4, sometiendo la estructura a aceleraciones, donde se obtuvo una estabilidad satisfactoria hasta un

sismo escala VII de Mercalli con percepción del temblor muy fuerte y con potencial de daño moderado.

Tabla 22: *Resumen resultados estabilidad del muro*

Ítems	Factor de seguridad
Estabilidad de vuelco	4.42
Verificación del deslizamiento	1.72
Verificación de la capacidad portante	4.78
Verificación de estabilidad del talud	1.53
Verificación final	Satisfactoria

Socavación

A partir de la ecuación de Lischtván - Lebediev, se obtuvo la socavación máxima de 4.37m provocada por un caudal de avenida máxima de 103.50 m³/s. Aplicando un factor de seguridad 1.5 para determinar la longitud total de socavación, se obtuvo una longitud total de 6.50m.

En el diseño se agregó una capa de cuatro geobolsas, haciendo una longitud total de 6.50m, con la finalidad de disminuir la profundidad de socavación y proteger el fondo de aguas expuesta a socavación.

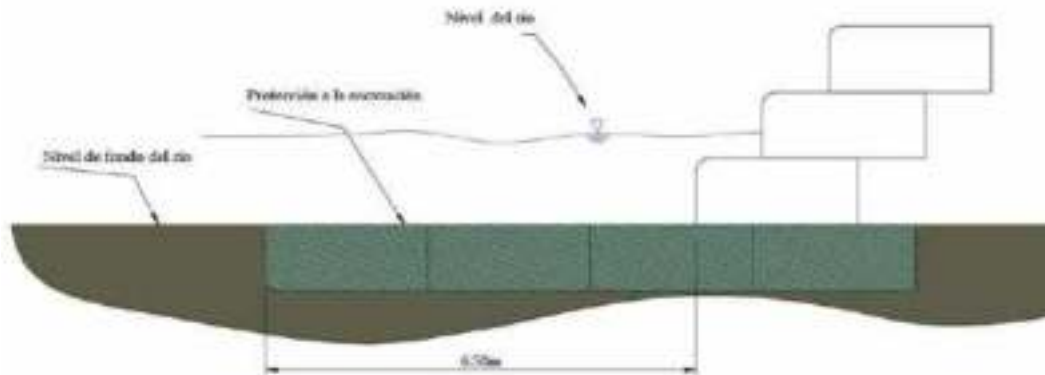


Figura 57: Sección transversal, protección a la socavación.

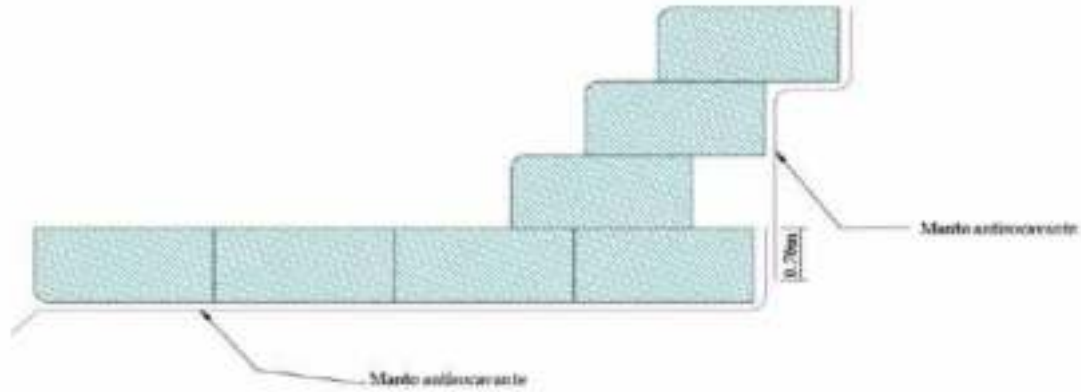
MANTO ANTI SOCAVANTE

Selección del material

El manto anti socavante debe contar con características de alta resistencia a la degradación biológica y química. El geotextil no tejido sería elaborado por fibras de polipropileno que cuenta con diversos ensayos para su control de calidad mostrados en la tabla 23.

Distribución

La estructura se complementa con la colocación de un manto anti socavante de geotextil no tejido para asegurar la protección contra la erosión y conservar la estabilidad de la estructura, el manto anti socavante se distribuyó en dos partes, de tal manera que funcionen independientemente con un traslape de 70 cm. La primera parte del manto anti socavante se proyectó bajo la estructura de protección a la socavación. La segunda parte debajo de la estructura sobre la pendiente del terreno



como se muestra en la Figura 58, la función principal del manto anti socavante es evitar la pérdida de finos y dejar circular el agua.

Figura 58: Sección transversal, distribución del manto antisocavante.

Análisis De Estabilidad Para Geobolsas

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA DEFENSA RIBERENA CON GEOBOLSAS

Análisis de gavión

Entrada de datos

Proyecto

Tarea : ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA
 Parte : DEFENSA RIBERENA CON GEOBOLSAS
 Descripción : TESIS: "COMPARACION TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBE ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEO EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH"
 Cliente : UNS
 Fecha : 20/09/2020
 ID del proyecto : TESIS 04
 Número de proyecto : 1

Configuración

Estándar - Factor de seguridad

Análisis de muro

Cálculo de la presión activa de la tierra : Coulomb
 Cálculo de la presión pasiva de la tierra : Caquot-Kerisel
 Análisis sísmico : Mononobe-Okabe
 Forma de la cuña de la tierra : Calcular oblicuo
 Excentricidad permitida : 0.333
 Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad		
Situación de diseño permanente		
Para el vuelco :	$SF_2 =$	1.50 [-]
Para resistencia al deslizamiento :	$SF_4 =$	1.50 [-]
Para capacidad portante :	$SF_5 =$	1.50 [-]
Para fuerza de malla :	$SF_7 =$	1.50 [-]

Coeficientes de reducción		
Situación de diseño permanente		
Para fricción entre bloques :	$\beta^2 =$	1.50 [-]

Material de bloques - relleno

Nro.	Nombre	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kPa]
1	Geobolsa	15.77	35.00	0.00

Material de bloques - malla

Nro.	Nombre	Resistencia Sobresalir R_1 [kN/m]	Espacio de malla vert. v [m]	Cap. port. de diáclasa frontal R_2 [kN/m]
1	Geobolsa	108.00	1.00	75.60

Geometría de la estructura

Nro.	Ancho b [m]	Altura h [m]	Cuentamiento a [m]	Material
4	2.45	1.00	1.00	1.00 Geobolsa
3	2.45	1.00	1.00	1.00 Geobolsa
2	2.45	1.00	1.00	1.00 Geobolsa
1	4.30	1.00	-	- Geobolsa

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA
DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS

Pendiente Gavión = 0.00 °
 Altura completa = 4.00 m
 Volumen completo del muro = 11.65 m³/m

Datos del suelo

Arena mal graduada (SP), densidad media

Peso unitario : $\gamma = 15.77 \text{ kN/m}^3$
 Estado de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : $\varphi_{\text{ef}} = 35.00^\circ$
 Cohesión de suelo : $c_{\text{ef}} = 0.00 \text{ kPa}$
 Ángulo de fricción estructura-suelo : $\delta = 20.00^\circ$
 Suelo : granular
 Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{\text{sat}} = 19.25 \text{ kN/m}^3$

Relleno

Terreno asignado : Arena mal graduada (SP), densidad media
 Talud = 35.00 °

Perfil geológico y suelos asignados

Nro.	Espesor de capas t [m]	Profundidad z [m]	Suelo asignado	Trama
1	-	0.00 - ∞	Arena mal graduada (SP), densidad media	

Cimentación

Tipo de cimentación : suelo desde perfil geológico

Perfil de terreno

Nro.	Coordenadas		Profundidad z [m]
	x [m]	y [m]	
1	0.00	0.00	0.00
2	1.20	0.00	0.00
3	7.20	0.00	3.00
4	8.20	0.00	3.00

El origen [0,0] está colocado en el borde superior derecho de la construcción.
 La coordenada positiva +z tiene la dirección hacia abajo

Influencia del agua

El NF detrás de la estructura se encuentra a una profundidad de 3.35 m
 Subpresión en la base debido a diferentes presiones en el fondo no está considerado.

Resistencia en la cara frontal de la estructura

Resistencia en la cara frontal de la estructura no se considera
 Suelo sobre la cara frontal de la estructura - Arena mal graduada (SP), densidad media
 Espesor del suelo en la cara frontal de la estructura $h = 1.00 \text{ m}$

El terreno en el frente de la estructura es plano.

Sismo

Factor de aceleración horizontal $K_h = 0.0920$
 Factor de aceleración vertical $K_v = 0.0920$

El agua debajo del NF está confinada.

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA
DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS

Configuraciones generales

La presión mínima de dimensionado se considera como $\sigma_{p, \min} = 0.20\sigma_z$

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Verificación Nro.1

Presión activa detrás de la estructura - resultados parciales

Capa Nro.	Espesor [m]	α [°]	σ_{zt} [kPa]	σ_{ot} [kPa]	γ [kN/m ³]	δ_d [°]	K_a	Comentario
1	0.50	0.00	35.00	0.00	15.77	20.00	0.245	
2	0.50	0.00	35.00	0.00	15.77	20.00	0.245	
3	1.00	0.00	35.00	0.00	15.77	20.00	0.245	
4	1.00	27.50	35.00	0.00	15.77	39.00	0.358	
5	0.35	0.00	35.00	0.00	15.77	20.00	0.193	
6	0.55	0.00	35.00	0.00	9.28	20.00	0.193	

Distribución de presión activa detrás de la estructura (sin sobrecarga)

La presión mínima de dimensionado se considera como $\sigma_{p, \min} = 0.20\sigma_z$

Capa Nro.	Inicio [m]	Fin [m]	σ_z [kPa]	σ_{wv} [kPa]	Presión [kPa]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.50	1.00	7.88	0.06	1.93	1.82	0.68
2	0.50	1.00	7.88	0.06	1.93	1.82	0.66
	1.00	1.50	15.77	0.06	3.86	3.63	1.32
3	1.00	2.00	15.77	0.06	3.86	3.63	1.32
	2.00	2.50	31.54	0.06	7.73	7.26	2.64
4	2.00	3.00	31.54	0.06	14.71	6.79	13.05
	3.00	3.50	47.31	0.06	20.37	9.40	18.07
5	3.00	3.35	47.31	0.06	10.93	10.27	3.74
	3.35	3.70	52.83	0.06	11.99	11.27	4.10
6	3.35	3.90	52.83	0.06	11.99	11.27	4.10
	4.00	4.55	58.87	0.50	13.16	12.36	4.50

Efectos de sismos (presión activa de la tierra) - resultados parciales

Capa Nro.	Espesor [m]	α_z [°]	β [°]	ψ [°]	K_a	$K_{a,s}$	$K_{a,s} - K_a$	Comentario
1	0.50	35.00	-11.80	5.79	0.219	0.268	0.049	
2	0.50	35.00	-11.80	5.79	0.219	0.268	0.049	
3	1.00	35.00	-11.80	5.79	0.219	0.268	0.049	
4	1.00	35.00	-11.80	5.79	0.478	0.587	0.091	
5	0.35	35.00	-11.80	5.79	0.219	0.268	0.049	
6	0.55	35.00	-11.80	11.88	0.219	0.332	0.113	

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA
DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS

Efectos de sismos (presión activa de la tierra)

Capa Nro.	Inicio[m] Fin[m]	σ_z [kPa]	σ_0 [kPa]	Presión [kPa]	Comp.Hor. [kPa]	Comp.Vertical [kPa]
1	0.00	0.00	53.45	2.52	2.47	0.00
	0.50	7.16	46.29	2.27	2.14	0.78
2	0.50	7.16	46.29	2.27	2.14	0.78
	1.00	14.32	39.13	1.92	1.81	0.66
3	1.00	14.32	39.13	1.92	1.81	0.66
	2.00	28.64	24.81	1.22	1.14	0.42
4	2.00	28.64	24.81	2.25	1.04	2.00
	3.00	42.96	10.49	0.95	0.44	0.84
5	3.00	42.96	10.49	0.52	0.48	0.18
	3.35	47.97	5.48	0.27	0.25	0.09
8	3.35	47.97	5.48	0.52	0.58	0.21
	4.00	53.45	0.00	0.00	0.00	0.00

Distribución de presión de agua

Punto Nro.	Profundidad [m]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0.00	0.00	0.00
2	0.50	0.00	0.00
3	1.00	0.00	0.00
4	1.00	0.00	0.00
5	2.00	0.00	0.00
8	2.00	0.00	0.00
7	3.00	0.00	0.00
8	3.35	0.00	0.00
9	4.00	6.50	0.00

Fuerzas que actúan sobre la construcción

Nombre	F_{hor} [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Diseño Coeficiente
Peso - Muro	0.00	-1.86	170.32	2.75	1.000
Sismo - construcción	15.67	-1.86	-15.67	2.75	1.000
Peso - cuña de tierra	0.00	-1.43	9.30	3.76	1.000
Sismo - cuña de suelo	0.86	-1.43	-0.86	3.76	1.000
Presión activa	25.84	-1.37	22.37	4.77	1.000
Presión de agua	2.11	-0.22	0.00	5.45	1.000
Subpresión	0.00	-4.30	0.00	5.45	1.000
Sismo - presión activa	4.67	-2.70	2.85	4.85	1.000

Verificación del muro completo

Verificación de la estabilidad de vuelco

Momento estabilizador $M_{est} = 578.89$ kNm/m

Momento de vuelco $M_{vul} = 60.35$ kNm/m

Factor de seguridad = 7.16 > 1.50

Muro para vuelco ES SATISFACTORIA

Verificación del deslizamiento

Fuerza horizontal resistente $H_{res} = 131.85$ kNm

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA
 DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS

Fuerza horizontal activa $H_{act} = 50.15 \text{ kNm}$

Factor de seguridad = 2.63 > 1.50

Muro para deslizamiento ES SATISFACTORIA

Verificación completa - MURO ES SATISFACTORIA

Capacidad portante del terreno de cimentación

Carga de diseño actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kNm]	Excentricidad [-]	Tensión [kPa]
1	-91.87	188.31	50.15	0.000	43.79

Carga de servicio actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kNm]
1	-91.87	188.31	50.15

Verificación de la capacidad portante del terreno de cimentación

Tensión en el fondo de la zapata - Rectángulo

Verificación de excentricidad

Máx. excentricidad de fuerza normal $e = 0.000$

Máxima excentricidad permitida $e_{adm} = 0.333$

Excentricidad de la fuerza normal ES SATISFACTORIA

Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata

Máx. tensión en el fondo de la zapata $\sigma = 43.79 \text{ kPa}$

Capacidad portante del terreno de cimentación $R_d = 196.13 \text{ kPa}$

Factor de seguridad = 4.48 > 1.50

Capacidad portante del terreno de cimentación ES SATISFACTORIA

Estabilidad global - Cap. portante del terreno de cimentación ES SATISFACTORIA

Dimensionamiento Nro.1

Presión activa detrás de la estructura - resultados parciales

Capa Nro.	Espesor [m]	δ_1 [°]	α_d [°]	σ_d [kPa]	γ [kN/m ³]	δ_d [°]	K_a	Comentario
1	0.60	0.00	35.00	0.00	15.77	20.00	0.245	
2	0.60	0.00	35.00	0.00	15.77	20.00	0.245	
3	1.00	0.00	35.00	0.00	15.77	20.00	0.245	
4	0.20	0.00	35.00	0.00	15.77	20.00	0.245	
5	0.80	0.00	35.00	0.00	15.77	20.00	0.193	

Distribución de presión activa detrás de la estructura (sin sobrecarga)

La presión mínima de dimensionado se considera como $\sigma_{a, min} = 0.20\sigma_z$

Capa Nro.	Inicio[m]	Fin[m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Presión [kPa]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.60	1.20	7.88	0.00	1.93	1.82	0.66
2	0.60	1.20	7.88	0.00	1.93	1.82	0.66
	1.20	1.80	15.77	0.00	3.85	3.63	1.32

5

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA DEFENSA RIBERENA CON GEOBOLSAS						
Capa Nro.	Inicio[m] Fin[m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Presión [kPa]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
3	1.00	15.77	0.00	3.86	3.63	1.32
	2.00	31.54	0.00	7.73	7.26	2.64
4	2.00	31.54	0.00	7.73	7.26	2.64
	2.20	34.71	0.00	8.51	7.99	2.91
5	2.20	34.71	0.00	8.51	7.99	2.91
	3.00	47.51	0.00	10.93	10.27	3.74

Efectos de sismos (presión activa de la tierra) - resultados parciales

Capa Nro.	Espesor [m]	ϕ_0 [°]	β [°]	ψ [°]	K_a	K_{as}	$K_{ac} \cdot K_a$	Comentario
1	0.50	35.00	-7.29	5.79	0.228	0.281	0.053	
2	0.50	35.00	-7.29	5.79	0.228	0.281	0.053	
3	1.00	35.00	-7.29	5.79	0.228	0.281	0.053	
4	0.20	35.00	-7.29	5.79	0.228	0.281	0.053	
5	0.60	35.00	-7.29	5.79	0.228	0.281	0.053	

Efectos de sismos (presión activa de la tierra)

Capa Nro.	Inicio[m] Fin[m]	σ_z [kPa]	σ_p [kPa]	Presión [kPa]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vertical [kPa]
1	0.00	0.00	42.98	2.28	2.14	0.78
	0.50	7.16	35.80	1.90	1.79	0.65
2	0.50	7.16	35.80	1.90	1.79	0.65
	1.00	14.32	28.64	1.52	1.43	0.52
3	1.00	14.32	28.64	1.52	1.43	0.52
	2.00	28.64	14.32	0.76	0.71	0.26
4	2.00	28.64	14.32	0.76	0.71	0.26
	2.20	31.52	11.44	0.61	0.57	0.21
5	2.20	31.52	11.44	0.61	0.57	0.21
	3.00	42.98	0.00	0.00	0.00	0.00

Distribución de presión de agua

Punto Nro.	Profundidad [m]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0.00	0.00	0.00
2	0.50	0.00	0.00
3	1.00	0.00	0.00
4	1.00	0.00	0.00
5	2.00	0.00	0.00
6	2.00	0.00	0.00
7	2.20	0.00	0.00
8	3.00	0.00	0.00

Fuerzas que actúan sobre la construcción

Nombre	F_{hor} [kN/m]	Pto. Apl. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pto. Apl. z [m]	Diseño Coeficiente
Peso - Muro	0.00	-1.50	116.91	2.23	1.000
Sismo - construcción	10.66	-1.50	-10.66	2.23	1.000
Presión activa	16.09	-1.01	6.86	3.01	1.000
Presión de agua	0.00	-3.00	0.00	4.45	1.000

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA
DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS

Nombre	F_{hor} [kN/m]	Pto. Apl. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pto. Apl. x [m]	Diseño Coeficiente
Sismo - presión activa	3.22	-2.00	1.17	3.88	1.000

Verificación de la junta constructiva sobre el bloque Nro.: 1

Verificación de la estabilidad de vuelco

Momento estabilizador $M_{\text{ves}} = 258.38 \text{ kNm/m}$

Momento de vuelco $M_{\text{ovt}} = 38.70 \text{ kNm/m}$

Factor de seguridad = 6.62 > 1.50

Conjunto para estabilidad de vuelco **ES SATISFACTORIA**

Verificación del deslizamiento

Fuerza horizontal resistente $H_{\text{res}} = 78.61 \text{ kN/m}$

Fuerza horizontal activa $H_{\text{act}} = 29.97 \text{ kN/m}$

Factor de seguridad = 2.62 > 1.50

Junta para deslizamiento **ES SATISFACTORIA**

Máxima presión en la base del bloque = 45.83 kPa
 Coef. de Red. para corrimiento del bloque superior = 0.00
 Valor promedio de la presión en el frente = 2.75 kPa
 Resistencia al corte transmitida por fricción = 52.41 kN/m

Capacidad portante contra presión transversal:

Capacidad portante de la junta = 75.60 kN/m

Cálculo de estado de tensión = 1.37 kN/m

Factor de seguridad = 54.99 > 1.50

Comprobar la presión transversal **ES SATISFACTORIA**

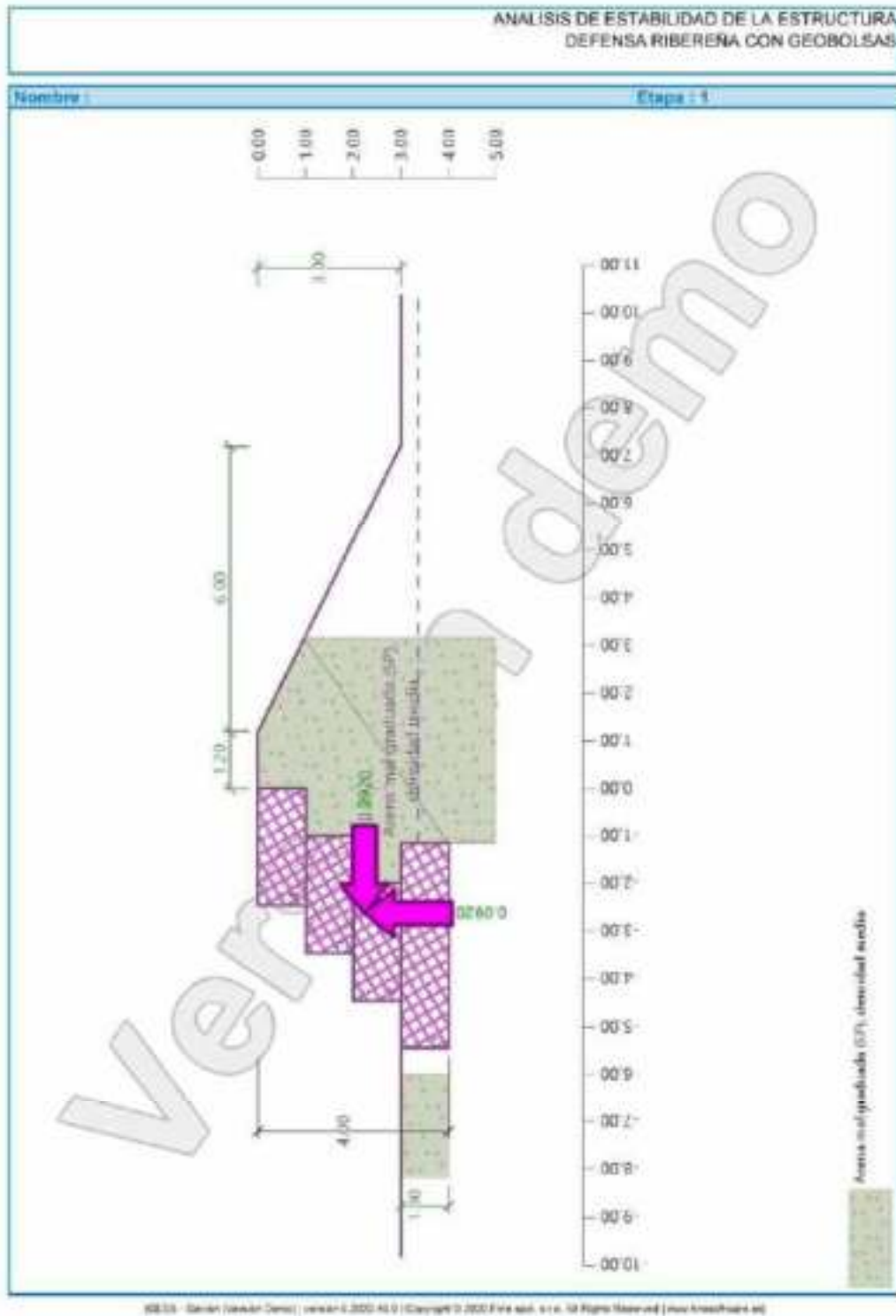
Comprobar la diaclasa entre bloques:

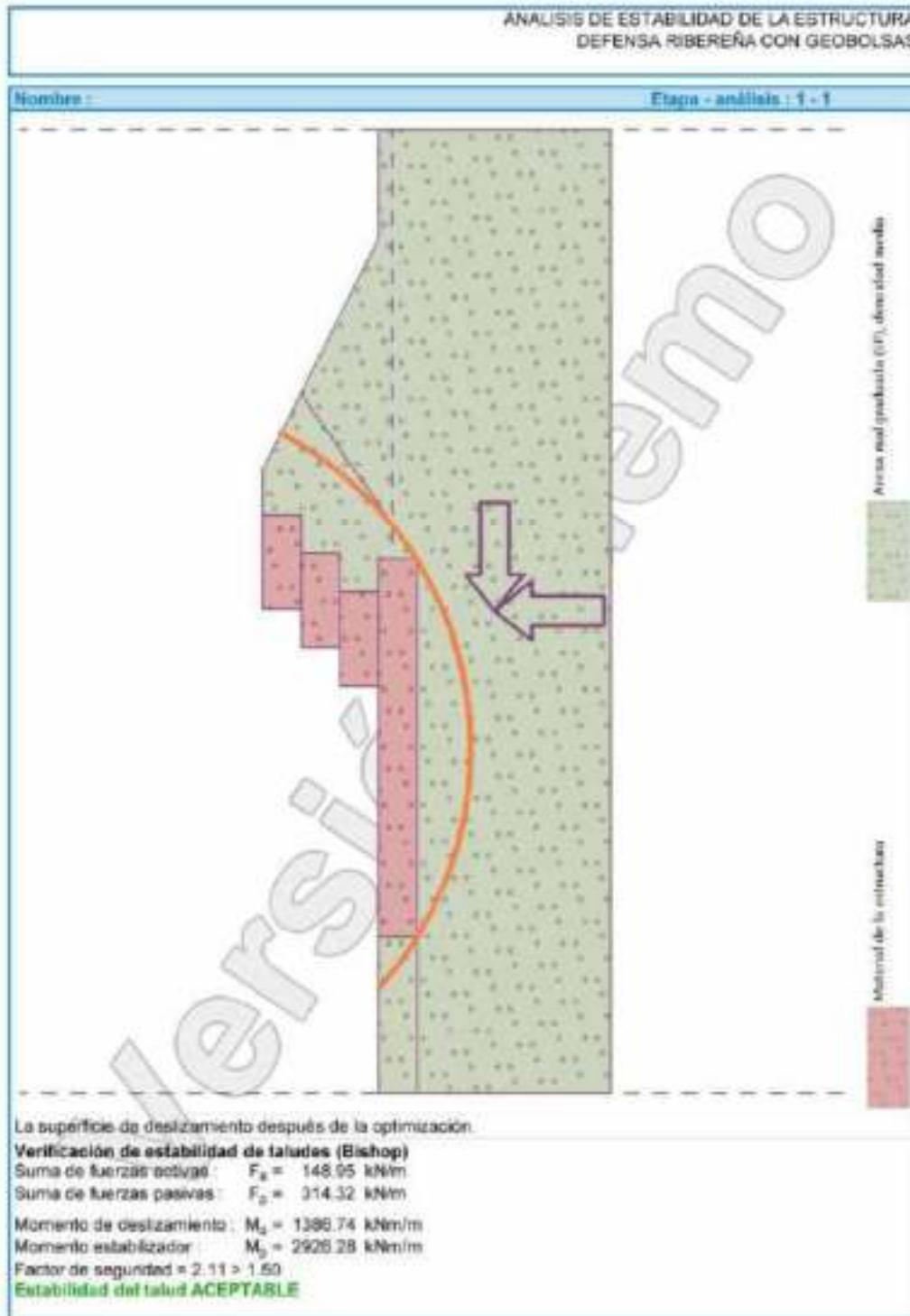
Malla de la capacidad port. del material = 108.00 kN/m

Cálculo de estado de tensión = 1.37 kN/m

Factor de seguridad = 78.56 > 1.50

Junta entre bloques **ES SATISFACTORIA**





ANEXO 5. METRADOS Y PRESUPUESTOS

Anexo 5.1.- METRADO Y PRESUPUESTO DEFENSA RIBEREÑA CON GAVIONES

Anexo 5.1.a. *Metrado Para Defensa Ribereña Con Gaviones*

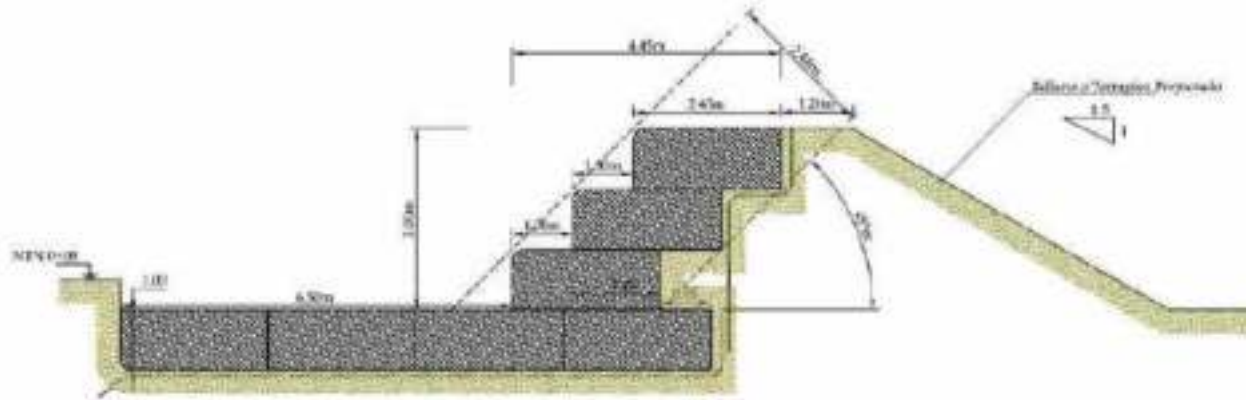


Figura 61: Sección detallada de defensa ribereña con geobolsas.

Tabla 43: *Metrado De Gaviones*

NÚMERO DE GAVIONES						
Tipo "A"	Tipo "B"	Tipo "C"	Tipo "CF"	Tipo "D"	Tipo "D1"	Tipo "Contrafuerte" @25m
L=240m en dos tramos, MARGEN IZQUIERDO						
144	48	48	360	48	96	10
L=240m en dos tramos, MARGEN DERECHO						
144	48	48	360	48	96	10
TOTAL						
288	96	96	720	96	192	20

FUENTE: elaboración propia.

Tabla 44: *Movimiento de tierras para gaviones*

Prog Río	Área (m ²)	Dist.	VOL.	VOL.
----------	------------------------	-------	------	------

	Prog Tramo de estudio	Corte	Relleno	m	Corte	Relleno
21+500	0+000	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00
21+520	0+020	4.70	0.00	20.00	47.00	0.00
21+540	0+040	7.20	0.00	20.00	119.00	0.00
21+560	0+060	25.79	0.00	20.00	329.90	0.00
21+580	0+080	25.93	0.00	20.00	517.20	0.00
21+600	0+100	24.85	0.00	20.00	507.80	0.00
21+620	0+120	2.06	4.39	20.00	269.10	43.90
21+640	0+140	1.22	5.89	20.00	32.80	102.80
21+660	0+160	4.91	1.07	20.00	61.30	69.60
21+680	0+180	15.84	0.00	20.00	207.50	10.70
21+700	0+200	9.68	0.00	20.00	255.20	0.00
21+720	0+220	15.92	0.00	20.00	256.00	0.00
21+740	0+240	5.45	0.00	20.00	213.70	0.00
21+760	0+260	13.07	0.00	20.00	185.20	0.00
21+780	0+280	21.24	0.00	20.00	343.10	0.00
21+800	0+300	27.88	0.00	20.00	491.20	0.00
21+820	0+320	27.96	0.00	20.00	558.40	0.00
21+840	0+340	13.07	0.00	20.00	410.30	0.00
21+860	0+360	8.29	0.00	20.00	213.60	0.00
21+880	0+380	1.31	0.00	20.00	96.00	0.00
21+900	0+400	0.00	2.86	20.00	13.10	28.60
21+920	0+420	0.00	1.89	20.00	0.00	47.50
21+940	0+440	0.00	0.98	20.00	0.00	28.70
21+960	0+460	0.00	1.16	20.00	0.00	21.40
21+980	0+480	0.00	3.31	20.00	0.00	44.70
22+000	0+500	0.00	5.19	20.00	0.00	85.00
22+020	0+520	0.00	6.00	20.00	0.00	111.90
22+040	0+540	0.00	7.22	20.00	0.00	132.20
22+060	0+560	0.00	11.40	20.00	0.00	186.20

22+080	0+580	0.00	16.24	20.00	0.00	276.40
22+100	0+600	0.00	26.08	20.00	0.00	423.20
22+120	0+620	0.00	24.84	20.00	0.00	509.20
22+140	0+640	0.00	23.75	20.00	0.00	485.90
22+160	0+660	0.00	22.61	20.00	0.00	463.60
22+180	0+680	0.00	21.03	20.00	0.00	436.40
22+200	0+700	0.00	18.18	20.00	0.00	392.10
22+220	0+720	0.00	47.29	20.00	0.00	654.70
22+240	0+740	0.00	63.27	20.00	0.00	1,105.60
22+260	0+760	0.00	46.57	20.00	0.00	1,098.40
22+280	0+780	0.00	17.29	20.00	0.00	638.60
22+300	0+800	0.35	3.97	20.00	3.50	212.60
22+320	0+820	0.65	1.99	20.00	10.00	59.60
22+340	0+840	0.00	23.57	20.00	6.50	255.60
22+360	0+860	0.00	22.40	20.00	0.00	459.70
22+380	0+880	0.00	21.39	20.00	0.00	437.90
22+400	0+900	0.00	22.06	20.00	0.00	434.50
22+420	0+920	0.00	22.98	20.00	0.00	450.40
22+440	0+940	0.00	22.68	20.00	0.00	456.60
22+460	0+960	0.00	43.08	20.00	0.00	657.60
22+480	0+980	0.00	38.54	20.00	0.00	816.20
22+500	1+000	0.00	29.68	20.00	0.00	682.20
22+520	1+020	0.00	16.69	20.00	0.00	463.70
22+540	1+040	0.26	3.67	20.00	2.60	203.60
22+560	1+060	18.17	0.00	20.00	184.30	36.70
22+580	1+080	39.85	0.00	20.00	580.20	0.00
22+600	1+100	28.17	0.00	20.00	680.20	0.00
22+620	1+120	49.62	0.00	20.00	777.90	0.00
22+640	1+140	66.85	0.00	20.00	1,164.70	0.00
22+660	1+160	69.50	0.00	20.00	1,363.50	0.00
22+680	1+180	96.30	0.00	20.00	1,658.00	0.00

22+700	1+200	109.87	0.00	20.00	2,061.70	0.00
22+720	1+220	94.78	0.00	20.00	2,046.50	0.00
22+740	1+240	107.35	0.00	20.00	2,021.30	0.00
22+760	1+260	80.06	0.00	20.00	1,874.10	0.00
22+780	1+280	54.87	0.00	20.00	1,349.30	0.00
22+800	1+300	38.27	0.00	20.00	931.40	0.00
22+820	1+320	9.52	0.00	20.00	477.90	0.00
22+840	1+340	0.00	39.51	20.00	95.20	395.10
22+860	1+360	0.00	46.14	20.00	0.00	856.50
22+880	1+380	0.00	44.73	20.00	0.00	908.70
22+900	1+400	0.00	25.95	20.00	0.00	706.80
22+920	1+420	0.00	34.41	20.00	0.00	603.60
22+940	1+440	0.00	6.92	20.00	0.00	413.30
22+960	1+460	10.25	0.00	20.00	102.50	69.20
22+980	1+480	0.00	8.77	20.00	102.50	87.70
23+000	1+500	5.41	0.10	20.00	54.10	88.70
23+020	1+520	16.41	0.00	20.00	218.20	1.00
23+040	1+540	0.16	4.10	20.00	165.70	41.00
23+060	1+560	4.89	0.00	20.00	50.50	41.00
23+080	1+580	13.83	0.00	20.00	187.20	0.00
23+100	1+600	0.00	21.34	20.00	138.30	213.40
23+120	1+620	0.00	18.48	20.00	0.00	398.20
23+140	1+640	0.00	16.04	20.00	0.00	345.20
23+160	1+660	0.00	8.94	20.00	0.00	249.80
23+180	1+680	1.13	1.92	20.00	11.30	108.60
23+200	1+700	14.75	0.00	20.00	158.80	19.20
23+220	1+720	36.14	0.00	20.00	508.90	0.00
23+240	1+740	52.28	0.00	20.00	884.20	0.00
23+260	1+760	5.71	0.00	20.00	579.90	0.00
23+280	1+780	1.58	2.40	20.00	72.90	24.00
23+300	1+800	6.40	0.00	20.00	79.80	24.00

23+320	1+820	19.91	0.00	20.00	263.10	0.00
23+340	1+840	33.99	0.00	20.00	539.00	0.00
23+360	1+860	34.64	0.00	20.00	686.30	0.00
23+380	1+880	31.08	0.00	20.00	657.20	0.00
23+400	1+900	0.02	4.59	20.00	311.00	45.90
23+420	1+920	0.00	13.96	20.00	0.20	185.50
23+440	1+940	0.00	18.10	20.00	0.00	320.60
23+460	1+960	0.00	13.32	20.00	0.00	314.20
23+480	1+980	0.00	7.72	20.00	0.00	210.40
23+500	2+000	0.94	0.33	20.00	9.40	80.50
TOTAL					28,197.20	19,776.30

FUENTE: elaboración propia.

Tabla 45: *Volumen De Corte para contrafuertes*

Prog Río	Prog	Tramo de estudio	Área	Dist.	VOL.
			(m ²) Corte		m
21+560	0+060		8.00	1.00	0
21+580	0+080		8.00	1.00	8.00
21+600	0+100		8.00	1.00	8.00
21+620	0+120		8.00	1.00	8.00
21+640	0+140		8.00	1.00	8.00
21+660	0+160		8.00	1.00	8.00
21+680	0+180		8.00	1.00	8.00
22+680	1+180		8.00	1.00	8.00
22+700	1+200		8.00	1.00	8.00
22+720	1+220		8.00	1.00	8.00
22+740	1+240		8.00	1.00	8.00
22+760	1+260		8.00	1.00	8.00

22+780	1+280	8.00	1.00	8.00
22+800	1+300	8.00	1.00	8.00
TOTAL				104.00

FUENTE: elaboración propia.

Tabla 46: *Volumen de relleno en contrafuertes*

Prog Río	Prog Tramo de estudio	Área	Dist. m	VOL.
		(m2) Relleno		Relleno
21+560	0+060	1.82	20.00	0
21+580	0+080	2.18	20.00	40.00
21+600	0+100	2.19	20.00	43.70
21+620	0+120	6.50	20.00	86.90
21+640	0+140	6.65	20.00	131.50
21+660	0+160	4.90	20.00	115.50
21+680	0+180	1.91	20.00	68.10
22+680	1+180	0.00	20.00	19.10
22+700	1+200	0.00	20.00	0.00
22+720	1+220	0.00	20.00	0.00
22+740	1+240	0.00	20.00	0.00
22+760	1+260	0.00	20.00	0.00
22+780	1+280	1.27	20.00	12.70
22+800	1+300	2.02	20.00	32.90
TOTAL				550.40

FUENTE: elaboración propia.

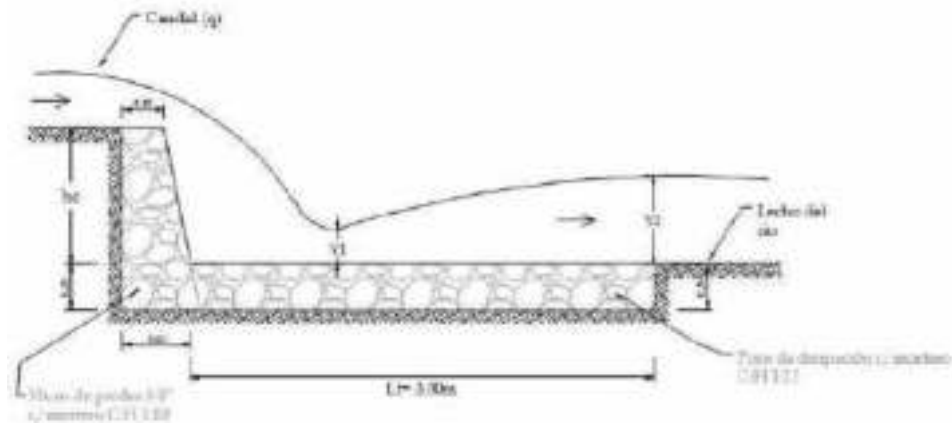


Figura 68: Sección de foso de disipación en lecho para rasante y muro de piedra.

Tabla 47: Movimiento De Tierra De Foso De Disipación

Prog Río	Prog Tramo de estudio	hc	Lf	hf	Área de corte en muro	Área de corte en foso	DIST. m	Vol. Corte en muro	Vol. Corte en foso
21+610	0+110	1.03	3.00	0.50	0.99	1.50	20.04	19.93	30.06
21+720	0+220	1.02	3.00	0.50	0.99	1.50	16.12	15.93	24.18
21+830	0+330	1.02	3.00	0.50	0.99	1.50	16.62	16.42	24.93
22+100	0+600	0.30	3.00	0.50	0.52	1.50	27.30	14.20	40.95
22+210	0+710	1.00	3.00	0.50	0.98	1.50	39.74	38.75	59.61
22+320	0+820	0.90	3.00	0.50	0.91	1.50	22.20	20.20	33.30
22+450	0+950	0.76	3.00	0.50	0.82	1.50	34.28	28.08	51.42
22+580	1+080	0.76	3.00	0.50	0.82	1.50	43.26	35.43	64.89
22+710	1+210	0.76	3.00	0.50	0.82	1.50	43.42	35.56	65.13
22+840	1+340	0.81	3.00	0.50	0.85	1.50	19.67	16.75	29.51
22+905	1+405	0.79	3.00	0.50	0.84	1.50	38.66	32.42	57.99
22+970	1+470	0.80	3.00	0.50	0.85	1.50	41.40	34.98	62.10
23+035	1+535	0.80	3.00	0.50	0.85	1.50	36.92	31.20	55.38
23+100	1+600	0.80	3.00	0.50	0.85	1.50	37.60	31.77	56.40
23+240	1+740	0.97	3.00	0.50	0.96	1.50	43.03	41.12	64.55
23+380	1+880	0.50	3.00	0.50	0.65	1.50	51.67	33.59	77.51
							TOTAL	446.31	797.90

FUENTE: elaboración propia.

