

Evaluación de fuentes de agua y diseño de un sistema de distribución de riego multipredial en Colonia Gestido

Tomo I



FACULTAD DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

Evaluación de fuentes de agua y diseño de un sistema de distribución de riego multipredial en Colonia Gestido

Tomo I

Tutores:

Msc. Ing. Jorge De los Santos

PhD. Ing. Luis Silveira

Dr. Ing. Christian Chreties

Ing. Daniel Schenzer

Dr. Ing. Joan Soler

Dr. Ing. Pablo Gamazo

Ing. Fernando Bachino

Estudiantes:

Carolina Bettinelli

Agustín Ríos

Matías Seoane

Año 2014

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN 1
   1.1 Objetivo general 1
   1.2 Objetivos específicos 1
   1.3 Alcance 1
   1.4 Justificación 1
   1.5 Etapas del proyecto 2
2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE TRABAJO 3
   2.1 Ubicación 3
   2.2 Parcelario 6
   2.3 Marco Jurídico de Colonia Gestido 8
   2.4 Medio físico 9
   2.5 Medio biótico 19
   2.6 Medio Antrópico 22
   2.7 Situación actual de Colonia Gestido 23
3. ESTUDIOS PREVIOS E HIPÓTESIS DE TRABAJO 28
   3.1 Estudios previos 28
   3.2 Hipótesis de trabajo 28
4. METODOLOGÍA 31
   4.1 Evaluación de cada alternativa de fuente de agua y red de distribución 31
   4.2 Comparación y selección de una alternativa 43
   4.3 Desarrollo de la alternativa seleccionada 43
5. COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS 44
   5.1 Comparación económica 44
   5.2 Otros aspectos a considerar 45
   5.3 Conclusiones 47
6. ALTERNATIVA SELECCIONADA: EMBALSE MULTIPREDIAL 48
   6.1 Generalidades 48
   6.2 Represa 49
   6.3 Esquema de funcionamiento de la red de distribución 72
   6.4 Red de distribución 72
   6.5 Estación de bombeo 80
   6.6 Estudio de estado estacionario 81
   6.7 Estudio de cavitación 82
   6.8 Estudio de transitorios 83
   6.9 Potencia instalada y Consumo Energético 88

6.10 COSTOS 89
7. BIBLIOGRAFÍA 92
8. ANEXO I: TABLAS DE RESULTADOS Y UBICACIÓN DE ANCLAJES, VÁLVULAS Y CONTADORES 94
9. ANEXO II: METRAJES Y COSTOS DE LA RED 107
10. ANEXO III: TABLAS Y CATÁLOGOS DE EQUIPOS Y TUBERÍAS 116
10.1 ESPESORES Y DIÁMETROS DE TUBERÍAS 117
10.2 TUBERÍAS PRFV 118
10.3 TUBERÍAS PEAD 119
10.4 CONTADOR 120
10.5 REDUCTORA DE PRESIÓN 121
10.6 MEDIDOR DE NIVEL 122
10.7 CATÁLOGOS DE BOMBA KSB 123
10.8 CURVA DE BOMBA KSB 124
10.9 CATÁLOGO MOTOR WEG 125
11. ANEXO IV: COTIZACIONES 126
11.1 COTIZACIÓN GEOTEXTIL 127
11.2 COTIZACIÓN TUBERÍAS PRFV 128
11.3 LISTADO DE PRECIOS TUBERÍAS Y ACCESORIOS PVC 129
11.4 LISTADO DE PRECIOS VÁLVULAS 130
11.5 COTIZACIÓN BOMBA KSB 131
11.6 COTIZACIÓN MOTOR WEG 132
11.7 COTIZACIÓN INSTALACIONES AUXILIARES DE ESTACIÓN DE BOMBEO 133
12. ANEXO V: PROGRAMA FORTRAN MAX_NP_PDEC_HF 134
13. ANEXO VI: PLIEGO TARIFARIO UTE 141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Coordenadas del baricentro 3
Tabla 2-2: Superficie de cada parcela 6
Tabla 2-3: Unidades de suelo CONEAT 11
Tabla 2-4: Características principales Embalse Salto Grande 13
Tabla 2-5: Parámetros estadísticos Niveles Salto Grande 14
Tabla 2-6: Características geomorfológicas de la cuenca del arroyo San Antonio Grande 15
Tabla 2-7: Demanda de agua – Tomas habilitadas arroyo San Antonio 16
Tabla 2-8: Volumen embalsado 16
Tabla 2-9: Usos del agua embalsada 16
Tabla 2-10: Tomas habilitadas aguas abajo cañada Ubajay 17
Tabla 2-11: Explotación del sistema Salto-Arapey (DINAMIGE 2009) 18
Tabla 2-12: Franja etaria 22
Tabla 2-13: Comisión Directiva SFR Gestido 23
Tabla 2-14: Uso de suelo actual 24
Tabla 2-15: Producción bajo secano 25
Tabla 2-16: Producción bajo riego 25
Tabla 2-17: Caudales de perforaciones (L/h) (S/D: Sin Dato) 27
Tabla 3-1: Hipótesis de trabajo 29
Tabla 3-2: Presiones requeridas según métodos de riego 29
Tabla 3-3: Eficiencia global del sistema de riego según métodos de riego 30
Tabla 4-1: Demanda pico diaria 32
Tabla 4-2: Demanda pico por unidad de superficie 32
Tabla 4-3: Materiales de tuberías según los diámetros 34
Tabla 4-4: Rugosidades absolutas para distintos materiales 35
Tabla 4-5: Coeficientes de pérdida de carga localizada para distintos elementos (Tomoyuki 2006) 36
Tabla 4-6: Coeficientes de pérdida de carga localizada para derivaciones a 45 ° (SIHI Group) 36
Tabla 4-7: Tarifa GC2 41
Tabla 4-8: Demanda pico mensual y días de riego 41
Tabla 5-1: Costos de cada alternativa 44
Tabla 5-2: Comparación de Alternativa II contra el resto 45
Tabla 6-1: Características del embalse 49
Tabla 6-2: Niveles de diseño del embalse 50
Tabla 6-3: Alturas obtenidas para las distintas situaciones de diseño 51
Tabla 6-4: Cota de coronamiento y altura de la presa 51
Tabla 6-5: Peso específico y conductividad hidráulica de los materiales de la presa 52
Tabla 6-6: Parámetros resistentes de los materiales de la presa 52

Tabla 6-7: Dimensiones máximas del núcleo 53
Tabla 6-8: Dimensiones máximas del dentellón 54
Tabla 6-9: Ubicación curva de infiltración – Método de Kozeny 56
Tabla 6-10: Caudal de infiltración 57
Tabla 6-11: FS recomendados por la norma española 58
Tabla 6-12: Factores de seguridad para las distintas situaciones consideradas 61
Tabla 6-13: Principales características del canal aliviadero 64
Tabla 6-14: Condiciones de flujo uniforme 66
Tabla 6-15: Velocidades máximas en suelos empastados (French, 1993) 66
Tabla 6-16: Principales características tubería obra de toma 68
Tabla 6-17: Volúmenes de excavación 69
Tabla 6-18: Metrajes dique 69
Tabla 6-19: Metrajes obra de toma 70
Tabla 6-20: Metraje de otros componentes de la represa 70
Tabla 6-21: Costo de inversión obra de toma 71
Tabla 6-22: Costo de inversión cruce de camino 71
Tabla 6-23: Costo de inversión dique 71
Tabla 6-24: Costos de inversión totales 71
Tabla 6-25: Afectación del embalse sobre parcelas 73
Tabla 6-26: Parcelas fraccionadas 73
Tabla 6-27: Superficies y Caudales requeridos en parcelas 74
Tabla 6-28: Valores de Hb para cada hidrante 74
Tabla 6-29: Diámetros de los desagües en función del diámetro de la tubería (Normas del CYII) 78
Tabla 6-30: Diámetros de los desagües en función del diámetro de la tubería (Normas del CYII) 78
Tabla 6-31: Características de equipos de bombeo 80
Tabla 6-32: Equipos de bombeo y motores seleccionados 80
Tabla 6-33: NPSH disponible y requerido 83
Tabla 6-34: Celeridades y rugosidades absolutas adoptadas 85
Tabla 6-35: Potencia instalada y Consumo Energético Diario 88
Tabla 6-36: Costos de Inversión 89
Tabla 6-37: Costos energéticos diarios y anuales 90
Tabla 6-38: Costo Operación y Mantenimiento 91
Tabla 6-39: VPN Embalse Multipredial 91
Tabla 8-1: Superficies y Caudales requeridos en parcelas 95
Tabla 8-2: Valores de Hb para cada hidrante 97
Tabla 8-3: Presiones en los nodos 98
Tabla 8-4: Volúmenes de hormigón en anclajes 101
Tabla 8-5: Válvulas de sectorización - Diámetros 103

Tabla 8-6: Ventosas – Diámetros 103
Tabla 8-7: Válvulas de desagüe – Diámetros 104
Tabla 8-8: Elementos de hidrantes – Diámetros 105
Tabla 9-1: Metraje Tuberías 108
Tabla 9-2: Metraje Crucetas 108
Tabla 9-3: Metraje codos 109
Tabla 9-4: Metraje derivaciones 45 110
Tabla 9-5: Metraje TEE 111
Tabla 9-6: Metraje uniones rectas 111
Tabla 9-7: Metraje válvulas y accesorios 113
Tabla 9-8: Metraje de bridas 114
Tabla 9-9: Metraje de instrumentos de medición 114
Tabla 9-10: Metrajes varios 114
Tabla 9-11: VPN 115
Tabla 10-1: Espesores y diámetros de tuberías 117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Ubicación general en cartografía del SGM 4
Figura 2-2: Imagen Satelital de la zona (Fuente: Google Earth) 5
Figura 2-3: Parcelario actual de Colonia Gestido 7
Figura 2-4: Parcelario de trabajo 7
Figura 2-5: Mapa geológico del emprendimiento 10
Figura 2-6: Mapa de grupos CONEAT en el emprendimiento 13
Figura 2-7: Cuenca arroyo San Antonio Grande 17
Figura 2-8: Sistema Salto-Arapey 18
Figura 2-9: Variación espacial del índice de relevancia ecológica (Brazeiro et ál. 2008). El círculo verde indica el sitio del proyecto 19
Figura 2-10: Cultivo de Zapallo 20
Figura 2-11: Campo natural mejorado 21
Figura 2-12: Naranjales 21
Figura 2-13: Bosque Ribereño 21
Figura 2-14: Sauce Asiático 22
Figura 2-15: Fuentes de agua actuales 27
Figura 6-1: Imagen satelital del área a inundar 49
Figura 6-2: Sección de la presa 54
Figura 6-3: Método gráfico de Kozeny 55
Figura 6-4: Red de flujo 56
Figura 6-5: Superficie de falla crítica AA. Fin de construcción. 59
Figura 6-6: Superficie de falla crítica aa. Fin de construcción. 59
Figura 6-7: Superficie de falla crítica. Embalse lleno 60
Figura 6-8: Superficie de falla crítica. Vaciado rápido 60
Figura 6-9: Secciones consideradas 63
Figura 6-10: Área afectada por la rotura de la represa según modelo simplificado 64
Figura 6-11: Trazado del canal 65
Figura 6-12: Perfil del flujo en el canal 66
Figura 6-13: Ubicación de obra de toma (izquierda) y tubería para caudal de estiaje (derecha) 67
Figura 6-14: Diámetros de tuberías 75
Figura 6-15: Válvula de compuerta 77
Figura 6-16: Ventosa Trifuncional BV-05-60 77
Figura 6-17: Esquema de control de válvula reductora de presión 79
Figura 6-18: Rangos de presiones en los nodos 82
Figura 6-19: Bypass antiariete 84
Figura 6-20: Esquema del modelo con bypass (AFT Impulse) 85

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1: Niveles Salto Grande 14

Gráfico 2-2: Frecuencia de ocurrencia niveles Embalse Salto Grande 15

Gráfico 5-1: Costos de inversión y O&M para cada alternativa 44

Gráfico 5-2: VPN para cada alternativa 45

Gráfico 6-1: Gradiente hidráulico en la base de la presa 57

Gráfico 6-2: Área abastecida vs Hb 75

Gráfico 6-3: Modelación de transitorio desde la bomba hasta la tubería 10 – Sin bypass (Eje vertical en metros) 86

Gráfico 6-4: Modelación de transitorio desde la bomba hasta la tubería 862 – Sin bypass (Eje vertical en metros) 86

Gráfico 6-5: Modelación de transitorio desde bomba hasta tubería 10 – Con bypass (Eje vertical en metros) 87

Gráfico 6-6: Modelación de transitorio desde la bomba hasta la tubería 862 – Con bypass (Eje vertical en metros) 87

ACRÓNIMOS

CSIC	Comisión Sectorial de Investigación Científica
CRSU	Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay
CTM-SG	Comisión Técnica Mixta de Salto Grande
DINAGUA	Dirección Nacional de Agua
DINAMIGE	Dirección Nacional de Minería y Geología
DNC	Dirección Nacional de Catastro
GE	Google Earth
IC	Índice de compacidad
ICOLD	International Commission On Large Dams
INC	Instituto Nacional de Colonización
INIA	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
MDT	Modelo Digital del Terreno
NAP	Nivel Máximo Normal
NAE	Nivel de Avenida Extraordinaria
NMN	Nivel Máximo Normal
PEAD	Polietileno de alta densidad
PRFV	Poliéster reforzado con fibra de vidrio
PVC	Policloruro de vinilo
SFR	Sociedad de Fomento Rural
SG	Salto Grande
SGM	Servicio Geográfico Militar
TPDA	Tránsito Promedio Diario Anual
UdelaR	Universidad de la República
UTE	Usinas de Transmisión Eléctrica del Estado
VPN	Valor Presente Neto

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo general

El objetivo del presente proyecto es contribuir en la búsqueda de herramientas para la mitigación de los efectos de la variabilidad y cambio climático, para la promoción de la producción en Colonia Gestido, departamento de Salto.

1.2 Objetivos específicos

Prediseñar sistemas de riego multipredial para distintas alternativas de fuentes de agua, estudiando para cada una su viabilidad técnica y económica. Seleccionar una de las alternativas y desarrollarla en profundidad.

1.3 Alcance

Las alternativas a considerar como fuentes de agua son:

- Alternativa I: El embalse de Salto Grande;
- Alternativa II: Un embalse multipredial a construir;
- Alternativa III: Un embalse multipredial con el complemento de una perforación infrabasáltica.

Los sistemas de riego se diseñan desde la fuente de agua hasta la entrada a cada parcela. Las redes de distribución son presurizadas, y el riego es a la demanda.

1.4 Justificación

Debido a los rubros con carácter intensivo que se desarrollan en Colonia Gestido, el riego se torna una técnica de producción indispensable. El riego no solo permite intensificar los sistemas productivos, aumentando en forma notable la producción, sino que además contribuye a la estabilización de la producción en cantidad y calidad, aspecto éste de gran trascendencia, en particular para los sistemas de agricultura. Sin embargo existen varios elementos que dificultan su implementación y desarrollo, entre los cuales se destaca la fuente de agua como factor limitante.

Actualmente la totalidad de los predios de la colonia utilizan como fuente de agua pozos semisurgentes, siendo la mayoría de capacidad apenas suficiente para cubrir el consumo humano y animal. Son muy pocos los pozos que cuentan con un caudal considerable y capacidad de sostener el mismo durante períodos prolongados de riego durante sequía.

Existen limitantes importantes en cuanto a fuentes de agua para la mayoría de los productores de Colonia Gestido en un contexto de soluciones uniprediales, sin embargo, existen varias fuentes de agua potenciales bajo una óptica multipredial. Por lo tanto, la Universidad de la República a través del "Programa de Vinculación Universidad - Sociedad y Producción" de la CSIC aborda la problemática mediante el proyecto "Análisis de alternativas multiprediales para la mitigación de los efectos del cambio climático, para la promoción de la producción en Colonia Gestido", en el cual se encuentra enmarcado el presente proyecto de grado.

1.5 Etapas del proyecto

El desarrollo del proyecto se divide en diferentes instancias, las cuales se pueden agrupar en las siguientes etapas:

- Descripción del área de trabajo;
- Estudios previos;
- Definición de Hipótesis;
- Evaluación de cada alternativa de fuente de agua y red de distribución:
    - Determinación de caudales requeridos en las parcelas;
    - Determinación de cargas hidráulicas requeridas en las parcelas;
    - Prediseño de infraestructura en la fuente de agua;
    - Prediseño de la red de distribución;
    - Preselección de equipos de bombeo, estudios de cavitación y transitorios;
    - Estimación de costos de inversión, de operación y mantenimiento, y VPN.
- Comparación de alternativas;
- Selección de una alternativa;
- Desarrollo de la alternativa seleccionada.

Las etapas del proyecto se plasman en tres tomos, siendo el presente (Tomo I), el tomo central que engloba todo el proyecto. En el Tomo II se presenta un estudio detallado de las alternativas de fuente de agua, y en el Tomo III se presenta un Estudio de Impacto Ambiental asociado a la alternativa seleccionada.

2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE TRABAJO

2.1 Ubicación

La Colonia Oscar D. Gestido, está ubicada a unos 10 km al Noreste de la ciudad de Salto. Se extiende sobre la margen norte del Arroyo San Antonio, frente a la Represa de Salto Grande, siendo el límite Oeste la antigua Ruta Nacional N° 3, extendiéndose hasta su límite Este, la Ruta Nacional N° 3 "General José Artigas". Para acceder a la Colonia Gestido se puede ingresar por cualquiera de las dos rutas.

Colonia Gestido limita con otras colonias del INC como son: Colonia Garibaldi al Este y Colonia Osimani y Llerena hacia el Suroeste, limitando hacia el Sur con el paraje Colonia 18 de Julio. Hacia el Norte limita con predios particulares.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas geográficas del baricentro de la Colonia Gestido en el sistema de proyección UTM WGS84 21S, y sus cotas topográficas referidas al cero oficial.

Tabla 2-1: Coordenadas del baricentro

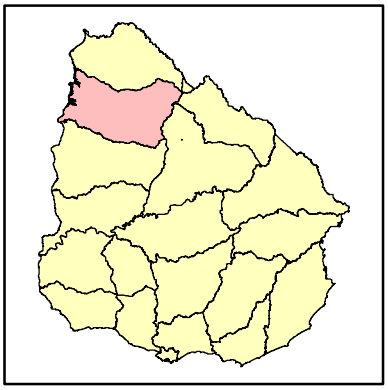
X (m)	Y (m)	Z (m)
417.891	6.537.085	50

La tierra pertenece al INC, inmueble rural N° 498 y los productores la explotan bajo la modalidad de productores colonos, los que se caracterizan por ser predios de pequeña y mediana escala, con las familias radicadas en los mismos.

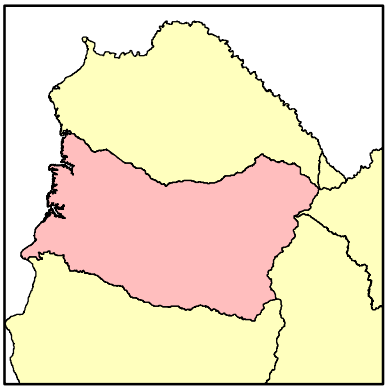
Es una zona donde conviven diversos rubros productivos tales como fruticultura (principalmente citrus y durazno), horticultura de campo y protegida bajo plásticos, lechería y ganadería.

En la Figura 2-1 se presenta la ubicación general de la colonia y en la Figura 2-2 la imagen satelital de la zona.

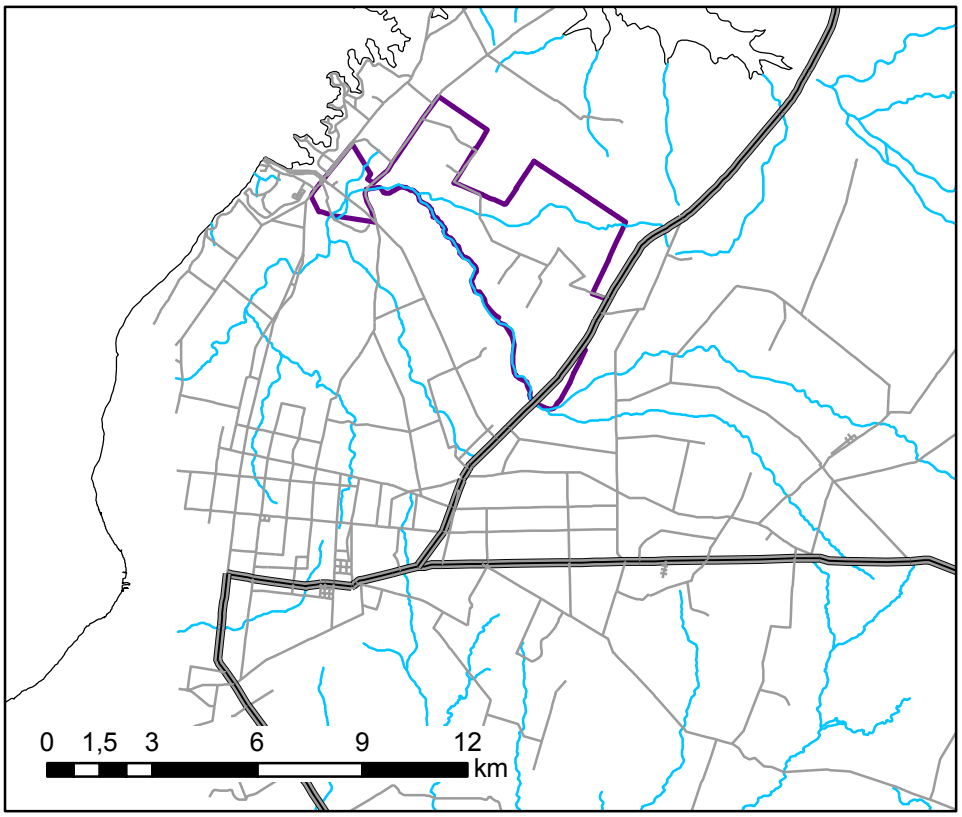
Figura 2-1:Ubicación general en Cartografía del SGM



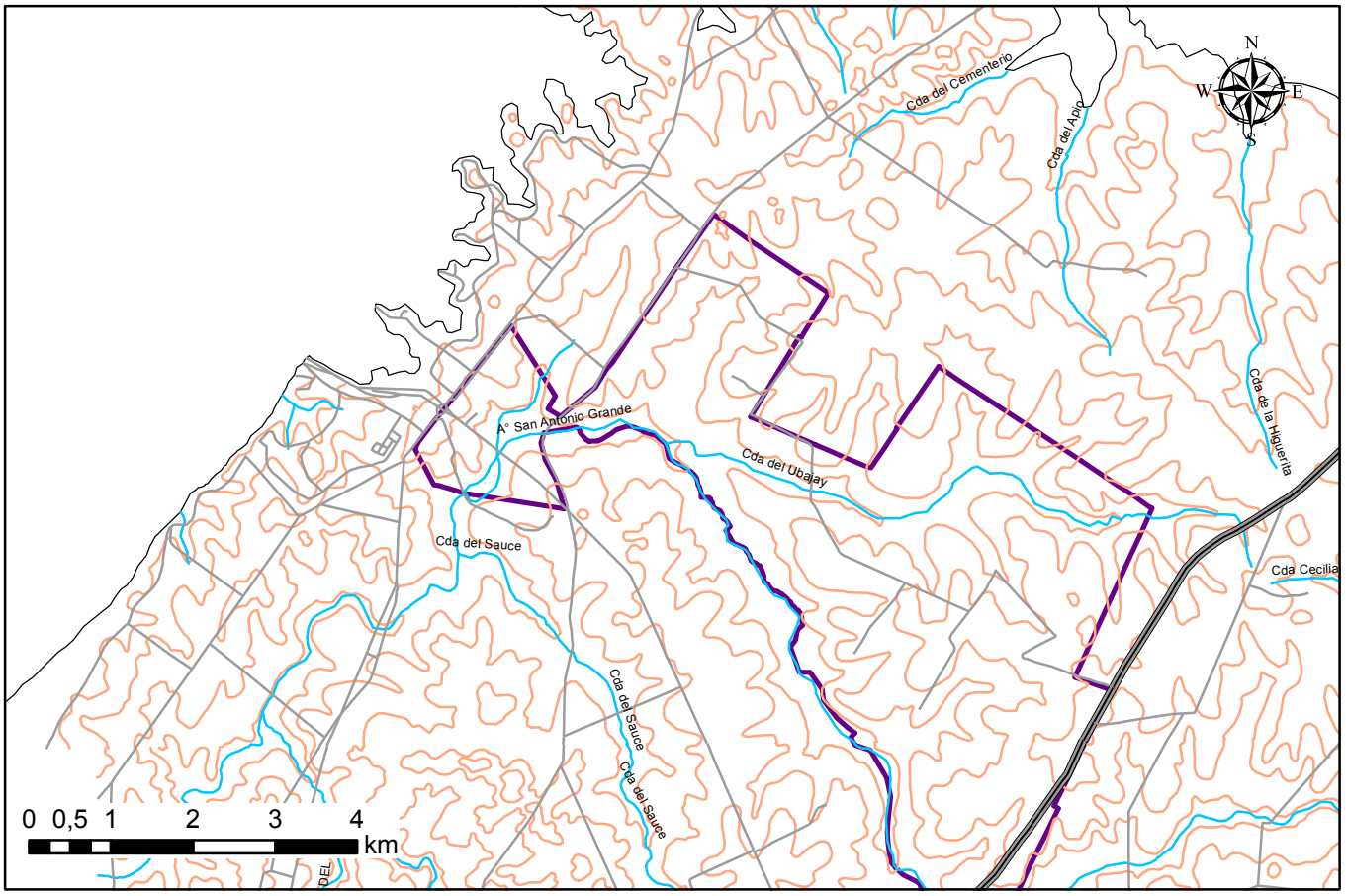
Uruguay



Departamento de Salto



Entorno



Colonia Gestido

Ruta N°3

Caminería Departamental

Cursos de Agua

Curvas de nivel

Colonia Gestido



Figura 2-2: Imagen Satelital de la zona (Fuente: Google Earth)

2.2 Parcelario

Colonia Gestido se encuentra actualmente dividida en 48 parcelas, en la Figura 2-3 se muestra el parcelario actual de la colonia.

En este trabajo se han dividido algunas de las parcelas originales, suministrando un hidrante a cada una de las fracciones, a efectos de reducir la carga hidráulica requerida en los hidrantes.

En la Tabla 2-2 se presentan las superficies asociadas a cada parcela y en la Figura 2-4 el parcelario de trabajo.

Tabla 2-2: Superficie de cada parcela

Id. Parcela	Área parcela (ha)	Id. Parcela	Área parcela (ha)
001	35,67	027	36,48
002	73,68	028	25,88
003	111,84	029	30,62
004	133,60	30a	63,66
005	92,70	30b	57,39
007	61,15	032	40,98
008	54,35	033	31,52
009	91,84	034	39,23
010	56,33	035	82,27
011	34,26	036	32,42
012	59,47	37a	26,53
013	39,41	37b	21,23
014	35,43	38a	30,03
015	36,98	38b	46,21
016	54,49	039	19,10
017	33,74	40a	16,03
018	124,16	40b	12,89
019	65,97	041	19,39
020	40,39	042	30,84
021	34,86	043	39,24
022	42,94	044	32,00
023	121,15	045	41,86
024	75,38	046	58,01
025	89,93	047	111,26
026	30,13	048	14,58

Área (ha)	
Máximo	133,60
Mínimo	12,89
Promedio	51,97

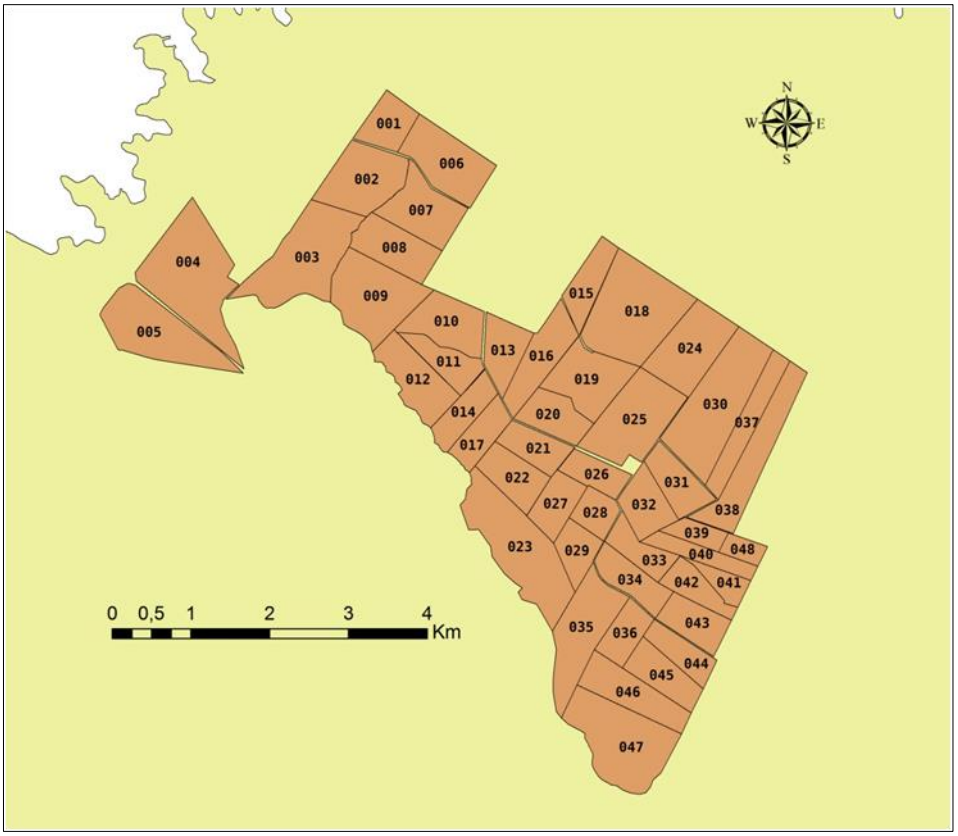


Figura 2-3: Parcelario actual de Colonia Gestido

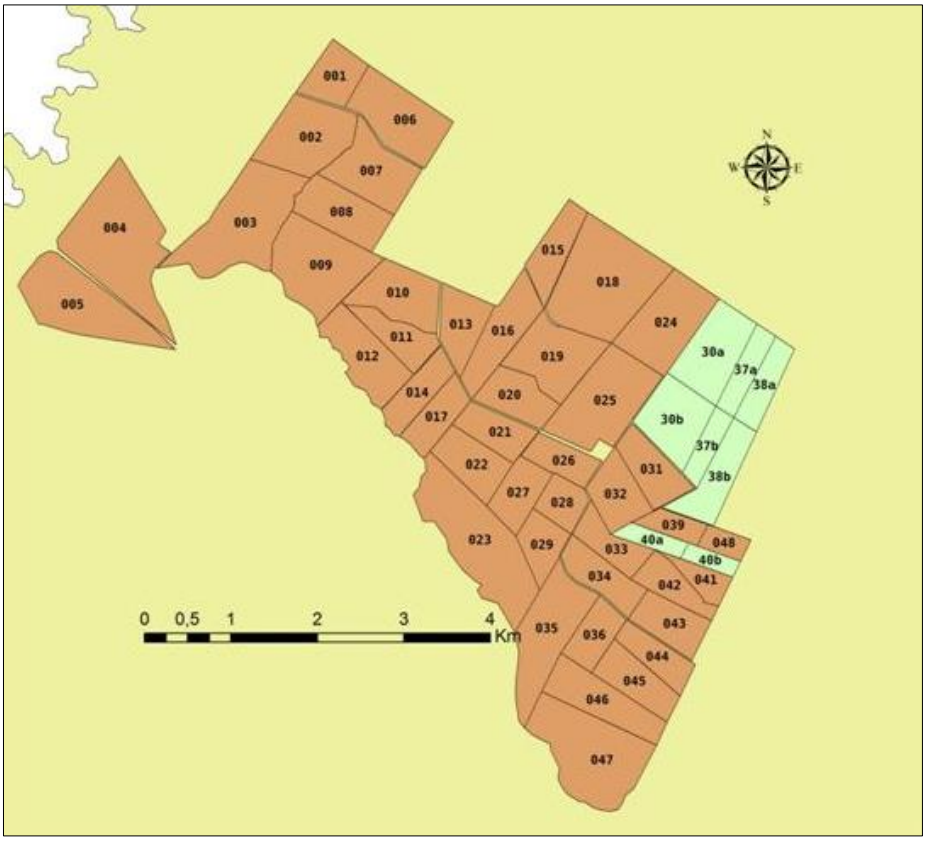


Figura 2-4: Parcelario de trabajo

2.3 Marco Jurídico de Colonia Gestido

2.3.1 Ley Nº 11.029

El INC fue creado a partir de la Ley N° 11.029 del año 1948, buscando ser un instrumento idóneo para promover una subdivisión racional de la tierra y su adecuada explotación, procurar la radicación y bienestar del trabajador rural, promoviendo además el aumento y la mejora de la producción agropecuaria.

La colonización, es un proceso socioeconómico productivo, mediante el cual el Estado, adquiere tierras o las recibe en propiedad o en administración, las redimensiona, y luego las adjudica a productores para que se instalen en ellas con sus familias y las trabajen debidamente.

En el artículo 1° de la ley se establece que los grupos que pueden ser adjudicatarios de fracciones afectadas a la misma, deberán organizarse como personas jurídicas, bajo las siguientes formas: Sociedades Agrarias, Asociaciones Agrarias, Cooperativas Agrarias, Sociedades de Fomento Rural , Sindicatos y toda otra forma jurídica de asociación que exista o se cree y sea compatible con los fines colonizadores, completando toda la documentación exigible por parte del Registro o registros en que deban estar inscriptas según el caso.

En el artículo 2° se establece que los integrantes de dichas personas jurídicas deberán tener:

- 18 años cumplidos;
- poseer conocimientos y aptitudes suficientes para el género de explotación a que vayan a dedicarse;
- poseer condiciones personales y hábitos de vida que el instituto considere satisfactorios.

El artículo 3º define que la preferencia para la adjudicación se da a las personas que:

- sean familias de personas jóvenes y con niños de edad escolar;
- grupos que estén realizando explotaciones asociativas de la tierra;
- grupos que exploten áreas insuficientes;
- grupos con tenencia precaria de tierra;
- que hayan acreditado mejores aptitudes en los núcleos de capacitación;
- que sean agricultores desalojados o estén pendientes de desalojo;
- que sean hijos de colonos.

El artículo 4º establece que los grupos organizados deberán presentar previo a la adjudicación del predio un plan de explotación a realizar y las normas a las que se sujetarán los miembros para la ejecución de los trabajos.

Tratándose de tierras puestas bajo régimen de regadío por obras construidas por la Administración Pública, el artículo 72º remarca que debe cumplirse con la legislación vigente o a dictarse en cuanto a los índices de riego y canon a aplicarse, parcelamiento, sistemas de embalse, canales, financiación, dirección técnica y administrativa de las obras, etc.

La Ley Nº 11.029 fue sujeta a modificaciones a través de las Leyes Nº 18.187 y 18.756.

2.4 Medio físico

2.4.1 Clima

De acuerdo a los datos de la estación meteorológica de INIA Salto Grande, estación meteorológica lindera a la zona de estudio, la temperatura media anual es de 19,4 ºC; durante los meses más cálidos la temperatura máxima media es de 26,2 ºC y en los meses más fríos la temperatura mínima media es de 12,8 ºC.

La precipitación media acumulada anual es de 1.339 mm. No existe una estación lluviosa típica aunque en primavera y verano se registran volúmenes algo mayores que en el resto del año.

Baetghen y Terra (2010) estudiaron para nueve estaciones pluviométricas en el período 1919-2008, entre ellas Salto, la variabilidad climática para diferentes escalas temporales en registros pluviométricos en Uruguay. Se comprueban tendencias de precipitaciones crecientes muy significativas, sobre todo en verano. Para el caso de Salto, la tendencia fue de 4,4 mm/año con significación estadística al 99 % para las precipitaciones anuales y del 100 % en verano.

2.4.2 Geología

Los materiales geológicos que afloran en la zona de estudio pertenecen a la Formación Salto y a la Formación Itapebí del Grupo Arapey, Formación Fray Bentos y Formación Actual.

La Formación Salto ocupa las partes altas de una faja de más de 200 km en sentido Norte-Sur y unos 30 km en sentido Este-Oeste, contra la margen izquierda del río Uruguay, desde Bella Unión hasta Bellaco (Río Negro). Comienza con un nivel de fangolitas gris verdosas (1 a 2 m) seguidas por areniscas y conglomerados que se interestratifican con estructuras lenticulares. Las areniscas constituyen el tipo de roca más importante, son de grano medio a fino con buena selección, granos bien redondeados, muy cuarzosa (5 % de feldespatos). Están muy poco cementadas y son de color rojo intenso porque los granos están cubiertos de una pátina de óxidos de hierro. Presentan esporádicos niveles totalmente silicificados (Bossi y Navarro, 1991).

El Grupo Arapey es el más importante de los cuerpos basálticos formados durante el proceso geológico conocido como Magmatismo Mesozoico. Tiene un enorme desarrollo superficial (41.000 km^2), es material madre de asociaciones de suelos muy diferentes, desde muy profundos a muy superficiales, y presenta propiedades hidrogeológicas satisfactorias. Se define como integrado por la superposición de derrames basálticos con delgados niveles de areniscas eólicas interestratificadas. Los basaltos del Grupo Arapey constituyen la mayor estructura confinante del Acuífero Guaraní.

La Formación Itapebí presenta superficie plana, suavemente ondulada con estructura horizontal, conteniendo 27 derrames superpuestos de 30 a 40 metros de espesor individual, con un espesor total de 900 metros. Afloran tres tipos de rocas: los basaltos masivos, de grano medio a grueso (dominantes); los basaltos vacuolares, resistentes a la meteorización, y los lentes de areniscas eólicas silicificadas. En esta zona la erosión es mínima y la meteorización ha producido suelos de mucho espesor porque es un bloque que se está hundiendo con relación al resto del área basáltica.

Esta estructura geológica en bloques de diferente espesor de basalto, separados por fallas aún activas, permite movimientos verticales para lograr equilibrio isostático. Los bloques que se levantan permiten que la erosión domine sobre la meteorización y viceversa. Al agregarse el tipo de roca aflorante se producen zonas con suelos profundos de gran fertilidad natural y zonas de suelos superficiales y muy superficiales.

En la Formación Fray Bentos son predominantes las arcillas limosas o areniscas muy finas, con contenido variable de arcilla, arena fina y calcáreo. Desde el punto de vista agronómico presentan la importancia de generar los mejores suelos del país en las zonas de Cololó y Bequeló, pero su distribución es muy extensa. La sección tipo se ubica en las barrancas de los alrededores de Fray Bentos. Aquí las rocas dominantes son areniscas finas, limolitas, loess, generalmente bien seleccionados y con 20 % de $CaCO_3$ en promedio.

Son rocas macizas, de color rosado anaranjado característico y constante. Se pueden reconocer cuatro tipos de rocas principales:

• En la base, brechas englobando fragmentos irregulares de los materiales subyacentes (lodolitas tilloides, poco frecuentes).

• Niveles arcillosos, también muy raros, conocidos solo en Paso Cuello.

• Loess macizos de típico color pardo anaranjado, que representa uno de los tipos de roca más frecuentes de la formación.

• Areniscas finas, también pardo anaranjadas, con estratificación cruzada neta o difícil de observar, también roca muy frecuente.

La Formación Actual está formada por sedimentos limo arcillosos, arenosos y a veces conglomerádicos (aluviones y coluviones), depósito de turbas. Se encuentra presente en los álveos de los cursos de agua.

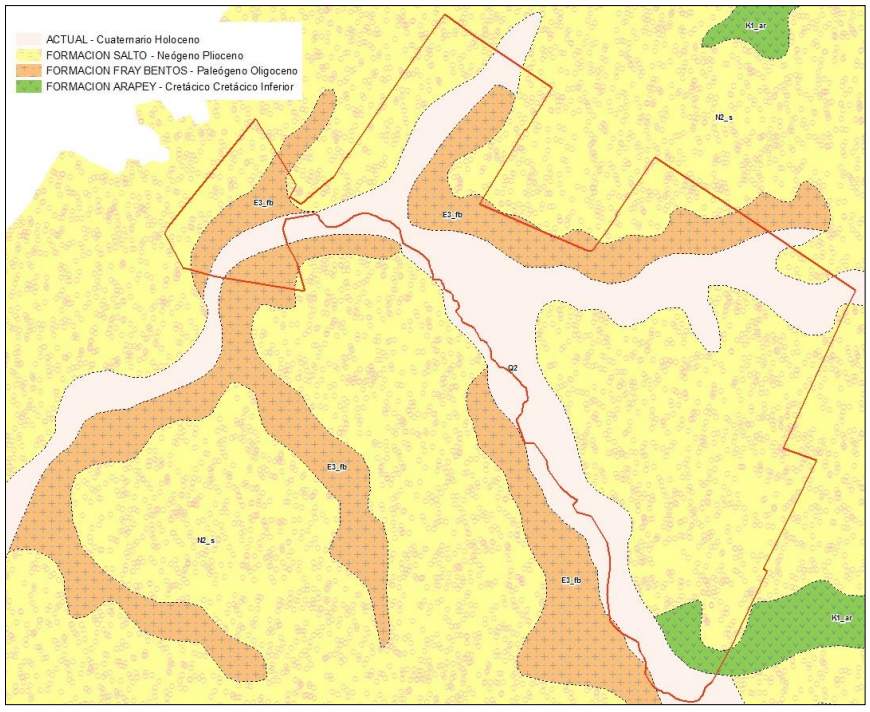


Figura 2-5: Mapa geológico del emprendimiento

2.4.3 Suelos

La información de suelos recabada para los padrones afectados por el emprendimiento pertenece a la descripción de los suelos según la Comisión Nacional de Estudios Agroeconómicos de la Tierra (CONEAT).

Los grupos de suelos CONEAT no son estrictamente unidades cartográficas básicas de suelo, sino que constituyen áreas homogéneas definidas por su capacidad productiva en términos de carne bovina, ovina y lana en pie. Esta capacidad se expresa por un índice relativo a la capacidad productiva media del país, a la que corresponde el índice 70.

El emprendimiento se localiza en suelos pertenecientes a los grupos B03.1, S09.11, S09.20 y S09.21 de CONEAT. En la siguiente tabla se presenta el área asociada a cada unidad, el porcentaje del total que representa y su respectivo índice CONEAT.

Tabla 2-3: Unidades de suelo CONEAT

Unidad	Área (ha)	Porcentaje	Índice Coneat
B03.1	412,50	15%	158
S09.11	724,35	26%	39
S09.20	1298,39	46%	44
S09.21	373,04	13%	61

B03.1

Esta unidad está asociada a las grandes vías de drenaje de la región basáltica. Se trata de un sistema de planicies aluviales de pendiente baja donde se distinguen dos tipos de terrenos, unos de forma general plana con vegetación arbórea de galería, vecinos a las vías de drenaje y otros, también de forma general plana, vecinos a los primeros, aunque frecuentemente con mesorrelieve. La rocosidad y pedregosidad son prácticamente nulas. Los suelos correspondientes al primer tipo de terreno (asociados dentro del grupo) son aluviales, generalmente arcillo limosos, a veces franco limosos en todo el perfil, ricos en materia orgánica. Se trata de Fluvisoles Isotexturales Melánicos. En el segundo tipo de terreno (dominantes dentro del grupo), los suelos son profundos, de colores negros que se agrisan a los 50 cm y en ocasiones a los 200 cm, de texturas arcillo limosas, por lo general con transición gradual a sedimentos limosos. A veces presentan sobre el perfil material alóctono y actual (deposiciones aluviales). Se trata de Vertisoles Háplicos paracuicos/aerico/no Hidromórficos (Grumosoles). La vegetación es de selva aluvial típica y parque con pradera predominantemente invernal y de tapiz denso, asociada a comunidades hidrófilas uliginosas accesorias. Este grupo se corresponde con la unidad Arapey de la carta a escala 1:1.000.000 (CRSU).

S09.11

Este grupo consiste en una asociación entre el grupo S09.10 (identificado con bancos antiguos de cantos rodados, observables en los alrededores de la Ciudad de Salto) y suelos superficiales de basalto, aparece en la región litoral oeste de los departamentos de Salto y Artigas y algunas áreas de Paysandú, aunque localizado en laderas de disección asociadas a las vías de drenaje.

Los Inceptisoles Ócricos (Regosoles de cantos rodados) pueden representar hasta 70 % de la asociación, correspondiendo a Brunosoles Éutricos Típicos superficiales y moderadamente profundos (Litoregosoles y Praderas Negras superficiales) el 30 % restante. El uso es pastoril, con pasturas pobres en las partes altas de cantos rodados y de mejor calidad en las laderas bajas sobre suelos basálticos. Este grupo corresponde a la unidad Constitución de la carta a escala 1:1.000.000 (CRSU).

S09.20

Este grupo se localiza en los alrededores de la ciudad de Salto extendiéndose siempre en áreas litorales del río Uruguay hasta las proximidades de Belén. Constituye una asociación del grupo S09.21 (Salto), que predomina con aproximadamente 70 % del área y el grupo S09.10 (Arenitas Blancas) que se localiza en laderas fuertes y cortas (casquetes). Los suelos predominantes corresponden a Argisoles Dístricos Ócricos y Melánicos Típicos y Abrúpticos (Praderas Pardas arenosas medias y máximas y Praderas Arenosas), de color pardo grisáceo a pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa, fertilidad baja y drenaje imperfecto, que a veces pueden ser pseudolíticos, ya que presentan una línea de cantos rodados de más de 20 cm de espesor. Sobre los cantos rodados, existen Inceptisoles Ócricos (Regosoles de cantos rodados) que tienen normalmente un horizonte superior de color pardo muy claro, textura arenosa, fertilidad muy baja y drenaje interno bueno, aunque en presencia de estratos arcillosos y en posiciones altas planas puede ser pobre. La tierra está ocupada por citrus, cultivos de primor, cultivos de verano y rastrojos. Este grupo integra la unidad Salto en la carta a escala 1:1.000.000 (CRSU).

S09.21

Este grupo es característico de los alrededores de la ciudad de Salto, extendiéndose en manchones discontinuos, siempre en áreas litorales del río Uruguay, hasta las cercanías de Bella Unión. El material geológico corresponde a sedimentos arenosos y areno arcillosos de la Formación Salto. El relieve corresponde a interfluvios altos y suavemente ondulados, con predominio de pendientes de 1 a 3 %. Los suelos dominantes son Argisoles Dístricos Ócricos y Melánicos, Típicos y Abrúpticos, de color pardo grisáceo a pardo grisáceo muy oscuro o pardo muy oscuro, textura franco arenosa, fertilidad baja y drenaje imperfecto. (Praderas Arenosas hidromórficas). En las concavidades se asocian Planosoles de texturas más finas y mayor fertilidad. Pueden existir cantos rodados integrando la masa del suelo y a veces conformando una línea de cantos de más de 20 cm de espesor, considerándose entonces al suelo como pseudolíticos. La tierra está ocupada por citrus, cultivos de primor, cultivos de verano y rastrojos. Este grupo corresponde a la unidad Salto en la carta a escala 1:1.000.000 (CRSU).

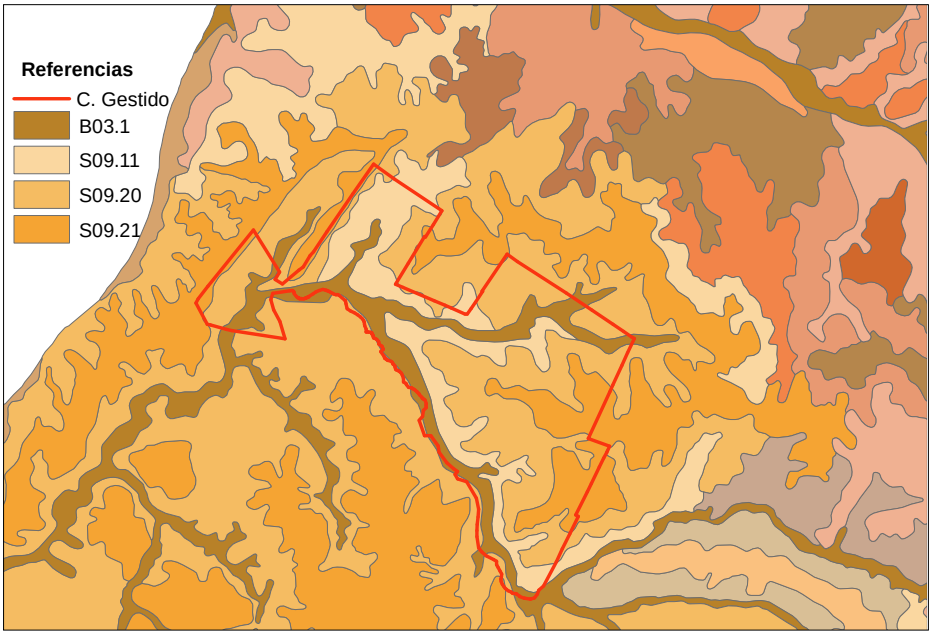


Figura 2-6: Mapa de grupos CONEAT en el emprendimiento

2.4.4 Recursos hídricos

A continuación se describen los principales recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos de la zona, con el fin de caracterizar las posibles fuentes de agua para el riego de la colonia.

Embalse Salto Grande

El Embalse de Salto Grande pertenece a la Central Hidroeléctrica Binacional de Salto Grande, ubicada en el curso medio del río Uruguay, a una distancia aproximada de 2 km del límite de la colonia.

El embalse se encuentra conformado por una presa mixta, la presa central es de hormigón e incluye otras dos presas de tierra. Posee dos descargadores de fondo para crecidas excepcionales, uno en cada margen. Es propiedad de Argentina y de Uruguay. Su construcción aprovecha el desnivel que el río presentaba en la zona denominada "Salto Grande". En el coronamiento se encuentra el Puente Salto Grande, ferroviario y carretero.

En la siguiente tabla se presentan las principales características del embalse.

Tabla 2-4: Características principales Embalse Salto Grande

Área del embalse (km^2)	783
Volumen del embalse (hm^3)	5.000
Longitud del embalse (km)	144
Ancho máximo del embalse (km)	9
Profundidad media (m)	6,4
Caudal medio río Uruguay (m^3/s)	4.640
Área de la cuenca (km^2)	224.000

El nivel mínimo del embalse se determina realizando un estudio estadístico de la serie de datos diarios de niveles del período comprendido entre los años 1980 y 2013, proporcionados por CTM-SG.

A continuación se muestran en el Gráfico 2-1 los niveles históricos y en la Tabla 2-5 los parámetros estadísticos calculados para esta serie de datos, ambos referidos al cero MOP de Argentina.

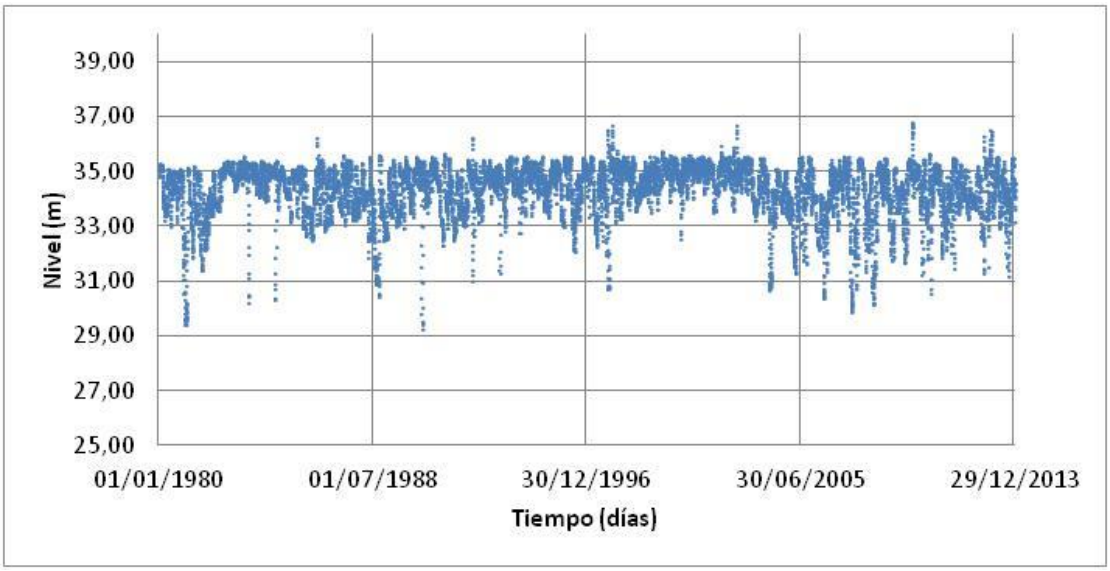


Gráfico 2-1: Niveles Salto Grande

Tabla 2-5: Parámetros estadísticos Niveles Salto Grande

Nivel (m)	
Mínimo	29,24
Máximo	36,82
Promedio	34,32
Desviación estándar	0,96
Moda	34,88

En el Gráfico 2-2 se presenta la frecuencia de ocurrencia de los distintos niveles del lago respecto al cero MOP de Argentina.

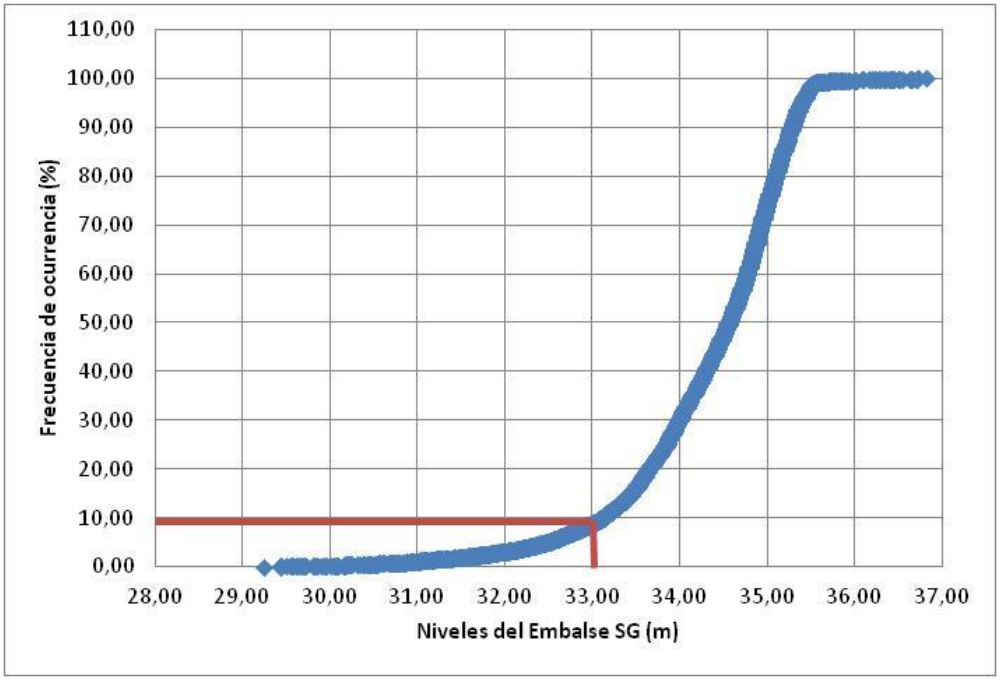


Gráfico 2-2: Frecuencia de ocurrencia niveles Embalse Salto Grande

Obs: Referido al cero MOP de Argentina

A efectos del presente proyecto el nivel adoptado como mínimo es aquel que no se supera el 10 % de las veces, resultando un nivel de 33,12 m respecto al cero MOP de Argentina, equivalente a 32,35 m respecto al cero oficial ROU.

Cuenca del arroyo San Antonio Grande

La Colonia Gestido se ubica en la cuenca del arroyo San Antonio Grande.

El arroyo San Antonio Grande recorre una distancia de 36 km desde su naciente hasta su desembocadura próxima al Ayuí, en el río Uruguay. Su cuenca tiene una extensión de 220 km^2; sus principales características se resumen en la Tabla 2-6.

Tabla 2-6: Características geomorfológicas de la cuenca del arroyo San Antonio Grande

Área (km^2)	220
Perímetro (km)	110
IC	2,1
Pendiente media (%)	1,5
L cauce principal (km)	36
Densidad de drenaje (km/km^2)	0,4

Se trata de una cuenca pequeña en la cual se desarrolla una actividad productiva muy importante, destinada principalmente al cultivo de arándanos. Existe poca información en base a aforos, sin embargo algunas de sus características como el elevado IC y la baja densidad de drenaje sugieren que la producción de caudal de la cuenca no es significativa. Estos aspectos implican que se trate de una cuenca muy vulnerable en la cual actualmente DINAGUA no otorga nuevos permisos de tomas de agua.

En cuanto a las tomas habilitadas actualmente por DINAGUA, la totalidad de las mismas son para el cultivo de arándanos. La mayor demanda de agua se da durante los meses invernales para el control de heladas. En la Tabla 2-7 se resumen los volúmenes anuales demandados.

Tabla 2-7: Demanda de agua – Tomas habilitadas arroyo San Antonio

	Vol. anual (miles de m^3)	%
Riego	221	26%
Control de heladas	619	74%
Total	840	100%

Otras actividades productivas presentes en la cuenca son:

- Citrus;
- Olivos;
- Horticultura;
- Lechería;
- Feedlot.

En cuanto a la presencia de embalses, actualmente se registra un total de 1.333.000 m^3 de agua embalsada, distribuida según se resume en la Tabla 2-8.

Tabla 2-8: Volumen embalsado

	Cantidad	Volumen (m^3)
Tajamares	12	487.000
Represas	3	646.000

El agua embalsada se destina para los cultivos presentados en la Tabla 2-9.

Tabla 2-9: Usos del agua embalsada

	Proporción
Arándanos	67%
Cítricos	33%

Como se mencionó en el punto 2.1, Colonia Gestido se extiende sobre la margen norte del arroyo San Antonio Grande. El principal curso de agua dentro de la colonia es la cañada del Ubajay, la cual tiene su naciente al Este de la Ruta N° 3, atravesando la colonia hasta su desembocadura en el arroyo San Antonio Grande. En cuanto a las características de la cuenca, la misma se extiende en una superficie de 20 km^2, siendo la longitud del cauce de 9 km.

Según fue mencionado en el punto 1.3, una de las alternativas de fuente de agua a considerar para el diseño del sistema de riego en Colonia Gestido es la construcción de un embalse multipredial. Se presume que la cañada del Ubajay es el único cauce dentro de la Colonia que presenta una cuenca relativamente importante para realizar un embalse multipredial que pueda satisfacer la demanda.

En la Figura 2-7 se presenta la cuenca del arroyo San Antonio Grande; las tomas habilitadas por DINAGUA en dicha cuenca; y la cuenca de la cañada del Ubajay.

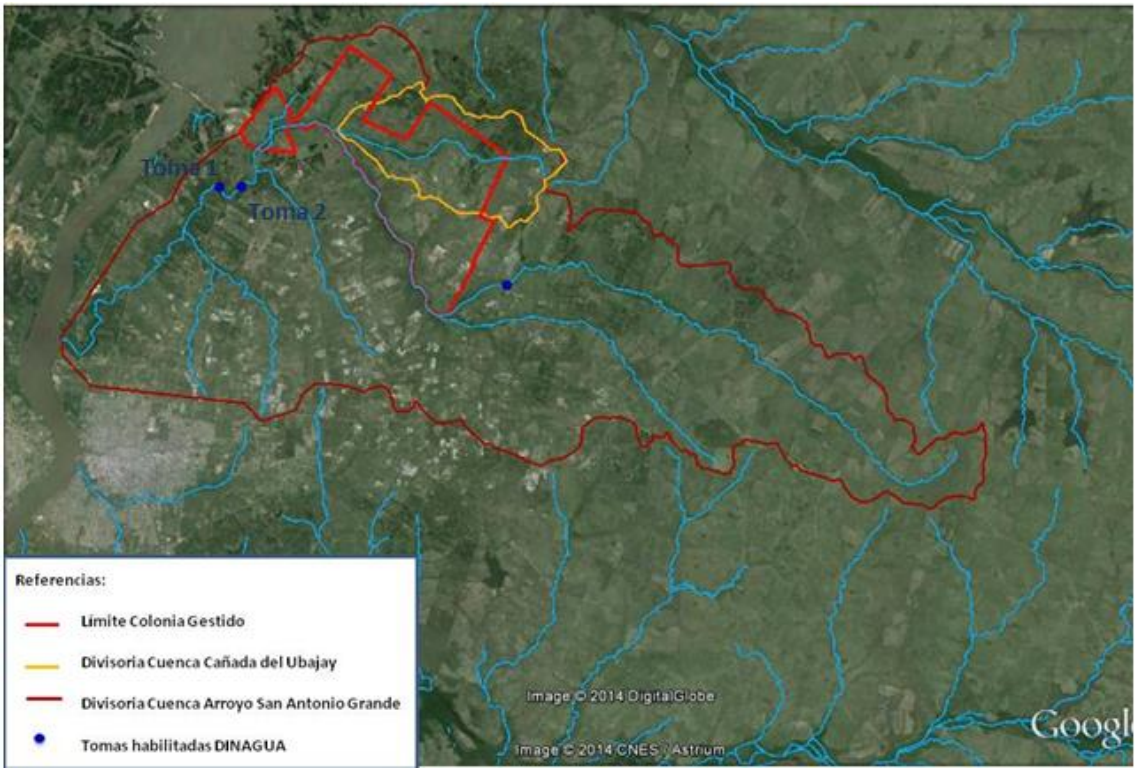


Figura 2-7: Cuenca arroyo San Antonio Grande

Como se puede observar, existen dos tomas habilitadas aguas abajo de la cuenca de la cañada del Ubajay, las cuales podrían ser afectadas por la construcción de una presa en dicha cuenca.

En la Tabla 2-10 se resumen las características de dichas tomas.

Tabla 2-10: Tomas habilitadas aguas abajo cañada Ubajay

Id. Toma	1	2
Id. DINAGUA	2006-10-004-0510-1-209	2007-10-004-0510-1-204
Demanda	6 L/s en verano y 25 L/s en invierno	140 L/s entre junio y agosto
Uso	Riego y control de heladas de arándanos	Control de heladas

Se observa que como fue mencionado anteriormente, la mayor demanda se da para el control de heladas en invierno, no existiendo competencia en dicho período con la demanda de riego de Colonia Gestido, como se presenta más adelante en el presente documento.

Por su parte, el caudal demandado por las tomas en verano es muy bajo. Asumiendo un caudal de estiaje de 0,4 L/s/km^2, la cuenca sería capaz de aportar en su totalidad 70 L/s, del cual la cuenca del Ubajay comprende solamente el 10 %. De todas formas en el diseño de la presa se preverá un caudal ambiental permanente equivalente al caudal de estiaje mencionado anteriormente, por lo que no existiría afectación a las tomas existentes.

Agua subterránea

En cuanto al agua subterránea, se distinguen el sistema Salto-Arapey y el Acuífero Guaraní.

El sistema Salto-Arapey consiste en un acuífero sedimentario sobre un acuífero fracturado, como se muestra en la Figura 2-8. En la zona del emprendimiento, el Grupo Arapey se encuentra a una profundidad de entre 5 a 20 m del nivel de superficie.

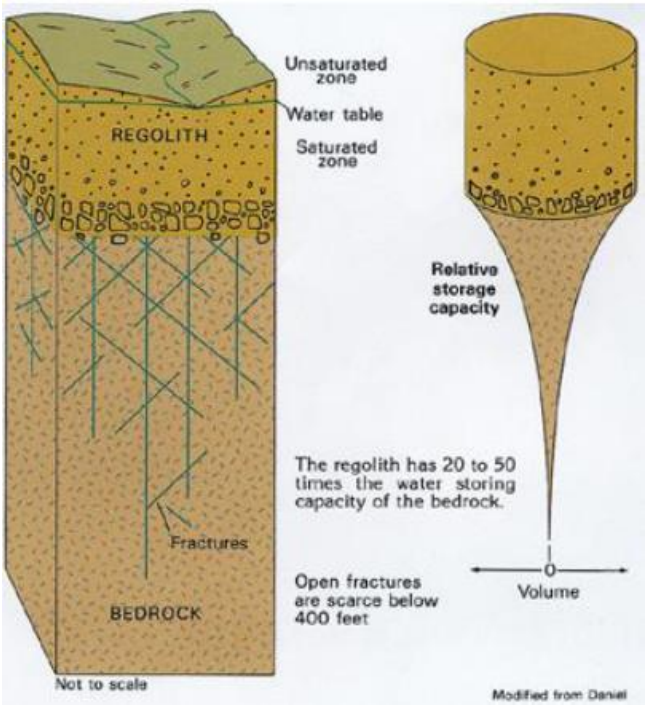


Figura 2-8: Sistema Salto-Arapey

En la Tabla 2-11 se presenta la información relativa a su explotación.

Tabla 2-11: Explotación del sistema Salto-Arapey (DINAMIGE 2009)

N° Pozos	492
Profundidad media	45,8
Qmedio (m^3/h)	8,8
Volumen anual (m^3)	$2{,}30 \times 10^7$
Porcentaje del total nacional	11%

El acuífero Guaraní comprende las formaciones Buena Vista, Cuchilla Ombú, Tacuarembó y Rivera. Se apoya sobre areniscas finas y limolitas de la Formación Yaguarí y es confinado por los derrames de basalto del Grupo Arapey. Los espesores varían entre 400 y 650 m que, a su vez, están saturados de agua. La explotación de pozos profundos puede dar caudales de 300 a 400 m^3/h pudiendo en algunos casos alcanzar hasta 1.000 m^3/h mediante bombeo.

Esta agua tiene gran valor agronómico potencial por disponer de enormes caudales con bajo costo de operación, una salida a temperaturas entre 35-40º C, con lo que se podrían evitar heladas y, por supuesto, anular los efectos de sequías (Faggiano 2011).

2.5 Medio biótico

Desde el punto de vista ecológico, el sitio pertenece a la región paisajística del litoral Suroeste (Evia y Gudynas 2000). Esta región corresponde a las áreas con mayor modificación antrópica. Se caracteriza por la presencia de manchas y corredores de ambientes menos modificados incluidos en una matriz heterogénea en la que predominan diversos cultivos.

En cuanto a la biodiversidad, Brazeiro *et ál.* (2008) han evaluado su variación espacial a nivel nacional, mediante un índice de relevancia ecológica (i.e., índice que integra la riqueza específica y número de especies amenazadas) tomando como referencia una grilla que divide al territorio nacional en 302 cuadrículas de aproximadamente 33 x 20 km, de acuerdo con el Plan Cartográfico Nacional, escala 1:50.000. El índice de relevancia ecológica por cuadrícula fue clasificado en 5 categorías, denominadas como *Muy baja, Baja, Media, Alta* y *Muy Alta*. Cabe destacar que el 40,1 % de ellas fueron clasificadas en *Baja* o *Muy Baja*. La cuadrícula correspondiente al sitio de estudio presenta un índice de relevancia *Muy Baja*, en el rango 0 – 0,18 en una escala de 0 a 1.

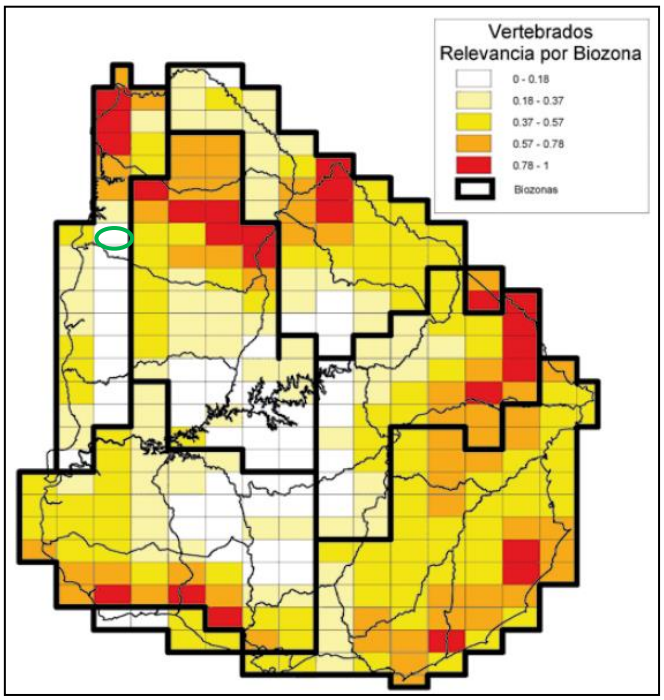


Figura 2-9: Variación espacial del índice de relevancia ecológica (Brazeiro et ál. 2008). El círculo verde indica el sitio del proyecto.

En un análisis a escala de terreno, efectuado en base a imágenes satelitales y a la visita de campo realizada, se destacan 2 tipos de ambientes de acuerdo a sus características ecológicas y de uso del suelo: a) Campos agrícolas o praderas mejoradas b) Bosque ribereño nativo de escaso desarrollo.

A continuación se presenta una caracterización de cada ambiente identificado para el área de estudio, y luego varias visuales representativas de cada uno tomadas en los sitios de interés.

Los campos agrícolas y praderas mejoradas son ambientes altamente modificados por el hombre. Estas modificaciones vienen dadas por el laboreo del suelo, en la agricultura tradicional, o por la aplicación de fuertes herbicidas, en la siembra directa, sustituyendo casi en su totalidad a las formaciones vegetales preexistentes en el sitio por las especies cultivadas, y modificando las características fisicoquímicas del suelo. Estas alteraciones en los suelos son destinadas al desarrollo de las prácticas tanto ganaderas como agrícolas.

Son de destacar los árboles frutícolas, los cuales se presentan en algunas zonas protegidos por cordones de Eucalitpus.

A lo largo de los alambrados de los predios se observa la presencia de especies nativas indican que en esas áreas hubo vegetación de mayor porte, la cual fue arrasada por la tala y la masificación de la actividad ganadera que aconteció en nuestro país entre final del siglo XIX y principios del siglo XX.