Tabla 48: Cuadro De Metrados Defensa Ribereña Con Gaviones

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PARCIAL	TOTAL	UND
01	OBRAS PROVISIONALES							
01.01	CARTEL DE OBRA	1.00		-	-	1.00	1.00	und
01.02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQ, EQUIPOS Y HERRAM	1.00		-	-	1.00	1.00	glb
01.03	ALMACÉN Y OFICINA EN OBRA	1.00		-	-	1.00	1.00	glb
02	TRABAJOS PRELIMINARES							
02.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO						2.00	km
	Desde la progresiva 21+500 @ 23+500	1.00	2.00	-	-	2.00		
02.02	ENCAUZAMIENTO DE CURSOS DE AGUA						2.00	km
	Desde la progresiva 21+500 @ 23+500	1.00	2.00	-	-	2.00		
02.03	SEGURIDAD EN OBRA							
02.03.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL EPP's	1.00		-	-	1.00	1.00	glb
02.03.02	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIA	1.00		-	-	1.00	1.00	glb
	kits de primeros auxilios	1.00		-	-	1.00		
02.03.03	SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD EN OBRA						1.00	glb
	Señalización temporal para obra	1.00		-	-	1.00		
03	DEFENSA RIBEREÑA TIPO GAVIÓN							
03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
03.01.01	CORTE Y DESCOLMATACIÓN DE CAUCE, C/MAQUINARIA						28,197.20	m3
	Volumen de Corte (Ver metrado explanaciones)	28,197.20	-	-	-	28,197.20		
03.01.02	EXCAVACIÓN PARA CIMENTACIÓN						1,920.00	m3
	Excavación para cimentación	4.00	120.00	4.00	1.00	1,920.00		
03.01.03	COMPACTACIÓN C/ MAQ						4,560.00	m2
	Compactación de material bajo gaviones	2.00	240.00	9.50		4,560.00		
03.01.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO						19,880.30	m3
	Volumen de Relleno (Ver metrado explanaciones)	19,776.30		-	-	19,776.30		
		104.00				104.00		
03.01.05	CONFORMACIÓN DE TERRAPLÉN						550.40	m3
	Volumen de Terraplén (Ver metrado explanaciones)	550.40		-	-	550.40		
03.01.06	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE						10,170.83	m3
	Volumen de Eliminación (5%esponjamiento)	1.050	9,686.50	-	-	10,170.83		
03.01.07	RELLENO DE PRÉSTAMO PARA GAVIONES D=6"@ 8"						5,080.00	m3
	Gavión caja tipo "A" (Ver metrado gaviones)	288.00	5.00	1.00	1.00	1,440.00		

	Gavión caja tipo "B" (Ver metrado gaviones)	96.00	5.00	1.50	0.50	360.00		
	Gavión caja tipo "C" (Ver metrado gaviones)	96.00	5.00	1.00	0.50	240.00		
	Gavión caja tipo "CF" (Ver metrado gaviones)	720.00	2.00	1.00	1.00	1,440.00		
	Gavión caja tipo "D" (Ver metrado gaviones)	96.00	5.00	2.50	0.50	600.00		
	Gavión caja tipo "D1" (Ver metrado gaviones)	192.00	5.00	2.00	0.50	960.00		
	Gavión caja tipo "CONTRAFUERTE" (Ver metrado gaviones)	20.00	1.00	2.00	1.00	40.00		
03.01.08	RELLENO DE PRÉSTAMO C/ PIEDRA D=6"@ 8"						1,536.00	m3
	Relleno de primera capa h=0.80m	4.00	120.00	4.00	0.80	1,536.00		
03.01.09	RELLENO DE PRÉSTAMO C/RIPIO						441.60	m3
	Relleno de segunda capa h=0.20m	4.00	120.00	4.00	0.20	384.00		
	Relleno en vacíos de primera capa f=1.15	0.15	384.00			57.60		
03.02	GAVIONES							
	SUMINISTRO E INSTALACIÓN							
03.02.01	GAVIÓN CAJA TIPO "A" 5.0x1.0x1.0m						288.00	pza
	Gavión caja tipo "A"	288.00	-	-	-	288.00		
	SUMINISTRO E INSTALACIÓN							
03.02.02	GAVIÓN CAJA TIPO "B" 5.0x1.5x0.50m						96.00	pza
	Gavión caja tipo "B"	96.00	-	-	-	96.00		
	SUMINISTRO E INSTALACIÓN							
03.02.03	GAVIÓN CAJA TIPO "C" 5.0x1.0x0.50m						96.00	pza
	Gavión caja tipo "C"	96.00	-	-	-	96.00		
	SUMINISTRO E INSTALACIÓN							
03.02.04	GAVIÓN CAJA TIPO "CF" 2.0x1.0x1.0m						720.00	pza
	Gavión caja tipo "CF"	720.00	-	-	-	720.00		
	SUMINISTRO E INSTALACIÓN							
03.02.05	GAVIÓN CAJA TIPO "D" 5.0x2.5x0.50m						96.00	pza
	Gavión caja tipo "D"	96.00	-	-	-	96.00		
	SUMINISTRO E INSTALACIÓN							
03.02.06	GAVIÓN CAJA TIPO "D1" 5.0x2.0x0.50m						192.00	pza
	Gavión caja tipo "D1"	192.00	-	-	-	192.00		
	SUMINISTRO E INSTALACIÓN							
03.02.07	GAVIÓN CAJA TIPO "CONTRAFUERTE" 2.0x1.0x1.0m						20.00	pza
	Gavión caja tipo "CONTRAFUERTE"	20.00	-	-	-	20.00		
	GEOTEXTIL NO TEJIDO MACTEX							
03.02.08	MT200						6,696.00	m2
	Geotextil no tejido	4.00	120.00	13.95	-	6,696.00		
03.03	MURO DE PIEDRA Y FOSO DE DISIPACIÓN							
	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA BASE DE MURO Y FOSO DE DISIPACIÓN						1,244.20	m3
03.03.01								
	Excavación para muro	446.31				446.31		
	Excavación para foso	797.90				797.90		
	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE						1,244.20	m3
03.03.02								
	MURO DE PIEDRA C/MORTERO C:H 1:10	1,244.20	-	-	-	1,244.20		
03.03.03							446.31	m3
		446.31	-	-	-	446.31		

	FOSO DE DISIPACIÓN C/MORTERO							
03.03.04	C:H 1:12						797.90	m3
		797.90	-	-	-	797.90		
04	FLETE						1.00	glb
04.01	FLETE TERRESTRE	1.00	-	-	-	1.00		

Anexo 5.1.b. Presupuesto Defensa Ribereña Con Gaviones

Contenido:

- Presupuesto
- Análisis de precios unitarios
- Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo
- Costo de flete terrestre vehicular de materiales
- Costo de movilización y desmovilización de equipos y maquinaria
- Especificaciones técnicas gaviones
- Especificaciones técnicas geotextil no tejido
- Cotizaciones gaviones y geotextil no tejido
- Cronograma de programación de obra

Presupuesto

Subpresupuesto **001 DEFENSA RIBEREÑA CON GAVIONES**
 Cliente **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA** Costo al 05/12/2020
 Lugar **ANCASH - SANTA - CHIMBOTE**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				33,834.87
01.01	OBRAS PROVISIONALES				10,455.95
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X7.20 M	und	1.00	715.42	715.42
01.01.02	MOVILIZACION DE MAQUINARIAS-HERRAMIENTAS PARA LA OBRA	est	1.00	2,534.98	2,534.98
01.01.03	ALMACEN Y OFICINA EN OBRA	gbl	2.50	2,882.22	7,205.55
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				17,217.82
01.02.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	KM	2.00	1,400.51	2,801.02
01.02.02	ENCAUSAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	KM	2.00	7,208.40	14,416.80
01.03	SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA				6,161.10
01.03.01	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL	und	1.00	4,620.00	4,620.00
01.03.02	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD	gbl	1.00	999.00	999.00
01.03.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD(por frente de trabajo)	gbl	1.00	542.10	542.10
02	DEFENSA RIBEREÑA: GAVIONES				1,557,881.69
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				968,177.85
02.01.01	CORTE Y DESCOLMATACION DE CAUCE, C/MAQUINARIA	m3	28,197.20	4.82	135,910.50
02.01.02	EXCAVACION PARA CIMENTACION	m3	1,920.00	5.70	10,944.00
02.01.03	COMPACTACION C/MAQ	m2	4,560.00	1.60	7,296.00
02.01.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	19,880.30	5.78	114,908.13
02.01.05	CONFORMACION DE TERRAPLEN	m3	550.40	11.92	6,560.77
02.01.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE, D=5 KM	m3	10,170.83	11.74	119,405.54
02.01.07	RELLENO DE PRÉSTAMO PARA GAVIONES D=6"@ 8"	m3	5,080.00	94.91	482,142.80
02.01.08	RELLENO DE PRÉSTAMO C/PIEDRA D=6"@ 8"	m3	1,536.00	49.37	75,832.32
02.01.09	RELLENO DE PRÉSTAMO C/RIPIO	m3	441.60	34.37	15,177.79
02.02	GAVIONES				589,703.84
02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "A" 5.0x1.0x1.0m	pza	288.00	426.55	122,846.40
02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "B" 5.0x1.5x0.50m	pza	96.00	516.61	49,594.56
02.02.03	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "C" 5.0x1.0x0.50m	pza	96.00	279.06	26,789.76
02.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "CF" 2.0x1.0x1.0m	pza	720.00	190.48	137,145.60
02.02.05	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "D" 5.0x2.5x0.50m	pza	96.00	822.44	78,954.24
02.02.06	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "D1" 5.0x2.0x0.50m	pza	192.00	741.18	142,306.56
02.02.07	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "CONTRAFUERTE" 2.0x1.0x1.0m	pza	20.00	190.48	3,809.60
02.02.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE MANTO ANTISOCAVANTE	m2	6,696.00	4.22	28,257.12
03	OBRAS COMPLEMENTARIAS				334,281.98
03.01	MURO DE PIEDRA Y FOSO DE DISIPACIÓN				334,281.98
03.01.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA BASE DE MURO Y FOSO DE DISIPACIÓN	m3	1,244.20	15.40	19,160.68
03.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE, D=5 KM	m3	1,244.20	11.74	14,606.91
03.01.03	MURO DE PIEDRA C/MORTERO C:H 1:10	m3	446.31	309.77	138,253.45
03.01.04	FOSO DE DISIPACION C/MORTERO C:H 1:12	m3	797.90	203.36	162,260.94
04	FLETE TERRESTRE				11,694.18
04.01	FLETE TERRESTRE	gbl	1.00	11,694.18	11,694.18
	TOTAL PRESUPUESTO				1,937,692.72

SON: UN MILLON NOVECIENTOS TREINTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y DOS Y 72/100 SOLES

Análisis de precios unitarios

Subpresupuesto	001	DEFENSA RIBEREÑA CON GAVIONES				Fecha	05/02/2019
Partida	01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X7.20 M					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : und	715.42	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.5000	4.0000	22.91	91.64	
0147010004	PEON	hh	2.0000	16.0000	16.37	261.92	
						353.56	
	Materiales						
0202010005	CLAVOS C/CABEZA PARA CONSTRUCCION 3"	kg		5.0000	5.05	25.25	
02290101010001	IMPRESION BANNER	und		1.0000	250.00	250.00	
0244000016	MADERA TORNILLO CEPILLADA	p2		19.0000	4.00	76.00	
						351.25	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	353.56	10.61	
						10.61	
Partida	01.01.02	MOVILIZACION DE MAQUINARIAS-HERRAMIENTAS PARA LA OBRA					
Rendimiento	est/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : est	2,534.98	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0232970001	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	est		1.0000	2,534.98	2,534.98	
						2,534.98	
Partida	01.01.03	ALMACEN Y OFICINA EN OBRA					
Rendimiento	gbl/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : gbl	2,882.22	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	16.0000	22.91	366.56	
0147010004	PEON	hh	3.0000	24.0000	16.37	392.88	
						759.44	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	759.44	22.78	
						22.78	
	Subcontratos						
04210100010001	ALQUILER DE OFICINA DE OBRA	gbl		1.0000	800.00	800.00	
04210100010002	ALQUILER DE ALMACEN DE OBRA	gbl		1.0000	800.00	800.00	
04210100010003	ALQUILER DE BAÑO PORTATIL	gbl		1.0000	500.00	500.00	
						2,100.00	
Partida	01.02.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO					
Rendimiento	KM/DIA	MO. 0.5000	EQ. 0.5000		Costo unitario directo por : KM	1,400.51	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	16.0000	23.70	379.20	
0147010004	PEON	hh	3.0000	48.0000	16.37	785.76	
						1,164.96	
	Materiales						
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA P/CONSTRUCCION PROMEDIO	sbr		0.0100	5.05	0.05	
02130200020002	CAL HIDRATADA BOLSA 25 kg	fco		0.0400	8.50	0.34	
0229220001	CORDEL	m		0.1000	0.25	0.03	
0240070003	PINTURA ESMALTE	p		0.0020	32.00	0.06	
0243510063	ESTACA DE MADERA	und		0.0300	4.00	0.12	
						0.60	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1,164.96	34.95	
0349880021	EQUIPO TOPOGRAFICO (ESTACION TOTAL)	hm	1.0000	16.0000	12.50	200.00	
						234.95	

Análisis de precios unitarios

Subpresupuesto	001	DEFENSA RIBEREÑA CON GAVIONES				Fecha	05/02/2019
Partida	01.02.02	ENCAUSAMIENTO DE CURSOS DE AGUA					
Rendimiento	KM/DIA	MO. 0.4000	EQ. 0.4000		Costo unitario directo por : KM	7,208.40	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Equipos						
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	2.0000	40.0000	180.21	7,208.40	
						7,208.40	
Partida	01.03.01	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL					
Rendimiento	und/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000		Costo unitario directo por : und	4,620.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0230970001	CASCO DE PROTECCION - OBRERO	und		44.0000	18.00	792.00	
0230970004	CHALECOS REFLECTIVOS - OBRERO	und		44.0000	25.00	1,100.00	
0230970006	LENTE DE PROTECCION - OBRERO	und		44.0000	12.00	528.00	
0267050006	GUANTES DE JEBE	LBS		44.0000	15.00	660.00	
0267070007	BOTAS DE CAUCHO	PAR		44.0000	35.00	1,540.00	
						4,620.00	
Partida	01.03.02	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD					
Rendimiento	gbl/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000		Costo unitario directo por : gbl	999.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0230970010	EXTINTOR DE POLVO QUIMICO SECO 12 KG	und		2.0000	127.00	254.00	
0230980012	CAMILLA PARA PRIMEROS AUXILIOS	und		1.0000	350.00	350.00	
0230990103	BOTIQUIN INDUSTRIAL	und		1.0000	245.00	245.00	
0267100007	COLLARINES CERVICALES (kit)	und		1.0000	150.00	150.00	
						999.00	
Partida	01.03.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD(por frente de trabajo)					
Rendimiento	gbl/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : gbl	542.10	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0230480034	CINTA SEÑALADORA AMARILLA	pza		4.0000	43.80	175.20	
0230990109	SEÑAL DE BAÑOS DAMAS Y CABALLEROS	und		1.0000	6.69	6.69	
0230990110	SEÑAL DE BOTIQUIN DE 22.5 X 15 CM	und		1.0000	6.69	6.69	
0230990111	SEÑAL DE PROHIBIDO EL INGRESO	und		4.0000	6.69	26.76	
0243400049	SEÑAL - ADVERTENCIA DE PELIGRO	und		4.0000	6.69	26.76	
0243570054	PARANTES DE MADERA TORNILLO H=1.20M, INCLUYE CARTEL PARA SEÑALIZACION	pza		5.0000	60.00	300.00	
						542.10	
Partida	02.01.01	CORTE Y DESCOLMATACION DE CAUCE, C/MAQUINARIA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000		Costo unitario directo por : m3	4.82	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Equipos						
03011700010005	TRACTOR SOBRE ORUGAS 300-330 HP	hm	2.0000	0.0107	450.00	4.82	
						4.82	
Partida	02.01.02	EXCAVACION PARA CIMENTACION					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000		Costo unitario directo por : m3	5.70	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Equipos						
03011700010006	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170 - 240 HP, Cap. Cuch 1.5-2M3	hm	1.0000	0.0178	320.00	5.70	
						5.70	
Partida	02.01.03	COMPACTACION C/MAQ					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 800.0000	EQ. 800.0000		Costo unitario directo por : m2	1.60	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Equipos						
0349030007	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	hm	1.0000	0.0100	160.00	1.60	
						1.60	

Análisis de precios unitarios

Subpresupuesto	001	DEFENSA RIBEREÑA CON GAVIONES				Fecha	05/02/2019
Partida	02.01.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 750.0000	EQ. 750.0000		Costo unitario directo por : m3	5.78	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Equipos						
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	0.5000	0.0053	180.21	0.96	
03011700010005	TRACTOR SOBRE ORUGAS 300-330 HP	hm	1.0000	0.0107	450.00	4.82	
						5.78	
Partida	02.01.05	CONFORMACION DE TERRAPLEN					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000		Costo unitario directo por : m3	11.92	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0286	16.37	0.47	
						0.47	
	Equipos						
03011700010006	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170 - 240 HP, Cap. Cuch 1.5-2M3	hm	1.0000	0.0286	320.00	9.15	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.47	0.01	
0348040036	CAMION VOLQUETE 15 M3. INCLUYE OPERADOR	hm	0.5000	0.0143	160.00	2.29	
						11.45	
Partida	02.01.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE, D=5 KM					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000		Costo unitario directo por : m3	11.74	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Equipos						
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0178	180.21	3.21	
0348040036	CAMION VOLQUETE 15 M3. INCLUYE OPERADOR	hm	3.0000	0.0533	160.00	8.53	
						11.74	
Partida	02.01.07	RELLENO DE PRÉSTAMO PARA GAVIONES D=6"@ 8"					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 91.0000	EQ. 91.0000		Costo unitario directo por : m3	94.91	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.1758	22.91	4.03	
0147010004	PEON	hh	24.0000	2.1099	16.37	34.54	
						38.57	
	Materiales						
02050000090001	PIEDRA GRANDE DE 6"- 8"	m3		1.0500	45.00	47.25	
						47.25	
	Equipos						
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	0.5000	0.0440	180.21	7.93	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	38.57	1.16	
						9.09	
Partida	02.01.08	RELLENO DE PRÉSTAMO C/PIEDRA D=6"@ 8"					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 750.0000	EQ. 750.0000		Costo unitario directo por : m3	49.37	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
02050000090001	PIEDRA GRANDE DE 6"- 8"	m3		1.0000	45.00	45.00	
						45.00	
	Equipos						
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	0.5000	0.0053	180.21	0.96	
0348040036	CAMION VOLQUETE 15 M3. INCLUYE OPERADOR	hm	2.0000	0.0213	160.00	3.41	
						4.37	

Análisis de precios unitarios

Subpresupuesto	001	DEFENSA RIBEREÑA CON GAVIONES					Fecha	05/02/2019
Partida	02.01.09	RELLENO DE PRÉSTAMO C/RIPIO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 750.0000	EQ. 750.0000			Costo unitario directo por : m3	34.37	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Materiales							
0205000014	RIPIO	m3		1.0000	30.00	30.00	30.00	
	Equipos							
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	0.5000	0.0053	180.21	0.96		
0348040036	CAMION VOLQUETE 15 M3. INCLUYE OPERADOR	hm	2.0000	0.0213	160.00	3.41	4.37	
Partida	02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "A" 5.0x1.0x1.0m						
Rendimiento	pza/DIA	MO. 7.0000	EQ. 7.0000			Costo unitario directo por : pza	426.55	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	0.5000	0.5714	22.91	13.09		
0147010004	PEON	hh	1.0000	1.1429	16.37	18.71	31.80	
	Materiales							
02043000010002	GAVION TIPO CAJA DE 5.0 x 1 x 1 m	und		1.0500	304.30	319.52	319.52	
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	31.80	0.95		
0349040021	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.	hm	0.5000	0.5714	130.00	74.28	75.23	
Partida	02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "B" 5.0x1.5x0.50m						
Rendimiento	pza/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000			Costo unitario directo por : pza	516.61	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	0.5000	0.4000	22.91	9.16		
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.8000	16.37	13.10	22.26	
	Materiales							
02043000010004	GAVION TIPO CAJA DE 5.0 x 1.5 x 0.50 m	und		1.0500	420.65	441.68	441.68	
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	22.26	0.67		
0349040021	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.	hm	0.5000	0.4000	130.00	52.00	52.67	
Partida	02.02.03	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "C" 5.0x1.0x0.50m						
Rendimiento	pza/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000			Costo unitario directo por : pza	279.06	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	0.5000	0.2857	22.91	6.55		
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.5714	16.37	9.35	15.90	
	Materiales							
02043000010005	GAVIÓN CAJA TIPO "C" 5.0x1.0x0.50m	pza		1.0500	214.80	225.54	225.54	
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	15.90	0.48		
0349040021	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.	hm	0.5000	0.2857	130.00	37.14	37.62	

Análisis de precios unitarios

Subpresupuesto	001	DEFENSA RIBEREÑA CON GAVIONES				Fecha	05/02/2019
Partida	02.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "CF" 2.0x1.0x1.0m					
Rendimiento	pza/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000		Costo unitario directo por : pza		190.48
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO		hh	0.5000	0.2222	22.91	5.09
0147010004	PEON		hh	1.0000	0.4444	16.37	7.27
							12.36
		Materiales					
02043000010006	GAVIONES CAJA FUERTE 2.0X1.0X1.0M		pza		1.0500	141.77	148.86
							148.86
		Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	12.36	0.37
0349040021	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.		hm	0.5000	0.2222	130.00	28.89
							29.26
Partida	02.02.05	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "D" 5.0x2.5x0.50m					
Rendimiento	pza/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000		Costo unitario directo por : pza		822.44
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO		hh	0.5000	0.6667	22.91	15.27
0147010004	PEON		hh	1.0000	1.3333	16.37	21.83
							37.10
		Materiales					
02043000010008	GAVIÓN CAJA TIPO "D" 5.0x2.5x0.50m		pza		1.0500	664.34	697.56
							697.56
		Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	37.10	1.11
0349040021	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.		hm	0.5000	0.6667	130.00	86.67
							87.78
Partida	02.02.06	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "D1" 5.0x2.0x0.50m					
Rendimiento	pza/DIA	MO. 7.0000	EQ. 7.0000		Costo unitario directo por : pza		741.18
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO		hh	0.5000	0.5714	22.91	13.09
0147010004	PEON		hh	1.0000	1.1429	16.37	18.71
							31.80
		Materiales					
02043000010009	GAVIÓN CAJA TIPO "D1" 5.0x2.0x0.50m		pza		1.0500	603.95	634.15
							634.15
		Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	31.80	0.95
0349040021	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.		hm	0.5000	0.5714	130.00	74.28
							75.23
Partida	02.02.07	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "CONTRAFUERTE" 2.0x1.0x1.0m					
Rendimiento	pza/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000		Costo unitario directo por : pza		190.48
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO		hh	0.5000	0.2222	22.91	5.09
0147010004	PEON		hh	1.0000	0.4444	16.37	7.27
							12.36
		Materiales					
02043000010010	GAVIÓN CAJA TIPO "CONTRAFUERTE" 2.0x1.0x1.0m		pza		1.0500	141.77	148.86
							148.86
		Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	12.36	0.37
0349040021	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.		hm	0.5000	0.2222	130.00	28.89
							29.26

Análisis de precios unitarios

Subpresupuesto	001	DEFENSA RIBEREÑA CON GAVIONES				Fecha	05/02/2019
Partida	02.02.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE MANTO ANTISOCAVANTE					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 700.0000	EQ. 700.0000		Costo unitario directo por : m2	4.22	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0114	22.91	0.26	
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0343	16.37	0.56	
						0.82	
	Materiales						
0258070005	GEOTEXTIL NO TEJIDO 220g/M2	m2		1.0500	3.22	3.38	
						3.38	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.82	0.02	
						0.02	
Partida	03.01.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA BASE DE MURO Y FOSO DE DISIPACIÓN					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000		Costo unitario directo por : m3	15.40	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.3000	0.0300	22.91	0.69	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.1000	16.37	1.64	
						2.33	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.33	0.07	
0349040021	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.	hm	1.0000	0.1000	130.00	13.00	
						13.07	
Partida	03.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE, D=5 KM					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000		Costo unitario directo por : m3	11.74	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Equipos						
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0178	180.21	3.21	
0348040036	CAMION VOLQUETE 15 M3. INCLUYE OPERADOR	hm	3.0000	0.0533	160.00	8.53	
						11.74	
Partida	03.01.03	MURO DE PIEDRA C/MORTERO C:H 1:10					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000		Costo unitario directo por : m3	309.77	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	22.91	30.55	
0147010004	PEON	hh	16.0000	10.6667	16.37	174.61	
						205.16	
	Materiales						
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO Ico (42.5KG)	bls		1.0500	23.00	24.15	
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.3000	30.00	9.00	
02390100930001	AGUA	m3		0.1500	10.00	1.50	
						34.65	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	205.16	6.15	
0348040003	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	hm	0.5000	0.3333	140.00	46.66	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18 HP)	hm	0.5000	0.3333	13.00	4.33	
						57.14	
	Subpartidas						
9097010208z2	ACOPIO DE PIEDRAS 6-8"	m3		0.8000	16.02	12.82	
						12.82	

Análisis de precios unitarios

Subpresupuesto	001	DEFENSA RIBEREÑA CON GAVIONES				Fecha	05/02/2019
Partida	03.01.04	FOSO DE DISIPACION C/MORTERO C:H 1:12					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000		Costo unitario directo por : m3		203.36
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	22.91	18.33	
0147010004	PEON	hh	16.0000	6.4000	16.37	104.77	
						123.10	
Materiales							
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO Icc (42.5KG)	bls		1.0500	23.00	24.15	
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.3000	30.00	9.00	
						33.15	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	123.10	3.69	
0348040003	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	hm	0.5000	0.2000	140.00	28.00	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18 HP)	hm	0.5000	0.2000	13.00	2.60	
						34.29	
Subpartidas							
9097010208z2	ACOPIO DE PIEDRAS 6-8"	m3		0.8000	16.02	12.82	
						12.82	
Partida	04.01	FLETE TERRESTRE					
Rendimiento	gbl/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : gbl		11,694.18
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales							
02325100010003	FLETE TERRESTRE DE GAVIONES	est		1.0000	11,694.18	11,694.18	
						11,694.18	

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Subpresupuesto **001** DEFENSA RIBEREÑA CON GAVIONES
 Fecha **05/02/2019**
 Lugar **021801** ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
014700032	TOPOGRAFO	hh	32.0000	23.70	758.40
0147010002	OPERARIO	hh	2,852.6395	22.91	65,353.97
0147010004	PEON	hh	23,209.7923	16.37	379,944.30
					446,056.67
MATERIALES					
0202010005	CLAVOS C/CABEZA PARA CONSTRUCCION 3"	kg	5.0000	5.05	25.25
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA P/CONSTRUCCION PROMEDIO	kg	0.0200	5.05	0.10
02043000010002	GAVION TIPO CAJA DE 5.0 x 1 x 1 m	und	302.4000	304.30	92,020.32
02043000010004	GAVION TIPO CAJA DE 5.0 x 1.5 x 0.50 m	und	100.8000	420.65	42,401.52
02043000010005	GAVIÓN CAJA TIPO "C" 5.0x1.0x0.50m	pza	100.8000	214.80	21,651.84
02043000010006	GAVIONES CAJA FUERTE 2.0X1.0X1.0M	pza	756.0000	141.77	107,178.12
02043000010008	GAVIÓN CAJA TIPO "D" 5.0x2.5x0.50m	pza	100.8000	664.34	66,965.47
02043000010009	GAVIÓN CAJA TIPO "D1" 5.0x2.0x0.50m	pza	201.6000	603.95	121,756.32
02043000010010	GAVIÓN CAJA TIPO "CONTRAFUERTE" 2.0x1.0x1.0m	pza	21.0000	141.77	2,977.17
02050000090001	PIEDRA GRANDE DE 6"- 8"	m3	6,870.0000	45.00	309,150.00
0205000014	RIPIO	m3	441.6000	30.00	13,248.00
02130200020002	CAL HIDRATADA BOLSA 25 kg	bls	0.0800	8.50	0.68
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO Ico (42.5KG)	bls	1,306.4209	23.00	30,047.68
02290101010001	IMPRESION BANNER	und	1.0000	250.00	250.00
0229220001	CORDEL	m	0.2000	0.25	0.05
0230480034	CINTA SEÑALADORA AMARILLA	pza	4.0000	43.80	175.20
0230970001	CASCO DE PROTECCION - OBRERO	und	44.0000	18.00	792.00
0230970004	CHALECOS REFLECTIVOS - OBRERO	und	44.0000	25.00	1,100.00
0230970006	LENTE DE PROTECCION - OBRERO	und	44.0000	12.00	528.00
0230970010	EXTINTOR DE POLVO QUIMICO SECO 12 KG	und	2.0000	127.00	254.00
0230980012	CAMILLA PARA PRIMEROS AUXILIOS	und	1.0000	350.00	350.00
0230990103	BOTIQUIN INDUSTRIAL	und	1.0000	245.00	245.00
0230990109	SEÑAL DE BAÑOS DAMAS Y CABALLEROS	und	1.0000	6.69	6.69
0230990110	SEÑAL DE BOTIQUIN DE 22.5 X 15 CM	und	1.0000	6.69	6.69
0230990111	SEÑAL DE PROHIBIDO EL INGRESO	und	4.0000	6.69	26.76
02325100010003	FLETE TERRESTRE DE GAVIONES	est	1.0000	11,694.18	11,694.18
0232970001	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	est	1.0000	2,534.98	2,534.98
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3	373.2630	30.00	11,197.89
02390100930001	AGUA	m3	66.9465	10.00	669.47
0240070003	PINTURA ESMALTE	gln	0.0040	32.00	0.13
0243400049	SEÑAL - ADVERTENCIA DE PELIGRO	und	4.0000	6.69	26.76
0243510063	ESTACA DE MADERA	und	0.0600	4.00	0.24
0243570054	PARANTES DE MADERA TORNILLO H=1.20M, INCLUYE CARTEL PARA SEÑALIZACION	pza	5.0000	60.00	300.00
0244000016	MADERA TORNILLO CEPILLADA	p2	19.0000	4.00	76.00
0258070005	GEOTEXTIL NO TEJIDO 220g/M2	m2	7,030.8000	3.22	22,639.18
0267050006	GUANTES DE JEBE	LBS	44.0000	15.00	660.00
0267070007	BOTAS DE CAUCHO	PAR	44.0000	35.00	1,540.00
0267100007	COLLARINES CERVICALES (kit)	und	1.0000	150.00	150.00
					862,645.69
EQUIPOS					
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	622.5544	180.21	112,190.53
03011700010005	TRACTOR SOBRE ORUGAS 300-330 HP	hm	514.4292	450.00	231,493.14
03011700010006	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170 - 240 HP, Cap. Cuch 1.5-2M3	hm	49.9174	320.00	15,973.57
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			13,381.99
0348040003	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	hm	308.3351	140.00	43,166.91
0348040036	CAMION VOLQUETE 15 M3. INCLUYE OPERADOR	hm	658.4147	160.00	105,346.35
0349030007	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	hm	45.6000	160.00	7,296.00
0349040021	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.	hm	692.9505	130.00	90,083.57
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18 HP)	hm	308.3351	13.00	4,008.36
0349880021	EQUIPO TOPOGRAFICO (ESTACION TOTAL)	hm	32.0000	12.50	400.00
					623,340.42

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Subpresupuesto 001 DEFENSA RIBEREÑA CON GAVIONES
 Fecha 05/02/2019
 Lugar 021801 ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
SUBCONTRATOS					
04210100010001	ALQUILER DE OFICINA DE OBRA	gbl	2.5000	800.00	2,000.00
04210100010002	ALQUILER DE ALMACEN DE OBRA	gbl	2.5000	800.00	2,000.00
04210100010003	ALQUILER DE BAÑO PORTATIL	gbl	2.5000	500.00	1,250.00

<u>5,250.00</u>		
Total	S/.	1,937,292.78

COSTO DE FLETE TERRESTRE VEHICULAR DE MATERIALES - TESIS: "COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH"

Region	Tipo de carretera		
	Asfaltada	Afirmada	Trocha
Costa: 0 a 1000 m. s. n. m. Gradiente 0 - 3%	1.00	1.58	2.15
Intermedia y Selva: 1000 a 2500 m. s. n. m. Gradiente 3 - 5%	1.20	2.10	2.90
Sierra: 2500 a mas m. s. n. m. Gradiente 3 - 5%	1.40	2.80	3.90

Calculo de distancias virtuales					
Tramo		Tipo de superficie	Distancia (km)	Coef. Conversion real	Distancia virtual (km)
de	hasta				
Chimbote	Obra	trocha	20.00	2.15	43.00
Lima	Chimbote	asfaltada	435.00	1.00	435.00
Total (km)					478.0

CALCULO DE FLETES:

Factor de Actualizacion (FA): MAYO - 2016

1.- Indice Unificado 32 - Junio del 1991 (Base Julio - 1991)	:	65.52
2.- Indice Unificado 32 - Febrero del 2003 (Base Marzo - 2003)	:	318.14
3.- Indice Unificado 32 - Febrero del 2010 (Base Marzo - 2010)	:	418.25
4.- Indice Unificado 32 - Febrero del 2011 (Base Marzo - 2011)	:	427.41
5.- Indice Unificado 32 - SETIEMBRE DEL 2020 (Base JULIO - 1992)	:	479.33

Donde:

$$FA = \frac{418.25}{65.52} \times \frac{479.33}{318.14} = 9.62$$

En la Formula; el costo del flete es:

$$\text{FLETE (Ton)} = (A + B \times DV) \times FA$$

Donde:

DV: Distancia Virtual en Km

FA: Factor de Actualización

Precios Base de fletes MTC, según R.M. N° 027-91-TC/CRTT-T del 04-06-91

Garga General (solidos)	Garga Liquida (liquidos)
1.- De 0.00 a 500.00 (D<= 500 Km.) Por ton. De flete base = S/. 5.77 Más S/. 0.023781 por ton.. Km. Virtual	1.- De 0.00 a 400.00 (D<= 400 Km.) Por ton. De flete base = S/. 4.61 Más S/. 0.039287 por ton.. Km. Virtual
2.- De 500.00 a más Kms (D>500 Km.) S/. 0.035316 por ton.. Km. Virtual	2.- De 400.00 a más Kms (D>400 Km.) S/. 0.050821 por ton.. Km. Virtual

Resumen de calculos

Carga General		Analisis				Costo	
ORIGEN	DESTINO	A	B	DV	FA	S/. Ton	S/. Kg
Chimbote	Obra	5.77	0.023781	43.00	9.62	65.34	0.0650
Lima	Chimbote	5.77	0.023781	435.00	9.62	155.02	0.1550
Parcial:						220.36	0.22

S
O
L
I
D
O
S
O
L
I
D
O

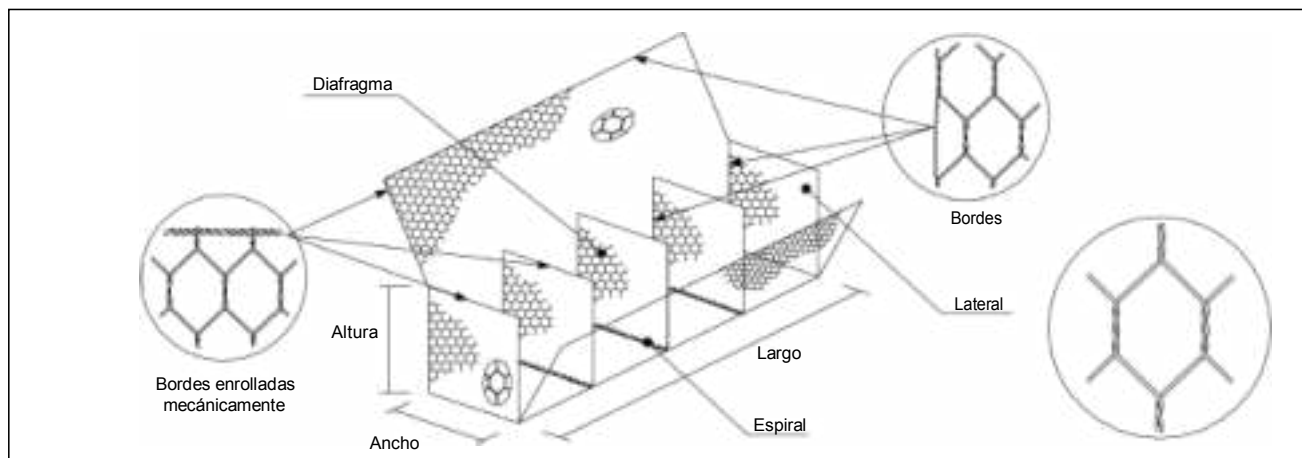
COSTO DE FLETE TERRESTRE VEHICULAR DE MATERIALES - TESIS: "COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH"

Descripción de Insumos	Adquisiciones		Lugar	Flete S/.	Precio Total S/.	Costo por Traslado S/.	Cantidad de Material a Transportar en und.	Costo Total de Flete
	Unidad	Peso und/kg						
GAVIÓN CAJA TIPO "A" 5.0x1.0x1.0m	und	40.41	LIMA	0.22	0.22	0.220	288.000	2,560.39
GAVIÓN CAJA TIPO "B" 5.0x1.5x0.50m	und	39.49	LIMA	0.22	0.22	0.220	96.000	834.07
GAVIÓN CAJA TIPO "C" 5.0x1.0x0.50m	und	29.39	LIMA	0.22	0.22	0.220	96.000	620.70
GAVIÓN CAJA TIPO "CF" 2.0x1.0x1.0m	und	18.37	LIMA	0.22	0.22	0.220	720.000	2,909.54
GAVIÓN CAJA TIPO "D" 5.0x2.5x0.50m	und	59.70	LIMA	0.22	0.22	0.220	96.000	1,260.80
GAVIÓN CAJA TIPO "D1" 5.0x2.0x0.50m	und	49.59	LIMA	0.22	0.22	0.220	192.000	2,094.87
GAVIÓN CAJA TIPO "CONTRAFUERTE" 2.0x1.0x0.50m	und	18.37	LIMA	0.22	0.22	0.220	20.000	80.82
GEOTEXTIL NO TEJIDO 200g/m2, 3.90x140m	m2	0.90	LIMA	0.22	0.22	0.220	6,696.000	1,332.98
TOTAL FLETE TERRESTRE S./								11,694.18

COSTOS DE MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIA - TESIS:
"COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH"

MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO -CHIMBOTE - RIO LACRAMARCA							
1.0 EQUIPO TRANSPORTADO							
UNIDAD	DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA			PESO EN KG			
1.00	TRACTOR SOBRE ORUGAS 300-330 HP	1.00				15000.00	
1.00	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	1.00				20000.00	
1.00	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	1.00				65.00	
1.00	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18 HP)	1.00				150.00	
N° Viajes	VEHÍCULO	COSTO EN SOLES		COSTO ALQUILER HM	SUB TOTAL		
		PESO	TIEMPO VIAJE				
		KG	HRS				
2	CAMABAJA 20 TON	35,065.00	1.40	275.25	S/.	770.70	
TOTAL S/.							
TOTAL MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION INCLUYE FALSO FLETE						S/.	1,078.98
NOTA : (1) EQUIPO TRANSPORTADO EN VOLQUETES (2) EQUIPO TRANSPORTADO EN CAMIÓN PLATAFORMA (3) EQUIPO AUTOTRANSPORTADO							
				Intervalo de Capacidad : (20-30 Ton)			
TRACTO Y CAMA BAJA PARA TRANSPORTE DE MAQUINARIA PESADA (PBM: 40-50 TON)							
CÁLCULO DE HORAS DE VIAJE DE SEMITRAYLER 6 X 4, 330HP DE 40 TON		CHIMBOTE-OBRA	Distancia	Velocidad	TOTAL		
			KM	KM/HR	Tiempo Horas		
			21.00	30.00	0.70		
					0.70		
2.0 EQUIPO AUTOTRANSPORTADO							
UNIDAD	VEHÍCULO	COSTO EN SOLES				SUB TOTAL	
		TIEMPO DE VIAJE		ALQ / HOR			
		IDA	VUELTA				
1.00	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2	0.70	0.70	140.00	S/.	196.00	
2.00	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1	0.70	0.70	130.00	S/.	364.00	
4.00	CAMION VOLQUETE 15 M3.	0.70	0.70	160.00	S/.	896.00	
TOTAL						S/.	1,456.00
RESUMEN							
1.0 EQUIPO TRANSPORTADO						S/.	1,078.98
2.0 EQUIPO AUTOTRANSPORTADO						S/.	1,456.00
TOTAL MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION						S/.	2,534.98

en malla hexagonal de doble torsión tipo 10x12 ϕ 2.4 mm Plástico



1) ALAMBRE

Todo el alambre utilizado en la fabricación del gavión caja y en las operaciones de amarre y atirantamiento durante su construcción, debe ser de acero dulce recocido de acuerdo con las especificaciones NBR 8964, ASTM A641M-98 y NB 709-00, esto es, el alambre deberá tener una tensión de ruptura media de 38 a 48 kg/mm².

REVESTIMIENTO DEL ALAMBRE

Todo el alambre utilizado en la fabricación del gavión caja y en las operaciones de amarre y atirantamiento durante su construcción, debe ser revestido con aleación Zn 5 Al MM (Galfan) de acuerdo con las especificaciones de la ASTM A856M-98, clase 80, esto es: la cantidad mínima de revestimiento Galfan en la superficie de los alambres es de 244 g/m²

El revestimiento de Zn 5 Al MM debe adherir al alambre de tal forma que después del alambre haber sido enrollado 15 veces por minuto alrededor de un mandril, cuyo diámetro sea igual a 3 veces el del alambre, no pueda ser escamado, quebrado o removido con el pasar del dedo, de acuerdo con la especificación de la ASTM A856M-98.

Los ensayos deben ser hechos antes de la fabricación de la red.

ELONGACIÓN DEL ALAMBRE

La elongación no deberá ser menor que el 12%.

Los ensayos deben ser hechos antes de la fabricación de la red, sobre una muestra de alambre de 30 cm de largo.

2) RED

La red debe ser en malla hexagonal de doble torsión, obtenida entrelazando los alambres por tres veces medias vueltas, de acuerdo con las especificaciones de las normas NBR 10514 y NB 710-00.

Las dimensiones de la red serán del tipo 10x12cm.

El diámetro del alambre utilizado en la fabricación de la red debe ser de 2.4mm y de 3.0 mm para los bordes.

BORDES ENROLLADOS MECÁNICAMENTE

Todos los bordes libres del gavión caja, incluso el lado superior de las laterales y de los diafragmas, deben ser enrollados mecánicamente en vuelta de un alambre de diámetro mayor, en este caso de 3.0 mm, para que la red no se desarme y adquiera mayor resistencia.

3) CARACTERÍSTICAS DEL GAVIÓN CAJA

Cada gavión caja con largo mayor que 1.50 m debe ser dividido en celdas por diafragmas colocados a cada metro.

El lado inferior de las laterales debe ser fijado al paño de base durante la fabricación a través del entrelazamiento de sus puntas libres alrededor del alambre de borde.

El lado inferior de los diafragmas debe ser cosido al paño de base, durante la fabricación, con una espiral de alambre de diámetro de 2.2 mm.

Dimensiones estándar:

Largo 2.00 m 3.00 m 4.00 m 5.00 m

Ancho 1.00 m 1.50m

Altura 0.50 m 1.00 m

4) AMARRE Y ATIRANTAMIENTO

Con los gaviones caja debe ser provista una cantidad suficiente de alambre para amarre y atirantamiento.

Este alambre debe tener diámetro 2.2 mm y su cantidad en relación al peso de los gaviones caja provistos es de 9% para los de 1.00 m de altura y de 7% para los de 0.50 m.

5) TOLERANCIAS

Se admite una tolerancia en el diámetro del alambre de \pm 2.5%.

Se admite una tolerancia en el largo del gavión caja de \pm 3% en la altura y en el ancho de \pm 5%.

6) RECUBRIMIENTO PLÁSTICO

El alambre con revestimiento de Zn 5 Al MM deberá ser recubierto con una camada de compuesto termoplástico a base de PVC, con características iniciales de acuerdo con las especificaciones de la norma NBR 10514, esto es:

Espesor mínimo: 0.40 mm;

Espesor nominal: 0.50mm

Masa específica: 1.30 a 1.35 kg/dm³;

Dureza: 50 a 60 Shore D;

Resistencia a tracción: mayor que 210 kg/cm²;

Elongación de ruptura: mayor que 250%;

ESPECIFICACIONES TECNICAS
Geotextil No Tejido Poliester - Manto antisocavante

Las aplicaciones de los geotextiles Geo-eco subdividen :

- Estabilización de suelos
- Función separadora entre capas de diferente granulometría
- Función de filtro en sistemas de drenaje
- Refuerzo de subsuelos débiles
- Control de erosión

Sus funciones importantes son:

SEPARAR: No permite la mezcla de los distintos tipos de terreno debido a que retiene los más finos.

FILTRAR: Capacidad de dejar pasar el agua a través del mismo.

DRENAR: Capacidad de circulación de agua en el espesor del geotextil, evitando la saturación.

PROTEGER: Capacidad de proteger las geomembranas impermeables contra punzonamiento si ellas están en contacto directo con cualquier terreno. Para canales y reservorios de agua.