En la zona de uno de los posibles emplazamientos de embalse multipredial se encuentra un bosque ribereño nativo de escaso desarrollo, con evidentes señales de haber sido talado en el pasado. El lugar se muestra fuertemente invadido por especies exóticas invasoras entre las que destaca un tipo de Sauce Asiático y el Álamo.

En las siguientes figuras se presentan algunos de los elementos mencionados.



Figura 2-10: Cultivo de Zapallo



Figura 2-11: Campo natural mejorado



Figura 2-12: Naranjales



Figura 2-13: Bosque Ribereño



Figura 2-14: Sauce Asiático

2.6 Medio Antrópico

2.6.1 Población y estructura agraria

Según el último censo de población (2011) en la zona de influencia de Colonia Gestido habitan 712 personas. De ellas el 54,1% son hombres. La edad promedio en la zona es de 30,1 años, distribuidos en tramos de edades según lo indicado en la Tabla 2-12.

Tabla 2-12: Franja etaria

Edad	Población	Proporción
Menor a 18	250	35,1 %
19 a 29 años	151	21,2 %
30 a 45 años	121	17 %
45 a 60 años	128	18 %
Más de 60 años	62	8,7 %
Total	712	100 %

De las personas en edad de trabajar, el 42% no se encuentran ocupadas. Cuando se analiza esto por sexo, presenta un sesgo por género ya que el 72,8% de la población no ocupada está compuesta por mujeres.

2.6.2 Tránsito y vías de comunicación

Las principales vías de tránsito de la zona son el corredor internacional del Puente Salto-Concordia y la Ruta Nacional N° 3.

El Corredor Internacional nace en la progresiva 500 km de la ruta N°3 y se extiende 11 km al Oeste hasta llegar al río Uruguay.

La Ruta N° 3 es una de las principales del Uruguay, se inicia en el km 67 de la Ruta N°1 y se extiende unos 642 km hasta la frontera con Brasil en el río Cuareim.

Presenta un estado variable con carpeta asfáltica prácticamente en toda su extensión, es de una vía y su ancho ronda los 7 metros, con banquinas en buen estado.

En el pasaje por Colonia Gestido (progresiva 501 km) presenta un TPDA de 361 vehículos, del cual 58% son autos y utilitarios, y el resto son vehículos de mayor porte.

2.6.3 Usos del suelo

El área de estudio presenta porcentaje relevante de producción hortícola protegida bajo invernáculos, protegida bajo microtúneles, macrotúneles y a campo, con importante producción citrícola.

Las fracciones con mayores áreas se dedican a la ganadería y a la lechería, donde en algunos casos se explotan ambos rubros. En las fracciones de menor tamaño el rubro principal es la horticultura.

2.7 Situación actual de Colonia Gestido

2.7.1 Organización de la colonia

Los productores de Colonia Gestido se encuentran organizados en el marco de una Sociedad de Fomento Rural.

La Sociedad de Fomento Rural Colonia Oscar D. Gestido es una asociación civil, con personería jurídica aprobada por el Ministerio de Educación y Cultura, y no persigue fines de lucro ni reparten las utilidades de su gestión económica.

En la siguiente tabla se presentan los integrantes actuales de la directiva de la SFR Colonia Gestido.

Tabla 2-13: Comisión Directiva SFR Gestido

Nombre	Rol
Spina, Martín	Presidente
Malvasio, Renzo	Vicepresidente
Rodríguez, Susana	Secretaria
Spina, Gabriel	Tesorero

Adicionalmente existen diversas comisiones de trabajo en diversas temáticas, en las cuales participan otros productores.

2.7.2 Situación productiva

Actualmente en Colonia Gestido conviven varios rubros productivos tales como fruticultura, (principalmente citrus y durazno), horticultura de campo y protegida, lechería y ganadería en diferentes grados de intensidad.

Geográficamente, en los predios más hacia el Este, se desarrollan las actividades intensivas.

En la siguiente tabla se presentan los cultivos presentes a la fecha en Colonia Gestido, de acuerdo al relevamiento realizado por integrantes del Departamento de Agua en el marco del proyecto CSIC.

Tabla 2-14: Uso de suelo actual

Cultivo	Actividad	Área (ha)
Rotación Ray-Grass/Sorgo	Producción de granos	230,50
Praderas	Ganadería/Lechería	102,00
Campo Natural y/o Mejorado	Ganadería/Lechería	1186,00
Citrus	Fruticultura	268,50
Durazno	Fruticultura	3,00
Tomate	Horticultura	7,27
Morrón	Horticultura	4,95
Frutilla	Horticultura	14,74
Papa	Horticultura	12,25
Boniato	Horticultura	62,25
Zapallo	Horticultura	18,88
Maíz dulce	Horticultura	16,35
Melón	Horticultura	0,20
Cebolla	Horticultura	10,00
Zapallito	Horticultura	2,56
Lechuga	Horticultura	0,06
Sandía	Horticultura	1,00

Según el relevamiento, el área productiva en la actualidad es de 1.941 ha, lo que corresponde a alrededor del 70 % de la superficie de la Colonia.

La mayor parte de la producción se realiza bajo el régimen de secano, representando un 89 % del área en actividad. En la Tabla 2-15 este rubro se presenta de forma detallada.

Tabla 2-15: Producción bajo secano

Cultivos Extensivos y Frutícolas Secano	Superficie (ha)
Verdeos (Avena/Raygrass y Sorgo)	201,00
Praderas	800,00
Campo Natural y Campo Natural Mejorado	1186,00
Citrus	184,50
Durazno	3,00
Total	**1654,50**

Cultivos Hortícolas Secano (Protegidos y a Campo)	Superficie (ha)
Tomate	2,20
Morrón	1,20
Frutilla	7,36
Papa	5,00
Boniato	30,00
Zapallo	15,00
Maíz dulce	11,00
Melón	0,00
Cebolla	8,00
Zapallito	0,00
Lechuga	0,00
Sandía	0,00
Total	**79,76**

El 21 % restante de 206 ha corresponde a zonas regadas, como se detalla en la Tabla 2-16.

Tabla 2-16: Producción bajo riego

Cultivos Extensivos y Frutícolas c/ Riego	Superficie (ha)
Verdeos (Avena/Raygrass y Sorgo)	29,50
Praderas	22,00
Campo Natural y CN Mejorado	0,00
Citrus	84,00
Durazno	0,00
Total	**135,50**

Cultivos Hortícolas c/Riego (Protegidos y a Campo)	Superficie (ha)
Tomate	5,07
Morrón	3,75
Frutilla	7,38
Papa	7,25
Boniato	32,25
Zapallo	3,88
Maíz dulce	5,35
Melón	0,20
Cebolla	2,00
Zapallito	2,56
Lechuga	0,06
Sandía	1,00
Total	**70,75**

A partir de diciembre de 2007 se accedió a un Campo de Recría del Instituto Nacional de Colonización, Colonia Gral. Líber Seregni en el Paraje Saucedo, con una superficie de 486 ha. Es un emprendimiento asociativo, que beneficia a un porcentaje importante de pequeños productores y asalariados de la Comunidad, actualmente unos 23 socios de la SFR Colonia Gestido.

En el predio de la SFR ubicado en el centro de la Colonia se cuenta con una Planta de elaboración de dulces y conservas equipado con la infraestructura necesaria para industrializar frutas y verduras: fuentes de calor, pailas eléctricas, mesas de envasado, máquinas para tapar, cedazos para la elaboración de mermeladas, dulces y conservas.

En la colonia existen productores que sin estar Certificados como productores Orgánicos, realizan una producción orgánica, incipiente, apoyada desde el Regional Norte, UdelaR, por medio de proyectos de investigación y extensión, en donde se han logrado avances en lo productivo y se visualizan mejoras que fortalecen al grupo en aspectos sociales.

2.7.3 Fuentes de agua actuales

Actualmente, el agua se obtiene de perforaciones prediales suprabasálticas y de tajamares que captan la escorrentía superficial.

Las perforaciones son utilizadas para riego y también para consumo doméstico, mientras que los tajamares son utilizados para abrevadero de ganado y en un par de casos para riego.

En muchos pozos existe dificultad de extracción, en particular en los meses estivales, ya que los niveles de agua de las napas disminuyen.

En la Figura 2-15 se presentan las fuentes de agua existentes en la colonia.

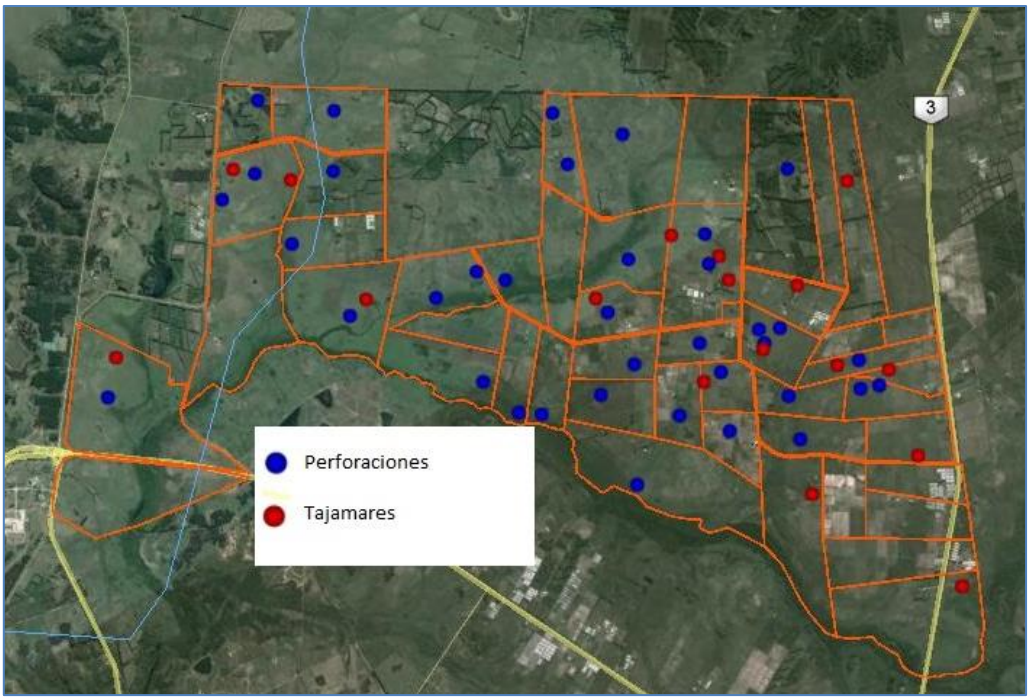


Figura 2-15: Fuentes de agua actuales

De acuerdo a lo respondido en el relevamiento realizado por el Departamento del Agua, los caudales bombeados de las perforaciones son los que se presentan a continuación.

Tabla 2-17: Caudales de perforaciones (L/h) (S/D: Sin Dato)

N° Fracción	Caudal	N° Fracción	Caudal	N° Fracción	Caudal	N° Fracción	Caudal
1	12.000	18	12.000	30	S/D	42	S/D
2	18.500	19	10.000	31	15.000	44	21.000
8	50.000	20	2.000	32	S/D	45	11.000
9	S/D	21	SECO	33	S/D	46	3.600
10	200	22	12.000	34	S/D	47	S/D
11	S/D	23	2.000	35	5.000	48	S/D
12	8.000	24	15.000	36	15.000	49	S/D
13	26.000	25	S/D	37	45.000	50	4.000
14	S/D	26	18.000	38	24.000	51	S/D
15	60.000	27	15.000	39	S/D	52	84.000
16	S/D	28	15.000	40	37.000	52	40.000
17	S/D	29	32.000	41	15.000	7012	36.000

3. ESTUDIOS PREVIOS E HIPÓTESIS DE TRABAJO

3.1 Estudios previos

Los estudios previos consisten en el análisis de información recopilada acerca de la zona de estudio, de modo de generar material base para el desarrollo de las siguientes etapas.

La información se obtiene consultando bibliografía, información institucional, sistemas de información geográfica, y estudios realizados en las distintas componentes del proyecto CSIC.

La información y herramientas utilizadas en este proyecto que fueron brindadas por el equipo que forma parte del proyecto CSIC son las siguientes:

- Curvas de Nivel interpoladas cada 1 m, obtenidas a partir de las Cartas 1:50.000 del SGM;
- Posibles ubicaciones de embalses multiprediales;
- Demandas medias de agua de cultivos;
- Demandas pico de agua de cultivos;
- Plano de inundación de Salto Grande indicando batimetría del embalse (Anexo III del Tomo II);
- Programa en lenguaje Fortran Max_NP_Pdec para el cálculo de pérdidas de carga en las parcelas.

Como sistema de información geográfica se utiliza el programa ArcGIS, mediante el cual se genera un Modelo Digital de Terreno a partir de las curvas de nivel cada 1 m. Dicho modelo se genera con un tamaño de celda de 4 x 4 m. Si bien la escasa precisión de las curvas de nivel no amerita celdas tan pequeñas, se eligen celdas de estas dimensiones para poner en práctica el manejo de datos masivos.

Además, se realizó una visita de campo con el objetivo de la interiorización con la problemática y situación actual de la colonia; y el reconocimiento de los posibles emplazamientos de los embalses, las obras de toma, las estaciones de bombeo y la red.

3.2 Hipótesis de trabajo

Para la definición de las hipótesis a considerar en el presente trabajo se tiene en cuenta la situación actual de la colonia y la experiencia aportada por los tutores. De esta manera se define el área de la colonia a ser regada y los cultivos a asignar a cada parcela.

Los resultados de las encuestas realizadas a los productores de la colonia reflejan la negativa de los mismos a regar la totalidad de sus parcelas. Ante esta situación, se decide tomar como hipótesis, el riego del 50% del área de cada parcela, y por lo tanto el área total a regar será el 50% de la superficie de la colonia.

Teniendo en consideración la CRSU, los cultivos óptimos para los suelos presentes en la colonia son el citrus y el sorgo. De este modo se decide tomar como hipótesis que la mitad del área regada de cada parcela se destinará para el cultivo de citrus, y la otra mitad para el cultivo de sorgo.

Las hipótesis formuladas se resumen en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Hipótesis de trabajo

		Proporción	Área (ha)
Superficie Colonia		100%	2.702
Superficie regada	Citrus	25%	676
	Sorgo	25%	676
	Total	50%	1.351

Estas hipótesis se traducen en requerimientos mínimos de caudal y carga hidráulica en el hidrante instalado en la entrada de cada parcela para abastecerla desde el sistema de distribución.

El caudal requerido en cada parcela depende de la demanda de agua de cada cultivo y de la superficie de la parcela.

Los métodos de aplicación que se utilizan para el riego de citrus y sorgo son el goteo y la aspersión respectivamente. Debido a las características del riego por aspersión y de la planta del sorgo (se eleva algunos metros por sobre la superficie del terreno), la presión requerida para regar el sorgo es mayor a la requerida para el riego de citrus.

Ambos métodos de riego requieren filtros que instalará cada productor dentro de la parcela; el riego por goteo requiere el filtrado de partículas de menor tamaño que el riego por aspersión, por lo que la pérdida de carga producida en el riego de citrus será mayor.

En la Tabla 3-2 se presentan las presiones requeridas por los equipos de riego y las pérdidas de carga asociadas al filtrado, las que en conjunto se denominarán presión de servicio.

Tabla 3-2: Presiones requeridas según métodos de riego

Goteo	Presión del equipo (m.c.a.)	15
	Pérdidas de carga por filtrado Δh_f (m.c.a.)	5
	Pservicio (m.c.a.)	20
Aspersión	Presión del equipo (m.c.a.)	30
	Pérdidas de carga por filtrado Δh_f (m.c.a.)	2,5
	Pservicio (m.c.a.)	32,5

Como se puede observar en la Tabla 3-2, la presión de servicio para el riego por aspersión es mayor; de esta manera como en cada parcela se regará citrus y sorgo, la presión de servicio requerida en cada hidrante será la correspondiente a la aspersión.

La aspersión y el goteo también se diferencian en las eficiencias globales del sistema de riego. Se asumen distintas eficiencias teniendo en cuenta que la asociada a la aspersión es menor a la de goteo por darse una mayor pérdida de agua hacia la atmósfera. En la Tabla 3-3 se exponen los valores de eficiencias adoptados en cada caso.

Tabla 3-3: Eficiencia global del sistema de riego según métodos de riego

	Eficiencia
Goteo	85 %
Aspersión	80 %

4. METODOLOGÍA

En el presente capítulo se describen las metodologías adoptadas para el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto. El punto 4.1 de este capítulo se desarrolla para cada alternativa en el Tomo II, mientras que los puntos 4.2 y 4.3 se presentan más adelante en el corriente tomo.

4.1 Evaluación de cada alternativa de fuente de agua y red de distribución

A grandes rasgos, la evaluación de cada alternativa de fuente de agua y red de distribución comprende las mismas etapas, en las cuales se aplica la metodología descrita a continuación.

4.1.1 Determinación de caudales pico requeridos en las parcelas

El caudal requerido en cada parcela está dado por la demanda pico de agua de los cultivos presentes en ella y se obtiene a partir de la siguiente expresión.

$$Q_i = \sum_{j=1}^{n} \frac{\left(DPD_j/T\right) \times \acute{A}_{i,j}}{Ef_j} \quad (4\text{-}1)$$

Donde: i : Id. Parcela

j : Id. Cultivo

n: Número de cultivos

DPD_j: Demanda pico diaria del cultivo j

T: Duración de una jornada de riego

$\acute{A}_{i,j}$: Área ocupada por el cultivo j en la parcela i

E_j: Eficiencia global del sistema de riego del cultivo j

Demanda pico diaria

La demanda pico diaria de cada cultivo se estima a partir de los datos de evapotranspiración de Penman ETo para la estación meteorológica más cercana a la zona de estudio, y a partir de los coeficientes de cultivo Kc.

En base a los datos diarios de ETo, se calcula el pico como aquella ETo que es superada solamente el 20 % de los días. La ETo pico obtenida es multiplicada por el coeficiente de cultivo Kc para obtener la evapotranspiración de cultivo ETc. Se asume que los valores obtenidos de ETc son las demandas pico diarias de los cultivos.

La estación meteorológica más cercana a la colonia es la de INIA Salto Grande, que se encuentra en un predio lindero a la colonia, en su límite Oeste. En base a los datos diarios de ETo, se calcula el pico en el período comprendido entre los años 1984 y 2013. En la Tabla 4-1 se presentan los valores de Kc utilizados y las demandas pico diarias obtenidas.

Tabla 4-1: Demanda pico diaria

	Kc [1]	Demanda pico (mm/día)
Citrus	0,85	4,51
Sorgo	1,2	6,36

Jornada de riego

Por otra parte, para la estimación del caudal requerido es necesario conocer el tiempo de riego. En Uruguay, el tarifario eléctrico se divide en 7 horas de valle, 13 horas de llano y 4 horas de pico. Con el fin de evitar el riego durante las horas pico, que son las más costosas, se suele elegir una jornada de riego de 20 horas, utilizando horas valle y horas llano.

En la Tabla 4-2 se presentan las demandas pico por unidad de superficie (L/s/ha) para citrus y sorgo que resultan para una jornada de riego de 20 horas.

Tabla 4-2: Demanda pico por unidad de superficie

	Demanda pico (L/s/ha)
Citrus	0,63
Sorgo	0,88

Área ocupada por el cultivo en la parcela

La proporción de superficie de la parcela asignada a cada cultivo forma parte de las hipótesis de trabajo. El área ocupada por cada cultivo en la parcela se determina a partir del parcelario de la colonia y de estas hipótesis.

Algunas parcelas presentan una forma muy alargada, que incrementaría excesivamente la pérdida de carga dentro de la misma, por lo que en este caso se opta por suministrar dos bocas de riego (hidrantes) a la parcela, estudiando la misma como dos parcelas independientes.

Eficiencias globales del sistema de riego por cultivo

Las eficiencias globales del sistema de riego que intervienen en la Ecuación 4-1 fueron presentadas en la Tabla 3-3.

[1] Máximo valor de Kc para el cultivo. Fuente: Notas del curso Represas y Canales – Módulo de riego

4.1.2 Determinación de cargas hidráulicas requeridas en las parcelas

La carga hidráulica mínima requerida en el hidrante de cada parcela será la necesaria para regar cualquier punto de la parcela con la presión de servicio requerida por el equipo de aplicación involucrado. Las componentes principales de la carga en el hidrante son la cota y la presión del agua en ese punto. Por lo que, satisfacer la carga mínima, se traduce en la satisfacción de una presión mínima en el punto. Para cada hidrante se calcula la presión mínima a partir de la siguiente expresión:

$$Pmin_i = Pservicio_j + \Delta h_{p_i} \quad (4\text{-}2)$$

Donde: i : Id. Parcela

j : Id. Cultivo

Δh_{p_i}: Pérdida de carga en la parcela i

$Pservicio_j$: Presión de servicio asociada al cultivo j

Las presiones de servicio adoptadas forman parte de las hipótesis de trabajo.

La pérdida de carga Δh_p en cada parcela, está compuesta por la pérdida de carga distribuida que se da en las tuberías internas a la parcela y por la pérdida de carga geométrica entre el hidrante y cada punto de la parcela. Como se estableció anteriormente, en el hidrante se proporcionará la carga necesaria para abastecer cualquier punto de la parcela con la presión de servicio, por lo que se tomará como Δh_p, la pérdida de carga entre el hidrante y el punto de la parcela hidráulicamente más alejado del mismo.

Para el cálculo de Δh_p en cada parcela se realiza una iteración entre todos los puntos de la parcela utilizando el programa *Max_NP_Pdec_HF,* presentado en el Anexo V, elaborado en lenguaje Fortran en base al programa *Max_NP_Pdec* proporcionado por el Departamento del Agua. La expresión resultante para el cálculo de Δh_p se presenta en la Ecuación 4-3.

$$\Delta h_{p_i} = Máx\left\{z_k + J\sqrt{2}\sqrt{(x_i - x_k)^2 + (y_i - y_k)^2 + (z_i - z_k)^2}\right\} - z_i \quad (4\text{-}3)$$

Donde: i : Id. Parcela

$(x_i\ , y_i\ , z_i)$: coordenadas del hidrante de la parcela i

$(x_k\ , y_k\ , z_k)$: coordenadas del punto k que adquiere las coordenadas de todos los puntos de la parcela en la iteración

J es la pérdida de carga distribuida unitaria para una tubería de diámetro pequeño, se considera un valor de J=0,01

4.1.3 Prediseño de infraestructura en la fuente de agua

Para cada alternativa de fuente de agua se diseña la infraestructura necesaria para el abastecimiento de la red.

4.1.4 Prediseño de la red de distribución

Trazado de la red

El trazado de la red, consistente en una sucesión de tramos de tuberías conectados por nodos, se realiza teniendo en cuenta los criterios que se enumeran a continuación.

- Trazado siguiendo caminos;
- Trazado siguiendo los límites de las parcelas;
- Optimizar longitudes de tramos para minimizar pérdidas de carga;
- Evitar codos de 90 ° para minimizar pérdidas de carga y reducir anclajes;
- Evitar trazado fuera de la colonia;
- Colocar nodos en cambios de pendiente pronunciados;
- Abastecimiento a las parcelas en el primer punto de contacto entre la parcela y la red.

Predimensionamiento de la red

Se realiza el predimensionamiento de la red teniendo en cuenta la configuración en que todos los hidrantes se encuentran encendidos.

Materiales a emplear

Los materiales utilizados serán PRFV, PVC, PEAD y acero. El acero se utilizará para el Manifold y para tramos próximos a la estación de bombeo. El resto de los tramos serán de PRFV, PVC, y PEAD, utilizando criterios económicos para la elección de cada uno de ellos; los mismos se presentan en la Tabla 4-3.

Tabla 4-3: Materiales de tuberías según los diámetros

Rango diámetros (D)	Material
40 mm ≤ D ≤ 75 mm	PEAD
90 mm ≤ D ≤ 315 mm	PVC
400 mm ≤ D ≤ 1200 mm	PRFV

Selección de diámetros

Teniendo en cuenta los caudales requeridos por cada parcela, se calculan los caudales acumulados que circulan por cada tramo de tubería.

Se realiza un procedimiento iterativo en el que se seleccionan diámetros para todas las tuberías y se elige aquella configuración que minimice las pérdidas de carga en la red.

Las pérdidas de carga acumuladas desde la fuente de agua hasta cada nodo están compuestas por la pérdida de carga distribuida, la pérdida de carga localizada y el desnivel geométrico entre las bombas y cada hidrante.

La pérdida de carga distribuida Δh_d se calcula para cada tramo de tubería a partir de la fórmula de Darcy-Weisbach presentada a continuación.

$$\Delta h_d = f \frac{L}{D^5} \frac{8Q^2}{\pi^2 g} \quad (4\text{-}4)$$

Donde: Q: Caudal que circula por el tramo

f: Coeficiente de pérdida de carga distribuida

D: Diámetro del tramo

L: Largo del tramo

Para calcular los coeficientes f de pérdida de carga distribuida se utiliza la aproximación de Colebrook-White realizada por Swamee y Jain:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{\varepsilon}{3{,}715D} + \left(\frac{6{,}943}{Re} \right)^{0{,}9} \right) \quad (4\text{-}5)$$

Donde: ε: Rugosidad absoluta

D: Diámetro del tramo

Re: Número de Reynolds

Las rugosidades absolutas adoptadas para cada material utilizado se presentan en la Tabla 4-4:

Tabla 4-4: Rugosidades absolutas para distintos materiales

Material	ε (mm)
Acero	0,15
PRFV	0,029
PVC	0,06
PEAD	0,02

Las pérdidas de carga localizadas consideradas se asocian a elementos tales como cambios de dirección de la tubería, reducciones o ampliaciones y presencia de válvulas.

El cálculo de esta pérdida de carga (Δh_l) se realiza utilizando la siguiente ecuación.

$$\Delta h_l = k \times \frac{v^2}{2g} \quad (4\text{-}6)$$

Donde: Δh_l: Pérdida de carga localizada

k: Coeficiente de pérdida localizada del elemento

v: Velocidad del tramo

g: Aceleración gravitatoria

Los coeficientes de pérdida de carga localizada considerados se presentan a continuación.

Tabla 4-5: Coeficientes de pérdida de carga localizada para distintos elementos (Tomoyuki 2006)

Elemento	k
Válvula de compuerta	0,2
Válvula de retención	2,5
Tee pasaje directo	0,6
Tee salida de lado	1,3
Tee salida bilateral	1,8
Codo 90	0,9
Codo 45	0,4
Curva 22,5	0,1
Reducción gradual	0,15
Ampliación	0,30

Los coeficientes de pérdida de carga localizada considerados para derivaciones a 45 ° varían en función de la relación entre caudal (Q) y caudal derivado (Qz), los mismos se presentan a continuación.

Tabla 4-6: Coeficientes de pérdida de carga localizada para derivaciones a 45 ° (SIHI Group)

	Separación de flujo				Confluencia			
Qz/Q	0	0,5	0,8	1	0	0,5	0,8	1
k derivación	0	0,4	0,35	0,5	0	0,1	0,35	0,4
k pasaje directo	0,04	0,02	0,2	0	0,04	0,1	0	0

De esta manera se obtienen las pérdidas de carga distribuidas y localizadas acumuladas hasta cada nodo. Sumando a este término el desnivel geométrico, se obtiene la pérdida de carga desde la fuente hasta cada nodo.

Selección de presiones nominales

Cada tramo de tubería debe resistir el máximo de las presiones dadas en sus nodos, por lo que se calculan las presiones de los nodos y a partir de ellas se determinan las presiones nominales de cada tubo.

4.1.5 Selección de equipos de bombeo, estudios de cavitación y transitorios

Selección de equipos de bombeo

Los equipos de bombeo se seleccionan teniendo en cuenta la configuración en que todos los hidrantes se encuentran encendidos.

Una vez predimensionada la red, el equipo de bombeo deberá ser capaz de elevar la carga necesaria (denominada Hb) para que en cualquier punto de cualquier parcela se alcance la presión requerida por el equipo de aplicación de riego. Para ello, se calculan estas cargas para cada parcela y se seleccionan los equipos de bombeo para la parcela más exigida.

Los puntos de funcionamiento de los sistemas de riego en general son muy variables, ya que dependiendo de los hidrantes que estén prendidos o apagados, el caudal y la carga requerida serán distintos; existe un punto de funcionamiento de la instalación para cada configuración de hidrantes prendidos, totalizando $1{,}8 \times 10^{16}$ combinaciones posibles. Es por eso que los equipos de bombeo deben de ser muy flexibles, y para ello en cada estación de bombeo se instalarán varias bombas en paralelo.

Estudio de cavitación

Los fenómenos de cavitación pueden darse tanto en la red de tuberías como en los equipos de bombeo.

En el caso de la red de tuberías, la cavitación se evita asegurando que la presión en las mismas sea mayor a la presión de vapor. Para ello, en los nodos sin hidrantes se fijan 5 m.c.a. como presión mínima.

Con el objetivo de evaluar el fenómeno de cavitación en los equipos de bombeo, se evalúa el cumplimiento de la siguiente condición.

$$NPSH\ disponible > NPSH\ requerido \tag{4-7}$$

El NPSH disponible se calcula utilizando la siguiente ecuación.

$$NPSH\ disponible = Ha - za + \frac{p_{atm}}{\gamma} - \frac{p_{vapor}}{\gamma} \tag{4-8}$$

Donde: Ha: Carga a la entrada a la bomba

za: Cota a la entrada a la bomba

p_{atm}: Presión atmosférica

p_{vapor}: Presión de vapor

Se asume que los últimos términos de la ecuación toman el valor que se presenta en la siguiente ecuación.

$$\frac{p_{atm}}{\gamma} - \frac{p_{vapor}}{\gamma} = 10{,}1\ m \qquad (4\text{-}9)$$

Se asume la situación más crítica, en que la fuente de agua se encuentra en su nivel mínimo. El NPSH requerido por las bombas es un dato dado por el proveedor.

Estudio de golpe de ariete

La principal causa del golpe ariete son los cortes de energía eléctricos imprevistos durante el bombeo y afecta mayormente a las primeras tuberías de la red. Al detenerse repentinamente el bombeo, el agua bombeada tiende a seguir su trayectoria, generando vacío y por lo tanto subpresión. Cuando la onda de subpresión se encuentra con un obstáculo, como ser un cambio de dirección o de diámetro, la misma es reflejada y transmitida. El signo de la onda reflejada y el de la onda transmitida dependen del obstáculo, debiendo evaluar cada caso en particular.

Las variaciones de presión generadas debido a este fenómeno pueden hacer colapsar las tuberías y dañar las válvulas, debiéndose evaluar la protección de las mismas mediante la instalación de dispositivos antiariete.

Una estimación de la subpresión y sobrepresión que puede generarse en un sistema, es el denominado pulso de Joukowsky. Así, salvo situaciones excepcionales, el valor máximo del pulso de presión en un fenómeno transitorio viene dado por la siguiente expresión.

$$\Delta H = \frac{a}{g}\Delta v \qquad (4\text{-}10)$$

Donde: ΔH: Pulso de Joukowsky

a: celeridad de la onda de presión

g: aceleración gravitatoria

Δv: Incremento de velocidad experimentado

Si de acuerdo a la presión nominal de la tubería, la misma resiste la presión de servicio más la sobrepresión, no es necesaria ninguna medida extra para evitar el efecto de las sobrepresiones, sin embargo no se está cubierto aún del efecto de las subpresiones.

En una tubería de acero, se calcula el espesor mínimo necesario para soportar la sobrepresión de los transitorios de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$e_{min} = \frac{MDP \times D}{2 \times \sigma_{adm}} \quad (4\text{-}11)$$

Donde: MDP: Presión máxima de diseño

D: Diámetro de tubería

σ_{adm}: Tensión admisible

La tensión admisible se obtiene de la siguiente expresión.

$$\sigma_{adm} = \frac{L_e}{\gamma} \quad (4\text{-}12)$$

Donde: L_e: Límite elástico

γ: Factor de seguridad (en este caso, 2)

4.1.6 Determinación de costos de inversión, de operación y mantenimiento, y VPN

Costos de inversión

Los costos de inversión se calculan cuantificando los elementos necesarios y determinando su precio unitario.

Costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento comunes a todas las alternativas corresponden a los siguientes rubros.

- Costo energético anual;
- Costo mantenimiento anual.

Determinación de la potencia instalada y el consumo energético

La potencia que se instalará en las estaciones de bombeo será la exigida por los equipos de bombeo en la configuración en que todos los hidrantes se encuentran encendidos.

Para el cálculo de la potencia requerida en cada estación de bombeo se utiliza la Ecuación 4-13:

$$Pinst = \frac{\gamma \times Q \times H}{\eta} \quad (4\text{-}13)$$

Donde: Pinst: Potencia instalada

γ: Peso específico del agua ($\gamma = 9{,}8\ kN/m^3$)

Q: Caudal

H: Carga

η: Rendimiento energético. Se asume $\eta = 80\%$ debido a que si bien las eficiencias de las bombas y los motores son superiores, las mismas disminuyen con el desgaste de los equipos.

El consumo energético diario se obtiene a partir de la siguiente ecuación.

$$Consumo\ energético\ diario = \frac{\gamma \times Q \times H}{\eta} \times Horas\ riego\ diarias \quad (4\text{-}14)$$

Determinación de los costos energéticos

El costo energético anual se calcula a partir del costo energético diario para el riego de cada cultivo j (CEDj) que puede calcularse a partir de la siguiente ecuación.

$$CEDj = \frac{\gamma \times Qj \times H}{\eta} \times (HorasV \times \$\,V + HorasLL \times \$LL) \quad (4\text{-}15)$$

Donde: γ: Peso específico del agua ($\gamma = 9{,}8\ kN/m^3$)

Qj: Es el caudal para regar el cultivo j

H: Carga levantada por el sistema

η: Rendimiento energético. Se asume $\eta = 80\%$ debido a que si bien las eficiencias de las bombas y los motores son superiores, las mismas disminuyen con el desgaste de los equipos.

HorasV: Horas valle correspondientes a una jornada de riego

$V: Precio de energía en horas valle

HorasLL: Horas llano correspondientes a una jornada de riego

$LL: Precio de energía en horas llano

El precio de la energía es el que figura en el pliego tarifario vigente de UTE (Anexo VI), el cual define como grandes consumidores a aquellos servicios que presenten consumo medio igual o mayor a 90.000 kWh/mes y potencia contratada en el tramo horario Punta-Llano igual o mayor que 200 kW, con carácter opcional. Por reglamentación a los servicios con Potencia Contratada igual o mayor a 250 kW en niveles de tensión 31,5 kV o 63 kV.

Asumiendo un nivel de media tensión de 15 kV, la Tarifa GC2 para grandes consumidores es la que se presenta a continuación.

Tabla 4-7: Tarifa GC2

Nivel de tensión kV		6,4-15-22
Precio de energía ($/kWh)	Valle	1,341
	Llano	2,388
	Punta	6,101
Potencia máxima medida ($/kW/mes)	Punta-Llano	214,6
Cargo fijo mensual ($)		9.641

Para el cálculo del costo energético anual es necesario estimar los días de riego en el año para los cultivos, que se pueden calcular a partir de la siguiente expresión.

$$Días\ de\ riego\ mensuales\ j = \frac{Demanda\ pico\ mensual\ j}{Demanda\ pico\ diaria\ j} \quad (4\text{-}16)$$

La demanda pico diaria para cada cultivo es la presentada en la Tabla 4-1. En la Tabla 4-8 se presenta la demanda pico mensual[2] y los días de riego obtenidos según la Ecuación 4-16.

Tabla 4-8: Demanda pico mensual y días de riego

	Demanda pico mensual (mm/mes)		Días de riego	
	Citrus	Sorgo	Citrus	Sorgo
Enero	94,7	157,9	21	25
Febrero	47,4	118,4	11	19
Marzo	46,6	79,0	10	12
Abril	40	0	9	0
Mayo	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0
Agosto	34,8	0	8	0
Setiembre	0	0	0	0
Octubre	88,4	0	20	0
Noviembre	47,3	79,0	10	12
Diciembre	94,7	157,9	21	25
		Anual	110	93

El costo energético anual (CEA) para cada estación de bombeo se calcula a partir de la siguiente ecuación.

$$CEA = \sum_{j=1}^{2} (CEDj \times Días\ de\ riego\ anuales\ j) + 12 \times (CFM + \$PMM \times Pinst) \quad (4\text{-}17)$$

Donde: CFM: Cargo fijo mensual (Tabla 4-7)

$\$PMM$: Precio potencia máxima medida (Tabla 4-7)

Pinst: Potencia instalada

[2] Fuente: Departamento del Agua, Regional Norte, UdelaR.

Nota: La demanda pico mensual corresponde a la demanda con una frecuencia de ocurrencia de 80 % obtenida con el programa de modelación computacional Winisareg.

Determinación del costo de mantenimiento anual

El costo de mantenimiento anual que implicaría la reparación y/o mantenimiento preventivo de tuberías y equipos se puede estimar como una fracción de la inversión inicial.

Valor Presente Neto (VPN)

El valor presente neto (VPN) representa la cantidad de dinero que habría que disponer en la actualidad para ejecutar un gasto dentro de determinado período de tiempo. Por lo que para la comparación económica de las alternativas se utilizará este parámetro.

Para el cálculo del VPN se debe definir el horizonte del proyecto; en este caso resulta adecuado tomar un período de 30 años como horizonte, ya que la vida útil de las tuberías y de los equipos suelen rondar ese período de tiempo.

El VPN de cada alternativa se calcula utilizando la siguiente ecuación.

$$VPN = \sum_{n=1}^{30} \frac{C_n}{(1+i)^n} \qquad (4\text{-}18)$$

Donde: n: número de año

C_n = Costo de inversión en el año n + Costo de operación y mantenimiento en el año n.

i: Tasa de interés anual (0,06 a 0,09, se elige i = 0,06)

4.2 Comparación y selección de una alternativa

Se realiza una comparación de las alternativas desde el punto de vista técnico, ambiental y económico, comparando los VPN de cada una de ellas, presentando ventajas y desventajas de las mismas. Una vez realizada la comparación, se elige la alternativa que se considera más viable.

4.3 Desarrollo de la alternativa seleccionada

Se desarrolla la alternativa seleccionada, ajustando los prediseños obtenidos hasta el momento, y complementándolos con el diseño y proyección de la infraestructura en la fuente de agua y en la red de distribución.

5. COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS

Para cada una de las alternativas presentadas en el punto 1.3, se realiza el prediseño del sistema de riego correspondiente, analizando para cada una de ellas su viabilidad técnica y económica según la metodología descrita en el Capítulo 4.

En el presente capítulo se desarrolla la comparación de las alternativas estudiadas presentando ventajas y desventajas de las mismas. En el Tomo II se presenta el estudio detallado de las distintas alternativas.

5.1 Comparación económica

Como resultado de la evaluación de cada alternativa de fuente de agua y red de distribución se obtienen los costos asociados a cada una de ellas. En la Tabla 5-1, en el Gráfico 5-1 y en el Gráfico 5-2, se presentan, para cada alternativa, los costos de inversión, operación y mantenimiento, y el VPN.

Tabla 5-1: Costos de cada alternativa

	Costo inversión (U$S)	Costo O&M anual (U$S)	VPN (U$S)
Alternativa I	6.009.409	588.194	14.693.990
Alternativa II	4.546.222	560.770	12.825.898
Alternativa III	6.353.959	674.143	16.307.570

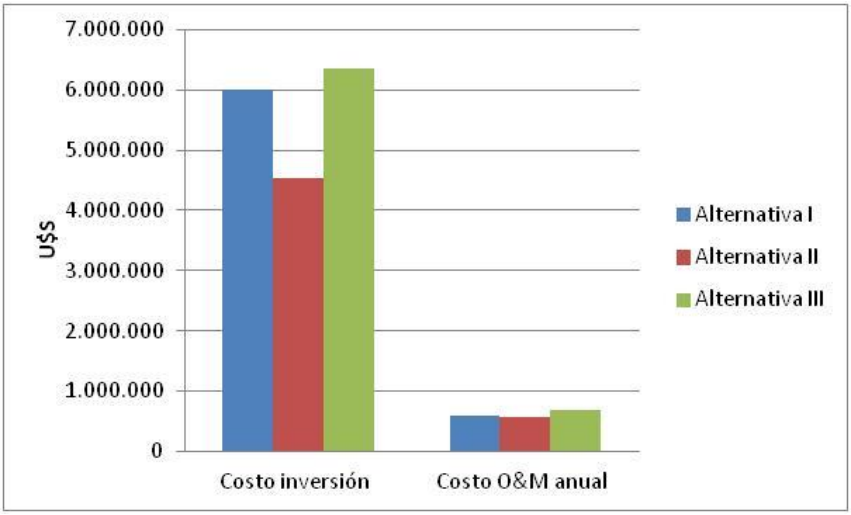


Gráfico 5-1: Costos de inversión y O&M para cada alternativa

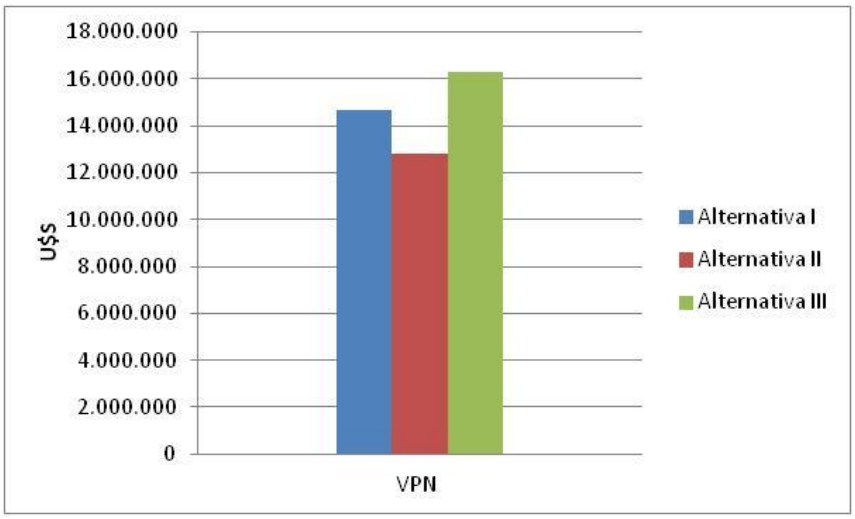


Gráfico 5-2: VPN para cada alternativa

Como se observa, tanto el costo de inversión como de operación y mantenimiento más elevado corresponde la Alternativa III, mientras que el más bajo corresponde la Alternativa II.

Cuando se compara el VPN de cada alternativa se observa claramente que la más costosa es la alternativa de embalse con pozo, debido a sus altos costos de inversión y de operación y mantenimiento.

La alternativa de embalse multipredial presenta un VPN mucho menor que el de las otras dos dado que tanto su costo de inversión como el de operación y mantenimiento es el menor.

En la Tabla 5-2 se presenta la comparación de la Alternativa II contra las otras dos alternativas en cuanto a costo de inversión y costo de operación y mantenimiento, donde el porcentaje indica el sobreprecio respecto a la misma en cada caso.

Tabla 5-2: Comparación de Alternativa II contra el resto

	Alternativa II	
	Costo Inversión	**Costo O&M**
Alternativa I	24%	5%
Alternativa III	28%	17%

5.2 Otros aspectos a considerar

Adicionalmente a los costos de las alternativas, existen aspectos técnicos, ambientales y sociales que deben ser tenidos en cuenta a la hora de la selección. A continuación se presentan esos aspectos para cada alternativa considerada.

5.2.1 Alternativa I

Los principales aspectos positivos de la alternativa considerada son los siguientes:

- El embalse de Salto Grande es un curso de agua considerado como “Fuente de agua ilimitada” por la DINAGUA. Esto hace que cualquier trámite o habilitación no esté supeditado a posibles interferencias con otros usos de agua.

- Las posibles roturas aún en los diámetros más grandes no tienen perjuicios de la magnitud que puede significar la rotura de un embalse.

Los principales aspectos negativos de la alternativa considerada son los siguientes:

- El principal uso de agua de la fuente considerada es la generación hidroeléctrica y es prioritario sobre todos los demás usos con lo cual la autorización de regar o no siempre dependerá de la CTM la cual es una comisión binacional con un funcionamiento complejo.
- La tubería de impulsión de 1.200 mm proyectada en esta alternativa atraviesa predios ajenos a Colonia Gestido sobre los que no hay control y en los cuales será necesario tramitar una servidumbre. Siendo esta la única fuente de ingreso de agua a la colonia, el no poder realizar los controles de rutina o actuar en contingencias sin ingresar a predios particulares es un punto negativo.
- Las roturas de tuberías de impulsión de gran diámetro son difíciles de reparar y requieren una inversión económica importante de varios miles de dólares.

5.2.2 Alternativa II

Los principales aspectos positivos de la alternativa considerada son los siguientes:

- Toda la red se encuentra dentro de los predios a abastecer.
- La red cuenta con una bifurcación al inicio, lo que divide a la colonia en 2 zonas independientes, con lo cual no hay una tubería cuya ruptura deje a todos los productores desabastecidos.
- Es agua propia de la colonia, una vez habilitado el embalse es administrado por sus usuarios.

Los principales aspectos negativos de la alternativa considerada son los siguientes:

- La inundación de tierras a productores de la colonia y al predio lindero pueden generar conflictos.
- Son afectados dos caminos.
- Uno de los productores debe ser realojado debido a que la traza del vertedero atraviesa su vivienda.
- La traza del vertedero atraviesa a otros predios de la colonia.
- Existe un riesgo de rotura que puede ocasionar daños a tierras productivas.
- La reparación de la presa luego de la rotura es muy costosa y es probable que los productores desechen la opción de hacerlo si ocurriera una contingencia.

5.2.3 Alternativa III

Los aspectos positivos de esta alternativa incluyen los de la alternativa II. El aspecto positivo adicional es el eventual aprovechamiento de la temperatura del agua extraída en distintas aplicaciones como pueden ser:

- Calefacción de invernaderos.

- Control de heladas en invierno, que como se mencionó anteriormente es la principal demanda de agua en la cuenca del arroyo San Antonio Grande.
- Desarrollo turístico en predios linderos (las actividades termales usan caudales del orden de 50 m^3/h únicamente).

Otro punto positivo adicional en oposición a la alternativa II es que no se ven afectadas viviendas, caminos o predios linderos.

Los aspectos negativos adicionales a la alternativa II son los siguientes:

- La inundación de tierras a productores de la colonia se da en las zonas de mayor uso intensivo en la actualidad.
- La alternativa presenta una mayor complejidad operativa.

5.3 Conclusiones

En primer lugar es de destacar que ninguna de las alternativas consideradas presenta aspectos negativos descalificadores. Esto hace que la decisión deba considerar todos los aspectos de las alternativas de forma multidisciplinar e interinstitucional.

La alternativa considerada deberá tener el aval de los productores, puesto que serán los usuarios del proyecto definitivo.

En términos económicos, la Alternativa II es la de menores costos de inversión, operación y mantenimiento, con lo cual los aspectos económicos en general inclinarían la balanza a favor de esta alternativa, resultando la alternativa más viable.

Entendiendo que estos proyectos son financiados a través de préstamos solicitados a bancos nacionales o internacionales, el costo de inversión del proyecto puede ser un limitante para la aprobación del mismo.

En cuanto a otros aspectos, como fue observado, todas las alternativas presentan aspectos positivos y negativos.

La Alternativa I sería más ventajosa respecto de las otras consideradas si fuese mayor el área a regar, dado que agregaría mayores complejidades a los proyectos de embalses.

La Alternativa III resulta totalmente desventajosa si no se considera un aprovechamiento complementario al agua termal que pueda amortizar los elevados costos de operación.

Un comentario final es que, independientemente de la alternativa seleccionada, estos emprendimientos presentan importantes beneficios para grupos de pequeños productores, difíciles de alcanzar mediante alternativas individuales y deben ser promovidos para el desarrollo del país.

6. ALTERNATIVA SELECCIONADA: EMBALSE MULTIPREDIAL

6.1 Generalidades

La construcción de un embalse multipredial dentro de la colonia resultó ser la alternativa más viable. Para la misma se desarrollaron en profundidad aspectos relacionados con la red de distribución y aspectos relacionados con la represa. A continuación se indican las temáticas abordadas.

Represa:

- Ajuste de la sección del dique.
- Ajuste del trazado del canal vertedero.
- Dimensionamiento de infraestructura auxiliar.
- Ajuste de metrajes y costos.
- Estudio de rotura de la presa.
- Estudio de impacto ambiental. (Tomo II)

Red de distribución:

- Ajuste del esquema de funcionamiento.
- Trazado planialtimétrico de la red de distribución.
- Ajuste de metraje de tuberías y piezas especiales.
- Definición de las componentes de la estación de bombeo.
- Ubicación y predimensionamiento de válvulas de cierre, ventosas, desagües, anclajes, y protecciones por pasajes sobre cañadas.
- Ajuste de costos.
- Modelación de estado estacionario.
- Modelación de transitorios.

Como resultado del desarrollo de estos aspectos se elaboraron los planos y láminas que se listan a continuación.

- Lámina 01 - Ubicación general del proyecto.
- Plano 01 - Planta general del proyecto.
- Plano 02 - Planta de ubicación de la represa.
- Plano 03 - Planta y corte longitudinal del dique.
- Plano 04 - Corte transversal de la obra de toma.
- Plano 05 - Corte transversal de tubería de caudal de estiaje y rebose.
- Plano 06 - Perfiles transversales del canal lateral.
- Plano 07 - Planta y corte de la estación de bombeo.
- Plano 08 - Diagrama unifilar eléctrico de la estación bombeo.
- Plano 09 - Planta de la red de distribución.
- Plano 10 a 20 - Perfiles altimétricos de la red de distribución.
- Plano 21 - Detalles de elementos de la red de distribución.

6.2 Represa

En este capítulo se presenta el diseño final de la represa a construir como fuente de agua del sistema de riego. Cabe mencionar que al realizar ciertos ajustes, el diseño final presenta algunas diferencias con el prediseño realizado en la etapa de evaluación de alternativas (Capítulo 3 del Tomo II).

La represa a construir será de materiales sueltos, heterogénea y con un dentellón de 6 m de profundidad en la sección de mayor profundidad. El aliviadero se materializará mediante un canal empastado que conducirá los excedentes a un curso de agua intermitente.

En el Plano 02 se presenta una planta de ubicación de la represa.

6.2.1 Embalse

En base a un balance hídrico realizado tomando como cierre el punto de coordenadas X 417.569; Y 6.537.607 en sistema UTM, se determinan las características del embalse presentadas en la Tabla 6-1.

Tabla 6-1: Características del embalse

Cota vertido (m)	Cota de cierre (m)	Área inundada (ha)	Volumen embalsado (Hm^3)
47	38	133	4,5

En la Figura 6-1 se presenta una imagen satelital del área a inundar.



Figura 6-1: Imagen satelital del área a inundar

6.2.2 Diseño de la represa

Perfil litológico

El perfil litológico adoptado para la cimentación se determina a partir de información tomada de perfiles de pozos de agua realizados en la zona. El mismo consiste en un perfil sedimentario depositado sobre basaltos de Formación Arapey, y está compuesto de la siguiente forma:

- 0 a 0,5 m: Capa de suelo orgánico;
- 0,5 a 9 m: Depósito aluvial areno-limoso;
- 9 m en adelante: Basalto masivo.

Cabe mencionar que en una etapa posterior de proyecto se deberán realizar cateos con mayor detalle en la zona de cierre, de modo de ajustar el perfil descrito anteriormente.

Desmonte

Para lograr una adecuada cimentación de la presa, es necesario remover la capa de suelo orgánico, ya que ésta posee una baja capacidad soporte.

Como fue mencionado en la descripción litológica, la capa de suelo orgánico tiene una potencia aproximada de 50 cm.

Una vez realizado el desmonte, dicho suelo será acopiado provisoriamente, y se colocará sobre el talud aguas abajo del cuerpo de la presa de modo de favorecer la revegetación del mismo, a fin de prevenir procesos erosivos.

Niveles de diseño

En la Tabla 6-2 se resumen los niveles de diseño determinados para el embalse:

Tabla 6-2: Niveles de diseño del embalse

Situación	Nivel (m)
Nivel Máximo Normal -NMN-	9
Nivel de Avenida de Proyecto -NAP-	9,8
Nivel de Avenida Extraordinaria -NAE-	10,1

El cálculo realizado para la obtención de los niveles indicados anteriormente se presenta en el Capítulo 3 del Tomo II.

Dimensiones del dique

Cota de coronamiento

La cota de coronamiento se proyecta de forma tal de evitar el sobrepasamiento del terraplén debido al oleaje producido en el embalse. Para esto, se adoptan recomendaciones del libro *Design of Small Dams,* que considera el valor máximo obtenido a partir de las siguientes situaciones:

- NMN + Run up (viento de 160 km/h);
- NAP + Run up (viento de 80 km/h);
- NAE.

El run up se define como la altura que alcanza la ola cuando rompe sobre una estructura inclinada, y es equivalente a 1,5 veces la altura de la ola. Para la determinación de la altura de la ola, se emplean las fórmulas paramétricas de Young y Verhagen (1996) para olas de profundidad limitada.

Una vez determinada la altura que alcanza la ola sobre el talud aguas arriba de la presa para los distintos casos, se escoge la situación más desfavorable. En la Tabla 6-3 se resumen los valores obtenidos:

Tabla 6-3: Alturas obtenidas para las distintas situaciones de diseño

Situación	H_0 (m)	Run up (m)	H_0 + Run up (m)
NAP + Viento 80 km/h	9,8	0,6	10,4
NMN + viento 160 km/h	9,0	1,2	10,2
NAE	10,1	----	10,1

Como se puede observar, la situación más restrictiva se da para el NAP con un viento de 80 km/h.

La cota de coronamiento y la altura máxima de la presa se determinan mediante las siguientes expresiones.

$$Z_{CORONAMIENTO} = Z_{CIERRE} + H_0 + Run\ up + \Delta H_{REVANCHA} - \Delta H_{DESMONTE} \quad (6\text{-}1)$$

$$H_{PRESA} = H_0 + Run\ up + \Delta H_{REVANCHA} + \Delta H_{DESMONTE} + Asentamiento \quad (6\text{-}2)$$

El asentamiento considerado equivale al 1% de la altura de la presa.

En la Tabla 6-4 se presentan los valores de cada una de las componentes que determinan la cota de coronamiento y altura máxima de la presa.

Tabla 6-4: Cota de coronamiento y altura de la presa

Z cierre (m)	38
Ho + Run Up (m)	10,4
Revancha (m)	0,5
Desmonte (m)	0,5
Asentamiento (m)	0,1
Z coronamiento (m)	49
H presa (m)	11,5

Ancho de coronamiento

El ancho de coronamiento se determina mediante la fórmula empírica presentada en *Design of Small Dams* que estima el ancho de coronamiento en función de la altura de la presa:

$$w = \frac{z}{5} + 3 \qquad (6\text{-}3)$$

Donde: w: Ancho de coronamiento recomendado (m)

z: Altura de la presa (m)

Para la altura de la presa establecida en 11,5 m, se adopta un ancho de coronamiento de 6 m.

Características de los materiales de la presa y cimentación

Materiales del cuerpo de la presa

La presa será de sección heterogénea. Los materiales adoptados para la construcción del cuerpo de la misma son arcilla para el núcleo central y arena SM para los faldones, de acuerdo a la disponibilidad de materiales de la zona.

Las propiedades hidráulicas y resistentes de los materiales a emplear para el núcleo, para diferentes condiciones de ensayo, se presentan en la Tabla 6-5 y Tabla 6-6 respectivamente.

Tabla 6-5: Peso específico y conductividad hidráulica de los materiales de la presa

	Arcilla compactada	Arena SM
γ (MPa)	20,0	18,0
k (m/s)	$1x10^{-10}$	$1x10^{-6}$

Tabla 6-6: Parámetros resistentes de los materiales de la presa

	Arcilla compactada		Arena SM	
ENSAYO	**c (kPa)**	**∅ (º)**	**c (kPa)**	**∅ (º)**
CD	20	25	5	35
CU	20	25	5	35
UU	20	6	6	35

Cabe mencionar que dichos parámetros se deberán ajustar en una etapa posterior, mediante ensayos realizados a muestras de suelo extraídas de la zona de préstamo.

Materiales de cimentación

Según el perfil litológico presentado anteriormente y adoptado para el diseño, la cimentación se trata de un depósito aluvial de Arena SM, con una potencia de 9 m sobre basalto masivo.

Los parámetros adoptados para la misma, coinciden con los presentados en la Tabla 6-5 y Tabla 6-6 para Arena SM, a excepción de la permeabilidad, que es k = $4x10^{-6}$ m/s.

Sección tipo de la presa

Faldones

La inclinación de los taludes se fija dentro de los rangos recomendados por la bibliografía, buscando minimizar los costos y cumplir con los criterios de estabilidad, resultando taludes de inclinación 1V:3H aguas arriba y 1V:2H aguas abajo. Cabe mencionar que dichas inclinaciones no presentan problemas de estabilidad, según el análisis de estabilidad de taludes detallado más adelante.

Núcleo

Se opta por construir un núcleo vertical de talud aguas abajo con pendiente 1V:1H y talud aguas arriba con pendiente 1V:1,5H. Estos valores se encuentran dentro de los límites recomendados por *Design of Small Dams* para pequeñas presas sobre cimentación permeable en la cual no se llegó a interceptar totalmente la capa permeable. De esta manera se previene la aparición del fenómeno de erosión interna o tubificación, destructivo para el cuerpo de la presa.

Para que el núcleo no se encuentre expuesto, el mismo se recubre en su parte superior por una capa de material granular compactado de 30 cm de espesor.

En la Tabla 6-7 se presentan las dimensiones del núcleo central en la sección máxima de la presa.

Tabla 6-7: Dimensiones máximas del núcleo

Protección superior (m)	0,3
Altura máxima (m)	11,2
Ancho superior (m)	6,0
Talud aguas arriba (mH:1V)	1,5
Talud aguas abajo (mH:1V)	1
Ancho inferior máximo (m)	34

Dentellón

Se construye un dentellón parcial, del mismo material que el núcleo central. Dado que la roca sana se encuentra a gran profundidad, el dentellón no se prolonga hasta la misma. El objetivo es reducir el caudal de infiltración y asegurar que no se generen tubificaciones a través de la cimentación o subpresiones en el talud de aguas abajo.

El ancho de la base del dentellón se calcula mediante siguiente ecuación:

$$w = h - d \qquad (6\text{-}4)$$

Donde: w: Ancho de la base del dentellón (m)

h: Carga hidráulica sobre la superficie del terreno (m)

d: Profundidad del dentellón (m)

Dicha ecuación considera que el ancho debe aumentarse al aumentar la carga en el embalse para disponer de suficiente material impermeable, y a su vez puede disminuirse al aumentar la profundidad del dentellón porque la fuerza de filtración en el contacto con la cimentación disminuirá debido a la pérdida de carga hidráulica al hacer el recorrido vertical más largo.

Se establece que el ancho inferior mínimo debe ser de 6 m para que la maquinaria pueda trabajar correctamente.

Tomando una profundidad de dentellón de 6 m, el ancho máximo de la base es de 4 m. Dado que es menor que el ancho mínimo recomendado, se adopta el valor mínimo. La inclinación de las paredes se diseña de forma tal que al excavar la zanja, los taludes resultantes sean estables. El ancho superior del dentellón coincide con el ancho inferior del núcleo. Hacia las zonas menos profundas del dique se disminuirá la profundidad del dentellón a 4 m, manteniéndose constante el ancho del mismo.

En la Tabla 6-8 se muestran las dimensiones máximas resultantes del diseño del dentellón.

Tabla 6-8: Dimensiones máximas del dentellón

Profundidad d (m)	6
NAP (m)	9,8
Ancho inferior w (m)	6

En la Figura 6-2 se presenta un esquema del cuerpo de la presa en su sección de máxima altura.

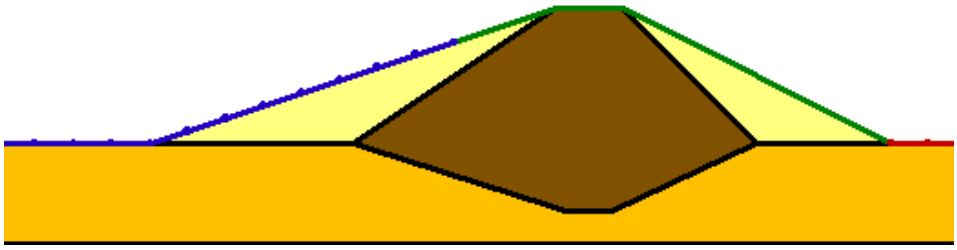


Figura 6-2: Sección de la presa

Protección de los taludes

Talud de aguas arriba

Se opta por la colocación de enrocado como medida de protección contra el oleaje en el talud aguas arriba. Esta determinación reduce la necesidad de mantenimiento y a su vez se presume que la materia prima se encuentra en la zona, por lo que los costos asociados no serán significativos.

Las rocas deben ser de tamaño y peso adecuado para resistir el esfuerzo de las olas. A su vez, deben poder resistir largas exposiciones a la intemperie.

El revestimiento se extenderá desde 2 m por debajo del NMN hasta la cota de coronamiento y tendrá 1 m de espesor. No se realiza enrocado hasta el fondo del embalse ya que debe existir una profundidad de agua considerable para que las olas producidas sean importantes.

De acuerdo a la formulación de Hudson, se deben colocar rocas de 98 kg de peso, las cuales, dada la densidad considerada, tienen un tamaño aproximado de 35 cm de arista.

Talud de aguas abajo

El talud de aguas abajo se protege contra la acción del viento y las precipitaciones con un recubrimiento de 10 cm de espesor de tierra vegetal, proveniente del desmonte para la cimentación de la presa.

Filtros

Contacto entre núcleo y faldones

Se prevé colocar un filtro de geotextil en el contacto entre el núcleo y los faldones. El objetivo es evitar el arrastre de finos desde el núcleo hacia aguas abajo durante la operación y hacia aguas arriba durante el vaciado rápido.

Contacto entre faldón aguas arriba y enrocado

Se prevé colocar un filtro de geotextil para evitar la pérdida de finos a través de los poros del enrocado por el efecto de las olas y del retroceso del agua filtrada en el cuerpo de la presa.

Geotextiles a emplear

Dado que en ambos casos el geotextil actúa sólo como filtro y separador, la propiedad a considerar es la resistencia al punzonado que le pueden provocar tanto la instalación como los materiales que queden en contacto con el geotextil.

Se empleará geotextiles Bidim Rt31 para el enrocado y geotextil Bidim Rt10 para el contacto entre núcleo y faldones.

Estabilidad de la presa

Infiltración en el cuerpo de la presa y en la cimentación

El estudio de la infiltración se realiza a partir del establecimiento de la red de flujo en el cuerpo de la presa y en el terreno de cimentación de la misma.

Para estimar la ubicación de la curva de infiltración se emplea el método gráfico de Kozeny, para el caso de presa heterogénea con núcleo impermeable, según se muestra en la Figura 6-3.

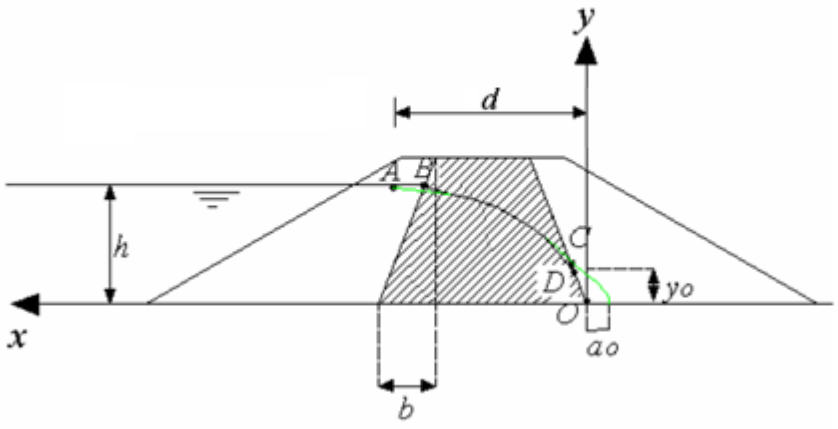


Figura 6-3: Método gráfico de Kozeny

Los resultados obtenidos para los distintos parámetros se presentan en la Tabla 6-9:

Tabla 6-9: Ubicación curva de infiltración – Método de Kozeny

h_{NMN} (m)	9,0
b (m)	18,0
d (m)	36,0
y_0 (m)	1,1
OD (m)	2,3
Proyección vertical OD (m)	1,6
a_0 (m)	0,6

Para el cálculo de la red de flujo y el estudio de las infiltraciones en el cuerpo de la presa se emplea el módulo Geo-Seep del Software Geo-Studio.

En Geo-Seep se deben ingresar:

- Geometría de la presa;
- Permeabilidad de los distintos materiales componentes de la sección y de la cimentación;
- Condiciones de borde;
- Malla de elementos finitos.

La geometría de la sección y las características hidráulicas de los materiales de la presa y la cimentación son las indicadas anteriormente.

Las condiciones de borde que se ingresan son las siguientes:

- Carga hidráulica del embalse en condiciones normales en la superficie del faldón de aguas arriba y sobre la superficie del terreno de cimentación;
- Flujo nulo en la superficie de la roca sana;

En la Figura 6-4 se presentan las equipotenciales y la superficie freática obtenidas como salida del Geo-Seep.

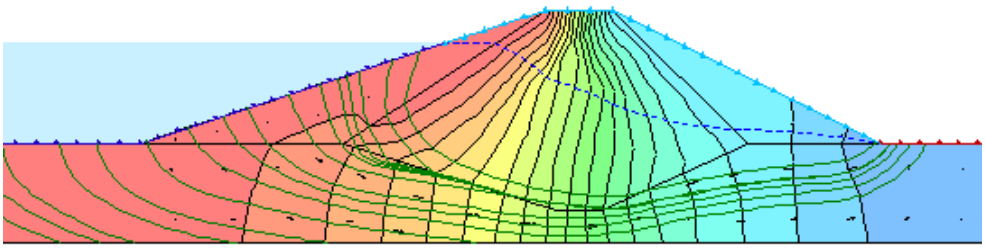


Figura 6-4: Red de flujo

Por otro lado, en el Gráfico 6-1 se presenta el gradiente hidráulico en la base de la presa, obtenido también mediante Geo-Seep.

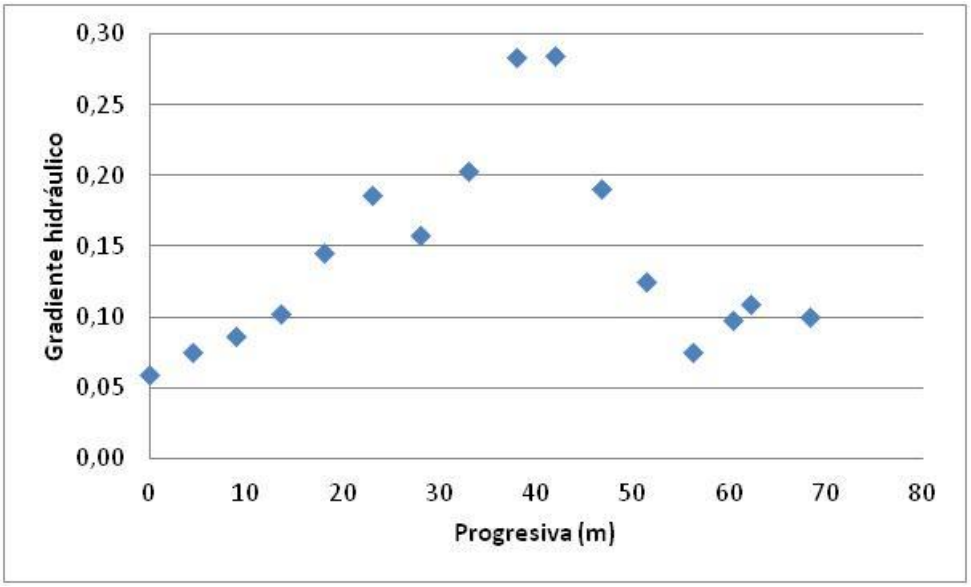


Gráfico 6-1: Gradiente hidráulico en la base de la presa

El gradiente crítico de sifonamiento es aproximadamente igual a 1. Del gráfico anterior se desprende que en la sección más comprometida, el gradiente es de 0,28, por lo que se considera que no existe riesgo de sifonamiento.

El caudal de infiltración por unidad de ancho en la sección media de la presa es de $3{,}58 \times 10^{-3}$ $m^3/s/m$. Multiplicando por la longitud de la presa de 713 m, se obtiene un caudal de 2,55 L/s. Dicho caudal equivale a un caudal mensual de 6.610 m^3/mes. Para verificar si las pérdidas por infiltración son significativas, se ingresó como una demanda fija en el balance mensual realizado al embalse, observándose que no se altera el porcentaje de satisfacción obtenido. Se observa además que dicho caudal corresponde a un 35% del caudal ambiental establecido en 7,2 L/s.

Tabla 6-10: Caudal de infiltración

Caudal de infiltración	
q (L/s/m)	3,58E-03
L (m)	713
Q_{INF} (L/s)	2,55

Análisis de estabilidad de taludes

Se presenta un análisis de la estabilidad de los taludes frente al deslizamiento. Para el mismo se consideran tres situaciones de cálculo:

- Fin de construcción, se debe verificar la estabilidad para ambos taludes.
- Embalse lleno, crítico para el talud aguas abajo.
- Vaciado rápido, crítico para el talud de aguas arriba.

Para cada una de estas situaciones se analiza la estabilidad de la presa, por medio del factor de seguridad frente al deslizamiento FS definido según:

$$FS = \frac{M_{RESISTENTE}}{M_{MOTOR}} \quad (6\text{-}5)$$

Donde: $M_{RESISTENTE}$: Momento respecto al centro del círculo de falla de las fuerzas estabilizadoras;

M_{MOTOR}: Momento respecto al centro del círculo de falla de las fuerzas desestabilizadoras.

Se considera que la presa es estable si se verifica que el factor de seguridad hallado es mayor o igual al factor de seguridad recomendado por la normativa española del ICOLD para presas de tierra con núcleo sin seísmo, presentado en la Tabla 6-11.

Tabla 6-11: FS recomendados por la norma española

FS según Norma Española	
Fin de construcción	1,2
Embalse lleno	1,4
Vaciado rápido	1,3

Se emplea como herramienta de cálculo el módulo Geo-Slope, también perteneciente al software Geo-Studio. El mismo se basa en un análisis de estado plano tensional mediante la discretización del problema en dovelas.

Se deben ingresar como datos de entrada:

- La geometría de la sección;
- Los parámetros resistentes de los materiales componentes;
- Los posibles círculos de falla, caracterizados por una grilla de centros y otra de tangentes;
- La curva de infiltración previamente generada por Geo-Seep.

Para el cálculo se emplean tres métodos de cálculo distintos: Bishop, Morgenstern Price (MP) y Spencer y se compara cada Factor de Seguridad obtenido con los recomendados por la Norma Española.

Fin de construcción

Esta situación es crítica debido a la falta de consolidación, ya que si bien los materiales fueron compactados aún no se encuentran consolidados.

Para esta situación se emplean los parámetros de resistencia al corte obtenidos en el ensayo UU.

En la Figura 6-5 y en la Figura 6-6 se presenta la grilla utilizada y la superficie de falla crítica obtenida mediante el Geo-Slope para los taludes aguas arriba y aguas abajo respectivamente.

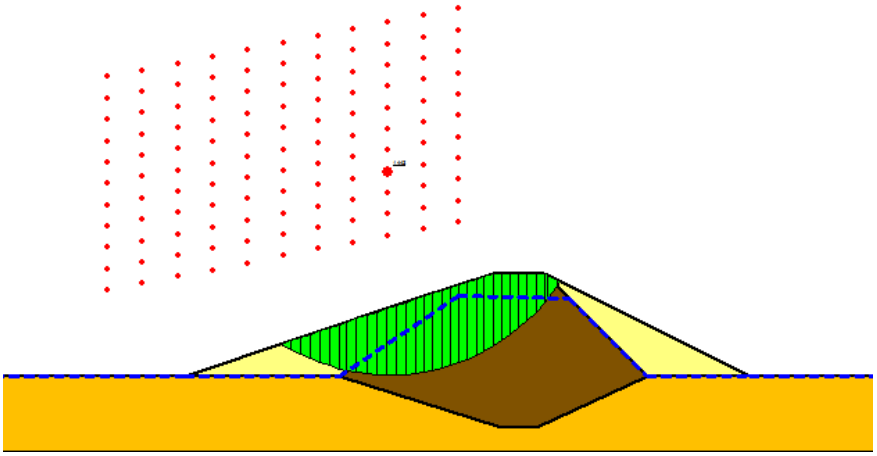


Figura 6-5: Superficie de falla crítica AA. Fin de construcción.

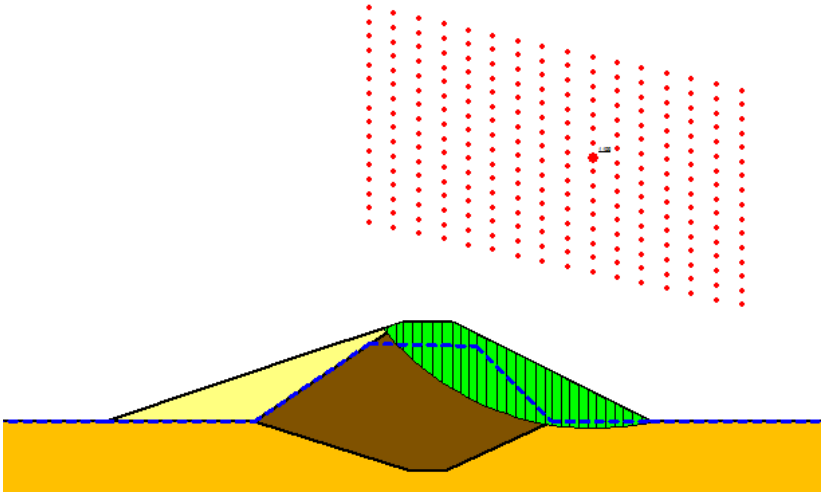


Figura 6-6: Superficie de falla crítica aa. Fin de construcción.

Embalse lleno

En la situación de embalse lleno se da el mayor flujo a través de la presa, por lo que se considera una situación crítica, en particular para el talud de aguas abajo, ya que el de aguas arriba se ve estabilizado por el peso de la columna de agua sobre el mismo.

Los parámetros resistivos empleados en esta situación son los correspondientes al ensayo CD.

En la Figura 6-7 se presenta la grilla utilizada para el análisis de estabilidad y la superficie crítica de deslizamiento obtenida para el talud de aguas abajo.

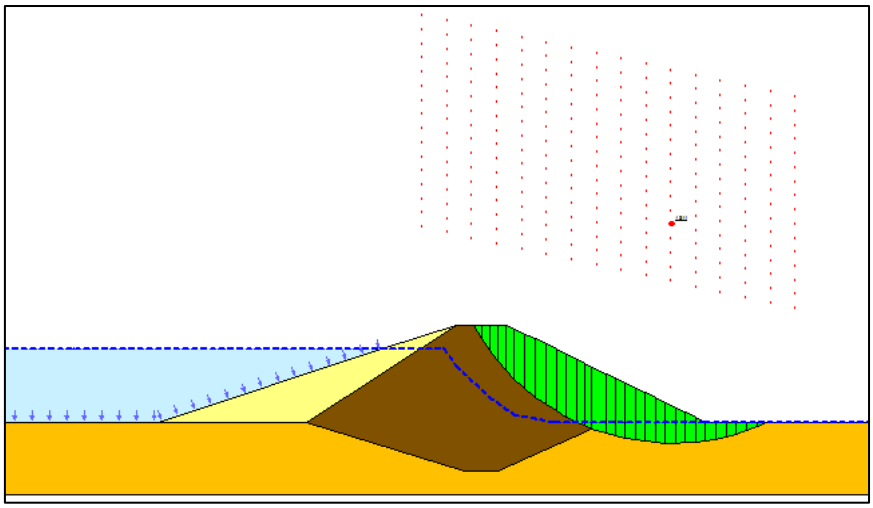


Figura 6-7: Superficie de falla crítica. Embalse lleno

Vaciado rápido

La situación de vaciado rápido es crítica debido a que los tiempos con que desciende el nivel freático en el cuerpo de la presa no acompañan al tiempo de vaciado del embalse. Esta situación afecta principalmente al talud de aguas arriba, por ser el que se encuentra saturado inicialmente.

Los parámetros de resistencia al corte que se emplean son los obtenidos en el ensayo CU.

Para modelar esta situación se considera que el talud de aguas arriba se encuentra saturado y sin el peso de la columna de agua.

En la Figura 6-8 se presenta la grilla utilizada para el análisis de estabilidad y la superficie de falla crítica obtenida para el talud de aguas arriba.

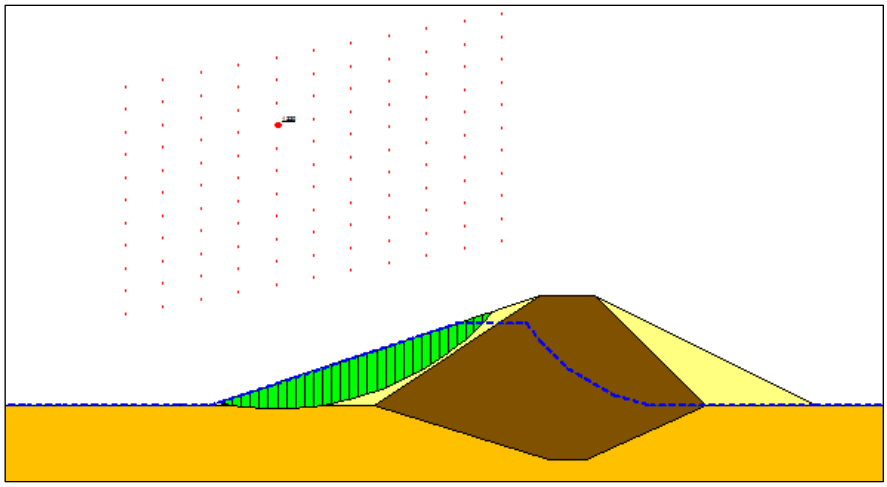


Figura 6-8: Superficie de falla crítica. Vaciado rápido

Resumen de resultados

En la Tabla 6-12 se presenta el resumen de los resultados obtenidos.

Tabla 6-12: Factores de seguridad para las distintas situaciones consideradas

	Bishop		MP		Spencer		
Situación	**AA**	**aa**	**AA**	**aa**	**AA**	**aa**	**Límite Norma**
Fin de construcción	1,4	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2	**1,2**
Embalse lleno		1,8		1,8		1,8	**1,4**
Desembalse rápido	1,4		1,4		1,4		**1,3**

Como se puede observar en el resumen de resultados, para los tres métodos de cálculo se verifica que la presa será estable en las distintas situaciones consideradas.

6.2.3 Evaluación de los efectos de inundación por rotura de la represa

A modo de obtener una aproximación del área afectada aguas abajo de la represa en el caso de que se produzca la rotura de la misma, se empleó una metodología simplificada que permite determinar los efectos de la inundación sin modelación hidrodinámica. La metodología a emplear fue desarrollada en Alemania por el Ing. Antje Bornschein de la Universidad de Dresden y calibrada para represas de riego en Uruguay por Canavese y Oleaga (2012).

El método plantea en primera instancia la determinación del **caudal pico** de salida por la brecha durante la rotura como función de los siguientes parámetros geométricos de la represa: volumen almacenado en el embalse previo a la rotura y altura máxima del agua previo a la rotura.

Luego, a partir del caudal pico determinado y con la introducción de una serie de coeficientes adimensionales se establecen un grupo de curvas envolventes que permiten determinar el **caudal máximo** para cada sección ubicada aguas abajo de la represa.

Una vez determinado el caudal máximo, es posible calcular el **tirante** en el punto seleccionado utilizando la formulación de Manning. Conocido el tirante y la topografía, es posible determinar el área inundada.

Determinación del caudal pico

El caudal pico se obtuvo mediante la siguiente expresión:

$$Q_p\left(\frac{m^3}{s}\right) = 0{,}928 * (V_{emb}(m^3) * h_{max}(m))^{0{,}4319} \qquad (6\text{-}6)$$

Donde:

- V_{emb} = 4.500.000 m^3
- hmáx = 9 m

De esta forma, el caudal pico obtenido resulta en Q_p = 1.791 m^3/s.

Determinación del caudal máximo

Una vez determinado el caudal pico, se determinó el caudal máximo para cada sección seleccionada aguas abajo de la represa.

Para la determinación del caudal máximo, se debe hallar previamente el parámetro X:

$$X = \frac{x}{(h_{max} * V_{emb})^{1/4}} \quad (6\text{-}7)$$

Donde x corresponde a la distancia de la represa a la sección de interés.

En función de dicho parámetro X, el modelo establece dos curvas envolventes de caudal máximo. Para la cota superior de caudal se tiene la siguiente expresión:

$$\frac{Z_{max}}{Z_p} = e^{-0,004*X} + 0,02 \quad (6\text{-}8)$$

Luego:

$$Q_{máx} = Q_p * \frac{Z_{max}}{Z_p} \quad (6\text{-}9)$$

Cálculo del tirante

Una vez hallado el caudal esperado para cada sección, es posible calcular el tirante de agua en cada una de ellas. Admitiendo flujo uniforme estacionario, puede emplearse la ecuación de Manning, cuya expresión es la siguiente:

$$Q = \frac{1}{n} A * {R_h}^{\frac{2}{3}} * {s_0}^{\frac{1}{2}} \quad (6\text{-}10)$$

Es necesario conocer las siguientes características adicionales del curso en el punto donde se evaluará el flujo:

- Número de Manning (n)
- Pendiente longitudinal del curso (s_0)
- Ancho de base de la sección transversal (b)
- Pendiente lateral de la sección transversal del curso (s_α)

Cabe destacar que si bien la formulación de Manning considera dentro de sus hipótesis régimen estacionario y el fenómeno analizado claramente no lo es, si se considera el instante fijo en el que se observa el caudal máximo, es posible su aplicación para el cálculo aproximado del tirante tal cual aquí se propone.

Sería recomendable poder contar con información precisa del curso en la sección a evaluar. Sin embargo no se cuenta con dicha información, y recordando que la metodología aquí planteada busca ser una herramienta simplificada de cálculo, se considera aceptable emplear el modelo digital de terreno obtenido a partir de las curvas de nivel escala 1:50.000 del SGM. En cada sección se ajustó el cauce principal a una sección trapezoidal equivalente.

Si bien es un procedimiento que realiza muchas simplificaciones de la realidad, se entiende podría tener desde el punto de vista práctico gran aplicación para un primer análisis de los elementos que se podrían llegar a ver afectados por el flujo provocado por la rotura de la presa.

En la Figura 6-9 se presentan las secciones consideradas para el análisis.



Figura 6-9: Secciones consideradas

En la Figura 6-10 se presenta el área afectada por la inundación. Se observa que las tierras inundadas corresponden principalmente a zonas de bosque ribereño. En el documento Estudio de Impacto Ambiental se analizan con mayor profundidad las posibles afectaciones de la inundación.



Figura 6-10: Área afectada por la rotura de la represa según modelo simplificado

6.2.4 Diseño del aliviadero de máxima

El aliviadero de la presa se materializa por un vertedero tipo canal con cota de fondo 47 m en la descarga del embalse. Dicho canal será de pendiente suave y conducirá el agua hasta un curso de agua intermitente que restituye el agua a la cañada del Ubajay. El canal se excavará principalmente sobre suelo arcilloso y se recubrirá con una superficie empastada para evitar erosión. El mismo será de sección trapezoidal y sus principales características se resumen en la Tabla 6-13:

Tabla 6-13: Principales características del canal aliviadero

S_0 (%)	0,15
mH:1V	1,5
B (m)	90
H (m)	1
L (m)	1.300
n	0,035

En la Figura 6-11 se presenta un esquema del trazado del canal.



Figura 6-11: Trazado del canal

Como se puede observar, el canal atraviesa un camino vecinal y pasa por dos viviendas pertenecientes a productores de la colonia que deben ser realojados. El camino vecinal afectado por el trazado del vertedero es el único que comunica los extremos de la colonia, por lo tanto a modo de protección se hormigonará el tramo de intersección entre los mismos.

Dado que la descarga del canal se realiza a un curso de agua intermitente, se estima que la misma podría producir fenómenos erosivos en la topografía. Para acondicionar la descarga y minimizar dichos procesos se prevé ensanchar la sección del canal previo a la descarga en el curso.

El canal descarga a un curso de agua intermitente, por lo que el tirante de descarga es el tirante crítico. Considerando que el flujo en el canal es gradualmente variado, es posible verificar si se alcanza el tirante normal antes de la sección de entrada, de forma de no modificar las condiciones de flujo en dicha sección.

Resolviendo la ecuación general para flujo gradualmente variado mediante el método de Runge Kutta, se obtiene que la longitud necesaria para alcanzar el tirante normal en el canal es de 698 m. Dado que la longitud total del canal es de 1.300 m, la condición de régimen uniforme se alcanza previamente a la sección de entrada, por lo tanto, la curva de abatimiento no afecta la descarga del lago al canal.

En la Figura 6-12 se presenta el perfil de flujo en el canal de descarga:

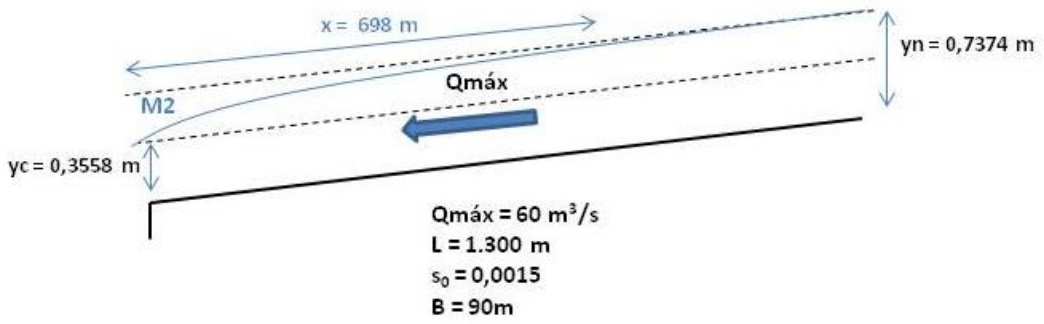


Figura 6-12: Perfil del flujo en el canal

Para las condiciones de flujo uniforme se tiene:

Tabla 6-14: Condiciones de flujo uniforme

$Q_{máx}$ (m^3/s)	60
y_n (m)	0,7374
$v_{máx}$ (m/s)	0,8
Froude	0,33

Las recomendaciones de velocidades del Manual de Diseño y Construcción de Pequeñas Presas establecen los siguientes criterios de velocidad mínima, tomados de French (1993).

Tabla 6-15: Velocidades máximas en suelos empastados (French, 1993)

Cubierta vegetal	Velocidad (m/s)
Escasa	Menor a 1,0
Por siembra	1,0 a 1,2
Variable	1,2 a 1,5
Bien establecida	1,5 a 1,8
Condiciones muy especiales	1,8 a 2,1

Se observa que se cumple el mínimo admisible para cubierta vegetal escasa. De todas formas en el Plan de Gestión Ambiental presentado en el Tomo III, se prevé el mantenimiento del empastado de forma de prevenir procesos erosivos, principalmente en el tramo próximo a la descarga.

En el Plano 02 se presenta el canal vertedero en planta y en el Plano 06 se presentan cortes transversales del mismo.

6.2.5 Rebose

A modo de evitar el humedecimiento continuo del aliviadero de máxima cuando el embalse se encuentra próximo a su NMN, se colocará una tubería de PVC ∅ 200 mm ubicada en el cuerpo de la presa, 10 cm por debajo del nivel de vertido.

En el Plano 05 se presenta un corte transversal de la tubería de rebose.

6.2.6 Obra de toma y caudal de estiaje

La obra de toma se materializa mediante una tubería de PEAD PN6 ∅900 diseñada de modo de poder conducir el caudal pico de demanda (1.200 L/s) a velocidades adecuadas.

Ubicación

La tubería se ubica a la menor cota posible de modo de aprovechar al máximo el volumen de agua embalsado. La profundidad de la obra se encuentra limitada para evitar que el azolve obstruya la misma.

El arrastre de sedimentos se estima en 100 m^3/km^2/año. Dado que el área de la cuenca es de 18 km^2 y la vida útil de 30 años, el volumen de sedimento acumulado en toda la vida útil sería de 54.000 m^3. Dada la batimetría del embalse, este volumen implica una altura de 1,5 m por sobre el fondo. Por lo tanto, se opta por colocar la toma 2 m por encima del fondo del embalse. Dado que la cota de fondo es 37,5 m, el zampeado de la tubería de toma se ubica a cota 39,55 m. El ancho de la base de la presa en la sección transversal donde se ubica la toma es de 54 m.

En la Figura 6-13 se presenta el perfil del cauce en el cierre una vez retirada la capa de tierra vegetal estimada en 0,5 m y se indica la ubicación de la tubería de toma y de la tubería de caudal de estiaje.

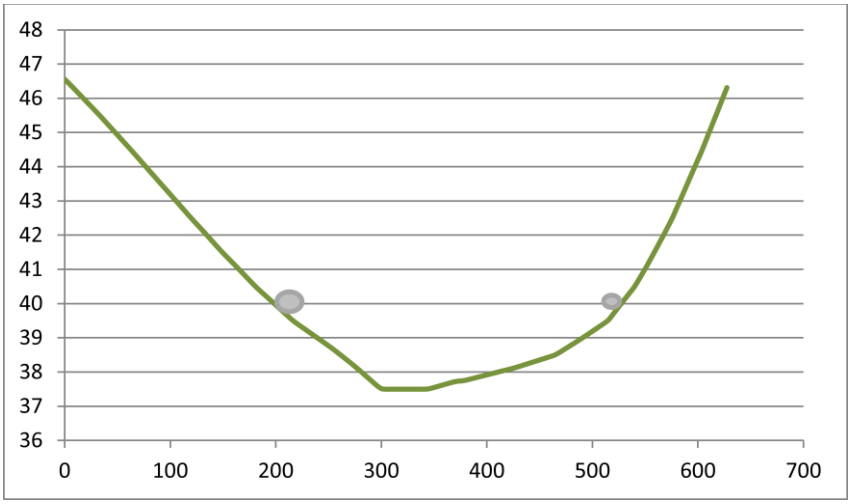


Figura 6-13: Ubicación de obra de toma (izquierda) y tubería para caudal de estiaje (derecha)

Diseño de la tubería

La tubería de toma se diseña optimizando el diámetro de modo de que la misma no sea muy costosa (diámetros grandes) ni que introduzca pérdidas de carga muy elevadas (diámetros pequeños). El diámetro escogido es ∅900 mm, para el cual la velocidad máxima es de 2,2 m/s.

Otros componentes

Criba

En el extremo que se ubica sumergido en el embalse, se coloca una rejilla que evita el pasaje de sólidos de gran tamaño (por ejemplo, ramas) que pudieran dañarla u obstruirla.

Collarines

Se construirán collarines de 2 m de altura, 3 m de ancho y 0,3 m de espesor a lo largo de la conducción, separados 9 m entre sí. El objetivo de los collarines es evitar que se generen superficies preferenciales de flujo en la interfase entre el cuerpo de la presa y la tubería.

La tubería se colocará dentro de un prisma de hormigón con el fin de brindar un apoyo rígido y evitar daños por asentamientos diferenciales que puedan ocurrir.

Medidor de nivel

Se colocará un medidor de nivel continuo en el embalse que permita llevar un registro diario de valores para evaluar el funcionamiento del sistema. El mismo estará conectado a la estación de bombeo para dar alarma en caso de aproximarse al nivel mínimo de operación.

El equipo a colocar es una sonda de nivel hidrostática modelo es NPK4412 marca NIVELCO para 10 mca, con un cable de 12 m de longitud. La misma se instalará dentro de una tubería de PVC ranurada acostada en el talud aguas arriba y a una cota de 41 m (0,5 m sobre la clave de la tubería de toma).

Válvula de cierre

Se colocará una válvula de compuerta en la tubería de toma inmediatamente aguas abajo de la represa de modo de poder aislar la misma en caso de ser necesario.

By-pass

Previo a la estación de bombeo, se dejará previsto un by-pass con una válvula de compuerta para regular el nivel del embalse fuera del período de bombeo. La descarga del mismo será sobre una cámara de disipación de energía que restituirá el agua hacia la cañada del Ubajay.

Resumen

En la 6-16 se resumen las principales características de la obra de toma:

Tabla 6-16: Principales características tubería obra de toma

Material	PEAD PN6
Diámetro exterior (mm)	900
Espesor (mm)	34,4
Diámetro interior (mm)	831,2
$v_{MÁX}$ (m/s)	2,2
Cota de fondo (m)	39,55
Largo (m)	54

En el Plano 04 se presenta un corte transversal de la obra de toma.

Caudal de estiaje

Se colocará una tubería para permitir el pasaje de un caudal de estiaje de 7,2 L/s (0,4 L/s/km^2) en la condición de funcionamiento más desfavorable del embalse (nivel mínimo). La tubería se ubicará 2 m por encima del punto más bajo en el cierre, y será de PVC ∅110 PN6, con juntas elásticas. Al igual que la obra de toma, estará protegida por hormigón, contará con collarines para evitar líneas de flujo preferenciales y tendrá una longitud de 54 m.

En el Plano 05 se presenta un corte transversal de la tubería de caudal de estiaje.

6.2.7 Metrajes

En base al perfil del cauce principal en el cierre, obtenido a partir del modelo digital de terreno, se obtienen los volúmenes de excavación y los volúmenes necesarios de materiales de construcción. En una etapa posterior de proyecto se deberá realizar un relevamiento topográfico detallado del cierre, ajustando el perfil y los metrajes resultantes.

Los volúmenes de excavación de cada uno de los elementos de la presa se presentan en la Tabla 6-17.

Tabla 6-17: Volúmenes de excavación

Elemento	V (m^3)
Destape	3.901
Dentellón	21.331
Canal	250.718
TOTAL	**275.950**

Los volúmenes requeridos de cada material para la construcción del dique se presentan en la Tabla 6-18. En la Tabla 6-19 se presentan los metrajes para la obra de toma y en la Tabla 6-20 para otros componentes de la represa.

Tabla 6-18: Metrajes dique

Componente	Cantidad	Unidad
Arcilla para núcleo y dentellón	46.554	m^3
Arena SM para faldones	13.600	m^3
Bloques de 35 cm de arista	893	m^3
Arena protección enrocado	357	m^3
Tierra para revestimiento aguas arriba	301	m^3
Geotextil fino para núcleo	4.531	m^2
Geotextil grueso para enrocado	1.787	m^2

Tabla 6-19: Metrajes obra de toma

Componente	Cantidad	Unidad
Tubería de toma (PEAD Ø 900 PN6)	54	m
Hormigón (Collarines + cajón)	74	m^3
Rejilla entrada tubería de toma	1	---
Válvula compuerta by-pass	1	---
Válvula compuerta aguas abajo dique	1	---
Tubería Q estiaje (PVC Ø 110 PN6)	54	m
Hormigón (Collarines + cajón)	4	m^3

Tabla 6-20: Metraje de otros componentes de la represa

Componente	Cantidad	Unidad
Tubería de rebose	54	m
Medidor de nivel	1	-
Hormigón cruce de canal sobre camino	74	m^3
Camino de tosca a construir	1	global
Viviendas	2	global
Compra de terreno	12	Ha

6.2.8 Costos

De acuerdo a los metrajes presentados en el punto anterior, se determina el costo de inversión para la construcción de la represa, de acuerdo a precios tomados del mercado local.

El material de excavación se computa como excavación no clasificada a depósito, con excepción de una fracción del destape que se destina a recubrimiento del talud aguas abajo de la presa. Los materiales para el dique se extraen del vaso del embalse. Tanto el enrocado como la arena a ubicarse entre éste y el faldón, se cotizan suponiendo que se obtiene dentro del predio de la colonia.

Se considera además el costo de la obra de toma, los cruces del vertedero sobre caminos, la tubería de rebose, el suministro y tendido de geotextil, las viviendas a realojar, un 10 % del total por rubros generales y finalmente el costo del terreno a inundar en predio ajeno a la colonia.

En la Tabla 6-21 se presenta el costo de inversión detallado para la obra de toma en U$S.

Tabla 6-21: Costo de inversión obra de toma

Componente	Unidad	Cantidad	Costo unitario (U$S)	Costo componente (US$)
Tubería de toma (PEAD Ø 900 PN6)	m	54	391	21.110
Hormigón (Collarines + cajón)	m^3	74	800	59.197
Rejilla entrada tubería de toma		1	2000	2000
Válvula compuerta bypass		1	34.000	34.000
Válvula compuerta aguas arriba presa		1	34.000	34.000
Tubería Q estiaje (PVC Ø 110 PN6)	m	54	3,92	212
Hormigón (Collarines + cajón)	m^3	4	800	3.581
			SUBTOTAL	154.100

En la Tabla 6-22 se presenta el costo del cruce del canal en el camino, a recubrir con hormigón.

Tabla 6-22: Costo de inversión cruce de camino

Componente	Unidad	Cantidad	Costo unitario (U$S)	Costo (US$)
Hormigón	m^3	94	800	74.880

En la Tabla 6-23 se resumen los costos del dique según rubro en U$S:

Tabla 6-23: Costo de inversión dique

Componente	Cantidad	Unidad	Costo unitario (U$S)	Costo (US$)
Arcilla para núcleo y dentellón	46.554	m^3	4	186.217
Arena SM para faldones	13.600	m^3	4	54.400
Bloques de 35 cm de arista	893	m^3	30	26.799
Arena protección enrocado	357	m^3	15	5.355
Geotextil fino para núcleo	4.531	m^2	2,85	12.912
Geotextil grueso para enrocado	1.787	m^2	5,23	9.344
			SUBTOTAL	295.027

En la Tabla 6-24 se resumen los costos totales de la represa según rubro en U$S:

Tabla 6-24: Costos de inversión totales

Componente	Unidad	Cantidad	Costo unitario (U$S)	Costo total (US$)
Dique	global	1	294.374	295.027
Excavación no clasificada a depósito	m^3	275.649	3,2	882.153
Tubería rebose	m	21	20	425
Medidor de nivel	global	1	740	740
Obra de toma	global	1	154.100	154.100
Cruce de camino	global	2	74.880	149.760
Camino de tosca a construir	global	1	50.000	50.000
Viviendas	global	2	50.000	100.000
Rubros generales	global	1	10%	148.221
Compra de terreno	Ha	12	8.000	96.000
			TOTAL	1.876.426

6.3 Esquema de funcionamiento de la red de distribución

Dada la complejidad del sistema, siendo que existe gran cantidad de configuraciones posibles del sistema, un esquema de funcionamiento que implique ajustar la carga dada por el equipo de bombeo en función de la configuración de hidrantes prendidos y apagados (y sus necesidades de carga hidráulica) necesitaría la medición y transmisión continua de presiones o caudales en cada hidrante hasta la estación de bombeo. Esto implica la instalación de una red de telemetría a lo largo de toda la colonia que conllevaría un costo excesivo que no se justifica para un emprendimiento de estas características.

Incluso en este esquema de funcionamiento, el uso de la energía no sería eficiente al 100 %, ya que si bien si la potencia demandada por la bombas disminuye, la potencia entregada por los motores disminuye siguiendo las curvas características del motor, esto implica una reducción menor que la de la potencia demandada, por lo que de todas formas, en este sistema se tendrían algunas pérdidas de energía.

De esta manera se opta por concebir un esquema de funcionamiento a carga constante. Es decir, el equipo de bombeo levantará siempre la misma carga, ajustando los caudales según las demandas. Para ello se instalará un medidor de presión a la salida de la estación de bombeo que ante una variación de presión envía la señal a los tableros para realizar un ajuste.

Para permitir un primer ajuste de los caudales erogados por el equipo de bombeo, se instalarán 4 bombas en paralelo, cada una tendrá capacidad de erogar un cuarto del caudal total. Además, para un ajuste más fino, se contará con variadores de frecuencia que permitan el ajuste de las curvas de las bombas al caudal demandado.

6.4 Red de distribución

6.4.1 Trazado planialtimétrico de la red

Dado que el embalse se encuentra ubicado en una zona intermedia de la colonia, la red de distribución consistirá en dos redes independientes con flujo de agua en sentidos opuestos, conectadas mediante la primera tubería, que es común a ambas. Cada red será una sucesión de tramos de tuberías enterradas presurizadas unidas por nodos, con una configuración tipo espina de pez. La red que se desarrolla hacia el Sureste se denominará red 1 y la red que se desarrolla hacia el Noroeste se denominará red 2.

El trazado planimétrico de la red obtenido siguiendo los criterios presentados en el Capítulo 4.1.4 se muestra en el Plano 09.

En el caso en que un tramo de tubería no pueda ser conducido paralelo a un camino y deba atravesar una parcela, se tomarán las medidas necesarias en la superficie del terreno para indicar la presencia de la tubería, y de esa manera evitar el tránsito encima de ella.

El trazado altimétrico de la red se realiza siguiendo el perfil del terreno, respetando una tapada mínima de 1 m y una tapada máxima de 3 m, e intentando seguir una pendiente mínima ascendente de 0,2 % y descendente de 0,3 %. Los perfiles altimétricos de la red se presentan en los Planos 10 a 20.

6.4.2 Caudales requeridos

El embalse multipredial inunda parte de la colonia, afectando las parcelas 13, 16, 18, 19 y 20. En todos los casos, el área no inundada, es mayor al 50 % de la superficie total de la parcela, por lo que las hipótesis de riego no se ven afectadas.

En el caso de las parcelas 13 y 20 el área no inundada es continua; en el caso de las parcelas 16, 18 y 19, el área no inundada se encuentra dividida por el embalse, quedando cada parcela dividida en dos fracciones.

Las 4 fracciones resultantes de la división de las parcelas 16 y 19 serán abastecidas por un hidrante cada una. Sin embargo en el caso de la parcela 18, una de las fracciones es tan pequeña que se decide no regar (área sin abastecimiento), ya que el costo que implicaría llevar un hidrante a esa fracción no sería acorde al área a regar.

A continuación en la Tabla 6-25 se muestra la afectación del embalse sobre el área de estas parcelas inundadas. En la Tabla 6-26 se presentan las áreas de cada fracción de las parcelas 16 y 19.

Tabla 6-25: Afectación del embalse sobre parcelas

Id. Parcela	Área parcela (ha)	Área no inundada (ha)	Área sin abastecimiento (ha)	Área disponible para regar (ha)	Área disponible/ Área parcela	¿Área disponible para regar fraccionada?
13	39,41	20,55		20,55	52%	no
16	54,49	37,77		37,77	69%	si
18	124,16	107,51	5,82	101,69	82%	no
19	65,97	35,62		35,62	54%	si
20	40,39	34,31		34,31	85%	no

Tabla 6-26: Parcelas fraccionadas

Fracciones	Área fracción (ha)	Área fracción/Área parcela
16a	29,95	55%
16b	7,82	14%
19a	13,41	20%
19b	22,20	34%

El criterio adoptado para el riego de las parcelas fraccionadas consiste en regar el 100 % de la fracción menor y completar el 50 % de la superficie total de la parcela con el riego de la otra fracción.

En la Tabla 8-1 del Anexo I se presenta para cada parcela, la superficie total, la superficie cultivada con citrus y con sorgo, y el caudal requerido calculado según la Ecuación 4-1; y en la Tabla 6-27 se presentan los parámetros característicos de estas variables.

Tabla 6-27: Superficies y Caudales requeridos en parcelas

	Área (ha)					
	Citrus	**Sorgo**	**Regada**	**Total**	**Q (l/s)**	**Q (m3/h)**
Máximo	33,40	33,40	66,80	133,60	61,47	221,28
Mínimo	3,22	3,22	6,45	12,89	5,93	21,35
Promedio	12,51	12,51	25,02	50,04	23,02	82,89

6.4.3 Dimensionamiento de la red

En la etapa de evaluación de alternativas de fuente de agua se obtuvo un predimensionamiento de la red y una primera estimación de la carga que debía entregar el sistema de bombeo para abastecer cada punto de las parcelas con la presión requerida por el equipo de riego (Hb).

Como el sistema va a funcionar a carga constante, en esta etapa se ajustan los diámetros de las tuberías para que la carga Hb requerida por todas las parcelas sea similar a la obtenida anteriormente, ya que como el sistema se diseña para el Hb máximo, las parcelas que requieran menor Hb saldrían beneficiadas obteniendo un caudal mayor.

En general se achicaron los diámetros, más que nada de los terminales, buscando acercar el Hb de cada parcela al Hb máximo por una diferencia menor al 10 % del mismo.

Para aquellas parcelas en las que no se logró este acercamiento, se prevé la colocación de una válvula reductora de presión en el hidrante, que limite la presión a la pmin requerida por el hidrante.

La carga Hb resultante del dimensionamiento definitivo de la red será la que deberá elevar el equipo de bombeo.

El caudal total que deberá bombear el equipo de bombeo será el caudal de la primera tubería, de 1.243,28 L/s.

En la Tabla 8-2 del Anexo I se presentan los valores obtenidos de Hb para cada hidrante de la red y en la Tabla 6-28 se presentan los parámetros característicos de esta variable. En el Gráfico 6-2 se presenta el área abastecida por el riego para cada Hb dado (el área regada por un hidrante es el 50 % de la parcela, mientras que el área abastecida es el área total de la parcela).

Tabla 6-28: Valores de Hb para cada hidrante

Hb (m)	
Máximo	93,04
Mínimo	65,76
Promedio	84,59

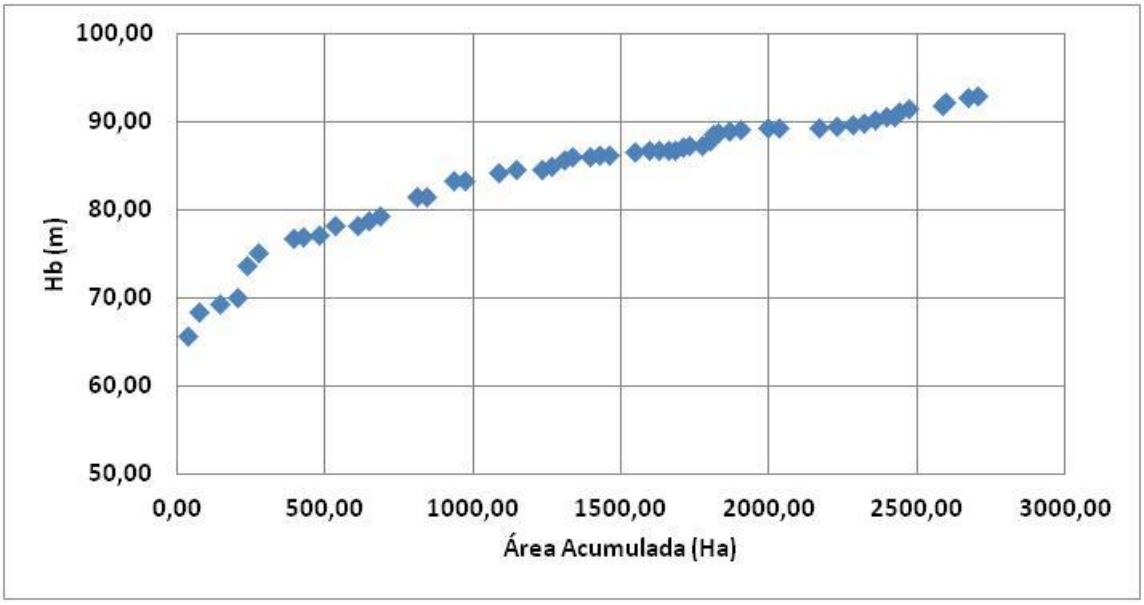


Gráfico 6-2: Área abastecida vs Hb

De esta manera el Hb máximo es de 93 m, por lo que se fija 95 m como carga de bombeo.

En la Tabla 8-2 del Anexo I se indican los hidrantes que llevarán válvula reductora de presión.

En la Figura 6-14 se muestran los rangos de diámetros utilizados para las tuberías, y en los Planos 10 a 20 se presentan los diámetros y materiales para cada tramo.

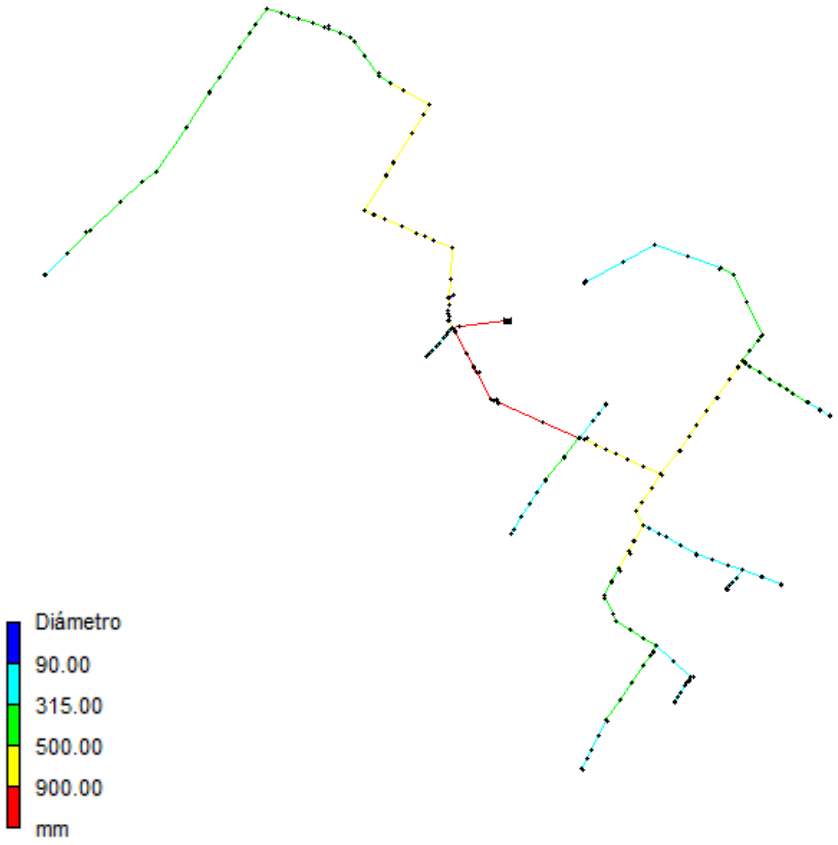


Figura 6-14: Diámetros de tuberías

6.4.4 Tuberías

Como fuera presentado anteriormente, los materiales de tuberías seleccionados son acero, PRFV, PVC, PEAD.

Las tuberías de acero serán utilizadas para el sistema de bombeo y la conexión entre el bombeo y el embalse, y entre el bombeo y la red. Estarán conformadas por acero ASTM A36 con tratamiento superficial exterior granallado SA 2,5, 150 micras de pintura epoxi y 50 micras de esmalte poliuretánico. Las juntas serán soldadas.

Las tuberías de PRFV serán utilizadas para los tramos de mayor diámetro de la red, entre 400 y 1200 mm. Se utilizará PRFV PN 10 con rigidez SN 5.000. La unión de los tramos se realizará mediante manguitos. En el Anexo III se presenta el catálogo de las tuberías seleccionadas.

Las tuberías de PVC serán utilizadas para los tramos de diámetro intermedio de la red, entre 90 y 315 mm. Se utilizará PVC PN 10. La unión de los tramos se realizará mediante junta elástica integrada.

Las tuberías de PEAD serán utilizadas para los tramos de menor diámetro de la red, entre 40 y 75 mm. Se utilizará PEAD PE 100 PN 10. Las juntas serán soldadas. En el Anexo III se presenta el catálogo de las tuberías seleccionadas.

Los espesores y diámetros exteriores e interiores de las tuberías seleccionadas se presentan en la Tabla 10-1 del Anexo III.

6.4.5 Anclajes

Se preverá la construcción de anclajes de hormigón ciclópeo para los puntos de la red en los que el terreno no sea capaz de resistir los empujes generados por el agua. Los puntos más comprometidos son los nodos en los que la tubería cambia de dirección sustancialmente: codos, derivaciones y reducciones. Se realiza un equilibrio de fuerzas en la pieza, considerando:

- Empuje del fluido (activa)
- Peso de la tubería (reactiva)
- Peso del terreno (reactiva)
- Peso del hormigón del macizo (reactiva)

Con los esfuerzos considerados se calculan los volúmenes de hormigón necesarios en cada caso para que el coeficiente de seguridad al deslizamiento sea superior a 1,5.

En la Tabla 8-4 del Anexo I se presentan los volúmenes de hormigón para cada macizo de anclaje. Los detalles de los mismos se presentan en el Plano 21.

6.4.6 Válvulas de sectorización

La sectorización de la red permite aislar tramos en caso de necesidad de reparaciones. En este caso se realiza mediante la colocación de válvulas de compuerta modelo BV-05-47 de la firma Belgicast.

En la Figura 6-15 se presenta una imagen de la válvula seleccionada.



Figura 6-15: Válvula de compuerta

Las válvulas se ubicarán en una cámara de hormigón apoyadas sobre hormigón ciclópeo y contarán con elastómero y abrazadera. Adicionalmente se agrega un bypass de 1,5" con llave de paso para facilitar apertura. Todas las válvulas de sectorización se acompañan de una junta de desmontaje.

En la Tabla 8-5 del Anexo I se presenta la ubicación y los diámetros seleccionados de las válvulas de sectorización.

6.4.7 Ventosas

Se colocarán ventosas trifuncionales en los puntos altos de la red, en tramos mayores a 900 m sin puntos altos relativos y en los hidrantes. Todas las ventosas se ubican dentro de cámaras de hormigón.

Las ventosas trifuncionales permiten la evacuación de aire en servicio, la evacuación de aire durante el llenado, y la admisión de aire en el vaciado.

El modelo seleccionado es el BV-05-60 VANNAIR de la firma Belgicast que está disponible en el rango de los 50 a los 200 mm. En la Figura 6-16 se puede apreciar una imagen del modelo mencionado.



Figura 6-16: Ventosa Trifuncional BV-05-60

Para el prediseño se utilizaron los valores recomendados por las normas de la empresa Canal de Isabel II (CYII), empresa encargada de los servicios de agua potable de la ciudad de Madrid, que se presentan en la Tabla 6-29.

Tabla 6-29: Diámetros de los desagües en función del diámetro de la tubería (Normas del CYII)

Diámetro Nominal tubería (mm)	Diámetro de la ventosa (mm)
< 250	50, 60, 65
250 a 600	80, 100
600 a 900	125, 100
900 a 1200	200
> 1200	2x200

Todas las ventosas se acompañarán de una llave de paso para permitir su aislamiento en caso de reparaciones.

En la Tabla 8-6 del Anexo I se presenta la ubicación y los diámetros seleccionados de las ventosas.

6.4.8 Desagües

Están constituidos por una pieza en T, en los puntos bajos de la red a la que se le coloca una válvula de compuerta que desagota en una cámara de hormigón, y posteriormente un tramo de tubería PVC 90 mm hasta llegar a un punto de desagüe adecuado.

En este caso también se seleccionan válvulas de compuerta modelo BV-05-47 de la firma Belgicast presentada en la Figura 6-15.

Al igual que en el caso de las ventosas, para el prediseño de las válvulas de desagüe se adoptaron los valores recomendados por las normas técnicas de CYII, que se presentan a continuación.

Tabla 6-30: Diámetros de los desagües en función del diámetro de la tubería (Normas del CYII)

Diámetro Nominal tubería(mm)	Diámetro del desagüe(mm)
< 200	80
250 a 350	100
400 a 600	150
700 a 1000	200
1200 a 1600	300
> 1600	400

Para el vaciado de tramos con diferentes diámetros, se utilizó el diámetro mayor para el prediseño.

En la Tabla 8-7 del Anexo I se presenta la ubicación y los diámetros seleccionados de las válvulas de desagüe.

6.4.9 Cruce de cañadas

En los puntos de cruce de cañadas se prevé una protección especial de material granular y una cámara de desagüe al curso de agua. El diseño se realiza de acuerdo al Plano General de OSE N° 31.443: "Protección de la tubería en el cruce de cañadas".

Los materiales granulares para el cruce se obtendrán de canteras cercanas.

El detalle de los cruces de cañadas se presenta en el Plano 21.

6.4.10 Hidrantes

Los hidrantes son el último elemento de diseño de la red de riego multipredial. Se encuentran en el interior de una cámara de hormigón y contienen los siguientes elementos:

- Válvula mariposa tipo Wafer (Marca Belgicast: Modelo BV-05-2CW)
- Ventosa trifuncional (Marca Belgicast: Modelo BV-05-60)
- Manómetro
- Contador de turbina (Marca Kappa: Modelo SDC)
- Válvula mariposa tipo Wafer (Marca Belgicast: Modelo BV-05-2CW)
- Boca de riego para conexión de equipos de riego

Como fue mencionado anteriormente, en algunos hidrantes es necesario además el agregado de una válvula reductora de presión antes del contador, caso en el cual se coloca un segundo manómetro posterior a la misma. Las válvulas reductoras de presión son de tipo de control de operación hidráulica de la firma BERMAD.

En la Figura 6-17 se presenta el esquema de funcionamiento de la misma.

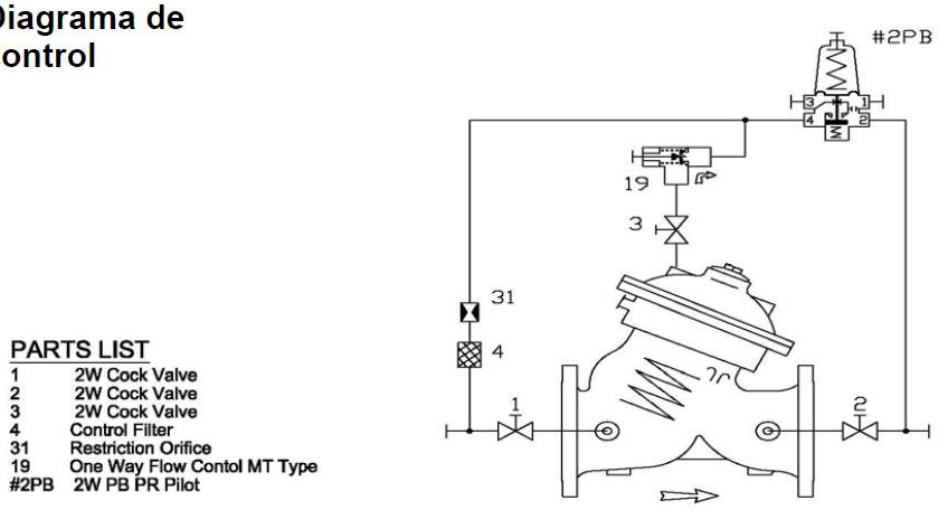


Figura 6-17: Esquema de control de válvula reductora de presión

En la Tabla 8-8 del Anexo I se presentan los diámetros seleccionados para los elementos de cada hidrante.

El detalle de los hidrantes se encuentra en el Plano 21.

6.5 Estación de bombeo

6.5.1 Equipos de bombeo

El bombeo desde el embalse se realizará mediante 4 bombas. Se contará con una bomba de respaldo de iguales características a las otras bombas presentes.

En la Tabla 6-31 se presentan las características de los equipos de bombeo a instalar.

Tabla 6-31: Características de equipos de bombeo

	Número bombas	4
	Q total (L/s)	1.243
Punto de funcionamiento	**Carga bomba (m)**	95
	Q bomba (L/s)	311

Se seleccionan equipos de bombeo de plaza que cumplen estos requerimientos con la mayor eficiencia posible. En la Tabla 6-32 se presentan los equipos de bombeo y motores seleccionados, y en el Anexo III se presentan los respectivos catálogos.

Tabla 6-32: Equipos de bombeo y motores seleccionados

Bombas	
Marca	KSB
Modelo	Omega 250-600A
Diámetro de salida (mm)	250
Diámetro de rotor (mm)	568
Frecuencia (rpm)	1450
Potencia (HP)	500

Motores	
Marca	WEG
Potencia (HP)	550
Voltaje (V)	380

Las bombas contarán con todas las protecciones necesarias para evitar daños previsibles.

Como se mencionó anteriormente, se contará con variadores de frecuencia para el ajuste fino de caudales. El cableado correspondiente a los variadores de frecuencia se blindará con malla metálica cerrada tipo jaula Faraday para evitar la formación de campos eléctricos y electromagnéticos a altas frecuencias que puedan interferir con sistemas eléctricos e instalaciones industriales. El proveedor de los variadores de frecuencia contemplará medidas de protección contra la generación de armónicos.

Todas las bombas contarán con válvulas de cierre de tipo compuerta a ambos lados con sus respectivas juntas de desmontaje, válvulas de retención de asiento inclinado con contrapeso aguas arriba de la bomba y manómetros.

Las válvulas de cierre contarán con un bypass de 1,5 pulgadas de diámetro para facilitar la apertura de las mismas.

En el Plano 07 se presenta la planta y el corte de la estación de bombeo.

6.5.2 Infraestructura auxiliar de la estación de bombeo

La conexión a la red eléctrica será a media tensión, y se dispondrá de un transformador en la estación de bombeo para pasar a baja tensión. El transformador será de tipo ONAN DYN de 1920 KVA, para pasar de 15 a 0,38 KV. Está prevista la instalación de seccionadores para un posible aislamiento del transformador.

Se contará con un banco de condensadores de 131 KVA con sensores del factor de potencia y habilitación escalonada de los mismos, con el objetivo de mantener el factor de potencia igual o por encima de 0,92.

Se prevé la instalación de iluminación y tomacorriente.

Se contará con un interruptor termomagnético general y además uno para cada motor, iluminación, toma corriente, y banco de condensadores.

Se contará con un pararayos tipo Franklin con tierra independiente de los equipos.

Todas las partes metálicas con las que pueda tener contacto un operario tendrán conexión a tierra artificial según las mejores prácticas y recomendaciones de UTE.

El detalle de la instalación eléctrica se presenta en el Plano 08.

La caseta de bombeo será completamente de hormigón, contará con muro doble con cámara con lana de vidrio para aislación acústica, y ventanas para iluminación y ventilación natural.

6.6 Estudio de estado estacionario

Teniendo en cuenta el trazado planialtimétrico de la red, los diámetros y materiales de las tuberías, y la carga de bombeo, se implementó el modelo de la red en EPANET para la configuración en que todos los hidrantes se encuentran encendidos. En la Tabla 8-3 del Anexo I se presentan las presiones resultantes en cada nodo de la red.

Como se puede observar en la Figura 6-18 ninguna presión supera los 100 m.c.a., por lo que se opta por tuberías de PN 10 para todos los materiales. En el caso del PRFV se elige una rigidez SN 5.000.



Figura 6-18: Rangos de presiones en los nodos

6.7 Estudio de cavitación

Los fenómenos de cavitación pueden darse tanto en la red de tuberías como en los equipos de bombeo.

Como se mencionó anteriormente, la cavitación en la red de tuberías se evita asegurando que la presión dentro de ellas sea mayor a la presión de vapor. Para ello, en los nodos sin hidrantes se fijan 5 m.c.a. como presión mínima. En la Tabla 8-3 del Anexo I, donde se presentan las presiones en cada nodo de la red, se puede observar que todas las presiones cumplen esta condición.

Según lo presentado en el ítem 4.1.5, con el objetivo de evaluar el fenómeno de cavitación en los equipos de bombeo, se evalúa el cumplimiento de la siguiente condición:

$$NPSH\ disponible > NPSH\ requerido \tag{6-11}$$

Como se mencionó en el punto 6.2.6, el embalse contará con un medidor de nivel continuo que estará conectado con la estación de bombeo. El mismo se ubicará a un nivel de 50 cm por encima de la clave de la obra de toma, determinando el nivel mínimo de operación del embalse, por debajo del cual el bombeo se detiene. Por lo tanto la peor condición para el cálculo del NPSH disponible es la de un nivel de agua de 50 cm por encima de la clave de la obra de toma, y es la que se tiene en cuenta para este cálculo.

En la Tabla 6-33 se presentan los resultados de NPSH disponible y los datos de NPSH requerido.

Tabla 6-33: NPSH disponible y requerido

NPSH requerido (m)	3,5
NPSH disponible (m)	10,1
¿Cumple NPHSdisp > NPSHreq?	SI

6.8 Estudio de transitorios

6.8.1 Variaciones de presión generadas en la red

Como se mencionó anteriormente, la principal causa del golpe ariete son los cortes de energía eléctricos imprevistos durante el bombeo. Al detenerse repentinamente el bombeo, se genera una onda de subpresión, que al encontrarse con un obstáculo es reflejada y transmitida.

En el caso de esta red de distribución, se cuenta con un primer tramo de tubería de 1.200 mm de diámetro y 65 m de longitud, que luego se bifurca en tuberías de menor diámetro.

Cuando una onda de subpresión que viaja dentro de una tubería se encuentra con una reducción de diámetro, las ondas reflejada y transmitida también son de subpresión, acentuando la magnitud de la onda de subpresión original. Luego de transcurrido cierto tiempo, la onda de subpresión se disipa debido a las pérdidas de energía por fricción. De esta manera, en el caso de esta red, no se generan sobrepresiones al detenerse el equipo de bombeo repentinamente, por lo que solamente se utilizará acero para los primeros 10 m del tramo inicial, continuando luego con PRFV PN 10.

6.8.2 Mitigación de las subpresiones

Para mitigar el efecto de las subpresiones, se propone la instalación de un bypass a la bomba desde el embalse. La configuración de este sistema se muestra en la Figura 6-19.

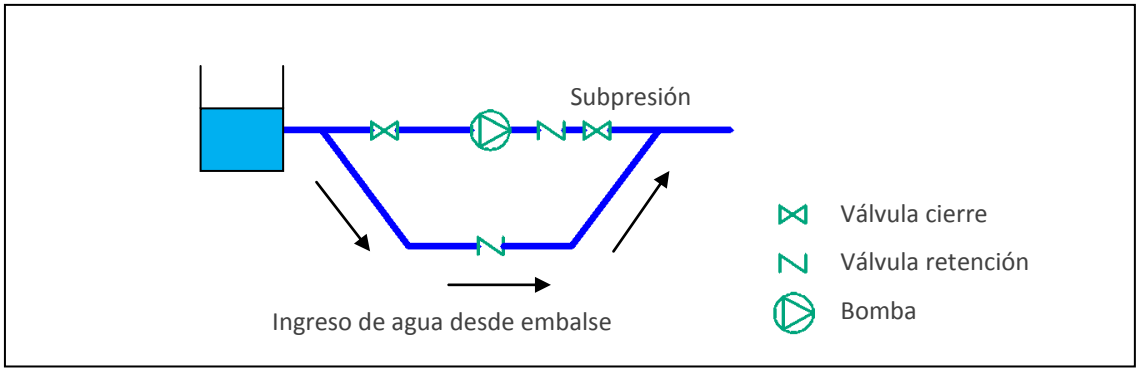


Figura 6-19: Bypass antiariete

En las instalaciones con bypass, al producirse el fallo de las bombas, la presión comienza a descender aguas abajo de la válvula de retención colocada a la salida de la bomba. Si la presión llega a caer por debajo de la presión en el bypass, entonces se abre la válvula de retención, llevando agua hacia donde se generaron las subpresiones. De esta forma se consigue evitar que las subpresiones en el tramo inicial aguas abajo de las bombas lleguen a ser de importancia.

Esta alternativa resulta viable cuando las bombas están muy poco por encima de la superficie de toma, o mejor por debajo. Un parámetro aproximado para determinar si en una impulsión es adecuada o no la instalación de un by-pass es que el parámetro de Allievi, que se presenta a continuación, sea muy superior a la unidad.

$$\frac{aVo}{gHo} \gg 1 \qquad (6\text{-}12)$$

Donde: a: celeridad de la onda de presión

Ho: altura de elevación

Vo: Velocidad de régimen

El parámetro de Allievi en este caso es de 7, por lo que resulta razonable adoptar esta medida.

6.8.3 Modelación de estado transitorio

Si bien como se presentó en el ítem 4.1.5, el pulso de Joukowsky puede ser utilizado como una primera aproximación de las subpresiones, en este caso, este cálculo subestima la subpresión generada, ya que calcula solamente la generada inicialmente, sin tener en cuenta la reflejada y transmitida.

Es por esta razón que se realiza un modelo de transitorios en el programa AFT Impulse para los primeros tramos de la red: desde la bomba hasta las tuberías 10 (tramo de red Principal 1-1) y 862 (tramo de red Principal 2-1).

Se realizan dos modelos distintos, el primero sin medidas antiariete y el segundo simulando el bypass antiariete como un tanque unidireccional.

Como la red continúa luego de las tuberías 10 y 862, en ambas extremidades se colocaron embalses lo suficientemente alejados como para modelar la continuación de red, en la que la onda de subpresión termina disipándose.

En la siguiente figura se muestra un esquema del modelo adoptado.

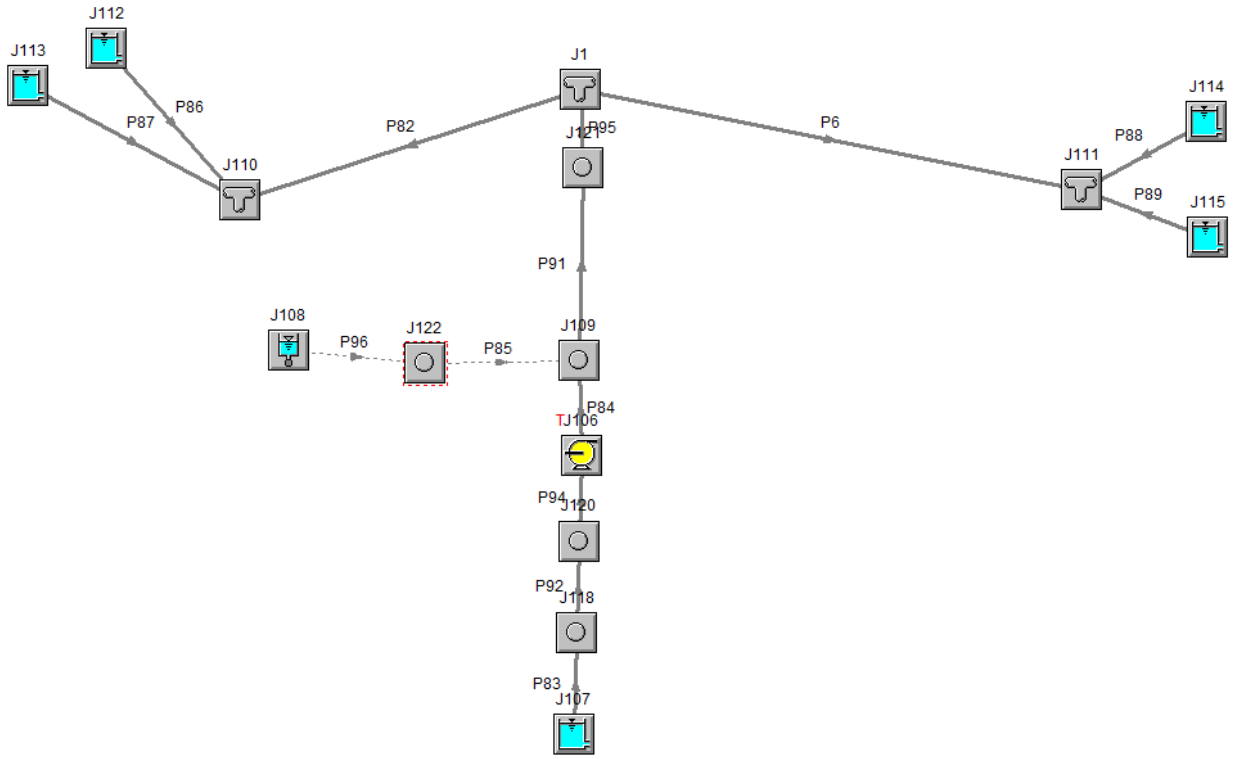


Figura 6-20: Esquema del modelo con bypass (AFT Impulse)

El nivel del embalse se asumió como el nivel mínimo de operación (50 cm por encima de la clave de obra de toma).

Las celeridades y rugosidad absolutas adoptadas se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 6-34: Celeridades y rugosidades absolutas adoptadas

Material	Celeridad (m/s)	Rugosidad absoluta (mm)
PEAD	364	0,02
PRFV, DN > 800	410	0,029
PRFV, DN ≤ 800	420	0,029
ACERO	1.000	0,15

En los siguientes gráficos se presentan los resultados del modelo con y sin bypass, indicando la cota de las tuberías (azul), la piezométrica en estado estacionario (amarillo) y la piezométrica en estado transitorio (rojo).

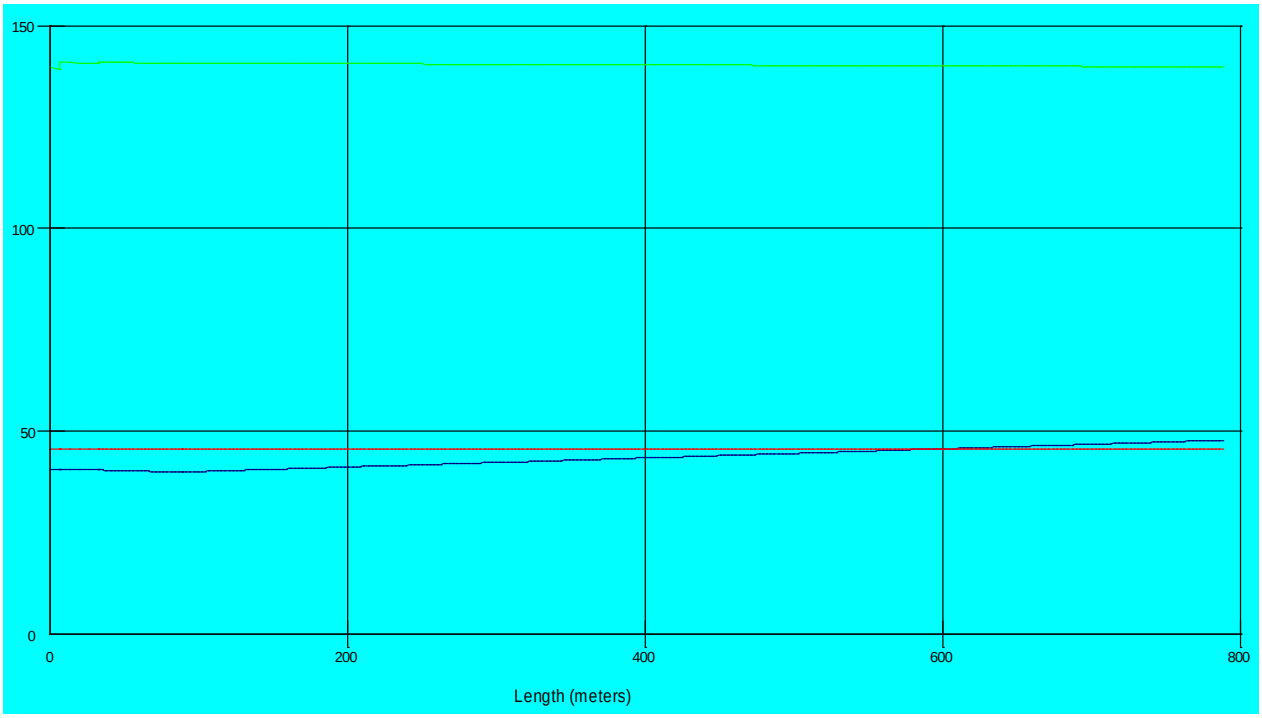


Gráfico 6-3: Modelación de transitorio desde la bomba hasta la tubería 10 – Sin bypass (Eje vertical en metros)

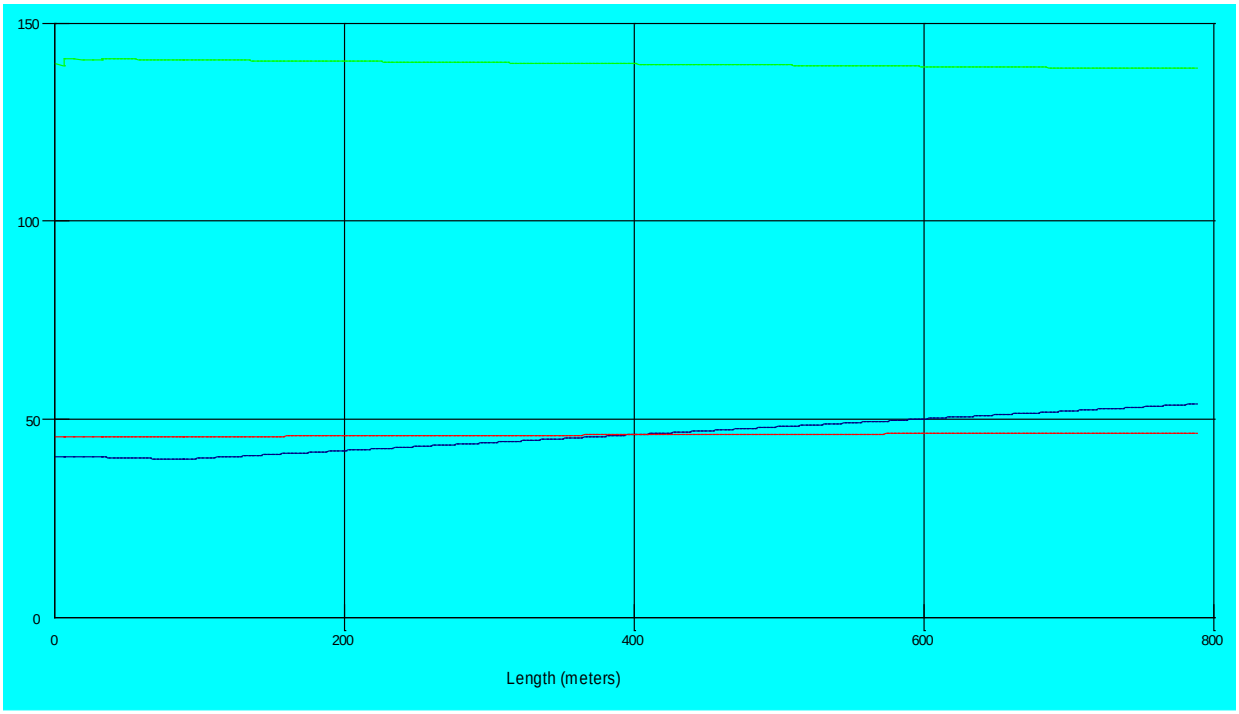


Gráfico 6-4: Modelación de transitorio desde la bomba hasta la tubería 862 – Sin bypass (Eje vertical en metros)

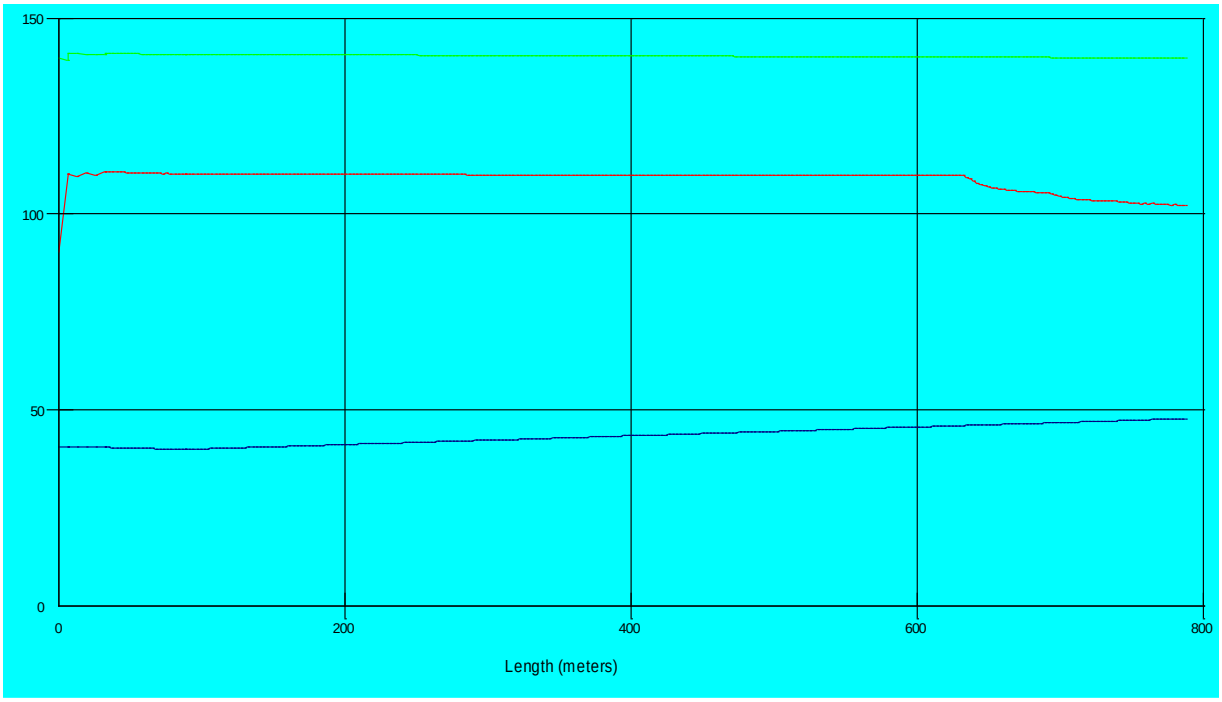


Gráfico 6-5: Modelación de transitorio desde bomba hasta tubería 10 – Con bypass (Eje vertical en metros)

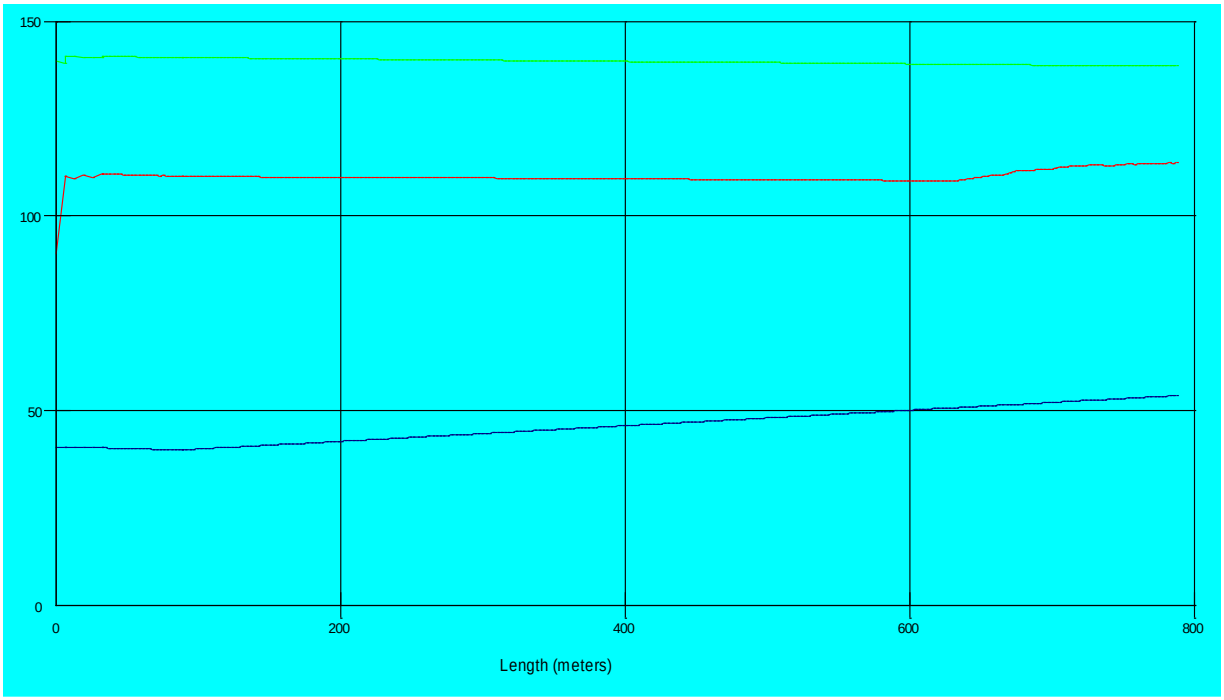


Gráfico 6-6: Modelación de transitorio desde la bomba hasta la tubería 862 – Con bypass (Eje vertical en metros)

Como se puede observar en los gráficos, las subpresiones generadas en la red sin bypass antiariete, llegan a cortar la línea de cotas de las tuberías, por lo que se generarían presiones negativas, lo que puede llegar a generar cavitación si la presión negativa desciende a más de -10 m.c.a..