Permeable
Liviano
Absorbente
Durable

Fácil aplicación
Antiestático
No requiere mantenimiento
Auto extingüible

Resistente a los rayos ultravioletas
Resistente a la temperatura (funde a 250C)
Resistente a la descomposición
Resistente a agentes químicos

Características físicas											
Un.	GE 15	GE 20	GE 25	GE 27	GE 30	GE 40	GE 50	GE 60	GE 80	GE 100	ASTM
Peso m ²	g/m ²	150	200	250	270	300	400	500	600	1000	D 1281
Espesor	mm	1.4	1.8	2.2	2.3	2.5	3.2	3.9	4.5	6.5	D 3188
Características mecánicas											
Un.	GE 15	GE 20	GE 25	GE 27	GE 30	GE 40	GE 50	GE 60	GE 80	GE 100	ASTM
Carga Transversal	N	400	400	500	600	700	800	1100	1400	1970	D 3004
Estramiento Transversal	%	> 50	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60	D 3004
Carga Longitudinal	N	290	330	390	430	550	600	1100	1400	1945	D 3004
Estramiento Longitudinal	%	> 50	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60	D 3004
Resistencia al punzonado	N	210	310	390	390	490	600	800	2100	3000	D 4003
Características hidráulicas											
Un.	GE 15	GE 20	GE 25	GE 27	GE 30	GE 40	GE 50	GE 60	GE 80	GE 100	ASTM
Permeabilidad	cm/s	2.8	2.1	1.8	1.8	1.5	1.1	0.9	0.5	0.4	D 4491
Coefficiente de permeabilidad	mm/s	0.39	0.27	0.20	0.23	0.27	0.35	0.38	0.31	0.30	D 4491
Apertura aparente	mm	0.15	0.12	0.12	0.11	0.11	0.9	0.7	0.5	0.4	D 4701
Embudo: Todos los GE APET se expresan en rollos											
Longitud de rollo	m	100	100	100	100	100	80	60	60	50	
Ancho del geotextil	m	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Superficie	m ²	400	400	400	400	400	320	240	160	120	
Peso por rollos	kg	45	60	75	81	90	120	180	240	300	
GEOTEXTIL ECOLÓGICO											
Mantenimiento carreteras											
Const. de nuevas carreteras											
Const. líneas ferroviarias											
Const. pistas aeroportuarios y puertos											
Protec. Canales regadío, y descarga											

PROFORMA

FECHA	14/10/2020
COTIZACION #	1 - 9803
CODIGO CLIENTE	44064880
VALIDO HASTA	14/10/2020

COTIZACIÓN

CLIENTE

Presente.-

Atención : SR , BRUNO LLANOS /925 961 497

De nuestra consideración :

Por Intermedio de la Presente nos es grato hacerles llegar nuestra propuesta Economica:

IT	Código	Descripción	Cantidad	U/M	Precio US\$	Total US\$
1	LI00388	GAVION CAJA 5.0X1.0X1.0M 10X12CM 2.4X3.0MM 90%ZN+10%AL+PVC ASTM A856M-98/33.79KG	192.00	UND	85.00	16,320.00
2	LI00396	GAVION CAJA 5.0X1.5X1.0M 10X12CM 2.4X3.0MM 90%ZN+10%AL+PVC ASTM A856M-98 /46.33KG	96.00	UND	117.50	11,280.00
3	LI00383	GAVION CAJA 5.0X1.0X0.5M 10X12CM 2.4X3.0MM ZN+5%AL+PVC ASTM A856M-98 23.4 KG DL/ALI	96.00	UND	60.00	5,760.00
4	LI00402	GAVION CAJA 5.0X2.0X0.50M 10X12CM 2.4X3.0MM 90%ZN+10%AL + PVC ASTM A856M-98/42.10KG	96.00	UND	168.70	16,195.20
5	LI00345	GAVION CAJA 2.0X1.0X1.0M 10X12CM 2.4X3.0MM ZN+5%AL+PVC ASTM A856M-98 /15.3KG	720.00	UND	39.60	28,512.00
6	LI00431	GAVION COLCHON 5.0X2.0X0.3M ZN + 5% AL + PVC 10X12CM 2.4X3.0MM ASTM A856M-98 36.46KG DL/ES	192.00	UND	92.00	17,664.00
7	LI00340	GAVION CAJA 1.0X1.0X1.0M 2.4X3.0MM 10X12CM ZN+5%AL + PVC ES/9.80KG	20.00	UND	30.00	600.00
8	LI00773	GEOTEXTIL NO TEJIDO NT 200 200GR GE 20 PET	6,696.00	MT2	0.90	6,026.40
V.Venta US\$						102,357.60
I.G.V. US\$						18,424.37
Total US\$						120,781.97

TERMINOS Y CONDICIONES

Forma de Pago : CONTADO DEPOSITO BANCARIO

Entrega : INMEDIATA

Lugar de Entrega : RECOJO EN ALMACEN

Observaciones : **EMITIMOS CERTIFICADO DE CALIDAD Y GARANTIA INCLUYE PERNOS Y TUERCAS**

DEFENSA RIBEREÑA CON GAVIONES

CRONOGRAMA DE PROGRAMACION DE OBRA

Id	Texto1	Nombre de tarea	Duración	Predecesoras	Sucesoras	Comienzo	Fin	mes -1	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4
1		DEFENSA RIBEREÑA CON GAVIONES	75 días			lun 01/03/21	sáb 15/05/21					
2		INICIO DE OBRA	0 días		5CC	lun 01/03/21	lun 01/03/21					
3	01	OBRAS PROVISIONALES TRABAJOS PRELIMINARES SEGURIDAD Y SALUD	75 días			lun 01/03/21	sáb 15/05/21					
4	01.01	OBRAS PROVISIONALES	75 días			lun 01/03/21	sáb 15/05/21					
5	01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X7.20 M	1 día	2CC		lun 01/03/21	mar 02/03/21					
6	01.01.02	MOVILIZACION DE MAQUINARIAS-HERRAMIENTAS PARA LA OBRA	1 día			lun 01/03/21	mar 02/03/21					
7	01.01.03	ALMACEN Y OFICINA EN OBRA	75 días			lun 01/03/21	sáb 15/05/21					
8	01.02	TRABAJOS PRELIMINARES	75 días			lun 01/03/21	sáb 15/05/21					
9	01.02.01	TRAZO NIVELACIÓN Y REPLANTEO	75 días		10CC+1 día	lun 01/03/21	sáb 15/05/21					
10	01.02.02	ENCAUSAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	38 días	9CC+1 día	17CC+5 días	mar 02/03/21	vie 09/04/21					
11	01.03	SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA	75 días			lun 01/03/21	sáb 15/05/21					
12	01.03.01	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL	1 día			lun 01/03/21	mar 02/03/21					
13	01.03.02	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIA EN SEGURIDAD Y	1 día			lun 01/03/21	mar 02/03/21					
14	01.03.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD(por frente de trabajo)	75 días		22FF	lun 01/03/21	sáb 15/05/21					
15	02	DEFENSA RIBEREÑA: GEOBOLSAS	69 días		43FF	dom 07/03/21	sáb 15/05/21					
16	02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS	69 días			dom 07/03/21	sáb 15/05/21					
17	02.01.01	CORTE Y DESCOLMATACION DE CAUCE C/MAQUINARIA	30 días	10CC+5 días	19CC;20CC+7 días	dom 07/03/21	mar 06/04/21					
18	02.01.02	EXCAVACION PARA CIMENTACION	8 días	17CC	24CC;23CC+10 días	dom 07/03/21	lun 15/03/21					
19	02.01.03	COMPACTACION C/MAQ	8 días	17CC	23CC+10 días	dom 07/03/21	lun 15/03/21					
20	02.01.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	25 días	17CC+7 días	21FF	dom 14/03/21	jue 08/04/21					
21	02.01.05	CONFORMACIÓN DE TERRAPLÉN	5 días	20FF		sáb 03/04/21	jue 08/04/21					
22	02.01.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=5 KM	20 días	14FF		dom 25/04/21	sáb 15/05/21					
23	02.01.07	RELLENO DE PRÉSTAMO PARA GAVIONES D=6@ 8	56 días	19CC+10 días;18C	34CC	mié 17/03/21	mié 12/05/21					
24	02.01.08	RELLENO DE PRÉSTAMO C/PIEDRA D=6@ 8	8 días	18CC	34CC;25FF	dom 07/03/21	lun 15/03/21					
25	02.01.09	RELLENO DE PRÉSTAMO C/RIPIO	4 días	24FF		jue 11/03/21	lun 15/03/21					
26	02.02	GAVIONES	58 días		35CC	mié 17/03/21	vie 14/05/21					
27	02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "A" 5.0x1.0x1.0m	42 días	28CC	29FF	vie 02/04/21	vie 14/05/21					
28	02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "B" 5.0x1.5x0.50m	10 días	30CC+8 días	27CC	vie 02/04/21	lun 12/04/21					
29	02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "C" 5.0x1.0x0.50m	7 días	27FF		vie 07/05/21	vie 14/05/21					
30	02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "CF" 2.0x1.0x1.0m	40 días	31CC+8 días	28CC+8 días	jue 25/03/21	mar 04/05/21					
31	02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "D" 5.0x2.5x0.50m	16 días	33CC	30CC+8 días	mié 17/03/21	vie 02/04/21					
32	02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "D1" 5.0x2.0x0.50m	28 días	33CC		mié 17/03/21	mié 14/04/21					
33	02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIÓN CAJA TIPO "CONTRAFUERTE" 2.0x1.0x1.0m	10 días	34CC	32CC;31CC	mié 17/03/21	sáb 27/03/21					
34	02.02.02	GEOTEXTIL NO TEJIDO MACTEX MT200	40 días	24CC;23CC	33CC	mié 17/03/21	lun 26/04/21					
35	03	OBRAS COMPLEMENTARIAS	54 días	26CC		mié 17/03/21	lun 10/05/21					
36	03.01	MURO DE PIEDRA Y FOSO DE DISIPACIÓN	54 días			mié 17/03/21	lun 10/05/21					
37	03.01.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA BASE DE MURO Y FOSO DE DISIPACIÓN	32 días		38;39CC+7 días	mié 17/03/21	dom 18/04/21					
38	03.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=5 KM	4 días	37		dom 18/04/21	jue 22/04/21					
39	03.01.03	MURO DE PIEDRA C/MORTERO C:H 1:10	38 días	37CC+7 días	40CC+7 días	mié 24/03/21	sáb 01/05/21					
40	03.01.04	FOSO DE DISIPACION C/MORTERO C:H 1:12	40 días	39CC+7 días		mié 31/03/21	lun 10/05/21					
41	04	FLETE TERRESTRE	7 días			lun 01/03/21	lun 08/03/21					
42	04.01	FLETE TERRESTRE	7 días			lun 01/03/21	lun 08/03/21					
43		FIN DE OBRA	0 días	15FF		sáb 15/05/21	sáb 15/05/21					

TESIS : "COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH"

Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			

Anexo 5.2.- METRADO Y PRESUPUESTO DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS

Anexo 5.2.a. *Metrado Para Defensa Ribereña con Geobolsas*

Tabla 49: *Cuadro De Metrado De Geobolsas*

LONGITUD MURO	N.º Piezas			TOTAL
	LARGO	Ancho	#	
Prog. 0+060 @ 0+180, Margen Izquierdo				
240	5.00	2.45	7.00	336
traslapes				18
Prog. 1+180 @ 1+300, Margen Derecha				
240	5.00	2.45	7.00	336
traslapes				18
VOLUMEN GB1200(m3):				12.25
N.º PIEZAS				708

Tabla 50: *Metrado de Movimiento de tierras*

Prog Río	Prog Tramo de estudio	AREA (m2)		DIST. m	VOL.	
		Corte	Relleno		Corte	Relleno
21+500	0+000	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00
21+520	0+020	93.00	0.00	20.00	930.00	0.00
21+540	0+040	7.20	0.00	20.00	1,002.00	0.00
21+560	0+060	65.23	23.01	20.00	724.33	230.14
21+580	0+080	63.33	23.15	20.00	1,285.64	461.65
21+600	0+100	63.66	22.78	20.00	1,269.90	459.30
21+620	0+120	72.72	23.00	20.00	1,363.80	457.80
21+640	0+140	81.29	23.62	20.00	1,540.10	466.20
21+660	0+160	83.88	23.85	20.00	1,651.70	474.70
21+680	0+180	80.59	23.57	20.00	1,644.70	474.20
21+700	0+200	9.68	0.00	20.00	902.70	235.70
21+720	0+220	15.92	0.00	20.00	256.00	0.00
21+740	0+240	5.45	0.00	20.00	213.70	0.00
21+760	0+260	13.07	0.00	20.00	185.20	0.00
21+780	0+280	21.24	0.00	20.00	343.10	0.00
21+800	0+300	27.88	0.00	20.00	491.20	0.00
21+820	0+320	27.96	0.00	20.00	558.40	0.00
21+840	0+340	13.07	0.00	20.00	410.30	0.00
21+860	0+360	8.29	0.00	20.00	213.60	0.00
21+880	0+380	1.31	0.00	20.00	96.00	0.00

21+900	0+400	0.00	2.86	20.00	13.10	28.60
21+920	0+420	0.00	1.89	20.00	0.00	47.50
21+940	0+440	0.00	0.98	20.00	0.00	28.70
21+960	0+460	0.00	1.16	20.00	0.00	21.40
21+980	0+480	0.00	3.31	20.00	0.00	44.70
22+000	0+500	0.00	5.19	20.00	0.00	85.00
22+020	0+520	0.00	6.00	20.00	0.00	111.90
22+040	0+540	0.00	7.22	20.00	0.00	132.20
22+060	0+560	0.00	11.40	20.00	0.00	186.20
22+080	0+580	0.00	16.24	20.00	0.00	276.40
22+100	0+600	0.00	26.08	20.00	0.00	423.20
22+120	0+620	0.00	24.84	20.00	0.00	509.20
22+140	0+640	0.00	23.75	20.00	0.00	485.90
22+160	0+660	0.00	22.61	20.00	0.00	463.60
22+180	0+680	0.00	21.03	20.00	0.00	436.40
22+200	0+700	0.00	18.18	20.00	0.00	392.10
22+220	0+720	0.00	47.29	20.00	0.00	654.70
22+240	0+740	0.00	63.27	20.00	0.00	1,105.60
22+260	0+760	0.00	46.57	20.00	0.00	1,098.40
22+280	0+780	0.00	17.29	20.00	0.00	638.60
22+300	0+800	0.35	3.97	20.00	3.50	212.60
22+320	0+820	0.65	1.99	20.00	10.00	59.60
22+340	0+840	0.00	23.57	20.00	6.50	255.60
22+360	0+860	0.00	22.40	20.00	0.00	459.70
22+380	0+880	0.00	21.39	20.00	0.00	437.90
22+400	0+900	0.00	22.06	20.00	0.00	434.50
22+420	0+920	0.00	22.98	20.00	0.00	450.40
22+440	0+940	0.00	22.68	20.00	0.00	456.60
22+460	0+960	0.00	43.08	20.00	0.00	657.60
22+480	0+980	0.00	38.54	20.00	0.00	816.20
22+500	1+000	0.00	29.68	20.00	0.00	682.20
22+520	1+020	0.00	16.69	20.00	0.00	463.70
22+540	1+040	0.26	3.67	20.00	2.60	203.60
22+560	1+060	18.17	0.00	20.00	184.30	36.70
22+580	1+080	39.85	0.00	20.00	580.20	0.00
22+600	1+100	28.17	0.00	20.00	680.20	0.00
22+620	1+120	54.02	0.00	20.00	821.90	0.00
22+640	1+140	81.15	0.00	20.00	1,351.70	0.00
22+660	1+160	115.04	0.00	20.00	1,961.90	0.00
22+680	1+180	82.39	21.94	20.00	1,974.30	219.40
22+700	1+200	119.23	25.54	20.00	2,016.20	474.80

22+720	1+220	142.81	28.71	20.00	2,620.40	542.50
22+740	1+240	156.97	28.81	20.00	2,997.80	575.20
22+760	1+260	133.31	26.77	20.00	2,902.80	555.80
22+780	1+280	106.62	24.74	20.00	2,399.30	515.10
22+800	1+300	92.11	23.93	20.00	1,987.30	486.70
22+820	1+320	9.52	0.00	20.00	1,016.30	239.30
22+840	1+340	0.00	39.51	20.00	95.20	395.10
22+860	1+360	0.00	46.14	20.00	0.00	856.50
22+880	1+380	0.00	44.73	20.00	0.00	908.70
22+900	1+400	0.00	25.95	20.00	0.00	706.80
22+920	1+420	0.00	34.41	20.00	0.00	603.60
22+940	1+440	0.00	6.92	20.00	0.00	413.30
22+960	1+460	10.25	0.00	20.00	102.50	69.20
22+980	1+480	0.00	8.77	20.00	102.50	87.70
23+000	1+500	5.41	0.10	20.00	54.10	88.70
23+020	1+520	16.41	0.00	20.00	218.20	1.00
23+040	1+540	0.16	4.10	20.00	165.70	41.00
23+060	1+560	4.89	0.00	20.00	50.50	41.00
23+080	1+580	13.83	0.00	20.00	187.20	0.00
23+100	1+600	0.00	21.34	20.00	138.30	213.40
23+120	1+620	0.00	18.48	20.00	0.00	398.20
23+140	1+640	0.00	16.04	20.00	0.00	345.20
23+160	1+660	0.00	8.94	20.00	0.00	249.80
23+180	1+680	1.13	1.92	20.00	11.30	108.60
23+200	1+700	14.75	0.00	20.00	158.80	19.20
23+220	1+720	36.14	0.00	20.00	508.90	0.00
23+240	1+740	52.28	0.00	20.00	884.20	0.00
23+260	1+760	5.71	0.00	20.00	579.90	0.00
23+280	1+780	1.58	2.40	20.00	72.90	24.00
23+300	1+800	6.40	0.00	20.00	79.80	24.00
23+320	1+820	19.91	0.00	20.00	263.10	0.00
23+340	1+840	33.99	0.00	20.00	539.00	0.00
23+360	1+860	34.64	0.00	20.00	686.30	0.00
23+380	1+880	31.08	0.00	20.00	657.20	0.00
23+400	1+900	0.02	4.59	20.00	311.00	45.90
23+420	1+920	0.00	13.96	20.00	0.20	185.50
23+440	1+940	0.00	18.10	20.00	0.00	320.60
23+460	1+960	0.00	13.32	20.00	0.00	314.20
23+480	1+980	0.00	7.72	20.00	0.00	210.40
23+500	2+000	0.94	0.33	20.00	9.40	80.50
TOTAL					44,488.87	26,417.79

Tabla 51: *Metrado Movimiento De Tierras En Foso De Disipación*

Prog Río	Prog Tramo de estudio	hc	Lf	hf	Area de corte en muro	Area de corte en foso	DIST. m	Vol. Corte en muro	Vol. Corte en foso
21+610	0+110	1.03	3.00	0.50	0.99	1.50	20.04	19.93	30.06
21+720	0+220	1.02	3.00	0.50	0.99	1.50	16.12	15.93	24.18
21+830	0+330	1.02	3.00	0.50	0.99	1.50	16.62	16.42	24.93
22+100	0+600	0.30	3.00	0.50	0.52	1.50	27.30	14.20	40.95
22+210	0+710	1.00	3.00	0.50	0.98	1.50	39.74	38.75	59.61
22+320	0+820	0.90	3.00	0.50	0.91	1.50	22.20	20.20	33.30
22+450	0+950	0.76	3.00	0.50	0.82	1.50	34.28	28.08	51.42
22+580	1+080	0.76	3.00	0.50	0.82	1.50	43.26	35.43	64.89
22+710	1+210	0.76	3.00	0.50	0.82	1.50	43.42	35.56	65.13
22+840	1+340	0.81	3.00	0.50	0.85	1.50	19.67	16.75	29.51
22+905	1+405	0.79	3.00	0.50	0.84	1.50	38.66	32.42	57.99
22+970	1+470	0.80	3.00	0.50	0.85	1.50	41.40	34.98	62.10
23+035	1+535	0.80	3.00	0.50	0.85	1.50	36.92	31.20	55.38
23+100	1+600	0.80	3.00	0.50	0.85	1.50	37.60	31.77	56.40
23+240	1+740	0.97	3.00	0.50	0.96	1.50	43.03	41.12	64.55
23+380	1+880	0.50	3.00	0.50	0.65	1.50	51.67	33.59	77.51
							TOTAL	446.31	797.90

Tabla 52: Cuadro De Metrados Defensa Ribereña Con Geobolsas

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	LARGO (M)	ANCHO (M)	ALTO (M)	PARCIAL	TOTAL
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD							
01.01	OBRAS PROVISIONALES							
01.01.01	CARTEL DE OBRA	und	1.00					1.00
01.01.02	ALMACÉN Y OFICINA DE OBRA	mes	2.00					2.00
01.01.03	MOVILIZACIÓN DE MAQUINARIAS- HERRAMIENTAS PARA LA OBRA	est	1.00					1.00
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES							
01.02.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	km						2.00
	Desde la progresiva 21+500 @ 23+500		1.00	2.00			2.00	
01.02.02	ENCAUZAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	km						2.00
	Desde la progresiva 21+500 @ 23+500		1.00	2.00	-	-	2.00	
01.03	SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA							
01.03.01	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	gbl	1.00					1.00
01.03.02	EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	und	1.00					1.00
01.03.03	EQUIPO DE PROTECCIÓN COLECTIVA	gbl	1.00					1.00
01.03.04	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD (por frente de trabajo)	gbl	2.00					2.00
01.03.05	CAPACITACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD	gbl	1.00					1.00
01.03.06	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD	gbl	1.00					1.00
02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LA ESTRUCTURA							
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
02.01.01	CORTE Y DESCOLMATACIÓN DE CAUCE, C/MAQUINARIA	m3						44,488.87
	Volumen de Corte (Ver metrado explanaciones)		44,488.87	-	-	-	44,488.87	
02.01.02	REFINE, NIVEL Y COMPACT. /TERRENO NORMAL/CON COMPACTADORA	m2						5,664.00
			4.00	11.80	120.00		5,664.00	
02.01.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3						26,417.79
	Volumen de Relleno (Ver metrado explanaciones)		1.00				26,417.79	

02.01.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE (10km)	m3						9,398.08
			708.000	12.25		8,673.00		8,673.00
						26,417.79		24,974.30
02.02	ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN							
02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOBOLSAS	pza						708.00
	Instalación de geobolsas		708.00		-	-	-	708.00
02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MANTO ANTISOCAVANTE	m2						8,138.00
	Geotextil tejido		4.00	11.45	130.00		-	5,954.00
			4.00	4.55	120.00			2,184.00
02.03	CARPINTERÍA METÁLICA							
02.03.01	MOLDE RECTANGULAR METÁLICO PARA GEOBOLSAS (5X2.45X1)	pza						4.00
	Molde rectangular metálico para geobolsas (5X2.45X1)		4.00		-	-	-	4.00
03	OBRAS COMPLEMENTARIAS							
03.01	MURO DE PIEDRA Y FOSO DE DISIPACIÓN							
03.01.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA BASE DE MURO Y FOSO DE DISIPACIÓN	m3						1,244.20
	Excavación para muro						446.31	
	Excavación para foso					797.90		
03.01.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3						1,244.20
	-		-	-	1,244.20			
03.01.03	MURO DE PIEDRA C/MORTERO C:H 1:10	m3						446.31
							446.31	
03.01.04	FOSO DE DISIPACIÓN C/MORTERO C:H 1:12	m3						797.90
							797.90	
04	FLETE TERRESTRE							
04.01	FLETE TERRESTRE							1.00
	Transporte terrestre		1.00		-	-	-	1.00

Anexo 5.2.b. Presupuesto Defensa Ribereña Con Geobolsas

Contenido:

- Presupuesto
- Análisis de precios unitarios
- Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo
- Costo de flete terrestre vehiculos de materiales
- Costo de movilización y desmovilización de equipos y maquinaria
- Especificaciones técnicas gaviones
- Especificaciones técnicas geotextil no tejido
- Cotizaciones gaviones y geotextil no tejido
- Cronograma de programación de obra

Presupuesto

Subpresupuesto **002 DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS**
 Cliente **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**
 Lugar **ANCASH - SANTA - CHIMBOTE**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				32,655.86
01.01	OBRAS PROVISIONALES				9,014.84
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X7.20 M	und	1.00	715.42	715.42
01.01.02	MOVILIZACION DE MAQUINARIAS-HERRAMIENTAS PARA LA OBRA	est	1.00	2,534.98	2,534.98
01.01.03	ALMACEN Y OFICINA EN OBRA	gbl	2.00	2,882.22	5,764.44
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				17,217.82
01.02.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	KM	2.00	1,400.51	2,801.02
01.02.02	ENCAUSAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	KM	2.00	7,208.40	14,416.80
01.03	SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA				6,423.20
01.03.01	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL	und	1.00	4,340.00	4,340.00
01.03.02	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD	gbl	1.00	999.00	999.00
01.03.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD(por frente de trabajo)	gbl	2.00	542.10	1,084.20
02	DEFENSA RIBEREÑA: GEOBOLSAS				1,110,510.12
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				477,464.64
02.01.01	CORTE Y DESCOLMATACION DE CAUCE, C/MAQUINARIA	m3	44,488.87	4.82	214,436.35
02.01.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO	m3	26,417.79	5.78	152,694.83
02.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE, D=5 KM	m3	9,398.08	11.74	110,333.46
02.02	ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN				625,529.44
02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOBOLSAS	und	708.00	835.01	591,187.08
02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE MANTO ANTISOCAVANTE	m2	8,138.00	4.22	34,342.36
02.03	CARPINTERIA METALICA				7,516.04
02.03.01	MOLDE METALICO PARA GEOBOLSAS (5x2.45x1m)	und	2.00	3,758.02	7,516.04
03	OBRAS COMPLEMENTARIAS				334,281.98
03.01	MURO DE PIEDRA Y FOSO DE DISIPACIÓN				334,281.98
03.01.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA BASE DE MURO Y FOSO DE DISIPACIÓN	m3	1,244.20	15.40	19,160.68
03.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE, D=5 KM	m3	1,244.20	11.74	14,606.91
03.01.03	MURO DE PIEDRA C/MORTERO C:H 1:10	m3	446.31	309.77	138,253.45
03.01.04	FOSO DE DISIPACION C/MORTERO C:H 1:12	m3	797.90	203.36	162,260.94
04	FLETE TERRESTRE				5,322.13
04.01	FLETE TERRESTRE	gbl	1.00	5,322.13	5,322.13
	TOTAL PRESUPUESTO				1,482,770.09

SON: UN MILLON CUATROCIENTOS OCHENTA Y DOS MIL SETECIENTOS SETENTA Y 09/100 SOLES

Análisis de precios unitarios

Subpresupuesto	002	DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS				Fecha	05/02/2019
Partida	01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X7.20 M					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und		715.42	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	0.5000	4.0000	22.91	91.64	
0147010004	PEON	hh	2.0000	16.0000	16.37	261.92	
						353.56	
Materiales							
0202010005	CLAVOS C/CABEZA PARA CONSTRUCCION 3"	kg		5.0000	5.05	25.25	
02290101010001	IMPRESION BANNER	und		1.0000	250.00	250.00	
0244000016	MADERA TORNILLO CEPILLADA	p2		19.0000	4.00	76.00	
						351.25	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	353.56	10.61	
						10.61	
Partida	01.01.02	MOVILIZACION DE MAQUINARIAS-HERRAMIENTAS PARA LA OBRA					
Rendimiento	est/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : est		2,534.98	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales							
0232970001	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	est		1.0000	2,534.98	2,534.98	
						2,534.98	
Partida	01.01.03	ALMACEN Y OFICINA EN OBRA					
Rendimiento	gbl/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : gbl		2,882.22	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	16.0000	22.91	366.56	
0147010004	PEON	hh	3.0000	24.0000	16.37	392.88	
						759.44	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	759.44	22.78	
						22.78	
Subcontratos							
04210100010001	ALQUILER DE OFICINA DE OBRA	gbl		1.0000	800.00	800.00	
04210100010002	ALQUILER DE ALMACEN DE OBRA	gbl		1.0000	800.00	800.00	
04210100010003	ALQUILER DE BAÑO PORTATIL	gbl		1.0000	500.00	500.00	
						2,100.00	
Partida	01.02.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO					
Rendimiento	KM/DIA	MO. 0.5000	EQ. 0.5000	Costo unitario directo por : KM		1,400.51	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	16.0000	23.70	379.20	
0147010004	PEON	hh	3.0000	48.0000	16.37	785.76	
						1,164.96	
Materiales							
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA P/CONSTRUCCION PROMEDIO	sbr		0.0100	5.05	0.05	
02130200020002	CAL HIDRATADA BOLSA 25 kg	fco		0.0400	8.50	0.34	
0229220001	CORDEL	m		0.1000	0.25	0.03	
0240070003	PINTURA ESMALTE	p		0.0020	32.00	0.06	
0243510063	ESTACA DE MADERA	und		0.0300	4.00	0.12	
						0.60	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1,164.96	34.95	
0349880021	EQUIPO TOPOGRAFICO (ESTACION TOTAL)	hm	1.0000	16.0000	12.50	200.00	
						234.95	

Análisis de precios unitarios

Subpresupuesto	002	DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS				Fecha	05/02/2019
Partida	01.02.02	ENCAUSAMIENTO DE CURSOS DE AGUA					
Rendimiento	KM/DIA	MO. 0.4000	EQ. 0.4000		Costo unitario directo por : KM	7,208.40	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Equipos						
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	2.0000	40.0000	180.21	7,208.40	
						7,208.40	
Partida	01.03.01	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL					
Rendimiento	und/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000		Costo unitario directo por : und	4,340.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0230970001	CASCO DE PROTECCION - OBRERO	und		40.0000	18.00	720.00	
0230970004	CHALECOS REFLECTIVOS - OBRERO	und		40.0000	25.00	1,000.00	
0230970006	LENTE DE PROTECCION - OBRERO	und		40.0000	12.00	480.00	
0267050006	GUANTES DE JEBE	LBS		40.0000	15.00	600.00	
0267070007	BOTAS DE CAUCHO	PAR		40.0000	35.00	1,400.00	
0267090002	LENTE PARA SOLDADOR	und		2.0000	45.00	90.00	
0267090011	GUANTES DE CUERO PARA SOLDADOR	und		2.0000	25.00	50.00	
						4,340.00	
Partida	01.03.02	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD					
Rendimiento	gbl/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000		Costo unitario directo por : gbl	999.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0230970010	EXTINTOR DE POLVO QUIMICO SECO 12 KG	und		2.0000	127.00	254.00	
0230980012	CAMILLA PARA PRIMEROS AUXILIOS	und		1.0000	350.00	350.00	
0230990103	BOTIQUIN INDUSTRIAL	und		1.0000	245.00	245.00	
0267100007	COLLARINES CERVICALES (kit)	und		1.0000	150.00	150.00	
						999.00	
Partida	01.03.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD(por frente de trabajo)					
Rendimiento	gbl/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : gbl	542.10	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0230480034	CINTA SEÑALADORA AMARILLA	pza		4.0000	43.80	175.20	
0230990109	SEÑAL DE BAÑOS DAMAS Y CABALLEROS	und		1.0000	6.69	6.69	
0230990110	SEÑAL DE BOTIQUIN DE 22.5 X 15 CM	und		1.0000	6.69	6.69	
0230990111	SEÑAL DE PROHIBIDO EL INGRESO	und		4.0000	6.69	26.76	
0243400049	SEÑAL - ADVERTENCIA DE PELIGRO	und		4.0000	6.69	26.76	
0243570054	PARANTES DE MADERA TORNILLO H=1.20M, INCLUYE CARTEL PARA SEÑALIZACION	pza		5.0000	60.00	300.00	
						542.10	
Partida	02.01.01	CORTE Y DESCOLMATACION DE CAUCE, C/MAQUINARIA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000		Costo unitario directo por : m3	4.82	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Equipos						
03011700010005	TRACTOR SOBRE ORUGAS 300-330 HP	hm	2.0000	0.0107	450.00	4.82	
						4.82	
Partida	02.01.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 750.0000	EQ. 750.0000		Costo unitario directo por : m3	5.78	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Equipos						
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	0.5000	0.0053	180.21	0.96	
03011700010005	TRACTOR SOBRE ORUGAS 300-330 HP	hm	1.0000	0.0107	450.00	4.82	
						5.78	

Análisis de precios unitarios

Subpresupuesto	002	DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS				Fecha	05/02/2019
Partida	02.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE, D=5 KM					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000		Costo unitario directo por : m3	11.74	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Equipos							
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0178	180.21	3.21	
0348040036	CAMION VOLQUETE 15 M3. INCLUYE OPERADOR	hm	3.0000	0.0533	160.00	8.53	
						11.74	
Partida	02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOBOLSAS					
Rendimiento	und/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000		Costo unitario directo por : und	835.01	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	22.91	22.91	
0147010004	PEON	hh	6.0000	6.0000	16.37	98.22	
						121.13	
Materiales							
0258070004	GEOBOLSA DE POLIESTER DE ALTA RESITENCIA (5x2.45x1m)	und		1.0000	582.75	582.75	
						582.75	
Equipos							
0301120006	MAQUINA COCEDORA DE SACOS PORTATIL	hm	0.2500	0.2500	4.50	1.13	
0349040021	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.	hm	1.0000	1.0000	130.00	130.00	
						131.13	
Partida	02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE MANTO ANTISOCAVANTE					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 700.0000	EQ. 700.0000		Costo unitario directo por : m2	4.22	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0114	22.91	0.26	
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0343	16.37	0.56	
						0.82	
Materiales							
0258070005	GEOTEXTIL NO TEJIDO 220g/M2	m2		1.0500	3.22	3.38	
						3.38	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.82	0.02	
						0.02	
Partida	02.03.01	MOLDE METALICO PARA GEOBOLSAS (5x2.45x1m)					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : und	3,758.02	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	22.91	183.28	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	8.0000	18.12	144.96	
0147010004	PEON	hh	1.0000	8.0000	16.37	130.96	
						459.20	
Materiales							
0202940067	TUBO CUADRADO DE ACERO NEGRO 2"	pza		9.4500	63.22	597.43	
0206510098	CADENA ESLABONADA ZINCADA 10mm	m		14.0000	26.19	366.66	
0229500003	SOLDADURA CELLOCORD 1/8"	kg		1.1800	14.50	17.11	
0256020111	PLANCHA ACERO 3/8" x 1.22m x 2.40m	und		5.2100	416.40	2,169.44	
						3,150.64	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	459.20	13.78	
0348210066	EQUIPO DE CORTE Y SOLDADURA	hm	1.0000	8.0000	16.80	134.40	
						148.18	

Análisis de precios unitarios

Subpresupuesto	002	DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS				Fecha	05/02/2019
Partida	03.01.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA BASE DE MURO Y FOSO DE DISIPACIÓN					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000		Costo unitario directo por : m3	15.40	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.3000	0.0300	22.91	0.69	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.1000	16.37	1.64	
						2.33	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.33	0.07	
0349040021	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.	hm	1.0000	0.1000	130.00	13.00	
						13.07	
Partida	03.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE, D=5 KM					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000		Costo unitario directo por : m3	11.74	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Equipos						
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0178	180.21	3.21	
0348040036	CAMION VOLQUETE 15 M3. INCLUYE OPERADOR	hm	3.0000	0.0533	160.00	8.53	
						11.74	
Partida	03.01.03	MURO DE PIEDRA C/MORTERO C:H 1:10					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000		Costo unitario directo por : m3	309.77	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	22.91	30.55	
0147010004	PEON	hh	16.0000	10.6667	16.37	174.61	
						205.16	
	Materiales						
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO Icc (42.5KG)	bls		1.0500	23.00	24.15	
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.3000	30.00	9.00	
02390100930001	AGUA	m3		0.1500	10.00	1.50	
						34.65	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	205.16	6.15	
0348040003	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	hm	0.5000	0.3333	140.00	46.66	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18 HP)	hm	0.5000	0.3333	13.00	4.33	
						57.14	
	Subpartidas						
9097010208z2	ACOPIO DE PIEDRAS 6-8"	m3		0.8000	16.02	12.82	
						12.82	
Partida	03.01.04	FOSO DE DISIPACION C/MORTERO C:H 1:12					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000		Costo unitario directo por : m3	203.36	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	22.91	18.33	
0147010004	PEON	hh	16.0000	6.4000	16.37	104.77	
						123.10	
	Materiales						
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO Icc (42.5KG)	bls		1.0500	23.00	24.15	
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.3000	30.00	9.00	
						33.15	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	123.10	3.69	
0348040003	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	hm	0.5000	0.2000	140.00	28.00	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18 HP)	hm	0.5000	0.2000	13.00	2.60	
						34.29	
	Subpartidas						
9097010208z2	ACOPIO DE PIEDRAS 6-8"	m3		0.8000	16.02	12.82	
						12.82	

Análisis de precios unitarios

Subpresupuesto	002	DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS					Fecha	05/02/2019
Partida	04.01	FLETE TERRESTRE						
Rendimiento	gbl/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : gbl	5,322.13	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Materiales						
02325100010002	FLETE TERRESTRE DE GEOBOLSAS		est		1.0000	5,322.13	5,322.13	
							5,322.13	

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Subpresupuesto **002** DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS
Fecha **05/02/2019**
Lugar **021801** ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
014700032	TOPOGRAFO	hh	32.0000	23.70	758.40
014701002	OPERARIO	hh	2,123.4843	22.91	48,649.03
014701003	OFICIAL	hh	16.0000	18.12	289.92
014701004	PEON	hh	15,640.1193	16.37	256,028.75
					305,726.10
MATERIALES					
0202010005	CLAVOS C/CABEZA PARA CONSTRUCCION 3"	kg	5.0000	5.05	25.25
0202940067	TUBO CUADRADO DE ACERO NEGRO 2"	pza	18.9000	63.22	1,194.86
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA P/CONSTRUCCION PROMEDIO	kg	0.0200	5.05	0.10
0206510098	CADENA ESLABONADA ZINCADA 10mm	m	28.0000	26.19	733.32
02130200020002	CAL HIDRATADA BOLSA 25 kg	bls	0.0800	8.50	0.68
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO Icc (42.5KG)	bls	1,306.4209	23.00	30,047.68
02290101010001	IMPRESION BANNER	und	1.0000	250.00	250.00
0229220001	CORDEL	m	0.2000	0.25	0.05
0229500003	SOLDADURA CELLOCORD 1/8"	kg	2.3600	14.50	34.22
0230480034	CINTA SEÑALADORA AMARILLA	pza	8.0000	43.80	350.40
0230970001	CASCO DE PROTECCION - OBRERO	und	40.0000	18.00	720.00
0230970004	CHALECOS REFLECTIVOS - OBRERO	und	40.0000	25.00	1,000.00
0230970006	LENTES DE PROTECCION - OBRERO	und	40.0000	12.00	480.00
0230970010	EXTINTOR DE POLVO QUIMICO SECO 12 KG	und	2.0000	127.00	254.00
0230980012	CAMILLA PARA PRIMEROS AUXILIOS	und	1.0000	350.00	350.00
0230990103	BOTIQUIN INDUSTRIAL	und	1.0000	245.00	245.00
0230990109	SEÑAL DE BAÑOS DAMAS Y CABALLEROS	und	2.0000	6.69	13.38
0230990110	SEÑAL DE BOTIQUIN DE 22.5 X 15 CM	und	2.0000	6.69	13.38
0230990111	SEÑAL DE PROHIBIDO EL INGRESO	und	8.0000	6.69	53.52
02325100010002	FLETE TERRESTRE DE GEOBOLSAS	est	1.0000	5,322.13	5,322.13
0232970001	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	est	1.0000	2,534.98	2,534.98
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3	373.2630	30.00	11,197.89
02390100930001	AGUA	m3	66.9465	10.00	669.47
0240070003	PINTURA ESMALTE	gln	0.0040	32.00	0.13
0243400049	SEÑAL - ADVERTENCIA DE PELIGRO	und	8.0000	6.69	53.52
0243510063	ESTACA DE MADERA	und	0.0600	4.00	0.24
0243570054	PARANTES DE MADERA TORNILLO H=1.20M, INCLUYE CARTEL PARA SEÑALIZACION	pza	10.0000	60.00	600.00
0244000016	MADERA TORNILLO CEPILLADA	p2	19.0000	4.00	76.00
0256020111	PLANCHA ACERO 3/8" x 1.22m x 2.40m	und	10.4200	416.40	4,338.89
0258070004	GEOBOLSA DE POLIESTER DE ALTA RESITENCIA (5x2.45x1m)	und	708.0000	582.75	412,587.00
0258070005	GEOTEXTIL NO TEJIDO 220g/M2	m2	8,544.9000	3.22	27,514.58
0267050006	GUANTES DE JEBE	LBS	40.0000	15.00	600.00
0267070007	BOTAS DE CAUCHO	PAR	40.0000	35.00	1,400.00
0267090002	LENTES PARA SOLDADOR	und	2.0000	45.00	90.00
0267090011	GUANTES DE CUERO PARA SOLDADOR	und	2.0000	25.00	50.00
0267100007	COLLARINES CERVICALES (kit)	und	1.0000	150.00	150.00
					502,950.67
EQUIPOS					
0301120006	MAQUINA COCEDORA DE SACOS PORTATIL	hm	177.0000	4.50	796.50
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	409.4469	180.21	73,786.43
03011700010005	TRACTOR SOBRE ORUGAS 300-330 HP	hm	758.7013	450.00	341,415.59
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			6,598.72
0348040003	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	hm	308.3351	140.00	43,166.91
0348040036	CAMION VOLQUETE 15 M3. INCLUYE OPERADOR	hm	567.2336	160.00	90,757.38
0348210066	EQUIPO DE CORTE Y SOLDADURA	hm	16.0000	16.80	268.80
0349040021	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.	hm	832.4200	130.00	108,214.60
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18 HP)	hm	308.3351	13.00	4,008.36
0349880021	EQUIPO TOPOGRAFICO (ESTACION TOTAL)	hm	32.0000	12.50	400.00
					669,413.29

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Subpresupuesto 002 DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS
 Fecha 05/02/2019
 Lugar 021801 ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------	--------	----------	------------	-------------

SUBCONTRATOS

04210100010001	ALQUILER DE OFICINA DE OBRA	qbl	2.0000	800.00	1,600.00
04210100010002	ALQUILER DE ALMACEN DE OBRA	qbl	2.0000	800.00	1,600.00
04210100010003	ALQUILER DE BAÑO PORTATIL	qbl	2.0000	500.00	1,000.00
					4,200.00

Total	S/.	1,482,290.06
--------------	------------	---------------------

COSTO DE FLETE TERRESTRE VEHICULAR DE MATERIALES - TESIS: "COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH"

Region	Tipo de carretera		
	Asfaltada	Afirmada	Trocha
Costa: 0 a 1000 m. s. n. m. Gradiente 0 - 3%	1.00	1.58	2.15
Intermedia y Selva: 1000 a 2500 m. s. n. m. Gradiente 3 - 5%	1.20	2.10	2.90
Sierra: 2500 a mas m. s. n. m. Gradiente 3 - 5%	1.40	2.80	3.90

Calculo de distancias virtuales					
Tramo		Tipo de superficie	Distancia (km)	Coef. Conversion real	Distancia virtual (km)
de	hasta				
Chimbote	Obra	trocha	20.00	2.15	43.00
Lima	Chimbote	asfaltada	435.00	1.00	435.00
Total (km)					478.0

CALCULO DE FLETES:

Factor de Actualizacion (FA): MAYO - 2016

1.- Indice Unificado 32 - Junio del 1991 (Base Julio - 1991)	:	65.52
2.- Indice Unificado 32 - Febrero del 2003 (Base Marzo - 2003)	:	318.14
3.- Indice Unificado 32 - Febrero del 2010 (Base Marzo - 2010)	:	418.25
4.- Indice Unificado 32 - Febrero del 2011 (Base Marzo - 2011)	:	427.41
5.- Indice Unificado 32 - SETIEMBRE DEL 2020 (Base JULIO - 1992)	:	479.33

Donde:

$$FA = \frac{418.25}{65.52} \times \frac{479.33}{318.14} = 9.62$$

En la Formula; el costo del flete es:

$$\text{FLETE (Ton)} = (A + B \times DV) \times FA$$

Donde:

DV: Distancia Virtual en Km

FA: Factor de Actualización

Precios Base de fletes MTC, según R.M. N° 027-91-TC/CRTT-T del 04-06-91

Garga General (solidos)	Garga Liquida (liquidos)
1.- De 0.00 a 500.00 (D<= 500 Km.) Por ton. De flete base = S/. 5.77 Más S/. 0.023781 por ton.. Km. Virtual	1.- De 0.00 a 400.00 (D<= 400 Km.) Por ton. De flete base = S/. 4.61 Más S/. 0.039287 por ton.. Km. Virtual
2.- De 500.00 a más Kms (D>500 Km.) S/. 0.035316 por ton.. Km. Virtual	2.- De 400.00 a más Kms (D>400 Km.) S/. 0.050821 por ton.. Km. Virtual

Resumen de calculos

Carga General		Analisis				Costo	
ORIGEN	DESTINO	A	B	DV	FA	S/. Ton	S/. Kg
Chimbote	Obra	5.77	0.023781	43.00	9.62	65.34	0.0650
Lima	Chimbote	5.77	0.023781	435.00	9.62	155.02	0.1550
Parcial:						220.36	0.22

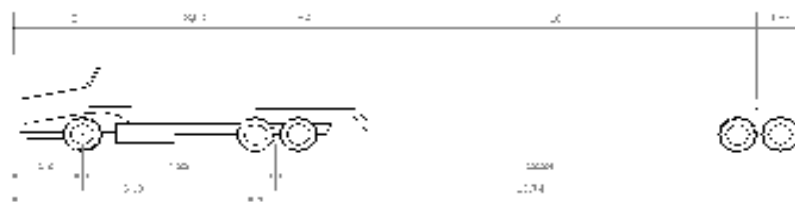
S
O
L
I
D
O
S
O
L
I
D
O

COSTO DE FLETE TERRESTRE VEHICULAR DE MATERIALES - TESIS: "COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH"

COSTO FLETE TERRESTRE VEHICULAR DE MATERIALES:

Descripción de Insumos	Adquisiciones		Lugar	Flete S/.	Precio Total S/.	Costo por Traslado S/.	Cantidad de Material a Transportar en und.	Costo Total de Flete
	Unidad	Peso und/kg						
GEOBOLSA DE POLIESTER ALTA RESISTENCIA 5x2.45x	und	23.77	LIMA	0.22	0.22	0.220	708.000	3,702.09
GEOTEXTIL NO TEJIDO 200g/m2, 3.90x140m	m2	0.90	LIMA	0.22	0.22	0.220	8,138.000	1,620.04
TOTAL FLETE TERRESTRE S./								5,322.13

**CALCULO DE COSTOS DE MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIA - TESIS:
"COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH"**

MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO -CHIMBOTE - RIO LACRAMARCA							
1.0 EQUIPO TRANSPORTADO							
UNIDAD	DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA			PESO EN KG			
1.00	TRACTOR SOBRE ORUGAS 300-330 HP	1.00				15000.00	
1.00	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	1.00				20000.00	
1.00	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	1.00				65.00	
1.00	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18 HP)	1.00				150.00	
N° Viajes	VEHÍCULO	COSTO EN SOLES		COSTO ALQUILER HM	SUB TOTAL		
		PESO	TIEMPO VIAJE				
		KG	HRS				
2	CAMABAJA 20 TON	35,065.00	1.40	275.25	S/.	770.70	
TOTAL S/.							
TOTAL MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION INCLUYE FALSO FLETE						S/. 1,078.98	
NOTA : (1) EQUIPO TRANSPORTADO EN VOLQUETES (2) EQUIPO TRANSPORTADO EN CAMIÓN PLATAFORMA (3) EQUIPO AUTOTRANSPORTADO							
				Intervalo de Capacidad : (20-30 Ton)			
TRACTO Y CAMA BAJA PARA TRANSPORTE DE MAQUINARIA PESADA (PBM: 40-50 TON)							
CÁLCULO DE HORAS DE VIAJE DE SEMITRAYLER 6 X 4, 330HP DE 40 TON		CHIMBOTE-OBRA	Distancia	Velocidad	TOTAL		
			KM	KM/HR	Tiempo Horas		
			21.00	30.00	0.70		
					0.70		
2.0 EQUIPO AUTOTRANSPORTADO							
UNIDAD	VEHÍCULO	COSTO EN SOLES				SUB TOTAL	
		TIEMPO DE VIAJE		ALQ / HOR			
		IDA	VUELTA				
1.00	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2	0.70	0.70	140.00	S/.	196.00	
2.00	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1	0.70	0.70	130.00	S/.	364.00	
4.00	CAMION VOLQUETE 15 M3.	0.70	0.70	160.00	S/.	896.00	
TOTAL						S/. 1,456.00	
RESUMEN							
1.0 EQUIPO TRANSPORTADO						S/.	1,078.98
2.0 EQUIPO AUTOTRANSPORTADO						S/.	1,456.00
TOTAL MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION						S/. 2,534.98	

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
GEOBOLSAS ANDEX
GB 1200
5.00m x 2.45m x 1.00m**



Las Geobolsas GB 1200 son fabricadas de Geotextil Tejido de Poliéster (PET) de Alta Resistencia, Alto Peso Molecular, Alta Tenacidad y baja fluencia de acuerdo a Normas Técnicas Internacionales (ASTM). Poseen resistencia de 108KN/m, una permeabilidad menor o igual a 0.008 s-1 y tamaño de apertura aparente menor o igual 0.075 mm.

Ofrecen alto módulo de deformación, ya que tienen una estabilidad hidráulica y una alta resistencia mecánica a largo plazo, haciendo que estas características se mantengan estables durante la vida útil de la estructura, ejerciendo así un control sobre las deformaciones que se puedan presentar además de la retención adecuada de finos.