Claramente, al incluir el bypass, las subpresiones se reducen sustancialmente y las presiones se mantienen por arriba de 50 m.c.a., lo que evidencia la necesidad de la instalación de este dispositivo. El bypass contará con una válvula de retención para evitar el flujo de agua por el mismo durante el funcionamiento normal del sistema, para ello se elige una válvula liviana de tipo CLASAR. El detalle del bypass se presenta en el Plano 07.

6.9 Potencia instalada y Consumo Energético

A continuación en la Tabla 6-35 se muestran los consumos energéticos diarios, teniendo en cuenta una jornada de riego de 20 horas.

Tabla 6-35: Potencia instalada y Consumo Energético Diario

Q total (m^3/s)	1,243
Carga (m)	95
Consumo energético diario (kWh/día)	28.937

6.10 Costos

6.10.1 Costos de inversión

A continuación se presenta una tabla resumen de los costos de inversión para cada rubro, en el Anexo II se presentan tablas con los metrajes de los distintos elementos, y en el Anexo IV se presentan las cotizaciones obtenidas para tuberías, bombas, válvulas e instalaciones auxiliares de estación de bombeo.

Tabla 6-36: Costos de Inversión

	Costo (U$S)	
Represa	1.875.550	1.876.426
Tuberías con colocación	3.677.485	3.941.346
Fletes	263.861	
Crucetas	111.747	591.013
Curva 22,5	49.319	
Codo 45	4.441	
Codo 90	1.822	
Derivación 45	153.948	
Tee	41.170	
Unión recta	228.566	
Brida Acero	0	15.012
Brida PRFV	4.529	
Brida PVC	2.608	
Brida PEAD	7.875	
Válvulas mariposa	7.561	605.180
Válvulas sectorización	308.508	
Válvulas retención Clasar	75.889	
Válvulas retención asiento inclinado	50.000	
Válvulas reductora de presión	32.760	
Ventosas	73.049	
Desagues	10.193	
Juntas de desmontaje	47.220	
Contadores	81.270	82.728
Manómetros	1.458	
Anclajes	176.854	471.184
Dados hormigón	22.298	
Cámaras hormigón	244.332	
Protección cañada	27.701	
Motores + Bombas	300.505	662.610
Instalaciones auxiliares Estación de bombeo	122.809	
Caseta de bombeo	239.296	
TOTAL (U$S)	**8.245.499**	

Nota de tabla: El costo de colocación incluye el costo del relleno de zanja (cama de arena), personal para control de calidad y pruebas de calidad tales como pruebas hidráulicas.

6.10.2 Costos de Operación y Mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento considerados corresponden a los siguientes rubros.

- Costo energético anual;
- Sueldo anual Encargado de operación y mantenimiento;
- Costo mantenimiento anual;
- Compensación anual por lucro cesante.

Como se presentó anteriormente, la estación de bombeo eroga un caudal de 1,243 m^3/s, el caudal correspondiente al riego de citrus es de 0,497 m^3/s y el correspondiente a sorgo es 0,746 m^3/s.

Como se presentó en la Tabla 6-35, el consumo energético diario es de 28.937 kWh/día, por lo que el consumo mensual será mayor a 90.000 kWh/mes, encajando en la clasificación de grandes consumidores.

A continuación se exponen los costos energéticos diarios calculados para citrus y para sorgo y el consiguiente costo energético anual asumiendo una cotización del dólar de $ 23.

Tabla 6-37: Costos energéticos diarios y anuales

CED ($/día)		CEA (U$S)
Citrus	**Sorgo**	
23.399	35.099	420.661

El costo de mantenimiento anual que implicaría la reparación y/o mantenimiento preventivo de tuberías, equipos y represa se puede estimar como un 1,5 % de la inversión inicial. Teniendo en cuenta los costos de inversión, se calcula el costo de mantenimiento anual.

Si bien los mecanismos de compensación que pueden llegar a aplicarse para los colonos cuyas parcelas sean afectadas por el embalse (tanto por inundación como por construcción del vertedero) es una cuestión a resolver por parte del INC, según fuentes consultadas allegadas a la temática, resulta razonable suponer una compensación monetaria anual a estos colonos de 200 U$S/ ha inundada. Es así que la compensación por el lucro cesante se incluye como un costo operativo anual.

De esta manera los costos de operación y mantenimiento se resumen en la Tabla 6-38.

Tabla 6-38: Costo Operación y Mantenimiento

Rubro	Costo (U$S)
CEA	420.661
Sueldo anual Encargado de operación y mantenimiento	36.000
Costo mantenimiento anual	123.682
Compensación por lucro cesante anual	28.219
Costo O&M anual (U$S/año)	**608.562**

6.10.3 Valor Presente Neto

En la Tabla 9-11 del Anexo II se muestran los resultados obtenidos para cada año, y en la Tabla 6-39 se muestra el VPN total.

Tabla 6-39: VPN Embalse Multipredial

Costo inversión (U$S)	8.245.499
Costo O&M anual (U$S/año)	608.562
VPN Total (U$S)	**17.230.819**

7. BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA A y Rovira L (2012) *Apuntes del curso de postgrado Transitorios hidráulicos en tuberías a presión.*

BAETGHEN W, Terra R (2010) El Riego en un clima cambiante. El Potencial del Riego Extensivo en cultivos y pasturas. 1er Seminario Internacional, Paysandú, Uruguay, Agosto 2010. p 7-18.

BICUDO B, De Vera A, Pitzer A y Quagliotti V (2010) *Estudio de prefactibilidad de un proyecto de riego multipredial y multisectorial en la zona de Colonia Valdense.* Proyecto de grado Ingeniería Civil Perfil H/A. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Ingeniería, IMFIA, 2010. 323 p.

BOSSI J (2011) *Manual didáctico de geología para estudiantes de agronomía. UdelaR, FAGRO.*

BRAZEIRO A, Achkar M, Canavero A, Fagúndez C, González E, Grela I, Lezama F, Maneyro R, Barthesagy L, Camargo A, Carreira S, Costa B, Núñez D, da Rosa I, Toranza C (2008) *Prioridades Geográficas para La Conservación de La Biodiversidad Terrestre de Uruguay. Resumen Ejecutivo.* Proyecto PDT 32-26. Montevideo, Uruguay. 48 pp.

CANAVESE N y Oleaga E (2012) *Análisis de riesgo por rotura de presas de riego en Uruguay.* Proyecto de grado Ingeniería Civil Perfil H/A. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Ingeniería, IMFIA, 2012. 112 p.

CONEAT (2014) *CONEAT Digital*. PRENADER. Uruguay. Descargable en: <http://www.renare.gub.uy/>.

CORBO F (2006) *Modelo Geofísico del Acuífero Guaraní: Zona Comprendida entre Uruguay y Argentina.*

DE LOS SANTOS J (2001) *Estudio de factibilidad para la localización de un pozo termal en el departamento de Artigas.*

DE LOS SANTOS J (2009) *Notas de Hidrología Avanzada 1: Módulo Hidrología Subterránea.*

DINAGUA (2011) *Manual de Diseño y Construcción de pequeñas presas.*

DINAMIGE (1985) *Carta geológica del Uruguay a escala 1: 100.000.* Dirección Nacional de Minería y Geología. Uruguay. Disponible on-line en: <http://www.miem.gub.uy/>. Sitio consultado en mayo de 2014.

DNV (2009) *Tránsito Promedio Diario Anual: Reporte 110.* DNV, MTOP. Uruguay.

EVIA G y Gudynas E (2000) *Ecología del paisaje del Uruguay. Aportes para la conservación de la diversidad biológica.* MVOTMA, AECI. 173 pp.

GARCÍA M et al. (2011). *Notas Curso Represas y Canales, Módulo Riego.* Universidad de la República. Facultad de Ingeniería. IMFIA.

INIA (2014) *Estadística climatológica.* INIA. Uruguay. Disponible on-line en: <http://www.inia.uy/>. Sitio consultado en mayo de 2014.

PEREZ GARCIA R (2003) *Ingeniería Hidráulica en los abastecimientos de agua.*

PINTOS J (2013). *Presentación Cuenca del Arroyo San Antonio*. DINAGUA.

SIHI GROUP. *Basic principles for the design of centrifugal pump instalations.*

TEIXEIRA L (2013). *Notas Curso Represas y Canales, Módulo Represas.* Universidad de la República. Facultad de Ingeniería. IMFIA.

TEXEIRA J (2014). *Propuesta de fortalecimiento institucional Sociedad de Fomento rural Colonia Gestido.* INC.

TOMOYUKI M (2006). *Abastecimento de água.*

United States Department of the Interior Bureau of Reclamation. *Design of Small Dams*. Compañía Editorial Oriental, 1977. 639 p.

Páginas web consultadas:

http://www.catastro.gub.uy/

http://www.cebra.com.uy/renare/

http://www.colonizacion.com.uy/

http://www.ine.org.uy/

http://www.inia.org.uy/

http://www.saltogrande.org/

http://www.wikipedia.org/



Evaluación de fuentes de agua y diseño de un sistema de distribución de riego multipredial en Colonia Gestido

Tomo I - Anexos



8. ANEXO I: TABLAS DE RESULTADOS Y UBICACIÓN DE ANCLAJES, VÁLVULAS Y CONTADORES

Tabla 8-1: Superficies y Caudales requeridos en parcelas

	Área (ha)					
Id. Parcela	Citrus	Sorgo	Regada	Total	Q (l/s)	Q (m3/h)
1	8,92	8,92	17,84	35,67	16,41	59,08
2	18,42	18,42	36,84	73,68	33,90	122,04
3	27,96	27,96	55,92	111,84	51,45	185,23
4	33,40	33,40	66,80	133,60	61,47	221,28
5	23,18	23,18	46,35	92,70	42,65	153,54
6	17,96	17,96	35,93	71,86	33,06	119,01
7	15,29	15,29	30,58	61,15	28,13	101,29
8	13,59	13,59	27,18	54,35	25,01	90,02
9	22,96	22,96	45,92	91,84	42,25	152,11
10	14,08	14,08	28,17	56,33	25,92	93,30
11	8,57	8,57	17,13	34,26	15,76	56,74
12	14,87	14,87	29,74	59,47	27,36	98,50
13	9,85	9,85	19,71	39,41	18,13	65,28
14	8,86	8,86	17,72	35,43	16,30	58,68
15	9,25	9,25	18,49	36,98	17,01	61,25
16a	9,71	9,71	19,43	27,25	17,87	64,35
16b	3,91	3,91	7,82	27,25	7,20	25,91
17	8,44	8,44	16,87	33,74	15,52	55,88
18	31,04	31,04	62,08	124,16	57,12	205,64
19a	6,71	6,71	13,41	32,98	12,34	44,43
19b	9,78	9,78	19,57	32,98	18,01	64,82
20	10,10	10,10	20,20	40,39	18,58	66,90
21	8,71	8,71	17,43	34,86	16,04	57,73
22	10,73	10,73	21,47	42,94	19,75	71,11
23	30,29	30,29	60,58	121,15	55,74	200,66
24	18,85	18,85	37,69	75,38	34,68	124,85
25	22,48	22,48	44,96	89,93	41,37	148,94
26	7,53	7,53	15,07	30,13	13,86	49,91
27	9,12	9,12	18,24	36,48	16,78	60,42
28	6,47	6,47	12,94	25,88	11,91	42,86
29	7,65	7,65	15,31	30,62	14,09	50,71
30a	15,92	15,92	31,83	63,66	29,29	105,44
30b	14,35	14,35	28,69	57,39	26,40	95,05
31	10,25	10,25	20,50	41,00	18,86	67,91
32	10,24	10,24	20,49	40,98	18,85	67,87
33	7,88	7,88	15,76	31,52	14,50	52,21
34	9,81	9,81	19,61	39,23	18,05	64,97
35	20,57	20,57	41,13	82,27	37,85	136,25
36	8,11	8,11	16,21	32,42	14,92	53,70

	Área (ha)					
Id. Parcela	Citrus	Sorgo	Regada	Total	Q (l/s)	Q (m3/h)
37a	6,63	6,63	13,26	26,53	12,20	43,94
37b	5,31	5,31	10,61	21,23	9,77	35,16
38a	7,51	7,51	15,02	30,03	13,82	49,74
38b	11,55	11,55	23,10	46,21	21,26	76,53
39	4,77	4,77	9,55	19,10	8,79	31,63
40a	4,01	4,01	8,01	16,03	7,37	26,55
40b	3,22	3,22	6,45	12,89	5,93	21,35
41	4,85	4,85	9,69	19,39	8,92	32,11
42	7,71	7,71	15,42	30,84	14,19	51,08
43	9,81	9,81	19,62	39,24	18,05	64,99
44	8,00	8,00	16,00	32,00	14,72	53,00
45	10,47	10,47	20,93	41,86	19,26	69,33
46	14,50	14,50	29,00	58,01	26,69	96,07
47	27,82	27,82	55,63	111,26	51,19	184,28
48	3,64	3,64	7,29	14,58	6,71	24,15

Tabla 8-2: Valores de Hb para cada hidrante

Id. Parcela	Id. Tramo	Hb (m)	Reductora de presión
14	2	68,43	1
12	5	70,05	1
17	7	86,23	1
162	9	86,23	1
20	11	83,39	1
21	12	78,73	1
26	15	76,97	1
25	16	86,55	0
22	19	79,32	1
27	20	75,14	1
23	22	76,77	1
32	27	87,44	1
31	29	85,78	1
302	31	89,52	0
24	35	78,26	1
301	38	86,13	0
371	43	86,04	0
372	44	87,29	0
381	46	81,56	1
382	47	86,73	0
28	51	87,98	1
33	52	87,16	0
401	54	88,85	0
42	56	93,04	0
41	57	91,24	0
402	59	88,61	0
48	61	92,36	0

Id. Parcela	Id. Tramo	Hb (m)	Reductora de presión
39	62	86,79	0
29	65	73,80	1
34	66	88,97	0
35	68	84,71	1
36	71	86,79	1
43	73	90,29	0
44	74	91,62	0
45	76	89,29	0
46	78	89,77	0
47	81	91,85	0
192	119	89,98	0
18	127	81,45	1
15	130	90,56	0
161	131	90,67	0
191	132	86,78	0
11	83	89,23	1
10	85	77,12	1
13	87	65,76	1
9	91	83,32	1
8	92	78,21	1
7	95	84,67	1
6	98	69,35	1
2	101	92,90	0
1	103	84,94	1
3	111	84,35	1
5	134	89,28	0
4	117	89,41	0

Tabla 8-3: Presiones en los nodos

Id. Nodo	Presión (m)	Presión requerida (m)
51521	94,59	5,00
1	94,98	5,00
2	80,43	51,53
3	93,83	5,00
4	92,36	5,00
40001	90,83	5,00
40002	88,76	5,00
40003	85,76	5,00
40004	84,06	5,00
40005	82,97	5,00
40006	82,31	5,00
40007	82,05	5,00
40008	81,77	5,00
5	67,65	39,44
6	93,53	5,00
60002	89,19	5,00
600021	87,22	5,00
60003	86,08	5,00
7	57,12	43,04
8	85,90	5,00
9	49,71	38,15
10	85,38	5,00
11	67,65	54,54
12	73,17	54,64
10001	84,58	5,00
13	84,65	5,00
1301	84,80	5,00
1302	85,15	5,00
13021	84,33	5,00
13022	82,67	5,00
1303	81,44	5,00
1304	79,93	5,00
1305	77,17	5,00
1306	74,82	5,00
14	74,65	5,00
15	63,20	43,49
16	65,75	56,33
17	73,19	5,00
18	77,02	5,00
19	61,47	42,36
20	63,94	41,61

Id. Nodo	Presión (m)	Presión requerida (m)
72	73,49	5,00
7201	70,81	5,00
72011	68,35	5,00
72012	67,56	5,00
7202	68,05	5,00
7203	69,43	5,00
7204	70,55	5,00
7205	69,67	5,00
72051	66,34	5,00
7206	65,10	5,00
73	61,78	56,67
74	57,24	51,96
75	64,17	5,00
76	54,78	47,46
77	77,38	5,00
7701	76,72	5,00
7702	74,18	5,00
7703	70,59	5,00
7704	67,82	5,00
77041	66,71	5,00
7705	65,98	5,00
78	60,49	54,36
77051	65,94	5,00
79	68,23	5,00
7901	69,65	5,00
79011	75,19	5,00
7902	75,69	5,00
7903	74,82	5,00
81	68,90	64,27
118	77,17	5,00
1181	72,77	5,00
1182	61,94	5,00
119	54,25	47,82
123	76,19	5,00
1231	80,73	5,00
1232	82,80	5,00
1233	82,76	5,00
124	81,58	5,00
12401	79,69	5,00
12402	78,12	5,00
125	79,80	5,00

Id. Nodo	Presión (m)	Presión requerida (m)
21	77,42	5,00
2101	78,78	5,00
2102	80,34	5,00
2103	80,79	5,00
22	67,37	47,39
23	74,03	5,00
2301	74,25	5,00
2302	75,84	5,00
24	80,65	5,00
2401	82,66	5,00
2402	83,20	5,00
25	80,43	5,00
2501	74,64	5,00
2502	73,36	5,00
2503	73,23	5,00
26	73,72	5,00
2601	73,91	5,00
27	56,35	45,67
28	72,12	5,00
29	62,87	52,10
30	72,26	5,00
3002	76,96	5,00
3001	81,85	5,00
31	65,13	63,61
32	82,11	5,00
3202	79,06	5,00
3201	71,72	5,00
33	70,51	5,00
34	70,98	5,00
35	62,78	49,35
36	71,48	5,00
37	71,66	5,00
38	64,93	59,82
40	71,79	5,00
4001	71,24	5,00
4002	71,40	5,00
41	71,57	5,00
4101	75,87	5,00
4102	76,63	5,00
42	74,94	5,00
4201	69,89	5,00
4202	71,50	5,00

Id. Nodo	Presión (m)	Presión requerida (m)
12501	80,34	5,00
126	77,73	5,00
127	68,56	58,00
128	75,32	5,00
1282	73,48	5,00
1283	72,41	5,00
1281	74,12	5,00
1284	76,81	5,00
1285	77,45	5,00
129	77,14	5,00
1292	76,23	5,00
1293	71,67	5,00
1291	69,01	5,00
130	50,59	48,45
131	47,47	45,18
1294	65,67	5,00
132	42,31	35,56
82	96,96	5,00
83	62,69	51,44
84	97,87	5,00
841	98,69	5,00
842	98,41	5,00
85	81,98	61,17
86	97,34	5,00
861	90,53	5,00
8612	89,57	5,00
862	88,77	5,00
8622	83,12	5,00
8621	79,63	5,00
863	95,41	5,00
87	74,33	43,65
88	82,54	5,00
881	89,48	5,00
882	90,79	5,00
89	85,66	5,00
891	83,40	5,00
8911	82,32	5,00
892	82,31	5,00
90	86,09	5,00
91	57,19	38,41
92	67,47	48,62
93	84,23	5,00

Id. Nodo	Presión (m)	Presión requerida (m)
43	61,31	55,88
44	54,44	49,46
4203	69,23	5,00
45	68,53	5,00
4501	68,79	5,00
46	58,92	48,65
47	64,23	60,23
48	74,11	5,00
4801	74,44	5,00
49	74,98	5,00
50	75,51	5,00
51	52,87	42,72
52	60,74	51,99
5001	73,40	5,00
5002	72,33	5,00
53	75,02	5,00
5301	74,30	5,00
5302	72,38	5,00
5303	70,87	5,00
5304	71,56	5,00
54	63,18	57,71
55	68,80	5,00
5501	66,65	5,00
5502	66,88	5,00
372	67,53	5,00
373	66,29	5,00
374	65,13	5,00
375	64,36	5,00
56	58,54	57,59
57	58,01	55,43
58	66,36	5,00
5802	62,48	5,00
5801	56,13	5,00
59	49,13	43,85
61	48,06	46,31
62	49,95	41,92
63	71,69	5,00
6301	70,13	5,00
64	70,73	5,00
65	64,61	41,67
66	62,23	54,78
6401	72,34	5,00

Id. Nodo	Presión (m)	Presión requerida (m)
9301	83,14	5,00
9302	80,90	5,00
94	78,65	5,00
95	63,82	50,71
96	74,40	5,00
9601	73,96	5,00
9602	72,85	5,00
961	69,78	5,00
9612	68,79	5,00
97	68,27	5,00
98	66,95	40,60
99	69,26	5,00
9901	71,28	5,00
9902	76,60	5,00
991	78,49	5,00
992	78,65	5,00
993	81,30	5,00
100	85,85	5,00
1002	87,00	5,00
1001	86,66	5,00
101	66,30	59,86
102	86,07	5,00
1021	85,87	5,00
10211	84,39	5,00
103	71,21	60,65
104	82,60	5,00
105	81,68	5,00
1051	81,79	5,00
1052	76,84	5,00
1053	74,94	5,00
106	74,34	5,00
107	74,41	5,00
1071	70,70	5,00
108	72,74	5,00
109	73,14	5,00
110	76,49	5,00
111	58,83	45,52
112	79,16	5,00
1121	80,30	5,00
113	82,02	5,00
1131	81,06	5,00
134	77,16	69,83

Id. Nodo	Presión (m)	Presión requerida (m)
67	74,54	5,00
6701	76,46	5,00
68	68,79	57,69
69	78,24	5,00
6902	80,68	5,00
6901	80,41	5,00
70	79,77	5,00
7001	79,12	5,00
7002	78,29	5,00
71	66,26	56,09

Id. Nodo	Presión (m)	Presión requerida (m)
115	79,56	5,00
116	79,79	5,00
1164	86,04	5,00
1161	90,13	5,00
1165	90,68	5,00
1166	91,67	5,00
1162	89,82	5,00
1167	87,89	5,00
1163	85,94	5,00
1168	85,73	5,00
117	73,90	66,86

Tabla 8-4: Volúmenes de hormigón en anclajes

Id. nodo	Pieza a anclar	Volumen de Hormigón (m^3)
40008	Codo 45	1,13
10	Codo 45	38,99
49	Codo 45	10,97
6901	Codo 45	7,54
7903	Codo 45	2,71
75	Codo 45	0,72
1233	Codo 45	3,67
125	Codo 45	4,61
1182	Codo 45	0,19
1001	Codo 45	7,54
1281	Codo 90	4,07
862	Codo 90	28,81
90	Codo 90	20,88
97	Codo 90	20,88
106	Codo 90	12,85
1303	Tee	18,98
7002	Tee	9,20
5502	Tee	2,39
36	Tee	18,74
14	Tee	0,53
60001	Y	0,06
60003	Y	0,06
8	Y	0,06
13	Y	0,16
1301	Y	0,06
17	Y	0,09
18	Y	1,40
21	Y	0,11
23	Y	0,41

Id. nodo	Pieza a anclar	Volumen de Hormigón (m^3)
63	Y	0,03
6301	Y	0,14
64	Y	6,05
67	Y	0,09
77	Y	0,09
7705	Y	1,35
7202	Y	0,09
5304	Y	0,05
58	Y	0,23
28	Y	0,16
3201	Y	0,27
34	Y	0,27
37	Y	4,22
4201	Y	1,98
45	Y	0,98
126	Y	1,35
892	Y	0,14
93	Y	0,14
94	Y	0,14
110	Y	0,27
1161	Y	0,56
50	Derivación 45°	0,24
6701	Derivación 45°	0,02
7201	Derivación 45°	1,89
375	Derivación 45°	0,64
5801	Derivación 45°	0,42
4501	Derivación 45°	1,27
992	Derivación 45°	0,02
2601	Cruceta	29,54
1291	Cruceta	1,98
863	Cruceta Y	0,21
1021	Cruceta Y	0,21
881	Reducción	4,36
991	Reducción	4,69
118	Reducción	0,12
2103	Reducción	2,31
1163	Reducción	1,85

Tabla 8-5: Válvulas de sectorización - Diámetros

Id. nodo	DN válvula (mm)
51521	1.200
6	800
14	600
28	600
36	600
48	600
53	250
63	500
70	400
82	600
9602	500
107	400
1131	400

Tabla 8-6: Ventosas – Diámetros

Id. nodo	DN ventosa (mm)	Id. nodo	DN ventosa (mm)
50121	200	66	50
51521	200	68	50
2	50	7002	80
40008	50	71	50
5	50	72012	80
7	50	73	50
9	50	74	50
11	50	75	50
12	50	76	50
10001	200	7705	80
15	50	78	50
16	50	7903	80
17	200	81	50
19	50	1182	50
20	50	119	50
22	50	12402	80
23	150	127	50
2503	150	1283	80
27	50	130	50
28	150	131	50
29	50	1294	50
31	50	132	50
33	150	83	50
35	50	85	50

Id. nodo	DN ventosa (mm)	Id. nodo	DN ventosa (mm)
38	50	8621	150
4001	80	87	50
43	50	8911	80
44	50	91	50
45	80	92	50
46	50	94	80
47	50	95	50
51	50	97	80
52	50	98	50
5303	80	993	80
54	50	101	50
5501	80	103	50
375	50	105	80
56	50	106	80
57	50	1071	80
5801	80	109	80
59	50	111	50
61	50	134	50
62	50	115	80
6301	80	1163	80
65	50	117	50

Tabla 8-7: Válvulas de desagüe – Diámetros

Id. nodo	DN válvula (mm)
1302	80
2103	100
2402	200
32	200
4102	150
4501	100
50	200
53	150
5304	100
372	80
6902	150
7204	80
7902	100
1181	80
1233	200
125	100
12501	100

Id. nodo	DN válvula (mm)
1285	100
841	200
882	200
90	150
1002	150
1051	150
107	150
113	150
1166	100
1168	100

Tabla 8-8: Elementos de hidrantes – Diámetros

Id. nodo	DN válvula mariposa (mm)	DN ventosa (mm)	DN Válvula reductora presión (pulgadas)	Contador (pulgadas)
2	50	50	6	3
5	65	50	6	3
7	50	50	6	3
9	40	50	6	3
11	65	50	6	3
12	50	50	6	3
15	50	50	6	3
16	100	50		4
19	50	50	6	3
20	50	50	6	3
22	100	50	6	4
27	50	50	6	3
29	65	50	6	3
31	80	50		3
35	80	50	6	3
38	80	50		3
43	50	50		3
44	50	50		3
46	50	50	6	3
47	80	50		3
51	50	50	6	3
52	65	50		3
54	50	50		3
56	65	50		3
57	50	50		3
59	50	50		3
61	50	50		3

Id. nodo	DN válvula mariposa (mm)	DN ventosa (mm)	DN Válvula reductora presión (pulgadas)	Contador (pulgadas)
62	50	50		3
65	50	50	6	3
66	65	50		3
68	100	50	6	4
71	50	50	6	3
73	80	50		3
74	50	50		3
76	65	50		3
78	80	50		3
81	100	50		4
119	65	50		3
127	100	50	6	4
130	50	50		3
131	50	50		3
132	50	50		3
83	50	50	6	3
85	65	50	6	3
87	65	50	6	3
91	65	50	6	3
92	65	50	6	3
95	65	50	6	3
98	80	50	6	3
101	65	50		3
103	65	50	6	3
111	80	50	6	3
134	80	50		3
117	100	50		4

9. ANEXO II: METRAJES Y COSTOS DE LA RED

Tabla 9-1: Metraje Tuberías

Material/DN/PN	Longitud (m)	Precio unitario tubo (U$S/m)	Precio unitario colocación (U$S/m)	Costo con colocación (U$S)
ACERO 500	68	666	22	46.681
ACERO 700	5	932	22	5.168
ACERO 800	5	1.065	22	5.889
ACERO 900	145	1.198	22	177.357
ACERO 1200	10	1.597	22	16.984
PEAD 40 10	22	1	16	375
PEAD 50 10	104	2	16	1.857
PEAD 63 10	166	3	16	3.134
PEAD 75 10	276	4	16	5.542
PVC 90 10	617	4	16	12.378
PVC 110 10	538	6	16	11.983
PVC 140 10	658	10	16	16.907
PVC 160 10	355	13	16	10.273
PVC 200 10	768	20	35	42.424
PVC 250 10	3.556	31	35	235.133
PVC 315 10	4.114	50	35	348.991
PRFV 400 10	4.139	91	35	521.915
PRFV 500 10	2.817	124	35	447.963
PRFV 600 10	2.520	169	130	752.912
PRFV 700 10	807	200	130	266.318
PRFV 900 10	1.610	312	130	711.771
PRFV 1200 10	56	502	130	35.532

Total (U$S)	3.677.485

Notas:
*El costo de tuberías de acero incluye las piezas especiales de acero
*El costo de colocación incluye el costo del relleno de zanja, personal para control de calidad y pruebas de calidad tales como pruebas hidráulicas.

Tabla 9-2: Metraje Crucetas

Cantidad	Mat	DN1	Mat tubo 1	DN2	Mat tubo 2	DN3	Mat tubo 3	DN4	Mat tubo 4	Precio unitario (U$S)	Costo (U$S)
1	PRFV	1200	PRFV	900	PRFV	600	PRFV	160	PVC	30.090	30.090
1	PRFV	700	PRFV	700	PRFV	200	PVC	110	PVC	12.000	12.000
1	PRFV	700	PRFV	600	PRFV	600	PRFV	63	PEAD	12.000	12.000
1	PRFV	600	PRFV	600	PRFV	150	PVC	75	PEAD	10.128	10.128
1	PRFV	600	PRFV	600	PRFV	75	PEAD	75	PEAD	10.128	10.128

Cantidad	Mat	DN1	Mat tubo 1	DN2	Mat tubo 2	DN3	Mat tubo 3	DN4	Mat tubo 4	Precio unitario (U$S)	Costo (U$S)
2	PRFV	500	PRFV	500	PRFV	80	PEAD	75	PEAD	7.440	14.880
1	PRFV	400	PRFV	315	PVC	250	PVC	80	PEAD	5.466	5.466
1	PRFV	400	PRFV	400	PRFV	90	PVC	80	PEAD	5.466	5.466
1	PRFV	400	PRFV	400	PRFV	75	PEAD	75	PEAD	5.466	5.466
1	PVC	315	PVC	250	PVC	90	PVC	80	PEAD	1.422	1.422
1	PVC	315	PVC	315	PVC	110	PVC	80	PEAD	1.422	1.422
1	PVC	250	PVC	200	PVC	80	PEAD	50	PEAD	618	618
1	PVC	250	PVC	250	PVC	100	PVC	50	PEAD	618	618
1	PVC	250	PVC	140	PVC	90	PVC	80	PEAD	618	618
1	PVC	200	PVC	100	PVC	90	PVC	63	PEAD	494	494
1	PVC	200	PVC	63	PEAD	63	PEAD	50	PEAD	494	494
1	PVC	140	PVC	75	PEAD	63	PEAD	50	PEAD	270	270
1	PVC	110	PVC	80	PEAD	50	PEAD	50	PEAD	168	168

Total (U$S)	111.747

Tabla 9-3: Metraje codos

Ángulo	Cantidad	Material	DN1	Mat 1	DN2	Mat 2	Precio unitario (U$S)	Costo (U$S)	
22,5	2	PRFV	900	PRFV	900	PRFV	6.242	12.484	49.319
	2	PRFV	700	PRFV	700	PRFV	4.000	8.000	
	2	PRFV	600	PRFV	600	PRFV	3.376	6.752	
	1	PRFV	600	PRFV	500	PRFV	3.376	3.376	
	1	PRFV	500	PRFV	500	PRFV	2.480	2.480	
	7	PRFV	400	PRFV	400	PRFV	1.822	12.754	
	1	PRFV	400	PRFV	315	PVC	1.822	1.822	
	5	PVC	315	PVC	315	PVC	153	766	
	6	PVC	250	PVC	250	PVC	117	704	
	1	PVC	160	PVC	160	PVC	68	68	
	2	PVC	140	PVC	140	PVC	57	113	
45	1	ACERO	900	ACERO	900	ACERO	0	0	4.441
	1	ACERO	500	ACERO	500	ACERO	0	0	
	2	PRFV	400	PRFV	400	PRFV	1.822	3.644	
	1	PVC	315	PVC	315	PVC	797	797	
90	1	PRFV	400	PRFV	400	PRFV	1.822	1.822	1.822

Total (U$S)	55.582

Tabla 9-4: Metraje derivaciones 45

Cantidad	Material	DN1	Mat 1	DN2	Mat 2	DN3	Mat 3	Precio unitario (U$S)	Costo (U$S)
1	ACERO	1.200	PRFV	900	ACERO	500	ACERO	0	1
1	ACERO	900	PEAD	900	ACERO	900	ACERO	0	1
4	ACERO	900	ACERO	900	ACERO	500	ACERO	0	4
1	PRFV	900	PRFV	900	PRFV	75	PEAD	12.484	12.485
2	PRFV	900	PRFV	900	PRFV	63	PEAD	12.484	12.486
1	PRFV	900	PRFV	900	PRFV	50	PEAD	12.484	12.485
1	PRFV	900	PRFV	900	PRFV	40	PEAD	12.484	12.485
1	ACERO	900	ACERO	800	ACERO	500	ACERO	0	1
1	ACERO	800	ACERO	700	ACERO	500	ACERO	0	1
1	PRFV	700	PRFV	700	PRFV	200	PRFV	8.000	8.001
1	PRFV	700	PRFV	700	PRFV	150	PRFV	8.000	8.001
1	ACERO	700	ACERO	500	ACERO	500	ACERO	0	1
2	PRFV	600	PRFV	600	PRFV	200	PRFV	6.752	6.754
2	PRFV	600	PRFV	600	PRFV	150	PRFV	6.752	6.754
2	PRFV	600	PRFV	600	PRFV	90	PVC	6.752	6.754
1	PRFV	600	PRFV	600	PRFV	50	PEAD	6.752	6.753
1	ACERO	500	ACERO	500	ACERO	500	ACERO	0	1
1	PRFV	500	PRFV	500	PRFV	250	PVC	4.960	4.961
2	PRFV	500	PRFV	500	PRFV	200	PRFV	4.960	4.962
1	PRFV	500	PRFV	500	PRFV	150	PRFV	4.960	4.961
2	PRFV	500	PRFV	500	PRFV	80	PRFV	4.960	4.962
2	PRFV	500	PRFV	500	PRFV	75	PEAD	4.960	4.962
1	PRFV	500	PRFV	500	PRFV	50	PEAD	4.960	4.961
1	PRFV	500	PRFV	400	PRFV	75	PEAD	4.960	4.961
2	PRFV	400	PRFV	400	PRFV	150	PRFV	3.644	3.646
2	PRFV	400	PRFV	400	PRFV	90	PVC	3.644	3.646
3	PRFV	400	PRFV	400	PRFV	80	PRFV	3.644	3.647
1	PRFV	400	PRFV	400	PRFV	63	PEAD	3.644	3.645
1	PRFV	400	PRFV	315	PVC	90	PVC	3.644	3.645
1	PVC	315	PVC	315	PVC	200	PVC	711	712
1	PVC	315	PVC	315	PVC	150	PVC	711	712
2	PVC	315	PVC	315	PVC	110	PVC	711	713
1	PVC	315	PVC	315	PVC	80	PVC	711	712
2	PVC	315	PVC	315	PVC	63	PEAD	711	713
1	PVC	315	PVC	250	PVC	110	PVC	711	712
2	PVC	315	PVC	250	PVC	63	PEAD	711	713
1	PVC	250	PVC	250	PVC	150	PVC	309	310
1	PVC	250	PVC	250	PVC	110	PVC	309	310
2	PVC	250	PVC	250	PVC	80	PVC	309	311
1	PVC	250	PVC	250	PVC	63	PEAD	309	310
1	PVC	250	PVC	110	PVC	110	PVC	309	310

Cantidad	Material	DN1	Mat 1	DN2	Mat 2	DN3	Mat 3	Precio unitario (U$S)	Costo (U$S)
1	PVC	250	PVC	110	PVC	80	PVC	309	310
1	PVC	200	PVC	90	PVC	80	PVC	247	248
1	PVC	160	PVC	75	PEAD	50	PVC	157	158
2	PVC	140	PVC	140	PVC	80	PVC	135	137
1	PVC	140	PVC	140	PVC	63	PEAD	135	136
1	PVC	140	PVC	110	PVC	50	PEAD	135	136
1	PVC	140	PVC	75	PEAD	50	PVC	135	136
1	PVC	90	PVC	90	PVC	80	PVC	110	111
1	PVC	90	PVC	75	PEAD	50	PVC	110	111

Total (U$S)	153.948

Tabla 9-5: Metraje TEE

Cantidad	Material	DN1	Mat 1	DN2	Mat 2	DN3	Mat 3	Precio unitario (U$S)	Costo (U$S)
1	PRFV	900	PRFV	900	PRFV	200	PRFV	12.484	12.484
1	PRFV	900	PRFV	700	PRFV	315	PVC	12.484	12.484
1	PRFV	600	PRFV	400	PRFV	315	PVC	6.752	6.752
1	PRFV	400	PRFV	400	PRFV	150	PRFV	3.644	3.644
1	PVC	315	PVC	315	PVC	80	PVC	711	711
1	PVC	250	PVC	250	PVC	80	PVC	309	309
1	PVC	250	PVC	140	PVC	140	PVC	309	309
1	PVC	200	PVC	200	PVC	80	PVC	247	247
5	PVC	110	PVC	110	PVC	50	PVC	84	419
10	PVC	90	PVC	90	PVC	50	PVC	110	1.101
15	PEAD	75	PEAD	75	PEAD	50	PEAD	76	1.143
14	PEAD	63	PEAD	63	PEAD	50	PEAD	69	960
9	PEAD	50	PEAD	50	PEAD	50	PEAD	61	550
1	PEAD	40	PEAD	40	PEAD	50	PEAD	56	56

Total (U$S)	41.170

Tabla 9-6: Metraje uniones rectas

Cantidad	Material	DN1	Mat 1	DN2	Mat 2	Precio unitario (U$S)	Costo (U$S)
5	ACERO	250	ACERO	500	ACERO	0	0
5	ACERO	500	ACERO	300	ACERO	0	0
1	ACERO	900	PEAD	900	ACERO	0	0
1	ACERO	1.200	ACERO	1.200	PRFV	0	0
1	PRFV	400	PRFV	75	PEAD	1.822	1.822
1	PRFV	400	PRFV	90	PVC	1.822	1.822

Cantidad	Material	DN1	Mat 1	DN2	Mat 2	Precio unitario (U$S)	Costo (U$S)
12	PRFV	400	PRFV	400	PRFV	1.822	21.864
1	PRFV	500	PRFV	250	PVC	2.480	2.480
2	PRFV	500	PRFV	400	PRFV	2.480	4.960
16	PRFV	500	PRFV	500	PRFV	2.480	39.680
1	PRFV	600	PRFV	500	PRFV	3.376	3.376
13	PRFV	600	PRFV	600	PRFV	3.376	43.888
10	PRFV	700	PRFV	700	PRFV	4.000	40.000
1	PRFV	900	PRFV	700	PRFV	6.242	6.242
10	PRFV	900	PRFV	900	PRFV	6.242	62.420
1	PVC	110	PVC	90	PVC	12	12
1	PVC	140	PVC	110	PVC	36	36
6	PVC	140	PVC	140	PVC	36	215
8	PVC	160	PVC	160	PVC	69	548
1	PVC	200	PVC	110	PVC	123	123
2	PVC	200	PVC	200	PVC	123	247
1	PVC	250	PVC	140	PVC	201	201
2	PVC	250	PVC	200	PVC	201	403
14	PVC	250	PVC	250	PVC	201	2.818
1	PVC	315	PVC	63	PEAD	337	337
1	PVC	315	PVC	200	PVC	337	337
2	PVC	315	PVC	250	PVC	337	674
22	PVC	315	PVC	315	PVC	337	7.410

Total (U$S)	228.566

Tabla 9-7: Metraje válvulas y accesorios

Elemento	DN	Cantidad	Precio unitario (U$S)	Costo (U$S)	
Válvula mariposa BV-05-2CW Wafer	40	2	55	110	7.561
	50	46	61	2.790	
	65	30	72	2.169	
	80	20	77	1.539	
	100	10	95	953	
Válvula compuerta BV 0547 bridas F4 PN 10	80	3	178	534	313.645
	100	7	210	1.473	
	150	6	362	2.171	
	200	6	628	3.769	
	250	1	1.070	1.070	
	400	3	3.933	11.798	
	500	12	6.583	79.001	
	600	5	13.977	69.887	
	800	2	34.000	68.001	
	1.200	1	75.941	75.941	
Válvula de bola de bronce BV-05-34 Hembra-Hembra	1,5 pulgadas	114	117	13.341	13.341
Válvula retención CLASAR	900	1	75.889	75.889	75.889
Válvula retención BS 50 asiento inclinado con contrapeso	400	5	10.000	50.000	50.000
Válvula reductora de presión	6 pulgadas	28	1.170	32.760	32.760
Ventosa trifuncional automática BV-05-60 VANNAIR PN16	50	59	664	39.155	73.049
	80	22	737	16.204	
	150	5	1.841	9.207	
	200	4	2.121	8.484	
Pasamuro	90	27	34	924	924
Junta de desmontaje	250	1	560	560	47.220
	400	3	1.101	3.302	
	500	12	1.559	18.712	
	600	5	2.251	11.256	
	800	1	2.737	2.737	
	900	2	3.184	6.368	
	1.200	1	4.285	4.285	

Total (U$S)	614.389

Tabla 9-8: Metraje de bridas

Material	DN	Cantidad	Precio unitario (U$S)	Costo (U$S)	
ACERO	200	2	0	0	0
	400	8	0	0	
	500	20	0	0	
	800	2	0	0	
	900	2	0	0	
PRFV	400	6	102	610	4.529
	500	4	130	520	
	600	10	207	2.070	
	800	2	270	540	
	1.200	2	394	789	
PVC	80	21	34	718	2.608
	100	16	38	613	
	150	12	48	572	
	200	8	56	449	
	250	2	128	256	
PEAD	50	71	49	3.458	7.875
	65	46	54	2.487	
	80	30	64	1.930	
			Total (U$S)		15.012

Tabla 9-9: Metraje de instrumentos de medición

Elemento	DN (pulgadas)	Cantidad	Precio unitario (U$S)	Costo (U$S)
Contador a turbina Kappa sdc	3	49	1.505	73.745
Contador a turbina Kappa sdc	4	5	1.505	7.525
Manómetro 0 a 160 m.c.a.	0,25	89	18	1.602
			Total (U$S)	82.872

Tabla 9-10: Metrajes varios

Elemento	Volumen (m3)	Precio unitario (U$S/m3)	Costo (U$S)
Anclajes	295	600	176.854
Dado	37	600	22.298
Cámaras	244	1.000	244.332
Protección cañada	55	500	27.701
		Total (U$S)	471.184

Tabla 9-11: VPN

Año	Nº años	Costo inversión (U$S)	Costo O&M (U$S/año)	VPN (U$S)
2016	0	8.245.499	608.562	8.854.061
2017	1		608.562	574.115
2018	2		608.562	541.618
2019	3		608.562	510.961
2020	4		608.562	482.038
2021	5		608.562	454.753
2022	6		608.562	429.012
2023	7		608.562	404.729
2024	8		608.562	381.820
2025	9		608.562	360.207
2026	10		608.562	339.818
2027	11		608.562	320.583
2028	12		608.562	302.437
2029	13		608.562	285.318
2030	14		608.562	269.168
2031	15		608.562	253.932
2032	16		608.562	239.558
2033	17		608.562	225.998
2034	18		608.562	213.206
2035	19		608.562	201.138
2036	20		608.562	189.753
2037	21		608.562	179.012
2038	22		608.562	168.879
2039	23		608.562	159.320
2040	24		608.562	150.302
2041	25		608.562	141.794
2042	26		608.562	133.768
2043	27		608.562	126.196
2044	28		608.562	119.053
2045	29		608.562	112.314
2046	30		608.562	105.957
			Total (U$S)	17.230.819

10. ANEXO III: TABLAS Y CATÁLOGOS DE EQUIPOS Y TUBERÍAS

10.1 Espesores y diámetros de tuberías

Tabla 10-1: Espesores y diámetros de tuberías

Material/DN/PN	Espesor (mm)	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)
ACERO 500	6,35	512,70	500,00
ACERO 700	6,35	712,70	700,00
ACERO 800	6,35	812,70	800,00
ACERO 900	6,35	912,70	900,00
ACERO 1200	6,35	1.212,70	1.200,00
PEAD 32 10	2,00	32,00	28,00
PEAD 40 10	2,40	40,00	35,20
PEAD 50 10	3,00	50,00	44,00
PEAD 63 10	3,80	63,00	55,40
PEAD 75 10	4,50	75,00	66,00
PEAD 900 6	34,40	900,00	831,20
PVC 90 10	4,30	98,60	90,00
PVC 110 10	5,30	120,60	110,00
PVC 140 10	6,70	153,40	140,00
PVC 160 10	7,70	175,40	160,00
PVC 200 10	9,60	219,20	200,00
PVC 250 10	11,90	273,80	250,00
PVC 315 10	15,00	345,00	315,00
PRFV 400 10	6,40	426,30	419,90
PRFV 500 10	7,78	529,10	521,32
PRFV 600 10	8,94	616,00	607,06
PRFV 700 10	11,32	718,00	706,68
PRFV 800 10	11,64	820,00	808,36
PRFV 900 10	13,16	922,00	908,84
PRFV 1000 10	14,53	1.024,00	1.009,47
PRFV 1200 10	17,28	1.228,00	1.210,72

10.2 Tuberías PRFV

»TUBERIAS

TB



GUIA DE **PRODUCTO**

Empresa
Producto
Normas y estándares
Materiales
Información Técnica
Accesorios



ARG

SOLUCIONES INTEGRALES
PARA EL TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE FLUÍDOS

Otek AMITECH

TABLA DE CONTENIDOS

	PAG.
1. MISIÓN	**2**
2. ROL DE LIDERAZGO	**4**
3. BENEFICIOS DEL PRODUCTO	**5**
4. ESTÁNDARES DE RENDIMIENTO	**6**
5. ENSAYOS DE CONTROL Y CALIFICACIÓN	**7**
6. MATERIALES	**9**
7. GAMA DE PRODUCTOS / INFORMACIÓN TÉCNICA	**10**
8. SELECCIÓN DE CLASIFICACIÓN DE LA TUBERÍA	**14**
9. RECOMENDACIONES GENERALES DE INSTALACIÓN	**15**
10. INSTALACIÓN SIN ZANJA	**18**
11. DIMENSIONES	**19**
12. UNIONES	**22**
13. UNIÓN DE TUBERÍAS	**23**
14. SOBREPRESIONES Y GOLPE DE ARIETE	**24**
15. GUÍA AMBIENTAL PARA LAS TUBERÍAS FLOWTITE	**25**
16. COLLARES PARA DERIVACIONES EN OPERACIÓN	**28**
17. COLLARES PARA DERIVACIONES EN OPERACIÓN	**28**
18. MANTENIMIENTO DE TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO	**29**

1. MISIÓN

AMITECH ARGENTINA S.A. es la empresa líder en Argentina y la región en la producción de sistemas de tuberías de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (P.R.F.V.).

Sus accionistas principales son los Grupos Inversiones Mundial S.A. (a través de su holding O-tek) y Amiantit quienes son los líderes en producción de tubos de PRFV en Latinoamérica y el Mundo respectivamente. Asimismo, ambos Grupos poseen fabricas que producen los insumos básicos (resina y fibra de vidrio) con los que se fabrican los tubos de PRFV consolidando así una tecnología que asegura la mayor confiabilidad y relación costo/beneficio para el cliente.



Por medio de esta unión se desarrolla una marca que brinda total confianza a contratistas, constructores y operadores; con superiores procesos en operación, manufactura, comercial y asistencia técnica. Desde el punto de vista comercial se incorporan las mejores prácticas, creando así una relación estrecha y de confianza con los clientes que, sumado a una sólida experiencia para operar en América Latina, genera una gran ventaja competitiva.

Amitech Argentina posee la más moderna y avanzada tecnología para la fabricación de sistemas de tuberías de PRFV, idéntica a otras plantas de nuestro Grupo en España, Colombia, Brasil, USA, Alemania, Italia, Sudáfrica, Egipto, Marruecos, Argelia, Australia y México.

Nuestra oferta habitual no solo incluye la fabricación y venta de tubos y accesorios PRFV sino que abarca el cálculo estructural de la tubería, la asistencia técnica sobre instalación antes y durante la obra y el asesoramiento sobre ancho y tipo de zanja óptimos entre otros. Puntualmente realizamos también la ingeniería de detalle en lo específico a nuestro sistema de tuberías y optimización del proyecto hidráulico.

Nuestra larga trayectoria en el país nos convirtió en el proveedor de sistemas de tuberías preferido en la región, no sólo para grandes proyectos de infraestructura, sino también para los más pequeños.

Nuestra amplia red comercial, que incluye Argentina y todos los países vecinos, nos permite un contacto directo con la mayoría de los clientes dentro del campo de la industria sanitaria (sistemas de agua y cloaca), empresas constructoras, cooperativas, municipalidades, industrias del transporte de agua (colectores pluviales y sistemas presurizados), energía (plantas hidro y termoeléctricas), proyectos de irrigación e industria minera (líneas de agua).

Nuestra moderna planta de producción (certificada ISO 9001 y 14001 y OSHAS 18000) fabrica de acuerdo a reconocidas normas nacionales e internacionales tales como AWWA, ASTM e ISO.

Además nuestro producto posee sello de calidad IRAM. Gracias a la ubicación de nuestra planta (ubicada en Córdoba, centro geográfico de la Región), podemos entregar confiablemente nuestros productos de alta prestación y competitividad llegando a todos los lugares de la región, incluso a las zonas más remotas.

Flowtite es el producto líder de Amitech Argentina para aplicaciones de agua, cloaca e industriales. Los sistemas de tuberías de PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) representan una solución de bajo costo para muchos proyectos. Estas tuberías tienen una larga vida útil, no se corroen y poseen una comprobada resistencia a los ambientes agresivos propios de los sistemas de agua y cloaca. Son livianas y se fabrican bajo las más estrictas normas de calidad.

Las tuberías y accesorios de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio Flowtite pueden utilizarse en múltiples aplicaciones, como por ejemplo, conducción de agua potable, colectores cloacales y pluviales, sistemas contra incendio, conducción de agua de mar y desalinizada, plantas de energía eléctrica, residuos químicos e industriales y también en sistemas de riego. Prácticamente no existen límites para los sistemas de tuberías Flowtite.

Productos

- Diámetro: DN 300 a 3000 mm
- Presión: PN 1-6-10-12-16-20-25-32 bar
- Rigidez: SN 2500, 5000 o 10000 N/m2
- Longitudes: De hasta 14 m

Podrán encontrar nuestros productos también en líneas de sifones, emisarios submarinos, desagües de puentes, proyectos de desalinización o como líneas de protección de cables.

Ante cualquier otra aplicación, por favor no dude en contactarnos. Visite nuestro sitio de internet **www.amitech.com.ar**

Los problemas de corrosión se pueden reducir significativamente, e incluso eliminar por completo, haciendo una cuidadosa selección de materiales resistentes a la corrosión o incorporando sistemas de protección anticorrosiva al diseño de la tubería. Desafortunadamente, con el objeto de ahorrar dinero, las empresas eligen incorporar la protección necesaria para evitar la corrosión, solo para observar años después las consecuencias. Y lamentablemente, la corrosión es un proceso irreversible!

La respuesta a este dilema es muy simple:
Las tuberías FLOWTITE TM.

AMITECH es un productor de tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) fabricada en un mandril de avance continuo que garantiza un producto uniforme. Las tuberías FLOWTITE son resistentes a la corrosión y son el material ideal para sistemas de suministro de agua. Su comprobada resistencia a medios ácidos encontrados en alcantarillas sanitarias hacen que el material sea excelente para aplicaciones de sistemas de aguas residuales. De hecho, durante los últimos 20 años las tuberías FLOWTITE han sido el material seleccionado en sistemas sanitarios agresivos como los del Medio Oriente.

La tubería FLOWTITE fue originalmente introducida en 1971. El Grupo O-tek es reconocido por ser uno de los líderes en el diseño y fabricación de tuberías PRFV. Con más de 35 años de experiencia en tecnologías de materiales y en el diseño del manejo de fluidos, el Grupo O-tek continúa invirtiendo en la mejora del desempeño y la confiabilidad que ofrece el producto, para así mantener su posición de liderazgo global.

Una muestra positiva del éxito de las tuberías FLOWTITE es el creciente número de operaciones a nivel mundial. Flowtite Technology AS provee tecnología a más de 20 plantas de producción en el mundo, y además diseña y construye los equipos para la fabricación de las tuberías FLOWTITE.

TECNOLOGÍAS QUE BRINDAN MAYOR DESEMPEÑO A MENOR COSTO

Las tuberías FLOWTITE tienen bajo peso, resistencia a la corrosión y son fabricadas bajo estrictas normas de calidad. Están disponibles en más de 6 clases de presión y 3 diferentes clases de rigidez. Se fabrican en diámetros desde 300 mm hasta 3000 mm y en longitudes de hasta 14 m*. La conciencia sobre el ahorro de costos operativos y la superior resistencia a la corrosión que ofrecen las tuberías PRFV FLOWTITE, resultan en amplias aplicaciones para:

- Transporte y distribución de agua (potable y cruda)
- Colectores cloacales
- Colectores pluviales
- Centrales hidroeléctricas
- Toma de agua de mar
- Líneas de enfriamiento para plantas generadoras de energía
- Aplicaciones industriales

A diferencia de otros materiales, las tuberías FLOWTITE ofrecen una mayor vida útil efectiva con bajos costos operativos y de mantenimiento. Además, las tuberías FLOWTITE se ofrecen normalmente a un bajo costo.







*La disponibilidad de diámetros depende del equipo de fabricación. Verifique con su empresa local para saber el rango de diámetros que éstas producen.

2. ROL DE LIDERAZGO

FLOWTITE Technology tiene un compromiso de rol de liderazgo en cuanto a mejoras de producto y proceso. Hemos llevado a cabo investigación básica de "materiales" que han derivado en significativas mejoras.

Estamos también liderando el desarrollo de especificaciones para tuberías PRFV. El personal de AMITECH ocupa posiciones estratégicas en todas las organizaciones mundiales significativas de normalización, incluyendo ISO (International Organization for Standarization), ASTM (American Society for Testing Materials), AWWA (American Water Works Association) y CEN (Committee for European Normalization). De hecho, hemos llevado a cabo la investigación básica y presidido los comités de ASTM responsables de revisar las normas para tuberías de agua y cloaca que existen actualmente. También en Europa se han asumido roles similares.

GUÍA DE ESPECIFICACIONES

Las tuberías PRFV de FLOWTITE pueden ser especificadas bajo una serie de estándares internacionales. Personal de AMITECH podrá asistirlo en el desarrollo de estándares específicos del producto o recomendar estándares típicos de fabricación, instalación y pruebas basadas en estándares AWWA, ASTM, ISO, etc.

ESTIMACIÓN DE COSTOS DE INSTALACIÓN

Otra ayuda importante para el diseño del presupuesto de un proyecto es la valoración del costo de instalación que incluye la manipulación en obra hasta lograr el ensamble de la tubería dentro de la zanja. Basados en una amplia experiencia en el proceso de instalación, podremos asistirlo en la elaboración ajustada de dicho presupuesto.

CÁLCULOS DE FLUJO Y DE PÉRDIDAS DE CARGA DE ENERGÍA

Con énfasis en la conservación de energía y los bajos costos de operación asociados con las superiores características hidráulicas pueden ser demostrados en los cálculos de caudales y pérdidas de carga de las tuberías FLOWTITE. Personal de AMITECH puede asistirlo en el desarrollo de este análisis mediante un software que incluye las características hidráulicas de las tuberías FLOWTITE.

El diseño del perfil transversal de una tubería puede realizarse mediante el Manual AWWA M-45 para tuberías PRFV. Consultar con el fabricante.



3. BENEFICIOS DEL PRODUCTO

FLOWTITE Technology ha introducido al mercado un producto que brinda soluciones de bajo costo y larga duración a clientes en todo el mundo. La extensa lista de características y beneficios se suman para proveer el sistema óptimo de tuberías.







Características	Beneficios
Materiales resistentes a la corrosión	• Larga vida útil de servicio. • No necesitan revestimiento, recubrimientos, protección catódica, envolturas u otra forma de protección contra la corrosión. • Bajo costo de mantenimiento. • Las propiedades hidráulicas se mantienen esencialmente constantes en el tiempo.
Bajo peso(1/4 del peso del hierro dúctil y 1/10 del hormigón)	• Menor costo de transporte (anidable). • No se necesitan costosos equipos de manipulación.
Mayor longitud estándar (hasta 14 m, incluyendo cualquier longitud menor a ésta)	• Menor cantidad de uniones reducen el tiempo de instalación. • Más tubería por vehículo transportador significa menores costos en despachos.
Superficie interior lisa	• Baja pérdida por fricción significa menor energía de bombeo y menores costos operacionales. • Acumulación mínima de lodos reduce los costos de limpieza.
Unión FLOWTITE con empaques elastoméricos REKA	• Uniones ajustadas y eficientes diseñadas para eliminar infiltraciones y exfiltraciones. • Fáciles de unir, reducen los tiempos de instalación. • Se acomodan a pequeños cambios de dirección en la línea de tubería sin accesorios o ajustes diferenciales.
Proceso de fabricación flexible	• Diámetros especiales pueden ser fabricados a las necesidades del cliente para proveer máximos volúmenes de flujo, facilitando la instalación en proyectos de rehabilitación.
Diseño en tuberías de alta tecnología	• Menor celeridad de onda que tuberías de otros materiales, significa menores costos en diseño por sobre presiones y golpe de ariete.
Sistema de fabricación de alta tecnología que permite producir tuberías que cumplen con las más estrictas normas (AWWA, ASTM, DIN, etc.)	• Producto de alta y consistente calidad mundial

4. ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO

Los estándares desarrollados por ASTM y AWWA se aplican a una gran variedad de usos de las tuberías de PRFV incluyendo el transporte de sistemas cloacales, agua y desechos industriales. Todos los estándares de productos son documentos basados en el desempeño del producto. Esto significa que tanto el comportamiento requerido como los ensayos que se deben practicar a la tubería están especificados.

ASTM

ASTM tiene en vigencia varias normas destinados a una amplia variedad de usos de las tuberías de PRFV. Todas ellas aplican a las tuberías de diámetros desde 200 mm a 3600 mm y requieren que las juntas de unión soporten pruebas hidráulicas (de acuerdo a la Norma ASTM D4161) que simulan condiciones de uso superiores a las normales. Todos los ensayos de control de calidad y calificación requeridos son muy exigentes y arduos. Las tuberías FLOWTITE son diseñadas para cumplir con todas las normas ASTM especificadas.

ASTM	D3262	Cloacas a gravedad
ASTM	D3517	Tubería a Presión
ASTM	D3754	Cloacas a Presión

AWWA

AWWA C950 es una de las normas más completas que existen para tuberías de PRFV. Esta norma para aplicaciones de agua a presión especifica detalladamente los requerimientos para la tubería y las juntas de unión, concentrándose básicamente en el control de calidad y los ensayos de calificación de prototipos. Al igual que la ASTM, ésta es también una norma basada en el desempeño del producto. Las tuberías FLOWTITE están diseñadas para cumplir con todos los requerimientos de esta norma. AWWA ha desarrollado recientemente un nuevo manual de normas, el M-45, que incluye varios capítulos de diseño de tuberías PRFV para instalaciones enterradas y aéreas.

AWWA	C950	Tubería de PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio)
AWWA	M-45	Manual de Diseño de PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio)

ISO

Las tuberías FLOWTITE cuentan con la más reciente aprobación de las Normas ISO (International Standards Organization)

ISO 10467	Sistema de tubería plástica para alcantarillado y drenaje a presión y flujo libre basado en resina de Poliéster Insaturado reforzado con fibra de vidrio
ISO 10639	Sistema de tubería plástica para acueducto a presión y flujo libre basado en resina de Poliéster Insaturado reforzado con fibra de vidrio (PRFV)

Este producto se fábrica bajo los controles establecidos por un Sistema de gestión de calidad, seguridad y medio ambiente, basado en las normas ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001.

IRAM

IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales) es el organismo argentino de normalización y representante de Argentina en la Internacional Organization for Standarization (ISO) y de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT). La norma IRAM vigente aplicable a tubos de PRFV es la IRAM 13432. Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los tubos destinados al transporte de agua y líquidos cloacales con presión o sin ella (gravedad). Las tuberías FLOWTITE fabricadas por Amitech Argentina S.A. cuentan con sello IRAM de conformidad.

OTRAS

Existen otros organismos de normalización como BSI y DIN que también han publicado especificaciones acerca del desempeño que deben cumplir las tuberías PRFV.

DIN 16868	Tuberías de Resina de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio
BS 5480	Tuberías y Accesorios para Agua y Cloacas





5. ENSAYOS DE CONTROL Y CALIFICACIÓN

MATERIAS PRIMAS

Todas las materias primas son entregadas con una certificación del proveedor que demuestra el cumplimiento de los requerimientos de calidad de FLOWTITE. Además, las materias primas son sometidas a ensayos por muestreo con anterioridad a su uso. Estos ensayos garantizan que los componentes de la tubería cumplen con las especificaciones establecidas.

PROPIEDADES FÍSICAS

Las capacidades de carga axial y tangencial de las tuberías son verificadas rutinariamente. Adicionalmente, se controla la composición y fabricación del producto.

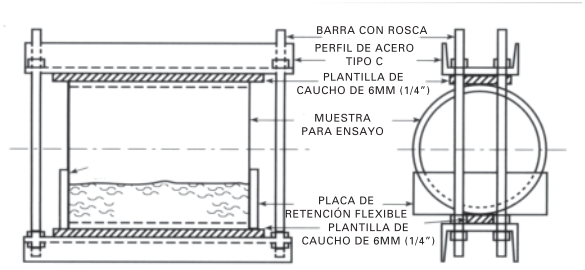
PRODUCTO TERMINADO

Todas las tuberías son sometidas a los siguientes controles:

- Inspección visual
- Dureza Barcol
- Espesor de la pared
- Longitud de sección
- Diámetro
- Ensayo de presión hidrostática al doble de la presión nominal

Sobre una base de muestreo definida se realizan los siguientes controles a la tubería:

- Rigidez
- Deflexión Nivel A (sin Cracks) y Nivel B (sin daño estructural)
- Capacidad de carga por tracción axial y circunferencial



:: Figura 1: Equipo de ensayo de corrosión bajo deformación

Todo fabricante de tuberías debe demostrar que su producto cumple con los requerimientos mínimos de los estándares de desempeño del producto. En el caso de las tuberías PRFV, los requerimientos mínimos son de corto y largo plazo. Los más importantes de estos, que son especificados al mismo nivel de desempeño en los anteriores estándares, son los que se refieren a la junta de unión, deflexión inicial de anillo, flexión del anillo a largo plazo, presión a largo plazo y resistencia a la corrosión bajo deformación. Las tuberías FLOWTITE han sido sometidas a rigurosos ensayos para demostrar el cumplimiento de los estándares ASTM D3262, ASTM D3517, AWWA C950 y DIN 16868.

ENSAYO DE CORROSIÓN BAJO DEFORMACIÓN

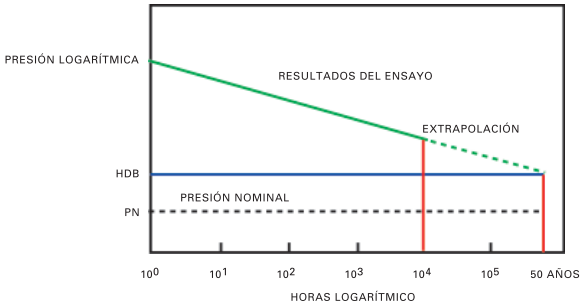
Un único e importante requisito especifico para tubería PRFV a gravedad utilizada en sistemas cloacales es el ensayo químico en condiciones de deformación o deflexión. Este ensayo de corrosión por deformación se desarrolla de acuerdo a la norma ASTM D3681 y requiere un mínimo de18 anillos de muestra que son sometidos a varios niveles de deflexión permanente. Posteriormente, el interior de estos anillos se expone a una solución de ácido sulfúrico al 5% por peso *(Ver Figura1).* Bajo estas condiciones se simula una tubería enterrada en condiciones sépticas. Dicho ensayo es representativo de las mas desfavorables condiciones conocidas de sistemas cloacales incluyendo las que se encuentran en el Medio Oriente, dónde muchas tuberías FLOWTITE se han instalado exitosamente. El tiempo de falla por fuga es medido para cada muestra. La mínima falla por deformación extrapolada a 50 años, usando datos de falla con el método del análisis de regresión de los mínimos cuadrados, debe igualarse a los datos en la tabla para cada clase de rigidez. El valor obtenido se aplica al diseño de la tubería para predecir las limitaciones que garanticen una instalación segura de las tuberías PRFV usadas en este tipo de aplicaciones (coeficientes de seguridad). El valor típico de deflexión a largo plazo es de 5% para tuberías enterradas.

Rigidez S.T.I.S. (N/m2)	% de deflexión
SN 2500	0,49 (t/d)
SN 5000	0,41 (t/d)
SN 10000	0,34 (t/d)



BASE HIDROSTÁTICA DE DISEÑO - HDB

Otro importante ensayo de calificación consiste en establecer la Base Hidrostática de Diseño - HDB. Este ensayo se realiza de acuerdo a la norma ASTM D2992 -Procedimiento B y requiere someter a la falla varias muestras de tubería a muy altas y variadas presiones hidrostáticas. Al igual que en el ensayo de corrosión bajo de formación descrito previamente, los resultados son evaluados en base log-log para presión (o tensión por deformación tangencial) vs. tiempo de falla y luego extrapolados a 50 años. El valor extrapolado de la falla de presión a 50 años, denominado como la Base Hidrostática de Diseño o HDB debe ser al menos 1.8 veces la clase de presión de la tubería (Ver figura 2). En otras palabras, el criterio de diseño requiere que en promedio el tubo resista 1.8 veces la presión máxima de operación, de manera constante durante un período mínimo de 50 años. Debido a la consideración de combinación de cargas, que es la interacción de la presión interna y de las cargas externas del suelo, el valor real del factor de seguridad de la presión a largo plazo es superior a 1.8. Este ensayo de calificación garantiza el correcto desempeño a largo plazo de la tubería a presión.



::Figura 2: Evaluación de resultados del ensayo ASTM procedimiento B

ENSAYO DE LAS JUNTAS

Este importante ensayo de calificación se lleva a cabo sobre prototipos de juntas para uniones selladas con empaques de caucho elastomérico. Este es un ensayo realizado según la norma ASTM D4161. Este ensayo incorpora algunos de los requisitos más rigurosos para el comportamiento de las juntas para tuberías de cualquier tipo de material, dentro de los rangos de presiones y rigidez de la tubería FLOWTITE. La norma ASTM D4161 requiere que las uniones soporten pruebas hidráulicas que simulan condiciones de uso muy severas. La presión de ensayo es dos veces la clase de presión y 100 Kpa (1 bar) para la tubería a gravedad. Las configuraciones de la junta incluye alineamiento recto, rotación angular máxima y cargas diferenciales por cizalladura. También se incluye una prueba de vacío parcial y algunos ensayos cíclicos de presión.

DEFLEXIÓN ANULAR INICIAL

Todas las tuberías deben cumplir con los niveles de deflexión anular inicial sin signos visibles de fisuras o agrietamiento (Nivel A) ni daño estructural de la pared de los tubos (Nivel B), al ser deflectadas verticalmente entre dos platos o barras paralelas.

Nivel de Deflexión*	Clase de Rigidez SN		
	2500	5000	10000
A	15%	12%	9%
B	25%	20%	15%

FLEXIÓN ANULAR A LARGO PLAZO

La resistencia a la deflexión anular o flexión anular (deformación) a largo plazo (50 años) de la tubería PRFV expuesta en un medio acuoso y bajo una carga constante, debe cumplir con el nivel de deflexión A especificado en el ensayo de Deflexión Anular Inicial. Este requisito solo figura en los estándares ISO y CEN propuestos. AWWAC950 requiere que se lleve a cabo el ensayo, pero con el valor previsto para 50 años con que se diseñó la tubería. Las tuberías FLOWTITE se ensayan acorde a la Norma ASTM D5365 - "Deformación Anular bajo flexión a largo plazo de las tuberías de fibra de vidrio" y cumple con ambos requisitos.

APROBACIONES PARA EL TRANSPORTE DE AGUA POTABLE

Los tubos FLOWTITE han sido ensayados y aprobados para el transporte y distribución de agua potable, cumpliendo con el criterio de muchos institutos y organismos mundiales, incluyendo:

- OVGW – Austria
- Belgaqua – Bélgica
- DVGW – Alemania
- VTT – Finlandia
- TIN – Polonia
- ICECON – Rumania
- NSF (Norma Nº 61)– Estados Unidos
- Oficina Técnica de Estudios y Controles– España
- SVGW – Suiza
- Water Byelaws Scheme (WBS). Reino Unido
- Státna Skúsobna -Eslovaquia
- ITC – República Checa Statens Institut for Folkehelse - Noruega
- Ministerio de Servicios de Salud Pública de la Federación Rusa - Rusia

Todas las copias de los reportes de calificación están disponibles en nuestro sitio web www.amitech.com.ar

6. MATERIALES

FLOWTITE posee la más moderna y avanzada tecnología de tuberías PRFV con un proceso de fabricación de mandril de avance continuo. Este proceso permite el uso de refuerzos continuos de fibra de vidrio siguiendo la dirección circunferencial del tubo.

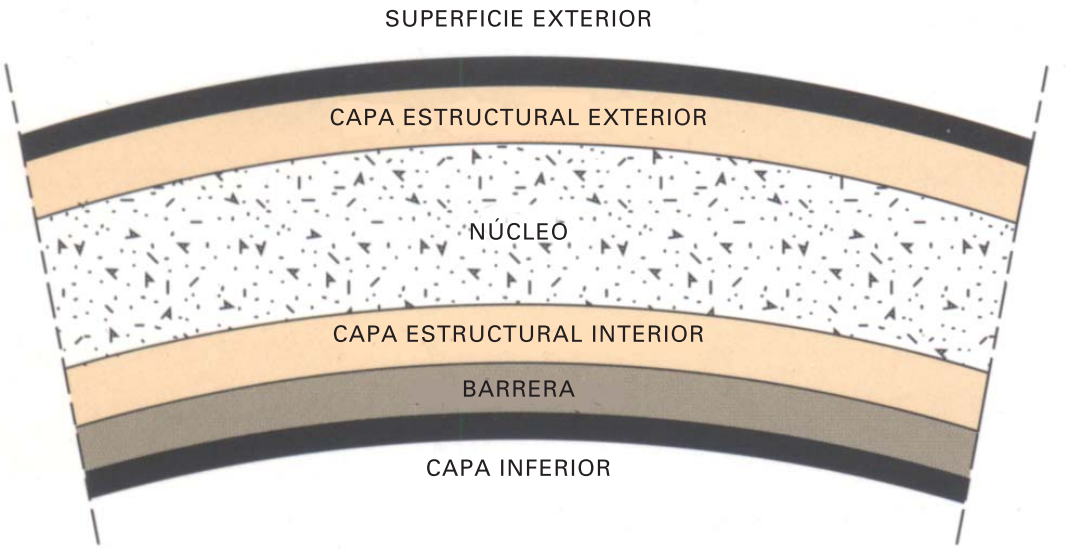
En el caso de una tubería diseñada para aplicaciones enterradas o a presión el esfuerzo mayor se concentra en la circunferencia del tubo. Por eso, al incorporar refuerzos de fibra de vidrio enrollados y continuos a lo largo del tubo (y no solamente filamento discontinuo como en el caso del proceso centrifugado), se obtiene un producto que brinda mayor desempeño a un precio más bajo.

Usando la tecnología desarrollada por especialistas en compuestos, se crea un laminado muy compacto que maximiza el aporte de tres materias primas básicas. Se incorporan los dos tipos de refuerzos de fibra de vidrio (cortada y continua), para lograr mayor resistencia circunferencial y axial. La arena se utiliza para aumentar la rigidez y se aplica cerca al eje neutro.

Con el sistema FLOWTITE de doble alimentación de resina, el equipo tiene la capacidad de aplicar resinas especiales en el revestimiento interno del tubo para aplicaciones altamente corrosivas mientras se emplea una resina menos costosa para la parte exterior y estructural del laminado (Ver sección ambiental para aplicaciones con resinas especiales).







7. GAMA DE PRODUCTOS – INFORMACIÓN TÉCNICA

DIÁMETROS

La tubería FLOWTITE puede ser suministrada en los siguientes diámetros nominales (mm). Diámetros mayores o diferentes hasta 3000 mm están disponibles a solicitud del cliente. Consultar con su proveedor FLOWTITE.

• 300	• 600	• 1100	• 1600	• 2200
• 350	• 700	• 1200	• 1700	• 2400
• 400	• 800	• 1300	• 1800	• 2600
• 450	• 900	• 1400	• 1900	• 2800
• 500	• 1000	• 1500	• 2000	• 3000

VALORES DE CAPACIDAD A LAS CARGAS

Los siguientes valores a la tensión axial y circunferencial pueden utilizarse para el diseño de las tuberías.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN AXIAL

Carga mínima inicial de rotura en sentido axial (longitudinal) en N/mm de circunferencia.

DN	PN1	PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32
300	95	115	140	150	170	190	220
350	100	125	150	165	190	215	255
400	105	130	160	185	210	240	285
450	110	140	175	205	235	265	315
500	115	150	190	220	250	290	345
600	125	165	220	255	295	345	415
700	135	180	250	290	340	395	475
800	150	200	280	325	380	450	545
900	165	215	310	355	420	505	620
1000	185	230	340	390	465	555	685
1100	195	245	360	425	530	610	750
1200	205	260	380	460	560	660	815
1400	225	290	420	530	630	760	945
1600	250	320	460	600	715	865	1075
1800	275	350	500	670	800	955	1205
2000	300	380	540	740	885	1055	ND
2200	325	410	580	810	972	1155	ND
2400	350	440	620	880	1056	1255	ND
2600	375	470	660	950	1140	ND	ND
2800	410	510	705	1020	1226	ND	ND
3000	430	545	750	1090	1311	ND	ND

ACCESORIOS

Todos los accesorios normalmente usados, tales como codos, Tees ramales tangenciales, ramales en Y (solo a gravedad), bridas y reducciones pueden ser suministrados.

CLASES DE RIGIDEZ

Las tuberías FLOWTITE se fabrican en las siguientes clases de rigidez inicial (EI/D3)

Clase de Rigidez	
SN	N/m
2500	2500
5000	5000
10000	10000

También se pueden fabricar tuberías en rigideces que se ajusten a las necesidades específicas del proyecto.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CIRCUNFERENCIAL

Carga mínima inicial de rotura en sentido circunferencial en N/mm de longitud:

DN	PN1	PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32
300	60	360	600	960	1200	1500	1920
350	70	420	700	1120	1400	1750	2240
400	80	480	800	1280	1600	2000	2560
450	90	540	900	1440	1800	2250	2880
500	100	600	1000	1600	2000	2500	3200
600	120	720	1200	1920	2400	3000	3840
700	140	840	1400	2240	2800	3500	4480
800	160	960	1600	2560	3200	4000	5120
900	180	1080	1800	2880	3600	4500	5760
1000	200	1200	2000	3200	4000	5000	6400
1100	220	1320	2200	3520	4400	5500	7040
1200	240	1440	2400	3840	4800	6000	7680
1300	260	1560	2600	4160	5200	6500	8320
1400	280	1680	2800	4480	5600	7000	8960
1500	300	1800	3000	4800	6000	7500	9600
1600	320	1920	3200	5120	6400	8000	10240
1700	340	2040	3400	5440	6800	8500	10880
1800	360	2160	3600	5760	7200	9000	11520
1900	380	2280	3800	6080	7600	9500	ND
2000	400	2400	4000	6400	8000	10000	ND
2200	440	2640	4400	7040	8800	11000	ND
2400	480	2880	4800	7680	9600	12000	ND
2600	520	3120	5200	8320	10400	ND	ND
2800	560	3360	5600	8960	11200	ND	ND
3000	600	3600	6000	9600	12000	ND	ND

PRESIONES

La siguiente tabla contiene las diferentes clases de presiones en las que se pueden suministrar las tuberías FLOWTITE. No todas las clases de presiones se pueden fabricar en todos los diámetros y rigideces.

Clase de Presión PN (Bar)	Presión de Trabajo PW (Bar)	Diámetro Límite (mm)
1 (gravedad)	1	3000
6	6	3000
10	10	3000
16	16	3000
20	20	3000
25	25	2400
32	32	1800

NOTA: Debe consultarse con el proveedor alguna limitante con el equipo de la prueba hidrostática para algunos diámetros y presiones y con la disponibilidad de diámetros en las diferentes plantas de la región.

Los diferentes rangos de presiones han sido establecidos de acuerdo a las especificaciones del "Manual de Diseño para Tuberías de Fibra de Vidrio M-45 de AWWA". Las tuberías están calibradas para trabajar a la máxima presión de trabajo, incluso cuando sean tuberías enterradas a la profundidad máxima recomendada. Para asegurar la larga vida útil de diseño de las tuberías FLOWTITE, se debe anotar y observar lo siguiente:

PRUEBA HIDRÁULICA

Presión Máxima (AWWA C950 & ASTM D3517)	
Ensayo en Fábrica	2.0 x PN (Clase de Presión)
Presión Máxima	
Ensayo en Campo	1.5 x PN (Clase de Presión)*

GOLPE DE ARIETE

Presión Máxima	1.4 x PN (Clase de Presión)

* Otras estructuras deben ser diseñadas para manejar ensayos de presión mayores a la PN.

VELOCIDAD DE FLUJO

La velocidad de flujo máxima recomendada es de 3,0 m/seg. Se puede trabajar con velocidades de hasta 4,0 m/seg. si el agua es limpia y no contiene materiales abrasivos. Para velocidades mayores a las aquí establecidas favor de consultar a su proveedor FLOWTITE.

RESISTENCIA A LOS RAYOS UV

No existe evidencia que demuestre que los rayos ultravioletas sean un factor que afecte la vida útil de las tuberías FLOWTITE. Sólo la superficie externa se verá afectada presentando decoloración. Si se desea, el contratista que instala el producto podrá pintar el exterior de la tubería con pintura a base de uretano compatible con PRFV. Sin embargo, este tratamiento requerirá un mantenimiento futuro.

RELACIÓN DE POISSON

La Relación de Poisson se ve afectada por la construcción de la tubería. Para las tuberías FLOWTITE el cociente de la carga anular (circunferencial) y la reacción axial (longitudinal) varia entre 0.22 y 0.29. En el caso de carga axial y reacción anular, el cociente es levemente menor.

TEMPERATURA

35ºC o menores

Para aplicaciones de acuerdo con la "Guía Ambiental para las tuberías FLOWTITE" no se requiere degradación de presión para la tubería. La selección de la resina debe hacerse de acuerdo con la lista ambiental de la Guía mencionada. Debe considerarse que dependiendo del ambiente, pueden existir limitaciones adicionales relacionadas con la temperatura. Consulte la Guía Ambiental en las páginas 21 y 22 para precisar estos detalles.

Entre 36ºC y 50ºC

Para aplicaciones de acuerdo con la "Guía Ambiental para las tuberías FLOWTITE" deberá seguirse la siguiente recomendación de degradación de presión para la tubería:

Temperatura (°C)	Degradación (%)
36 a 40	30
41 a 45	40
46 a 50	50

Se recomienda que luego de degradar se utilice la siguiente clase de presión estándar más alta que la obtenida. Por ejemplo, una línea que trabaje a 18 Bar de presión a una temperatura continua de 42ºC, se revalúa en 30 Bar (18/(1-0.4)); la siguiente clase de presión estándar es PN32 Bar, la cual debe ser seleccionada para el proyecto.

Entre 51ºC y 70ºC

Para temperaturas de trabajo dentro de este rango, la presión de diseño de la tubería deberá ser degradada mínimo en un 50% y ser fabricada con resina vinilester. Para otras limitaciones de temperatura dependiendo del medio ambiente, favor consulte la Guía en las páginas 21 y22.

Una limitación adicional tiene lugar en la máxima presión de operación a la cual las tuberías FLOWTITE pueden ser utilizadas, dependiendo de la temperatura de operación continua del sistema, como se muestra en la siguiente tabla:

Temperatura (°C)	Presión Máx. de Operación (Bar)
36 a 40	20
41 a 45	16
46 a 50	16

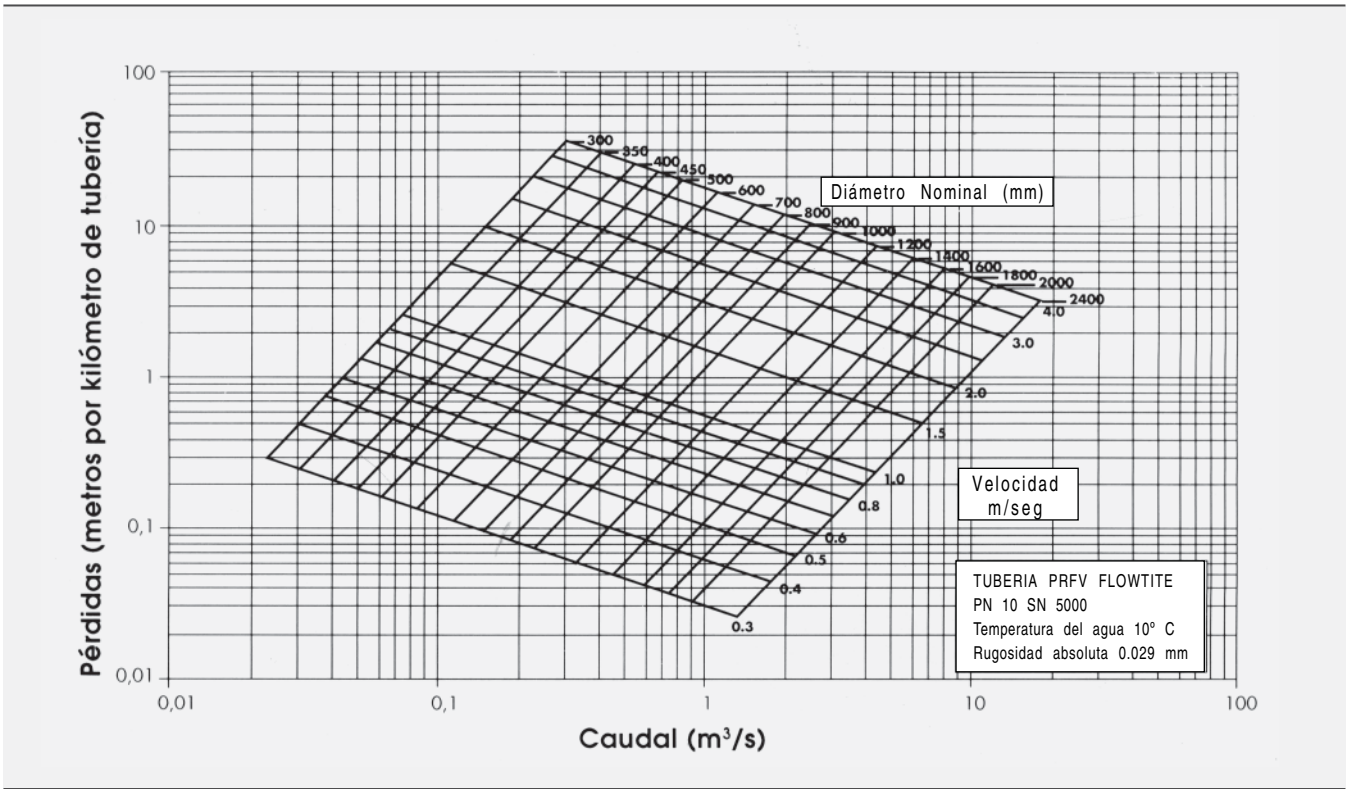
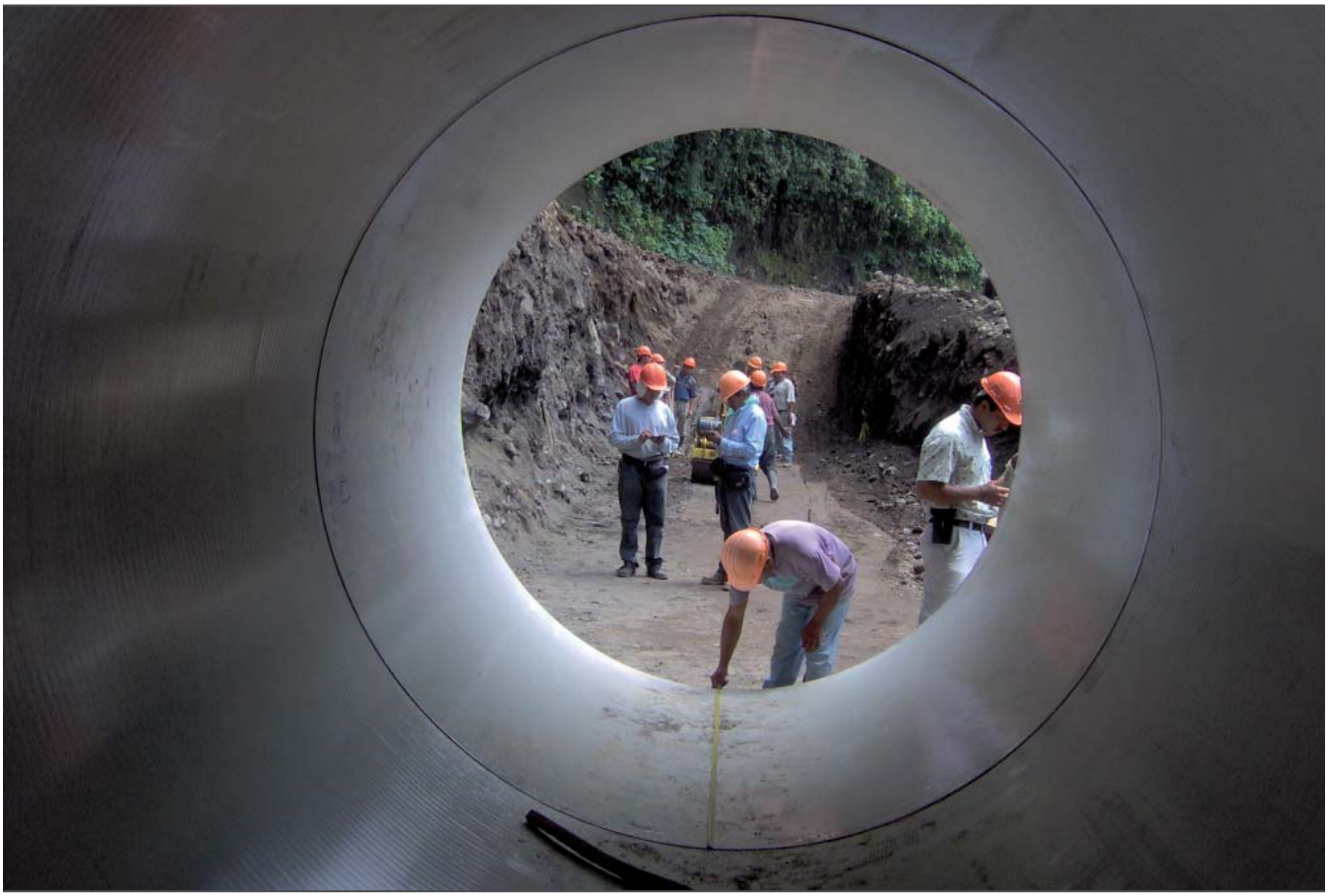

Pérdidas (metros por kilómetro de tubería)
100
10
1
0,1
0,01
0,01
0,1
1
10
100
Caudal (m³/s)
Diámetro Nominal (mm)
300
350
400
450
500
600
700
800
900
1000
1200
1400
1600
1800
2000
2400
4.0
3.0
2.0
1.5
1.0
0.8
0.6
0.5
0.4
0.3
Velocidad m/seg
TUBERIA PRFV FLOWTITE
PN 10 SN 5000
Temperatura del agua 10° C
Rugosidad absoluta 0.029 mm

Figura 3.11



COEFICIENTE TÉRMICO

El coeficiente térmico de expansión y contracción axial de la tubería FLOWTITE es de 24 a 30 x 10

COEFICIENTES DE FLUJO

Basados en los resultados de los ensayos realizados durante 3 años a la tubería FLOWTITE, el coeficiente Colebrook-White que se debe considerar es de 0.029 mm. Esto corresponde a un coeficiente Manning de aproximadamente 0,009 y a un coeficiente de flujo Hazen-Williams de aproximadamente C=150.
Para asistir a los diseñadores en un cálculo estimativo de las pérdidas de carga asociadas con las tuberías FLOWTITE, ha sido suministrada la Figura 3.11. Para mayores detalles contactar a su proveedor de tuberías PRFV.

RESISTENCIA A LA ABRASIÓN

La resistencia a la abrasión se puede relacionar con el efecto que la arena u otros materiales similares pueden tener en la superficie interna del tubo. Si bien ninguna norma especifica un procedimiento de ensayo o un método de medición, las tuberías FLOWTITE han sido evaluadas mediante el método «Darmstadt Rocker». Los resultados varían según el tipo de material abrasivo utilizado en el ensayo. Para el caso de la misma grava que la utilizada en la Universidad Darmstadt, el promedio de pérdida por abrasión de las tuberías FLOWTITE, es de 0.34 mm a100,000 ciclos.

DEFLEXIÓN ANGULAR DE LA UNIÓN

La unión es rigurosamente ensayada y calificada de acuerdo a la Normas ASTM D4161 e ISO DIS8639. La deflexión angular máxima (giro) de cada unión, medida como la variación entre los ejes de tubos adyacentes, no debe exceder los valores de la Tabla 3.1. Las tuberías se deben unir alineadas en forma recta y posteriormente pueden ser deflectadas angularmente según lo requerido (Ver Figura 3.9). Cuando las tuberías FLOWTITE vayan a trabajar a presiones superiores a los 16 bar, la deflexión angular permitida se debe ajustar a los valores de la Tabla 3.2.

Tabla 3.1
Deflexión Angular de la Unión FLOWTITE (Presión <16 bar)

Diámetro Nominal del Tubo	Ángulo Máximo de Deflexión	Desplazamiento Nominal (mm) Longitud del Tubo			Radio de Curvatura Nominal (m)		
(mm)	(grados)	3,5 m	7 m	14 m	3,5 m	7 m	14 m
DN < 500	3	183	364	728	134	133	265
500 < DN < 900	2	122	243	485	201	199	398
900 < DN < 1800	1	61	121	243	401	398	797
1800 < DN	0.5	31	61	121	803	797	1594

Nota: Se debe considerar también la limitante de desenchufado máximo de 20 mm.

Tabla 3.2
Alta Presión (>16 bar)

Diámetro Nominal del Tubo (mm)	Ángulo Máximo de Deflexión (grados)		
	20 bar	25 bar	32 bar
DN ≤ 500	2.5	2.0	1.5
600 ≤ DN ≤ 900	1.5	1.3	1.0
1000 ≤ DN ≤ 1400	0.8	0.5	0.5

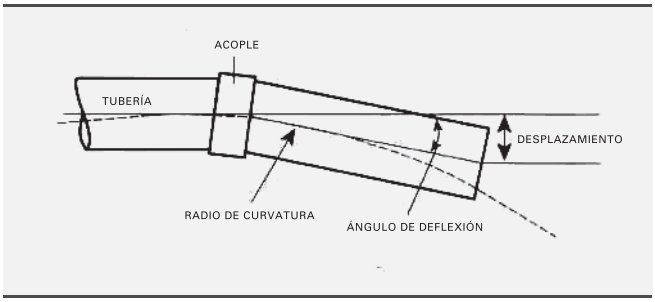


Figura 3.9: Unión con manguito, deflexión angular.

8. SELECCIÓN DE CLASIFICACIÓN DE TUBERÍAS

La selección de las tuberías FLOWTITE se basa en los requerimientos de presión y rigidez.

RIGIDEZ

La rigidez de las tuberías FLOWTITE se especifica de una de las tres clases de rigideces de la siguiente Tabla. La clase de rigidez representa la mínima rigidez (EI/D3) específica inicial de la tubería en N/m2

Clase de Rigidez	
SN	N/m
2500	2500
5000	5000
10000	10000

La rigidez se selecciona de acuerdo a dos parámetros:
(1) Condiciones de instalación que incluyen suelo nativo, tipo de relleno y profundidad de instalación a la clave y (2) presión negativa, si esta existe.

Las características del suelo nativo se clasifican de acuerdo a la Norma ASTM D1586 - Ensayo de Penetración estándar. En la Tabla 4.1 se pueden observar algunos números de golpes típicos según los diferentes tipos de suelo y la densidad de los mismos.

En la Tabla 4.2 se enumera una variedad de tipos de relleno, para permitir que cada instalación sea especificada seleccionando la alternativa mas económica para cada caso. En muchos casos se puede utilizar el mismo suelo nativo de la zanja como material de relleno.

En la Tabla 4.4 se detalla la máxima profundidad admisible a la clave, teniendo en cuenta si existen o no cargas de tránsito, para los tres diferentes tipos de rigidez en los 6 diferentes tipos de suelo natural, considerando una zanja estándar y una deflexión a largo plazo del 5% para tuberías mayores de DN 300 mm.
La relación entre el módulo de elasticidad del material de relleno y los diferentes tipos de suelo para los cuatro diferentes niveles de compactación, se pueden observar en la Tabla 4.5. El segundo parámetro a tener en cuenta para determinar la clase de rigidez es la presión negativa, si existiese.

La Tabla 4.7 en la página 15 de este manual muestra que rigidez se debe considerar para los diferentes niveles de presión negativa y profundidades de instalación, para las condiciones promedio del suelo natural y el material de relleno. La rigidez seleccionada deberá ser la mayor determinada que se ajuste a la presión negativa y las condiciones de enterramiento.

TIPOS DE INSTALACIÓN

La Figura en la página 15 muestra dos tipos de instalación estándar comúnmente utilizadas para las tuberías FLOWTITE. Existen instalaciones alternativas que se ajustan a condiciones específicas, incluyendo zanjas anchas, tablestacado, estabilización del suelo, uso de geotextiles, etc. Para mayor información, consultar el manual de FLOWTITE "Recomendaciones de Instalación y Manipulación para Tuberías Enterradas". Las tuberías FLOWTITE se pueden instalar en diferentes condiciones, incluyendo instalación aérea, subacuática, sin zanja y en pendientes pronunciadas. Estas instalaciones requieren mayor planificación y cuidado que una instalación estándar. Por este motivo, FLOWTITE Technology ha desarrollado recomendaciones específicas para estas situaciones. Para mayor información sobre estas recomendaciones, contacte a su proveedor quien le dará los detalles correspondientes.

Tabla 4.1: Clasificación del Grupo de Suelo Nativo

Grupos de Suelos	Granular		Cohesivo		Módulo Msn*
	Conteo de golpes	Descripción	qu kPa	Descripción	
1	>15	Compacto	>200	Muy rígido	34,50
2	8 - 15	Levemente compacto	100 - 200	Rígido	20, 70
3	4 - 8	Suelto	50 - 100	Medio	10,30
4	2 - 4		25 - 50	Blando	4,80
5	1 - 2	Muy suelto	13 - 25	Muy blando	1,40
6	0 - 1	Muy, muy suelto	0 - 13	Muy, muy blando	0,34

*Msn: Valores del módulo restringido



9. RECOMENDACIONES GENERALES DE INSTALACIÓN

Para asegurar la larga vida útil y el buen desempeño de las tuberías FLOWTITE se debe realizar una adecuada manipulación e instalación del producto. Es importante que el cliente, el diseñador y el contratista entiendan que las tuberías de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) están diseñadas para utilizar la cama de asiento y la zona de apoyo de la tubería resultante de las recomendaciones de instalación. Los ingenieros han comprobado a través de la experiencia que los materiales granulares adecuadamente compactados son ideales para el relleno de la zanja con tuberías PRFV. La tubería y el material circundante forman un "sistema suelo - tubería" de excelente desempeño. Para mayor información, consulte el manual de FLOWTITE "Recomendaciones de Instalación y Manipulación de Tuberías Enterradas". La siguiente información es un resumen parcial de los procedimientos de instalación, que bajo ningún punto reemplaza las recomendaciones que deben tenerse en cuenta para cualquier proyecto.

ZANJA ESTÁNDAR

El detalle de una zanja estándar se muestra en el esquema a la derecha. La zanja siempre deberá ser lo suficientemente ancha como para permitir el emplazamiento de la tubería y la compactación adecuada del material de relleno. Las profundidades de relleno a la clave del tubo presentadas en esta guía están basadas en una zanja con un ancho igual a 1.75 veces el diámetro nominal de la tubería. Se pueden lograr anchos menores a 1.5 veces el DN de la tubería, sin embargo esto afectará los límites de profundidad. Consulte a su proveedor para mayor información al respecto.

CAMA DE ASIENTO

El asiento de la zanja, con material apropiado, debe proveer un apoyo constante y uniforme para la tubería.

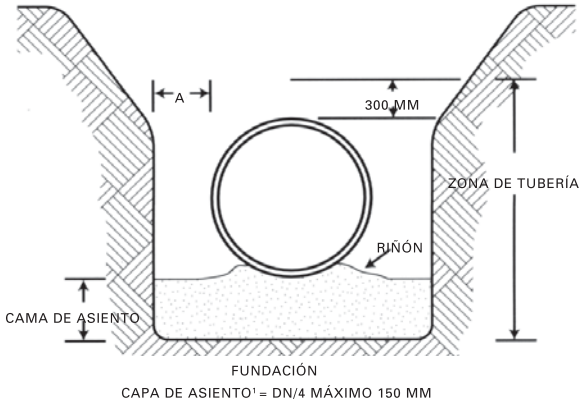
MATERIAL DE RELLENO

Para garantizar un adecuado sistema suelo-tubería, debe utilizarse el material de relleno adecuado. La mayoría de suelos de partículas gruesas (de acuerdo al Sistema de Clasificación Unificado) son buenos como material de relleno. Cuando las recomendaciones de instalación admitan el uso del suelo natural como material de relleno, se debe tener especial cuidado que el material no incluya rocas, escombros, materiales congelados u orgánicos. La Tabla 4.2 muestra los materiales de relleno aceptables.

DETALLE DE ZANJA ESTÁNDAR

Ancho mínimo de zanja

La dimensión A es mínimo 0.75 *DN/2



1.Si en el fondo de la zanja hay rocas, suelos blandos, inestables o altamente expansivos, es necesario incrementar la profundidad de la capa de asiento para alcanzar un adecuado soporte longitudinal.
2.La dimensión A debe permitir espacio suficiente para operar los equipos de compactación y asegurar la colocación correcta del relleno del soporte inferior. Esto podría requerir de zanjas más anchas de la mínima especificada anteriormente, particularmente para diámetros pequeños.

VERIFICACIÓN DE LA TUBERÍA INSTALADA

Una vez instalado cada tubo, se debe verificar la deflexión vertical diametral máxima. Con las tuberías FLOWTITE este procedimiento es fácil y rápido.

DEFLEXIÓN DIAMETRAL DE LA TUBERÍA INSTALADA

La deflexión diametral inicial máxima (normalmente vertical) permitida se debe ajustar a los siguientes valores:

Deflexión inicial Máxima	%
DN ≥ 300	3

La máxima deflexión diametral a largo plazo admisible debe ser de 5% para diámetros a partir de los 300 mm . Estos valores se aplican a todas las clases de rigidez. No se permiten pandeos, declives u otros cambios abruptos en la curvatura de la pared de la tubería. Las tuberías instaladas fuera de estas limitaciones pueden no brindar el desempeño deseado.

Tabla 4.2: Clasificación del Tipo de Material de Relleno

Grupos de suelos de Relleno	Descripción de los suelos de relleno
SC1	Piedra triturada con <15% de arena, máximo de 25% que pase por el tamiz de 9,5 mm y máximo de 5% de material fino
SC2	Suelos limpios de grano grueso: SW, SP[1]), GW, GP o cualquier suelo que comience con uno de estos símbolos con 12% de material fino o menos [2])
SC3	Suelo de grano grueso con material fino: GM, GC, SM, SC o cualquier suelo que comience con alguno de estos símbolos con 12% de finos o más [2]) Suelos de grano fino, arenosos o con grava: CL, ML, (o CL-ML., CL/ML, ML/CL) con un 30% o más que quede retenido en tamiz número 200.
SC4	Suelos de grano fino: CL, ML (o CL-ML, CL/ML, ML/CL) con un 30% o menos que quede retenido en tamiz numero 200.

Nota: Los símbolos en la tabla corresponden a la Designación de la Clasificación Unificada de Suelos (Unified Soil Classification Designation ASTM D2487)1) Arena fina y uniforme, SP, con más del 50% que pase el tamiz número 100 (0,15mm). Es muy sensible a la humedad y no se recomienda como relleno 2) El % de material fino es el porcentaje del peso de las partículas de suelo que pasan por tamiz número 200 con una abertura de 0,076mm.

Tabla 4.4 :
Tipo 1, DN ≥ 300 mm
Carga de tráfico AASHTO HS 20 - Sin vacío interno - Nivel freático por debajo del invert del tubo

Zanja estándar, Bd/D = 1,8													
Relleno	SC1			SC2			SC3			SC4			SUELO NATIVO
Profundidad de instalación (m) / SN	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	
1.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	GRUPO 1
1.5	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
2.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
3.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
5.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
8.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	
12.0	D	D	D	90	90	85	90	90	85			95	
20.0	D	D	D	90	90	90	95	95	95				
30.0	C	C	C	95	95	95							
1.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	GRUPO 2
1.5	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
2.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
3.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
5.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
8.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	
12.0	D	D	D	90	90	90	95	95	90				
20.0	C	D	D	95	90	90			95				
30.0	C	C	C	100	100	100							
1.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	GRUPO 3
1.5	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
2.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
3.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
5.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
8.0	D	D	D	90	90	85	90	90	85	95	95	95	
12.0	D	D	D	90	90	90	95	95	95				
20.0	C	C	C	100	100	100							
30.0													
1.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	GRUPO 4
1.5	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
2.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
3.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
5.0	D	D	D	90	85	85	90	85	85	95	95	95	
8.0	C	D	D	95	90	90	95	95	95				
12.0	C	C	C	100	100	95							
20.0													
30.0													
1.0	D	D	D	90	85	85	95	90	85		95	90	GRUPO 5
1.5	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	90	90	
2.0	D	D	D	85	85	85	90	85	85	95	95	90	
3.0	D	D	D	90	90	85	95	95	85			90	
5.0	C	C	D	95	95	90			95				
8.0	C	C	C	100	100	100							
12.0													
20.0													
30.0													
1.0	D	D	D	95	90	90			95				GRUPO 6
1.5	D	D	D	90	90	85	95	95	90			95	
2.0	D	D	D	95	90	90		95	90				
3.0	C	C	D	95	95	90			95				
5.0			C			100							
8.0													
12.0													
20.0													
30.0													

Instalación Tipo 1, DN ≥ 300mm. Carga de tráfico - Nivel freático por debajo del invert del tubo.
Compactación mínima del relleno, % de la Densidad Proctor Estándar (D: Arrojado; C: Compactado)

Tabla 4.5: Msb para Grupos de Rellenos SC1 a SC4

Profundidad de Instalación (Densidad del suelo18,8 KN/m3)	Nivel de tensión vertical	Compactación, % máximo Densidad Próctor Estándar	
		Compactado	Arrojado
m	KPa	MPa	MPa
0,4	6,9	16,2	13,8
1,8	34,5	23,8	17,9
3,7	69,0	29,0	20,7
7,3	138,0	37,9	23,8
14,6	276,0	51,7	29,3
22,0	414,0	64,1	34,5

Tabla 4.5-1: Grupo de Relleno SC1

Profundidad de Instalación (Densidad del suelo18,8 KN/m3)	Nivel de tensión vertical	Compactación, % máximo Densidad Próctor Estándar			
		100	95	90	85
m	KPa	MPa	MPa	MPa	MPa
0,4	6,9	16,2	13,8	8,8(7,5)	3,2(2,4)
1,8	34,5	23,8	17,9	10,3(8,8)	3,6(2,7)
3,7	69,0	29,0	20,7	11,2(9,5)	3,9(2,9)
7,3	138,0	37,9	23,8	12,4(10,5)	4,5(3,4)
14,6	276,0	51,7	29,3	14,5(12,3)	5,7(4,3)
22,0	414,0	64,1	34,5	17,2(14,6)	6,9(5,2)

Tabla 4.5-2: Grupo de Relleno SC2

Profundidad de Instalación (Densidad del suelo18,8 KN/m3)	Nivel de tensión vertical	Compactación, % máximo Densidad Próctor Estándar			
		100	95	90	85
m	KPa	MPa	MPa	MPa	MPa
0,4	6,9		9,8(4,9)	4,6(2,3)	2,5(1,3)
1,8	34,5		11,5(5,8)	5,1(2,6)	2,7(1,4)
3,7	69,0		12,2(6,1)	5,2(2,6)	2,8(1,4)
7,3	138,0		13,0(6,5)	5,4(2,7)	3,0(1,5)
14,6	276,0		14,4(7,2)	6,2(3,1)	3,5(1,8)
22,0	414,0		15,9(8,0)	7,1(3,6)	4,2(2,1)

Tabla 4.5-3: Grupo de Relleno SC3

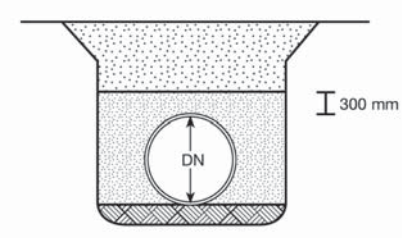
Profundidad de Instalación (Densidad del suelo18,8 KN/m3)	Nivel de tensión vertical	Compactación, % máximo Densidad Próctor Estándar			
		100	95	90	85
m	KPa	MPa	MPa	MPa	MPa
0,4	6,9		3,7(1,11)	1,8(0,54)	0,9(0,27)
1,8	34,5		4,3(1,29)	2,2(0,66)	1,2(0,36)
3,7	69,0		4,8(1,44)	2,5(0,75)	1,4(0,42)
7,3	138,0		5,1(1,53)	2,7(0,81)	1,6(0,48)
14,6	276,0		5,6(1,68)	3,2(0,96)	2,0(0,60)
22,0	414,0		6,2(1,86)	3,6(1,08)	2,4(0,72)

Tabla 4.5-4: Grupo de Relleno SC4

Notas:
1.Los datos en paréntesis ( ) representan el valor reducido de Msb
2.Los valores Msb para los niveles intermedios de tensión vertical que no se encuentran en la Tabla 4.5-1 a la Tabla 4-5-4 se pueden obtener por interpolación.
3.El % máximo de Densidad Proctor Estándar indica la densidad en seco del suelo compactado como un porcentaje de densidad en seco máxima determinada de acuerdo con la norma ASTM D698.

INSTALACIÓN TIPO 1

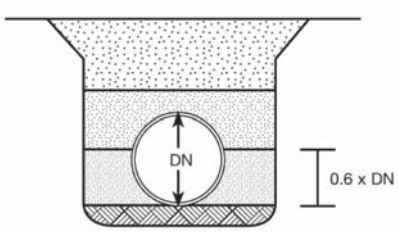
- Construya cuidadosamente el lecho de asiento del tubo.
- Rellene la zona de la tubería (hasta 300 mm) sobre la clave del tubo con el material de relleno especificado y compactado según los niveles requeridos.



Nota: Para aplicaciones de baja presión (PN ≤ 1 bar) sin cargas por tránsito, no es necesario compactar los 300 mm sobre la clave del tubo.

INSTALACIÓN TIPO 2

- Construya el lecho de asiento del tubo. Rellene hasta un nivel del 60% del diámetro del tubo con el material de relleno especificado compactado hasta los niveles indicados.
- Rellene desde el 60% del diámetro hasta 300 mm sobre la clave del tubo con el material de relleno especificado compactado hasta los niveles indicados.



Nota: La configuración de relleno Tipo 2 no es práctica para los tubos de menor diámetro.

Nota: La configuración de relleno tipo 2 no es adecuada para situaciones de cargas por tránsito pesado.

TRÁNSITO

Siempre que existan cargas de tránsito, se deberá compactar toda la zona de relleno hasta el nivel del suelo. Las restricciones de profundidad mínima pueden reducirse con instalaciones especiales tales como empotramientos en concreto, cubiertas de concreto, etc. (Ver Tabla 4.6).

Tabla 4.6 Cargas Superficiales

		Carga de tránsito (Rueda)	Profundidad mínima de instalación a la clave (1)
Tipo de carga	KN	Lbs. Fuerza	Metros
AASHTO H20 (C)	72	16,000	1,0
BS 153 HA (C)	90	20,000	1,5
ATV LKW 12 (C)	40	9,000	1,0
ATV SLW 30 (C)	50	11,000	1,0
ATV SLW 60 (C)	100	22,000	1,5
Cooper E80	vía de tren		3,0

1. Basado en un módulo mínimo en la zona de relleno de la tubería de 6.9 MPa

PRESIÓN NEGATIVA

La presión negativa admisible depende de la rigidez del tubo, del tipo de suelo nativo, de la profundidad y del tipo de instalación. Por favor remítase al Manual de Instalación de tuberías FLOWTITE para un cálculo rápido de instalación con vacío absoluto.

PRESIONES ELEVADAS

Las presiones elevadas (> 16 bar) requieren mayor profundidad de relleno a la clave para prevenir levantamientos y movimientos de la tubería. Para tubos a partir de DN 300 mm, la mínima profundidad del relleno a la clave deberá ser de 1.2 metros. Consulte su proveedor de tuberías para mayores detalles.

NIVEL FREÁTICO ALTO

Para impedir que una tubería sumergida vacía pueda flotar es necesario cubrirla con relleno a una altura equivalente a 0.75 veces el diámetro del tubo (densidad mínima del suelo seco: 1900 Kg/m3). Alternativamente, la instalación puede realizarse mediante el anclaje de los tubos. Si se realiza este tipo de instalación, deben utilizarse flejes de fijación hechas con material plano, de un mínimo de 25 mm de ancho, situadas a intervalos de 4 metros como máximo. Para más detalles sobre el anclaje y profundidad mínima del relleno a la clave del tubo, consulte al fabricante.

10. INSTALACIÓN SIN ZANJA

El actual crecimiento de las áreas urbanas dificulta abrir zanjas y alterar las condiciones de la superficie del suelo para instalar, reemplazar o renovar sistemas de tuberías subterráneos. La instalación sin zanja incluye el revestimiento de las tuberías existentes mediante la técnica llamada "sliplining" (revestimiento). Esta técnica consiste en instalar una nueva tubería al interior de la existente. Otro método de instalación sin zanja es el llamado "jacking" que consiste en abrir una perforación y empujar la tubería. FLOWTITE Technology ha desarrollado productos para poder llevar a cabo estas nuevas técnicas de instalación.

SLIPLINING (REVESTIMIENTO)

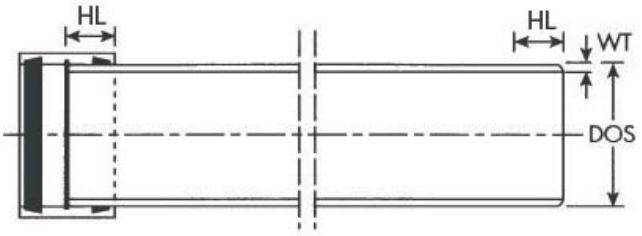
El proceso de fabricación de FLOWTITE es único en el sentido que permite que un producto se fabrique de acuerdo a los requerimientos específicos de un proyecto. Dada la capacidad de fabricar diámetros especialmente diseñados según las necesidades del cliente, FLOWTITE puede brindar un producto de medidas óptimas que se ajusta al diámetro interno de la tubería existente. Esto provee volúmenes de flujo máximos y una fácil instalación. La tubería "sliplining" a gravedad (PN1) de FLOWTITE se fabrica con una unión que no sobresale del tubo, minimizando el diámetro externo de la nueva tubería y posibilitando una fácil instalación al mismo tiempo que mantiene el máximo volumen de flujo posible. Los tiempos de instalación se reducen, gracias a la capacidad de fabricar longitudes variables (cualquiera hasta 14 metros). El tiempo reducido de instalación implica menores costos y menos tiempo de interrupción del servicio de la tubería que se rehabilita.

Características	Tuberías
Diámetros a medida	Mínima pérdida de diámetro interno de la tubería existente, que permite maximizar el volumen de flujo
Longitudes a medida	Instalación fácil y rápida, menor tiempo de servicio interrumpido.
Unión que no sobresale del tubo	Facilita la instalación Minimiza el diámetro externo de la nueva tubería

11. DIMENSIONES DE LAS TUBERÍAS

RIGIDEZ 2500														
					PN 01		PN 06		PN 10		PN 16		PN 20	
DN(1)	HL	DEmax	DEmin	Peso(2)	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor
		Max	Min	kg/m	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm
300	125	324,50	323,50	8,13	17,37	4,07	17,37	4,07	20,79	4,00	30,94	3,89	39,00	3,89
350	125	376,40	375,40	11,08	15,08	4,69	15,08	4,69	20,13	4,52	30,22	4,39	36,20	4,42
400	125	427,30	426,30	14,47	13,46	5,32	13,46	5,32	19,56	5,04	29,83	4,87	35,27	4,90
450	125	478,20	477,20	18,36	12,25	5,96	12,25	5,96	19,03	5,56	29,53	5,40	34,69	5,38
500	125	530,10	529,10	22,89	11,29	6,64	11,29	6,64	18,56	6,09	28,74	5,90	34,57	5,87
600	155	617,00	616,00	31,44	10,48	7,75	10,48	7,75	18,15	6,97	28,18	6,72	34,02	6,68
700	155	719,00	718,00	42,40	10,40	8,92	10,40	8,92	17,82	8,01	28,06	7,68	33,71	7,63
800	155	821,00	820,00	55,04	10,35	10,08	10,35	10,08	17,86	9,07	27,66	8,64	33,61	8,57
900	155	923,00	922,00	69,45	10,25	11,26	10,25	11,26	17,53	10,11	27,64	9,59	33,54	9,52
1000	155	1025,00	1024,00	85,63	10,12	12,46	10,12	12,46	17,33	11,14	27,47	10,54	33,33	10,46
1100	155	1127,00	1126,00	103,45	10,02	13,66	10,02	13,66	17,30	12,16	27,33	11,50	33,11	11,40
1200	155	1229,00	1228,00	122,33	10,10	14,78	10,10	14,78	17,24	13,18	27,21	12,45	33,07	12,35
1300	155	1331,00	1330,00	143,57	10,05	15,98	10,05	15,98	17,19	14,20	27,20	13,40	33,02	13,29
1400	155	1433,00	1432,00	165,79	10,08	17,12	10,08	17,12	17,10	15,23	27,11	14,36	32,96	14,23
1500	155	1535,00	1534,00	189,10	10,21	18,20	10,21	18,20	17,21	16,22	27,10	15,31	32,96	15,17
1600	155	1637,00	1636,00	215,60	10,12	19,43	10,12	19,43	16,97	17,28	27,03	16,26	32,97	16,11
1700	155	1739,00	1738,00	245,02	10,02	20,76	10,02	20,76	16,97	18,29	27,01	17,21	32,83	17,06
1800	155	1841,00	1840,00	274,13	10,02	21,91	10,02	21,91	16,95	19,31	26,95	18,17	32,84	18,00
1900	155	1943,00	1942,00	304,26	10,07	23,03	10,07	23,03	17,02	20,31	26,93	19,12	32,72	18,94
2000	155	2045,00	2044,00	336,93	10,04	24,21	10,04	24,21	16,91	21,36	27,01	20,06	32,81	19,88
2200	155	2249,00	2248,00	406,70	10,04	26,54	10,04	26,54	16,88	23,39	26,92	21,97	32,66	21,76
2400	155	2453,00	2452,00	483,14	10,03	28,86	10,03	28,86	16,90	25,42	26,84	23,87	32,65	23,65
2600	170	2657,00	2656,00	566,03	10,03	31,19	10,03	31,19	16,81	27,48	26,80	25,78	32,65	25,53
2800	170	2861,00	2860,00	654,34	10,08	33,46	10,08	33,46	16,77	29,52	26,78	27,68	32,59	27,41
3000	170	3065,00	3064,00	751,87	10,02	35,86	10,02	35,86	16,74	31,57	26,76	29,58	32,55	29,29

NOTAS:
N. D. = No disponible
(1) Para diámetros mayores que 3000mm consultar con el fabricante.
(2) El peso indicado corresponde a PN 6, que son los tubos más pesados de cada categoría.
• Las medidas están en milímetros a no ser que se escriba una diferente.
• Las dimensiones de las tuberías pueden variar en algunos países, de acuerdo con estándares y/o prácticas locales.





RIGIDEZ 5000																
					PN 01		PN 06		PN 10		PN 16		PN 20		PN25	
DN(1)	HL	DEmax	DEmin	Peso(2)	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor
		Max	Min	kg/m	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm
300	125	324,50	323,50	10,39	14,04	5,07	14,04	5,07	14,98	5,03	23,88	4,75	28,36	4,69	33,63	4,72
350	125	376,40	375,40	14,24	12,36	5,89	12,36	5,89	14,54	5,74	22,98	5,39	27,82	5,32	32,92	5,34
400	125	427,30	426,30	18,52	11,64	6,69	11,64	6,69	14,48	6,40	22,69	6,01	27,14	5,99	32,79	5,93
450	125	478,20	477,20	23,54	10,69	7,53	10,69	7,53	14,34	7,08	22,84	6,62	27,10	6,58	32,55	6,53
500	125	530,10	529,10	29,19	10,09	8,37	10,09	8,37	14,12	7,78	22,09	7,34	26,82	7,20	32,02	7,14
600	155	617,00	616,00	39,35	10,07	9,63	10,07	9,63	13,86	8,94	21,88	8,38	26,58	8,23	32,08	8,15
700	155	719,00	718,00	53,21	10,06	11,12	10,06	11,12	13,64	1,32	21,58	9,63	26,53	9,43	31,79	9,35
800	155	821,00	820,00	68,85	10,08	12,54	10,08	12,54	13,71	11,64	21,43	10,86	26,27	10,64	31,58	10,54
900	155	923,00	922,00	86,74	10,05	14,01	10,05	14,01	13,30	13,16	21,36	12,09	26,11	11,84	31,65	11,72
1000	155	1025,00	1024,00	106,35	10,13	15,44	10,13	15,44	13,21	14,53	21,25	13,33	26,12	13,04	31,34	12,91
1100	155	1127,00	1126,00	128,50	10,06	16,92	10,06	16,92	13,18	15,89	21,25	14,55	25,97	14,25	31,27	14,10
1200	155	1229,00	1228,00	151,96	10,17	18,32	10,17	18,32	13,08	17,28	21,28	15,78	25,96	15,45	31,29	15,28
1300	155	1331,00	1330,00	179,24	10,12	19,92	10,12	19,92	13,10	18,63	21,18	17,02	25,88	16,65	31,30	16,47
1400	155	1433,00	1432,00	207,17	10,13	21,36	10,13	21,36	13,09	19,97	21,06	18,26	25,84	17,85	31,22	17,65
1500	155	1535,00	1534,00	238,15	10,05	22,88	10,05	22,88	13,05	21,35	21,10	19,48	25,81	19,05	31,13	18,84
1600	155	1637,00	1636,00	269,97	10,08	24,30	10,08	24,30	12,96	22,74	21,08	20,71	25,81	20,25	31,10	20,02
1700	155	1739,00	1738,00	304,81	10,04	25,80	10,04	25,80	12,98	24,09	20,99	21,95	25,78	21,45	31,09	21,21
1800	155	1841,00	1840,00	341,41	10,02	27,28	10,02	27,28	12,97	25,45	21,02	23,17	25,78	22,65	31,16	22,39
1900	155	1943,00	1942,00	379,46	10,05	28,71	10,05	28,71	12,95	26,82	21,03	24,40	25,76	23,85	31,04	23,58
2000	155	2045,00	2044,00	419,49	10,07	30,14	10,07	30,14	12,92	28,18	20,94	25,65	25,74	25,05	31,08	24,76
2200	155	2249,00	2248,00	507,23	10,04	33,10	10,04	33,10	12,92	30,90	20,94	28,10	25,73	27,45	31,04	27,13
2400	155	2453,00	2452,00	601,76	10,08	35,97	10,08	35,97	12,86	33,66	20,89	30,57	25,71	29,85	30,99	29,50
2600	170	2657,00	2656,00	706,24	10,04	38,94	10,04	38,94	12,88	36,37	20,85	33,04	ND	ND	ND	ND
2800	170	2861,00	2860,00	817,76	10,05	41,84	10,05	41,84	12,82	39,13	20,84	35,50	ND	ND	ND	ND
3000	170	3065,00	3064,00	937,79	10,04	44,76	10,04	44,76	12,86	41,82	20,82	37,97	ND	ND	ND	ND

N. D. = No disponible



RIGIDEZ 10000																	
					PN 01		PN 06		PN 10		PN 16		PN 20		PN25		PN32	
DN(1)	HL	DEmax	DEmin	Peso(2)	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor
		Max	Min	kg/m	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm
300	125	324,50	323,50	12,65	14,59	6,12	14,59	6,12	14,59	6,12	17,86	5,94	21,66	5,79	25,79	5,72	31,48	5,71
350	125	376,40	375,40	17,26	13,29	7,11	13,29	7,11	13,29	7,11	17,21	6,79	21,40	6,59	25,37	6,55	31,10	6,47
400	125	427,30	426,30	22,35	12,49	8,04	12,49	8,04	12,49	8,04	17,02	7,61	21,38	7,43	25,16	7,31	31,21	7,22
450	125	478,20	477,20	28,23	11,90	9,02	11,90	9,02	11,90	9,02	18,99	8,27	20,59	8,25	24,92	8,07	30,81	7,97
500	125	530,10	529,10	34,89	11,39	9,99	11,39	9,99	11,39	9,99	16,85	9,24	20,62	9,03	24,79	8,86	30,67	8,74
600	155	617,00	616,00	47,96	10,61	11,71	10,61	11,71	10,61	11,71	16,50	10,73	20,52	10,36	24,77	10,14	30,57	10,01
700	155	719,00	718,00	65,68	10,12	13,68	10,12	13,68	10,12	13,68	16,40	12,34	20,25	11,93	24,66	11,66	30,55	11,50
800	155	821,00	820,00	85,42	10,10	15,53	10,10	15,53	10,10	15,53	16,47	13,95	20,30	13,48	24,66	13,18	30,42	12,99
900	155	923,00	922,00	107,40	10,15	17,32	10,15	17,32	10,15	17,32	16,23	15,61	20,12	15,05	24,48	14,70	30,46	14,48
1000	155	1025,00	1024,00	132,78	10,15	19,25	10,15	19,25	10,15	19,25	16,21	17,23	20,18	16,60	24,50	16,21	30,27	15,98
1100	155	1127,00	1126,00	160,79	10,05	21,15	10,05	21,15	10,05	21,15	16,13	18,86	20,04	18,17	24,45	17,73	30,26	17,47
1200	155	1229,00	1228,00	190,54	10,09	22,95	10,09	22,95	10,09	22,95	16,12	20,49	20,10	19,72	24,36	19,25	30,20	18,96
1300	155	1331,00	1330,00	223,44	10,03	24,82	10,03	24,82	10,03	24,82	16,20	22,08	19,99	21,29	24,41	20,76	30,22	20,45
1400	155	1433,00	1432,00	258,58	10,03	26,65	10,03	26,65	10,03	26,65	16,06	23,74	19,89	22,86	24,34	22,28	30,15	21,94
1500	155	1535,00	1534,00	295,64	10,10	28,43	10,10	28,43	10,10	28,43	16,01	25,37	19,88	24,42	24,32	23,80	30,13	23,43
1600	155	1637,00	1636,00	336,79	10,02	30,33	10,02	30,33	10,02	30,33	16,03	26,99	19,87	25,98	24,34	25,31	30,12	24,92
1700	155	1739,00	1738,00	379,04	10,07	32,12	10,07	32,12	10,07	32,12	16,02	28,61	19,86	27,54	24,26	26,83	30,12	26,41
1800	155	1841,00	1840,00	424,91	10,03	33,99	10,03	33,99	10,03	33,99	15,96	30,26	19,83	29,10	24,29	28,34	30,14	27,90
1900	155	1943,00	1942,00	473,18	10,02	35,83	10,02	35,83	10,02	35,83	16,02	31,86	19,83	30,65	24,27	29,86	ND	ND
2000	155	2045,00	2044,00	522,72	10,07	37,60	10,07	37,60	10,07	37,60	15,98	33,49	19,86	32,20	24,18	31,39	ND	ND
2200	155	2249,00	2248,00	632,04	10,04	41,30	10,04	41,30	10,04	41,30	15,97	36,74	19,84	35,32	24,18	34,42	ND	ND
2400	155	2453,00	2452,00	749,92	10,09	44,90	10,09	44,90	10,09	44,90	15,92	40,01	19,83	38,43	24,15	37,45	ND	ND
2600	170	2657,00	2656,00	880,87	10,03	48,65	10,03	48,65	10,03	48,65	15,94	43,24	19,82	41,55	ND	ND	ND	ND
2800	170	2861,00	2860,00	1020,67	10,03	52,32	10,03	52,32	10,03	52,32	15,93	46,49	19,74	44,69	ND	ND	ND	ND
3000	170	3065,00	3064,00	1169,90	10,04	55,95	10,04	55,95	10,04	55,95	15,88	49,77	19,74	47,81	ND	ND	ND	ND

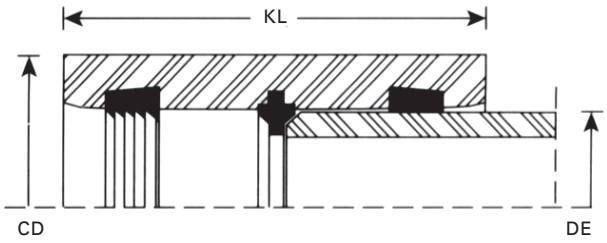
N. D. = No disponible



12. UNIONES

Diámetro externo nominal CD (mm)								Longitud KL (mm)								
DN [1]	PN 1	PN 6	PN 10	PN 16	PN 20	PN 25	PN 32	DN [1]	PN 1	PN 6	PN 10	PN 16	PN 20	PN 25	PN 32	Peso [2] kg
300	367	367	368	369	369	369	376	300	270	270	270	270	270	270	270	12
350	419	419	420	422	420	422	428	350	270	270	270	270	270	270	270	13
400	470	470	471	474	472	473	480	400	270	270	270	270	270	270	270	15
450	520	520	522	524	524	524	531	450	270	270	270	270	270	270	270	17
500	572	572	574	576	576	577	583	500	270	270	270	270	270	270	270	20
600	666	666	667	669	672	673	680	600	330	330	330	330	330	330	330	33
700	767	767	770	774	775	776	785	700	330	330	330	330	330	330	330	38
800	869	869	873	878	879	881	897	800	330	330	330	330	330	330	330	45
900	972	972	977	980	982	987	1.003	900	330	330	330	330	330	330	330	52
1000	1.075	1.075	1.080	1.083	1.086	1.097	1.113	1000	330	330	330	330	330	330	330	59
1100	1.178	1.178	1.183	1.187	1.192	1.206	1.223	1100	330	330	330	330	330	330	330	69
1200	1.280	1.280	1.286	1.291	1.300	1.312	1.328	1200	330	330	330	330	330	330	330	82
1300	1.383	1.383	1.389	1.394	1.406	1.418	1.434	1300	330	330	330	330	330	330	330	95
1400	1.485	1.485	1.491	1.499	1.511	1.524	1.536	1400	330	330	330	330	330	330	330	107
1500	1.588	1.588	1.594	1.604	1.617	1.628	1.643	1500	330	330	330	330	330	330	330	119
1600	1.690	1.690	1.697	1.709	1.722	1.732	1.747	1600	330	330	330	330	330	330	330	131
1700	1.793	1.793	1.800	1.814	1.826	1.836	1.850	1700	330	330	330	330	330	330	330	143
1800	1.895	1.895	1.902	1.918	1.930	1.940	1.954	1800	330	330	330	330	330	330	330	155
1900	1.997	1.997	2.006	2.022	2.033	2.043	N. D.	1900	330	330	330	330	330	330	N. D.	166
2000	2.100	2.100	2.110	2.126	2.137	2.146	N. D.	2000	330	330	330	330	330	330	N. D.	178
2100	2.202	2.202	2.213	2.229	2.240	2.249	N. D.	2100	330	330	330	330	330	330	N. D.	189
2200	2.305	2.305	2.316	2.333	2.343	2.352	N. D.	2200	330	330	330	330	330	330	N. D.	201
2300	2.407	2.407	2.420	2.436	2.446	2.454	N. D.	2300	330	330	330	330	330	330	N. D.	213
2400	2.509	2.509	2.523	2.539	2.549	2.557	N. D.	2400	330	330	330	330	330	330	N. D.	224
2500	2.632	2.632	2.646	2.662	2.672	N. D.	N. D.	2500	330	330	330	330	330	N. D.	N. D.	286
2600	2.733	2.733	2.743	2.754	2.768	N. D.	N. D.	2600	360	360	360	360	360	N. D.	N. D.	305
2700	2.835	2.835	2.845	2.858	2.872	N. D.	N. D.	2700	360	360	360	360	360	N. D.	N. D.	324
2800	2.938	2.938	2.948	2.962	2.977	N. D.	N. D.	2800	360	360	360	360	360	N. D.	N. D.	343
2900	3.040	3.040	3.050	3.066	3.081	N. D.	N. D.	2900	360	360	360	360	360	N. D.	N. D.	362
3000	3.143	3.143	3.153	3.170	3.185	N. D.	N. D.	3000	360	360	360	360	360	N. D.	N. D.	382

N. D. = No disponible
(1) Para diámetros mayores que 3000mm consultar con el fabricante
(2) El peso indicado corresponde a la presión más alta, que sería el acople más pesado de cada categoría
Consultar con el fabricante para más detalles•
Las dimensiones son en milímetros y únicamente aproximadas





13. UNIÓN DE TUBERÍAS

Las tuberías FLOWTITE son ensambladas normalmente utilizando uniones FLOWTITE de PRFV con doble empaque de caucho. Los tubos y uniones se pueden suministrar por separado o bien el tubo puede suministrarse con la unión instalada en uno de los extremos. Las uniones FLOWTITE utilizan un empaque de caucho elastomérico REKA para el sellado. El empaque se sitúa en una ranura a cada extremo de la unión y se apoya y sella contra la superficie del espigo del tubo. El empaque REKA ha sido utilizado exitosamente por más de 75 años.

OTROS MÉTODOS DE UNIÓN BRIDAS DE PRFV

Cuando se conecten dos bridas de PRFV, sólo una de ellas llevará la ranura para el empaque. El diseño de los pernos por el cual se fabrican las bridas se ajusta a la norma ISO2084. También se pueden fabricar según las Normas AWWA, ANSI, DIN, y JIS.

UNIONES FLEXIBLES DE ACERO (STRAUB, TEEKAY, ARPOL, ETC.)

Estos acoplamientos son ampliamente usados para unir tuberías FLOWTITE con otros materiales de diferentes diámetros. Estos acoplamientos consisten en una camisa de acero con un empaque de caucho que sella la unión. Este tipo de uniones pueden ser usados también para unir secciones de PRFV, como en el caso de una reparación o un cierre durante la instalación.

EXISTEN TRES TIPOS DISPONIBLES:

A. Camisa de acero recubierta de PVC o Epóxico.
B. Camisa de acero inoxidable.
C. Camisa de acero galvanizado por inmersión en caliente.
Independientemente de la protección anticorrosiva aplicada a la banda de acero, la totalidad de la unión también deberá llevar protección. Normalmente estos sistemas de unión requieren el recubrimiento con una manga de polietileno sobre la unión instalada. En este tipo de acoplamiento, es muy importante el control en el ajuste de los pernos. Proceda según las indicaciones de ensamble del fabricante de la unión pero siga las instrucciones de ajuste de pernos de acuerdo al fabricante de la tubería. Consulte el "Manual de instalación de Tuberías Enterradas" para obtener mayores detalles.

UNIONES MECÁNICAS DE ACERO (VIKING JHONSON, DRESSER, ETC.)

Uniones mecánicas han sido utilizadas para unir tuberías de diferentes materiales y diámetros y para adaptar conexiones bridadas. FLOWTITE Technology ha encontrado una amplia diferencia de fabricación en estas uniones que incluye tamaño de pernos, cantidad de pernos y diseño de empaques lo cual hace imposible una recomendación estandarizada. Por esta razón, no podemos recomendar el uso general de las uniones mecánicas con las tuberías FLOWTITE. Si el instalador desea utilizar un diseño específico de unión mecánica (marca y modelo), se recomienda consultar con el proveedor local de tuberías FLOWTITE antes de proceder a comprar estos elementos. El proveedor podrá recomendarle bajo que condiciones es adecuado el uso de estas uniones. Si se usan uniones mecánicas para unir tuberías FLOWTITE a otros materiales, se requiere de una unión de transición que utilice sistemas independientes de tornillos en los espigos. Este sistema restringe esfuerzos excesivos en la tubería FLOWTITE durante el ajuste de los tornillos cuando se trata de obtener un buen sello de las juntas.

UNIONES POR LAMINACIÓN

Este tipo de unión se realiza con refuerzos de fibra de vidrio y resina de poliéster. Generalmente se usa en aplicaciones en las que se precisa una cierta resistencia a las fuerzas axiales causadas por la presión interna o como método de reparación. La longitud y el espesor del laminado dependen del diámetro y la presión de la tubería. Este tipo de unión requiere condiciones de limpieza controladas y personal calificado. Cuando se requiera este tipo de unión, se brindarán instrucciones especiales.



Juntas Flexibles
Arpol, Teekay, Straub



Juntas Mecánicas
Viking Johnson/Helden, Klamflex, Locally manuf. clones.