Las Geobolsas GB 1200 muestran los valores de las propiedades presentadas en el siguiente cuadro que derivan de los ensayos para el control de calidad de la planta:

Propiedades indice	Método de ensayo	Valor mínimo promedio
MECÁNICAS		
Resistencia a la Tensión última		
MD	ASTM D-4595	108 kN/m
XMD		108 kN/m
Resistencia al Punzonamiento		
MD	ASTM D-4833	≥ 1,500 N
XMD		≥ 1,500 N
Estabilidad de abertura aparente		
- Comprobación en campo 01	Muestra de 20cmx20cm tensada o estirada puntualmente a un esfuerzo manual.	Las fibras no se separan.
- Comprobación en campo 02	Muestra templada de 20cmx20cm punzada con bolígrafo a un esfuerzo manual.	Solo punta metálica atravesara el textil mas no el cuerpo de $\Phi_{\text{mín}}=0.8\text{cm}$
Resistencia al Rasgado Trapezoidal		
MD	ASTM D-4533	≥ 1,000 N
XMD		≥ 1,000 N
HIDRÁULICAS		
Permeabilidad normal al plano	ASTM D-4491	≤ 0.0004 cm/s
Permisividad	ASTM D-4491	≤ 0.008 s-1
Tasa de Flujo	ASTM D-4491	≤ 25 l/min/m2
Tamaño de abertura aparente	ASTM D-4751	≤ 0.075 mm

(*) Materiales Certificados ISO 9001

MD : Dirección de la máquina (a lo largo del rollo).

XMD : Dirección transversal (a lo ancho del rollo).

1. Los valores de las propiedades listadas están sujetas a cambio sin previo aviso por el fabricante.
2. Hoja técnica en términos de MARV – Valor mínimo promedio por rollo (95% de nivel de confiabilidad).
3. El ancho puede variar +/- 1%.



ESPECIFICACIONES TECNICAS GEOTEXTIL NO TEJIDO ANDEX- 200

El geotextil no tejido ANDEX-200, se encuentra elaborado por fibras de polipropileno, mediante el punzonado por agujas. Las fibras punzonadas forman una red estable que mantiene la estabilidad dimensional en relación con las demás fibras.

El geotextil no tejido ANDEX-200, es altamente resistente a la degradación biológica y química, que normalmente se encuentra en los suelos.

El Geotextil no tejido ANDEX-200, posee los valores de las propiedades aquí presentadas¹ que se derivan de los ensayos para el control de calidad de la planta:

PROPIEDADES MECANICAS	METODO DE ENSAYO	UNIDAD	VMPR ¹
Método Grab	ASTM D 4632	N (lb)	700(159)
Resistencia a la tensión			
Elongación	ASTM D 4632	%	≥50
Resistencia al Punzonado	ASTM D 4833	N (lb)	400(91)
Resistencia al Punzonado Método CBR	ASTM D 6241	KN	1.8
Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D 4533	N(lb)	250(57)
Resistencia al estallido método Mullen Burst	ASTM D 3786	Kpa(psi)	2050(297)
PROPIEDADES HIDRAULICAS	METODO DE ENSAYO	UNIDAD	VMPR ¹
Tamaño de abertura aparente ²	ASTM D 4751	mm (No tamiz)	0.15(100)
Permitividad	ASTM D 4491	s ⁻¹	1.9
Permeabilidad	ASTM D 4491	Cm/s	0.304
Tasa de flujo	ASTM D 4491	l/min/m ²	5110
PROPIEDADES HIDRAULICAS	METODO DE ENSAYO	UNIDAD	VMPR ¹
Resistencia UV @ 500horas	ASTM D 4355	% resistencia retenida	≥70

Dimensiones del rollo: Ancho = 4m / Largo = 140m / Área = 560 m² (calculado)

1. Valor Mínimo Promedio por rollo: corresponde al valor promedio del lote menos dos (2) veces la desviación estándar de los valores de la producción.
2. El Valor de TAA representa el valor de apertura aparente máximo por rollo.

Usos: Estabilización, Filtración, control de erosión, Separación, etc.



COTIZACION

Señores:


Direcc: MZA. N° LOTE. 32 URB. SANTA LUZMILA (AV GULLERMO LA FUENTE C/ UNIVERSITARIA) LIMA - LIMA - COMAS
Dpto.: Lima
Telef: 925961497
E-mail : _____



Lima, 18 de julio de 2020

Atn. : Diego Carretero
Ref. :

Estimado Ing :
Mediante la presente le hacemos llegar nuestra cotización por el suministro de lo siguiente:

ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT.	Precio Unit.	Parcial
1.00	<p>SISTEMA DE GEOBOLSAS ANDEX-GB1200 Dimensiones: 5.00m Largo x 2.45m Ancho x 1.00m Altura= 12.00m3 Abertura aparente menor: 0.075mm Malla 200 Fibras de Poliester de Alta Resistencia</p> <p><i>Las Geobolsas son fabricadas con nuestro GEOTEXTIL TEJIDO DE POLIESTER DE ABERTURA APARENTE MENOR A 0.075mm, evitando la mayor cantidad de perdida de finos manteniendo su volumen inicial, Caso contrario si se tuviera una Trama de abertura aparente mayor se escaparían los finos</i></p>  <p>Comprobacion de campo para confirmar que la Geobolsas sea malla 200 abertura menor a 0.075mm:</p> <p><i>* Las muestras de 20cmx20cm Tensada o Estirada Puntualmente con un esfuerzo Manual / LAS FIBRAS NO SE SEPARAN</i></p> <p><i>* Las muestras de 20cmx20cm Punzada con un boligrafo a un esfuerzo manual / SOLO LA PUNTA METALICA ATRAVESARA EL TEXTIL MAS NO EL CUERPO DE $\phi_{min}=0.8cm$</i></p>	Und	708.0	162.78	115,248.24
2.00	<p>GEOTEXTIL NO TEJIDO ANDEX-200 Suministro de Rollos enteros de 560m2 Fibras de polipropileno</p> <p>La propuesta Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Proceso constructivo Detallado * Diseño de Enconrados * Certificados de calidad de los materiales * Hilo de poliester <p>Comentario: No incluye maquina de coser</p>	m2	8,400.0	0.92	7,728.00
			Sub-total		122,976.24
			I.G.V. (18%)	US\$	22,135.72
			Total	US\$	145,111.96

US\$

Precios Expresados en Dolares Americanos

Nota: 1) Presupuesto esta en base al todo el conjunto de Items, cualquier modificacion en las cantidades, implica el cambio de la Oferta planteada
2) Para deposito en soles, el TC sera fijado por nuestra area contable, que difiere en relacion del TC bancario, se recomienda realizar depositos en la moneda de la Cotizacion

PLAZO DE ENTREGA : INMEDIATO, Luego de confirmado la Orden de Compra y Forma de Pago

LUGAR DE ENTREGA: En nuestros Almacenes de Lurin - Lima

FORMAS DE PAGO : A tratar

VALIDEZ DE OFERTA : 15 días.

Esperando contar con su aprobación, quedamos de Uds.
Atentamente,

ANDEX DEL NORTE S.A.
do Este 3569 -San Borja-LIMA – PERU
Telf.: (511) 436-7442
e-mail : geosoluciones@andex.com.pe
web : www.andex.com.pe



Luis Alberto Montañez Diaz

Ingeniero de Proyectos

Teléfono: (511) 4367442 Anexo 210

Móvil: (51) 989019157

Email: luis.montanez@andex.com.pe

Website: www.andex.com.pe

Skype: [@luis.montanez@andex.com.pe](https://www.skype.com/people/luis.montanez)

Av. Javier Prado Este 3569 - San Borja, Lima 41

CRONOGRAMA DE PROGRAMACION DE OBRA												
DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS												
Id	Texto1	Nombre de tarea	Duración	Predecesoras	Sucesoras	Comienzo	Fin	mes -1	mes 1	mes 2	mes 3	mes
1		DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS	60 días			lun 01/03/21	vie 30/04/21					
2		INICIO DE OBRA	0 días		5CC	lun 01/03/21	lun 01/03/21		01/03			
3	01	OBRAS PROVISIONALES TRABAJOS PRELIMINARES SEGURIDAD Y SALUD	60 días			lun 01/03/21	vie 30/04/21					
4	01.01	OBRAS PROVISIONALES	60 días			lun 01/03/21	vie 30/04/21					
5	01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X7.20 M	1 día	2CC		lun 01/03/21	mar 02/03/21					
6	01.01.02	MOVILIZACION DE MAQUINARIAS-HERRAMIENTAS PARA LA OBRA	1 día			lun 01/03/21	mar 02/03/21					
7	01.01.03	ALMACEN Y OFICINA EN OBRA	60 días			lun 01/03/21	vie 30/04/21					
8	01.02	TRABAJOS PRELIMINARES	60 días			lun 01/03/21	vie 30/04/21					
9	01.02.01	TRAZO NIVELACIÓN Y REPLANTEO	60 días		10CC+1 día	lun 01/03/21	vie 30/04/21					
10	01.02.02	ENCAUSAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	38 días	9CC+1 día	17CC	mar 02/03/21	vie 09/04/21					
11	01.03	SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA	60 días			lun 01/03/21	vie 30/04/21					
12	01.03.01	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL	1 día			lun 01/03/21	mar 02/03/21					
13	01.03.02	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIA EN SEGUIRIDAD Y SALUD	1 día			lun 01/03/21	mar 02/03/21					
14	01.03.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD(por frente de trabajo)	60 días			lun 01/03/21	vie 30/04/21					
15	02	DEFENSA RIBEREÑA: GEOBOLSAS	60 días		34FF	lun 01/03/21	vie 30/04/21					
16	02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS	53 días			mar 02/03/21	sáb 24/04/21					
17	02.01.01	CORTE Y DESCOLMATACION DE CAUCE C/MAQUINARIA	38 días	10CC	18CC;19CC+7 días	mar 02/03/21	vie 09/04/21					
18	02.01.02	REFINE NIVEL Y COMPACT./TERRENO NORMAL	45 días	17CC	22CC+14 días	mar 02/03/21	vie 16/04/21					
19	02.01.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO	46 días	17CC+7 días	20FF	mar 09/03/21	sáb 24/04/21					
20	02.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=5 KM	2 días	19FF		jue 22/04/21	sáb 24/04/21					
21	02.02	ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN	45 días			mar 16/03/21	vie 30/04/21					
22	02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOBOLSAS	45 días	18CC+14 días	23CC	mar 16/03/21	vie 30/04/21					
23	02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE MANTO ANTISOCAVANTE	45 días	22CC		mar 16/03/21	vie 30/04/21					
24	02.03	CARPINTERIA METALICA	2 días			lun 01/03/21	mié 03/03/21					
25	02.03.01	MOLDE METALICO PARA GEOBOLSAS (5x2.45x1m)	2 días			lun 01/03/21	mié 03/03/21					
26	03	OBRAS COMPLEMENTARIAS	54 días			lun 01/03/21	sáb 24/04/21					
27	03.01	MURO DE PIEDRA Y FOSO DE DISIPACIÓN	54 días			lun 01/03/21	sáb 24/04/21					
28	03.01.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA BASE DE MURO Y FOSO DE DISIPACIÓN	32 días		29;30CC+7 días	lun 01/03/21	vie 02/04/21					
29	03.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=5 KM	4 días	28		vie 02/04/21	mar 06/04/21					
30	03.01.03	MURO DE PIEDRA C/MORTERO C:H 1:10	38 días	28CC+7 días	31CC+7 días	lun 08/03/21	jue 15/04/21					
31	03.01.04	FOSO DE DISIPACION C/MORTERO C:H 1:12	40 días	30CC+7 días		lun 15/03/21	sáb 24/04/21					
32	04	FLETE TERRESTRE	7 días			lun 01/03/21	lun 08/03/21					
33	04.01	FLETE TERRESTRE	7 días			lun 01/03/21	lun 08/03/21					
34		FIN DE OBRA	0 días	15FF		jue 29/04/21	jue 29/04/21					29/04

TESIS : "COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH"

Tarea		Tarea inactiva		Informe de resumen manual		Hito externo	
División		Hito inactivo		Resumen manual		Fecha límite	
Hito		Resumen inactivo		solo el comienzo		Progreso	
Resumen		Tarea manual		solo fin		Progreso manual	
Resumen del proyecto		solo duración		Tareas externas			

ANEXO 6. PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 69 y Figura 70: Durante las primeras visitas a la zona de estudio se pudo apreciar la gran cantidad de vegetación existente en el lecho, así como la falta del mejoramiento de los márgenes.



Figura 71 y Figura 72: A inicios del 2018 se realizaron trabajos de descolmatación y encauzamiento en el río Lacramarca.



Figura 73 y Figura 74: Este trabajo de encauzamiento, posteriormente sería modelado para determinar su efectividad, Modelado 02.



Figura 75 y Figura 76: Una vez identificada la zona, se procedió a realizar el estudio de topografía, para lo cual se determinó que el punto inicial sería un badén existente que conecta el CP Chachapoyas y el CP Villa María, marcando las progresivas desde la 0+000.



Figura 77 y Figura 78: Se procedió a ubicar lugares estratégicos que servirían para realizar el levantamiento topográfico. Primero se procedió a ubicar BM's que servirían para los cambios de estación, posteriormente se niveló el teodolito electrónico y se ingresaron los datos del GPS para la georreferenciación.



Figura 79 y Figura 80: Para los trabajos de levantamiento se necesitó personal de ayuda y así poder mejorar el avance diario, tomando lecturas cada 50m, a lo largo del tramo de estudio.



Figura 81, Figura 82, Figura 83, Figura 84, Figura 85 y Figura 86: Durante los cambios de estación se siguieron marcando las progresivas en el río cada 500m.



Figura 87 y Figura 88: *El levantamiento topográfico finalizó al llegar a la progresiva 2+000 del tramo de estudio.*



Figura 89 y Figura 90: *Días posteriores se visitó nuevamente la zona de estudio para tomar muestras de suelos que servirían para el posterior análisis y diseño.*



Figura 91, Figura 92 y Figura 93: Para la toma de muestras de suelos fue necesario contar con personal de apoyo para mejorar el avance diario.



Figura 94, Figura 95, Figura 96 y Figura 97: Con el apoyo de personal de campo se tomaron las muestras para que se analicen en el laboratorio GEOLAB, de Nuevo Chimbote.

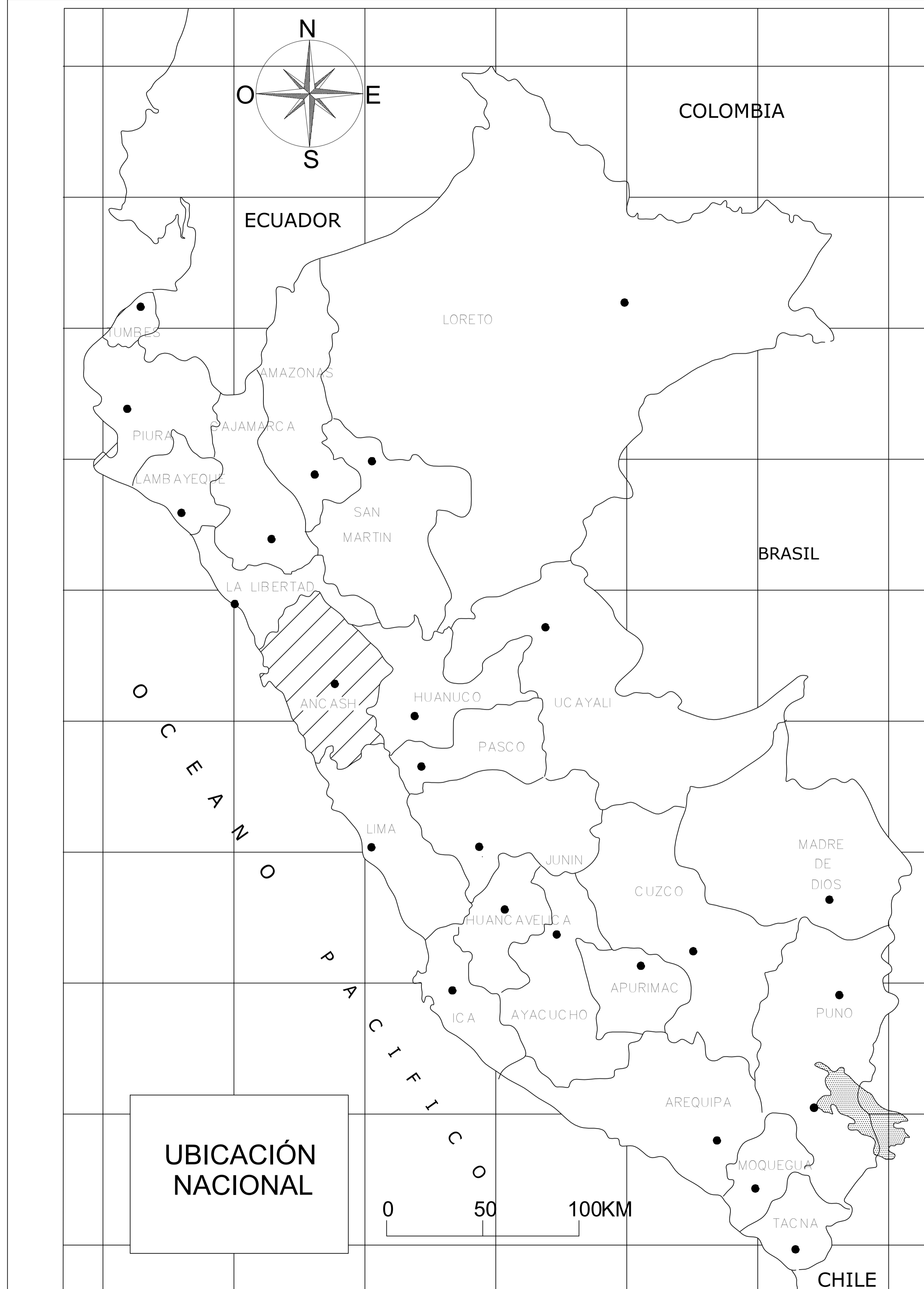


Figura 98 y Figura 99: *En la actualidad el tramo de estudio se encuentra nuevamente lleno de vegetación en los márgenes del río.*



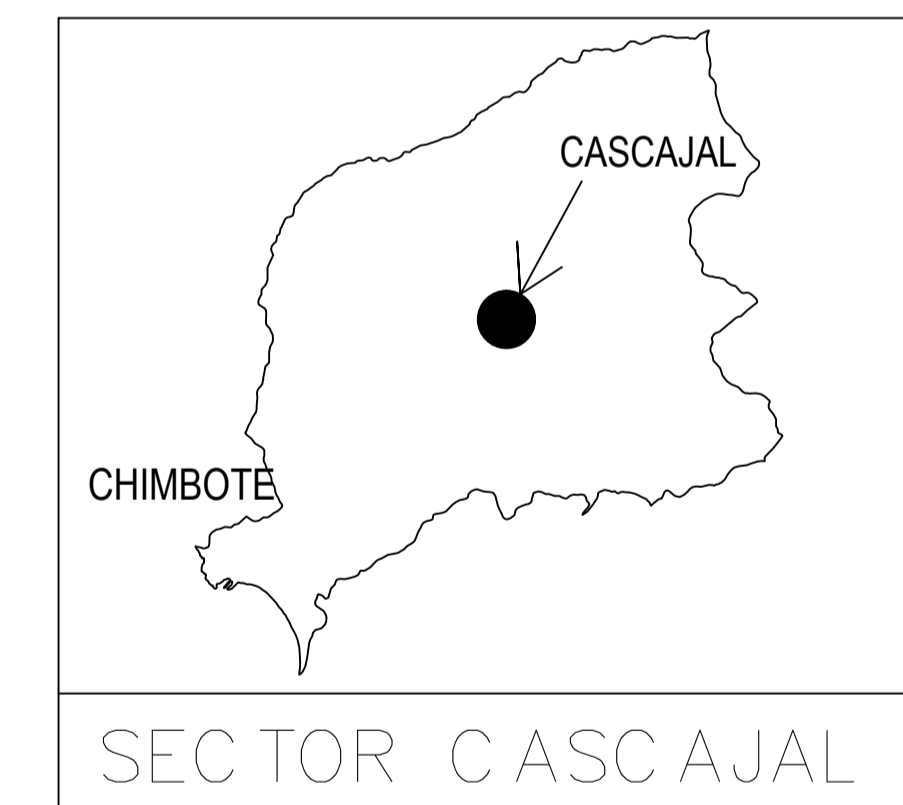
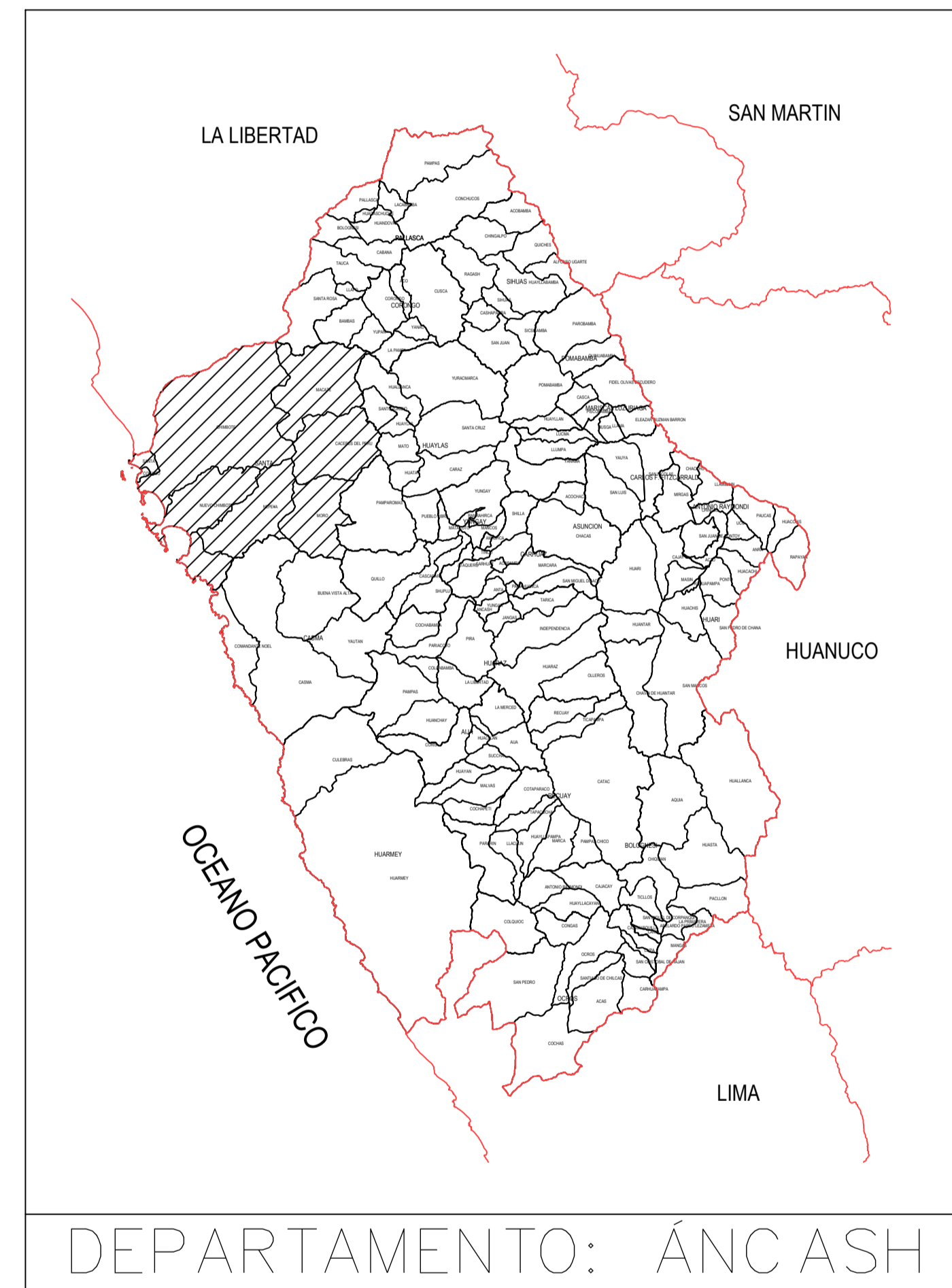
Figura 100, Figura 101, Figura 102 y Figura 103: *En la última visita a campo realizada en enero del 2020, se pudo apreciar que el trabajo de descolmatación y encauzamiento (figuras de la izquierda) realizados en el 2018, casi había desaparecido, pudiéndose observar el lecho y márgenes llenos de vegetación, así como los márgenes erosionados por el caudal diario (figuras de la derecha).*

ANEXO 7. PLANOS



VIAS DE COMUNICACIÓN Y/O ACCESO HACIA LA ZONA DE ESTUDIO

DESDE	HACIA	DISTANCIA	TIEMPO	TIPO DE VIA	SERV. DE TRANSP.	FRECUENCIA
URB. 21 DE ABRIL	DESVÍO EN PROL. BUENOS AIRES	8.00 Km.	10 min	ASFALTADA	COMITÉ	DIARIO
DESVÍO EN PROL. BUENOS AIRES	SECTOR CASCAJAL	7.10 Km.	25 min	TROCHA	COMITÉ	DIARIO
SECTOR CASCAJAL	RÍO LACRAMARCA KM. 21+500	1.10 Km.	15 min	TROCHA	CAMINANDO	-----



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESIS:
"COMPARACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA–SECTOR CASCAJAL–PROVINCIA DEL SANTA–ÁNCASH"

TESISTAS:
BACH. CARRETERO MIRANDA CARLOS DIEGO
BACH. LLANOS CUZCO BRUNO HANSPOOL

FACULTAD: INGENIERÍA

PLANO:

ESCUELA: E.P. INGENIERÍA CIVIL

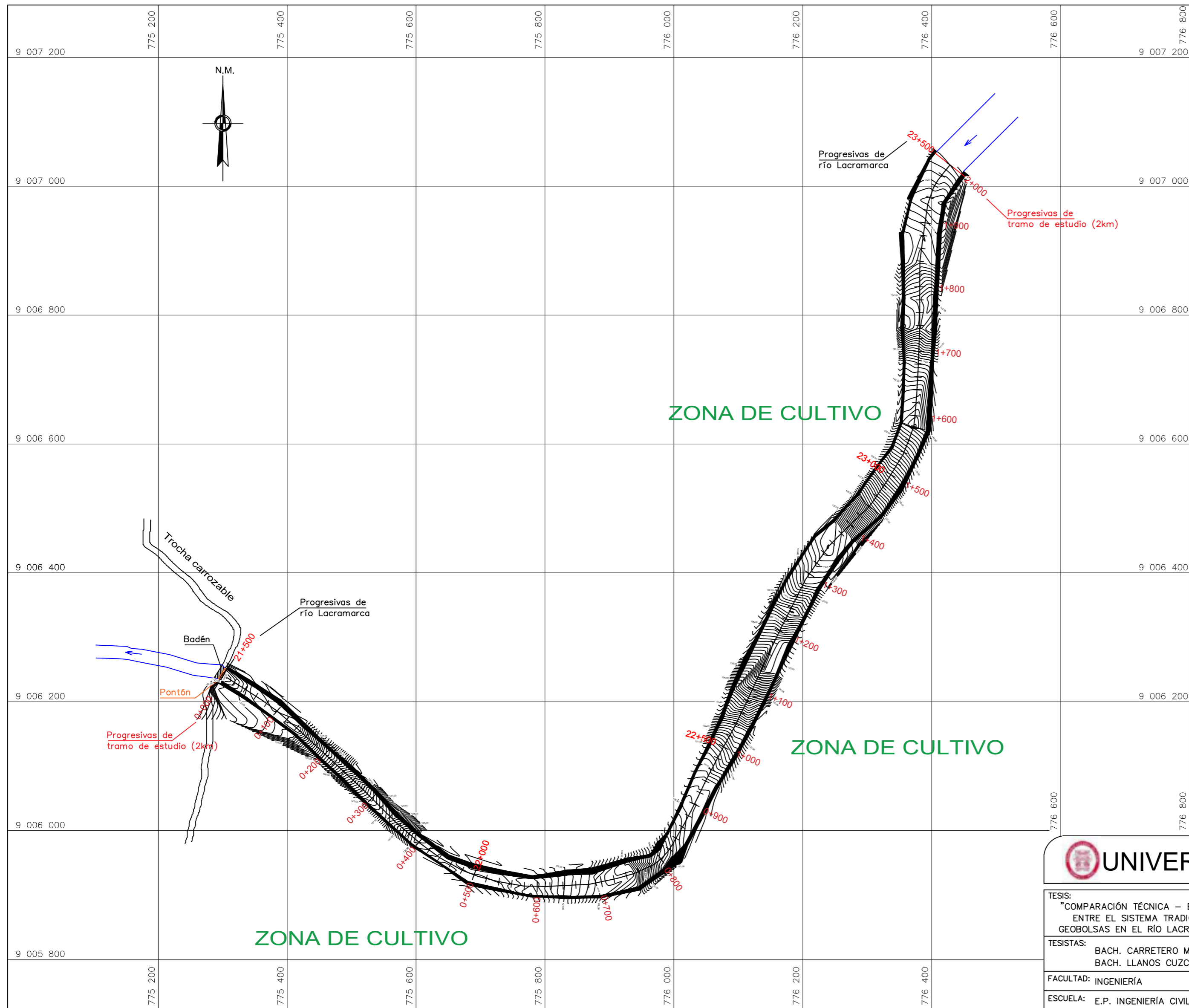
PLANO DE UBICACIÓN

ESCALA_{s/e}

FECHA JUL 2020

LÁMINA:

U-1



LEYENDA	
	Sentido del flujo
	Progresivas
	Perfil del río
	Norte magnético
	Curvas mayores

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

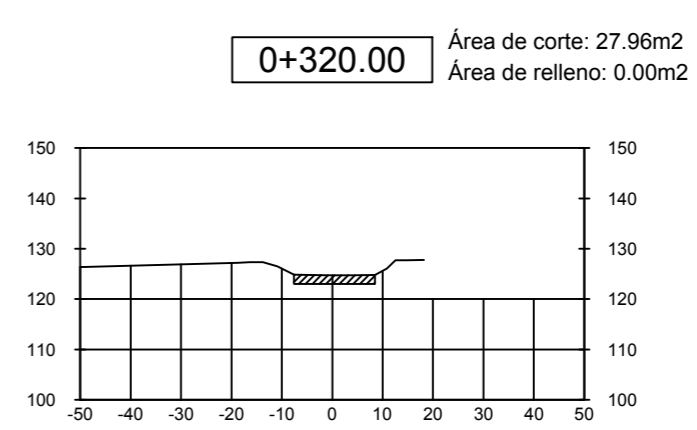
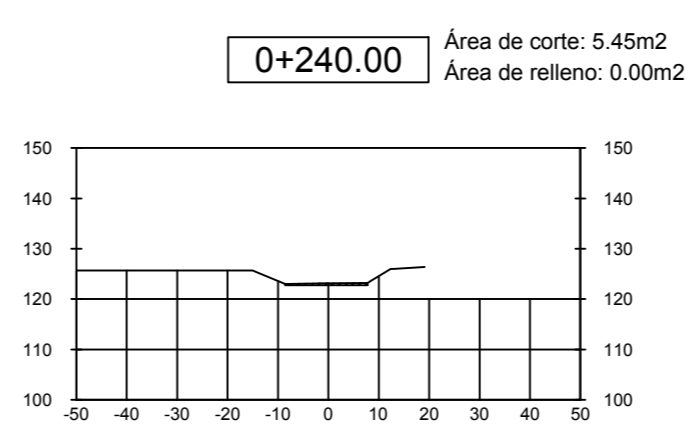
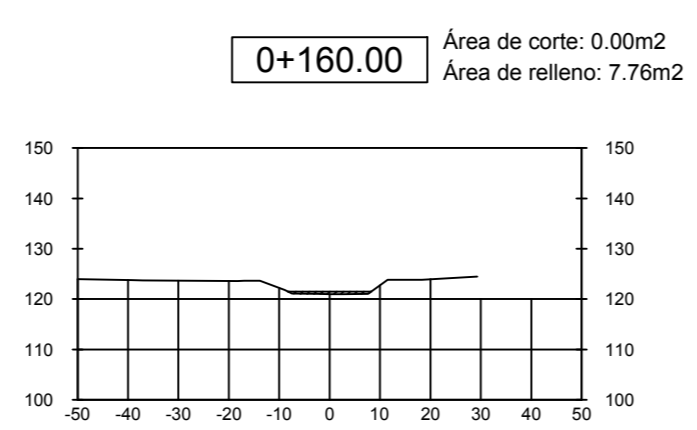
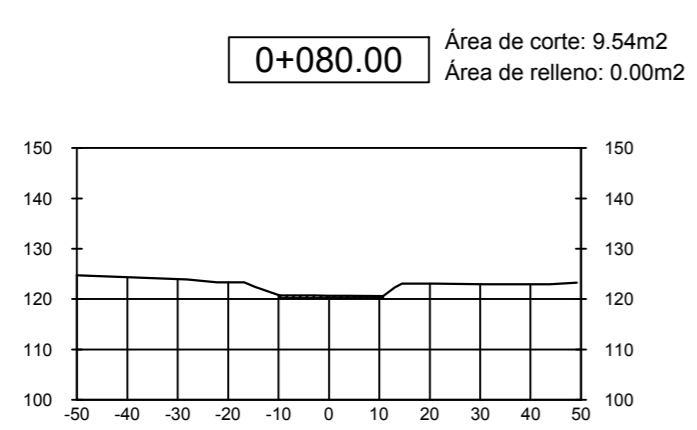
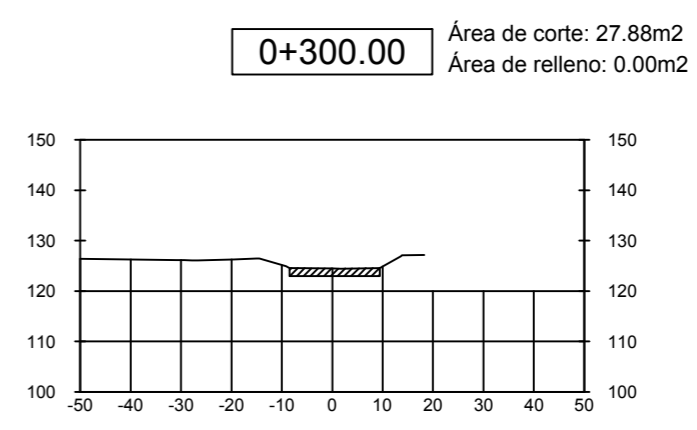
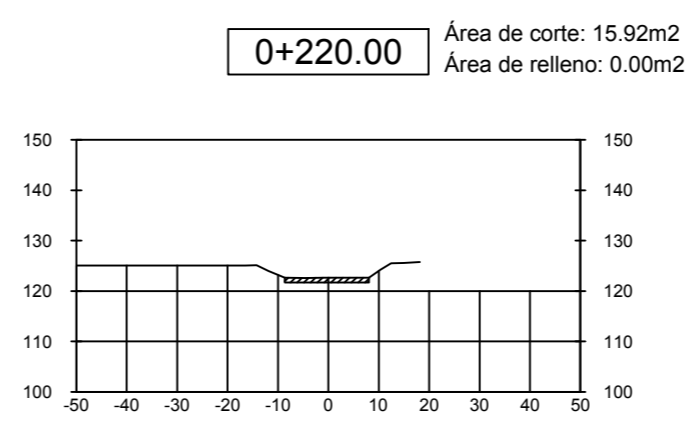
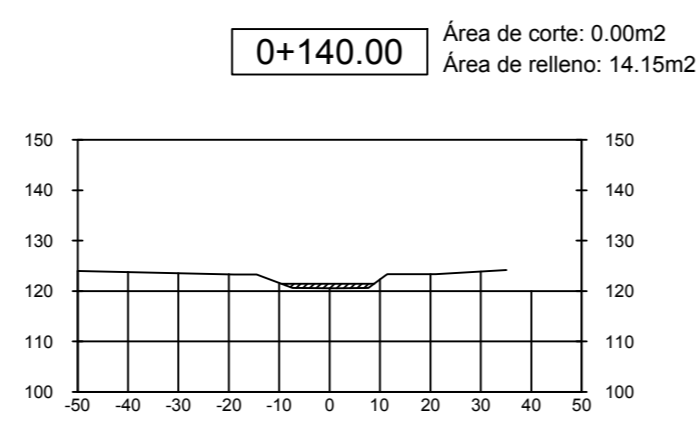
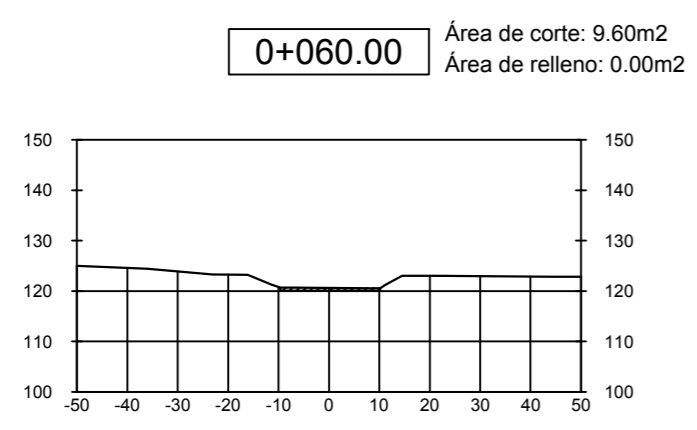
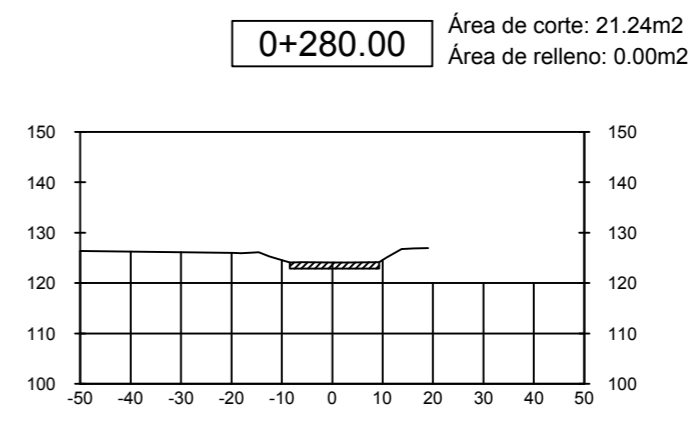
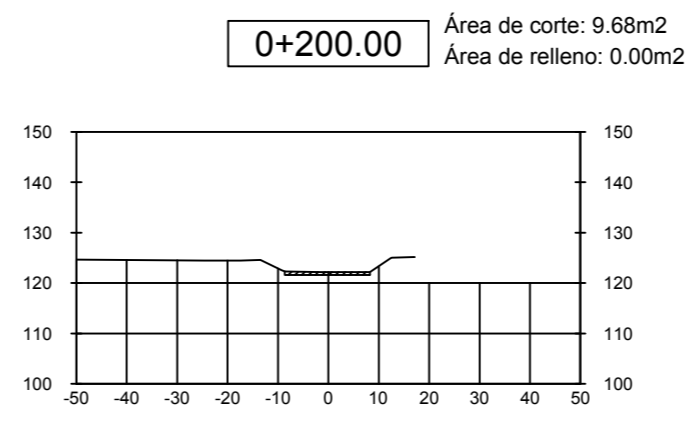
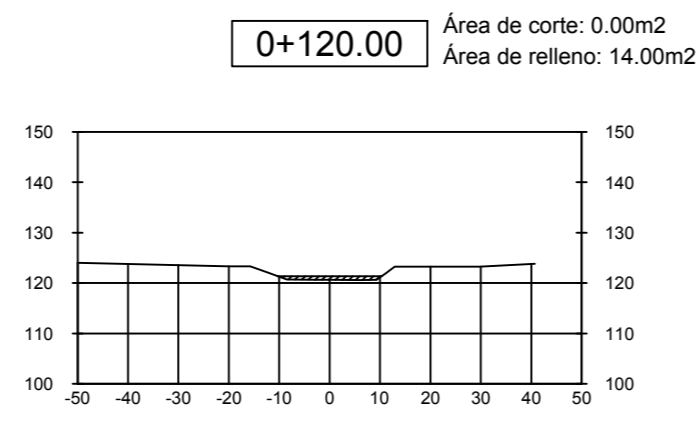
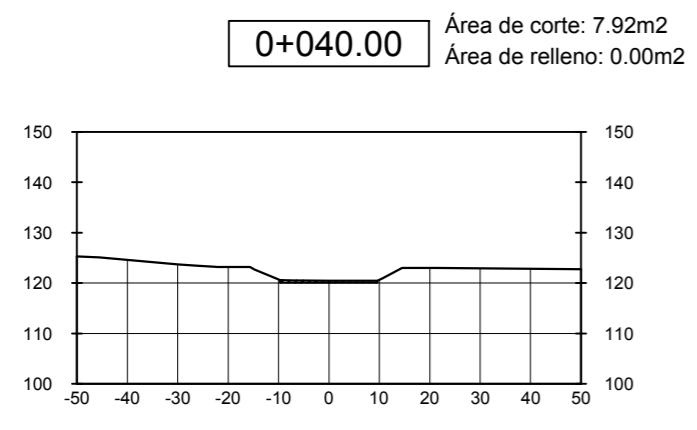
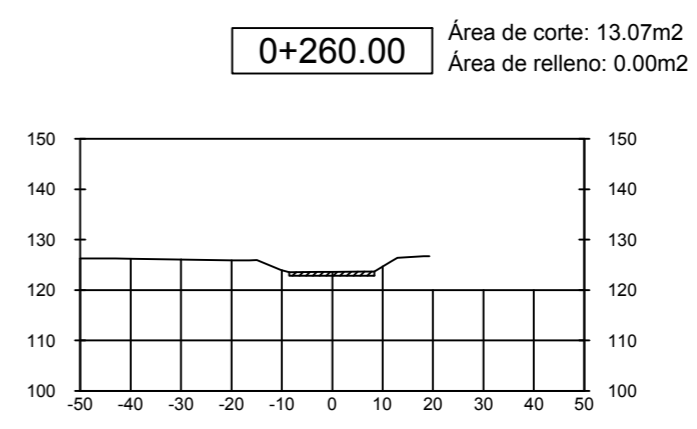
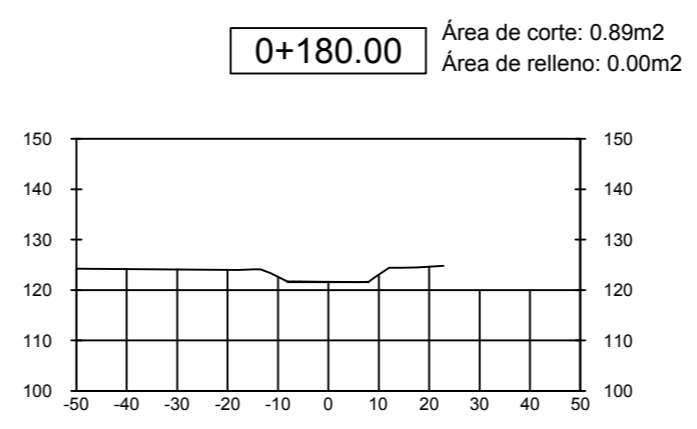
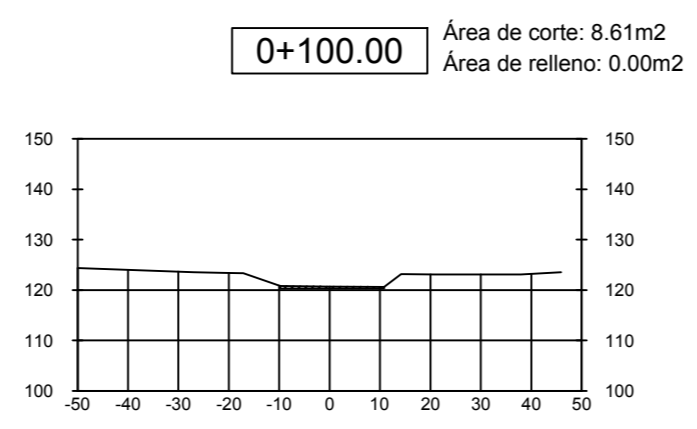
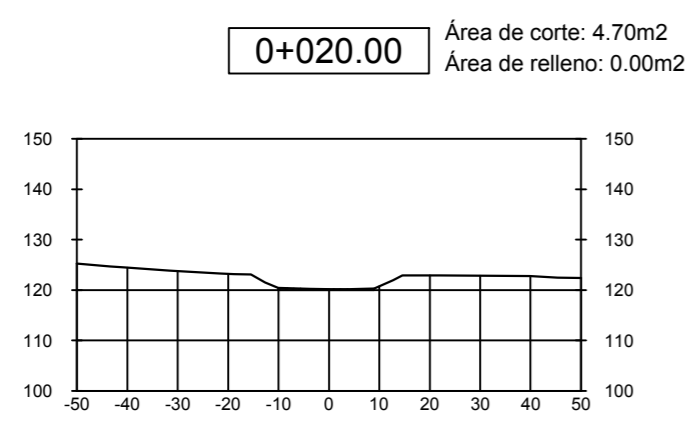
TESIS: "COMPARACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA–SECTOR CASCAJAL–PROVINCIA DEL SANTA–ÁNCASH"