14. SOBREPRESIÓN Y GOLPE DE ARIETE

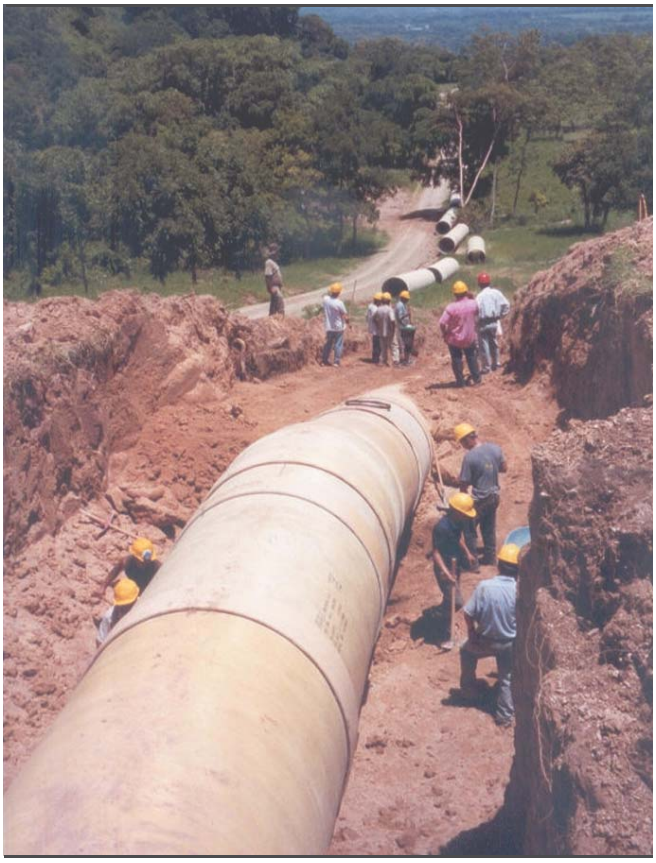
La sobrepresión o el golpe de ariete es el resultado de una súbita elevación o caída en la presión causada por un cambio abrupto en la velocidad del líquido transportado por el sistema. La causa principal de estos cambios de flujo se debe a la repentina apertura o cierre de válvulas o el arranque o detención de bombas, como las producidas durante un corte de energía. Los factores más importantes que influyen en la sobrepresión por golpe de ariete son el cambio de velocidad (tiempo de cierre de válvula), compresibilidad del fluido, rigidez de la tubería en la dirección circunferencial y el trazado físico de la tubería. La sobrepresión por golpe de ariete de la tubería FLOWTITE equivale aproximadamente, bajo condiciones similares, al 50% de la de tuberías de hierro dúctil y acero. Las tuberías FLOWTITE tienen una admisión de sobrepresión del 40% de la presión nominal. La fórmula para calcular la relación aproximada de la variación máxima de presión en un punto determinado del sistema con pérdida de fricción mínima, es la siguiente:

$\Delta H = (w\Delta v)/g$
donde:ΔH=cambio de presión (metros)
w=celeridad de la onda (metro/segundo)
Δv=cambio en la velocidad del líquido (metro/segundo)
g=aceleración por gravedad (metro/segundo2)

Celeridad de Onda para las Tuberías FLOWTITE

DN	300-400	450-800	900-2500
	Metro/Segundo		
SN 2500			
PN6	365	350	340
PN10	435	420	405
PN16	500	490	480
SN 5000			
PN6	405	380	370
PN10	435	420	410
PN16	505	495	480
PN25	575	570	560
SN 10000			
PN6	420	415	410
PN10	435	425	415
PN16	500	495	485
PN25	580	570	560
PN32	620	615	615

NOTA : Los anteriores valores han sido redondeados dentro del 2%. Favor contactar su proveedor Flowtite si requiere valores más precisos para el análisis de cambios de flujo.







15. GUÍA AMBIENTAL PARA LAS TUBERÍAS FLOWTITE

USO DE ESTA GUÍA AMBIENTAL:

Todos los productos químicos en letras "verdes" pueden usarse con nuestras tuberías de resina estándar al igual que con las tuberías con recubrimiento en resina vinylester. Los productos en letras "azules" son adicionales a los que están en "verde" y solo se pueden utilizar con tuberías con recubrimiento de vinylester. Todos los productos en letras "rojas" no son recomendables para usar con las tuberías FLOWTITE.

* No se pueden utilizar empaques de caucho EPDM (Nordel). Se recomienda el uso de empaques FPM (Viton), o consultar a su proveedor local.

** No recomendado por la FLOWTITE Technology. Consulte con su proveedor local para determinar la compatibilidad de los empaques. Temperatura Máxima: 122°F, a menos que sea especificada otra.

	Tubería Estándar o con resina Vinylester	Tubería con resina Vinylester	No Recom.
ACEITE COMBUSTIBLE*	X		
ACEITE DE LINAZA*	X		
ACEITE DE SILICONA	X		
ACEITES MINERALES*	X		
ÁCIDO ACÉTICO < 20%		X	
ÁCIDO ADIPICO		X	
ÁCIDO BENCENO SULFÓNICO (10%)		X	
ÁCIDO BENZÓICO*		X	
ÁCIDO BÓRICO		X	
ÁCIDO BROMHÍDRICO			X
ÁCIDO BUTÍRICO < 25% (104°F)**		X	
ÁCIDO CLORHÍDRICO HASTA 15%	X		
ÁCIDO DE CLORO ACÉTICO			X
ÁCIDO ESTEÁRICO*	X		
ÁCIDO FLUORHÍDRICO			X
ÁCIDO FOSFÓRICO		X	
ÁCIDO FOSFÓRICO (104°F)	X		
ÁCIDO FTÁLICO (77°F)		X	
ÁCIDO LÁCTICO, 10%	X		
ÁCIDO LÁCTICO, 80% (77°F)	X		
ÁCIDO LÁURICO	X		
ÁCIDO NÍTRICO			X
ÁCIDO OLÉICO	X		
ÁCIDO PERCLÓRICO		X	
ÁCIDO SULFÚRICO, < 25% (104°F)*		X	
ÁCIDO TARTÁRICO		X	
ÁCIDO TOLUENSULFÓNICO **		X	
AGUA DE DESHECHO INDUSTRIAL (122ºF)	X		
AGUA DE MAR	X		
AGUA DESTILADA		X	
AGUA POTABLE	X		
ALUMBRE (SULFATO DE POTASIO Y ALUMINIO)	X		

	Tubería Estándar o con resina Vinylester	Tubería con resina Vinylester	No Recom.
AZUFRE			X
BICARBONATO DE POTASIO**	X		
BISULFURO DE CALCIO**	X		
BLANQUEADOR			X
BÓRAX		X	
CARBONATO DE BARIO		X	
CARBONATO DE CALCIO	X		
CARBONATO DE MAGNESIO (104°F)*	X		
CASEÍNA	X		
CIANURO DE COBRE (86°F)	X		
CICLOHEXANO			X
CICLOHEXANOL			X
CLORURO DE BARIO		X	
CLORURO DE LAURILO		X	
CLORURO FERROSO	X		
DIBUTIL FTALATO**	X		
DIBUTIL SEBACATO	X		
DICROMATO DE SODIO		X	
DIESEL*	X		
DIOCTIL FTALATO**	X		
ETILENGLICOL	X		
FERROCIANURO DE POTASIO (86°F)**	X		
FERROCIANURO DE SODIO	X		
FLUORURO DE AMONIO			X
FORMALDEHIDO			X
FOSFATO DI ÁCIDO DE SODIO **	X		
FOSFATO MONOÁCIDO DE SODIO**	X		
GAS DE CLORO HÚMEDO**		X	
GAS DE CLORO SECO*		X	
GAS NATURAL METANO			X
GAS OZONO			X
GASOLINA EMPLOMADA*		X	
GLICERINA		X	
HEXANO*		X	
HIDROCLORURO DE ANILINA		X	
HIDRÓXIDO DE CALCIO, 100%		X	
HIDRÓXIDO DE SODIO, 10%		X	
HIPOCLORITO DE CALCIO*		X	
KEROSENE*		X	
LICOR DE AZÚCAR DE REMOLACHA		X	
LICOR DE CAÑA DE AZÚCAR		X	
LICOR NEGRO (PAPEL)		X	
LICOR VERDE, PAPEL			X
NAFTA*		X	
NAFTALENO*		X	
N-HEPTANO*		X	

	Tubería Estándar o c/resina Vinylester	Tubería c/ resina Vinyl-ester	No Recom.
NITRATO DE CALCIO (104°F)	X		
PARAFINA*	X		
PENTANO			X
PERMANGANATO DE POTASIO, 25%		X	
PETRÓLEO ÁCIDO REFINADO*		X	
PETRÓLEO CRUDO (ÁCIDO)*		X	
PETRÓLEO CRUDO (DULCE)*		X	
PETRÓLEO CRUDO, AGUA SALADA (77°F)*		X	
POTASA CAÚSTICA (KOH)			X
PROPILEN GLICOL (77°F)	X		
SILICATO DE SODIO		X	
SOLUCIÓN ACUOSA DE AMONIACO <20%		X	
SOLUCIÓN ACUOSA DE ACETATO DE COBRE (104°F)		X	
SOLUCIÓN ACUOSA DE ACETATO DE PLOMO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE ÁCIDO CÍTRICO (104ºF)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE ÁCIDO OXÁLICO			X
SOLUCIÓN ACUOSA DE ÁCIDO TÁNICO	X		
SOLUC. ACUOSA DE BICARBONATO DE MAGNESIO (104°F)**	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE BROMURO DE LITIO (104°F)**	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE BROMURO DE POTASIO (104°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE BROMURO DE SODIO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORATO DE CALCIO (104°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO DE ALUMINIO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO DE AMONIO (104°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO DE COBRE	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO DE LITIO (104°F)**	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO DE MAGNESIO (77°F)	X		
SOLUC. ACUOSA DE CLORURO DE MANGANESO (104°F)**	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO DE NICKEL (77°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO DE POTASIO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO DE SODIO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO DE ZINC	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO ESTÁNICO*	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO ESTANOSO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO FÉRRICO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO MERCÚRICO**	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO MERCURIOSO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE DICROMATO DE POTASIO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE DIÓXIDO DE CARBONO	X		
SOLUC. ACUOSA DE FERROCIANURO DE POTASIO (86°F)**	X		
SOLUC. ACUOSA DE FOSFATO MONOBÁSICO DE AMONIO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE GAS CLORO*		X	
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO DE AMONIO (104°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO DE COBRE (104°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO DE MAGNESIO (104°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO DE NICKEL (104°F)	X		

	Tubería Estándar o c/resina Vinylester	Tubería c/ resina Vinyl-ester	No Recom.
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO DE PLATA	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO DE PLOMO (86°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO DE POTASIO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO DE SODIO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO DE ZINC**	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO FÉRRICO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO FERROSO**	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRITO DE SODIO**	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE SULFATO DE AMONIO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE SULFATO DE COBRE (40°C)	X		
SOLUC. ACUOSA DE SULFATO DE MANGANESO (104°F)**	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE SULFATO DE NICKEL (104°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE SULFATO DE SODIO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE SULFATO DE ZINC	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE SULFATO FÉRRICO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE SULFATO FERROSO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE SULFITO DE ZINC (104°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE SULFURO DE ZINC (104°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE UREA**		X	
SOLUCIÓN DE BROMO AL 5% EN AGUA		X	
SOLUCIÓN SATURADA DE CLORURO DE CALCIO	X		X
SULFATO DE BARIO		X	
SULFATO DE CALCIO NL AOC		X	
SULFATO DE LAURILO	X		
SULFATO DE MAGNESIO	X		
SULFATO DE PLOMO	X		
SULFATO DE POTASIO (104°F)	X		
SULFURO DE HIDRÓGENO SECO		X	
SULFURO DE SODIO		X	
TETRABORATO DE SODIO		X	
TETRACLORURO DE CARBONO			X
TREMENTINA			X
TRIBUTILFOSFATO			X
TRICLORURO DE ANTIMONIO			X
TRIETANOLAMINA			X
TRIETILAMINA			X
VINAGRE		X	

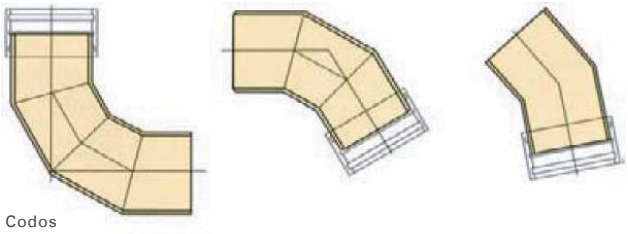
NOTA:
El objeto de esta tabla es servir como guía básica al momento de considerar las tuberías FLOWTITE. La determinación final de la adaptabilidad de una resina en particular para el transporte de un producto químico determinado es responsabilidad del cliente. La guía está basada en la información brindada por los fabricantes-proveedores de resina de FLOWTITE. No obstante, esta guía brinda solo información general, no implicando aprobación específica para una aplicación ya que FLOWTITE Technology no tiene control acerca de las condiciones de uso ni de la identificación del medio ambiente al cual será expuesto la tubería.

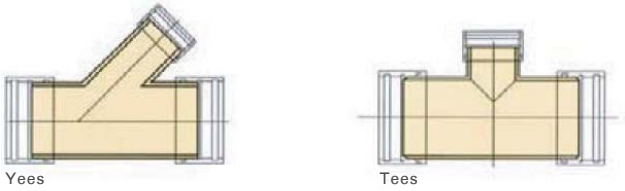
16. ACCESORIOS

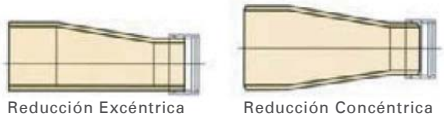
FLOWTITE Technology ha desarrollado una línea estándar de accesorios de PRFV los cuales son moldeados o fabricados con las mismas materias primas que se usan para la fabricación de las tuberías FLOWTITE. Una de las ventajas de las tuberías FLOWTITE es la posibilidad de fabricar una gran variedad de accesorios, ya sean estándar o no estándar. Para mayor información acerca de nuestros accesorios estándar y sus dimensiones, consultar el Manual de Accesorios.

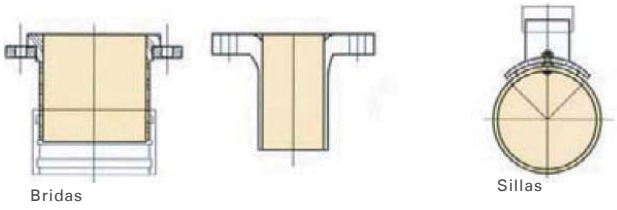
BOCAS DE REGISTRO DE PRFV (CLOACA)

Los sistemas cloacales son cada vez más exigentes por el alto impacto urbano que ellos implican. Las cámaras de inspección de FLOWTITE™ son la solución más competente para minimizar los tiempos de ejecución de las obras y a su vez incrementar la vida útil libre de mantenimiento. Dada la versatilidad de este diseño, consultar con el proveedor para mayor información.


Codos


Yees Tees


Reducción Excéntrica Reducción Concéntrica


Bridas Sillas


Bocas de Registro


Yee


Reducción Concéntrica


Codos


Brida

17. COLLARES PARA DERIVACIONES EN OPERACIÓN

Los collares de derivación se utilizan en el proceso mediante el cual se conecta un ramal a una línea de tubería existente. Se debe tener especial cuidado de asegurar un buen sello a la tubería y de no dañar el ramal o el collar de derivación. Los collares flexibles de acero inoxidable son los más recomendados para usar con las tuberías de PRFV FLOWTITE. El montaje debe resistir una presión de 2 veces la presión nominal (2 x PN), sin mostrar pérdidas o fisuras. Es esencial que el par de apriete sea lo suficientemente fuerte como para asegurar que no haya pérdidas, pero no muy ajustado ya que esto dañaría la tubería. Cabe aclarar que los valores de par de apriete recomendados por los fabricantes de collares de toma, suelen ser muy altos para las tuberías de PRFV. Se ha comprobado que los collares de hierro de muy alta rigidez, causan esfuerzos muy pronunciados en las tuberías de PRFV y se debe evitar su uso. Las máquinas para instalar las derivaciones pueden ser manuales o eléctricas y deben resistir la presión interna de la tubería si se van a realizar montajes con la tubería en operación. El avance de penetración no debe exceder 0.5 mm por revolución para evitar dañar la tubería. La cuchilla puede ser de acero o con revestimiento de diamante y debe tener dientes pequeños, no muy espaciados. Para obtener instrucciones más detalladas y conocer las marcas de collares recomendados, consulte a su proveedor de tuberías FLOWTITE.





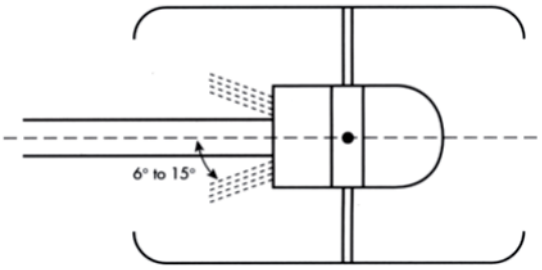


18. MANTENIMIENTO DE TUBERÍAS FLOWTITE PARA DESAGÜE CLOACAL

Existen muchos métodos para la limpieza de los sistemas sanitarios de aguas residuales, dependiendo del diámetro y el grado y naturaleza de la obstrucción. Todos estos métodos utilizan fuerza mecánica o hidroneumática para limpiar el interior del tubo. Cuando se utilicen métodos mecánicos, se recomienda el uso de raspadores de plástico para evitar dañar la superficie interna de la tubería. En algunos países se utilizan chorros con presión de agua. Sin embargo, este procedimiento puede deteriorar la mayoría de los materiales sino se controla adecuadamente. Para evitar dañar las tuberías, se debe prestar atención a las siguientes recomendaciones, basadas en la experiencia obtenida con el método de limpieza por chorro de agua de tuberías de PRFV para aguas residuales:

1. La presión máxima del agua en las boquillas de chorro debe estar limitada a 120 bars (1750 psi). Bajo esta presión, se puede llevar a cabo una adecuada limpieza y remoción de obstrucciones, dada la superficie interior lisa de las tuberías de PRFV.
2. Se deben usar deslizadores con varias guías para elevar las boquillas de chorro de agua sobre la superficie del tubo.
3. El ángulo de descarga de las boquillas de chorro de agua debe ser de entre 6° y 15° en relación al eje del tubo.
4. El número de orificios de chorro de salida del equipo principal debe ser de 8 o más y la medida de las boquillas debe ser mayor a 2 mm (0,08").

Consulte al fabricante de tuberías acerca de los nombres de las boquillas y fabricantes de deslizadores que cumplen con los criterios arriba enumerados. El uso de equipos opresiones que no se adapten a las recomendaciones enumeradas puede dañar la tubería instalada.



Deslizadores de chorro de agua



Cabeza de limpieza

Este manual constituye sólo una guía. Los valores incluidos en las especificaciones del producto son nominales. Podrían obtenerse resultados no satisfactorios del producto debido a cambios ambientales, variaciones en los procedimientos de operación o interpolación de información. Se recomienda que el personal que utilice esta información, tenga capacitación especializada y experiencia en la aplicación de estos productos y en su normal instalación y condiciones de funcionamiento. Antes de instalar cualquiera de estos productos, siempre se debe consultar al personal de ingeniería a fin de asegurar la adecuación de los mismos a los fines y aplicaciones para los cuales fueron fabricados. Por ello, en la medida que este manual constituye una mera guía y su propósito no es determinar el grado de cuidado requerido para la instalación del producto o del servicio, deslindamos cualquier tipo de responsabilidad por pérdidas y/o daños emergentes causados por la instalación o uso de los productos mencionados en este manual. Nos reservamos el derecho de revisar la información contenida en el manual, cuando sea necesario, sin obligación de cursar notificación alguna.

Cualquier comentario respecto del presente manual será bienvenido.



AMITECH ARGENTINA
Av. Córdoba 1131 2P
C1055AAN Capital Federal
Tel.: +54 11 4816 8858
Fax: +54 11 4816 8422
info@amitech.com.ar
www.amitech.com.ar

ARG

BRA

COL

MEX

» GUÍA DE PRODUCTO
TUBERÍAS

AMITECH ARGENTINA

Av. Córdoba 1131 2P
C1055AAN Capital Federal
Tel.: +54 11 4816 8858
Fax: +54 11 4816 8422
info@amitech.com.ar
www.amitech.com.ar

SOLUCIONES INTEGRALES
PARA EL TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE FLUÍDOS

GDP - TB - 02032010 - ARG

10.3 Tuberías PEAD





Tubos de POLIETILENO 3 LINEAS

200Ø

FABRICADO POR:

PLASTIDUCTO S.A.

MONTEVIDEO - URUGUAY

INTRODUCCION Y GENERALIDADES:

El Polietileno es un polímero obtenido por la polimerización de eteno, en presencia de catalizadores y en determinadas condiciones de presión y temperatura. En función de las características del proceso de polimerización, se obtienen los diferentes tipos de Polietilenos utilizados para la extrusión de tubos. Los sucesivos desarrollos en las técnicas de polimerización están produciendo materiales con mejores características, como ser el **PE 80 y el PE 100** denominados como de **SEGUNDA Y TERCERA GENERACION** respectivamente.

NUEVA CLASIFICACION DE LOS POLIETILENOS:

Los tipos de Polietilenos se clasifican en función de sus propiedades las cuales están determinadas por su densidad, peso molecular y la distribución de pesos moleculares.

a) Segun la densidad se clasifican como PEBD, PEMD y PEAD es decir Polietilenos de Baja, Media y Alta Densidad respectivamente.
A mayor densidad el Polietileno posee mayor dureza, es mas rígido y menos flexible.

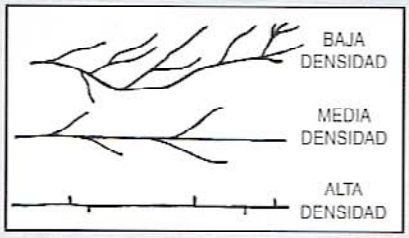


Figura N°1

b) En base a su Peso Molecular: alto PM ó bajo PM. Se determina que a mayor PM, menor es su Indice de fluidez y por tanto mayores son las resistencias mecánicas.

c) La Distribución del Peso Molecular (DPM), se divide en Amplia (ancha) ó Estrecha (angosta) debido a que las macromoléculas del polímero no son todas de la misma longitud, distribuyéndose estadísticamente segun una curva Gaussiana. El ancho de esta curva influye en las propiedades mecánicas y en la procesabilidad del polímero.

Actualmente los Polietilenos se clasifican en función de su resistencia mecánica y fundamentalmente a su resistencia a la presión interna a larga duración (Mínimo 50 años).

Rango de σ_{LCL} (MPa)	MRS (MPa)	Número de Clasificación	Designación
3.15 - 3.99	3.15	31.5	PE 32
4.00 - 4.99	4.0	40	PE 40
5.00 - 6.29	5.0	50	PE 50
6.3 - 7.99	6.3	63	PE 63
8.0 - 9.99	8.0	80	PE 80
10.0 - 11.19	10.0	100	PE 100

Tabla N° 1

σ_{LCL}: Lower confidence limit at 20° C for 50 years
Resistencia media a larga duración, 97.5% de límite inferior de confianza a 20° C, para 50 años en MPa.

MRS: Minimum required strength.
Mínima resistencia requerida en MPa.

Referencia: Norma ISO 12162 (1995)

PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS:

Indice de fluidez (MFI, 190 C/5 Kg) Norma ISO 1133 - ASTM D 1238	< 0.8 g/10 min	*
Densidad (Norma ISO 1183)	> 0.935 g/cm³	*
Resistencia a la tracción (Norma ISO R 527 - ISO 6259 - ASTM D 638)	> 300 Kg/cm²	*
Elongación a la rotura (Norma ISO R 527 - ISO 6259 - ASTM D 638)	> 625 %	*
Resistencia a la Presión interna (Norma ISO 1167 - ISO 4427)	σ ensayo > 90 Kg/cm², 100 horas, a 20 C	**
Impacto Izod (Norma ASTM D 256)	> 13.6 J/m	**
Módulo de plastodeformación (1min)	10000 Kg/cm²	**
Estabilidad térmica, Tiempo de inducción a la oxidación a 200°C (Norma ISO TR 10837)	> 20 minutos	**
Estabilidad dimensional (Norma ISO 2505)	< 3 %	**
Contenido de Carbono negro (Norma ISO 6964)	2.25 %	**
Dispersión de Carbono negro (Norma ISO 11420)	< Grado 3	**
Coef. dilatación térmica (α)	0.0002 m/m/°C	**
Conductividad térmica (k)	0.37 Kcal/(m*h*°C)	**
Rigidez dieléctrica	800 KV/cm	**

Tabla N°2

Los tubos de PE 80 y PE 100 combinan las ventajas clásicas de los tubos de polietileno con mejores propiedades mecánicas y una mayor resistencia a la presión interna a largo plazo, lo que proporciona una gama de tuberías más competitivas con diversas aplicaciones en las que actualmente resulta económico emplear.

TEMPERATURA DE SERVICIO:

Los tubos de Polietileno soportan temperaturas de fluidos hasta aproximadamente 45 °C en servicio continuo (Ver Tabla N° 3)

Factor de reducción de la presión nominal en función de la temperatura para tubos de Polietileno PE 63, PE 80 y PE 100 - Tipo B.

Temperatura (°C)	20	25	30	35	40	Vida útil mínima
Factor de Reducción	1.0	0.90	0.81	0.72	0.62	50 años

Referencia: Norma ISO 4427 (1996)
Tabla N°3

CODIGOS Tabla N°2

* : Valores de referencia en base a una resina Tipo de PE 63, PE 80 y PE 100.

** : Valores de referencia en base a un tubo Tipo de PE 80.

DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO DE LAS TUBERIAS:

Los tubos 3 LINEAS 2000 fabricados por **PLASTIDUCTO S.A.** se dimensionan conforme a las Normas Nacionales (UNIT) y las Internacionales (ISO) abarcando un amplio rango de presiones de servicio.
La normativa vigente dimensiona los tubos de Polietileno en función de la presión nominal requerida.
La presión nominal (PN) es la presión de servicio continuo en Kg/cm² para una vida útil mínima de 50 años con agua a 20°C.

Ecuaciones de diseño:

$$PN = \frac{2 * \sigma_s * e}{(D - e)} = \frac{2 * \sigma_s}{(SDR - 1)} \qquad \text{ecuación N° 1}$$

$$\sigma_s = \frac{MRS}{C} \qquad \text{ecuación N° 2}$$

$$SDR = \frac{D}{e} \qquad \text{ecuación N° 3}$$

siendo: PN, la presión nominal del tubo en Kg/cm² .
e, el espesor nominal del tubo en mm .
D, el diámetro exterior nominal del tubo en mm .
σ_s, la tensión de diseño en Kg/cm² .
MRS, Mínima resistencia requerida en Kg/cm².
C, Coeficiente de seguridad de diseño
SDR, la relación estándar de dimensiones (Standard Dimensions Ratio)

A los efectos de la racionalización las Normas ISO prescriben una serie de Diámetros exteriores nominales estándar, otra de SDR y los diferentes Coeficiente de seguridad de diseño para tubos de Polietileno.

Serie de Diámetros exteriores nominales: 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000 y 1200 mm.

Serie de SDR: 6, 7.5, 9, 11, 13.6, 17, 17.6, 21, 26, 33 y 41.

Coeficiente de seguridad de diseño: 1.25, 1.6, 2.0, 2.5 y 3.2

TABLA DE RELACIONES: Presiones Nominales (Kg/cm²) en función de los SDR con el tipo de PE como parámetro.
(Tubos para agua a 20 °C, coeficiente de seguridad de diseño C = 1.25)

SDR	9	11	13.6	17	17.6	21	26	33	41
Tubos PE 63	12.5	10.0	8.0	6.3	6.0	5.0	4.0	3.2	2.5
Tubos PE 80	16.0	12.6	10.0	8.0	7.6	6.3	5.0	4.0	3.2
Tubos PE 100	20.0	16.0	12.6	10.0	9.6	8.0	6.3	5.0	4.0

Tabla N° 5

NOTA: Por razones de seguridad, las aplicaciones en distribución de gas requieren el uso de coeficientes de seguridad de diseño más elevados. El valor mínimo empleado es 2.

Clasificación del tipo de PE	GENERACION DE PE	MRS (Kg/cm²)	Coeficiente de Seguridad	σ_s (Kg/cm²)
PE 63	PRIMERA	63	1.25	50
PE 80	SEGUNDA	80	1.25	63
PE 100	TERCERA	100	1.25	80

Tabla N° 4

Referencia: Norma ISO 12162 (1995)

Curvas de regresión para los distintos tipos de Polietileno. Comparación de las Mínimas resistencias requeridas (MRS en Kg/cm²) en función de la vida útil, con la temperatura de 20° C como parámetro.

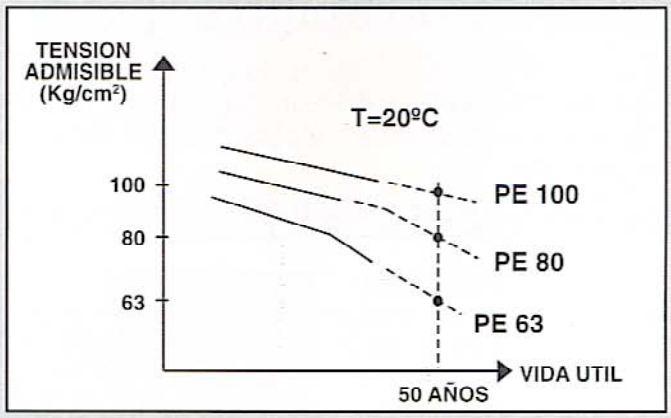


Figura N° 2

La normativa establece una guía para calcular los coeficientes de seguridad en aplicaciones más exigidas, no obstante su determinación queda a criterio del Ingeniero que proyecta la red.

Referencia Normativa vigente:

Norma ISO 161-1: Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids - Nominal outside diameters and nominal pressures. Part 1: Metric series.

Norma ISO 4065: Thermoplastics pipes - Universal wall thickness table.

Norma ISO 4427: Polyethylene (PE) pipes for water supply - Specifications

Norma ISO 4437: Buried polyethylene (PE) pipes for the supply of gaseous fuels - Metric series - Specifications

DETERMINACION DEL ESPESOR REQUERIDO. RUTA DE DIMENSIONAMIENTO:

Clasificación del PE → **MRS** → **Factor de Seguridad** → σ_s

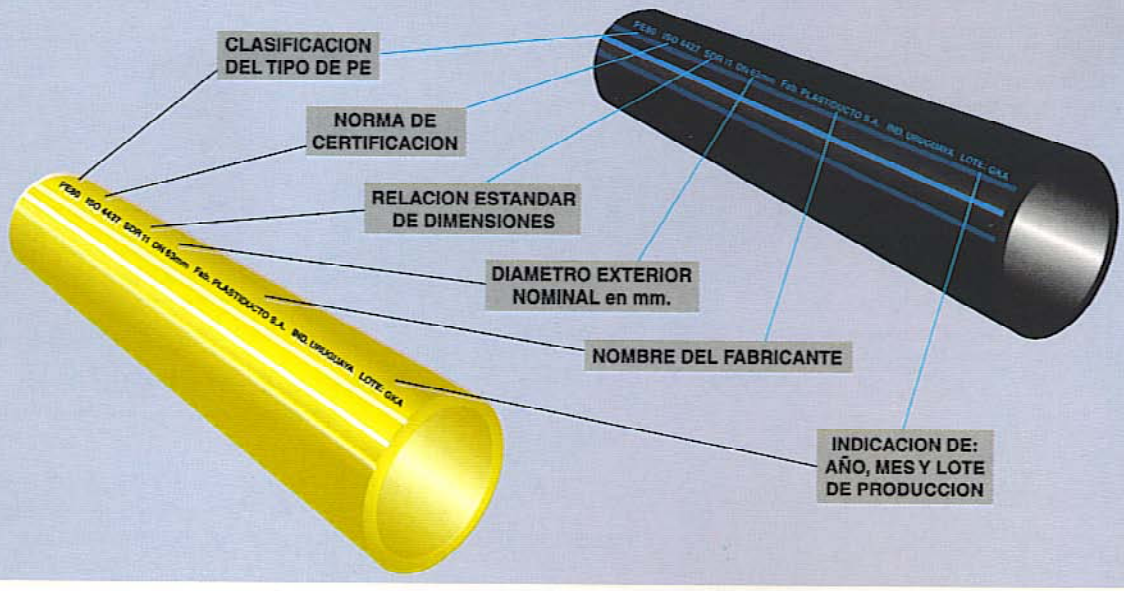
Presión de servicio o Nominal

Caudal de servicio → **Diámetro exterior**

$$\text{espesor} = e = \frac{P * D}{(2 * \sigma_s + P)}$$

IDENTIFICACION DE LOS TUBOS 3 LINEAS 2000

Los tubos 3 LINEAS 2000 se diferencian de la competencia, por presentar tres líneas paralelas de color azul ó blanco en toda su longitud, por lo que comunmente se le denomina el tubo de las 3 LINEAS.
También presentan un marcado indeleble y claramente legible en cada metro de su longitud con la siguiente literatura:
*Otros datos pueden agregarse bajo acuerdo con el cliente.



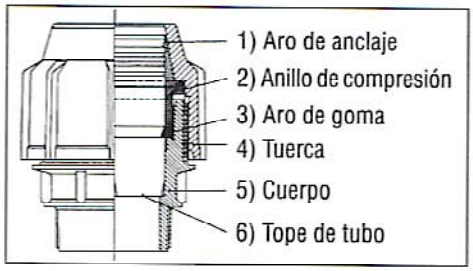
SISTEMAS Y METODOS DE UNION:

Los tubos 3 LINEAS 2000 de polietileno son fáciles de instalar mediante accesorios de compresión (Ref.1), ó de Electrofusión (Ref. 2), ó por el método de Termofusión -Soldadura a tope- (Ref. 3). También existen piezas de transición entre estos tubos y de otros materiales por medio de uniones con platina soldable o junta elástica (Ref.4), flexibilizando aún más su utilidad.

Ref. 1) Uniones rápidas o accesorios de compresión.

Es un sistema sencillo, seguro y de rápido montaje. La estanquidad se obtiene por medio del ajuste de una tuerca exterior, logrando la compresión de un aro de goma con las piezas de anclaje que impiden que el tubo escape de la unión. Existe un rango completo de estos accesorios desde el diámetro de 16 mm hasta 160 mm.





Ref. 2) Soldadura por Electrofusión.

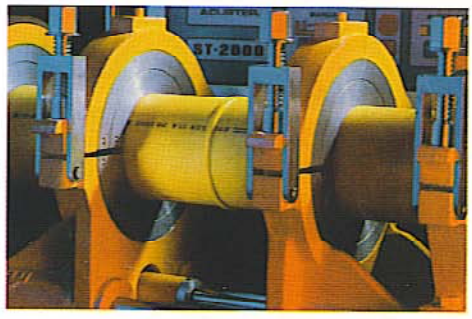
Consiste en soldar el tubo con el accesorio que posee una resistencia incorporada por la cual se hace circular una corriente eléctrica de bajo voltaje originando un calentamiento (efecto Joule) logrando de esta forma la fusión requerida. Existe un rango completo de estos accesorios electrosoldables hasta el diámetro de 400 mm.





Ref. 3) Soldadura a tope (Butt welding).

Consiste en calentar los extremos de los tubos o accesorios a unir mediante una placa calefactora y aplicar una presión de soldadura durante un tiempo especificado (Norma de instalación DVS 2207 - Alemana).
Nuestro Departamento Técnico puede facilitar una ficha técnica indicando los parámetros para la realización de este tipo de soldadura, así como también realizarlas en cada caso concreto.
Esta técnica se aplica desde diámetro de 110 mm hasta 1200 mm.



Ref. 4) Piezas varias de conexión.

Uniones con platina soldable, junta elástica, etc.







VENTAJAS DE LOS TUBOS 3 LINEAS 2000

* **Más livianos**, por su bajo peso específico es un producto de fácil transporte y sencilla manipulación.
** **Mayor flexibilidad**, se adapta mejor a las condiciones del terreno.
** **Alta resistencia al impacto.**
** **Mejor resistencia a los rayos UV**, permiten ser instalados sobre la tierra.
* **No se corroe química ni biologicamente**. Alta resistencia química a fluidos industriales.
* **No se incrusta**, su pared perfectamente lisa impide que se depositen sedimentos.
* **Excelentes características hidráulicas**, debido a su baja rugosidad absoluta ε = 0.02 mm (paredes lisas). Posee un factor «C» (coeficiente de Hazen-Williams) de 150.
* **No contamina al agua potable**, no trasmite olor, sabor ni color.
  Es ideal para el transporte de agua potable y productos alimenticios.
** **No contamina el Medio Ambiente**, sus uniones totalmente estancas no permiten fuga ni ingreso de fluido ó sustancias tóxicas.
** **Es compatible con otros tipos de tuberías** ya instaladas por la gran variedad de accesorios que permiten su adaptación.
** **Se puede unir por termofusión o electrofusión.**
** **Se puede interrumpir el servicio** para trabajos en la red pinzando la tubería. **(Squeeze off)**
** **Admite instalación por sistema de tunelera.**
** **Puede ser tendido bajo cursos de agua** (instalaciones sub-acuáticas), adaptándose a los lechos de ríos y mares.
** **Es el único material con el que se pueden efectuar relining.**
* **No es conductor eléctrico, y es mal conductor del calor.**
** **Suministro y empaque**. Para diámetros de hasta 110 mm, se suministra en rollos ó bobinas de distintas longitudes.
  Se logran instalaciones MAS ECONOMICAS Y MAS SEGURAS, menor posibilidad de pérdidas por el menor número de uniones.
* **Larga vida útil (mínima 50 años) garantizada** por los coeficientes de seguridad considerados en el diseño de los tubos.

**: Ventajas adicionales de los tubos de PE con respecto a tubos de PVC.

PRINCIPALES APLICACIONES

ADUCTORAS, REDES Y DISTRIBUCION DE AGUA (TRANSPORTE DE AGUA POTABLE Y ALIMENTOS)

Conforme con los requisitos de la Comunidad Económica Europea (Directiva de Julio de 1980) y con las recomendaciones de WHO, Geneva 1984. (Referencias normativas: Normas UNIT 217, ISO 4427:1996 e ISO 8795:1990).

DISTRIBUCION DE GAS:

Los tubos de Polietileno son utilizados actualmente para redes de distribución de gas en baja o media presión hasta 4 bars. Se emplean tubos de PEMD de color amarillo ó negros con líneas amarillas que satisfacen el requisito de señalización para tuberías de gas. (Referencia normativa: Norma ISO 4437:1988).

SANEAMIENTO, ALCANTARILLADO, EMISARIOS INDUSTRIALES y DESAGUES ENTERRADOS:

Son aptos para su instalación bajo tierra destinado para saneamiento o alcantarillado, sin presión interna de servicio, pues resisten la carga externa del terreno y tráfico rodoviario pesado.
Se debe tomar en cuenta para su dimensionamiento los siguientes parámetros y condiciones: profundidad de la zanja, densidad del suelo, método de instalación (compactado), rigidez del suelo (Módulo de deformación), Módulo de plastodeformación del tubo (larga duración, 50 años) y la resistencia a tráfico rodoviario en los casos que sea necesario.
Se recomienda generalmente utilizar tubos con SDR 33 ó menores pues la deformación sufrida por estos tubos será siempre menor al valor de especificación (recomendado para este uso) del 6 % a largo plazo (50 años).
REFERENCIA: Método de cálculo basado en el diagrama ampliado de Watkins.

TUBERIAS Y EMISARIOS SUBACUATICOS:

Este tipo de aplicación es una ventaja muy importante de estos tubos, pués permiten atravesar ríos, canales y lagunas que con otros tubos es impracticable. Las conducciones subacuáticas enterradas o sobre el fondo, se utilizan por ejemplo para distribución de agua potable a presión, para conducción de aguas residuales y otros usos varios como ser protección de cables telefónicos y eléctricos.

IRRIGACION Y DRENAJE:

Se emplean en instalaciones de riego por aspersión, en microirrigación por goteo y en microaspersión. Un sistema adecuado de regulación y control permite dosificar en forma apropiada el agua y los fertilizantes incorporados en la misma.
El tendido usual de dichas instalaciones sobre la superficie del terreno o enterradas con arado topo, su flexibilidad, su reducido peso y los acoplamientos rápidos diseñados para ese fin, minimizan el tiempo requerido para su montaje.

RELINING (Nueva entubación - recuperación de tuberías dañadas):

Los tubos de Polietileno son aptos para la realización de Relining, técnica de introducir un tramo de tubería en un conducto defectuoso ya existente para su recuperación o para reforzar la resistencia mecánica del mismo.
Se utiliza para canalizaciones de aguas residuales, tuberías de agua potable, conductos de gas y conducciones subacuáticas enterradas.

TRANSPORTE DE SOLIDOS EN SUSPENSION (minería y dragado):

Resisten la corrosión y el desgaste por abrasión. Son altamente utilizados en el transporte hidráulico de sólidos en yacimientos de arena y grava, en extracciones hidráulicas y mecánicas en minería, para minerales y carbón.

PROTECCION DE CABLES, CONDUCTORES ELECTRICOS, TELEFONICOS Y FIBRAS OPTICAS:

Estos tubos tienen la ventaja de poder fabricarse en rollos o bobinas de cualquier longitud. Por este motivo su empleo es cada vez mayor para la realización de conducciones enterradas o por debajo del agua para la protección de cables telefónicos y de suministro de energía eléctrica.

PERDIDA DE CARGA POR FRICCION EN TUBOS DE PE:

La caída de presión originada por la fricción que produce la circulación de un fluido dentro de un tubo, puede ser determinada aplicando la **fórmula de Hazen-Williams:**

$$H = \frac{10.6685 * L * (Q/C)^{1.8519}}{d^{4.8704}}$$

siendo: H , las pérdidas de carga por fricción en metros de columna de agua (mca).

(10 mca ≈ 1 kg/cm²)

L , la longitud de la línea en m.

d , el diámetro interno del tubo en m.

Q , caudal del fluido en m³/s.

C , constante de rugosidad (se recomienda utilizar como valor conservador, C =150).

Una ventaja a destacar de estos tubos de PE es que poseen una muy reducida pérdida de carga por fricción debido a que sus paredes tienen muy baja rugosidad absoluta (ε = 0.02 mm), por lo que generalmente son denominados como tubos lisos, a diferencia de las cañerías de otros materiales (acero, hierro galvanizado, fibrocemento, etc.).

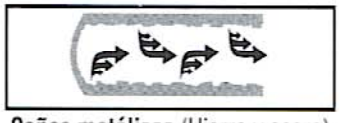
Utilizando tubos de PE se obtiene un mayor ahorro de energía, pues se requiere menor costo de bombeo para una misma presión de servicio.

Para altas velocidades de fluido, los perfiles de flujo se pueden representar de la siguiente forma:



Tubos de PE

No existe fricción, no se reduce la velocidad en la pared del tubo.



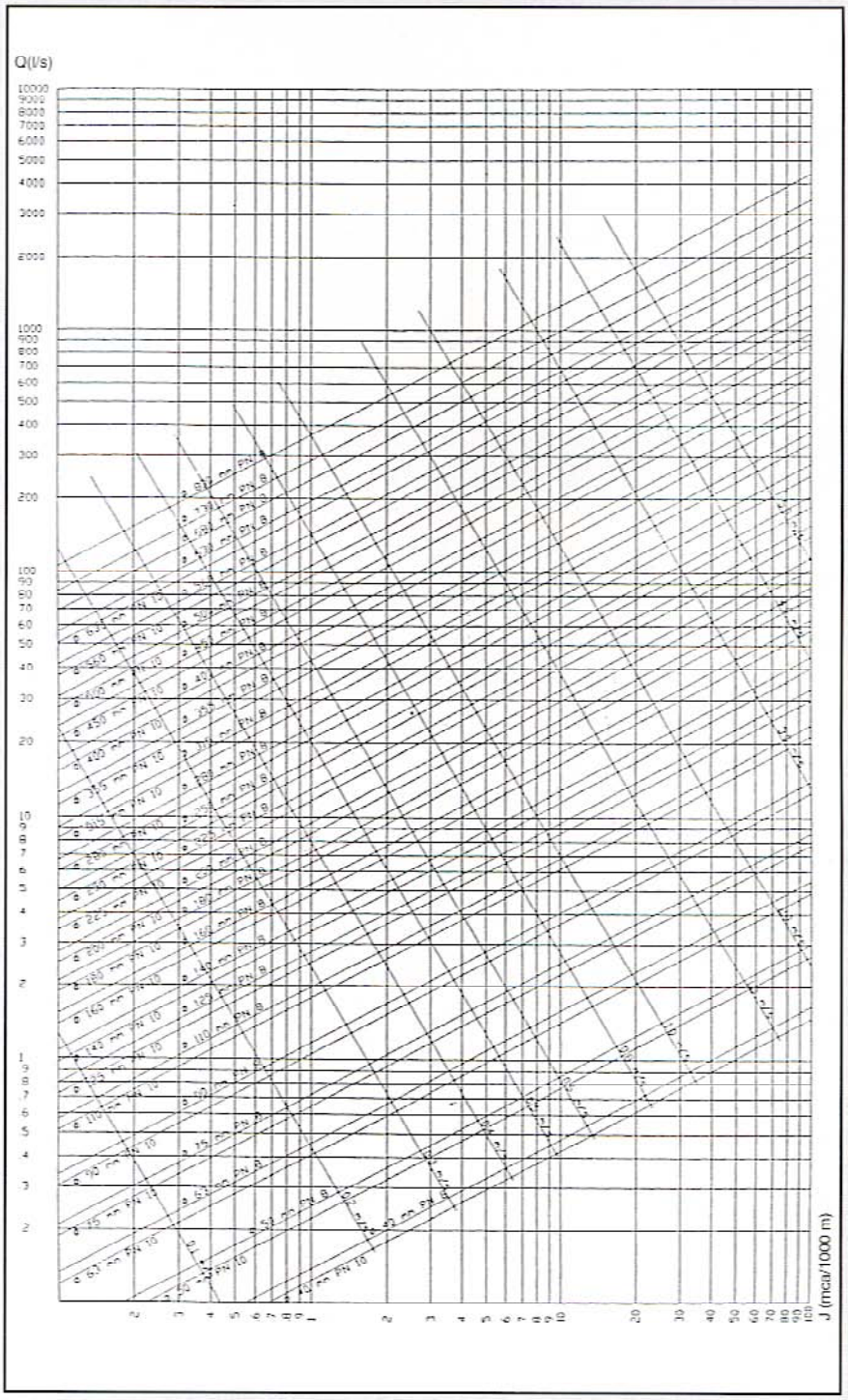
Caños metálicos (Hierro y acero)

Existe fricción, y se reduce la velocidad en la pared del tubo. Caños con mayor rugosidad.

Figuras Nº 3

GRAFICO DE HAZEN - WILLIAMS

Tubos de PE 63 - PN8 (SDR 13,6) y PN 10 (SDR 11)



Q: Caudal de fluido en l/s

D: Diámetro exterior nominal del tubo en mm

v: Velocidad del fluido en m/s

J: Pérdida de carga en metros de columna de agua por cada 1000 metros de longitud de tubo

RESISTENCIAS MECANICAS Y FISICOQUIMICAS DE LOS TUBOS DE PE:

RESISTENCIA AL GOLPE DE ARIETE:
Es la sobrepresión máxima que sumada a la de servicio, debe ser capaz de soportar una tubería en condiciones críticas de uso, como ser en el cerrado rápido de una válvula o en los arranques y paradas de bombas en las líneas.

Su estimación puede realizarse por la siguiente ecuación:

$$P = C * v / (10 * g)$$

siendo: P, la sobrepresión en Kg/cm^2 .
v, velocidad media del fluido antes del golpe de ariete en m/s .
g, la aceleración de la gravedad, 9.8 m/s^2 .
C, la celeridad en m/s, que para tubos de polietileno se define como: $115 * \sqrt{PN}$.

Para reducir el golpe de ariete es que se recomienda el uso de válvulas de cerrado lento con $t > 2 * L/C$, siendo t el tiempo de cerrado en segundos y L la longitud de la línea en metros, con lo que prácticamente se anula la sobrepresión que deben soportar los tubos por esta causa.
Debido a la gran elasticidad y flexibilidad de los tubos de PE la resistencia al golpe de ariete es considerablemente mayor a la de otros materiales.

RESISTENCIA AL COLAPSO:
Se recomienda el uso de tubos con SDR 21 ó menores pues resisten subpresiones e incluso vacío absoluto para situaciones de corto plazo.

RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO:
Admite un aplastamiento total.
En instalaciones de gas es una práctica normal interrumpir el servicio mediante prensado del tubo **(Squeeze off)** para luego de realizada una conexión ó reparación liberarlo nuevamente colocando un manguito de refuerzo en el lugar donde se estrangulo.

RESISTENCIA QUIMICA:
El Polietileno es químicamente inerte e inmune al ataque del agua, soluciones acuosas de sales orgánicas, alcalis y ácidos concentrados con excepción de algunos ácidos fuertes en disolventes orgánicos.
El Polietileno es resistente a la corrosión externa por suelos agresivos.
(Referencia normativa: Norma ISO/TR 10358:1993).

RESISTENCIA A LA INTEMPERIE:
Los tubos de Polietileno están protegidos contra la degradación de los rayos Ultra-Violetas (UV) por el agregado de negro de humo, uniformemente dispersado en su masa lo cual asegura un mínimo de 5 años de vida sin alteración de sus características. No obstante la vida útil de los mismos se puede ver afectada segun la incidencia de este factor (condiciones climatológicas, tiempo de exposición por día, e intensidad de los rayos solares) por lo que se hace difícil predecir en cuanto puede reducirse la vida útil de los tubos. Se recomienda que en lo posible los tubos sean instalados a la sombra eliminando este factor de ataque.

DILATACION Y CONTRACCION TERMICA:

Las variaciones de temperatura sobre una tubería hacen que ésta sufra dilataciones y contracciones que deben ser consideradas al efectuar cualquier instalación.
La dilatación ó contracción térmica que sufren las tuberias, se calculan con la siguiente fórmula:

$$\Delta L = L_o * \alpha * \Delta T$$

siendo: ΔL , la longitud que se expande ó contrae el tramo de longitud L_o (m).
L_o, la longitud inicial del tubo (m).
α , el coeficiente de dilatación térmico lineal del tubo (m/m/°C).
$\Delta T = (0.9 * T_{operación} - T_{instalación})$ (°C).

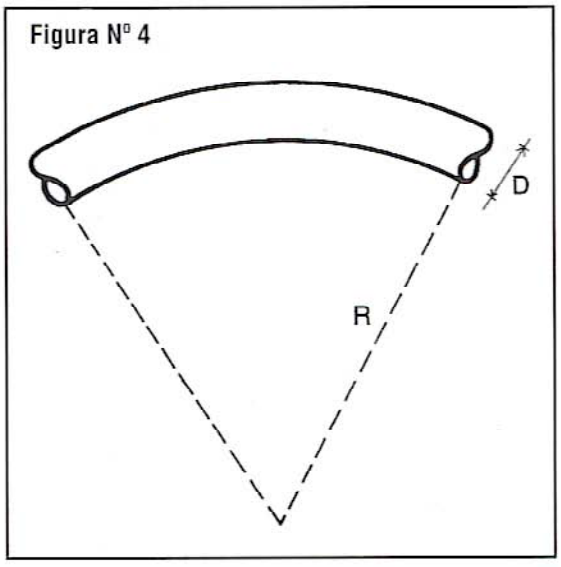
En instalaciones exteriores y en los casos que las variaciones de temperatura sean importantes, es recomendable instalar la línea en forma serpenteante ó insertar en las líneas rectas juntas de expansión, liras u omegas.

En instalaciones enterradas, una vez colmada y apisonada la zanja los esfuerzos producidos por la fricción entre la tubería y el relleno evitan las dilataciones y contracciones debidas a variaciones de temperatura.

RADIO DE CURVATURA DE LOS TUBOS:

Es importante resaltar la gran ventaja que presentan estos tubos por ser flexibles, de poder ser doblados o curvados en la instalación, sobrepasando obstáculos y con mayor economía en piezas de conexión y uniones. Se recomienda un radio mínimo de curvatura permanente (50 años) de $R = (30 * D)$, siendo R el radio mínimo de curvatura y D el diámetro externo del tubo.

Figura Nº 4



Las indicaciones de este catalogo se dan solo como orientación, quedando excluido todo compromiso

TABLA DE DIMENSIONES, PRESIONES DE SERVICIO, PESOS Y EMPAQUE

Conforme a Norma ISO 4065 (1996/12/15)

Conforme a Norma ISO 4427 (1996/12/15)

Modificación interna: Espesor mínimo admitido (Conforme a Norma UNIT 657:82)

kg/m: Peso medio por metro de tubo

Densidad en base a un tubo de PEMD = 0.95 g/cm³

Coeficiente de seguridad utilizado: C = 1.25 (Conforme a norma ISO 12162; 1995/06/01)

Tolerancia en D ext. nominal: Grado A (Norma ISO 11922-1; 1993/09/11)

Tolerancia en Espesor nominal: Grado T y U (Norma ISO 11922-1; 1993/09/11)

SDR		41		33		26		21		17.6		17		13.6		11		9		Datos de empaque	
Presión Nominal (kg/cm2)	PE 63	2.5		3.2		4		5		6		6.3		8		10		12.5			
	PE 80	3.2		4		5		6.3		7.6		8		10		12.6		16			
	PE 100	4		5		6.3		8		9.6		10		12.6		16		20			
D. Exterior nominal (mm)		Espesor (mm)	kg/m	Espesor (mm)	kg/m	Espesor (mm)	kg/m	Espesor (mm)	kg/m	Espesor (mm)	kg/m	Espesor (mm)	kg/m	Espesor (mm)	kg/m	Espesor (mm)	kg/m	Espesor (mm)	kg/m	Largo (m)	Diámetro bobina (m)
16																		2.0	0.092*	200	0.8
20																2.0	0.118	2.3	0.134	200	0.8
25														2.0	0.151	2.3	0.172	2.8	0.201	150	0.8
32												2.0	0.197*	2.4	0.233	3.0	0.280	3.6	0.329	150	1.2
40								2.0	0.250	2.3	0.286	2.4	0.297	3.0	0.358	3.7	0.432	4.5	0.512	100	1.2
50						2.0	0.316*	2.4	0.376	2.9	0.443	3.0	0.456	3.7	0.552	4.6	0.669	5.6	0.798	100	1.2
63				2.0	0.401*	2.5	0.497	3.0	0.583	3.6	0.691	3.8	0.724	4.7	0.886	5.8	1.064	7.1	1.270	100	2.4
75		2.0	0.480	2.3	0.554	2.9	0.679	3.6	0.832	4.3	0.981	4.5	1.020	5.6	1.251	6.8	1.491	8.4	1.790	80	2.4
90		2.2	0.644	2.8	0.796	3.5	0.983	4.3	1.191	5.1	1.395	5.4	1.477	6.7	1.800	8.2	2.155	10.1	2.587	80	2.4
110		2.7	0.947	3.4	1.180	4.2	1.439	5.3	1.783	6.3	2.105	6.6	2.191	8.1	2.657	10.0	3.200	12.3	3.844	50	2.4
125		3.1	1.240	3.9	1.522	4.8	1.869	6.0	2.278	7.1	2.693	7.4	2.808	9.2	3.418	11.4	4.158	14.0	4.964	12	
140		3.5	1.552	4.3	1.888	5.4	2.354	6.7	2.887	8.0	3.389	8.3	3.518	10.3	4.291	12.7	5.190	15.7	6.240	12	
160		4.0	2.008	4.9	2.459	6.2	3.061	7.7	3.777	9.1	4.415	9.5	4.604	11.8	5.611	14.6	6.795	17.9	8.270	12	
180		4.4	2.497	5.5	3.106	6.9	3.856	8.6	4.738	10.2	5.576	10.7	5.836	13.3	7.108	16.4	8.745	20.1	10.46	12	
200		4.9	3.095	6.2	3.884	7.7	4.772	9.6	5.886	11.4	6.923	11.9	7.186	14.7	8.753	18.2	10.79	22.4	12.94	12	
225		5.5	3.909	6.9	4.861	8.6	5.986	10.8	7.455	12.8	8.742	13.4	9.126	16.6	11.32	20.5	13.66	25.2	16.39	12	
250		6.2	4.689	7.7	6.017	9.6	7.439	11.9	9.106	14.2	10.77	14.8	11.20	18.4	13.92	22.7	16.84	27.9	20.16	12	
280		6.9	6.090	8.6	7.512	10.7	9.300	13.4	11.51	15.9	13.48	16.6	14.33	20.6	17.48	25.4	21.09	31.3	25.33	12	
315		7.7	7.635	9.7	9.545	12.1	11.82	15.0	14.48	17.9	17.40	18.7	18.19	23.2	22.14	28.6	26.74	35.2	32.06	12	
355		8.7	9.742	10.9	12.10	13.6	14.95	16.9	18.72	20.1	22.06	21.1	23.08	26.1	28.08	32.2	33.92	39.7	40.74	12	
400		9.8	12.32	12.3	15.37	15.3	18.92	19.1	23.87	22.7	28.06	23.7	29.21	29.4	35.61	36.3	43.08	44.7	51.69	12	
450		11.0	15.57	13.8	19.38	17.2	24.43	21.5	30.18	25.5	35.43	26.7	37.02	33.1	45.14	40.9	54.59	50.3	65.44	12	
500		12.3	19.34	15.3	23.85	19.1	30.16	23.9	37.29	28.3	43.73	29.7	45.75	36.8	55.74	45.4	67.34	55.8	80.67	12	
560		13.7	24.12	17.2	30.67	21.4	37.81	26.7	46.71	31.7	54.88	33.2	57.30	41.2	69.91	50.8	84.42			12	
630		15.4	30.54	19.3	38.71	24.1	47.96	30.0	58.99	35.7	69.53	37.4	72.58	46.3	88.38	57.2	106.9			12	
710		17.4	39.57	21.8	49.27	27.2	60.98	33.9	75.15	40.2	88.24	42.1	92.14	52.2	112.3					12	
800		19.6	50.31	24.5	62.36	30.6	77.33	38.1	95.25	45.3	112.0	47.4	116.8	58.8	142.5					12	
900		22.0	63.43	27.6	79.15	34.4	97.73	42.9	120.6	51.0	141.8	53.3	147.8							12	
1000		24.5	78.50	30.6	97.51	38.2	120.7	47.7	149.0	56.6	175.0	59.3	182.8							12	
1200		29.4	113.1	36.7	140.3	45.9	173.8	57.2	214.4											12	

* Este espesor admite una variante a 2.3 mm conforme a norma ISO 4427

EMPAQUE: Los tubos de Diámetro exterior nominal hasta 110 mm se pueden suministrar en rollos ó bobinas con las dimensiones indicadas en la tabla. Los tubos de Diámetro exterior nominal mayores que 110 mm se suministran en tramos de 12 metros de longitud, pudiendo variar la misma para casos especiales que el cliente requiera.

ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD:

La calidad de los tubos **fabricados por PLASTIDUCTO S.A.** esta asegurada en todo el proceso de fabricación, partiendo del análisis de la materia prima, continuando con los controles dimensionales y de proceso, culminando con los ensayos que exigen las normas bajo las que se fabrican, realizados éstos últimos en nuestro propio laboratorio o en aquel que nuestros clientes indiquen.

SERVICIO DE ATENCION AL CLIENTE:

Nuestro Departamento de Asistencia Técnica brinda un completo asesoramiento sobre la correcta utilización de éstos tubos para distintas aplicaciones. Tel. Int.: 135

Distribuidor:

PLASTIDUCTO S.A.

Tel.: ++598-2-924 2429/31 Fax: ++598-2-924 2449 E-mail: plastid@adinet.com.uy

Hocquart 1514 - C.P. 11800 - Montevideo - URUGUAY

10.4 Contador

CONTATORI HYDRAULIC SYSTEMS CON EMETTITORE DI IMPULSI

I contatori Hydraulic Systems in versione dry, possono essere equipaggiati con emettitore di impulsi del tipo reed switch; il magnete è posizionato su uno degli indici o su un rullo numerato dell'orologeria.
Diversi fattori K (frequenza di impulso: 1 impulso ogni "X" litri) sono disponibili a seconda dei modelli.

ALFA SDC



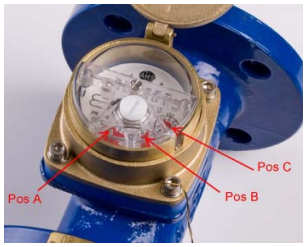
BETA SDC
GAMMA SDC



OMEGA - DELTA
COPPER CAN



KAPPA



Tipo contatto	N.A.	*Max corrente*	0,11 A	*Max frequenza*	*5kHz*
Posizione	Centrale	*Max resistenza di contatto*	200 mΩ		
Max potenza	*3 W*	*Max capacità contatto*	*0,2 pF*	*Min. voltaggio di rottura isolamento*	*200 V*
Max voltaggio	*28 V-DC*	*Resistenza isolamento*	*1010 Ω*		

		K=					
Modello	Calibro	1	10	100	1.000	10.000	100.000
BETA MJ SDC	da ½" a 2"	X	X	X	X		
	da ½" a 2"	La famiglia di contatori beta sdc può essere equipaggiata anche con le seguenti frequenze di impulso (K): 0,25 - 2,5 - 25 - 250 - 0,5 - 5 - 50 - 500					
GAMMA RP SDC	½" - ¾"	X	X	X	X		
ALFA SJ SDC	½" - ¾"		X				
DELTA SJ SDC	DN 50-65-80-100-125			POS A	POS B		
	DN 150 - 200 - 250 - 300				POS A	POS B	
OMEGA WE SDC	DN 50-65-80-100-125			POS A	POS B		
	DN 150-200				POS A	POS B	
	DN 250-300-400-500					POS A	POS B
KAPPA WE SDC	DN 50-65		POS A	POS B	POS C		
	DN 80 - 100 - 125 - 150			POS A	POS B	POS C	
	DN 200 -250-300				POS A	POS B	POS C

10.5 Reductora de presión

Válvula reductora de presión

(Tamaños 1½-14"; DN40-350)

Descripción

La válvula reductora de presión modelo 720 es una válvula de control de operación hidráulica accionada por diafragma, que reduce la presión alta aguas arriba a una presión menor aguas abajo, sin que le afecten las fluctuaciones en la demanda o en la presión aguas arriba.

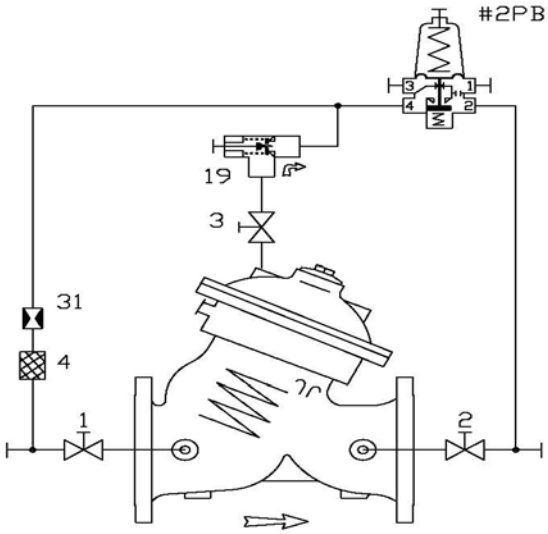
Instalación

1. Deje espacio suficiente alrededor del conjunto de la válvula para cualquier tipo de ajustes y trabajos de mantenimiento en el futuro.
2. Antes de instalar la válvula, lave la tubería para asegurar la limpieza del líquido que fluya por ella.
3. Para el mantenimiento en el futuro, instale llaves de corte (llaves de paso, grifos aislantes) aguas arriba y aguas abajo de la válvula de control de Bermad.
4. Instale la válvula sobre la tubería con la flecha de dirección de flujo en el sentido correcto. Utilice el anillo de la tapa para instalar la válvula.
5. Para obtener un mejor funcionamiento, se recomienda instalar la válvula en posición horizontal y recta. Si se requiere una posición diferente, consulte con BERMAD.
6. Después de la instalación inspeccione cuidadosamente los accesorios, componentes y tuberías y repare lo que sea necesario.
7. Instale un manómetro (en lugar del tapón de plástico del piloto)
8. Se recomienda especialmente instalar un filtro modelo 70F de Bermad aguas arriba de la válvula reductora de presión, con el fin de evitar el acceso de residuos nocivos para la operación de la válvula.
9. Instale una válvula de alivio de presión modelo 73Q de Bermad como protección contra los picos transitorios de presión.

Puesta en funcionamiento y calibración

1. Confirme que las llaves [1], [2] y [3] estén abiertas (la manija paralela al cuerpo de la válvula).
2. Abra la llave de corte de aguas arriba completamente y la de aguas abajo parcialmente, para ir llenando, lentamente y de forma controlada, la línea de abastecimiento aguas abajo del sistema de reducción de presión.
3. Confirme que la presión de suministro y el caudal del sistema sean típicos. Si es necesario, genere caudal abriendo un hidrante, o bien reduzca la presión y el caudal ajustando las llaves de corte de aguas arriba y aguas abajo..
4. Purgue el aire del circuito de control de la válvula aflojando el accesorio de la tapa en el punto más elevado. Reajuste el perno anular del accesorio.
5. La válvula modelo 720 está calibrada en fábrica según la presión especificada en el diseño. La presión predefinida está marcada en la etiqueta del piloto. Deje que la presión que aparece en el manómetro de aguas abajo se estabilice, hasta coincidir con la presión predefinida marcada.
6. Si la presión es distinta de la especificada en el diseño o se han modificado los requisitos, afloje la tuerca de cierre del piloto y haga girar lentamente el tornillo de ajuste en sentido horario para aumentar la presión y en sentido antihorario para reducirla. Deje que la válvula 720 responda y que la presión se estabilice.
7. Una vez estabilizada la presión, ajuste la tuerca de cierre del piloto y abra completamente la llave de corte aguas abajo.
8. El orificio de restricción [31] permite el control bidireccional y aminora la velocidad de cierre de la válvula.
9. El control de caudales unidireccional [19] está definido en fábrica como completamente abierto. Para reducir la velocidad de apertura o estabilizar la reacción de la válvula, haga girar la válvula de aguja en sentido horario.
10. Para la calibración de sistemas reductores de presión que contienen válvulas PRV de derivación paralelas, es preciso calibrar cada una de las PRV por separado, mientras la válvula (o válvulas) paralela se mantiene cerrada. La calibración debe estar de acuerdo con un manómetro compartido, instalado aguas abajo del sistema. Para optimizar el funcionamiento a largo plazo, defina las PRV más grandes en un valor de 0,5 bar menos que el valor de presión de las PRV más pequeñas.
11. El valor predefinido de las válvulas de alivio debe estar en 1 bar por encima de la presión máxima definida en el sistema.

Diagrama de control



PARTS LIST

1	2W Cock Valve
2	2W Cock Valve
3	2W Cock Valve
4	Control Filter
31	Restriction Orifice
19	One Way Flow Contol MT Type
#2PB	2W PB PR Pilot

Detección y reparación de averías

1. **La válvula no se abre:** Compruebe que la presión de entrada sea suficiente, genere demanda/caudal, confirme el valor prefijado en el piloto y revise la posición de las llaves.
2. **La válvula no se cierra:** Genere demanda/caudal, confirme el valor prefijado en el piloto, revise la posición de la válvula de aguja y las llaves, limpie el filtro de control y compruebe que no haya aberturas o accesorios obstruidos, ni residuos atrapados en la válvula principal, compruebe que el diafragma esté libre de fugas.
3. **La válvula no regula:** Revise el valor prefijado en la válvula de aguja, purgue el aire atrapado en la cámara de control y revise la posición de las llaves.

Mantenimiento preventivo

1. Es necesario examinar periódicamente las condiciones que influyen en el funcionamiento de la válvula para determinar el programa de mantenimiento que se requiere.
2. Instrucciones para el mantenimiento:
   - 2.1. Herramientas:
     - 2.1.1. Llaves con unidades de medida métrico-decimales y estadounidenses
     - 2.1.2. Lubricante antibloqueo
   - 2.2. Inspección visual para comprobar la ausencia de fugas y daños externos
   - 2.3. Inspección funcional: cierre, apertura y regulación.
   - 2.4. Cerrar las llaves de corte (llaves de paso, grifos aislantes) aguas arriba y aguas abajo (y la presión externa de trabajo si se aplica).
   - 2.5. Una vez aislada la válvula, purgar la presión aflojando el tapón o accesorio correspondiente.
   - 2.6. Abrir las tuercas del pasador y retirar el actuador entero del cuerpo de la válvula. Desmontar los tubos de control correspondientes.
   - 2.7. Se recomienda tener en reserva un actuador completo de cada tamaño. Esto contribuye a minimizar el tiempo de trabajo en el terreno y el período de inactividad del sistema.
   - 2.8. Desmontar el actuador y examinar las piezas cuidadosamente para comprobar que no se observen signos de desgaste, corrosión u otros desperfectos.
   - 2.9. Reemplazar las piezas gastadas por nuevas y todos los elastómeros. Lubricar las roscas de pernos y tornillos con lubricante antibloqueo.

Piezas de repuesto

Bermad dispone de una guía de pedidos muy cómoda y fácil de usar, que permite solicitar piezas de repuesto y componentes de los sistemas de control.
Para las válvulas de solenoide, tome como referencia el modelo y el número de serie (S/N) en la etiqueta del solenoide.

Publicación: PI7WS00-720	Por: YE 1/08	Rev: 01YE-1/08	Archivo: IOMEW720_01_08

appliceng@bermad.com ● www.bermad.com

La información contenida en este documento podrá ser modificada sin previo aviso. BERMAD no asume ninguna responsabilidad por los errores que pudiera contener. Todos los derechos están reservados. © Copyright de BERMAD Control Valves.

10.6 Medidor de nivel

NIVOPRESS N

HYDROSTATIC LEVEL TRANSMITTER



- **4 … 20 mA output**
- **Wide range of measurement**
- **Level gauge for wells, basins reservoirs**
- **Also for mildly aggressive mediums**
- **Internal or flush diaphragm**
- **Accuracy 0,25% or 0,5%**
- **Surge and polarity protection**

ABOUT NIVOPRESS

NIVOPRESS N submersible hydrostatic level transmitter consists of a special breathing cable (containing capillary tube and stress resistant inlet) and a probe. There are two different designs of the stainless steel probe: with ceramic flush diaphragm and stainless steel diaphragm behind a plastic protection cap.

The level metering is based on the measuring of the pressure difference between the hydrostatic pressure of the liquid head over the diaphragm and the actual atmospheric pressure. This pressure difference is converted into 4 … 20 mA current in the 2-wire version and 0 … 10 V DC voltage in the 4 - wire version.

Easy installation and wiring is ensured by the use of the complete set of accessories.

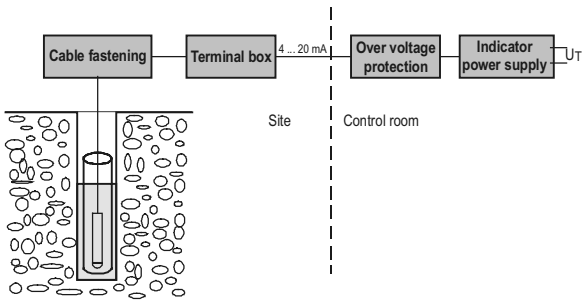
For outdoor measurements the application of over voltage protection (OVP) is suggested.

To ease installation the use of terminal box (with or without OVP) is recommended serving as terminal for the wires and for the breathing tube.

APPLICATION

NIVOPRESS NPK-200 hydrostatic level transmitters are applicable to clean liquids in bore holes and is especially recommended for monitoring and controlling submersible pumps.

NIVOPRESS NCK-200 type units with ceramic flush diaphragm are for level measurement of tanks and reservoirs and also suitable for contaminated liquids.



npk2s04a0602a

TECHNICAL DATA

TRANSMITTER PROBE

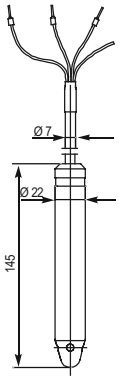
TYPE		NPK-200	NCK-200	NCH-200	NPH-200
Range		0 … 200 m water head	0 … 20 m water head		0 … 200 m water head
		In accordance with the order code			
Maximum pressure as the multiplied range		3 x	20 x (h≤ 3 m wh.) 10 x (> 3 m wh.)		3 x
Output signal		2-wire. 4 … 20 mA		3-wire 0…10V (0V≤80mV)	
Power supply		9 … 30 V DC	12 … 30 V DC		18…30 VDC
Maximum resistance U_s = voltage of p. source U_{min} =. min. voltage		$R_s = \frac{(U_s - U_{min})}{0{,}02A}$		≥ 5 kOhm	
Power consumption		—		< 6 mA	
Accuracy		± 0,5 %	± 0,25 %		± 0,5 %
Temperature coefficient		≤ ± 0,1 % / 10K		≤ ± 0,2 %/ 10 K	
Temperature range		- 10 °C...+60 °C	for special order +75 °C		
Temperature of storage		-10 °C … +50 °C			
Ingress protection		IP 68			
Electric protection		Class III			
Electric connection		Shielded, breathing cable ∅ 7 mm			
Cable cross section		0,34 mm²			
Cable length		0 … 300 m	in accordance with the order code		
Dimension		∅22 x145 mm	∅ 40 x 150 mm		∅ 22x145 mm
Mass		probe: 0,2kg	probe:0,4 kg		Probe: 0,2 kg
		Cable: ~ 0,06 kg/m			
Material of wetted parts	Diaphragm	1.4404	Al_2O_3 ceramic		1.4404
	Housing	1.4571	1.4404		1.4571
	Cable coat	Polyurethane	Polyethylene		Polyurethane
	Gasket	VITON (FKM)			
	Protection cap	ABS	–		ABS

ACCESSORIES

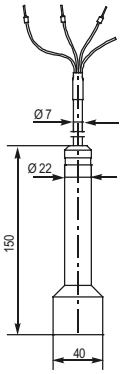
CABLE TERMINAL BOX	NAA-101	
Dimension	139 x 119 x 70 mm	
Ingress protection	IP 65	
Ambient temperature	–40 °C … +65 °C	
Material	Polycarbonate	
Conduit	ASM 16 (cable outer diameter. ∅5… ∅10 mm)	
Electric connection	Terminal screw (cross section max. 2,5 mm²)	
CABLE TERMINAL BOX WITH SURGE PROTECTION	**NAA-102 ***	
General data	Same as with NAA-101	
Electric data	Same as with OVP	
CABLE FASTENING	**NAA-103 /NAA-105**	
Maximum cable length	150 m / 100 m	
Ambient temperature	-10 °C … + 45 °C	
Dimension	110 x 110 mm	
SURGE PROTECTION	**OVP12/33 ***	**OVP32/33 ***
Version	Open air	DIN 35 mm rail mounted
Dimension	72 x 42 x 19 mm	62 x 65 x 18 mm
Ingress protection	IP 54	IP 20
Wire	Cross section max. 2,5 mm²	
Voltage clipping	33 V	
Pulse power	600 W / 1 ms	
Input resistance	13 ohm	
Leakage current	≤ 10 µA	

- For 4 … 20 mA loop powered units only

DIMENSIONS

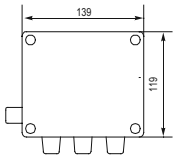


NPK-200, NPH-200

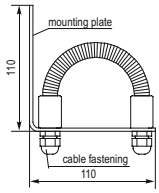


NCK-200, NCH-200

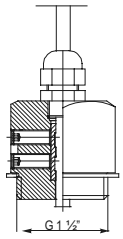
ACCESSORIES



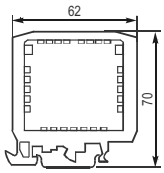
NAA-101 / NAA-102



NAA-103



NAA-105



OVP 32 / 33

ORDER CODE (Not all combinations possible)

NIVOPRESS N ☐ ☐ – 2 ☐ ☐ ☐

ACCURACY	CODE
Capacitance	C
Piezoresistive	P

OUTPUT	CODE
2-wire 4 … 20 mA	K
3-wire. 0 … 10 V DC	H

RANGE.*	CODE
1 m wh.	1
2 m wh.	2
5 m wh.	3
10 m wh.	4
20 m wh.	5
50 m wh.	6
100 m wh.	7
200 m wh.	8

CABLE LENGTH	CODE
0 m	0
10 m	1
20 m	2
30 m	3
40 m	4
50 m	5
60 m	6
70 m	7
80 m	8
90 m	9
100 m	A
200 m	B
300 m	C

	CABLE LENGTH	CODE
up to 100 m	0 m	0
	1 m	1
	2 m	2
	3 m	3
	4 m	4
	5 m	5
	6 m	6
	7 m	7
	8 m	8
	9 m	9
over 100 m	0 m	0
	10 m	1
	:	:
	90 m	9

** Special ranges or models with engineering unit of bar also available*

Technical specification may be changed without notice

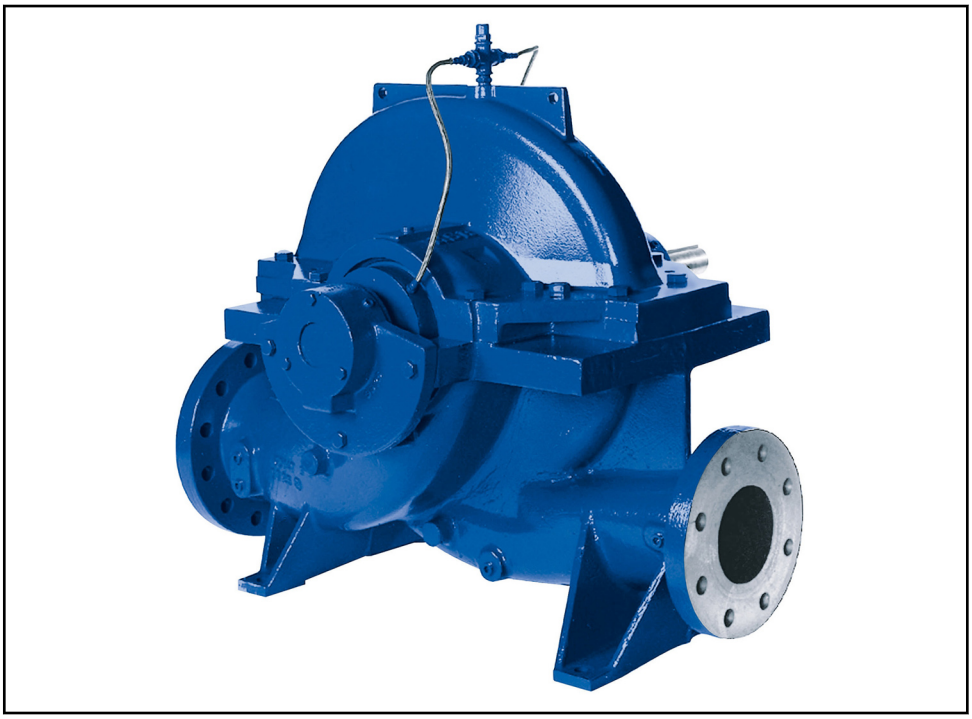
NIVELCO PROCESS CONTROL Co.
H - 1043 BUDAPEST, DUGONICS U. 11.
PHONE.:(36-1) 369-7575 ♦ FAX:(36-1) 369-8585
e-mail: sales@nivelco.com http://www.nivelco.com

10.7 Catálogos de bomba KSB

Axially Split Volute Casing Pump

Omega / Omega V

Type Series Booklet



Legal information/Copyright

Type Series Booklet Omega / Omega V

KSB Aktiengesellschaft Halle

All rights reserved. Contents provided herein must neither be distributed, copied, reproduced, edited or processed for any other purpose, nor otherwise transmitted, published or made available to a third party without KSB´s express written consent.

Subject to technical modification without prior notice.

© KSB Aktiengesellschaft Frankenthal 11.04.2012

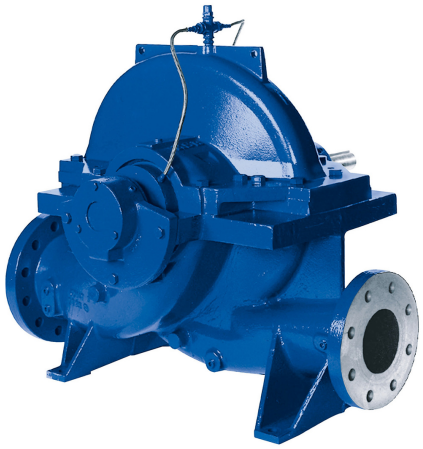
Contents

Water Supply 4
Axially Split Volute Casing Pump 4
Omega / Omega V 4
Main applications 4
Fluids handled 4
Operating data 4
Designation 4
Design details 4
Materials 5
Coating and preservation 6
Product advantages / customer benefits 7
Acceptance tests 7
Selection information 8
Programme overview 9
Related documents 10
Specifications required for enquiries/orders 11
Selection chart 50 Hz 12
Selection chart 60 Hz 13
Types of installation 14
Scope of supply 16
General assembly drawing with list of components 17

Water Supply

Axially Split Volute Casing Pump

Omega / Omega V



Main applications

- Water supply systems
- Desalination plants
- Pressure boosting
- Water transport
- Service and cooling water for power stations and industry
- Irrigation and drainage pumping stations
- Fire-fighting systems
- Shipbuilding
- District heating and cooling systems

Fluids handled

OMEGA / OMEGA V pumps are designed for pumping water and other fluids with a low solids content. The pumps are very versatile and can be used for the following fluids:

- Brackish water
- River, lake and groundwater
- Stormwater
- Service water
- Fire-fighting water
- Cooling water
- Condensate
- Heating water
- Fire-fighting water

Operating data

Overview of operating data

Characteristic		Value
Sizes	DN	80-350 mm [3-14 inch]
Flow rate[1)]	Q	up to 2880 m³/h [12.680 US.gpm]
Head[2)]	H	up to 210 m [689 ft]
Operating pressure[2)]	p	up to 25 bar [363 psi]
Temperature of the fluid pumped[3)]	t	up to +80 °C [176 °F]

Designation

Example: Omega V 150 - 460 A GB P M

Key to the designation

Code	Description	
Omega	Type series	
V	**Installation type**	
	4)	Horizontal installation
	V	Vertical installation
150	Nominal discharge nozzle diameter [mm]	
460	Nominal impeller diameter [mm]	
A	Impeller type	
GB	**Material variant** (⇨ Page 5)	
	GB	Grey cast iron / bronze
	GC	Grey cast iron / chrome steel
	SB	Nodular cast iron / bronze
	SC	Nodular cast iron / chrome steel
	DD_{35}	Duplex steel / duplex steel
P	**Shaft seal**	
	P	Gland packing
	G	Mechanical seal
M	**Bearing lubrication**	
	F	Grease
	M	Product-lubricated

Design details

Design

- Volute casing pump
- Horizontal/vertical installation
- Single-stage
- Nominal diameter of the discharge nozzles: 80 mm to 350 mm

Pump casing

- Axially split volute casing
- Volute casing with integrally cast pump feet
- Replaceable casing wear rings
- Mating dimensions to EN or ASME

1) For larger flow rates see the RDLO / RDLOV pump series
2) Depending on the material and size
3) Fluid temperatures of up to 140 °C on request
4) Blank

Impeller type

- Double-entry radial impeller
  optionally with impeller wear rings

Pump shaft

- Completely dry shaft for design with rolling element bearings
- Shaft protecting sleeves in the seal area

Shaft seal

- Gland packing
- Mechanical seal

Bearings

For horizontal installation:

- Rolling element bearings, greased for life

For vertical installation:

- Lower bearing: product-lubricated plain bearing / Upper bearing: rolling element bearing, greased for life

Materials

Part No.	Description	Material variant				
		GB	GC	SB	SC	DD_{35} [5]
For all variants						
102	Volute casing	Grey cast iron	Grey cast iron	Nodular cast iron	Nodular cast iron	Duplex steel
211	Pump shaft	Stainless steel	Stainless steel	Stainless steel	Stainless steel	Duplex steel
234	Impeller	Bronze	Duplex steel	Bronze	Duplex steel	Duplex steel
350.1	Bearing housing	Grey cast iron	Grey cast iron	Grey cast iron	Grey cast iron	Grey cast iron
360	Bearing cover	Grey cast iron	Grey cast iron	Grey cast iron	Grey cast iron	Grey cast iron
441	Shaft seal housing	Grey cast iron	Grey cast iron	Nodular cast iron	Nodular cast iron	Duplex steel
502	Casing wear ring	Bronze	Bronze	Bronze	Bronze	Duplex steel
503	Impeller wear ring (optional)	Bronze	Stainless steel	Bronze	Stainless steel	Duplex steel
524.1	Shaft protecting sleeve	Stainless steel	Stainless steel	Stainless steel	Stainless steel	Duplex steel
For pump sets with product-lubricated plain bearing only						
160	Cover	Grey cast iron	Grey cast iron	Nodular cast iron	Nodular cast iron	–
350.2	Bearing housing	Grey cast iron	Grey cast iron	Nodular cast iron	Nodular cast iron	–
545	Bearing bush	Silicon carbide	Silicon carbide	Silicon carbide	Silicon carbide	–
524.2	Shaft protecting sleeve	Silicon carbide	Silicon carbide	Silicon carbide	Silicon carbide	–
550.3	Disc	Stainless steel	Stainless steel	Stainless steel	Stainless steel	–
525.1	Spacer sleeve	Stainless steel	Stainless steel	Stainless steel	Stainless steel	–
For pump sets with gland packing only						
452	Gland follower	Unalloyed steel	Unalloyed steel	Unalloyed steel	Unalloyed steel	–
455	Gland packing insert	Bronze	Bronze	Bronze	Bronze	–
457	Neck ring	Bronze	Bronze	Bronze	Bronze	–
458	Lantern ring	Bronze/ Duroplast[6]	Bronze/ Duroplast[6]	Bronze/ Duroplast[6]	Bronze/ Duroplast[6]	–
461	Packing ring	Ramie fibre PTFE impregnated	Ramie fibre PTFE impregnated	Ramie fibre PTFE impregnated	Ramie fibre PTFE impregnated	–
For pump sets with mechanical seal only						
433	Balanced mechanical seal	Carbon/ silicon carbide	Carbon/ silicon carbide	Carbon/ silicon carbide	Carbon/ silicon carbide	Carbon/ silicon carbide
433	Unbalanced mechanical seal	Silicon carbide / silicon carbide	Silicon carbide / silicon carbide	Silicon carbide / silicon carbide	Silicon carbide / silicon carbide	Silicon carbide / silicon carbide
457.2	Neck ring	Bronze	Bronze	Bronze	Bronze	Duplex steel
471	Seal cover	Grey cast iron	Grey cast iron	Grey cast iron	Grey cast iron	Duplex steel
525.2	Spacer sleeve	Stainless steel	Stainless steel	Stainless steel	Stainless steel	Duplex steel

5) For duplex steel with special PREN values contact the manufacturer.
6) Only for OMEGA: 80-210 / 80-270 / 80-370 / 100-250 / 100-310 / 100-375

Coating and preservation

Coating for indoor installation

Coating type	Material variant					Casing			Base frame
	GB	GC	SB	SC	DD_{35}	Outside	Inside	Bearing housing	
A1	✘	✘	✘	✘	–	Paint on epoxy resin base; colour RAL 5002 (ultramarine blue)[7]	Primer on epoxy resin base; colour not binding	Paint on epoxy resin base; colour RAL 5002 (ultramarine blue)[7]	Paint on epoxy resin base; colour RAL 5002 (ultramarine blue)[7]
A1-E[8]	✘	✘	✘	✘	–	Paint on epoxy resin base; colour RAL 5002 (ultramarine blue)[7]	Paint on epoxy resin base; colour RAL 5015 (sky blue)[9]	Paint on epoxy resin base; colour RAL 5002 (ultramarine blue)[7]	Paint on epoxy resin base; colour RAL 5002 (ultramarine blue)[7]
B1	–	–	–	–	✘	None; sand-blasted SA 2 $^1/_2$	None; sand-blasted SA 2 $^1/_2$	Paint on epoxy resin base; colour RAL 5002 (ultramarine blue)[7]	Paint on epoxy resin base; colour RAL 5002 (ultramarine blue)[7]
B1-E[8]	–	–	–	–	✘	Paint on epoxy resin base; colour RAL 5002 (ultramarine blue)[7]	None; sand-blasted SA 2 $^1/_2$	Paint on epoxy resin base; colour RAL 5002 (ultramarine blue)[7]	Paint on epoxy resin base; colour RAL 5002 (ultramarine blue)[7]
✘ = available for selection – = unavailable for selection									

Coating for outdoor installation

Coating type	Material variant					Casing			Base frame
	GB	GC	SB	SC	DD_{35}	Outside	Inside	Bearing housing	
A2	✘	✘	✘	✘	–	Paint on polyurethane base colour RAL 5002 (ultramarine blue)[10]	Primer on epoxy resin base colour not binding	Paint on polyurethane base colour RAL 5002 (ultramarine blue)[10]	Paint on polyurethane base colour RAL 5002 (ultramarine blue)[10]
A2-E[8]	✘	✘	✘	✘	–	Paint on polyurethane base colour RAL 5002 (ultramarine blue)[10]	Paint on epoxy resin base colour RAL 5015 (sky blue)[11]	Paint on polyurethane base colour RAL 5002 (ultramarine blue)[10]	Paint on polyurethane base colour RAL 5002 (ultramarine blue)[10]
B2	–	–	–	–	✘	None; sand-blasted SA 2 $^1/_2$	None; sand-blasted SA 2 $^1/_2$	Paint on polyurethane base colour RAL 5002 (ultramarine blue)[10]	Paint on polyurethane base colour RAL 5002 (ultramarine blue)[10]
B2-E[8]	–	–	–	–	✘	Paint on polyurethane base colour RAL 5002 (ultramarine blue)[10]	None; sand-blasted SA 2 $^1/_2$	Paint on polyurethane base colour RAL 5002 (ultramarine blue)[10]	Paint on polyurethane base colour RAL 5002 (ultramarine blue)[10]
✘ = available for selection – = unavailable for selection									

7) For indoor use in the industry and in a marine atmosphere; other colours only in coating system A2 or B2 and on request. Max. permissible temperature = 150 °C

8) Surcharge

9) Approved for drinking water (KTW, DVGW, ACS). The impeller and its components are generally not coated. No other colours available. Max. permissible temperature = 25 °C

10) For indoor use in the industry and in a marine atmosphere. Other colours on request. Max. permissible temperature = 150 °C

11) Approved for drinking water (KTW, DVGW, ACS). Impeller and impeller components are generally not coated. No other colours available. Max. permissible temperature 25 °C

Product advantages / customer benefits

- Low maintenance costs:
  - Fast and easy to install thanks to self-centring components (upper casing part, rotor, casing cover)
  - Materials resistant to corrosion and abrasion
  - Smooth operation with low vibration levels
  - Replacement and spare parts fit several pump sizes
- Long service life:
  - Sealed and dry shaft
  - Short bearing distances and a short shaft
  - Protected rolling element bearings greased for life
  - Optional impeller wear rings
  - Replaceable shaft protecting sleeve
- High operating reliability:
  - Rigid shaft without shoulders and threads between the bearings
  - Generously sized, spring-loaded bearings (Lh_{10} = 100,000 hours)
  - High tightness thanks to solid casing split flange
  - Double-entry impeller for axial thrust balancing
  - Design with double volute depending on the flow rate
- Highly flexible:
  - Components suitable for reverse direction of flow
  - Shaft sealed by gland packing or mechanical seals
  - Flexible change from gland packing to mechanical seal or vice versa
  - Flanges to DIN or ASME
- Excellent efficiencies and NPSH values:
  - Computer-optimised impellers
  - Smooth surfaces in casing and impeller
  - Large impeller inlet diameters for optimum suction behaviour
  - Cost effective replacing of casing and impeller wear rings
  - Vortex-free intake elbow with low energy losses
  - Impeller trimmed to match the specified duty point
  - Several hydraulic systems per pump size

Acceptance tests

- Functional and acceptance tests
  - For information on acceptance tests and inspections refer to the QCPs (see KSB Standard ZN56555-1A / ZN56555-1B / ZN56555-1C)
- Quality assurance system
  - DIN ISO 9001 / EN 29001

Selection information

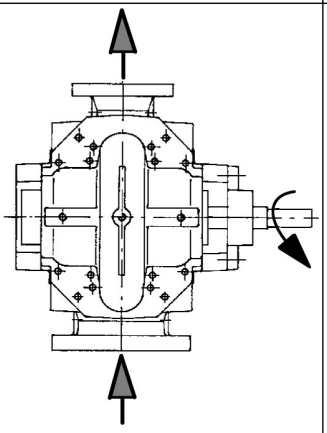
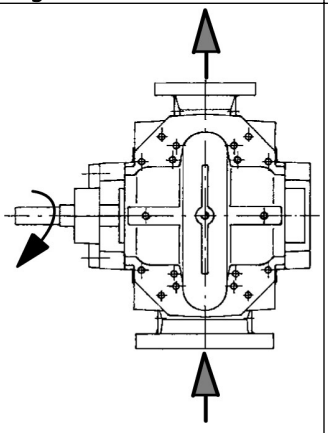
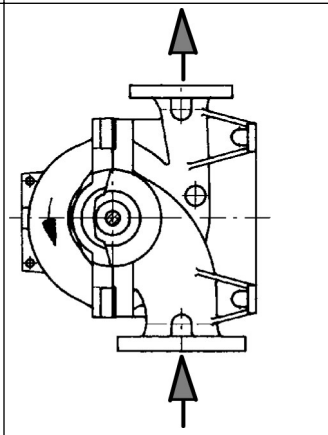
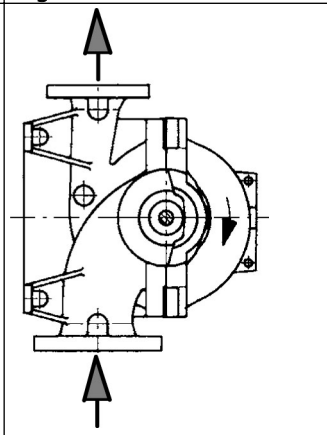
Solids content

Solids content [ppm]

Material variant	Max. permissible solids content for variants with barrier and flushing water line without cyclone separator					Max. permissible solids content for variants with barrier and flushing water line with cyclone separator[12)]				
	GB	GC	SB	SC	DD_{35}	GB	GC	SB	SC	DD_{35}
Gland packing	50	50	50	50	50	100	100	100	100	100
Unbalanced mechanical seal	50	50	50	50	50	100	100	100	100	100
Balanced mechanical seal	50	50	50	50	50	100	100	100	100	100

Directions of rotation and flow

Directions of rotation and flow

Omega, horizontal installation		Omega, vertical installation	
Direction of rotation when looking at the shaft stub **"left"**= anti-clockwise	Direction of rotation when looking at the shaft stub **"right"**= clockwise	Direction of rotation when looking at the shaft stub **"left"**= anti-clockwise	Direction of rotation when looking at the shaft stub **"right"**= clockwise
			

The pumps are designed symmetrically, which means that the designs for clockwise and anti-clockwise rotation are identical. The direction of rotation can be reversed at a later stage without retrofitting or modifying components.

12) Higher solids contents on request

Programme overview

General overview

Features	Omega		Omega V		
	Fig.0	3E	DB	DK	DJ
Acceptance tests					
Hydraulic acceptance test to KSB Standard (DIN ISO 9906 - 2B)	●	●	●	●	●
Hydraulic acceptance test to DIN ISO 9906 - 1B	○	○	○	○	○
Hydraulic acceptance test to Hydraulic Institute A	○	○	○	○	○
NPSH test (to DIN ISO 9906 or Hydraulic Institute A)	□	□	□	□	□
Sound measurement	□	□	□	□	□
Vibration measurement	□	□	□	□	□
Bearing temperature measurement	□	□	□	□	□
Visual inspection after test run (strip test)	□	□	□	□	□
Hydrostatic testing	□	□	□	□	□
Balancing check of impeller	□	□	□	□	□
Coating					
Coating for indoor installation (KSB blue / RAL 5002)	●	●	●	●	●
Coating for outdoor installation (KSB blue / RAL 5002)	□	□	□	□	□
Coating approved for drinking water	□	□	□	□	□
Coating for outdoor installation (special colour)	□	□	□	□	□
Special coating (customised coating system/composition)	13)	13)	13)	13)	13)
Installation parts					
Without installation parts	●	–	–	–	–
Base frame for pump and motor including foundation bolts (only supplied assembled as a pump set up to motor size ≤ IEC 280M or max. total weight ≤ 1500 kg)	–	●	–	–	–
Special base frame for pump and motor including foundation bolts	–	13)	–	–	–
Pump foundation (foot) including foundation blocks and motor pedestal	–	–	●	●	–
Special design of pump foundation (foot) including foundation blocks and motor pedestal	–	–	13)	13)	–
Pump foundation (foot) including foundation blocks	–	–	–	–	●
Pump foundation (foot) including foundation blocks and motor support frame with foundation rails and bolts	–	–	–	–	13)
Direction of rotation					
"Right": clockwise	●	●	●	●	●
"Left": anti-clockwise	●	●	●	●	●
Flange					
Drilled to DIN EN 1092 – flat face (type A):	●	●	●	●	●
Drilled to DIN EN 1092 – raised face (type B):	□	□	□	□	□
Drilled to ASME B16 – flat face (type FF):	●	●	●	●	●
Drilled to ASME B16 – raised face (type RF):	□	□	□	□	□
Special flange	13)	13)	13)	13)	13)
Coupling					
Without coupling and coupling guard	●	□	–	–	●
Torsionally flexible 3-piece jaw coupling (coupling guard not tread proof)	□	●	●	●	–
Torsionally flexible 3-piece jaw coupling (coupling guard tread proof)	–	13)	–	–	–
Torsion-resistant flexible disc coupling with spacer (coupling guard not tread proof)	13)	13)	13)	13)	–
Torsion-resistant flexible disc coupling with spacer (coupling guard tread proof)	–	13)	–	–	–
Cardan shaft / coupling with spacer (with/without intermediate bearing)	–	–	–	–	13)
Bearings					
Grease-lubricated rolling element bearing at the drive end	●	●	●	●	●
Grease-lubricated rolling element bearing at the non-drive end	●	●	–	–	–
Product-lubricated plain bearing at the non-drive end[14)]	–	–	●	●	●
Oil-lubricated rolling element bearings at both ends	–	–	–	–	–
Motor					
Without motor	●	●	●	●	●
Low-voltage motor to IEC Standard (make selected by KSB)[15)16)17)]	□	●	●	●	●

13) On request

14) Not possible for material variant DD_{35}

15) Only supplied assembled as a pump set up to motor size ≤ IEC 280M or max. total weight ≤ 1500 kg

Features	Omega		Omega V		
	Fig.0	3E	DB	DK	DJ
Low-voltage motor to IEC Standard (make to KSB Standard)[15)16)]	○	○	○	○	○
Special motor (motor size ≤ IEC280M) to customer requirements (make not documented)[15)17)]	13)	13)	13)	13)	13)
Special motor (motor size > IEC280M) to customer requirements (make not documented)[15)16)18)17)]	13)	13)	13)	13)	13)
Wear rings					
Casing with wear rings / impeller without wear rings	●	●	●	●	●
Casing with wear rings / impeller with wear rings	○	○	○	○	○
Piping					
Barrier/flushing water line made of flexible PTFE (malleable cast iron)	●	●	●	●	●
Barrier/flushing water line made of flexible PTFE (stainless steel)[14)]	○	○	○	○	○
Barrier/flushing water line made of flexible PTFE (duplex)[19)]	○	○	○	○	○
Special piping (to customer requirements)	13)	13)	13)	13)	13)
Shaft seal					
Gland packing[14)]	●	●	●	●	●
Single mechanical seal (balanced/unbalanced)	○	○	○	○	○
Special shaft seal (make/design different to KSB specifications)	13)	13)	13)	13)	13)
Accessories					
Cyclone separator[14)]	○	○	○	○	○
Manually actuated vent valve (without additional piping)[20)]	○	○	○	○	○
Manually actuated drain valves (without additional piping)[20)]	○	○	○	○	○
PumpMeter	○	○	○	○	○
PT100 temperature sensor[20)21)]	○	○	○	○	○
Limit switch for PT100[20)21)]	○	○	○	○	○
Transmitter for PT100[20)21)]	○	○	○	○	○
Measuring nipple (SPM) for manual vibration measurement[20)21)]	○	○	○	○	○
Vibration sensor including vibration monitoring device[20)21)]	○	○	○	○	○
Pressure gauge nominal size 100 including valves (without attenuation)[14)20)21)]	○	○	○	○	○
Pressure gauge nominal size 100 including valves (with attenuation)[20)21)]	○	○	○	○	○
Replacement and spare parts					
Replacement and spare parts for 2 years of operation	○	○	○	○	○

Key to the symbols

Symbol	Description
●	Standard design
○	Standard variant[22)]
□	Special design[22)]
–	Selection unavailable

Related documents

- General Arrangement Drawings 1384.3940
- Characteristic Curves Booklet 50 Hz - 1384.450, 60 Hz - 1384.460

16) The motor can be supplied by the customer and mounted at the site of installation. Motors supplied by KSB can also be mounted by the customer.
17) On request, customer-supplied motors can be mounted by KSB.
18) From motor size > IEC 280M the motor dimensions depend on the make. KSB uses motors made by Siemens. When using other makes or designs the base frame / motor pedestal must be adjusted (special base frame).
19) Only for material variants GB / GC / SB / SC
20) If no valve or measuring equipment is selected as accessory the corresponding connection is closed with a plug.
21) Measuring equipment is supplied loose and must be fitted to the pump at the time of commissioning. This connection is closed with a plug when the pump is supplied.
22) A surcharge and longer delivery times apply to standard variants and special designs.

Specifications required for enquiries/orders

Pump:

- Designation of the pump
- Maximum inlet pressure and $NPSH_A$ value
- Flow rate Q
- Head H_{total}
- Flange design
- Shaft seal
- Type and temperature of the fluid pumped
- Solids content
- Direction of rotation / motor position
- Accessories required
- Special inspections and acceptance tests
- Quantity and language of operating manuals

Motor (selected by KSB):

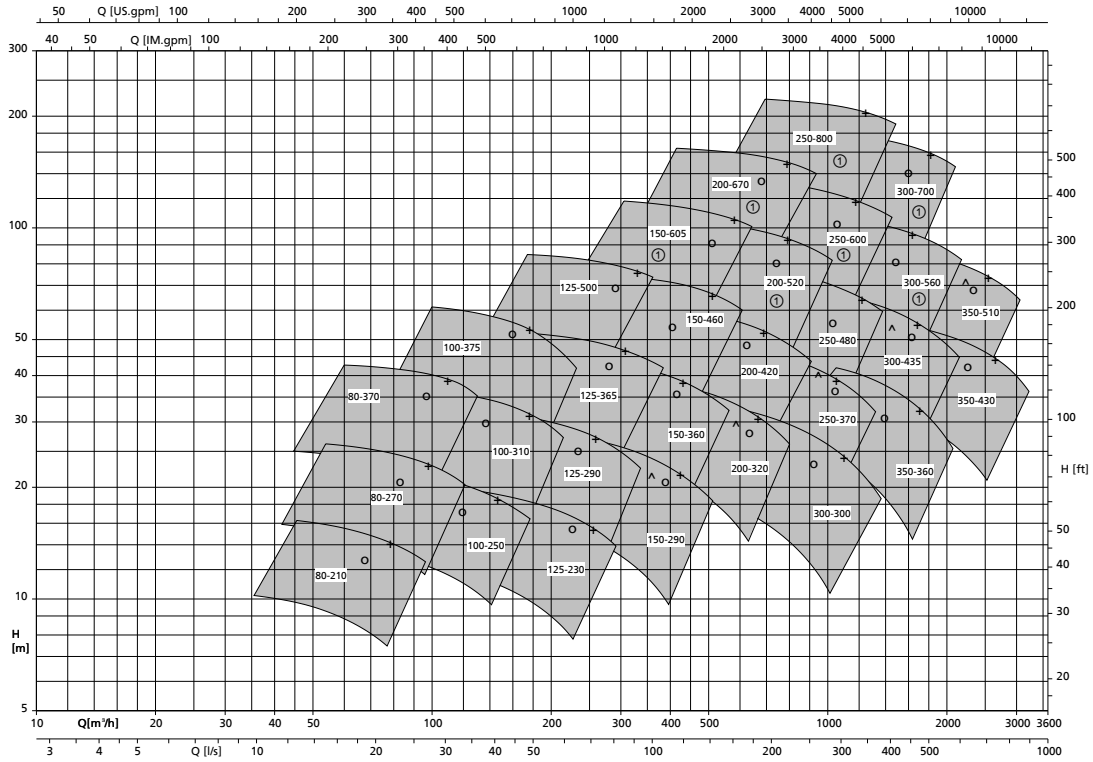
- Type of construction
- Enclosure
- Voltage, frequency, starting method
- Ambient temperature
- Thermal class
- Accessories required

Motor (supplied by the customer):

- Binding data sheet with motor dimensions and effective speed

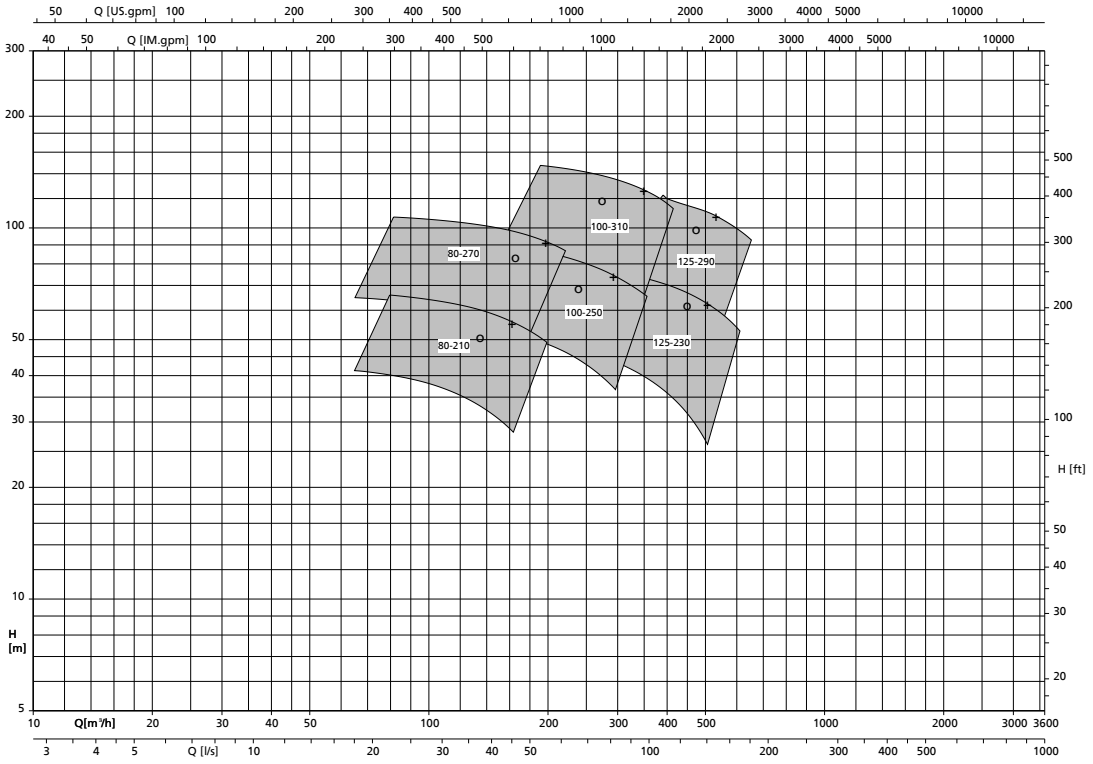
Selection chart 50 Hz

n = 1450 rpm



+ = η_{opt} A - impeller / o = η_{opt} B - impeller / ^ = η_{opt} C - impeller
①: Pump casing with double volute

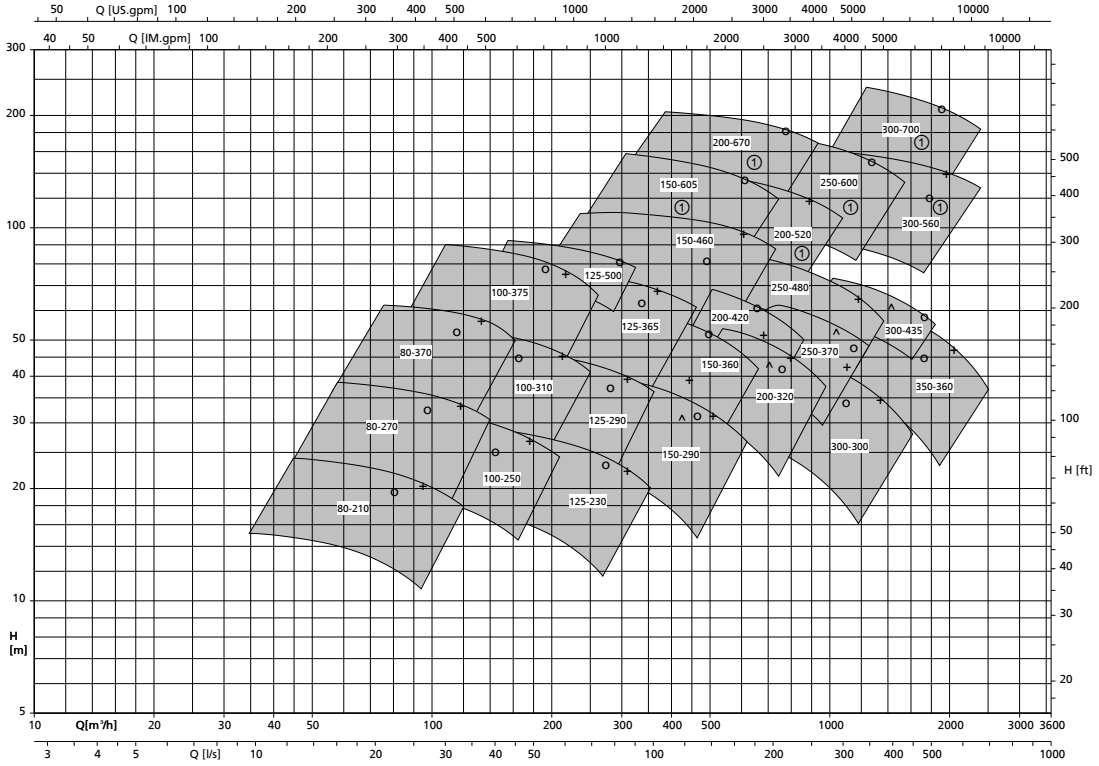
n = 2900 rpm



+ = η_{opt} A - impeller / o = η_{opt} B - impeller / ^ = η_{opt} C - impeller

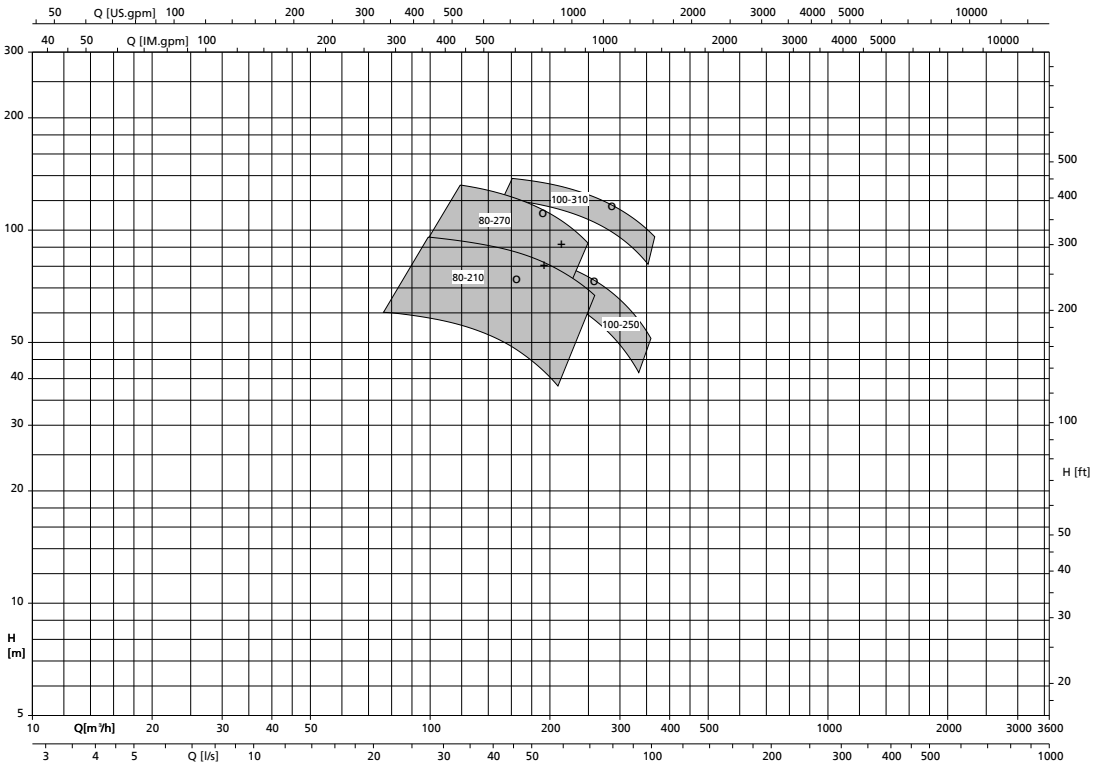
Selection chart 60 Hz

n = 1750 rpm



+ = η_{opt} A - impeller / o = η_{opt} B - impeller / ^ = η_{opt} C - impeller
①: Pump casing with double volute

n = 3500 rpm



+ = η_{opt} A - impeller / o = η_{opt} B - impeller / ^ = η_{opt} C - impeller

Types of installation

Fig.0

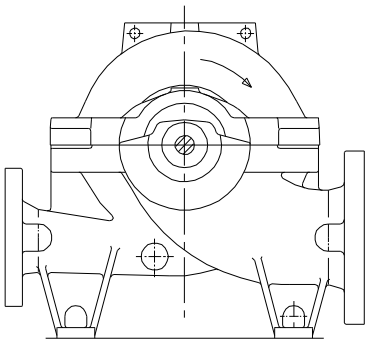


Fig.0: Bare shaft pump

Options of installation parts:

- None

Coupling options:

- Torsionally flexible 3-piece jaw coupling
- Torsion-resistant flexible disc coupling (on request)

Coupling guard options:

- Light-duty design, not tread proof

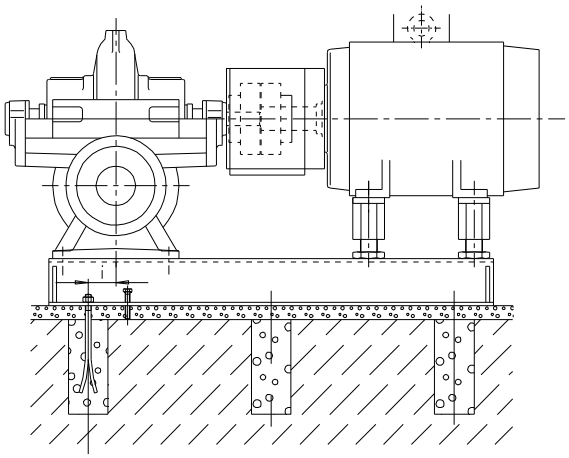
Motor options:

- See type series booklet. (⇨ Page 9)

Delivery / transport:

- Pump

3E



3E: Pump and motor on a common baseplate

Options of installation parts:

- Baseplate for pump and motor, including foundation bolts
- Special baseplate for pump and motor, including foundation bolts[23)]

Coupling options:

- Torsionally flexible 3-piece jaw coupling
- Torsion-resistant flexible disc coupling with spacer[24)]

Coupling guard options:

- Light-duty design, not tread proof
- Heavy-duty, tread-proof design (on request)

Motor options:

- See type series booklet. (⇨ Page 9)

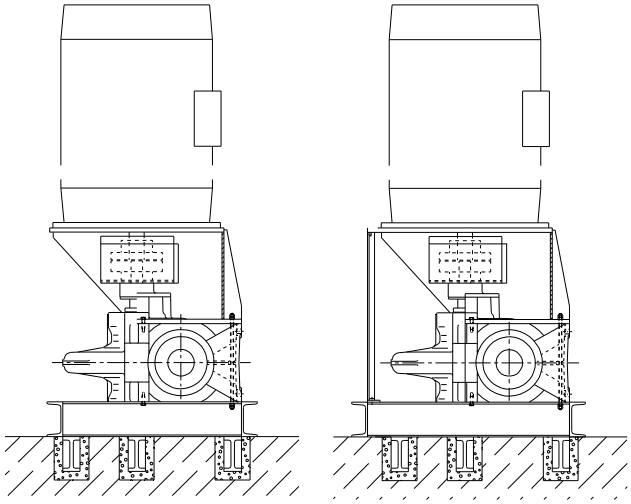
Delivery / transport:

- Up to motor size ≤ IEC 280 or a max. total weight ≤ 1500 kg pump and motor supplied on the baseplate.
- From motor size > IEC 280 or a max. total weight ≥ 1500 kg pump, motor and baseplate supplied separately.

23) On request only; for motors > IEC 280M or outside KSB standard as well as for other customer-specific versions, special baseplate for transporting pump sets with motors > IEC 280M

24) On request only; special baseplate required

DB/DK



DB installation DK installation

DB/DK: motor mounted on the motor stool

Options of installation parts:

- Pump foundation including foundation blocks and motor pedestal
- Pump foundation including foundation blocks and special motor pedestal[25)]

Coupling options:

- Torsionally flexible 3-piece jaw coupling
- Torsion-resistant flexible disc coupling with spacer[25)]

Coupling guard options:

- Light-duty design, not tread proof

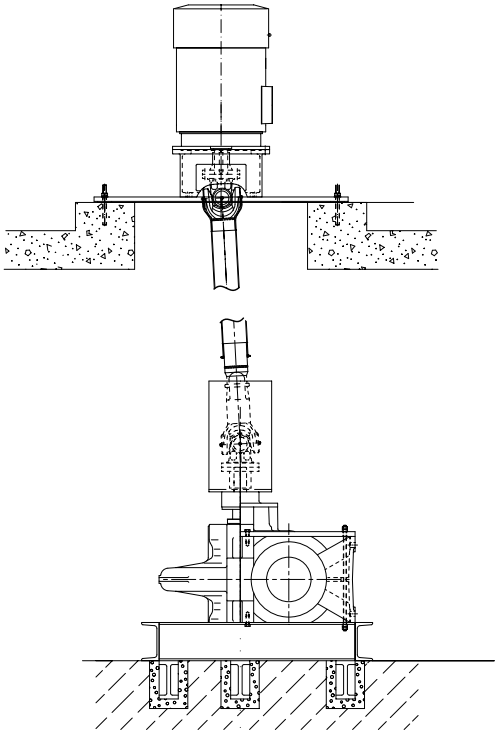
Motor options:

- See type series booklet. (⇨ Page 9)

Delivery / transport:

- Pump supplied on pump foundation with motor stool mounted. The motor is supplied separately.

DJ



DJ: Pump and motor on separate levels

Options of installation parts:

- Pump foundation (foot) including foundation blocks
- Pump foundation (foot) including foundation blocks, motor support frame, foundation rails and foundation bolts (on request)

Coupling options:

- Cardan shaft with/without intermediate bearing (on request)
- Coupling with spacer (on request)

Coupling guard options:

- Light-duty design, not tread proof

Motor options:

- See type series booklet. (⇨ Page 9)

Delivery / transport:

- Pump on corresponding pump foot. Motor and motor support frame are supplied separately.

25) On request only; for motors > IEC 280M or outside KSB standard as well as for other customer-specific versions, special motor pedestals for motors > IEC 280M

Scope of supply

Omega (standard design)

- Bare shaft pump (without accessories)
- With wear rings
- Shaft sealed by gland packing
- Grease-packed rolling element bearings
- Barrier/flushing water line made of flexible material, without cyclone separator
- KSB standard coating for indoor installation
- 2 operating manuals (EU languages)

Omega V (standard design)

- Bare shaft pump (without accessories, with pump foundation)
- With wear rings
- Shaft sealed by gland packing
- One grease-lubricated and one product-lubricated bearing
- Barrier and flushing water line made of flexible material, without cyclone separator
- KSB standard coating for indoor installation
- 2 operating manuals (EU languages)

Components for completing the pump set

- For horizontal installation: baseplate / base frame for pump and motor (including foundation bolts)
- For vertical installation: motor stool and foot (including support feet and foundation bolts, depending on the motor size)
- Motor
- Coupling and coupling guard

Accessories:

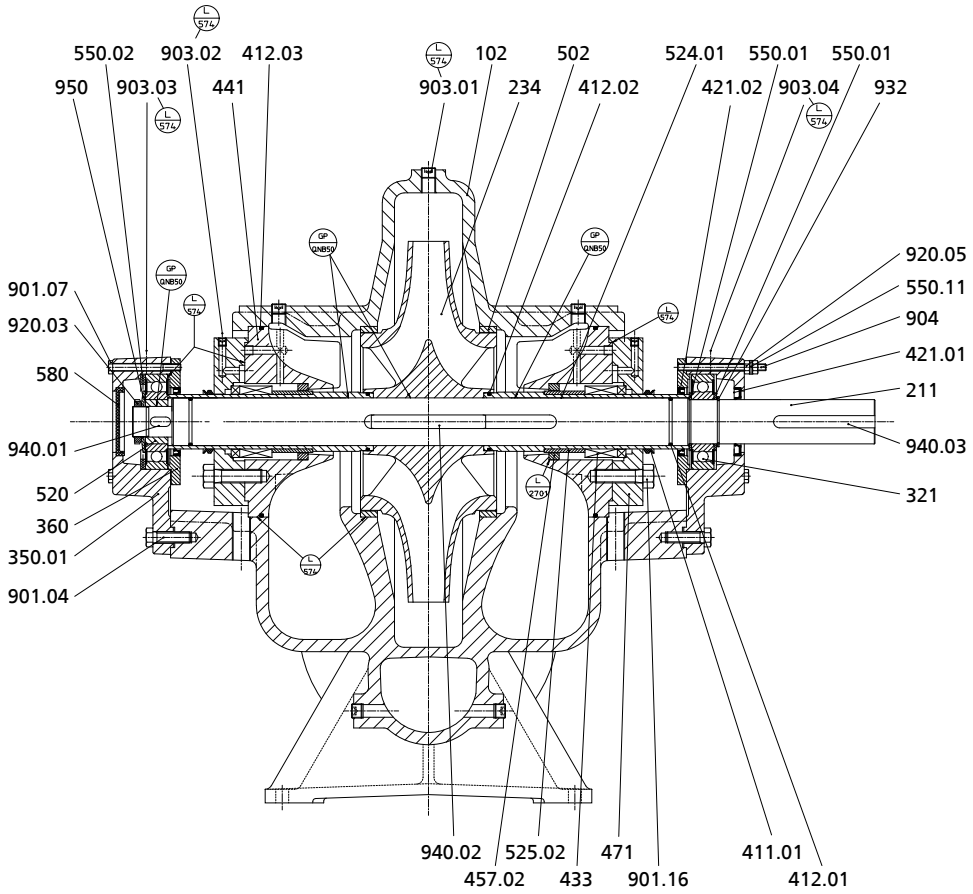
- Barrier/flushing water line with cyclone separator
- Vent valves and/or drain valves
- Pressure gauges
- Temperature sensor for rolling element bearings (PT100)
- Limit switch or transmitter for PT100
- PumpMeter
- SPM nipple or vibration monitoring device

Shipment/transport and packaging

After the pump sets are completely assembled at the factory to be adjusted to the specific requirements, they are partly dismantled again for shipment. The assembly status a pump set is supplied in depends on the type of pump set, its dimensions and its weight. Pump, baseplate and motor are supplied ex works without packaging. On request, a variety of packaging options can be provided against a surcharge. Further information (⇨ Page 14).

General assembly drawing with list of components

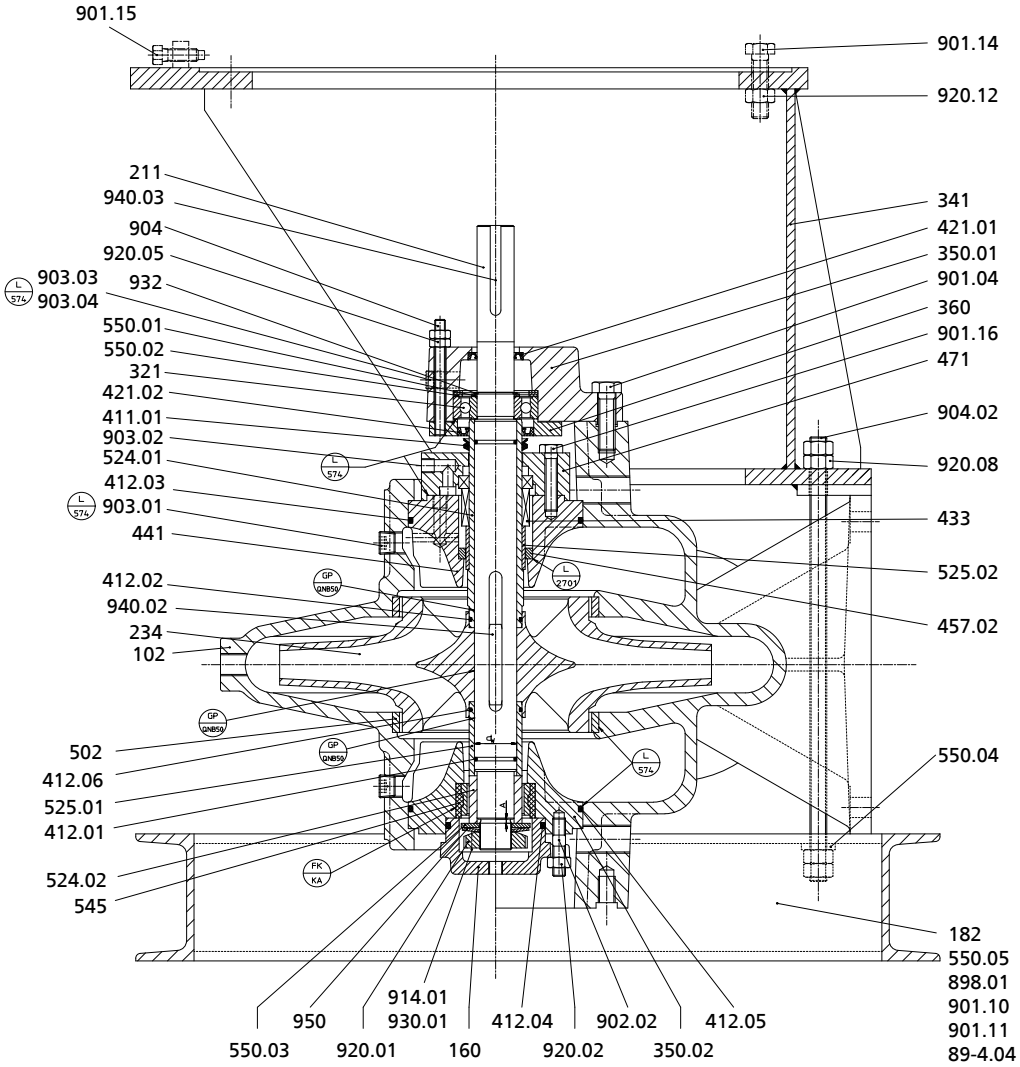
Horizontal installation



List of components

Part No.	Description	Part No.	Description
102	Volute casing	502	Casing wear ring
211	Pump shaft	503	Impeller wear ring
234	Impeller	520	Sleeve
321	Radial ball bearing	524.01	Shaft protecting sleeve
350.01	Bearing housing	525.02	Spacer sleeve
360	Bearing cover	550.01/.02/.11	Disc
411.01	Joint ring	561.01/.02	Grooved pin
412.01/.02/.03	O-ring	580	Cap
421.01/.02	Lip seal	901.01/.02/.03/.04/.7/.16	Hexagon head bolt
433	Mechanical seal	902.01	Stud
441	Shaft seal housing	903.01/.02/.03/.04	Screw plug
452	Gland follower	904	Grub screw
455	Gland packing insert	920.02/.03/.05	Nut
457.02	Neck ring	932	Circlip
458	Lantern ring	940.01/.02/.03	Key
461	Gland packing	950	Spring
471	Seal cover		

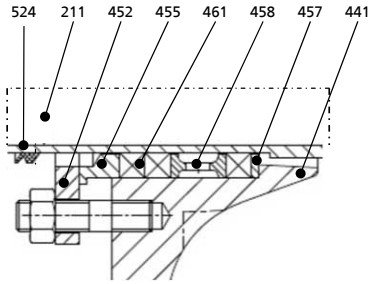
Vertical installation



List of components

Part No.	Description	Part No.	Description
102	Volute casing	502	Casing wear ring
160	Cover	503	Impeller wear ring
182	Foot	524.01/.02	Shaft protecting sleeve
211	Pump shaft	525.01/.02	Spacer sleeve
234	Impeller	531.01	Locking sleeve
321	Radial ball bearing	545	Bearing bush
341	Motor stool	550.01/.02/.03/.04/.05	Disc
350.01/.02	Bearing housing	561.01/.02/.04	Grooved pin
360	Bearing cover	89-4.04	Shim
411.01	Joint ring	898.01	Foundation block
412.01/.02/.03/.04/.05/.06	O-ring	901.01/.02/.03/.04/.10/.11/.12/.13/.14/.15/.16	Hexagon head bolt
421.01/.02	Lip seal	902.01/.02	Stud
433	Mechanical seal	903.01/.02/.03/.04	Screw plug
441	Shaft seal housing	904.02	Grub screw
452	Gland follower	914.01	Hexagon socket head cap screw
455	Gland packing insert	920.01/.02/.05/.08/.12	Nut
457.02	Neck ring	930.01	Washer
458	Lantern ring	932	Circlip
461	Gland packing	940.02/.03	Key
471	Seal cover	950	Spring

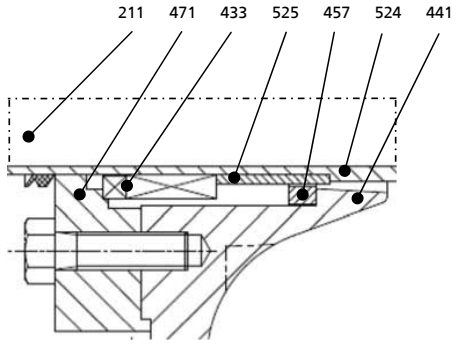
Standard design: gland packing



List of components

Part No.	Description
211	Pump shaft
441	Shaft seal housing
452	Gland follower
455	Gland packing insert
457	Neck ring
458	Lantern ring
461	Packing rings
524	Shaft protecting sleeve

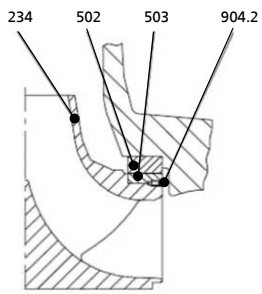
Standard variant: mechanical seal (schematic)



List of components

Part No.	Description
211	Pump shaft
433	Mechanical seal
441	Shaft seal housing
457	Neck ring
471	Seal cover
524	Shaft protecting sleeve
525	Spacer sleeve

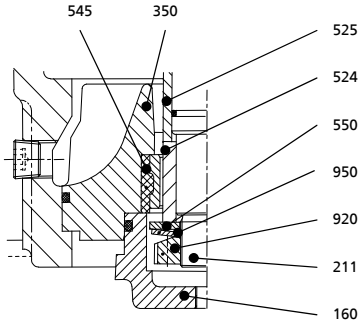
Standard variant: impeller with impeller wear ring



List of components

Part No.	Description
234	Double-entry impeller
502	Casing wear ring
503	Impeller wear ring
904.2	Grub screw

Standard design: product-lubricated bearing



List of components

Part No.	Description
160	Cover
211	Pump shaft
350	Bearing housing
524	Shaft protecting sleeve
525	Spacer sleeve
545	Bearing bush
550	Disc
920	Nut
950	Disc spring

11.04.2012

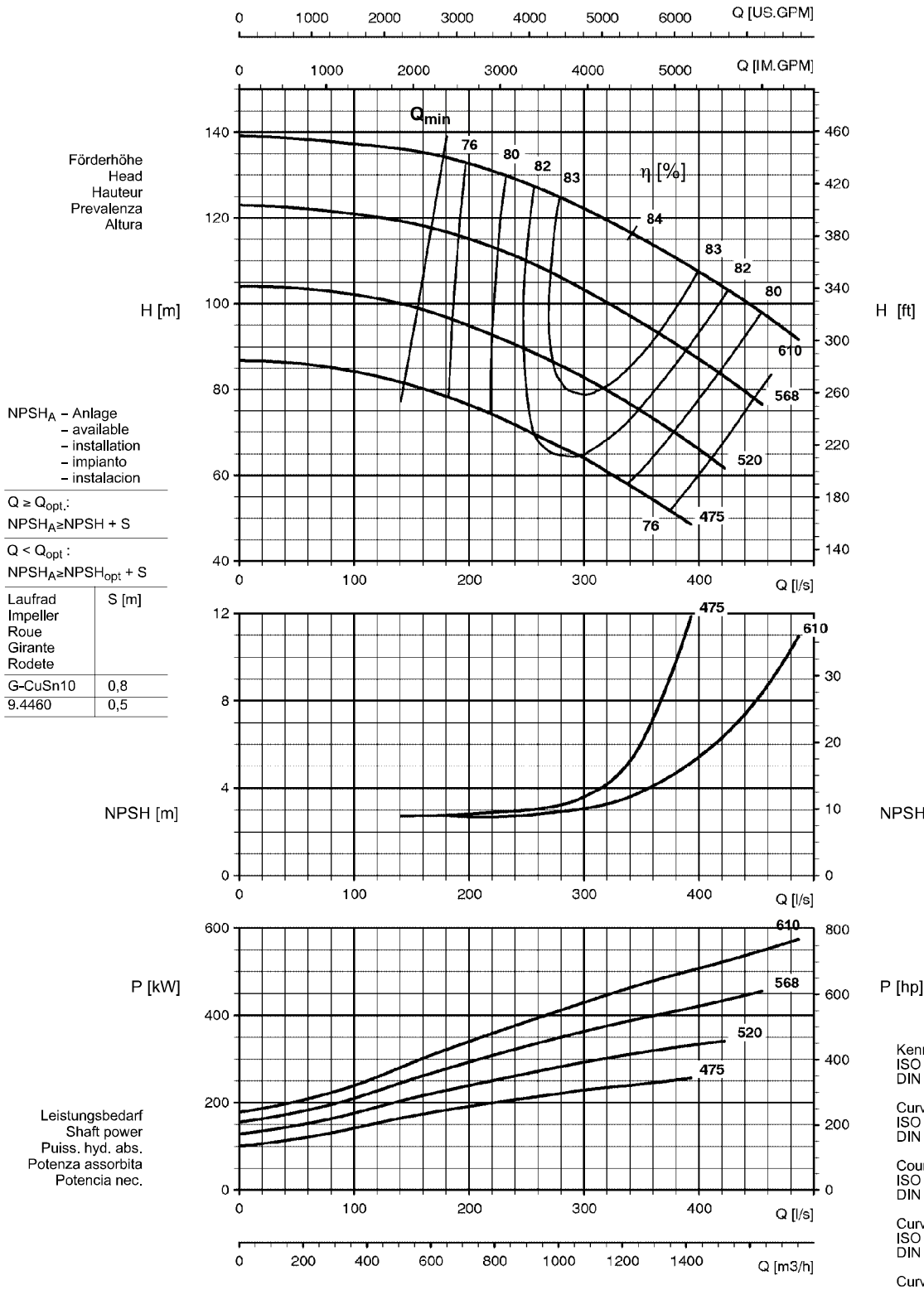
1384.5/07-EN

KSB Aktiengesellschaft
P.O. Box 200743 • 06008 Halle (Saale) • Turmstraße 92 • 06110 Halle (Germany)
Tel. +49 345 4826-0 • Fax +49 345 4826-4699
www.ksb.com

10.8 Curva de bomba KSB

Omega 250-600 A

1450 1/min



$NPSH_A$ – Anlage
– available
– installation
– impianto
– instalacion

$Q \geq Q_{opt.}$:
$NPSH_A \geq NPSH + S$

$Q < Q_{opt}$:
$NPSH_A \geq NPSH_{opt} + S$

Laufrad Impeller Roue Girante Rodete	S [m]
G-CuSn10	0,8
9.4460	0,5

Die Förderhöhen und Leistungsangaben gelten für Fördermedien mit der Dichte ρ = 1,0 kg/dm^3 und kinematischer Zähigkeit ν bis max. 20 mm^2/s.
Head and power ratings apply to media with a density of ρ = 1 kg/dm^3 and a kinetic viscosity of 20 mm^2/s.
Les courbes sont valables pour une densité ρ = 1 kg/dm^3 et une viscosité cinématique $\upsilon_{max.}$ 20 mm^2/s.
Le prevalenze e le potenze indicate valgono per liquidi con densità ρ = 1,0 kg/dm^3 e viscosità cinematica ν fino a max. 20 mm^2/s.
La altura y los datos característicos indicados se refieren a líquidos con una densidad ρ = 1,0 kg/dm^3 y una viscosidad cinemática ν de hasta 20 mm^2/s max.

10.9 Catálogo Motor WEG

		Nr.:
		Fecha: 02-SEP-2014

Cliente : Carolina Bettinelli

TECHNICAL PROPOSAL

Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula

Línea del producto : W22 Carcasa de Hierro Gris - Standard Efficiency - IE1

Catalog Number :
List Price : $

Observaciones:
TIP55 550HP IV polos

Ejecutante:	Verificado:

		Nr.:
		Fecha: 02-SEP-2014

HOJA DE DATOS
Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula

Cliente	:	Carolina Bettinelli
Línea del producto	:	W22 Carcasa de Hierro Gris - Standard Efficiency - IE1

Carcasa	:	355M/L
Potencia	:	550 HP
Frecuencia	:	50 Hz
Polos	:	4
Rotación nominal	:	1490
Deslizamiento	:	0,67 %
Voltaje nominal	:	380/660 V
Corriente nominal	:	744/428 A
Corriente de arranque	:	5430/3130 A
Ip/In	:	7,3
Corriente en vacío	:	253/145 A
Par nominal	:	2565 Nm
Par de arranque	:	260 %
Par máxima	:	240 %
Categoría	:	N
Clase de aislación	:	F
Elevación de temperatura	:	80 K
Tiempo de rotor bloqueado	:	11 s (caliente)
Factor de servicio	:	1,00
Régimen de servicio	:	S1
Temperatura ambiente	:	-20°C - +40°C
Altitud	:	1000
Protección	:	IP55
Masa aproximada	:	1971 kg
Momento de inercia	:	11,634 kgm²
Nivel de ruido	:	76 dB(A)

	Delantero	Trasero
Rodamiento	6322 C3	6319 C3
Intervalo de lubrificación	9000 h	11000 h
Cantidad de grasa	60 g	45 g

Carga	Factor de potencia	Rendimiento (%)
100%	0,86	94,9
75%	0,82	95,1
50%	0,74	94,7

Observaciones:
TIP55 550HP IV polos

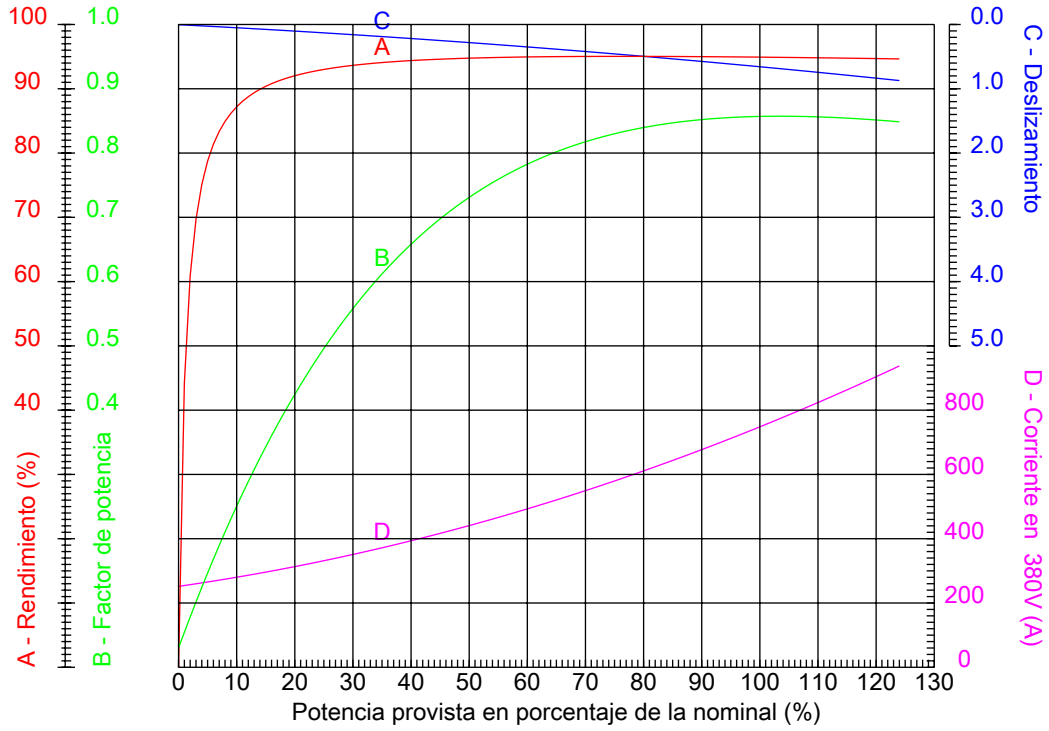
Rendimiento de acuerdo con el método indirecto de IEC 60034-1:2007 con pérdidas aleatorias de la carga determinadas de las medidas.