TESISTAS: BACH. CARRETERO MIRANDA CARLOS DIEGO
BACH. LLANOS CUZCO BRUNO HANSPOOL


FACULTAD: INGENIERÍA PLANO: PLANO TOPOGRÁFICO

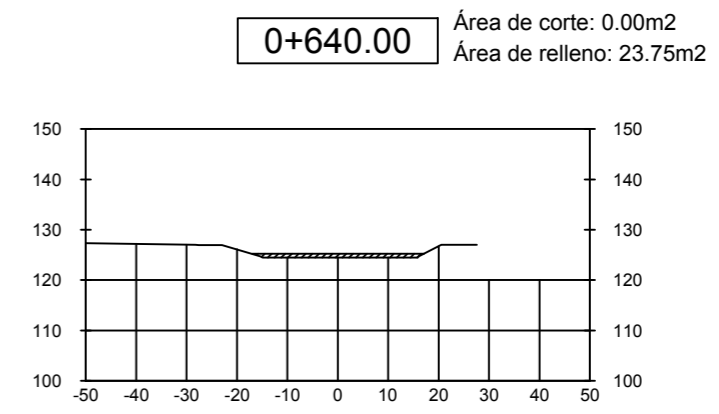
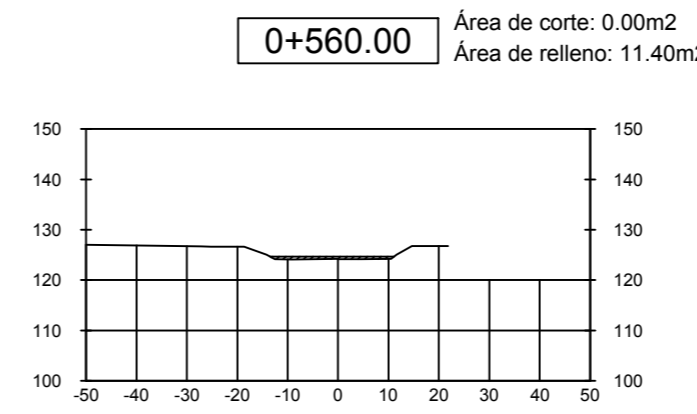
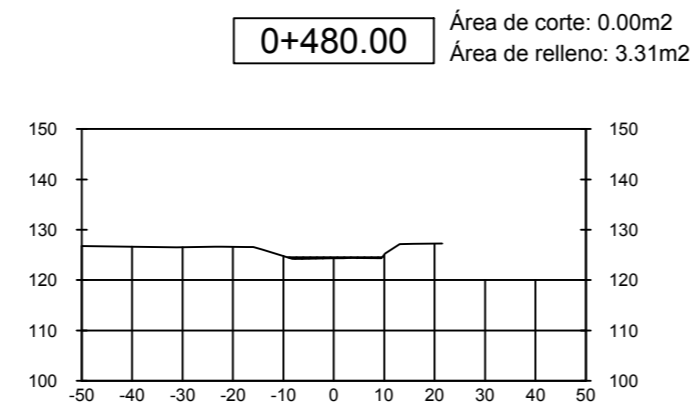
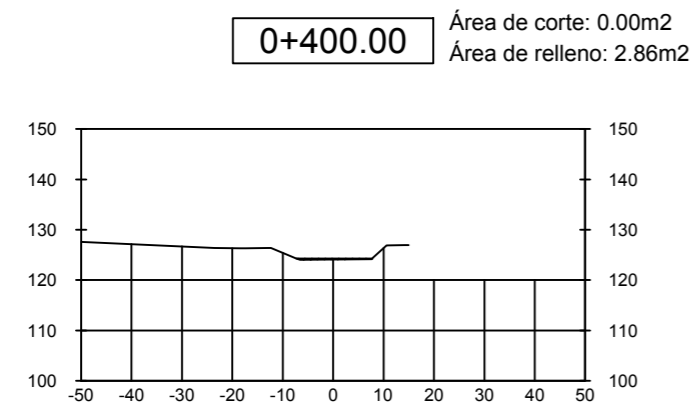
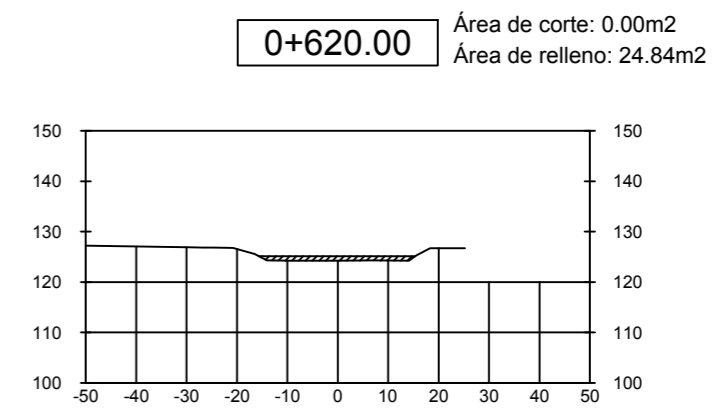
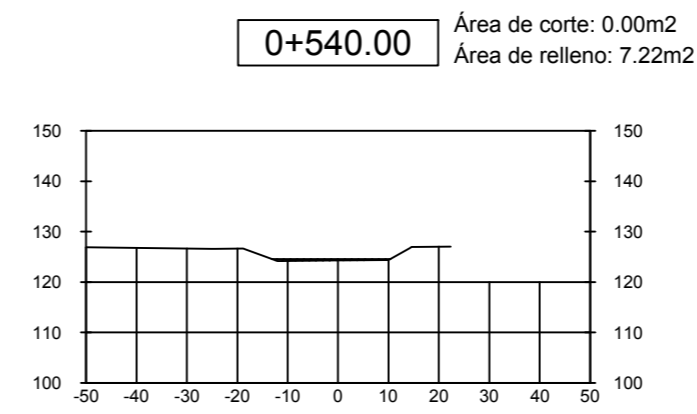
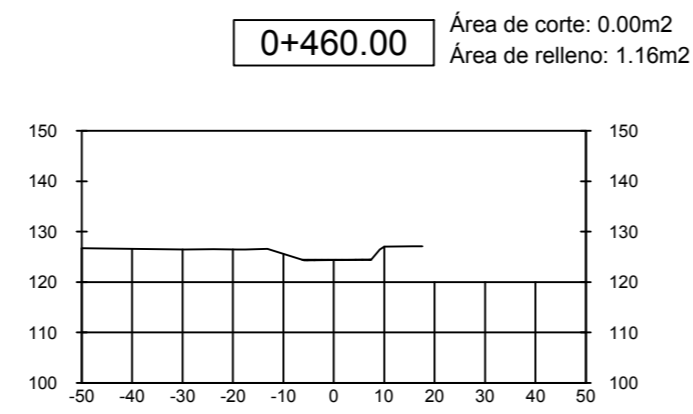
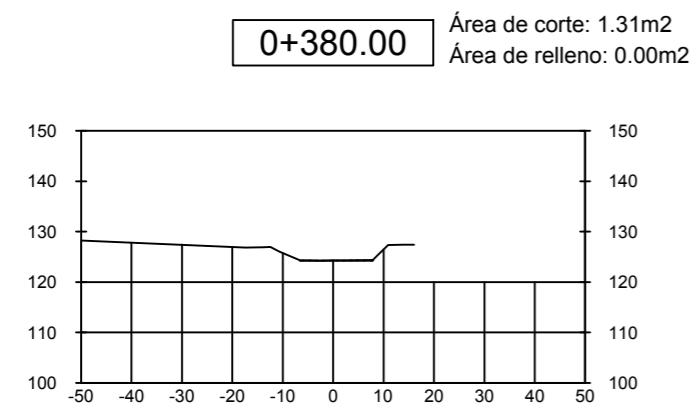
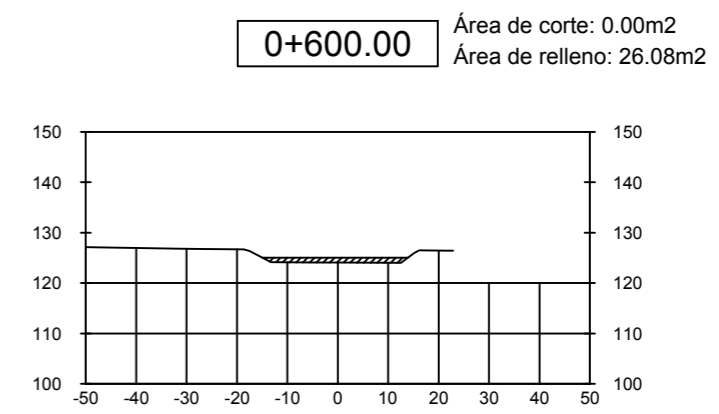
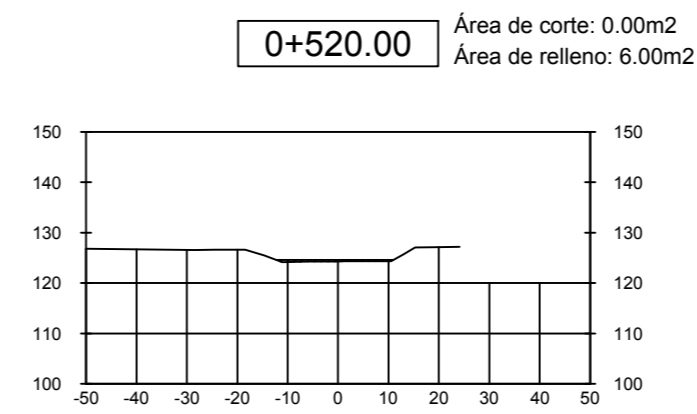
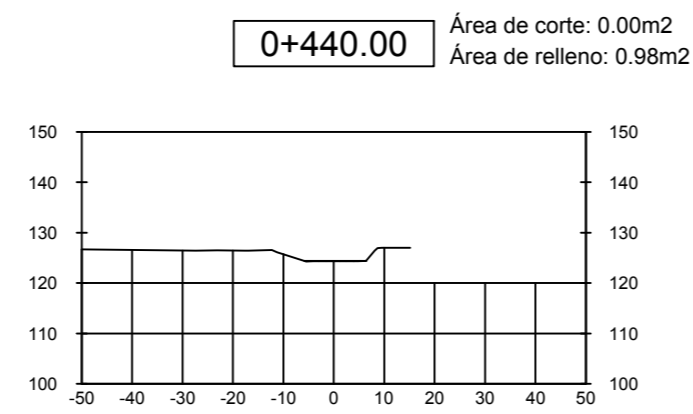
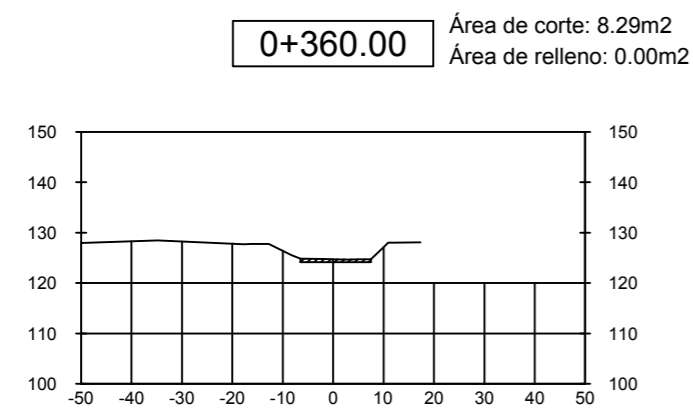
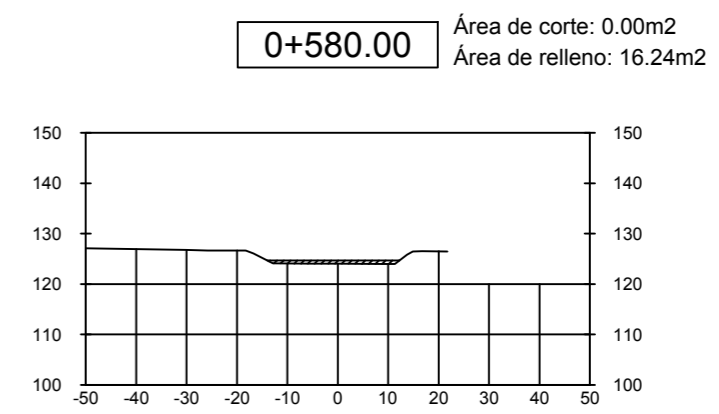
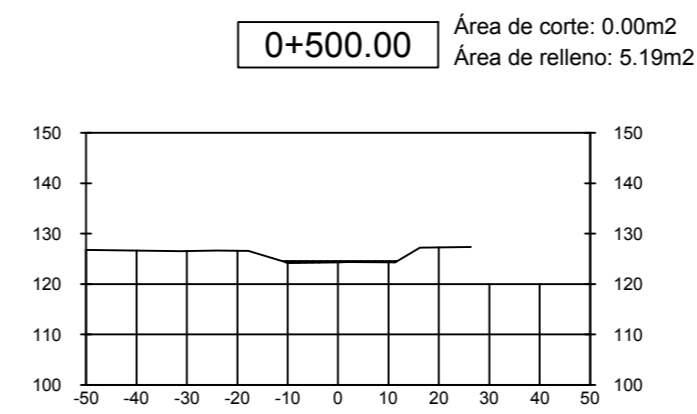
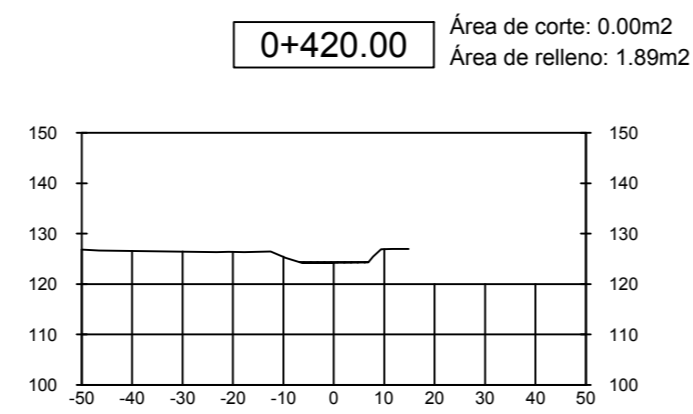
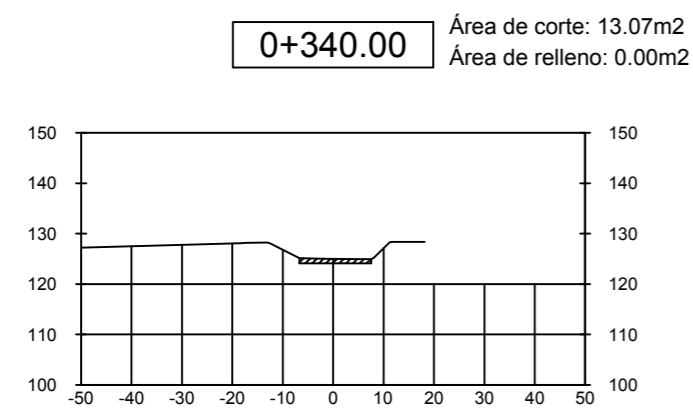
ESCUELA: E.P. INGENIERÍA CIVIL

ESCALA 1/5000
FECHA JUL 2020
LAMINA: **T-1**




SECCIONES TRANSVERSALES DEL TRAMO DE ESTUDIO (2km)
0+020 - 0+320
Esc. 1/1500

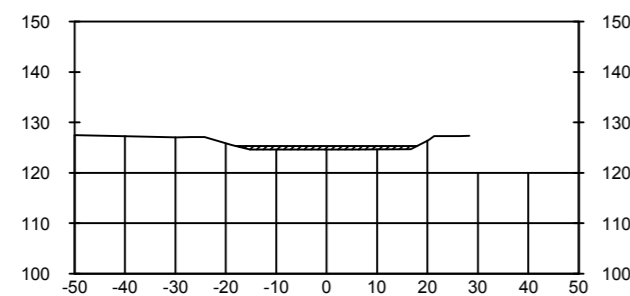
 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	
TESIS: "COMPARACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA–SECTOR CASCAJAL–PROVINCIA DEL SANTA–ÁNCASH"	
TESISISTAS: BACH. CARRETERO MIRANDA CARLOS DIEGO BACH. LLANOS CUZCO BRUNO HANSPOL	
FACULTAD: INGENIERÍA ESCUELA: E.P. INGENIERÍA CIVIL	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES
ESCALA: <i>Indicada</i> FECHA: JUL 2020 LÁMINA:	
ST-1	



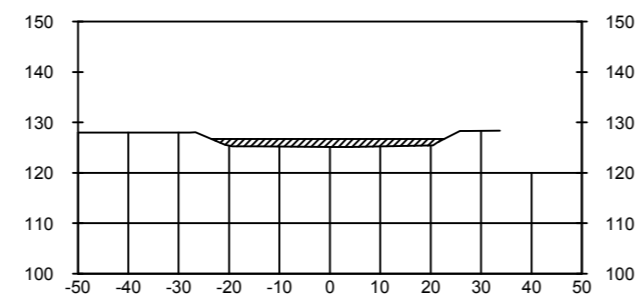
SECCIONES TRANSVERSALES DEL TRAMO DE ESTUDIO (2km)
0+340 - 0+640
Esc. 1/1500

 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	
TESIS: "COMPARACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA–SECTOR CASCAJAL–PROVINCIA DEL SANTA–ÁNCASH"	ESCALA: <i>Indicada</i> FECHA: JUL 2020
TESISISTAS: BACH. CARRETERO MIRANDA CARLOS DIEGO BACH. LLANOS CUZCO BRUNO HANSPOOL	LÁMINA:
FACULTAD: INGENIERÍA ESCUELA: E.P. INGENIERÍA CIVIL	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES
ST-2	

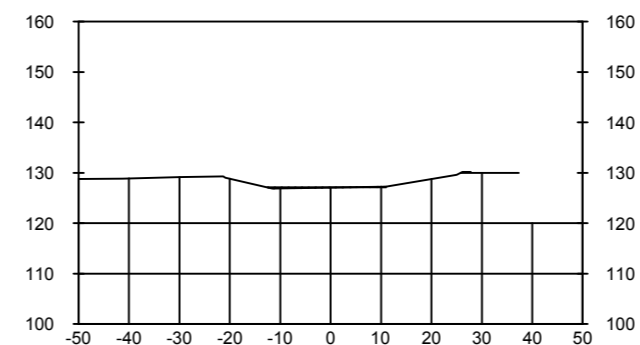
0+660.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 22.61m²



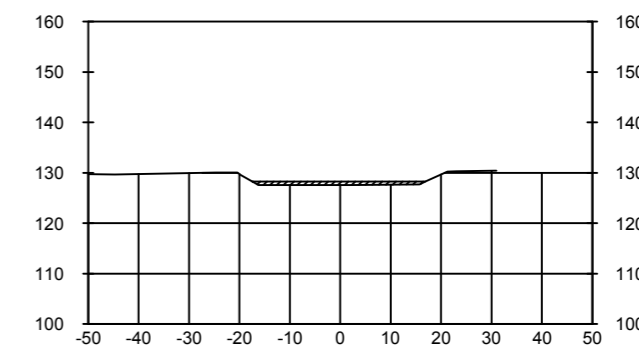
0+740.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 63.27m²



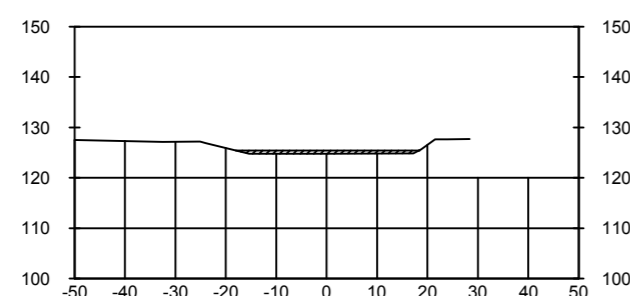
0+820.00 Área de corte: 0.65m²
Área de relleno: 1.99m²



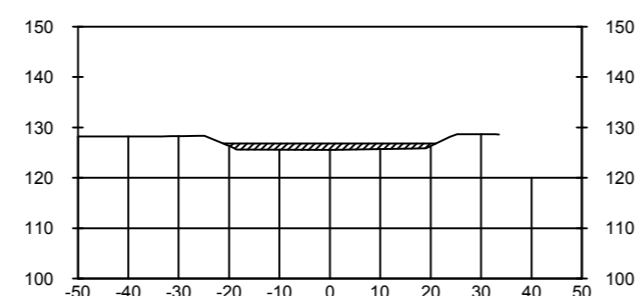
0+900.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 22.06m²



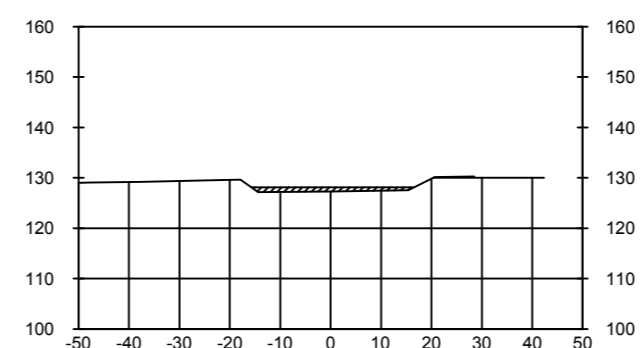
0+680.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 21.03m²



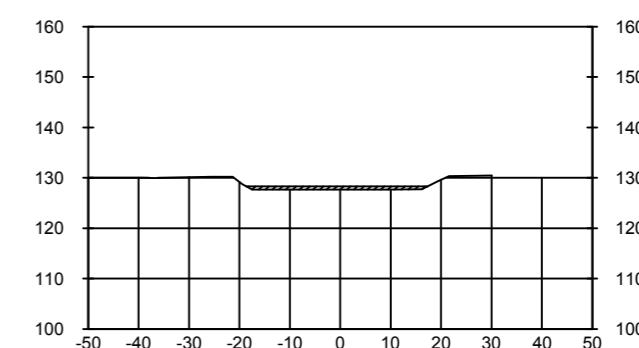
0+760.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 46.57m²



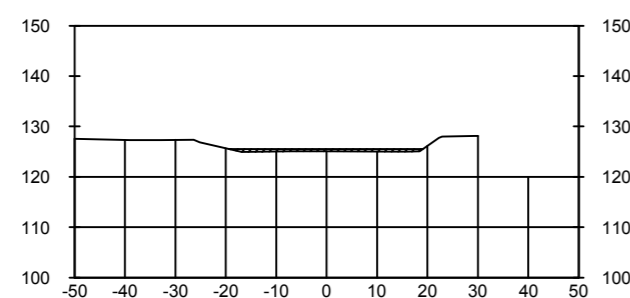
0+840.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 23.57m²



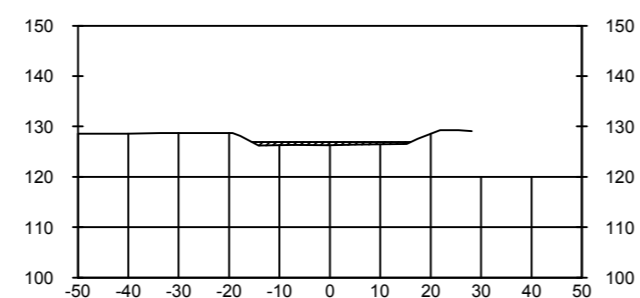
0+920.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 22.98m²



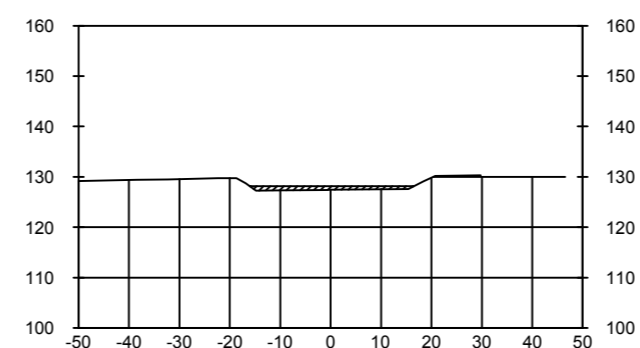
0+700.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 18.18m²



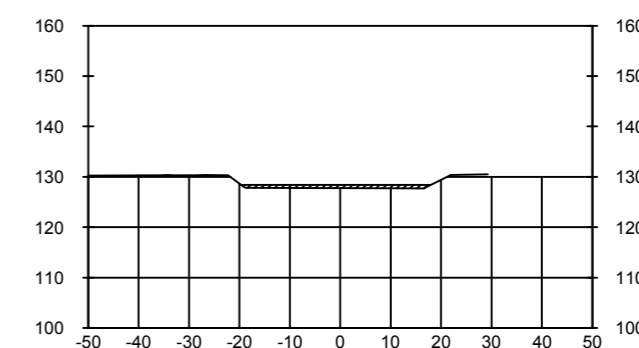
0+780.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 17.29m²



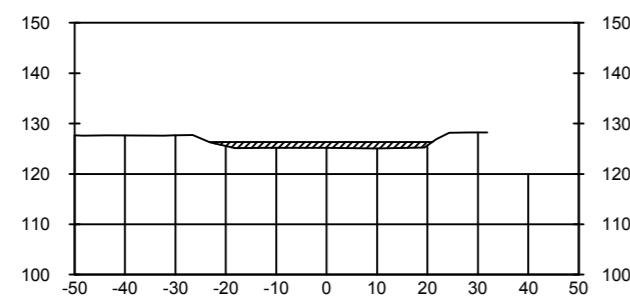
0+860.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 22.40m²



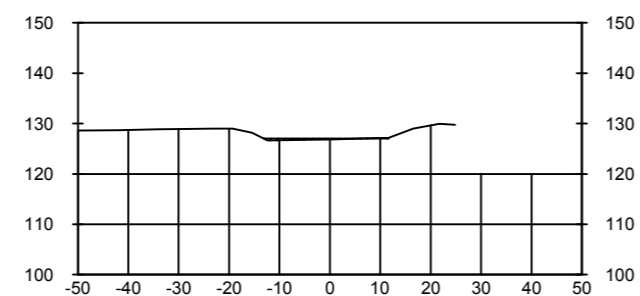
0+940.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 22.68m²



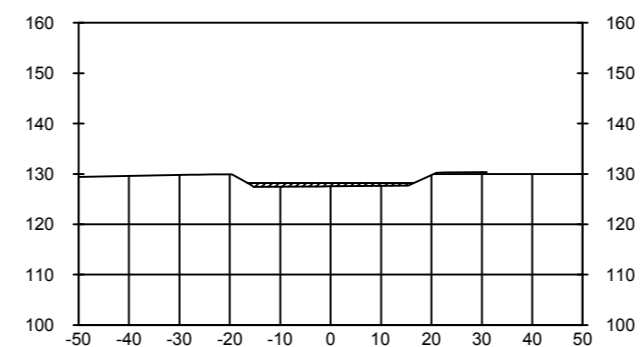
0+720.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 47.29m²



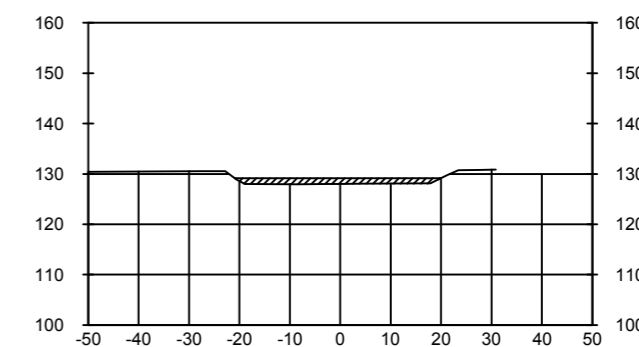
0+800.00 Área de corte: 0.35m²
Área de relleno: 3.97m²



0+880.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 21.39m²



0+960.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 43.08m²



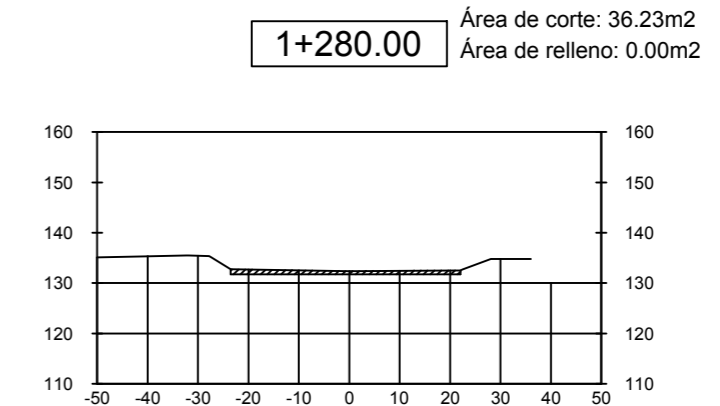
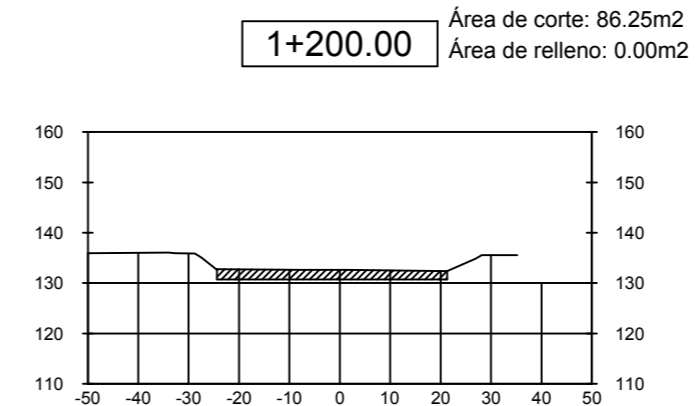
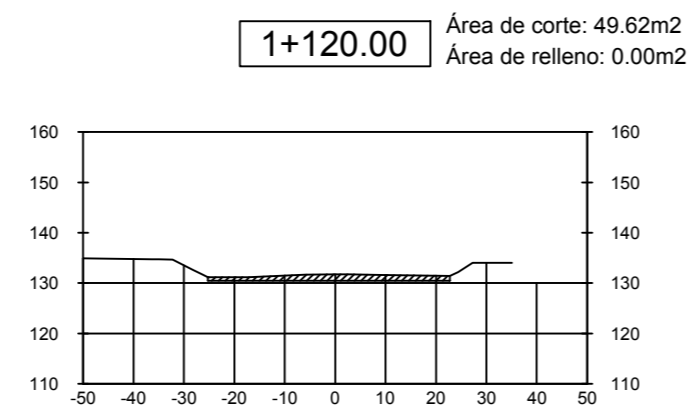
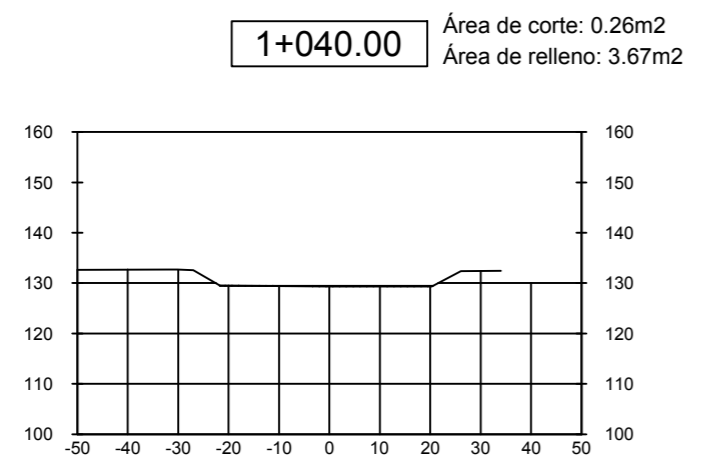
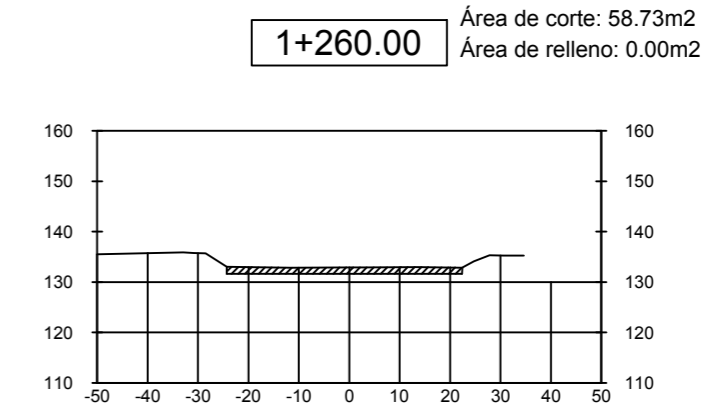
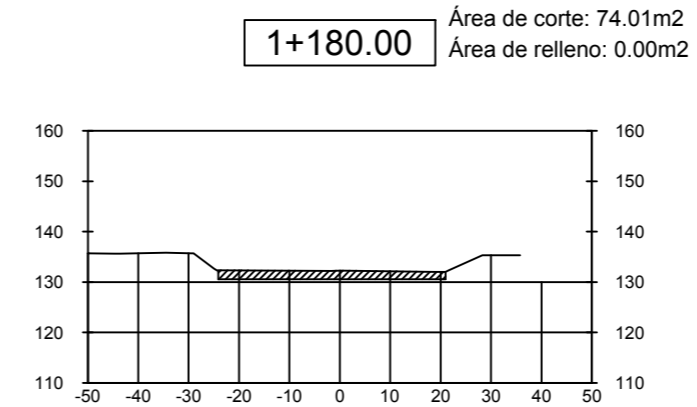
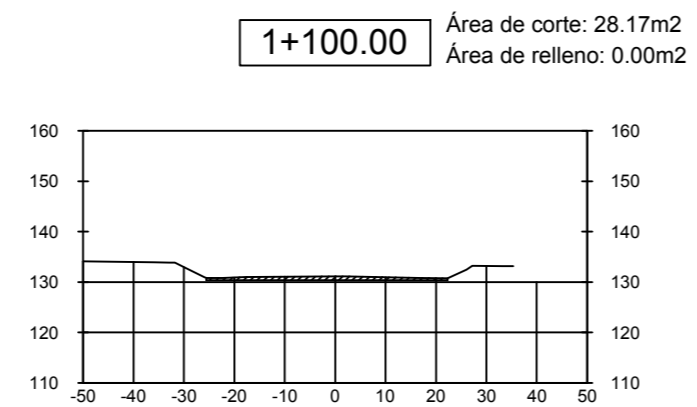
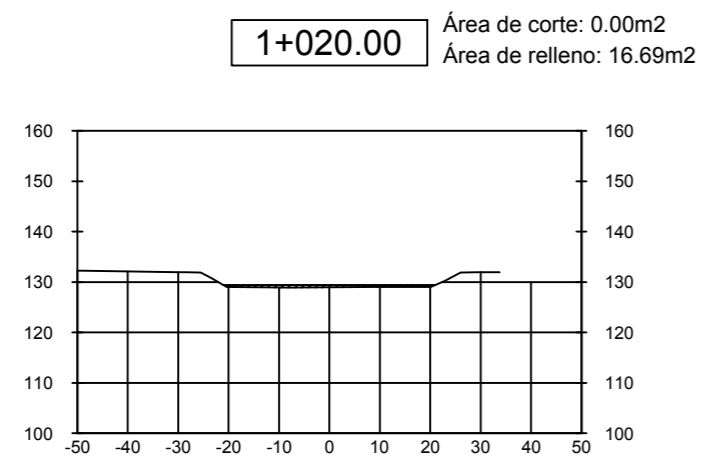
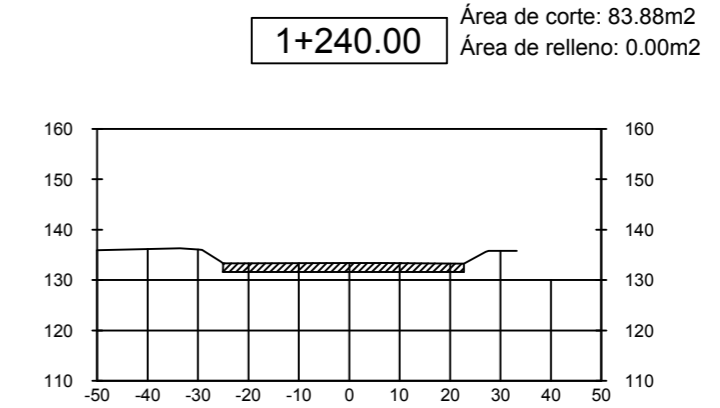
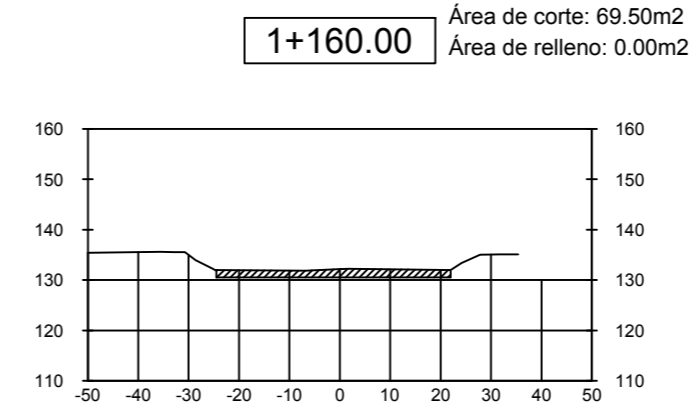
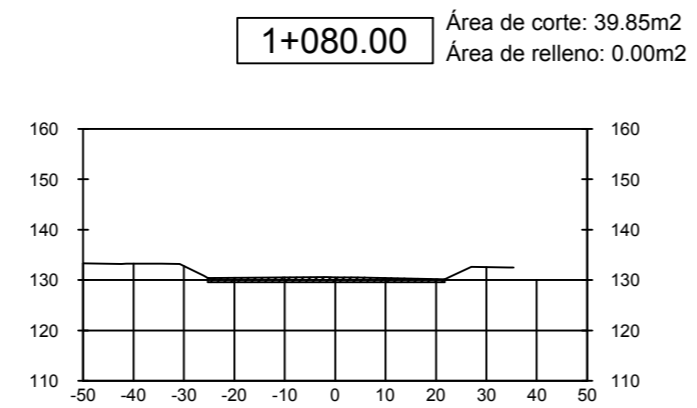
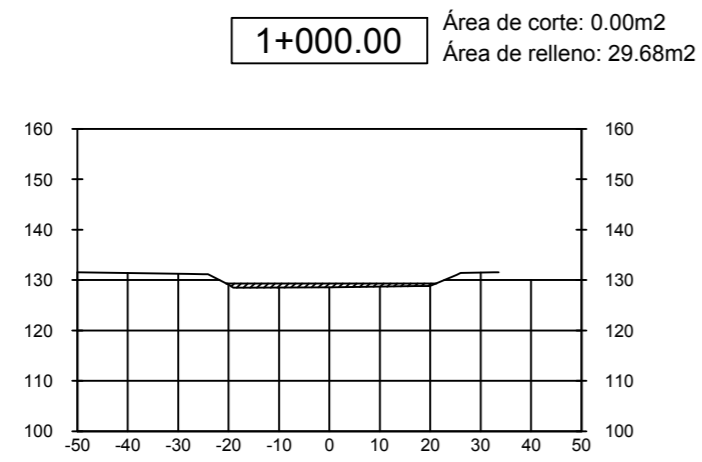
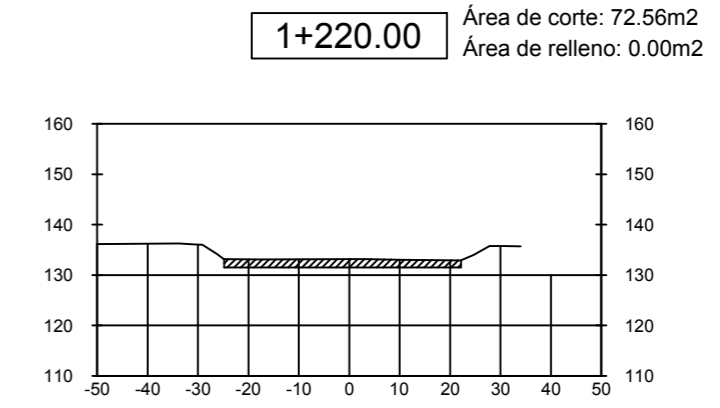
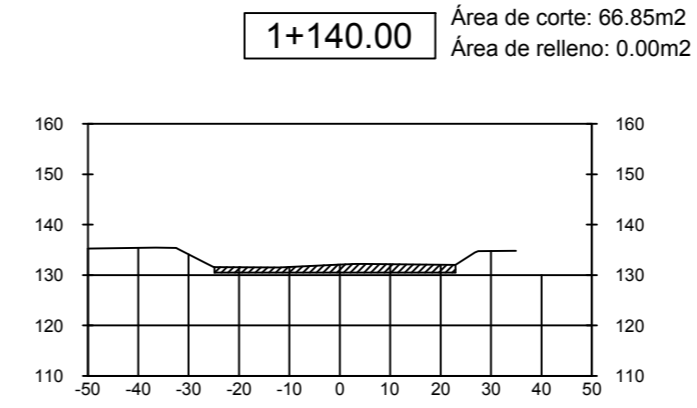
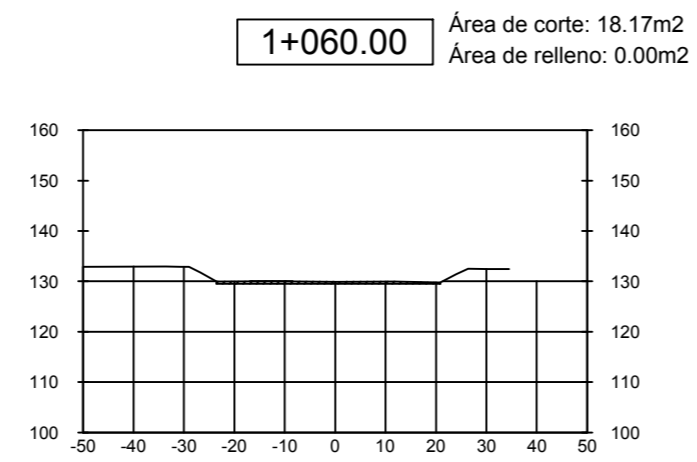
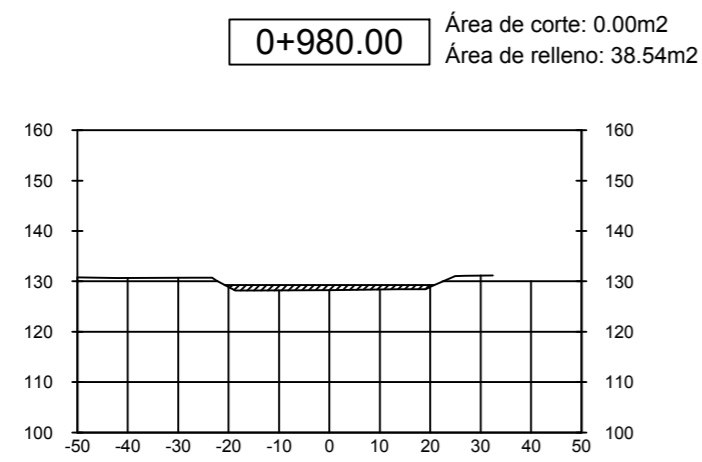
SECCIONES TRANSVERSALES DEL TRAMO DE ESTUDIO (2km)

0+660 - 0+960

Esc. 1/1500



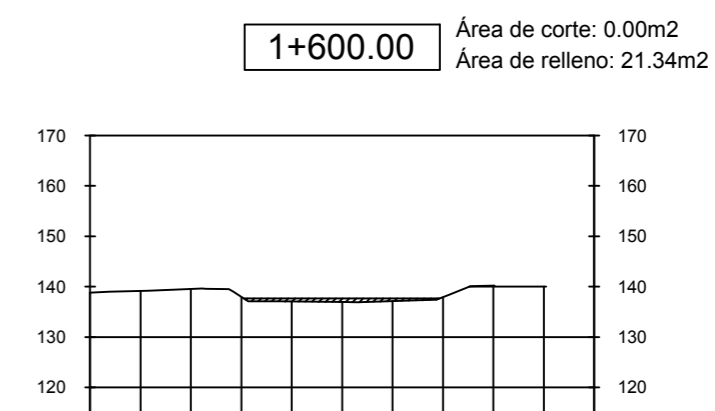
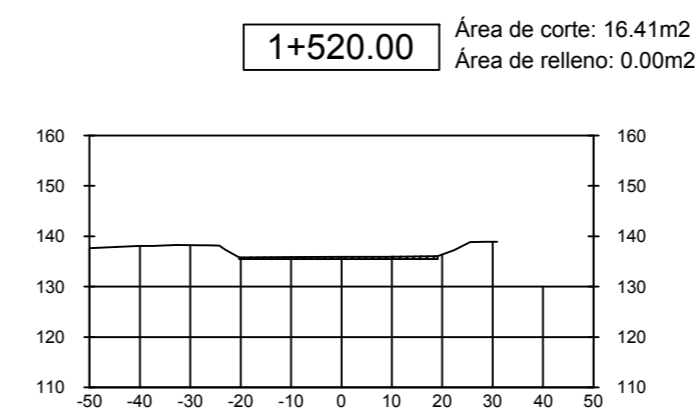
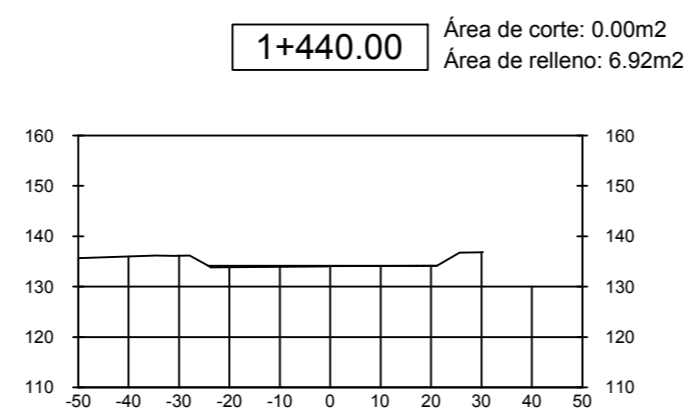
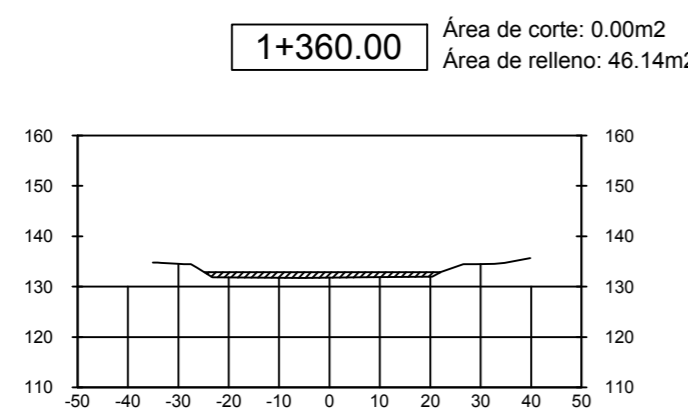
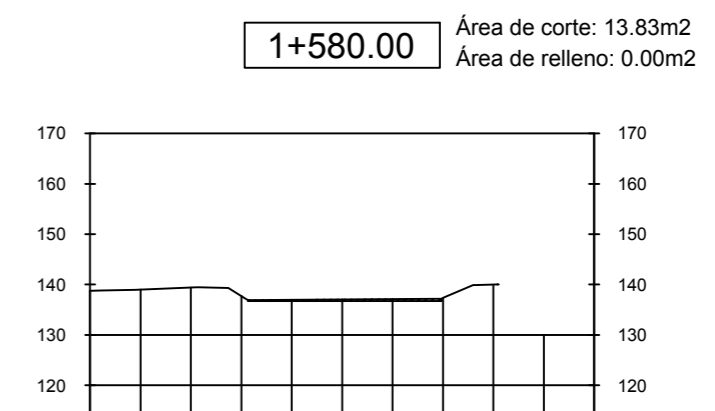
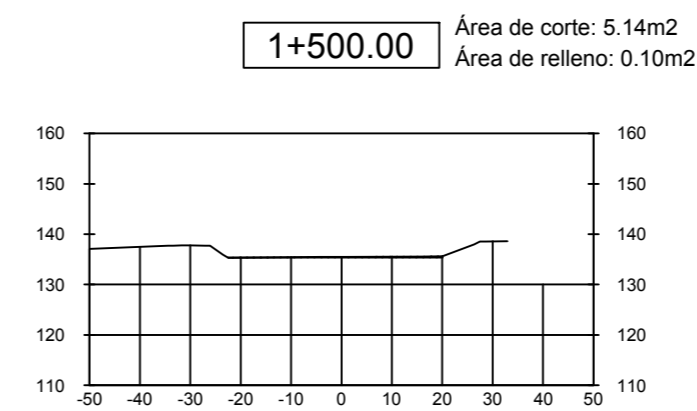
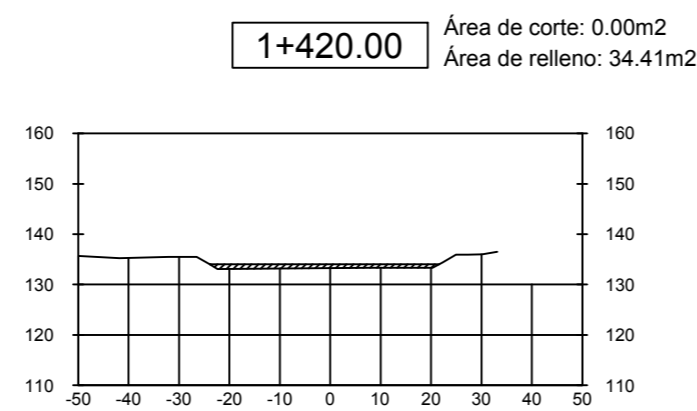
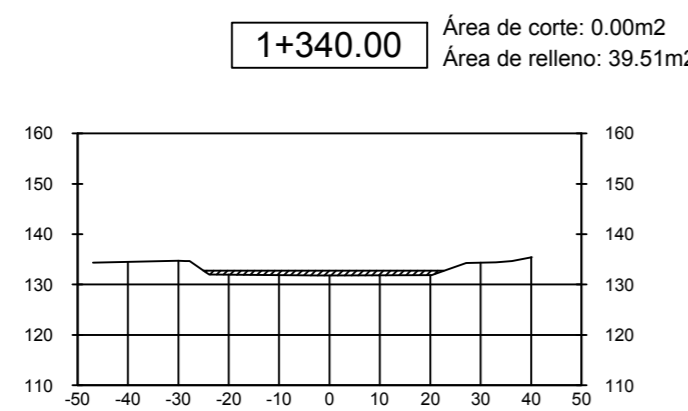
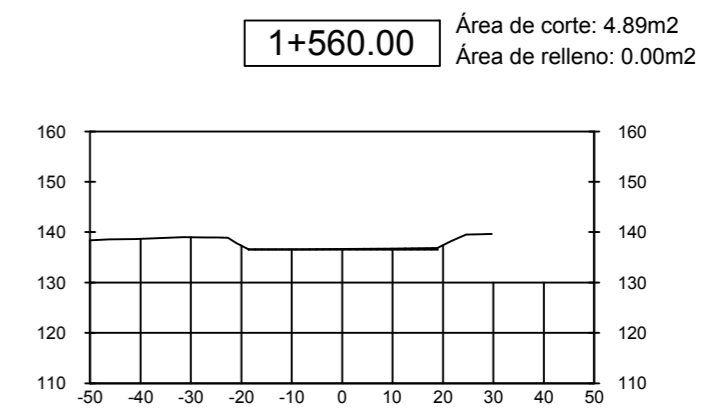
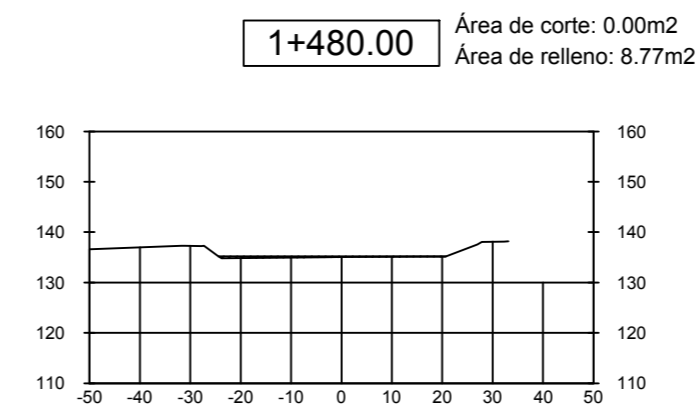
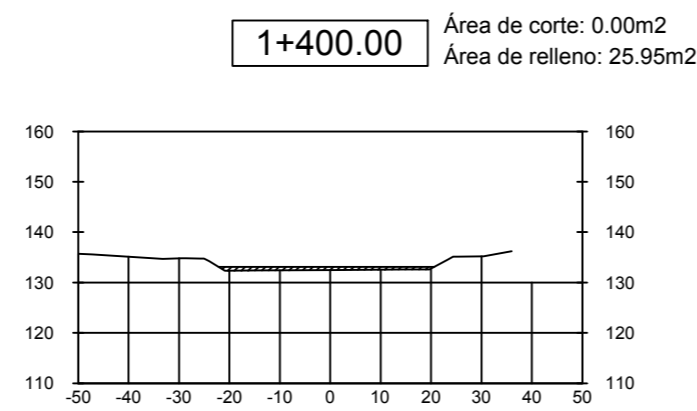
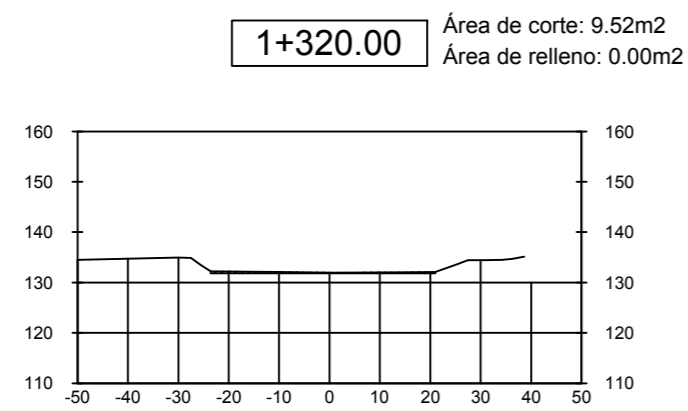
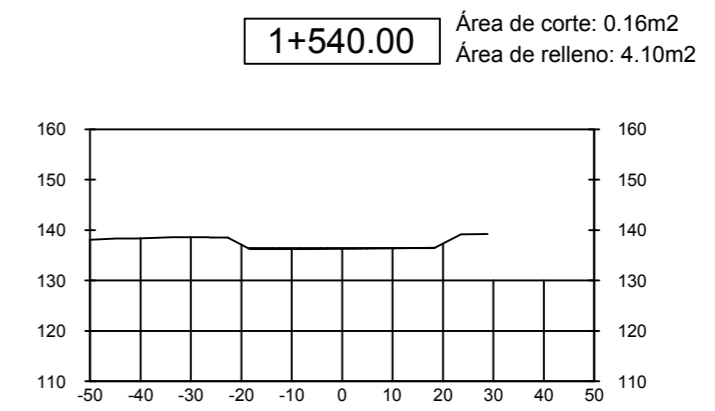
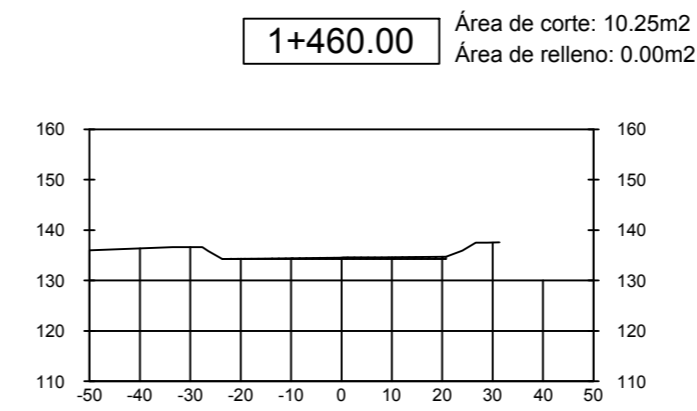
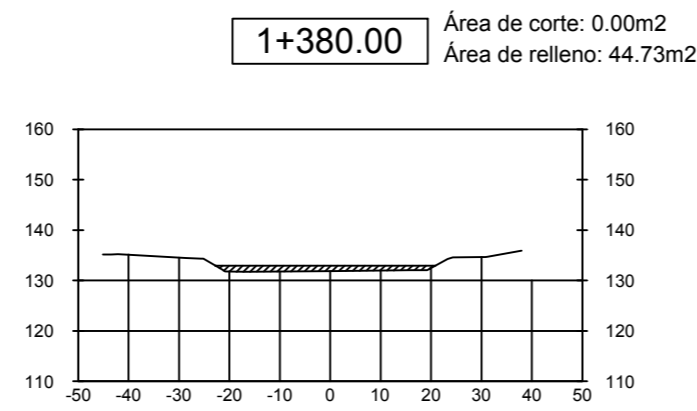
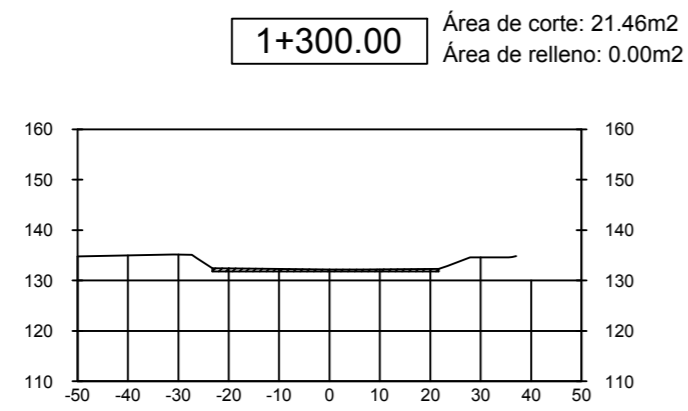
TESIS: "COMPARACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA–SECTOR CASCAJAL–PROVINCIA DEL SANTA–ÁNCASH"		ESCALA: Indicada FECHA: JUL 2020
TESISTAS: BACH. CARRETERO MIRANDA CARLOS DIEGO BACH. LLANOS CUZCO BRUNO HANSPOOL		LÁMINA:
FACULTAD: INGENIERÍA ESCUELA: E.P. INGENIERÍA CIVIL	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES	ST-3



SECCIONES TRANSVERSALES DEL TRAMO DE ESTUDIO (2km)
0+980 - 1+280
Esc. 1/1500

 **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

TESIS: "COMPARACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBERENA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA–SECTOR CASCAJAL–PROVINCIA DEL SANTA–ÁNCASH"		ESCALA: <i>Indicada</i> FECHA: JUL 2020
TESISISTAS: BACH. CARRETERO MIRANDA CARLOS DIEGO BACH. LLANOS CUZCO BRUNO HANSPOOL		LÁMINA:
FACULTAD: INGENIERÍA ESCUELA: E.P. INGENIERÍA CIVIL	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES	ST-4

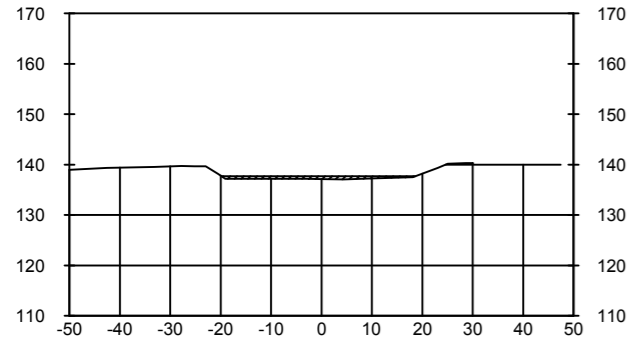


SECCIONES TRANSVERSALES DEL TRAMO DE ESTUDIO (2km)
1+300 - 1+600
Esc. 1/1500

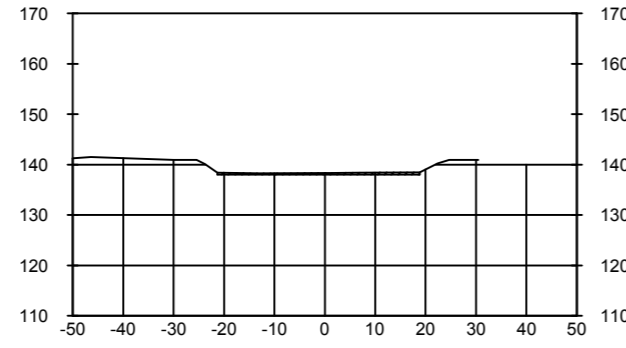


TESIS: "COMPARACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA–SECTOR CASCAJAL–PROVINCIA DEL SANTA–ÁNCASH"		ESCALA: Indicada FECHA: JUL 2020
TESISISTAS: BACH. CARRETERO MIRANDA CARLOS DIEGO BACH. LLANOS CUZCO BRUNO HANSPOOL		LÁMINA:
FACULTAD: INGENIERÍA ESCUELA: E.P. INGENIERÍA CIVIL	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES	ST-5

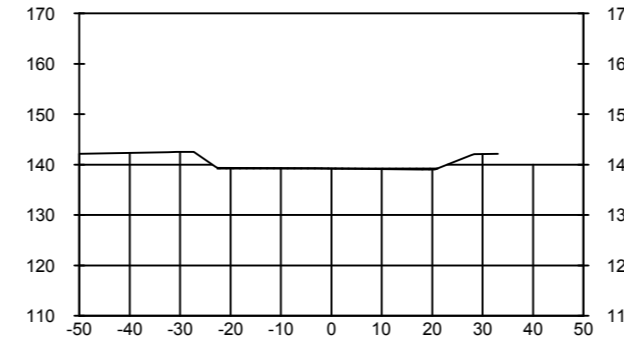
1+620.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 18.48m²



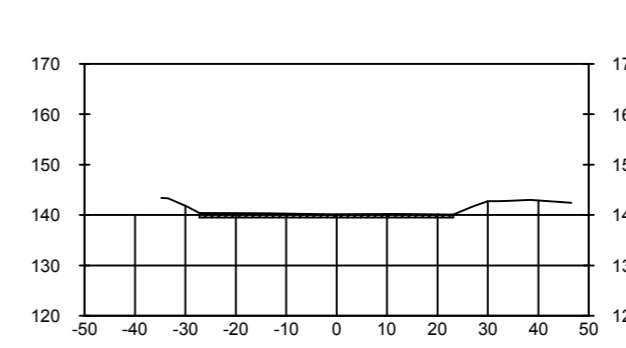
1+700.00 Área de corte: 14.75m²
Área de relleno: 0.00m²



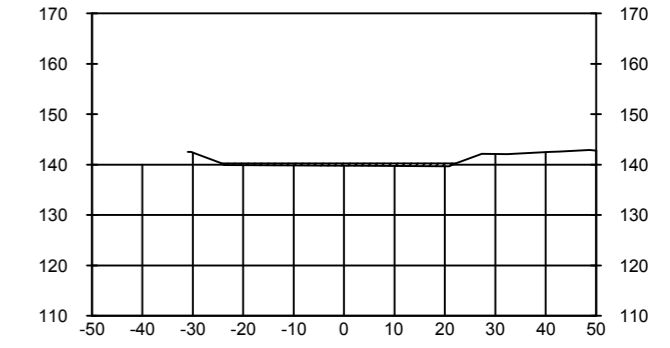
1+780.00 Área de corte: 1.58m²
Área de relleno: 2.40m²



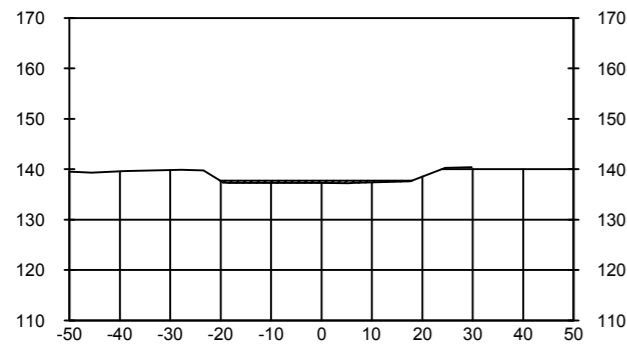
1+860.00 Área de corte: 34.64m²
Área de relleno: 0.00m²



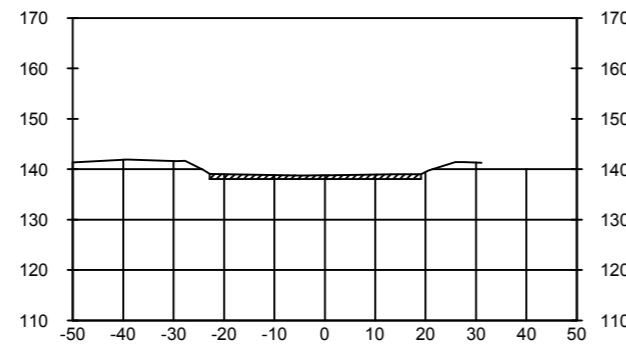
1+940.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 18.10m²



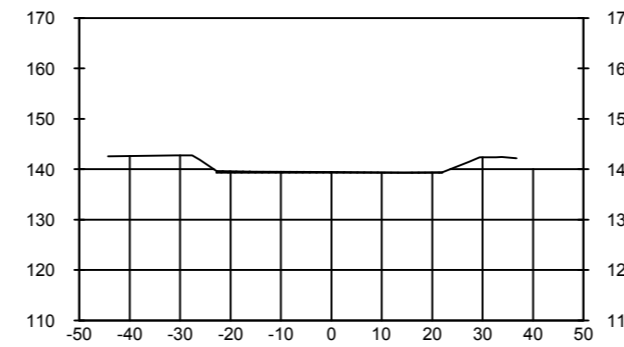
1+640.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 16.04m²



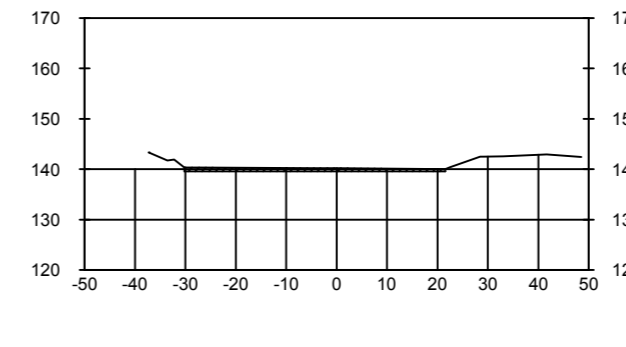
1+720.00 Área de corte: 36.14m²
Área de relleno: 0.00m²



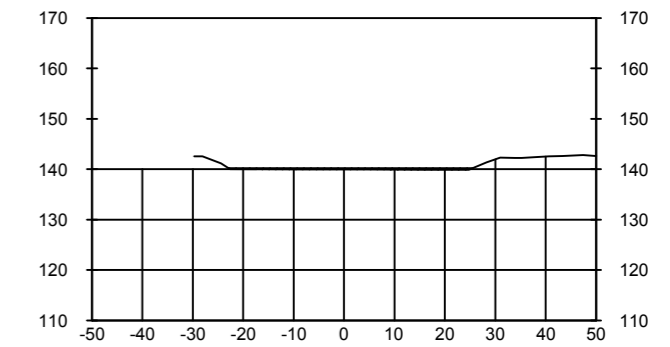
1+800.00 Área de corte: 6.40m²
Área de relleno: 0.00m²



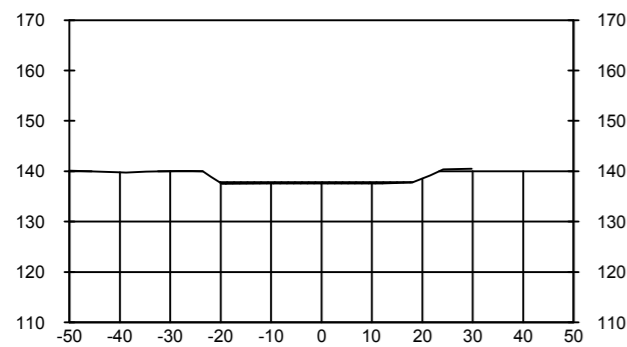
1+880.00 Área de corte: 31.08m²
Área de relleno: 0.00m²



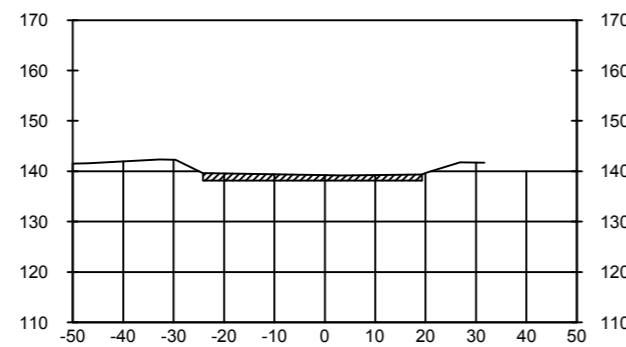
1+960.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 13.32m²



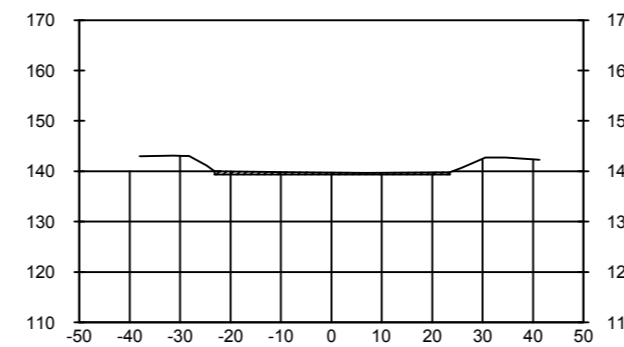
1+660.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 8.94m²



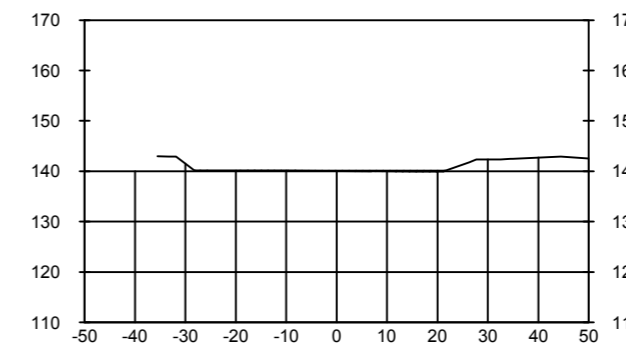
1+740.00 Área de corte: 52.28m²
Área de relleno: 0.00m²



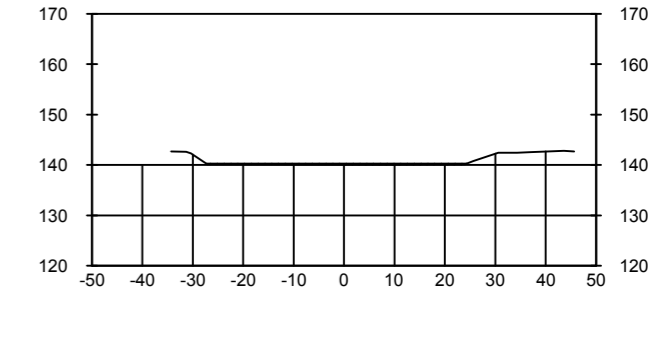
1+820.00 Área de corte: 19.91m²
Área de relleno: 0.00m²



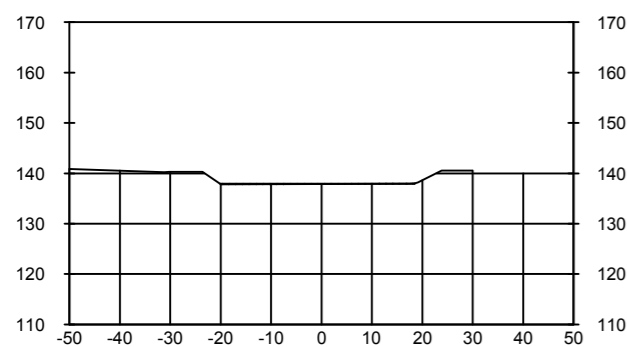
1+900.00 Área de corte: 0.02m²
Área de relleno: 4.59m²



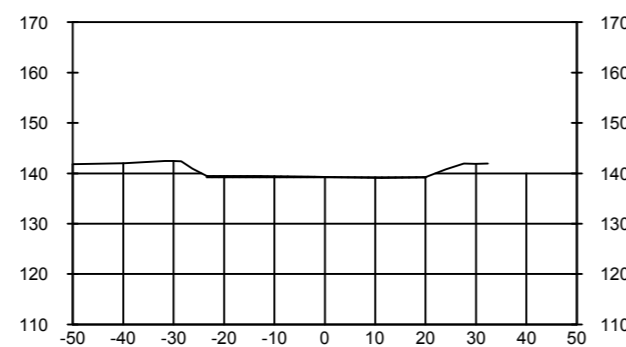
1+980.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 7.72m²



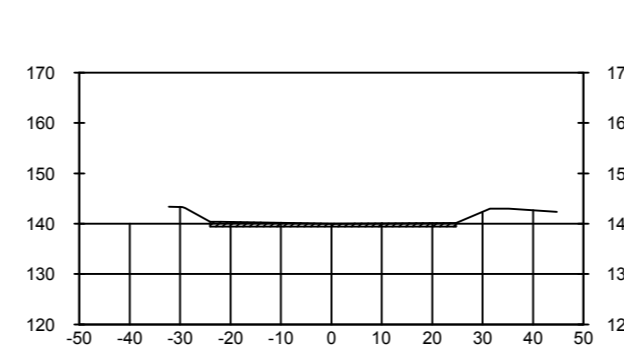
1+680.00 Área de corte: 1.13m²
Área de relleno: 1.92m²



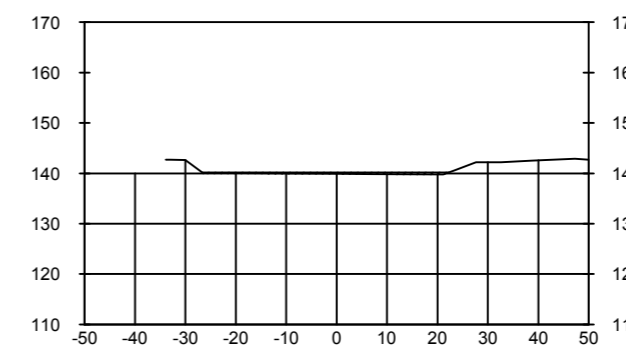
1+760.00 Área de corte: 5.71m²
Área de relleno: 0.49m²



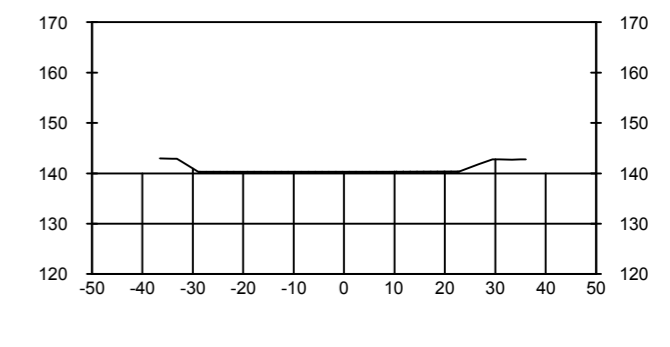
1+840.00 Área de corte: 33.99m²
Área de relleno: 0.00m²



1+920.00 Área de corte: 0.00m²
Área de relleno: 13.96m²



2+000.00 Área de corte: 0.94m²
Área de relleno: 0.33m²

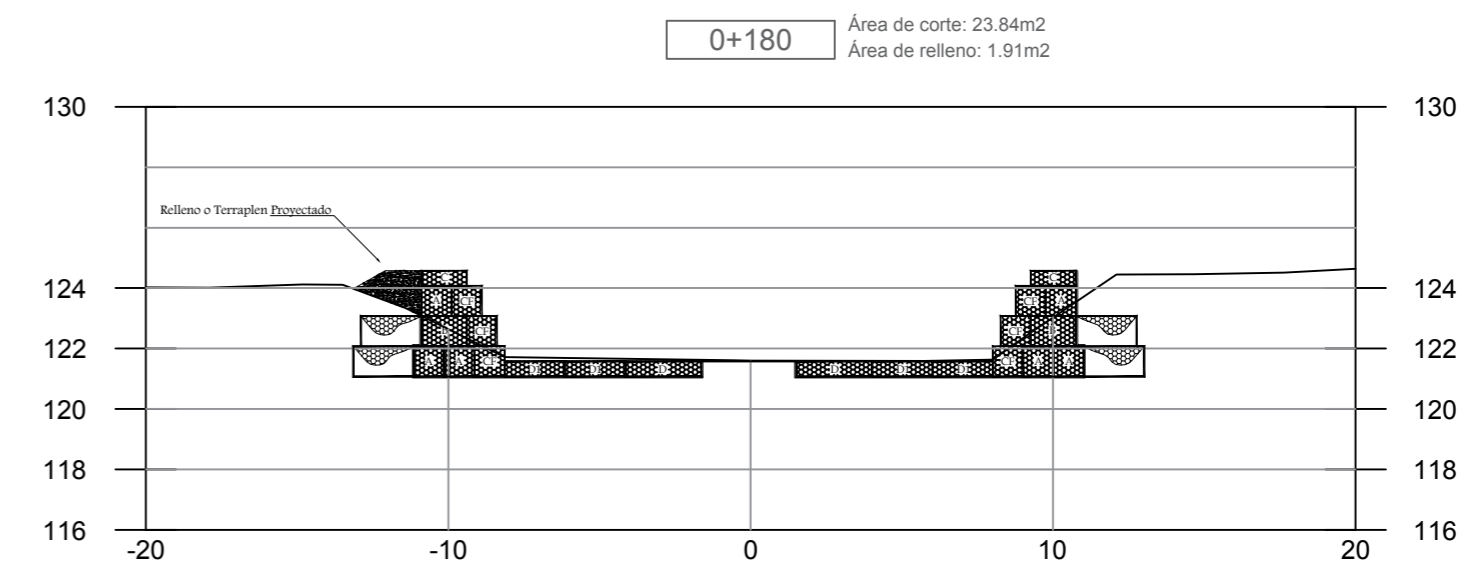
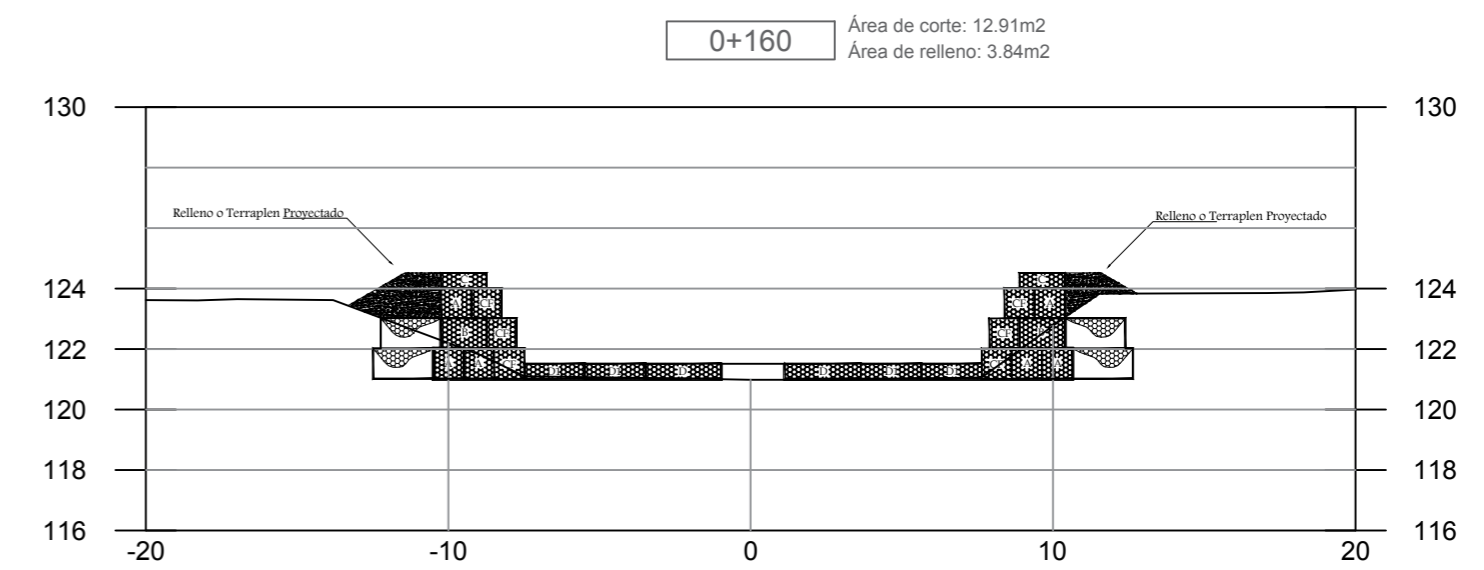
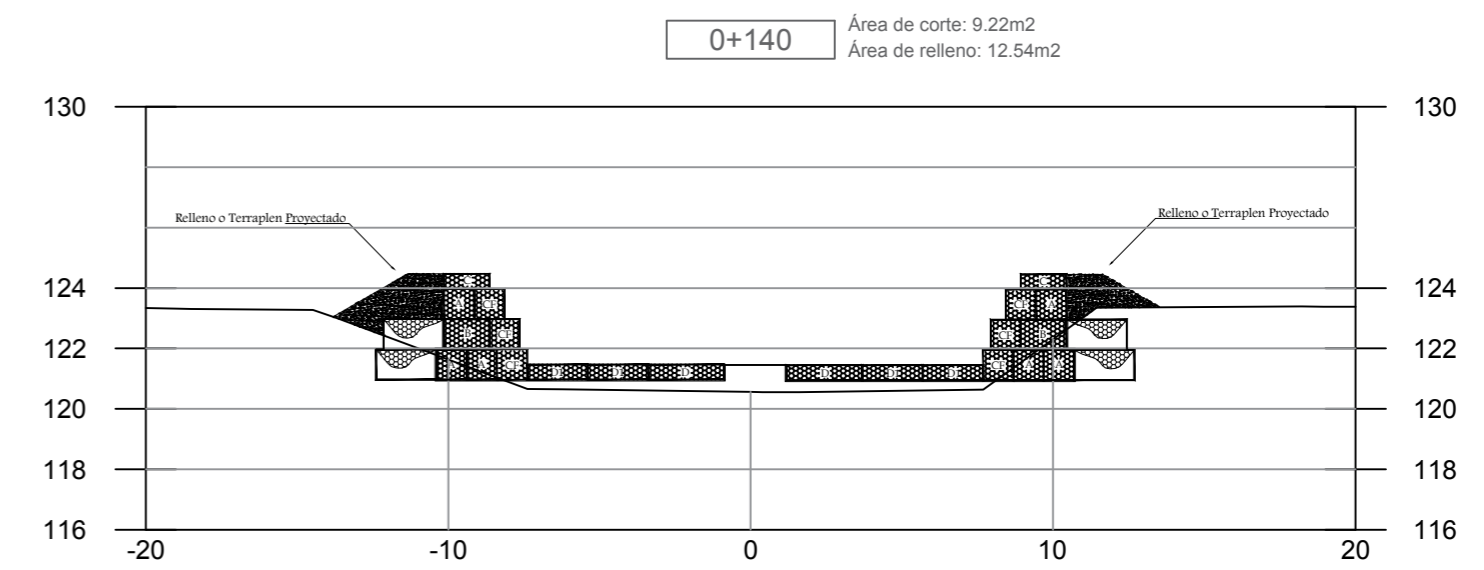
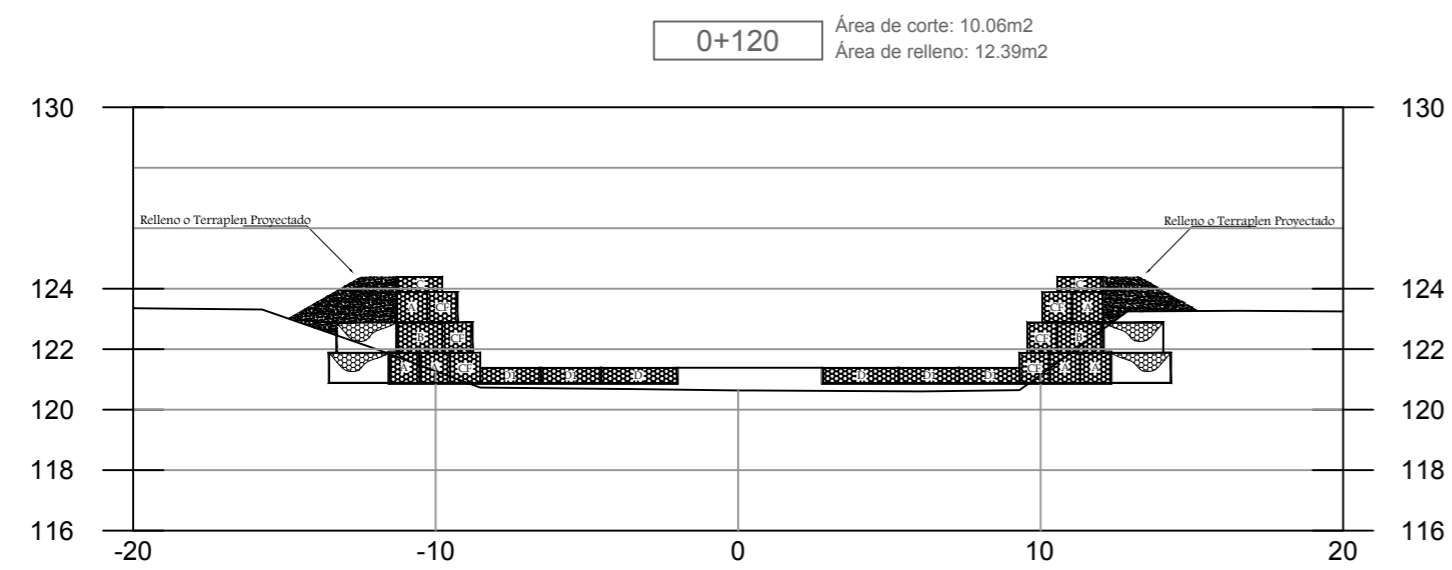
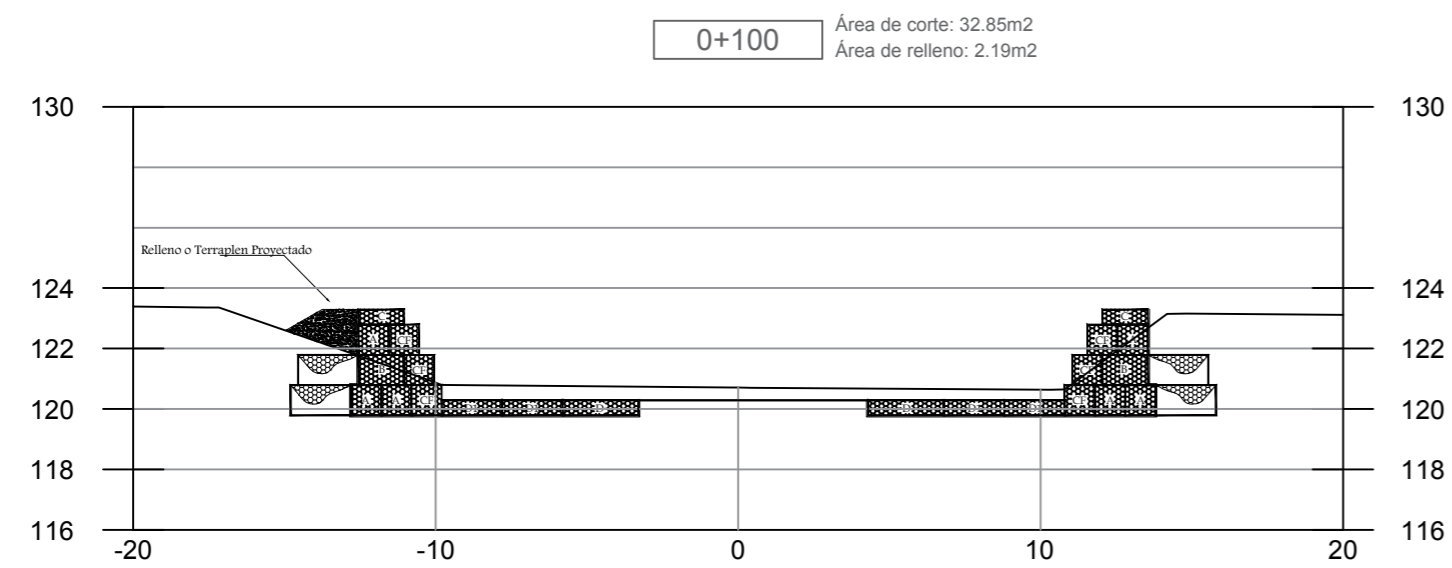
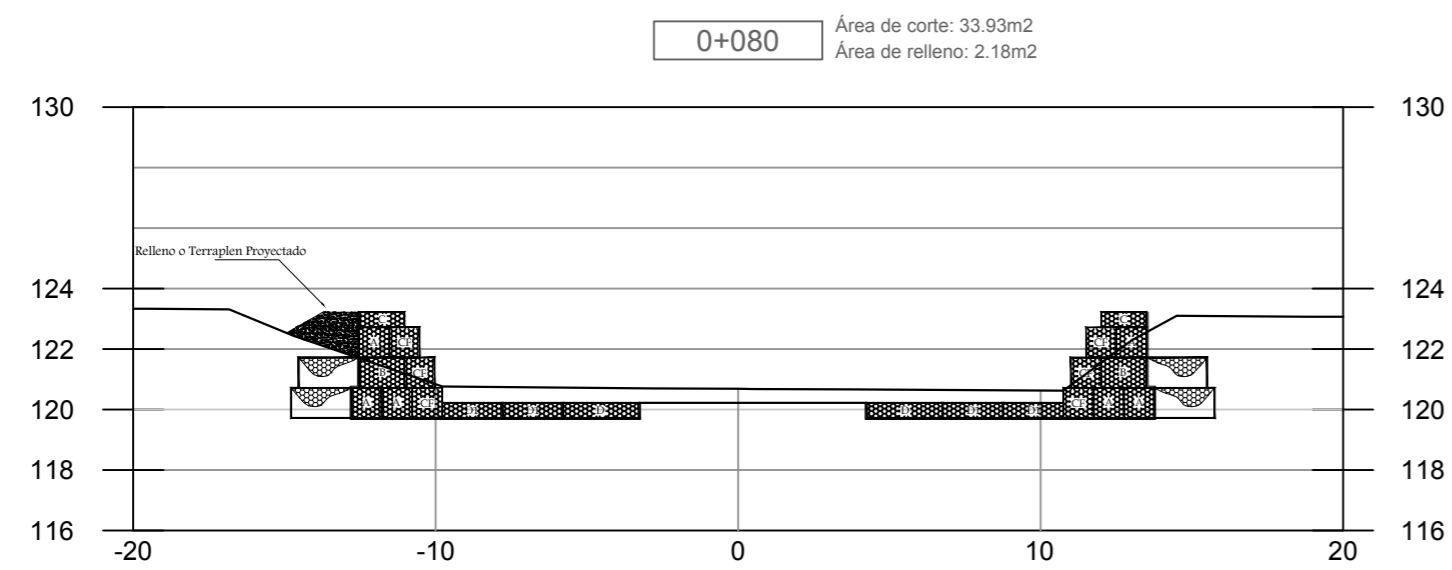
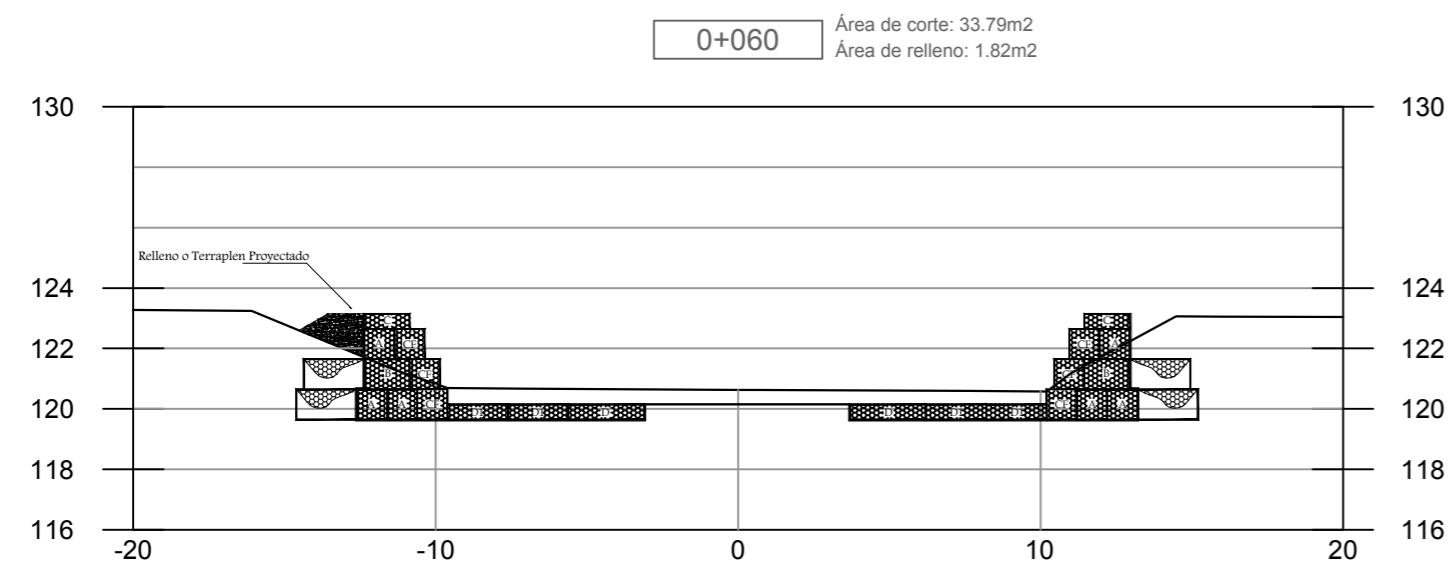


SECCIONES TRANSVERSALES DEL TRAMO DE ESTUDIO (2km)


1+620 - 2+000
Esc. 1/1500

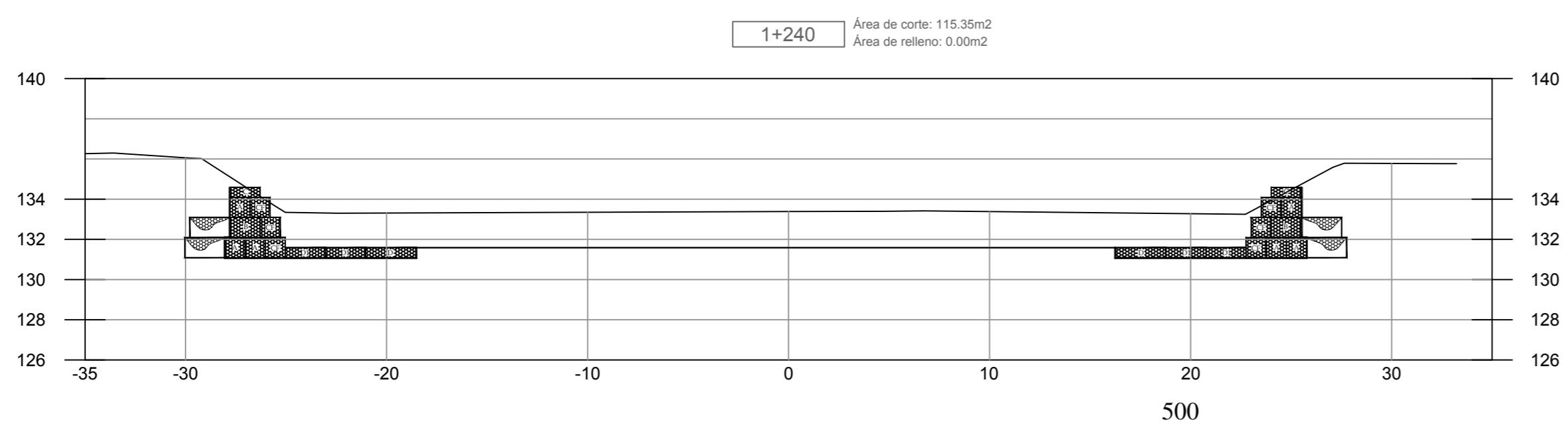
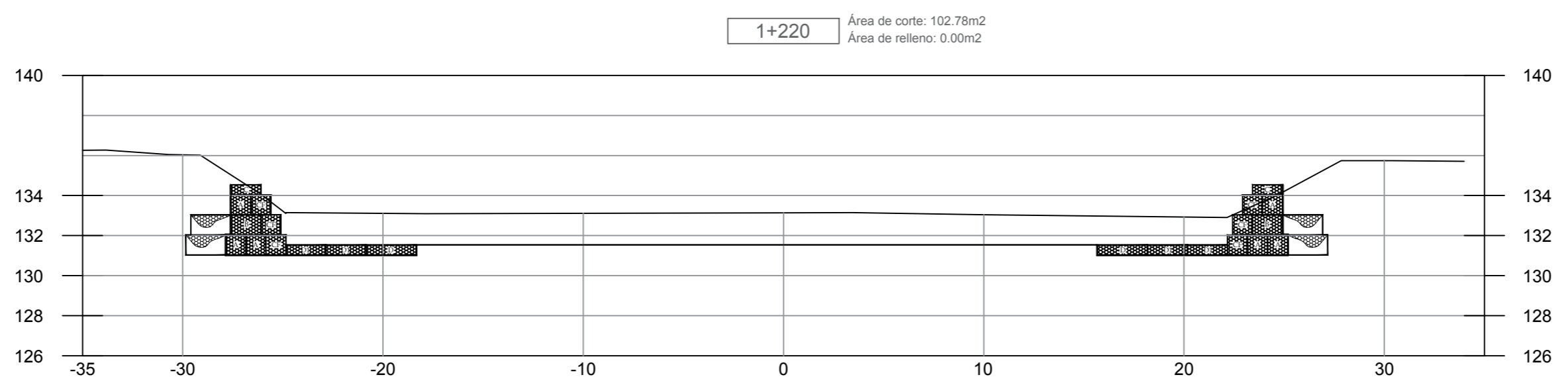
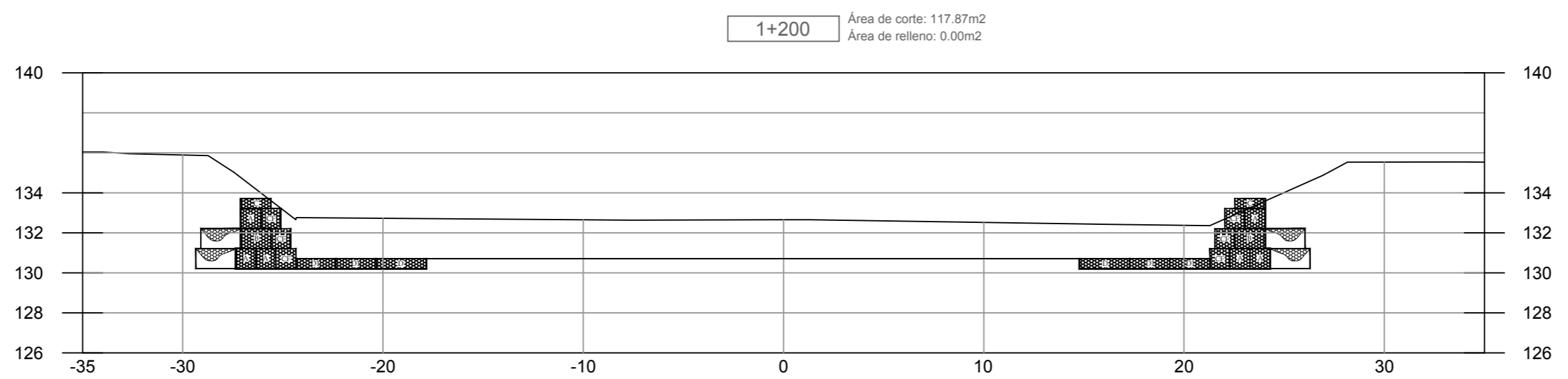
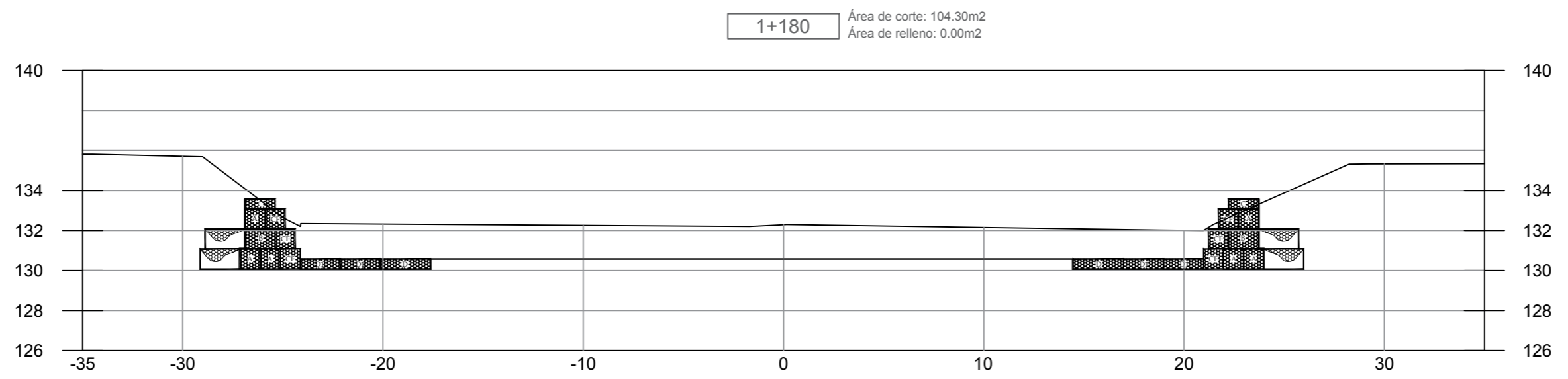


TESIS: "COMPARACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA–SECTOR CASCAJAL–PROVINCIA DEL SANTA–ÁNCASH"		ESCALA: Indicada FECHA: JUL 2020
TESISISTAS: BACH. CARRETERO MIRANDA CARLOS DIEGO BACH. LLANOS CUZCO BRUNO HANSPOOL		LÁMINA:
FACULTAD: INGENIERÍA ESCUELA: E.P. INGENIERÍA CIVIL	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES	ST-6




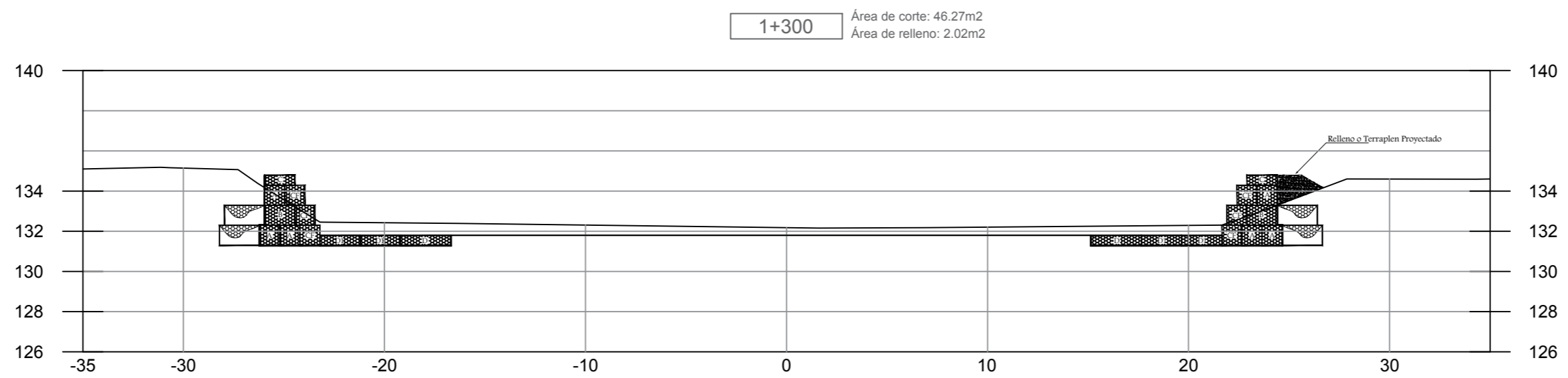
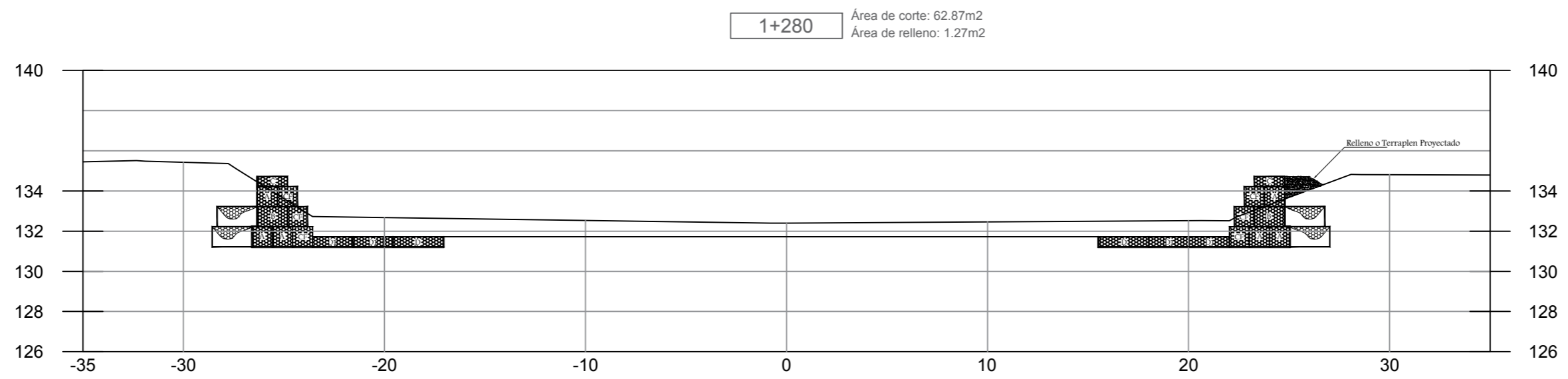
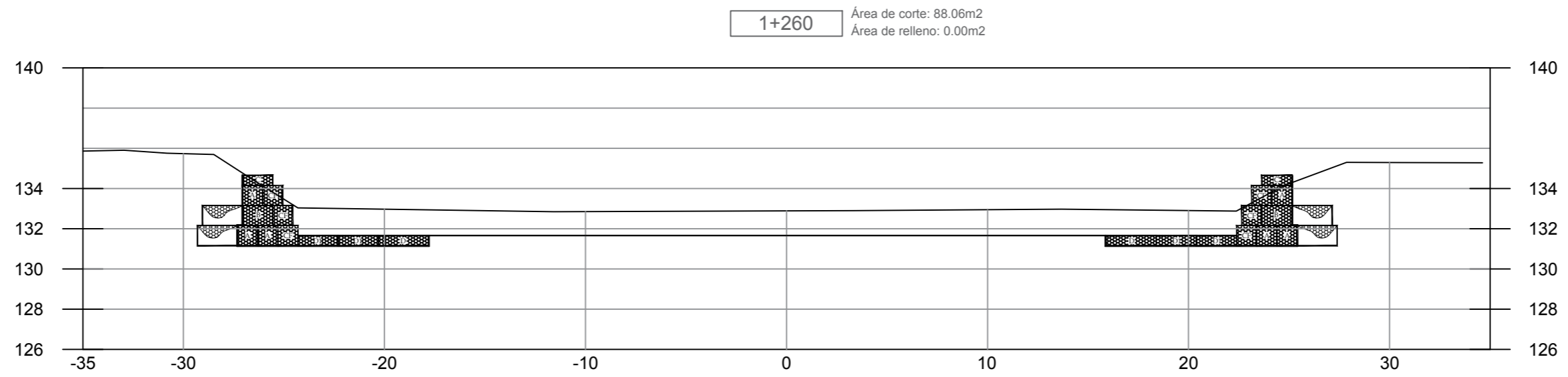
Tramo I de reforzamiento con gaviones
del tramo de estudio (2km)
0+060 - 0+300

 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	
TESIS: "COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBERENA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA-SECTOR CASCAJAL-PROVINCIA DEL SANTA-ANCASH"	ESCALA: 1/250 FECHA: JUL 2020
TESISISTAS: BACH. CARRETERO MIRANDA CARLOS DIEGO BACH. LLANOS CUZCO BRUNO HANSPOOL	LÁMINA:
FACULTAD: INGENIERÍA ESCUELA: E.P. INGENIERÍA CIVIL	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES CON GAVIONES
ST-7	



Tramo II de reforzamiento con gaviones
del tramo de estudio (2km)
1+180 - 1+240

 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA		ESCALA 1/250
<small>TESIS:</small> "COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBERENA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA-SECTOR CASCAJAL-PROVINCIA DEL SANTA-ANCASH"		FECHA JUL 2020
<small>TESISTAS:</small> BACH. CARRETERO MIRANDA CARLOS DIEGO BACH. LLANOS CUZCO BRUNO HANSPOOL		LÁMINA:
<small>FACULTAD:</small> INGENIERÍA <small>ESCUELA:</small> E.P. INGENIERÍA CIVIL	<small>PLANO:</small> SECCIONES TRANSVERSALES CON GAVIONES	ST-8



Tramo II de reforzamiento con gaviones
del tramo de estudio (2km)
1+260 - 1+300

 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESIS:
"COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBERENA
ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON
GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA-SECTOR CASCAJAL-PROVINCIA DEL SANTA-ANCASH"

TESISTAS:
BACH. CARRETERO MIRANDA CARLOS DIEGO
BACH. LLANOS CUZCO BRUNO HANSPOOL

FACULTAD: INGENIERÍA

ESCUELA: E.P. INGENIERÍA CIVIL

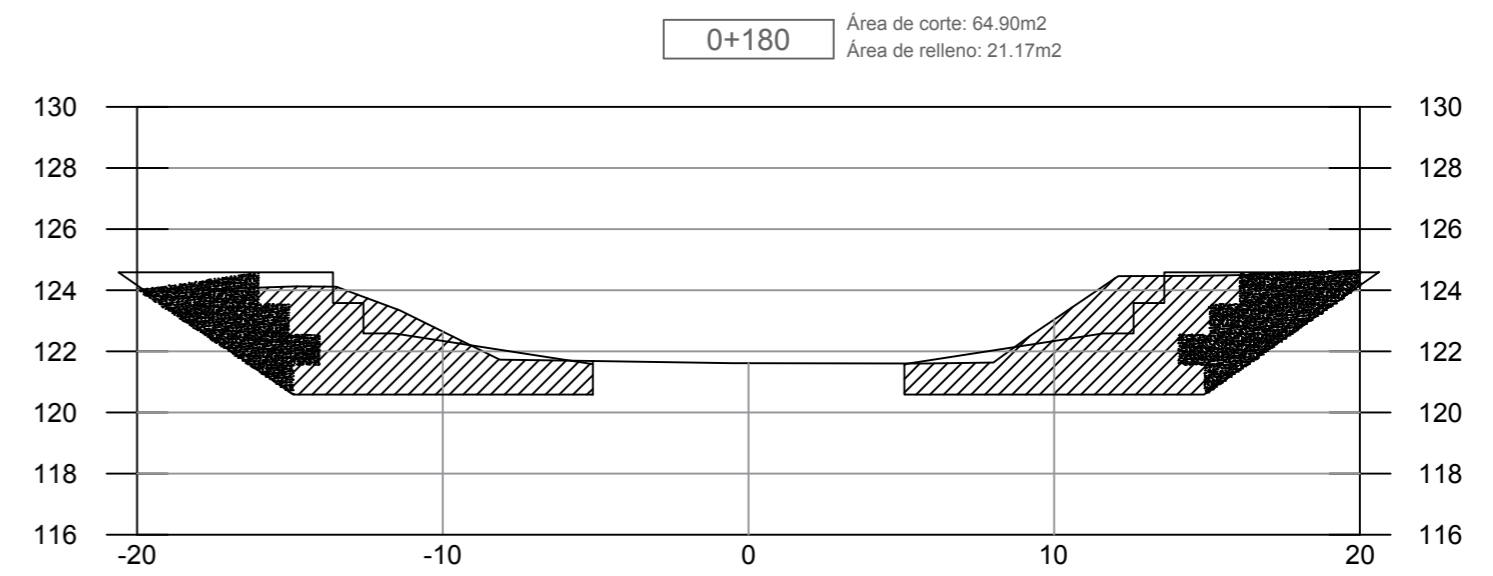
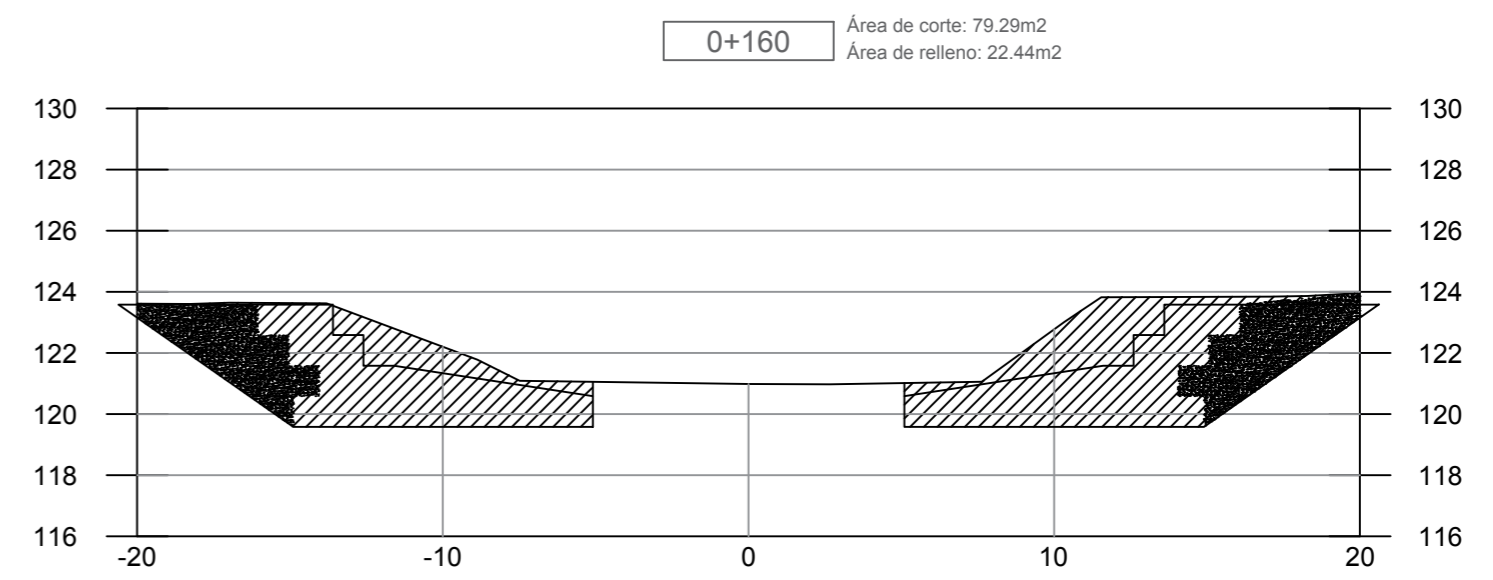
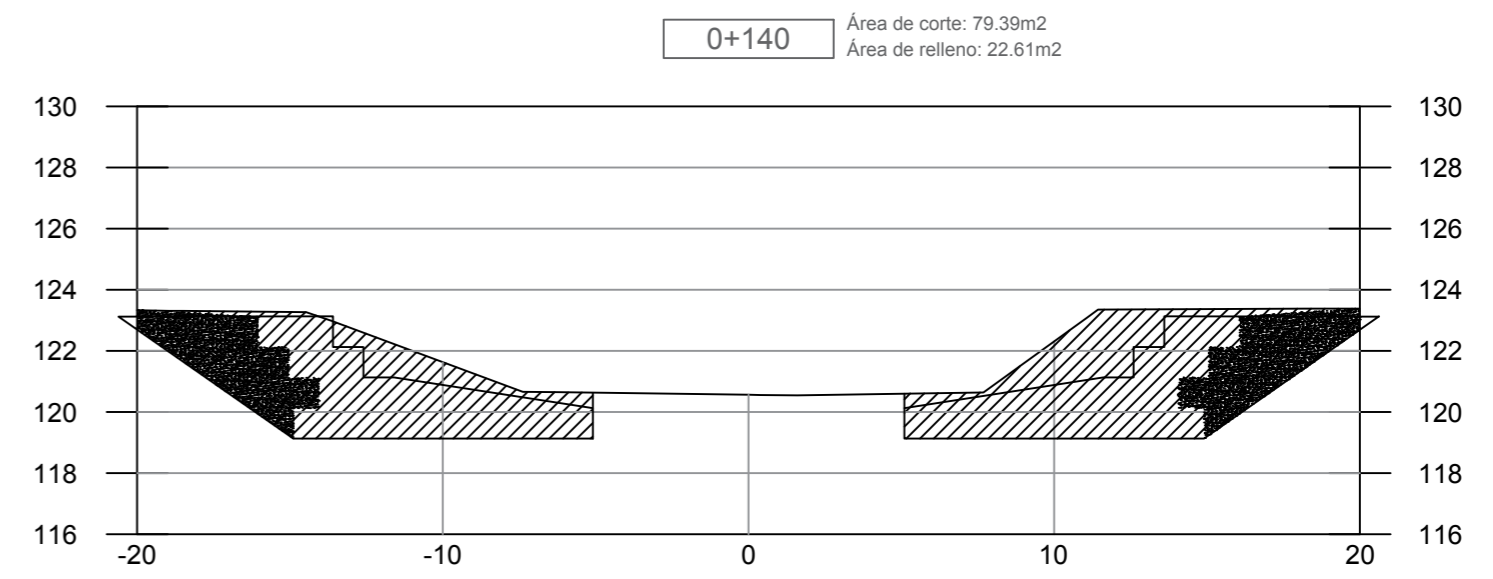
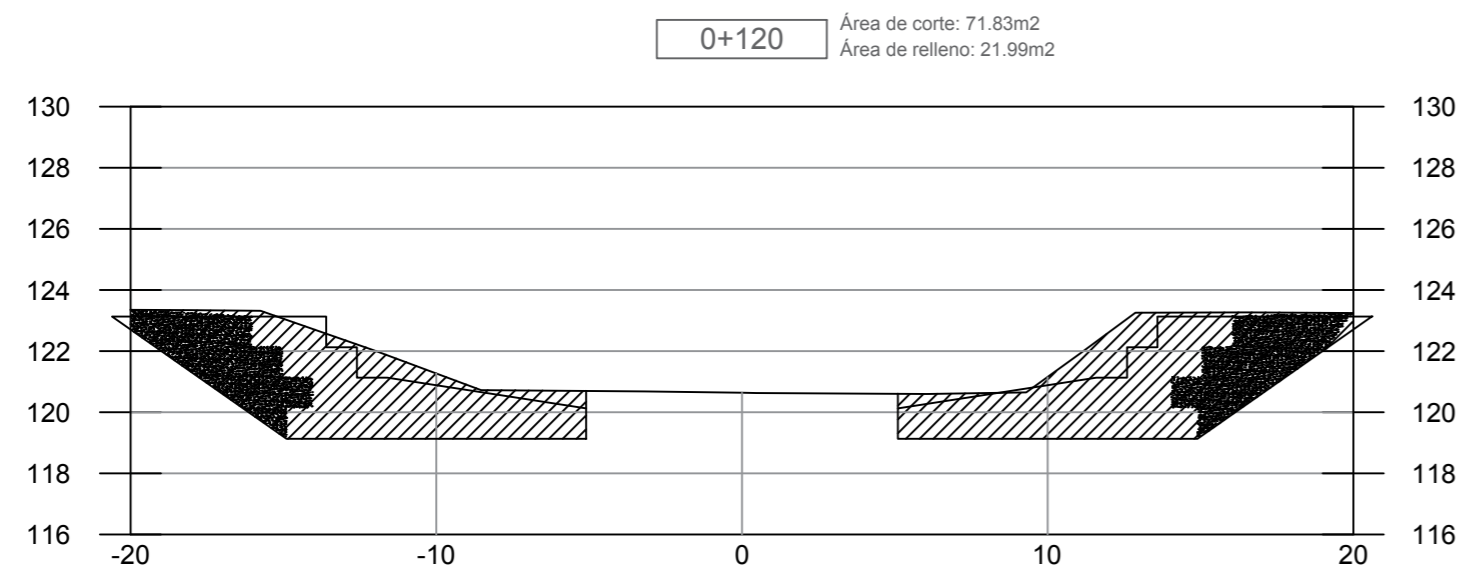
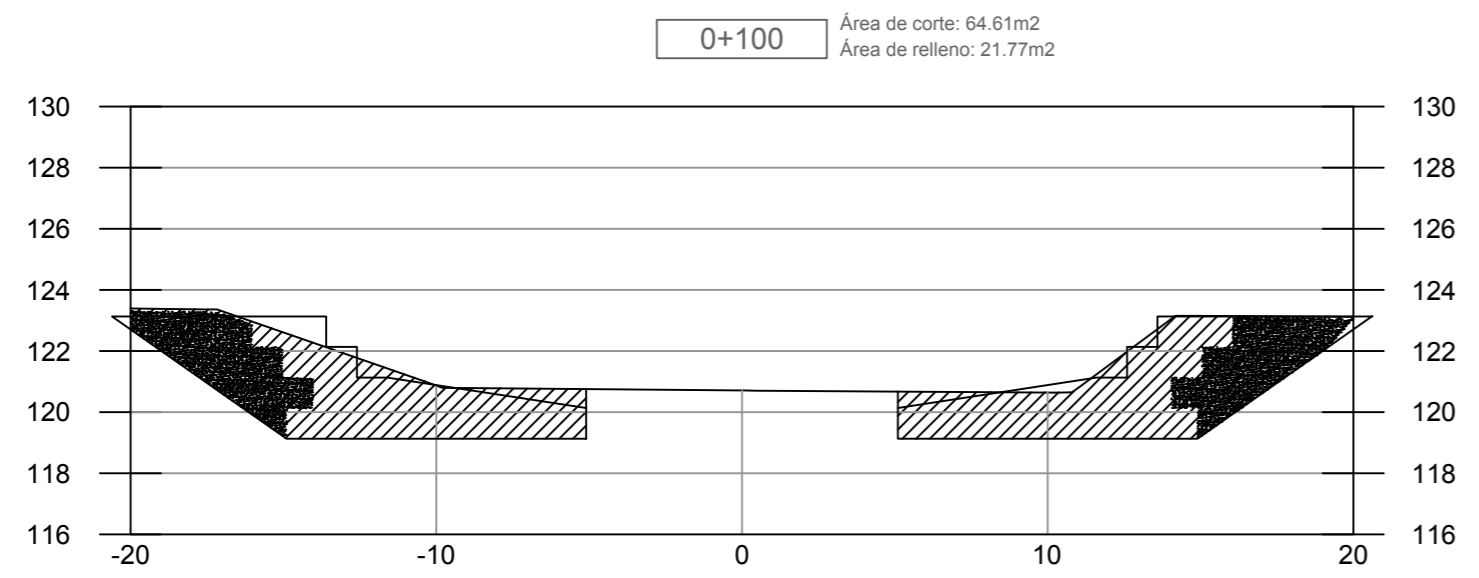
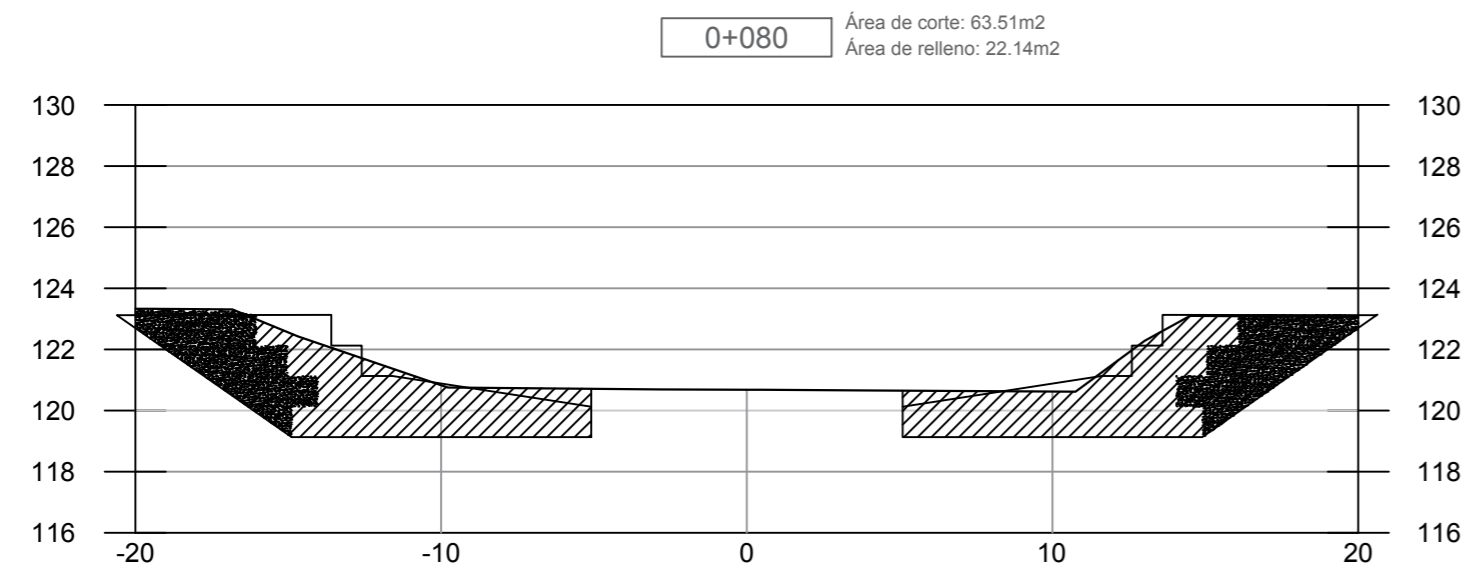
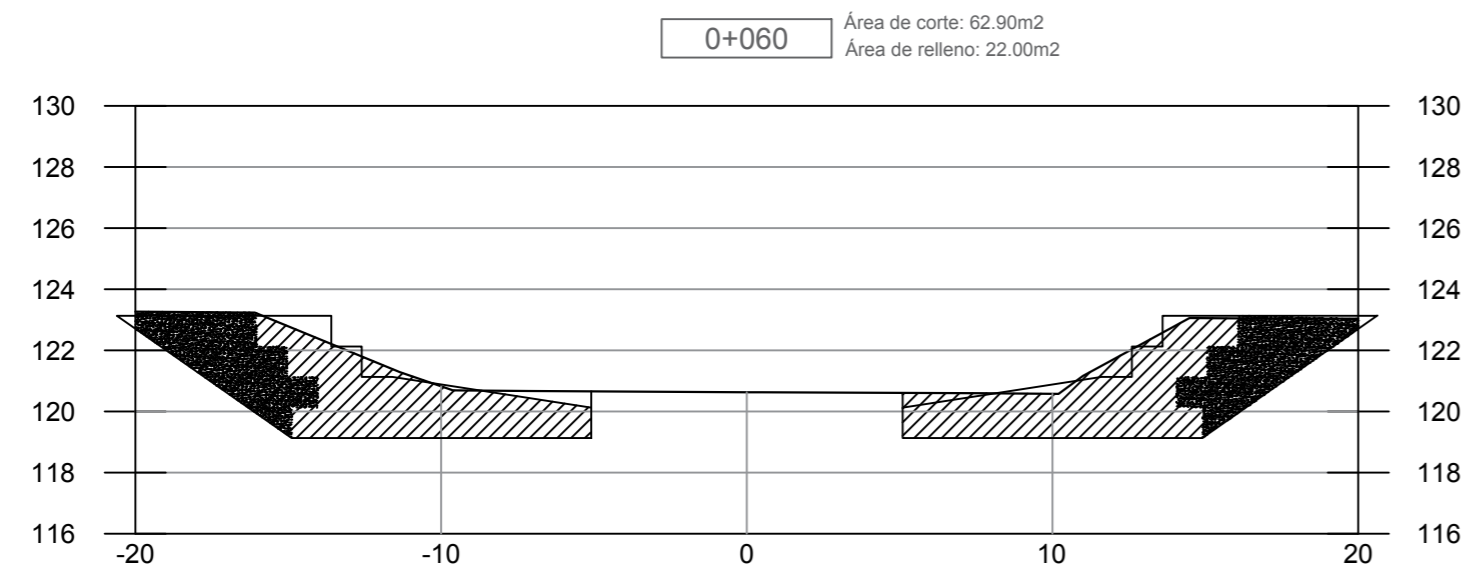
PLANO:
SECCIONES TRANSVERSALES CON GAVIONES

ESCALA 1/250


FECHA JUL 2020

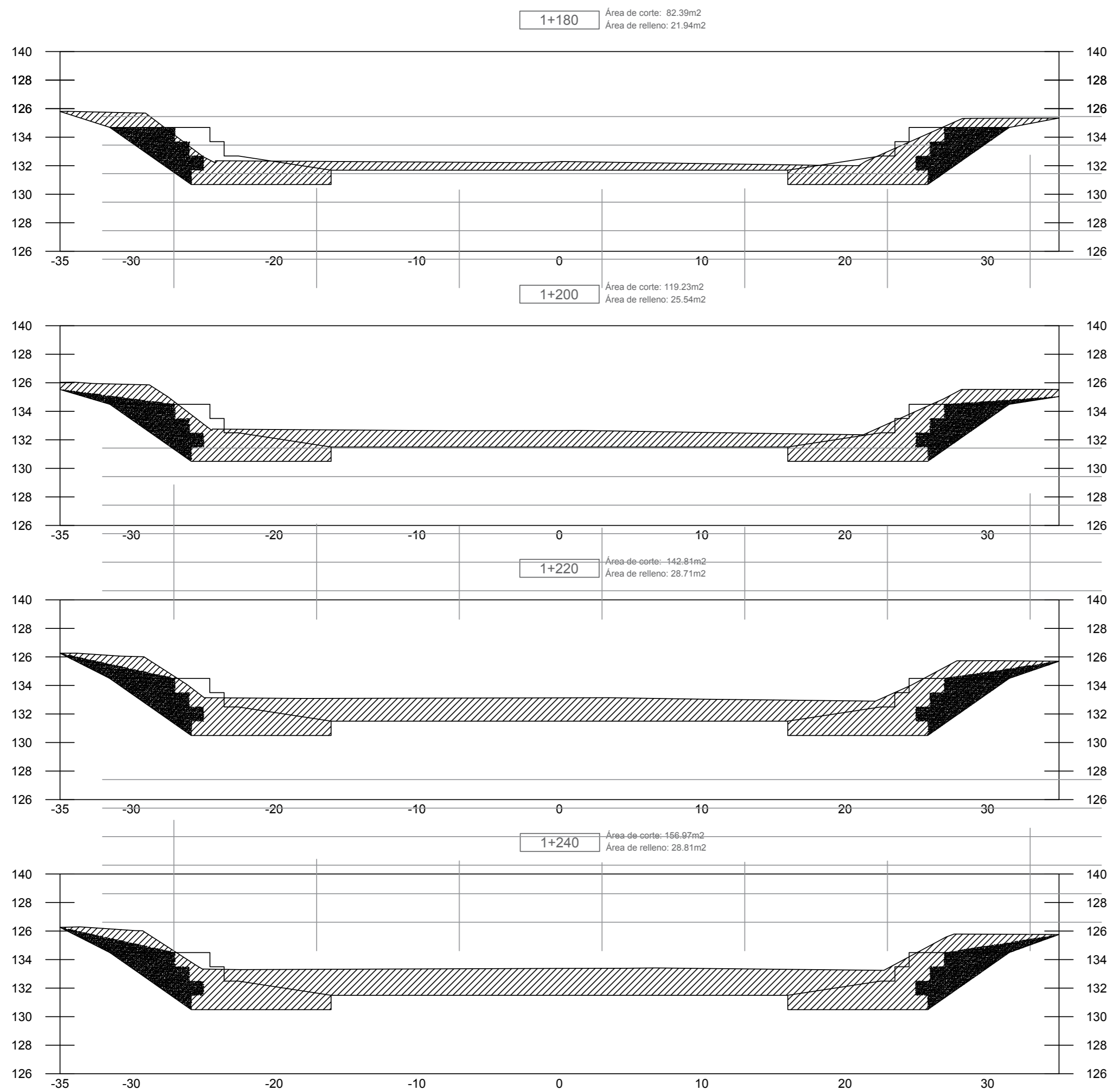
LÁMINA:

ST-9



Tramo I de reforzamiento con geobolsas
del tramo de estudio (2km)
0+060 - 0+180

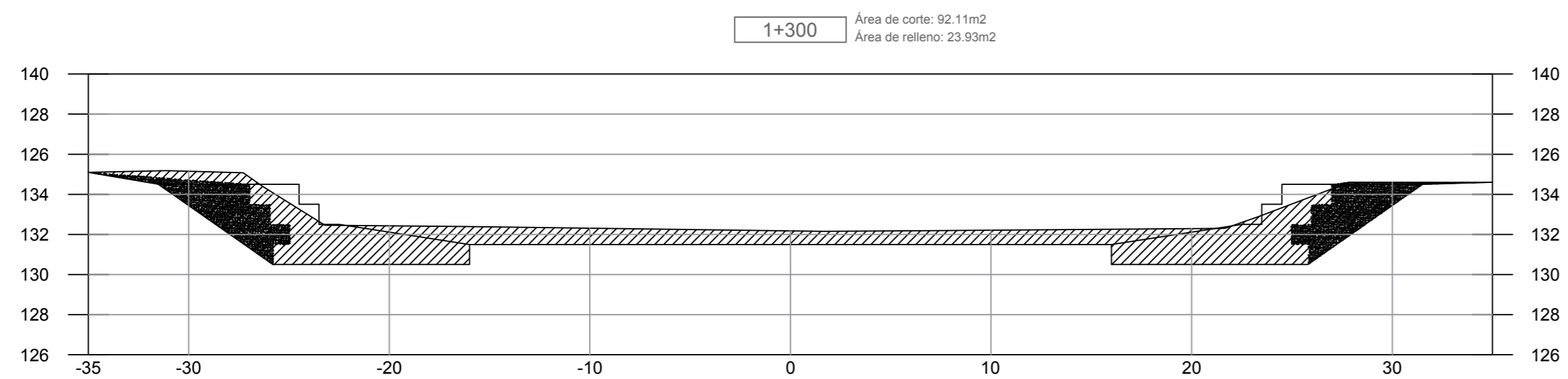
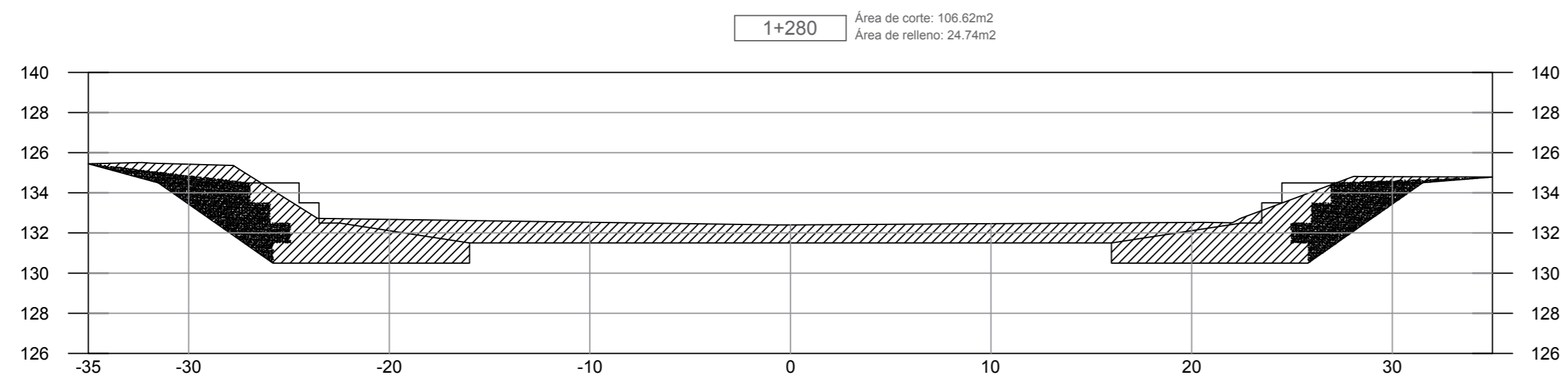
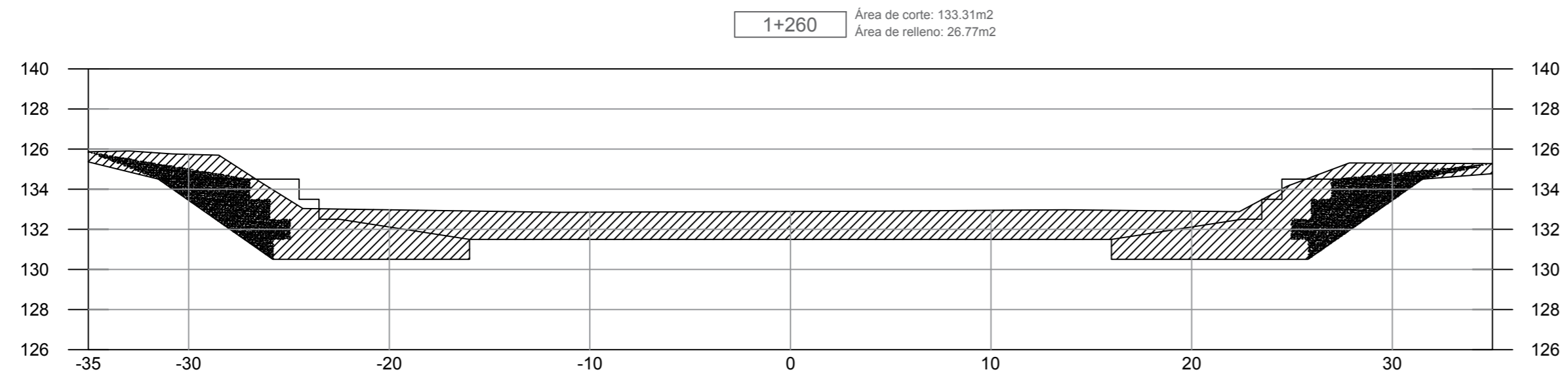
 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	
TESIS: "COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA-SECTOR CASCAJAL-PROVINCIA DEL SANTA-ÁNCASH"	
TESISISTAS: BACH. CARRETERO MIRANDA CARLOS DIEGO BACH. LLANOS CUZCO BRUNO HANSPOOL	
FACULTAD: INGENIERÍA ESCUELA: E.P. INGENIERÍA CIVIL	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES CON GEOBOLSAS
ESCALA: 1/250 FECHA: JUL 2020 LÁMINA:	ST-10



Tramo II de reforzamiento con geobolsas
del tramo de estudio (2km)
1+180 - 1+240

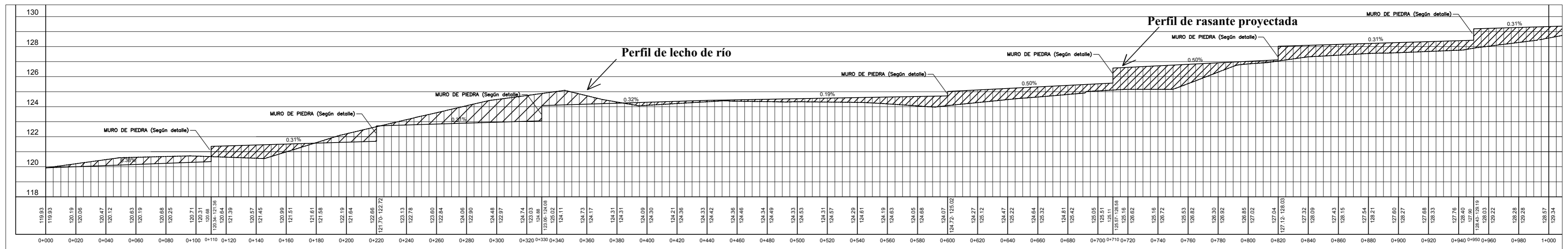
 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESIS: "COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA-SECTOR CASCAJAL-PROVINCIA DEL SANTA-ÁNCASH"		ESCALA 1/250 FECHA JUL 2020
TESISISTAS: BACH. CARRETERO MIRANDA CARLOS DIEGO BACH. LLANOS CUZCO BRUNO HANSPOOL		LÁMINA:
FACULTAD: INGENIERÍA ESCUELA: E.P. INGENIERÍA CIVIL	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES CON GEOBOLSAS	ST-11

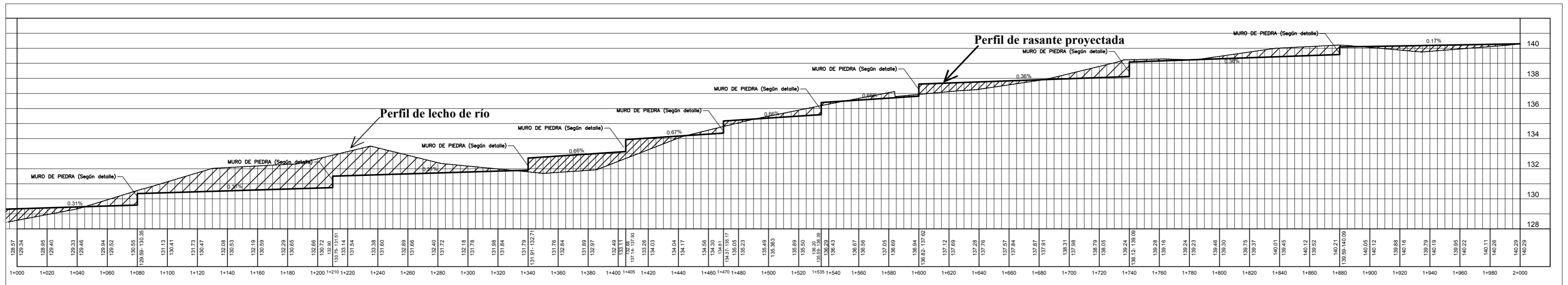


Tramo II de reforzamiento con geobolsas
del tramo de estudio (2km)
1+260 - 1+300

TESIS: "COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA-SECTOR CASCAJAL-PROVINCIA DEL SANTA-ÁNCASH"		ESCALA: 1/250
TESISISTAS: BACH. CARRETERO MIRANDA CARLOS DIEGO BACH. LLANOS CUZCO BRUNO HANSPOOL		FECHA: JUL 2020
FACULTAD: INGENIERÍA ESCUELA: E.P. INGENIERÍA CIVIL	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES CON GEOBOLSAS	LÁMINA: ST-12

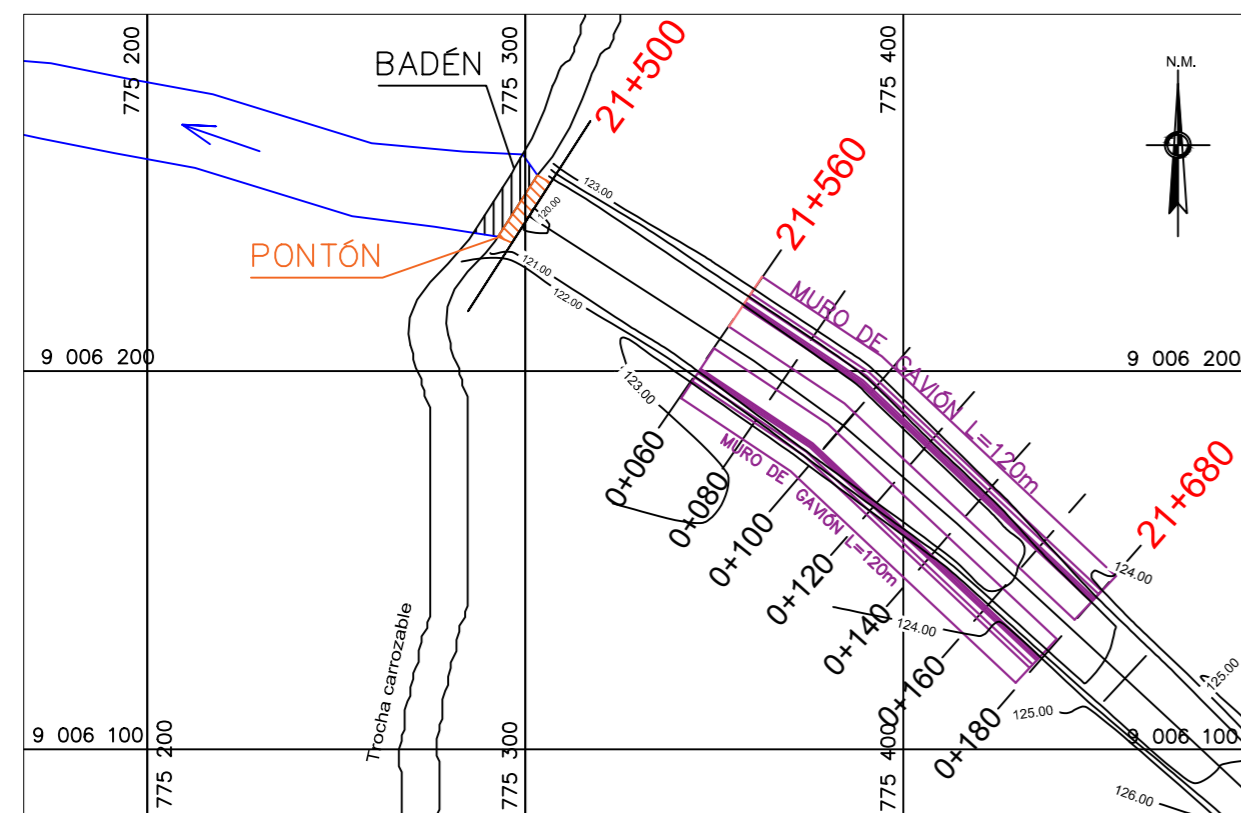


PERFIL LONGITUDINAL 0+000 - 1+000
Esc. Horizontal 1/500
Esc. Vertical 1/50

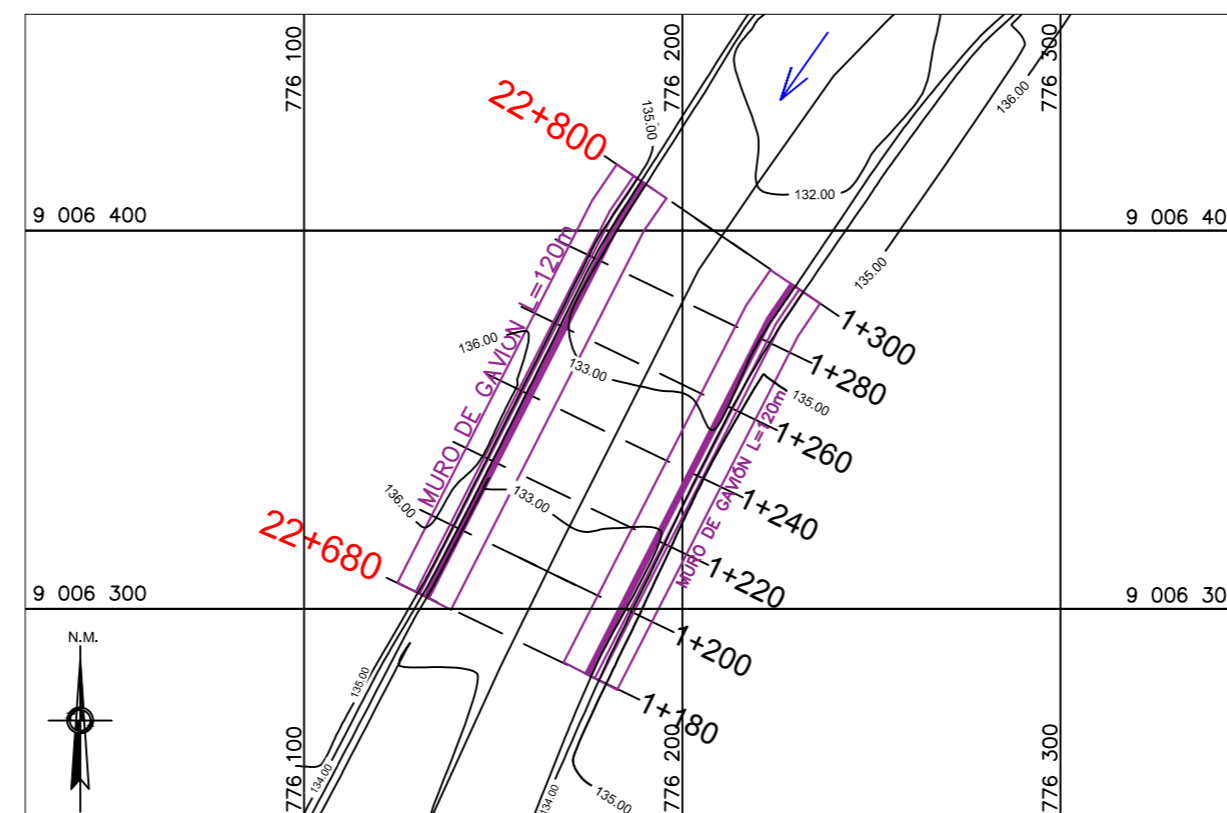


PERFIL LONGITUDINAL 1+000 - 2+000
Esc. Horizontal 1/500
Esc. Vertical 1/50

PLANTA DE TRAMO 0+060 - 0+180
ESC. 1/500



PLANTA DE TRAMO 1+180 - 1+300
ESC. 1/500



Legenda para Tramos en Planta

	Sentido del flujo
	Progresivas
	Perfil del río
	Norte magnético
	Curvas mayores

Progresiva del río: 23+500 - 25+500
Progresiva de tramo de estudio (2km): 0+000 - 2+000

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

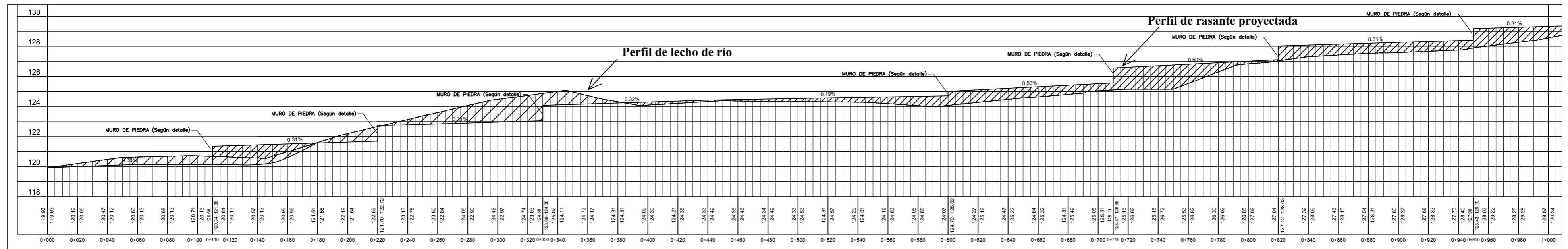
TESIS:
"COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBERENA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA-SECTOR CASCAJAL-PROVINCIA DEL SANTA-ÁNCASH"

TESISTAS:
BACH. CARRETERO MIRANDA CARLOS DIEGO
BACH. LLANOS CUZCO BRUNO HANSPOL

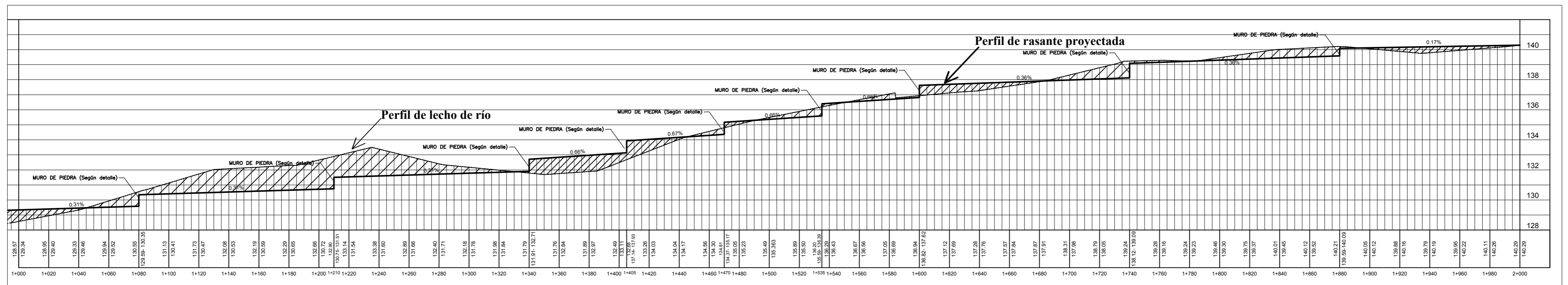
FACULTAD: INGENIERÍA
ESCUELA: E.P. INGENIERÍA CIVIL

PLANO: PERFIL LONG. DE TRAMO DE ESTUDIO Y PLANTA DE DEFENSA RIBERENA CON GAVIONES

ESCALA 1/1000
FECHA JUL 2020
LAMINA:
PPG-1

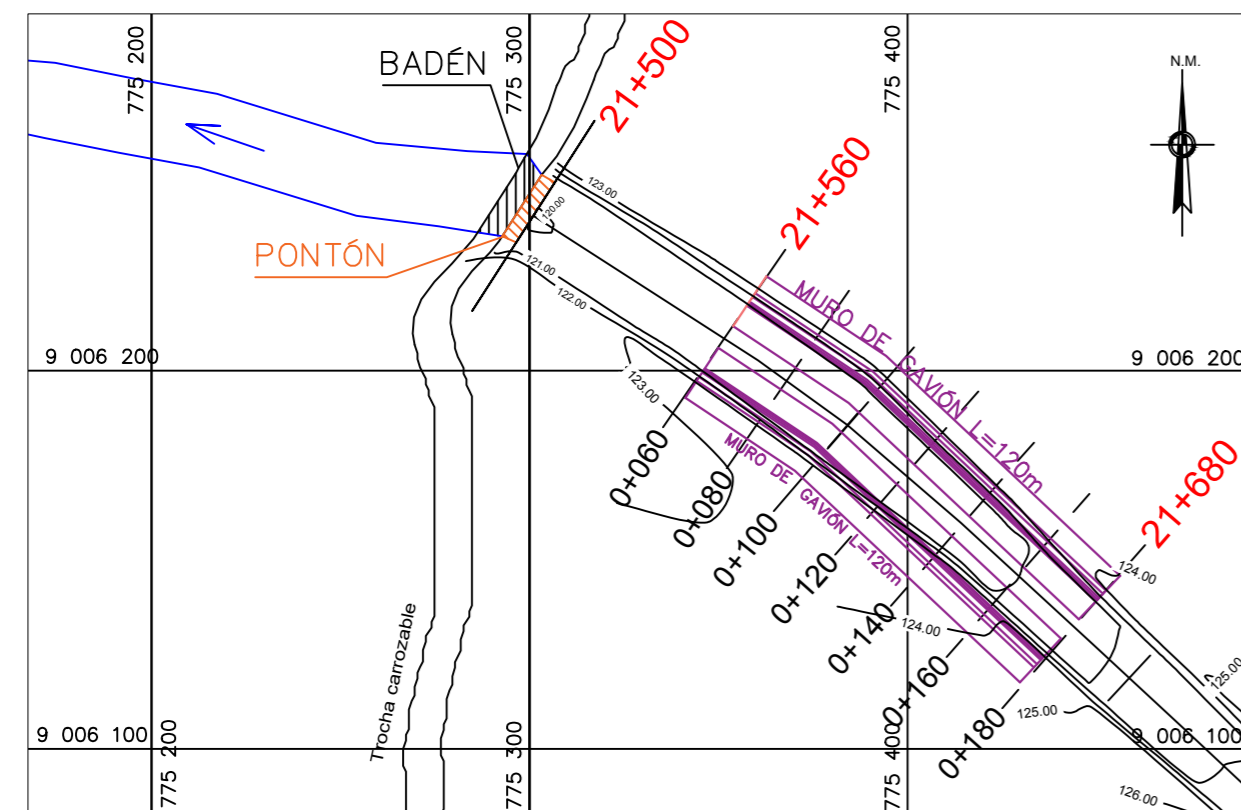


PERFIL LONGITUDINAL 0+000 - 1+000
Esc. Horizontal 1/500
Esc. Vertical 1/50

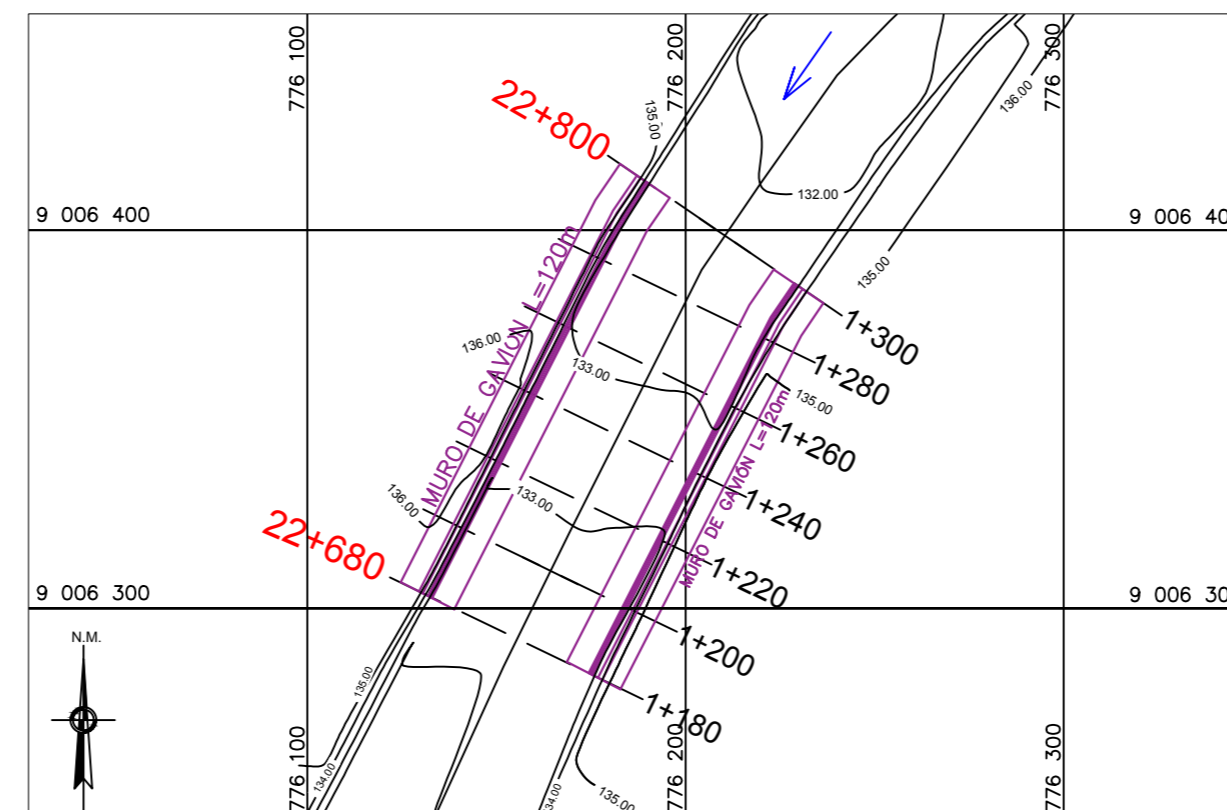


PERFIL LONGITUDINAL 1+000 - 2+000
Esc. Horizontal 1/500
Esc. Vertical 1/50

PLANTA DE TRAMO 0+060 - 0+180
ESC. 1/500



PLANTA DE TRAMO 1+180 - 1+300
ESC. 1/500



Leyenda para Tramos en Planta

	Sentido del flujo
	Progresivas
	Perfil del río
	Norte magnético
	Curvas mayores

Progresiva del río: 23+500 - 25+500
Progresiva de tramo de estudio (2km): 0+000 - 2+000

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESIS:
"COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA-SECTOR CASCAJAL-PROVINCIA DEL SANTA-ÁNCASH"

TESISTAS:
BACH. CARRETERO MIRANDA CARLOS DIEGO
BACH. LLANOS CUZCO BRUNO HANSPOL

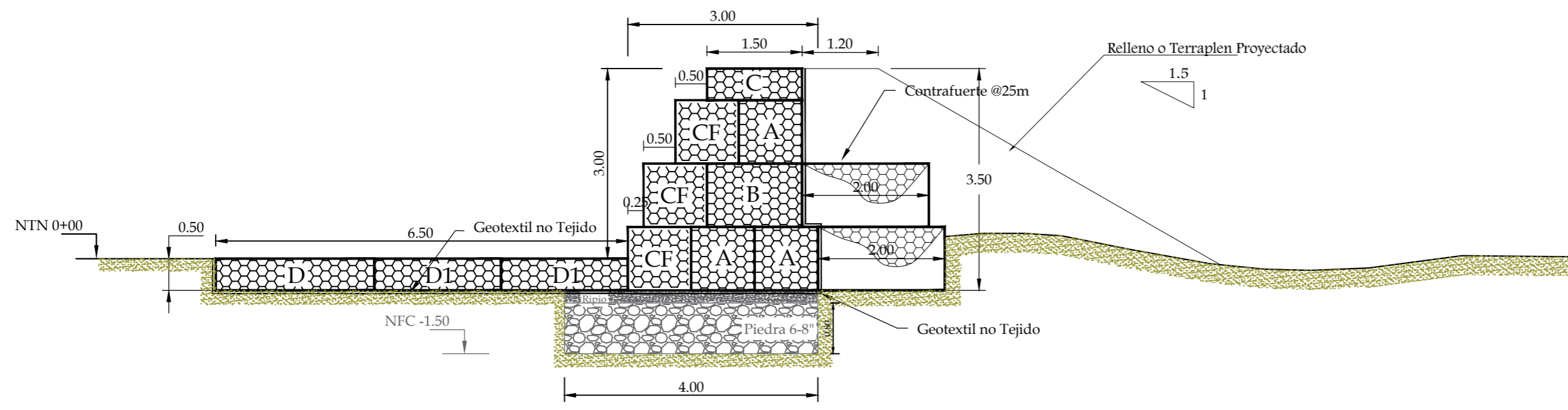
FACULTAD: INGENIERÍA
ESCUELA: E.P. INGENIERÍA CIVIL

PLANO:
PERFIL LONG. DE TRAMO DE ESTUDIO Y PLANTA DE DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS

ESCALA 1/1000
FECHA JUL 2020

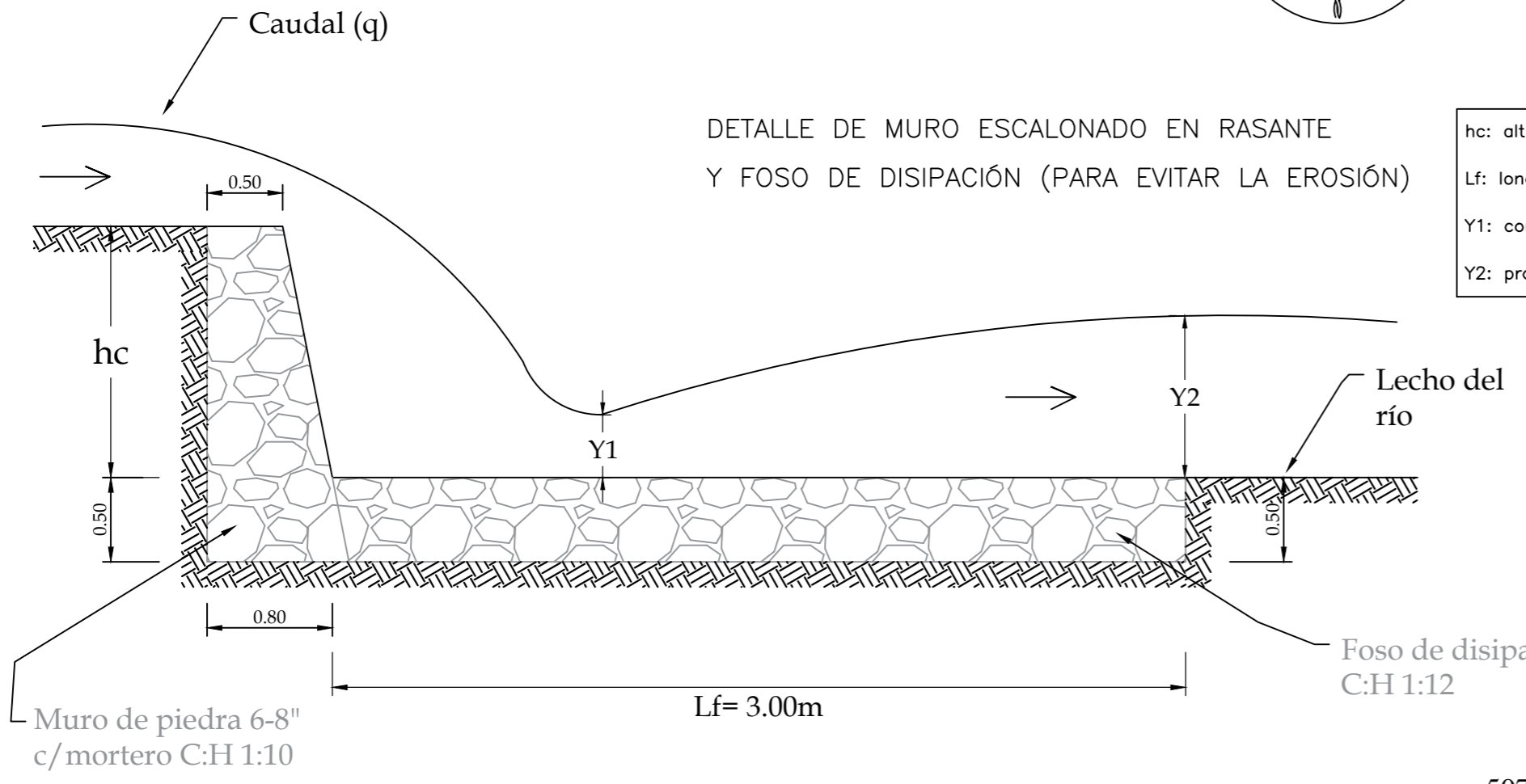
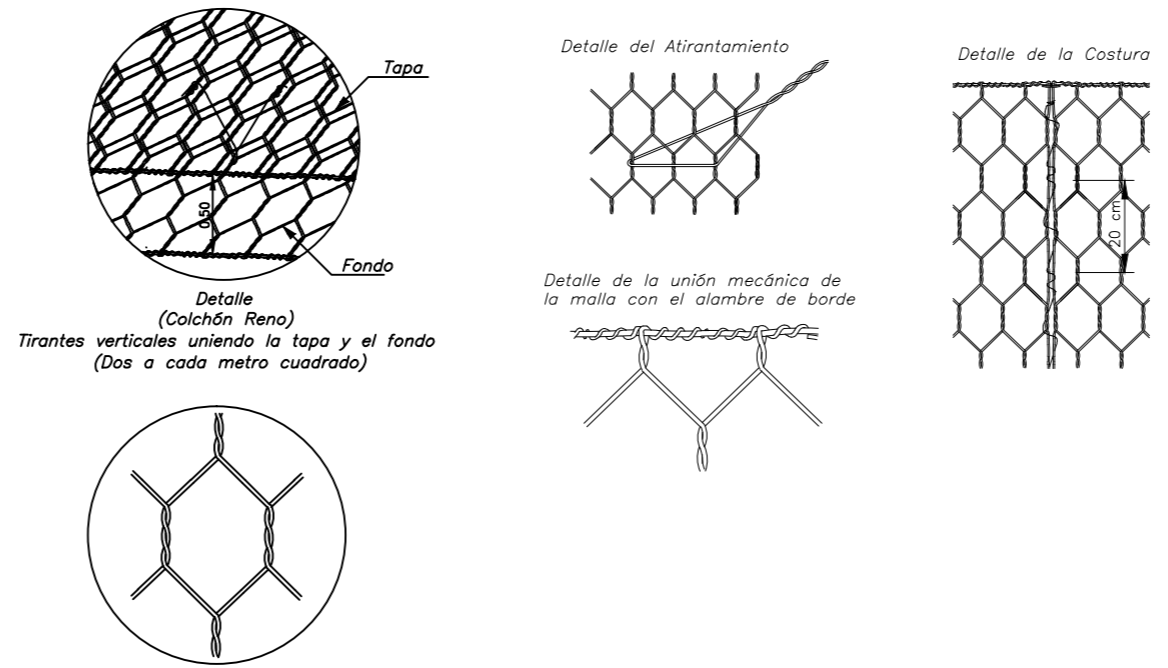
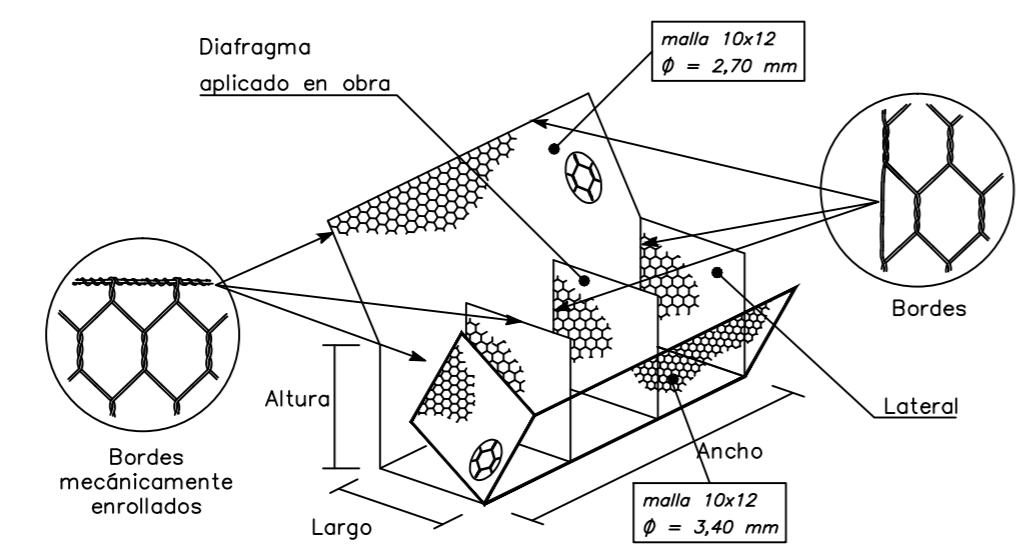
LAMINA:

PPG-2



DETALLE DE MURO DE GAVIÓN Y CIMENTACIÓN

DETALLE DE GAVIÓN CAJA FUERTE



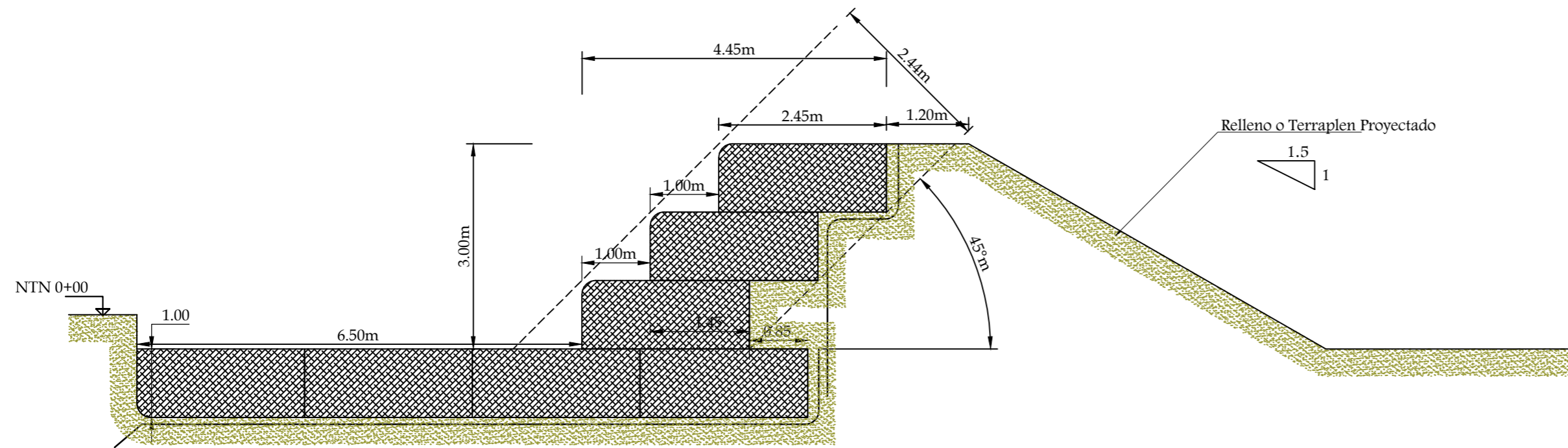
hc: altura de caída de la presa o del salto, en m
 Lf: longitud del foso al pie de la caída, en m
 Y1: conjugado menor en la base de la caída, en m
 Y2: profundidad del remanso, en m

E.T. DE GAVIONES TIPO A y B	
ABERTURA DE MALLA	10x12cm
REVESTIMIENTO DE MALLA	Zn-5%Al-MM (ASTM A856)
REVESTIMIENTO ADICIONAL	PVC
DIAMETRO DE ALAMBRE DE MALLA	3.40 mm
DIAMETRO DE ALAMBRE DE BORDE	4.00 mm
DIAM. ALAMBRE DE AMARRE Y ATRANTAMIENTO	3.20 mm
DIMENSIONES	
TIPO A	5.0 x 1.0 x 1.0 m
TIPO B	5.0 x 1.5 x 1.0 m
TIPO C	5.0 x 1.0 x 0.5 m

E.T. DE GAVIONES CAJAR FUERTE	
ABERTURA DE MALLA	10x12cm
REVESTIMIENTO DE MALLA	Zn-5%Al-MM (ASTM A856)
DIAMETRO DE ALAMBRE DE MALLA PARED POSTERIOR	2.70 mm (Galfan)
DIAMETRO DE ALAMBRE DE MALLA PARED FRONTAL	3.40 mm (Galfan)
DIAMETRO DE ALAMBRE DE BORDE I	3.40 mm (Galfan)
DIAMETRO DE ALAMBRE DE BORDE-PARED FRONTAL	4.40 mm (Galfan+PVC)
DIAM. ALAMBRE DE AMARRE Y ATRANTAMIENTO	2.20 mm
DIMENSIONES	
Gavión tipo CF	2.0 x 1.0 x 1.0 m

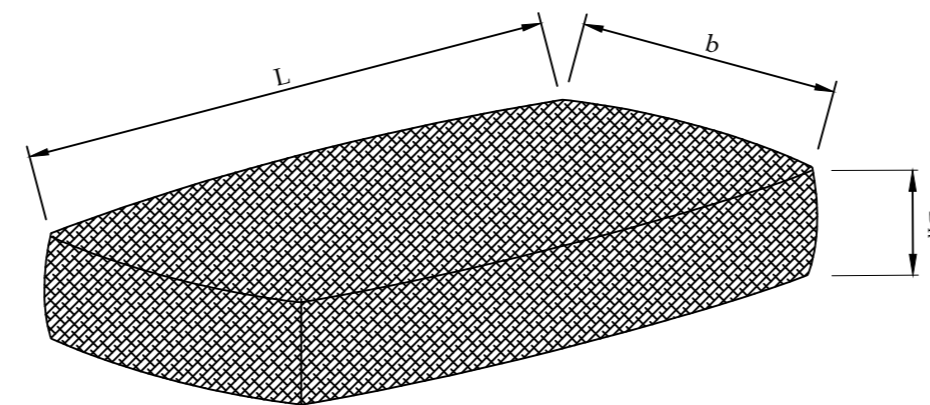
E.T. DE COLCHONES RENO TIPO D	
ABERTURA DE MALLA	10x12cm
REVESTIMIENTO DE MALLA	Zn-5%Al-MM (ASTM A856)
REVESTIMIENTO ADICIONAL	PVC
DIAMETRO DE ALAMBRE DE MALLA	3.70 mm
DIAMETRO DE ALAMBRE DE BORDE	4.40 mm
DIAM. ALAMBRE DE AMARRE Y ATRANTAMIENTO	3.20 mm
DIMENSIONES	
TIPO D	5.0 x 2.5 x 0.5 m
TIPO D1	5.0 x 2.0 x 0.5 m

E.T. DE GAVIONES PARA CONTRAFUERTE	
ABERTURA DE MALLA	10x12cm
REVESTIMIENTO DE MALLA	Zn-5%Al-MM (ASTM A856)
REVESTIMIENTO ADICIONAL	PVC
DIAMETRO DE ALAMBRE DE MALLA	3.70 mm
DIAMETRO DE ALAMBRE DE BORDE	4.40 mm
DIAM. ALAMBRE DE AMARRE Y ATRANTAMIENTO	3.20 mm
DIMENSIONES	
Gavión para contrafuerte	2.0 x 1.0 x 1.0 m



DETALLE DE ESTRUCTURA CON GEOBOLSAS

DETALLE DE GEOBOLSA



DIMENSIONES DE GEOBOLSAS			
TIPO	L(m)	b(m)	Dn(m)
ANDEX-GB1200	5.00m	2.45m	1.00m

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GEOTEXTIL NO TEJIDO ANDEX - 200		
PROPIEDAD	METODO DE ENSAYO	VALOR TÍPICO
Mecánicas		
Método Grab		
Resistencia a la Tensión	ASTM D 4632	735 N (166 lb)
Elongación	ASTM D 4632	>50%
Método Tira Ancha		
Sentido Longitudinal	ASTM D 4595	13 kN/m
Elongación	ASTM D 4595	>50%
Sentido Transversal	ASTM D 4595	12 kN/m
Elongación	ASTM D 4595	>50%
Resistencia al punzamiento	ASTM D 4833	420 N(95 lb)
Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM D 4533	265 N(60 lb)
Resistencia al Punzamiento CBR	ASTM D 6241	1.9 kN
Método Muller Burst		
Resistencia al Estadillo	ASTM D 3786	2155kpa (312 psi)
Hidráulicas		
Permisividad	ASTM G 4491	1.9 s-1
Permeabilidad	ASTM G 4491	0.32 cm/s
Flujo de Agua	ASTM G 4491	5366 L/min/m2
Tamaño de abertura aparente (AOS)	ASTM G 4751	0.15mm(Tamiz#100)
Físicas		
Resistencia a los rayos ultravioleta (% retenido a 500 horas)	ASTM G 4355	> 70%

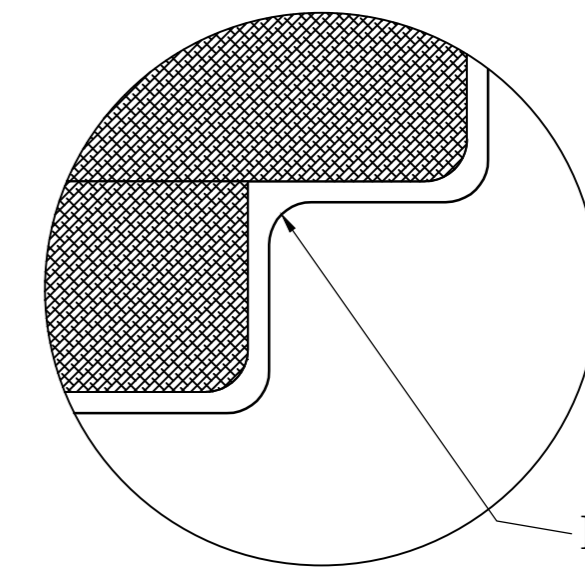
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GEOBOLSAS GB1200		
PROPIEDAD	METODO DE ENSAYO	VALOR MINIMO PROMEDIO
MECÁNICAS		
Resistencia a la tensión última		
MD	ASTM G-4595	108 kN/m
XMD		108 kN/m
Resistencia al punzamiento		
MD	ASTM G-4833	≥1500 N
XMD		≥1500 N
Resistencia al rasgado trapezoidal		
MD	ASTM G-4533	≥1000 N
XMD		≥1000 N
Hidráulicas		
Permeabilidad normal al plano	ASTM G-4491	≤ 0.0004 cm/s
Permisividad	ASTM G-4491	≤ 0.008 s-1
Tasa de flujo	ASTM G-4491	≤ 25 l/min/m2
tamaño de abertura aparente	ASTM G-4751	≤ 0.075 mm

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
GEOTEXTIL NO TEJIDO ANDEX - 200

PROPIEDAD	METODO DE ENSAYO	VALOR TÍPICO
Mecánicas		
Método Grab		
Resistencia a la Tensión	ASTM D 4632	735 N (166 lb)
Elongación	ASTM D 4632	>50%
Método Tira Ancha		
Sentido Longitudinal	ASTM D 4595	13 kN/m
Elongación	ASTM D 4595	>50%
Sentido Transversal	ASTM D 4595	12 kN/m
Elongación	ASTM D 4595	>50%
Resistencia al punzamiento	ASTM D 4833	420 N(95 lb)
Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM D 4533	265 N(60 lb)
Resistencia al Punzamiento CBR	ASTM D 6241	1.9 kN
Método Muller Burst		
Resistencia al Estadillo	ASTM D 3786	2155kpa (312 psi)
Hidráulicas		
Permisividad	ASTM G 4491	1.9 s-1
Permeabilidad	ASTM G 4491	0.32 cm/s
Flujo de Agua	ASTM G 4491	5366 L/min/m2
Tamaño de abertura aparente (AOS)	ASTM G 4751	0.15mm(Tamiz#100)
Físicas		
Resistencia a los rayos ultravioleta (% retenido a 500 horas)	ASTM G 4355	> 70%

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
GEOBOLSAS GB1200

PROPIEDAD	METODO DE ENSAYO	VALOR MINIMO PROMEDIO
MECÁNICAS		
Resistencia a la tensión última		
MD	ASTM G-4595	108 kN/m
XMD		108 kN/m
Resistencia al punzamiento		
MD	ASTM G-4833	≥1500 N
XMD		≥1500 N
Resistencia al rasgado trapezoidal		
MD	ASTM G-4533	≥1000 N
XMD		≥1000 N
Hidráulicas		
Permeabilidad normal al plano	ASTM G-4491	≤ 0.0004 cm/s
Permisividad	ASTM G-4491	≤ 0.008 s-1
Tasa de flujo	ASTM G-4491	≤ 25 l/min/m2
tamaño de abertura aparente	ASTM G-4751	≤ 0.075 mm



Manto antisocavante

DETALLE DE ESPALDA DE PROTECCION

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESIS:
"COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA-SECTOR CASCAJAL-PROVINCIA DEL SANTA-ÁNCASH"

TESISTAS:
BACH. CARRETERO MIRANDA CARLOS DIEGO
BACH. LLANOS CUZCO BRUNO HANSPOL

FACULTAD: INGENIERÍA
ESCUELA: E.P. INGENIERÍA CIVIL

PLANO:
DETALLES DEFENSA RIBEREÑA CON GEOBOLSAS

ESCALA: 1/75

FECHA: JUL 2020

LÁMINA:

D-2



DECLARACION JURADA DE AUTORÍA

Yo, Carlos Diego Carretero Miranda

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	
Escuela Profesional:	Ingeniería Civil					
Departamento Académico:						
Escuela de Posgrado	Maestría		Doctorado			

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa; Declaro que el trabajo de investigación intitulado:

“COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH.

presentado en 504 folios, para la obtención del Grado académico: ()

Título profesional: (X) Investigación anual: ()

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Nuevo Chimbote, 26 de FEBRERO de 2021

Firma:

Nombres y Apellidos: Carlos Diego Carretero Miranda

DNI: 47844988

NOTA: **Esta Declaración Jurada simple indicando que su investigación es un trabajo inédito, no exime a tesis e investigadores, que no bien se retome el servicio con el software antiplagio, ésta tendrá que ser aplicado antes que el informe final sea publicado en el Repositorio Institucional Digital UNS.**



DECLARACION JURADA DE AUTORÍA

Yo, Bruno Hanspool Llanos Cuzco

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	
Escuela Profesional:	Ingeniería Civil					
Departamento Académico:						
Escuela de Posgrado	Maestría		Doctorado			

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa; Declaro que el trabajo de investigación intitulado:

“COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH.

presentado en 504 folios, para la obtención del Grado académico: ()

Título profesional: (X) Investigación anual: ()

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Nuevo Chimbote, 26 de FEBRERO de 2021

Firma:

Nombres y Apellidos: Bruno Hanspool Llanos Cuzco

DNI: 72306761

NOTA: **Esta Declaración Jurada simple indicando que su investigación es un trabajo inédito, no exime a tesistas e investigadores, que no bien se retome el servicio con el software antiplagio, ésta tendrá que ser aplicado antes que el informe final sea publicado en el Repositorio Institucional Digital UNS.**