Ejecutante	Verificado

		Nr.:
		Fecha: 02-SEP-2014

CURVAS CARACTERÍSTICAS EN FUNCIÓN DE LA POTENCIA

Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula



Cliente	: Carolina Bettinelli
Línea del producto	: W22 Carcasa de Hierro Gris - Standard Efficiency - IE1

Carcasa	: 355M/L	Ip/In	: 7,3
Potencia	: 550 HP	Régimen de servicio	: S1
Frecuencia	: 50 Hz	Factor de servicio	: 1,00
Rotación nominal	: 1490	Categoría	: N
Voltaje nominal	: 380/660 V	Par de arranque	: 260 %
Corriente nominal	: 744/428 A	Par máxima	: 240 %
Clase de aislación	: F		

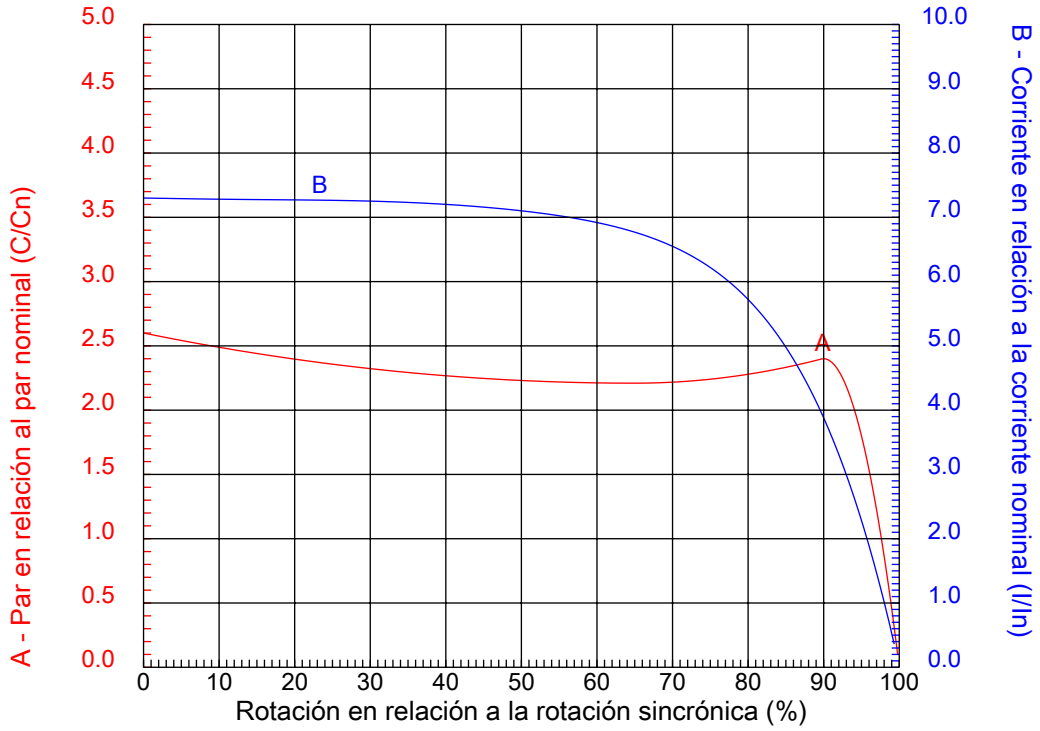
Observaciones:
TIP55 550HP IV polos

Ejecutante	Verificado

	Nr.:
	Fecha: 02-SEP-2014

CURVAS CARACTERÍSTICAS EN FUNCIÓN DE LA ROTACIÓN

Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula



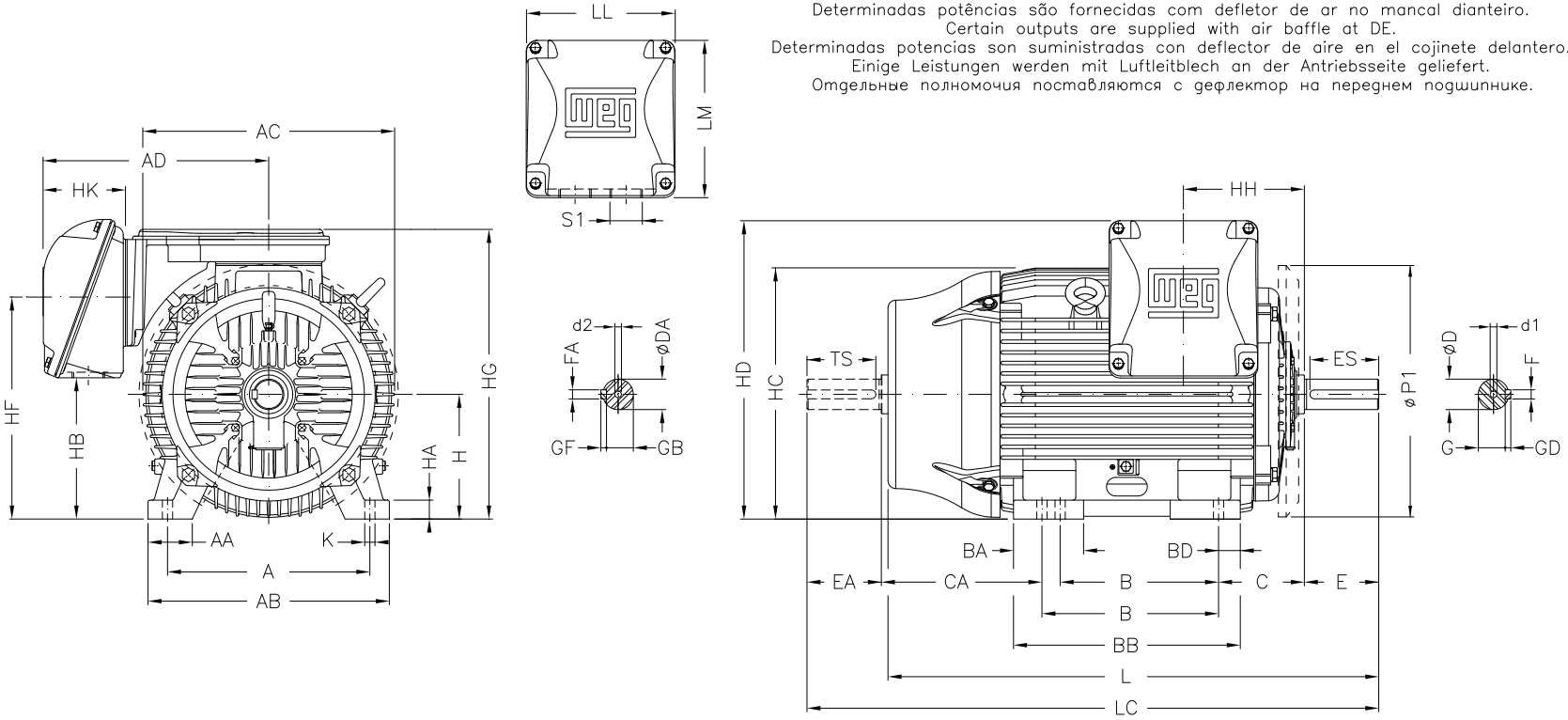
Cliente	: Carolina Bettinelli
Línea del producto	: W22 Carcasa de Hierro Gris - Standard Efficiency - IE1

Carcasa	: 355M/L	Ip/In	: 7,3
Potencia	: 550 HP	Régimen de servicio	: S1
Frecuencia	: 50 Hz	Factor de servicio	: 1,00
Rotación nominal	: 1490	Categoría	: N
Voltaje nominal	: 380/660 V	Par de arranque	: 260 %
Corriente nominal	: 744/428 A	Par máxima	: 240 %
Clase de aislación	: F		

Observaciones:
TIP55 550HP IV polos

Ejecutante	Verificado

Determinadas potências são fornecidas com defletor de ar no mancal dianteiro.
Certain outputs are supplied with air baffle at DE.
Determinadas potencias son suministradas con deflector de aire en el cojinete delantero.
Einige Leistungen werden mit Luftleitblech an der Antriebsseite geliefert.
Отдельные полномочия поставляются с дефлектор на переднем подшипнике.



A 610	AA 140	AB 750	AC 736	AD 609
B 560/630	BA 230	BB 760	C 254	CA 483/413
D 100m6	E 210	ES 200	F 28	G 90
GD 16	DA 80m6	EA 170	TS 160	FA 22
GB 71	GF 14	H 355	HA 50	HB 461
HC 723	HD 898	HF 700	HG 885	HH 340
HK 220	K 28	L 1482	LC 1677	LL 404
LM 436	S1 2xM63x1,5	d1 DM24	d2 DM20	

Observaciones: TIP55 550HP IV polos

Ejecutante:

Verificado:

Cliente: Carolina Bettinelli

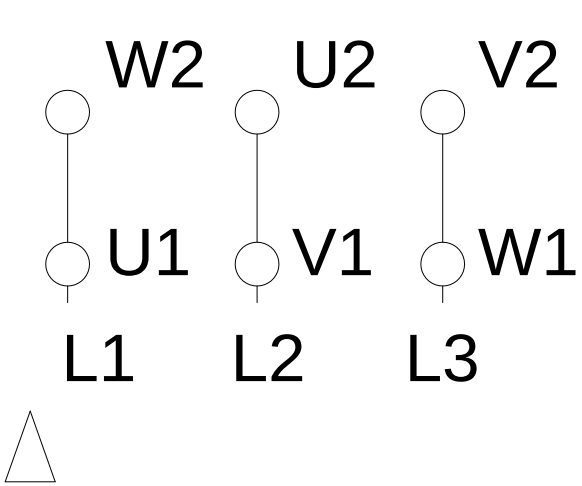
W22 Carcasa de Hierro Gris - Standard Efficiency - IE1

Motor trifásico de inducción

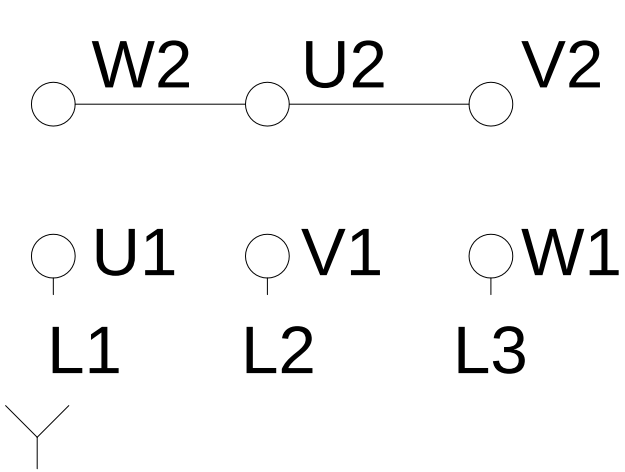
Carcasa 355M/L - IP55

02-SEP-2014

LOW VOLTAGE



HIGH VOLTAGE



Observaciones: TIP55 550HP IV polos		
Ejecutante:		
Verificado:		
Cliente: Carolina Bettinelli		
W22 Carcasa de Hierro Gris - Standard Efficiency - IE1		
Motor trifásico de inducción Carcasa 355M/L - IP55	02-SEP-2014	

11. ANEXO IV: COTIZACIONES

11.1 Cotización Geotextil

De: **America Tecnologia y Servicio** <info@america.com.uy>

Aguas arriba deberías usar un geotextil grueso. Este material viene en rollos de 4,6 m x 100m. El precio por metro cuadrado es de U$S 5,23 + iva

Aguas abajo, si el geotextil estará entre arcilla y arena, se puede utilizar uno más fino, como Rt10. En este caso los rollos son de también de 4,60m de ancho pero por 100m de largo. El precio por metro cuadrado es de U$S 2,85 + iva



Bidim®

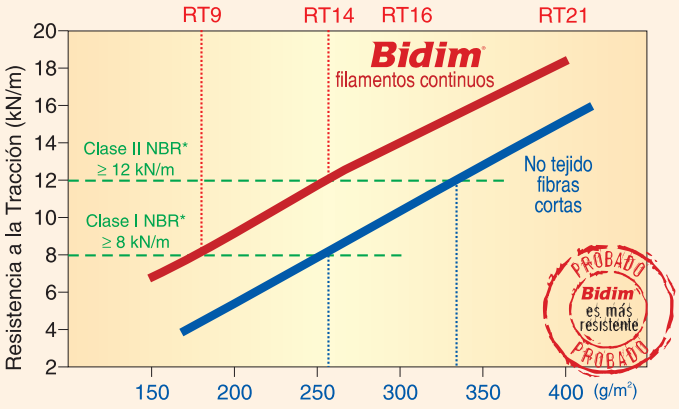
Línea Geotextil Bidim RT

La línea de geotextiles ***Bidim® RT*** fue desarrollada para ofrecer la mejor performance y economía para su obra. Con la tradición de quien es líder del mercado hace más de 35 años, **BBA Fiberweb** utiliza las técnicas más modernas de Calidad para producir el mejor producto del mercado:

- *Mayor resistencia (filamentos continuos)*
- *Mayor permeabilidad (Unido por agujado)*
- *Mayor resistencia a largo plazo*
- *Menor fluencia (100% poliéster estabilizado)*
- *Mayor resistencia a la radiación U.V. (100% poliéster estabilizado)*

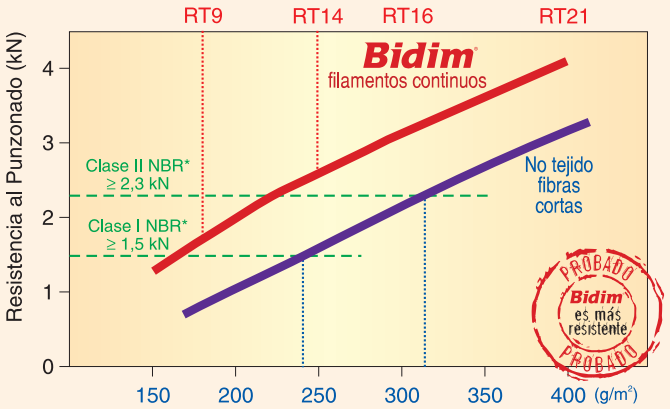
Además de la superioridad imbatible del producto, comprobada por los mejores laboratorios, **BBA Fiberweb** ofrece un amplio soporte técnico a través de su equipo de ingenieros y de su amplia red de distribución en Sudamérica, por lo que brinda confianza a sus clientes. Compruebe las características de la línea ***Bidim® RT***.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN



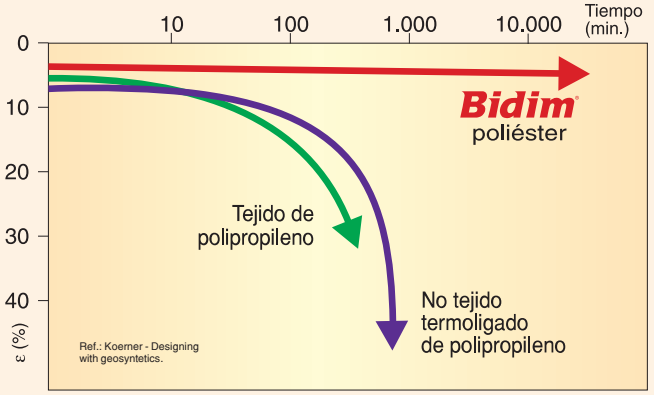
Obs.: Resistencia a la tracción faja ancha en la dirección de menor resistencia según la ABNT NBR 12824. Ensayos de enero de 2004. *Proyecto de Norma Brasileña NBR 02:153.19-012: geotextil – instalación de drenes.

RESISTENCIA AL PUNZONADO

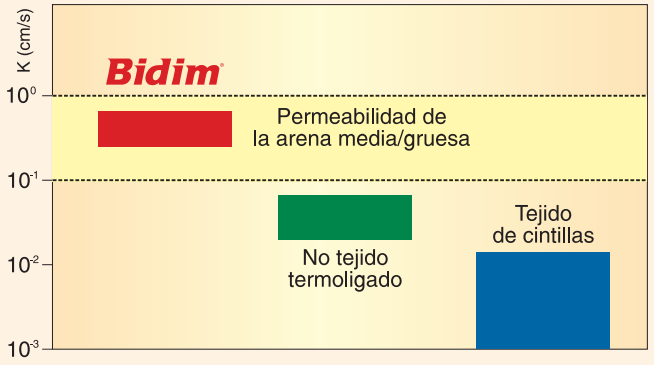


Obs.: Resistencia al punzonado según ABNT NBR 13359. Ensayos de enero de 2004. *Proyecto de Norma Brasileña NBR 02:153.19-012: geotextil – instalación de drenes.

RESISTENCIA A FLUENCIA



PERMEABILIDAD



Distribuido por:

Bidim Indústria e Comércio Ltda.
Rua Pedro Rachid, 846
12221I-180 São José dos Campos SP, Brasil
Tel.: 55 - 12 - 3946-4645– Fax: 55 - 12 - 3922-0551
www.bbafiberweb.com.br

BBA Fiberweb™

TABLA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - LÍNEA GEOTEXTIL BIDIM® RT

	PRODUCTO			RT 07	RT 08	RT 09	RT 10	RT 14	RT 16	RT 21	RT 26	RT 31
PROPIEDADES MECÁNICAS	Resistencia a tracción Grab	ASTM D 4632										
	Tracción a la rotura - L		N	425	520	680	750	960	1150	1550	1960	2350
	Elongación (mín.) - L		%	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	Tracción a la rotura - T		N	375	450	580	660	830	980	1320	1650	1980
	Elongación (mín.) - T		%	70	70	70	70	70	70	70	70	70
	Resistencia a la tracción Faja Ancha	ABNT NBR 12824										
	Valor en la rotura - L		kN/m	7	8	9	10	14	16	21	26	31
	Elongación - L		%	50 a 65	50 a 65	50 a 65	50 a 65	50 a 65	50 a 65	50 a 65	50 a 65	50 a 65
	Valor en la rotura - T		kN/m	6	7	8	9	12	14	19	23	27
	Elongación -T		%	60 a 75	60 a 75	60 a 75	60 a 75	60 a 75	60 a 75	60 a 75	60 a 75	60 a 75
	Resistencia al Rasgado	ASTM D 4533										
	Valor en la rotura - L		N	190	220	270	300	370	440	560	680	800
	Valor en la rotura - T		N	180	200	240	270	350	400	520	640	750
	Punzonado	ASTM D 4833	N	245	280	340	380	465	550	700	850	1000
	Punzonado CBR	ABNT NBR 13359	kN	1,1	1,3	1,7	2,0	2,6	3,1	4,1	5,1	6,0
PROPIEDADES HIDRÁULICAS	Permisividad	ASTM D 4491	s^{-1}	2,5	2,4	2,1	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,9
	Flujo de agua		$l/s/m^2$	120	115	105	100	88	75	57	46	39
	Permeabilidad normal		cm/s	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$
	Apertura aparente - AOS (O_{95}) Máx.	ASTM D 4751	mm	0,26	0,25	0,24	0,23	0,21	0,19	0,16	0,14	0,13
	Mín.		mm	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,09	0,07	0,06
PROPIEDADES FÍSICAS	Largo		m	200	200	200	200	150	150	150	150	100
	Ancho		m	2,15 - 4,30 - 4,60								
	Materia prima			100% poliéster - filamentos continuos								
	Punto de fusión			260° C								

L - Dirección longitudinal
T - Dirección transversal

Los valores presentados son el promedio de ensayos hechos en diversos laboratorios y tienen carácter indicativo. BBA Fiberweb se reserva el derecho de cambiar los valores sin previo aviso.

Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial de este material sin previa autorización de Bidim Ind. e Com. Ltda.
BBA FIBERWEB abril de 2004.

11.2 Cotización Tuberías PRFV

O-tek Argentina S.A.
Calle Pública S/N
Barrio Estacion Flores- Córdoba- Argentina
Teléfono: (54 351) 466-1411
Teléfono: (54 11) 4816-8858 Fax: (54 11) 4816-8422

COTIZACION No. **E0110 -14**

Empresa:			
Contacto:	**Carolina Bettinelli**	**Teléfono:**	
Ciudad:		**Fax:**	
País:	**Uruguay**	**E-mail:**	carobetti@gmail.com

PROYECTO: **Proyecto de riego en Colonia Gestido, Salto - Uruguay**

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (u$s)	VALOR ITEM (u$s)
	PRECIOS DE LA CAÑERÍA				
1	**Tubería de DN** 300 mm, PN 10 Bar, SN 5.000 L= 14,0 mts.	Mts.	3.500,10	74,70	261.457,47
2	Manguito de DN 300 mm, PN 10 Bar,	Unid.	251,00	88,30	22.163,30
3	**Tubería de DN** 400 mm, PN 10 Bar, SN 5.000 L= 14,0 mts.	Mts.	4.448,20	91,10	405.231,02
4	Manguito de DN 400 mm, PN 10 Bar,	Unid.	318,00	101,70	32.340,60
5	**Tubería de DN** 500 mm, PN 10 Bar, SN 5.000 L= 14,0 mts.	Mts.	4,34	124,00	538,16
6	Manguito de DN 500 mm, PN 10 Bar,	Unid.	1,00	129,90	129,90
7	**Tubería de DN** 600 mm, PN 10 Bar, SN 5.000 L= 14,0 mts.	Mts.	1.008,50	168,80	170.234,80
8	Manguito de DN 600 mm, PN 10 Bar,	Unid.	73,00	207,00	15.111,00
9	**Tubería de DN** 800 mm, PN 10 Bar, SN 5.000 L= 14,0 mts.	Mts.	543,30	258,70	140.551,71
10	Manguito de DN 800 mm, PN 10 Bar,	Unid.	39,00	270,20	10.537,80
11	**Tubería de DN** 900 mm, PN 10 Bar, SN 5.000 L= 14,0 mts.	Mts.	808,00	312,10	252.176,80
12	Manguito de DN 900 mm, PN 10 Bar,	Unid.	58,00	297,10	17.231,80
13	**Tubería de DN** 1000 mm, PN 10 Bar, SN 5.000 L= 14,0 mts.	Mts.	5.517,70	369,70	2.039.893,69
14	Manguito de DN 1000 mm, PN 10 Bar,	Unid.	395,00	337,00	133.115,00
15	**Tubería de DN** 1200 mm, PN 10 Bar, SN 5.000 L= 14,0 mts.	Mts.	3.356,42	501,50	1.683.244,63
16	Manguito de DN 1200 mm, PN 10 Bar,	Unid.	240,00	394,30	94.632,00
17	Mandril DN300	Unid.	1	489,00	489,00
18	Mandril DN400	Unid.	1	577,50	577,50
19	Mandril DN500	Unid.	1	600,00	600,00
20	Mandril DN600	Unid.	1	622,50	622,50
21	Flete desde la Ciudad de Córdoba a Salto - Uruguay	Unid.	99,00	2200,00	217.800,00
22	Embalajes	Unid.	99,00	100,00	9.900,00
	Total de Tuberías	Mts.	19.186,56	**CIF:**	5.508.578,68

Las tuberías de P.R.F.V. Flowtite cumplen con las normas IRAM, ASTM y AWWA.

Precios de la tuberías y accesorios : están expresados en dólares estadounidenses. Los precios indicados corresponden a valores CIF (Cost, Insurance & Freight), no incluyen costos de importacion al país de destino.

Flete: Se cotiza el flete optimizado. El valor real corresponderá a aplicar el unitario indicado por el número exacto de fletes utilizados en función del plan de entrega de obra. El valor tambien se ajustara a lo largo de la obra en funcion a las variaciones de precios de nuestro subcontrato de transportes. Asi mismo se considera hasta el lugar indicado en esta cotización por camino asfaltado y un solo punto de descarga.

Forma de pago de tuberias y accesorios: anticipo del 30 % y saldo con carta de credito a 30 dias en banco aceptable para ambas empresas. Sujeto a aprobación crediticia de nuestra Administración.

"Por cada boca de registro no provista por Amitech Argentina se debe prever la utilización de 3 (tres) juntas (manguitos) adicionales y 2 (dos) tramos cortos."

Tubería apta para el transporte de agua potable o cruda.

Hasta el 10 % de nuestras tuberías puede tener una longitud entre 10,00 y 14,00 mts y un laminación a tope.

Fecha de elaboración: Córdoba, julio 21, 2014 **Plazo de entrega: a convenir**

Validez de Oferta: 30 días

Siempre estaremos atentos para asistirlos técnica y comercialmente

O-tek Argentina S.A.
Maria Eugenia Rotger / Depto. Cotizaciones

11.3 Listado de precios tuberías y accesorios PVC

LISTA DE PRECIOS JUNIO 2014

Código	Descripción	Precio (USD/caño)
11142079	BA - TUBO JEI PN 6 - 75MM - UNIT 215	11.07
11142095	BA - TUBO JEI PN 6 - 110MM - UNIT 215	23.52
11140769	BA - TUBO JE PN 6 - 160 MM - UNIT 215	48.72
11140793	BA - TUBO JE PN 6 - 250 MM - UNIT 215	117.86
10201551	BA-TUBO CL6 315X9.2MM 3M JEI IRAM	94.91
10201560	BA-TUBO CL6 315X9.2MM 6M JEI - IRAM	188.13
10226090	BA-TUBO PVC 315X7.7 6M PN6 ISO JEI	160.09
11142176	BA - TUBO JEI PN 10 - 75MM - UNIT 215	17.4
11142184	BA - TUBO JEI PN10 - 90MM - UNIT 215	24.36
11142192	BA - TUBO JEI PN 10 - 110MM - UNIT 215	37.58
11140807	BA - TUBO JE PN 10 - 140 MM	58.23
11140815	BA - TUBO JE PN 10 - 160 MM - UNIT 215	77.72
11140823	BA - TUBO JE PN 10 - 200 MM - UNIT 215	121.45
11140831	BA - TUBO JE PN 10 - 225 MM - UNIT 215	156.55
11140840	BA - TUBO JE PN 10 - 250 MM - UNIT 215	186.76
10221722	BA-TUBO CL10 315X15.0MM 6M JEI IRAM	298.93
Precios:		En dólares americanos sin impuestos
Forma de pago:		30 dias a partir de fecha de factura con entrega de cheque al momento de entregar la mercadería
Lugar de entrega:		A coordinar
Fecha entrega:		A coordinar
Observaciones:		TIGRE garantiza sus productos por 50 años
Flete:		Flete a convenir
Marca:		TIGRE
Línea:		PVC Agua a Presión Junta Elástica Integrada
Origen:		Uruguay/Argentina

Tubconex Uruguay S.A / Ruta 1 km 46,200-Libertad-San José-Uruguay

Asesor de Ventas Federico Sánchez/ Celular: 093474759

Mail: federico.sanchez@tigre.com

LISTA DE PRECIOS CONEXIONES AGUA A PRESION

	CODIGO TIGRE	DESCRIPCION	PRECIO LISTA (U$S+IVA)
	23712270	COPLA REPARA.HIDR.63MM C/GOMA	6,66
	23712300	COPLA REPARA.HIDR.75MM C/GOMA	8,99
	23712318	COPLA REPARA.HIDR.90MM C/GOMA	18,75
	23712199	COPLA REPARA.HIDR.110MM C/GOMA	17,36
	23712229	COPLA REPARA.HIDR.160MM C/GOMA	43,59
	23712237	COPLA REPARA.HIDR.200MM C/GOMA	81,72
	23712245	COPLA REPARA.HIDR.250MM C/GOMA	139,37
	23712253	COPLA REPARA.HIDR.315MM C/GOMA	232,94
	37625205	COPLA INY 75MM	29,50
	37625221	COPLA INY 110MM	34,43
	23713306	CURVA HIDR.63MM*90o C/GOMA	14,49
	23713390	CURVA HIDR.75MM*90o C/GOMA	27,40
	23713420	CURVA HIDR.90MM*90o C/GOMA	42,34
	23712873	CURVA HIDR.110MM*90o C/GOMA	51,87
	23713039	CURVA HIDR.160MM*90o C/GOMA	133,65
	23713098	CURVA HIDR.200MM*90o C/GOMA	282,09
	23713160	CURVA HIDR.250MM*90o C/GOMA	665,00
	23713195	CURVA HIDR.315MM*90o C/GOMA	918,99
	23713284	CURVA HIDR.63MM*45o C/GOMA	13,40
	23713373	CURVA HIDR.75MM*45o C/GOMA	23,88
	23713411	CURVA HIDR.90MM*45o C/GOMA	41,39
	23712857	CURVA HIDR.110MM*45o C/GOMA	47,13
	23713012	CURVA HIDR.160MM*45o C/GOMA	123,26
	23713071	CURVA HIDR.200MM*45o C/GOMA	258,09
	23713144	CURVA HIDR.250MM*45o C/GOMA	598,53
	23713187	CURVA HIDR.315MM*45o C/GOMA	797,43
	23713276	CURVA HIDR.63MM*22,5o C/GOMA	13,66
	23713357	CURVA HIDR.75MM*22,5o C/GOMA	21,69
	23712849	CURVA HIDR.110MM*22,5o C/GOMA	39,96
	37625272	TERMINAL ANGER/BR 63MM	22,26
	37625280	TERMINAL ANGER/BR 75MM	23,46
	37625299	TERMINAL ANGER/BR 90MM	25,57
	37625302	TERMINAL ANGER/BR 110MM	30,18
	37625310	TERMINAL ANGER/BR 160MM	56,38
	23714060	REDUCCION PTA/BSA MH 75 X 63 MM CL10	19,15
	23714078	REDUCCION PTA/BSA MH 90 X 75 MM CL10	24,84
	23714086	REDUCCION PTA/BSA MH 110 X 75 MM CL10	33,64
	23714094	REDUCCION PTA/BSA MH 110 X 90 MM CL10	12,13
	23714159	REDUCCION PTA/BSA MH 160 X 110 MM CL10	68,54
	23714191	REDUCCION PTA/BSA MH 200 X 160 MM CL10	123,37
	23714213	REDUCCION PTA/BSA MH 250 X 200 MM CL10	201,31
	23714230	REDUCCION PTA/BSA MH 315 X 250 MM CL10	336,84
	37625019	TEE INY 63MM	23,98
	37625027	TEE INY 75MM	43,74
	37625035	TEE INY 90MM	110,14
	37625043	TEE INY 110MM	83,77
	37625051	TEE INY 160MM	157,11
	37625060	TEE INY 200MM	247,04
	37625078	TEE INY 250MM	308,91
	37625086	TEE INY 315MM	710,97
	37625361	TEE RED INY 110X75MM	70,65

11.4 Listado de precios válvulas

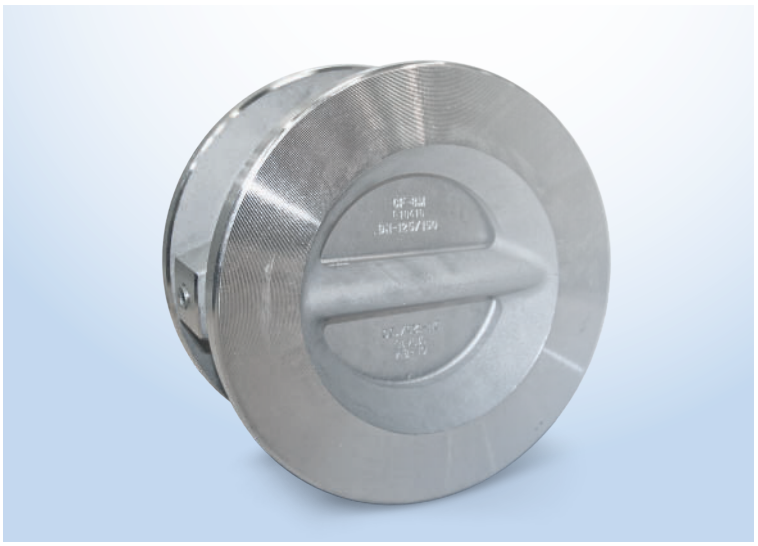
BELGICAST is a company of

TALIS

Belgicast

Tarifa 2014









CONDICIONES GENERALES

PRECIOS

Serán los indicados en nuestra LISTA DE PRECIOS, en Euros y sin I.V.A después de aplicarle el descuento correspondiente en cada caso. Si existe oferta previa se considerará siempre ésta. Sin acuerdo previo, los precios se entienden para mercancía situada en nuestros talleres (Munguia - Vitoria - Toledo) EX-WORKS.
Debido a la legislación en vigor en materia de control de exportaciones y prácticas corruptas, nuestras ofertas están condicionadas al examen y aprobación de nuestro Departamento de Cumplimiento.

PAGOS

• A- Primera operación: Hasta que exista cobertura de riesgo por la compañía Compañía de Seguro de Crédito y aprobación por parte de Belgicast Internacional S.L., no se suministrará material alguno.
• B- A los pedidos con importes inferiores a 150 € se les aplicará un recargo por pedido de 30 €.
• C- Belgicast Internacional S.L. no aceptará prórrogas en el pago, siendo declarados a Compañía de Seguro de Crédito todos los retrasos.

PLAZOS DE ENTREGA

Si no existe oferta previa, se acordarán durante la negociación del pedido siendo aplicables en el momento del acuerdo o firma del contrato. Los plazos de entrega serán revisados una vez se haya cursado el pedido.

EMBALAJES

Los precios incluyen el embalaje estándar de Belgicast Internacional, S.L.. Otro tipo de embalaje especial implicará el correspondiente suplemento en el precio.

SUMINISTROS

Belgicast Internacional, S.L. no se responsabiliza de los suministros de mercancías, las cuales viajen por cuenta y riesgo del comprador. "Portes Debidos".
No se atenderá ninguna reclamación referente a material dañado en el transporte, si el receptor de la mercancía no lo ha hecho constar en el albarán de entrega o CMR que le firma a la compañía de transportes. Todo tipo de reclamación por este hecho deberá ser notificada al transportista en los 5 días posteriores a la recepción de la mercancía.

PROPIEDAD DE LA MERCANCÍA

La mercancía será propiedad de Belgicast Internacional, S,.L, hasta el momento que el pago de la misma se haya realizado en su totalidad reservándonos el derecho de retirar la misma por incumplimiento del pago en las condiciones establecidas.

GARANTÍA

Belgicast, garantiza todos sus productos, contra todo defecto del material o de fabricación, patente u oculto, en el momento de la venta por un periodo de 2 años, siempre que la manipulación, transporte, instalación y utilización no haya mediado mal uso o abuso, sobrepasando las condiciones para las que han sido fabricadas.
Esta garantía cubre la reposición de las piezas reconocidas como defectuosas. La fabricación y tolerancias son las normalmente admitidas para el tipo de fabricación en cuanto a dimensiones, espesores y pesos. Nos reservamos el derecho de poder modificar la información en nuestros catálogos y documentos sin previo aviso.

CERTIFICADOS DE MATERIALES. MUESTRAS, PLANOS, DOCUMENTOS

Los productos suministrados, están fabricados bajo normas de calidad internacionalmente reconocidas (ISO, DIN, EN, ASTM, etc.).
A petición del cliente se hace entrega del certificado de cumplimiento soportado por la copia del original del fabricante, existente en nuestros archivos.
Cualquier otro tipo de certificado solicitado, ejemplo certificado 3.1.tiene un precio de 60 € para las primeras 6 líneas de artículos y 1 € de más por cada línea de artículo adicional.
Asimismo, las muestras, planos, documentos, estudios, etc. establecidos o adaptados a nuestro interés son de nuestra propiedad. No podrán ser reproducidos sin autorización por escrito de Belgicast Internacional. S.L.

DEVOLUCIONES

No será aceptada ninguna reclamación / devolución por supuesto error en cantidades o medidas pasados 7 días naturales de la fecha de entrega de la mercancía.
En las situaciones que, a nuestro criterio, y bajo acuerdo previo y por escrito se modifique lo indicado anteriormente, Belgicast Internacional S.L. aplicará las deducciones que se detallan a continuación:
1.- Devolución de material dentro de los 3 meses siguientes al suministro. El cliente será cargado con un 25 % del valor de la mercancía devuelta.
2.- Devolución de material entre los 3 y los 12 meses siguientes al suministro. El cliente será cargado con un 40 % del valor de la mercancía devuelta.
Los puntos 1 y 2 anteriores, únicamente se aplicarán cuando la mercancía nos llegue en perfecto estado. En caso contrario Belgicast Internacional S.L. cargará, además de la depreciación mencionada, los gastos de recuperación del material objeto de devolución.
3.- Pasados los 12 meses, el cargo aplicado por depreciación será del 100 % del valor de dicha mercancía devuelta.
Todo aquel producto considerado de fabricación especial por Belgicast Internacional S.L. no estará acogido a lo indicado en los puntos anteriores.

CANCELACIONES DE PEDIDOS

Todo aquel pedido de productos que impliquen un proceso de fabricación, manipulación, estudios técnicos especiales, implica un coste para el comprador que se le aplicará en el momento de la anulación o cancelación tanto temporal como definitiva de la siguiente manera:
1.- Después de la recepción e introducción en el sistema. 25 % del valor de la mercancía anulada.
2.- Durante la fabricación. 75 % del valor de la mercancía anulada.
3.- Una vez comunicada la finalización de pruebas. 95 % del valor de la mercancía anulada.

DISEÑOS Y MODIFICACIONES

Belgicast Internacional, S..L. se reserva el derecho a modificar los diseños de sus productos sin previo aviso. Ya que la información y datos son indicativos.
Cuando se requiera conformidad de diseño o dimensiones actualizadas, deberá solicitarse expresamente.

RESPONSABILIDADES

Belgicast Internacional, cuenta con un seguro de Responsabilidad Civil, para cubrir los daños producidos por causa de los productos suministrados, durante el periodo de garantía.

JURISDICCIÓN

En caso de litigio las partes se someterán a los tribunales de Bilbao, renunciando expresamente a cualquier otra jurisdicción que por su ubicación pudiera corresponderle.

INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

Nuestro suministro finaliza una vez entregados los materiales en el punto y condiciones convenidos, no se incluyen montaje ni puesta en marcha. No obstante podemos cotizarles estos servicios bajo petición expresa.

Índice







4-5	Válvulas de Compuerta	5	Accesorios Compuerta	6	Válvulas Mariposa







7	Accionamientos válvulas Mariposa	8	Válvulas de Retención	9	Válvulas automáticas







10	Ventosas	10	Filtros	11	Riego / Contra incendio







12	Carretes	12	Válvulas para acometidas	13-17	Collarines







18-19	Bridas enchufe	20-22	Manguitos	23-26	Accesorios tubería PVC

VÁLVULAS DE COMPUERTA

CIERRE ELÁSTICO
BV-05-47

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo Tapa - FD GGG 50
- Cierre FD GGG 50 + EPDM/NBR
- Eje Inox x20 Cr13 (AISI 420)
- Distancia entre bridas: s/ EN 558 F4-F5
- Revestimiento. epoxy. 150 micras mínimo
- Pruebas: s/EN 12266-1, EN 1074







DN Ø mm	BRIDAS F-4 (S-14) PN 10/16	BRIDAS F-5 (S-15) PN 10/16	BRIDAS F-5 (S-15) PN 25	HUSILLO EXTERIOR F-4 (S-14) PN 10/16	HUSILLO EXTERIOR ANSI
40	88,74	95,37	181,02	294,63	
50	106,35	106,98	204,93	300,61	366,62
65	122,73	124,39	259,60	374,30	450,57
80	142,35	143,47	316,81	384,72	461,93
100	168,35	171,66	388,52	395,44	571,89
125	288,59	293,57	522,60	495,85	699,43
150	289,42	317,62	594,32	544,93	792,71
200	502,54	567,22	1.053,74	715,02	1.093,70
250	855,80	938,74	1.255,25	1.048,36	1.452,43
300	1.113,72	1.221,52	1.959,74	1.342,19	1.786,90
350	2.153,63	2.298,76		3.661,62	5.024,73
400	3.146,01	3.228,38		4.121,21	5.181,95
450	3.720,13	4.103,26		5.110,51	5.837,12
500	5.266,72	5.814,89		6.304,22	9.478,08
600	11.181,94	12.330,49			
800	27.200,23	DN-700 19.802,92			
1000	51.415,06	DN-900 44.900,76			
1200	60.752,70	64.687,61			

*Modelo F-5 PN10/16 se puede suministrar con tomas roscadas desde 1/2" hasta 2", consultar.







DN Ø mm	SISTEMA TYTON PN 16	CUELLO LISO PN 16	EXTREMOS RANURADOS PN 10/16	ACOPLAMIENTO PVC Ø Ext. tubo		EXTREMOS SOLDAR PE* DN Ø mm	PN 10/16 Ø Ext. tubo	
50		116,93		63	105,08	50	63	210,33
60/70		132,68		75	128,77	65	75	307,28
80	147,61	165,86	165,86	90	140,64	80	90	347,70
100	174,15	202,35	202,35	110	168,29	100	110	413,28
125		260,40		125/140	282,89	100	125	560,24
150	322,59	315,13	315,13	160	303,81	125	140	768,45
200	568,87	519,12	519,12	200/225	460,36	150	160	789,61
250		840,89		250	791,30	150	180	972,15
300		1.108,74		315	1.107,51	200	200	1.280,79
				400	2.900,71	200	225	1.487,12
						200	250	2.147,99

* Precio extra para gas 15%

Belgicast

VÁLVULAS DE COMPUERTA

CIERRE ELÁSTICO
BV-05-47 ESCUADRA








DN Ø mm	ROSCADAS PN 16 Rosca BSP		ENCHUFE RÁPIDO PE Ø Ext. tubo		BV-05-11 ESCUADRA Entrada rosca macho Salida rosca hembra PR. Paso reducido Rosca BSP			BELGI-3* PN 10/16	BELGI-4* PN 10/16	BELGI-T PN 10/16 D1/DN válvula	
					entrada	salida					
40			20	52,27	1 1/4"	1"R	47,87			80/80	413,82
50	3/4"	57,78	25	52,27	1 1/4"	1 1/4"	47,87	743,45	831,23	100/80	419,77
65	1"	58,54	32	57,87	2"	1 1/2"R	50,56	807,14	929,32	100/100	437,31
80	1 1/4"	60,81	40	76,21	2"PR	2"	75,06	898,36	1.042,05	150/80	461,60
100	1 1/2"	76,73	50	87,60	2"	2"	84,24	1.023,98	1.262,33	150/100	502,68
125	2"	86,03	63	95,71				1.269,22	1.611,71	150/150	629,16
150								1.581,58	2.073,78	200/80	691,86
200								2.630,51	3.482,41	200/100	871,23
250								3.597,71	4.760,24	200/150	992,35
300								4.528,77	6.386,57	200/200	1.289,73

*Bajo pedido salidas diferentes Ø









DN Ø mm	SISTEMA ENTERRAMIENTO Fija L: 1m	Telescópica L: 0,9 a 1,3m	ACCESORIOS Pieza		VOLANTE	CUADRADILLO	MOTOR AUMA Norm SA	MOTOR DREHMO "D"	INDICADORES DE POSICION A/C Mecánico
20/32	42,94		Registro	22,77	4,60	4,89			
40	42,94	53,02	Llave de Maniobra	175,14	6,51	4,89	1.965,51	1.889,51	52,05
50	42,94	53,02			6,51	4,89	1.965,51	1.889,51	52,88
65	42,94	53,02			13,83	4,89	2.149,80	2.066,67	53,69
80	42,94	53,02			13,83	4,89	2.170,09	2.086,18	56,94
100	42,94	53,02			13,83	5,30	2.181,07	2.096,74	63,45
125	42,94	53,02			21,15	5,30	2.992,64	2.876,92	71,58
150	42,94	53,02			28,48	5,30	3.030,68	2.913,50	71,58
200	45,24	65,94			41,49	5,30	3.077,16	2.958,17	101,69
250	45,24	65,94			59,37	5,30	4.286,06	4.120,33	105,76
300	45,24	65,94			59,37	5,30	4.342,70	4.174,78	113,89
350					59,37	5,30	4.962,36	4.770,49	
400					138,29	10,82	4.962,36	4.770,49	
450					138,29	10,82	4.962,36	4.770,49	
500					142,37	10,82	6.154,35	5.916,39	
600					142,37	10,82	6.154,35	5.916,39	
800							8.995,09		
1000							9.197,82		

* Añadir al precio de la válvula Eje Libre

* Extra por indicadores eléctricos: 182,72

VÁLVULAS MARIPOSA

EJE LIBRE

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 40
- Mariposa: FD GGG 40 o CF-8M
- Eje: AISI 420
- Elastómero: EPDM
- Revestimiento: Epoxy
- Montaje: s/ ISO 5752 serie 20
- Pruebas: s/EN 12266-1, EN 1074

BV-05-2CW
WAFER



BV-05-2CB
BRIDAS



DN Ø mm	PN 10/16 Cuerpo GGG-40 Disco GGG-40	PN 10/16 Cuerpo GGG-40 Disco CF-8M	PN 10/16 Cuerpo GGG-40 Disco GGG-40	PN 10/16 Cuerpo GGG-40 Disco CF-8M
32 / 40		44,00		
50		48,53		
65	51,78	57,84		
80	53,77	61,56		
100	63,35	76,24		
125	95,98	128,73		
150	111,20	162,97		
200	132,93	251,40		
250	232,40	401,44	378,66	578,12
300	315,80	562,19	669,57	923,66
350	575,72	911,12	1.076,07	1.334,89
400	742,95	1.218,55	1.183,68	1.600,02
450	1.316,12	1.998,35	1.654,87	2.137,56
500	1.490,32	2.557,88	1.986,23	2.824,92
600	2.368,41	3.907,87	2.790,23	4.096,87
700	4.474,30	6.163,11	4.816,48	6.638,04
800			6.112,48	9.701,23
900			8.354,53	11.595,65
1000			11.207,63	16.854,44
1100			17.017,56	21.271,96
1200			18.800,55	24.627,09
1400			23.558,65	34.561,08
1600			40.588,23	53.982,45
1800			49.987,32*	64.942,46*

* PN 25: consultar
* Otro tipo de materiales consultar
* DN superiores consultar

* Precio valido para PN-10. PN-16 consultar

BV-05-2CL
LUG







DN Ø mm	PN 16 Cuerpo GGG-40 Disco GGG-40	PN 16 Cuerpo GGG-40 Disco CF-8M	PALANCA PN 10	PALANCA PN 16	CUADRADILLO MANIOBRA PN 10 / PN16
32 / 40		67,52	13,96	13,96	68,70
50		67,52	13,96	13,96	68,70
65	65,74	87,62	13,96	13,96	68,70
80	76,02	97,45	13,96	13,96	68,70
100	85,98	109,72	13,96	13,96	68,70
125	135,06	145,97	21,09	21,09	68,70
150	162,77	201,14	21,09	21,09	68,70
200	223,61	291,56	22,09	22,09	68,70
250	335,41	475,72	56,21		
300	469,57	675,20	56,21		

ACCIONAMIENTOS





ACCIONAMIENTOS MANUALES

DN Ø mm	REDUCTOR GS AUMA		REDUCTOR MJ / AT (Hasta DN300 PN10 MJ A partir DN300 PN16 AT)	
	PN 10	PN 16	PN 10	PN 16
32-100	424,48	424,48	61,81	61,81
125	424,48	424,48	69,32	69,32
150	424,48	424,48	69,32	69,32
200	424,48	424,48	74,80	74,80
250	445,70	445,70	153,57	153,57
300	598,20	598,20	153,57	187,81
350	598,20	661,72	187,81	310,87
400	661,72	661,72	310,87	310,87
450	756,72	869,29	310,87	364,86
500	869,29	869,29	364,86	711,84
600	1.042,01	1.258,04	711,84	978,34
700	1.364,82	1.898,04	978,34	978,34
800	1.898,04	1.898,04	1.324,30	1.324,30
900	1.898,04	3.706,24	1.381,94	1.381,94
1000	3.706,24	3.728,30	1.381,94	1.381,94
1100	7.359,46	10.522,47	3.407,34	3.658,41
1200	6.939,50	11.760,98	3.407,34	3.658,41
1400	11.760,98	11.760,98	5.538,65	5.538,65
1600	16.465,38	16.465,38	7.637,57	7.637,57
1800	16.465,38		7.637,57	





ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS

DN Ø mm	DN-40/300 MOTOR 1/4 vuelta SG DN-350/1,600 MOTOR SA+GS AUMA		DN-40/300 MOTOR 1/4 vuelta DP DN-350/1,600 MOTOR D+MSG DREHMO	
	PN 10	PN 16	PN 10	PN 16
40/100	1.820,29	1.820,29	1.672,69	1.672,69
125	1.830,25	1.830,25	1.682,46	1.682,46
150	1.830,25	1.830,25	1.682,46	1.682,46
200	1.820,40	1.949,99	2.138,83	2.138,83
250	2.027,99	2.273,32	2.225,37	2.225,37
300	2.579,65	2.579,65	2.449,06	2.449,06
350	2.618,25	3.308,53	2.494,63	2.494,63
400	3.308,53	3.308,53	2.494,63	3.141,76
450	3.308,53	3.381,22	3.359,73	3.359,73
500	3.381,23	3.381,22	3.359,73	3.359,73
600	3.478,31	3.628,09	3.417,32	3.496,73
700	3.760,16	4.448,72	3.530,59	4.099,56
800	4.448,72	5.554,79	5.087,32	5.087,32
900	5.609,52	6.298,08	5.141,01	5.950,84
1000	6.298,08	6.298,08	5.950,84	5.950,84
1100	8.969,61	9.658,18	5.950,84	7.901,52
1200	8.589,75	14.127,38	8.161,72	11.596,34
1400	14.259,22	14.259,22	11.778,04	14.271,00
1600	20.381,95	20.381,95	18.421,99	18.421,99
1800	20.381,95		18.421,99	

* Precios a sumar a válvulas eje libre
* Montaje incluido

CILINDRO NEUMÁTICO SIMPLE EFECTO



CILINDRO NEUMÁTICO DOBLE EFECTO



ACCIONAMIENTOS NEUMÁTICOS

DN Ø mm	PN 3	PN 6	PN 10	PN 16	PN 3	PN 6	PN 10	PN 16
32 / 50	222,97	222,97	222,97	222,97	159,27	159,27	159,27	159,27
65	295,70	295,70	295,70	295,70	189,86	189,86	189,86	189,86
80	295,70	295,70	295,70	295,70	189,86	189,86	189,86	216,90
100	347,23	347,23	347,23	347,23	216,90	216,90	216,90	216,90
125	347,23	347,23	347,23	347,23	216,90	216,90	216,90	216,90
150	485,71	485,71	485,71	485,71	240,84	240,84	240,84	240,84
200	696,93	696,93	696,93	696,93	298,40	298,40	298,40	366,11
250	1.371,79	1.371,79	1.371,79	1.371,79	535,44	535,44	535,44	535,44
300	1.429,57	1.429,57	2.370,82	4.827,07	535,44	535,44	1.050,68	1.050,68
350					535,44	994,41	994,41	2.115,46
400					994,41	994,41	2.115,46	2.115,46
450					1.042,22	1.835,19	1.835,19	3.366,31
500					1.835,19	1.835,19	3.366,31	3.366,31
600					2.035,55	2.035,55	3.366,31	4.457,66
700					2.412,37	3.700,87	4.817,41	
800					3.700,87	4.577,08		

* Precios a sumar a válvulas eje libre.
* Accesorios consultar (finales de carrera, reductor, posicionadores, etc)
* Actuadores seleccionados para presión de aire 6 bar.

VÁLVULAS DE RETENCIÓN

Belgicast

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG40 hasta DN-200 resto GG25
- Platos: Ac. Inox CF-8M
- Ejes: Aisi 304
- Resortes: Aisi 302
- Asiento: Buna - N





- Cuerpo: FD GGG-40 hasta DN-600 PN-10/16 y hasta DN-400 PN-25. Superiores A-216 WCB.
- Platos: CF-8M hasta DN-100, FD GGG-40 hasta DN-600 PN-16 y hasta DN-300 PN-25. Superiores A-216 WCB.
- Ejes: Aisi 304
- Resortes: Aisi 302
- Asiento: Buna - N
- ⩾ DN-450 PN-25 Modelo B



- Cuerpo: FD GGG 40
- Tapa: FD GGG 40.
- Obturador: Poliuretano
- Resorte: Ac. Inox
- Junta Cuerpo-tapa: Nitrilo

DN Ø mm	BV-05-91 EMG Doble Plato PN 10/16	BV-05-91 MODELO C Doble Plato PN 10	PN 16	PN 25	Extra Platos Aisi-316 PN-10/16	BV-05-39 CLASAR Discos Concéntricos PN 10	PN 16	PN 25
40	54,82	99,00	99,00	99,00				
50	56,35	99,00	99,00	99,00				
65	63,14	101,32	101,32	101,32				
80	70,51	120,63	120,63	120,63		408,51	445,13	480,82
100	85,53	148,35	148,35	152,80		511,25	552,15	613,05
125	125,27	188,57	188,57	188,57	26,66	605,89	655,33	733,82
150	143,66	221,36	221,36	221,36	26,66	684,36	865,56	995,40
200	243,55	326,53	326,53	329,73	62,84	1.174,69	1.558,01	1.714,01
250	385,51	541,58	541,58	546,88	105,40	1.850,95	2.497,75	2.822,58
300	510,14	653,06	653,06	672,27	175,08	2.699,87	3.400,88	3.808,93
350		737,95	737,95	1.150,05	416,46	3.899,32	4.918,01	5.436,86
400		962,44	962,44	1.463,71	446,12	5.152,46	6.496,45	7.324,93
450		1.560,99	1.880,21	3.360,78	595,61	6.976,81	9.629,13	9.822,21
500		1.648,60	2.381,30	3.876,03	727,91	7.812,85	11.491,02	12.065,52
600		2.410,50	3.121,96	5.286,19	1.230,09	23.646,07	29.496,59	32.520,14
700		6.796,50	6.796,50	8.446,06	1.574,75	36.420,61	51.344,09	56.607,09
800		9.119,00	9.119,00	10.662,10	2.676,14	42.494,55	68.538,12	75.562,87
900		11.548,10	11.548,10	14.216,14	2.943,76	60.711,53	81.429,64	
1000		14.335,55	14.335,55	19.985,70	6.175,38	78.297,63	113.256,11	
1200		21.264,41	21.264,41		9.472,75			

* PN40 consultar

* Otros materiales o presiones bajo consulta

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: GG 25
- Tapa: GG 25
- Clapeta: GG 25
- Casquillo de giro: Bronce/fundición dúctil
- Disco sujeción cierre: GG 25
- Cierre: Neopreno





- Cuerpo: GG 25
- Obturador: GG 25
- Guia: GG 25
- Vástago: Aisi 303
- Junta: EPDM
- Resorte: Aisi 302





- Cuerpo: FD GGG 40
- Tapa: FD GGG 40
- Bola roscadas: Resina fenólica
- Bola bridadas: Aluminio+ nitrilo hasta DN200, resto FD GGG 40+nitrilo
- Junta: Nitrilo



DN Ø mm	CLAPETA BV-05-37 PN 10 / 16	IPROCHECK BV-05-92 Disco Axial PN 10 / 16	CESTA BV-05-92P cesta acero	cesta inox Aisi-304	BOLA BV-05-38B DN-40/200 PN-10/16 DN-250/400 PN 10	BOLA BV-05-38R Roscada Rosca	PN 10
40					86,76	1"	39,47
50	111,56	93,13	53,61	67,12	84,40	1 1/4"	39,47
65	136,34	109,17	58,69	88,41	102,82	1 1/2"	39,47
80	151,84	130,02	67,62	97,62	128,13	2"	53,17
100	192,13	168,80	76,52	120,99	183,36	2 1/2"	78,94
125	275,79	221,31	92,61	137,38	260,85		
150	378,05	278,52	103,86	165,78	337,58		
200	619,76	671,37	118,46	240,34	682,82		
250	898,65	966,75	166,87	339,81	1.169,19		
300	1.366,56				1.601,12		
350	1.561,79				2.547,61		
400	2.553,41				5.194,08		

* Cesta de acero o acero inox a sumar a la válvula

* 1" Modelo sin tapa

* Precios mecanizado PN-10
(otros mecanizados, bajo consulta)

Disponemos de Servicio de Mantenimiento (ver p. 27)

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 50
- Tapa: FD GGG 50
- Asiento: Bronce/Inox



- Conjunto móvil: FD, ac. INOX, elastómero
- Cierre: EPDM
- Circuito: Ac. INOX



- Taladrados: s/ ISO 7005-2
- Dimensiones: s/ ISO 5752





DN Ø mm	REDUCTORA DE PRESIÓN "MONOSTAB" K1-00 PN 16	REDUCTORA ESTABILIZADORA DE PRESIÓN K1-10 PN 16	REDUCTORA ESTABILIZADORA DE PRESIÓN K1-10 PN 25	MANTENEDORA DE PRESIÓN/ALIVIO K1-20 PN 16	MANTENEDORA DE PRESIÓN/ALIVIO K1-20 PN 25	LIMITADORA DE CAUDAL K2-10 PN 16
40/50	1.290,51	1.603,33	1.692,03	1.806,22	1.880,95	2.690,00
60/65	1.345,81	1.705,99	1.733,12	1.903,14	2.053,44	3.081,81
80	1.546,38	1.770,07	1.790,61	2.004,16	2.061,66	3.211,59
100	1.594,77	2.039,31	2.275,21	2.273,56	2.513,41	3.557,93
125	2.643,58	2.464,13	2.809,11	2.692,47	3.030,88	4.295,79
150	2.775,76	2.924,09	3.277,29	3.121,24	3.458,00	4.928,25
200	7.806,68	4.887,19	5.018,62	5.084,32	5.226,72	6.874,92
250		7.080,27	7.392,40	7.729,15	7.819,53	9.766,17
300		9.199,42	9.274,21	9.306,21	9.404,77	11.507,50
350		11.844,26	11.918,20	12.263,16	12.304,24	17.659,61
400		21.176,67	21.733,64	21.709,04	22.012,90	25.372,34
500		24.559,18	24.624,89	24.739,88	24.830,23	28.501,78
600		38.884,00	38.982,56	38.908,64	39.064,72	Consultar
700/1000		Consultar	Consultar	Consultar	Consultar	Consultar











DN Ø mm	SOBREVELOCIDAD/ ANTI-INUNDACIÓN K2-20 PN 16	CONTROL DE NIVEL ALTITUD K3-10 PN 16	CONTROL DE NIVEL "HYDRO-SAVY" K3-20 PN 16	CONTROL DE NIVEL "HYDRO-VEGA" K3-40 PN 10	MANDO ELÉCTRICO "HIDRELEC" K4-20 PN 16
40/50	4.386,16	2.470,21	2.176,65	2.414,86	2.505,20
60/65	4.640,79	2.636,47	2.217,71	2.501,29	2.538,07
80	4.834,24	2.776,36	2.308,06	2.513,41	2.759,83
100	4.862,55	3.046,63	2.570,92	2.669,47	2.948,75
125	5.659,29	3.614,66	3.006,24	3.109,03	3.523,70
150	6.546,38	4.268,25	3.449,78	3.407,40	3.975,47
200	10.677,91	5.870,57	5.544,29	5.388,25	5.938,57
250	12.887,41	8.578,87	8.148,06	7.531,33	8.649,11
300	15.195,48	10.147,90	10.265,65	9.133,71	10.226,15
350	23.754,23	13.648,52	12.813,49	10.792,90	13.741,65
400	30.128,10	22.535,61	21.561,15	Consultar	21.651,51
500	33.265,78	25.542,27	23.663,89	Consultar	24.553,70
600	Consultar	39.730,84	38.941,50	Consultar	38.810,07
700/1000	Consultar	Consultar	Consultar	Consultar	Consultar

VENTOSAS, ANTIARIETES PURGADORES, FILTROS Y VÁLVULA DE FLOTADOR

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 45-10
- Carcasa: DMC
- Disco flotante: polipropileno
- Bola: Acero S235-IR con EPDM
- Juntas: EPDM
- Canasta: Inox X2Cr Ni 18-9
- Comprobador: Latón



- Cuerpo: FD GS/EMGIS - 450 -10
- Válvula: Latón niquelado
- Juntas tórica: EPDM
- Bola: Acero revestido EPDM
- Comprobador: Latón



- Cuerpo: FD GGG - 42
- Tapa: FD GGG - 42
- Resorte: Acero
- Membrana: EPDM



- Cuerpo: FD GGG - 50
- Casquillo cierre: Bronce Rg. 5
- Juntas: EPDM/NBR
- Cierre Tuerca-prensa: POM
- Boya: PVC
- Barra: X5 Cr N1 189



SERIE	VENTOSA TRIFUNCIONAL AUTOMÁTICA BV-05-60 VANNAIR					PURGADOR AUTOMÁTICO BV-05-61			VÁLVULA DE ALIVIO ANTI-ARIETE BV-05-62 DJET			VÁLVULA DE FLOTADOR BV-05-44	
	Brida	DN Max Tubo	PN 16	PN 25	PN 40	DN	PN 16	PN 25	DN	PN 16	PN 25	DN	PN 10/16
V200	2"ROSCA	400	321,53	346,62	374,34	1"R. S/Val.	109,20	120,13	40/60	1.833,35		50	795,27
V200	50	400	530,91	572,35	790,23	1"R. C/Val.	133,81	147,19	50	1.833,35	1.880,77	80	948,70
	60/65	400	557,00	592,29	790,23	40/65	214,81	242,02	65	1.838,49	1.880,77	100	1.006,73
	80	400	589,23	621,45	805,58				80			150	1.704,99
	100	400	644,47	644,47	805,58				100	2.647,29	2.702,60	200	2.323,19
V500	80	700	886,86	959,03	1.379,39				150	5.294,59	5.460,53	250*	8.471,93
	100	700	1.058,77	1.165,67	1.585,34				200	5.689,71	5.784,54	300*	11.514,72
V1.000	150	1.100	1.473,06	1.519,10	1.822,91								
V2.000	200	1.400	1.696,72	1.739,54	2.293,44								

* Paso recto

FILTROS

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 42
- Tapa: FD GGG 42
- Soporte weller: FD GGG 42
- Malla: Ac. inox Aisi 316
- Junta: EPDM
- Tapón Aleación: Cobre



- Cuerpo: GG 25
- Tapa: GG 25
- Tamiz: Ac. inox
- Junta: EPDM



DN Ø mm	FILTROS DE GRAN CAPACIDAD F3-10-MP / F3-20-H			FILTRO EN Y BC-03-20
	PN 10	PN 16	PN 25	PN 16
40	294,18	294,18	294,18	
50	294,18	294,18	294,18	48,96
65	299,60	299,60	321,51	71,08
80	343,36	343,36	343,36	93,98
100	356,61	356,61	436,22	137,43
125	518,15	518,15	634,42	187,97
150	532,19	532,19	638,33	254,32
200	1.186,13	1.186,13	1.482,65	576,54
250	1.591,89	1.591,89	1.919,64	678,43
300	4.432,35	4.432,35	5.243,92	2.644,21
400	7.850,26	8.099,99	9.894,77	5.729,89
500	13.390,72	13.484,35	16.207,75	
600	17.066,13	17.105,16	20.509,34	

VENTOSAS, AGUAS RESIDUALES

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: composite reforzado
- Tapa: composite reforzado
- Boya: Policarbonato
- Cierre: NBR
- Abrazaderas: AISI 304





DN Ø mm	VENTOSA TRIFUNCIONAL POLIMÉRICA BX-05-60 AVUSE-3 PN 10	PURGADOR AUTOMÁTICO POLIMÉRICO BX-05-61 AVUSE-1 PN 10
50	979,87	946,32
60/65/80	984,25	951,03

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 42
- Tapa: FD GGG 42
- Boya: Polietileno
- Levas: Ac. inox
- Disco: Polipropileno







DN Ø mm	VENTOSA TRIFUNCIONAL BS-05-60 VANNUSE PN 10	PURGADOR BS-05-61 VENTUSE PN 10	VENTOSA ANTIARIETE BS-05-62 CLAPUSE PN 10
100	1.271,21	1.263,00	2.094,50

BOCAS DE RIEGO
HIDRANTES CONTRA INCENDIOS

BOCAS DE RIEGO

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 50
- Tapa: FD GGG 50
- Cierre: FD GGG 50 + EPDM
- Arqueta registro: FD GGG 50









- Cuerpo: GG 25
- Tapa: GG 25
- Cierre: GG 25 + EPDM
- Arqueta registro: FD GGG 50



DN Ø mm		BV-05-63		BV-05-63 BI	BV-05-63 PA	BV-05-63 LIGERA
pulg.	mm	Sin arqueta	Arqueta	Con arqueta	Con arqueta	Con arqueta
1 1/2"	40	136,64	71,14		305,95	115,94
2 1/2"	65	179,03	92,13			
3"	80			420,28		

HIDRANTES CONTRA INCENDIOS

CONFORME NORMA EN 14339

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 50
- Tapa: DN80 FD GGG50, DN100 latón
- Cierre: FD GGG 50 + EPDM
- Arqueta registro: FD GGG 50











DN Ø mm		BV-05-63 I		BV-05-100 VA		BV-05-100 PA
pulg.	mm	Sin arqueta	Arqueta	Sin arqueta	Arqueta	Sin arqueta
3"	80	257,82	159,61			
4"	100	303,08	186,05	471,80	126,70	546,57

* Extra volante: 17,38

CONFORME NORMA EN 14384





DN Ø mm		HIDRANTE AÉREO	HIDRANTE AÉREO	
pulg.	mm	BV-05-55	Accesorios	
3"	80	842,52	Fanal	385,93
4"	100	931,37	Llave	30,95

ACCESORIOS

CARRETES Y VÁLVULAS ACOMETIDA

DESCRIPCIÓN:

- Bridas: Ac. carbono
- Virola: Ac. Inoxidable AISI 304
- Tornillería: zincada
- Junta: EPDM

CARRETE TELESCÓPICO DE DESMONTAJE



DN Ø mm	BC-06-11 Aº/Aº inox		
	PN 10	PN 16	PN 25
50	160,25	160,25	298,88
65	191,47	191,47	345,34
80	196,53	207,49	374,83
100	204,11	210,85	393,11
125	220,99	250,50	413,33
150	229,42	253,04	494,25
200	323,89	376,18	757,50
250	447,88	540,66	972,00
300	520,41	599,71	1.182,77
350	701,75	805,51	1.587,32
400	880,57	974,20	1.878,45
450	1.096,51	1.247,49	2.363,02
500	1.247,49	1.400,14	2.847,42
600	1.800,99	1.974,41	3.800,14
700	1.956,83	2.271,45	4.349,72
800	2.189,63	2.585,22	5.128,96
900	2.547,25	2.958,87	6.266,80
1000	3.427,82	3.778,71	7.668,89

* Diámetros superiores: *consultar*

VÁLVULAS PARA ACOMETIDAS

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: Bronce Rg 5
- Asientos: P.T.F.E.
- Junta cónica: EPDM

VÁLVULAS DE BOLA DE BRONCE BV-05-34 • PN-25







DN pulg.	Ø Ext. Tubo mm.	HEMBRA / POLIETILENO	POLIETILENO / POLIETILENO	HEMBRA / HEMBRA
1/2"	20	30,68	34,82	25,94
3/4"	25	36,48	41,39	30,97
1"	32	43,11	49,76	35,99
1 1/4"	40	72,14	79,62	60,27
1 1/2"	50	93,71	107,81	79,55
2"	63	152,59	170,84	133,12
2 1/2"	75			231,89

COLLARINES DE TOMA

DESCRIPCIÓN:

- Bandas: GG 25
- Junta: EPDM
- Tornillería: Cincada
- Recubrimiento: Anti corrosivo





DN Ø mm	COLLARÍN DE TOMA PARA TUBERÍAS DE PVC SERIE 700								COLLARÍN DE TOMA PARA TUBERÍAS DE FIBROCEMENTO SERIE 750			
	Ref.				Ref.				DN	Ref.		
32	0701-0012	1/2"	3,12	140	0714-1014	1 1/4"	9,55		50	0751-0034	3/4"	18,98
	0701-0034	3/4"	3,14		0715-2000	2"	12,03			0751-1000	1"	19,49
40	0702-0034	3/4"	3,16		0715-2012	2 1/2"	12,50		60	0752-0034	3/4"	20,12
	0703-1000	1"	3,26		0715-3000	3"	13,35			0752-1000	1"	20,47
50	0704-0034	3/4"	3,55	160	0716-0034	3/4"	9,99			0752-1012	1 1/2"	22,64
	0704-1000	1"	3,55		0716-1000	1"	10,08			0752-1014	1 1/4"	22,64
63	0705-0034	3/4"	4,57		0716-1012	1 1/2"	10,67		70	0753-1000	1"	22,87
	0705-1000	1"	4,57		0716-1014	1 1/4"	11,26		80	0754-0034	3/4"	23,03
75	0706-0034	3/4"	5,03		0717-2000	2"	13,62			0754-1000	1"	23,15
	0706-1000	1"	5,03		0717-2012	2 1/2"	14,07			0754-1012	1 1/2"	28,11
	0707-1012	1 1/2"	5,70		0717-3000	3"	14,89			0754-1014	1 1/4"	27,52
	0707-1014	1 1/4"	5,78	180	0718-1000	1"	13,07		100	0755-0034	3/4"	28,19
90	0708-0034	3/4"	5,12		0718-1012	1 1/2"	13,81			0755-1000	1"	28,46
	0708-1000	1"	5,12		0718-1014	1 1/4"	13,78			0755-1012	1 1/2"	32,76
	0709-1012	1 1/2"	6,49		0719-2000	2"	15,99			0755-1014	1 1/4"	33,46
	0709-1014	1 1/4"	6,49		0719-2012	2 1/2"	16,72		125	0756-1000	1"	40,43
110	0710-0034	3/4"	7,51		0719-3000	3"	17,34			0756-1012	1 1/2"	41,10
	0710-1000	1"	7,61	200	0720-0034	3/4"	13,24			0756-1014	1 1/4"	44,61
	0710-1012	1 1/2"	7,54		0720-1000	1"	13,33		150	0757-0034	3/4"	50,26
	0710-1014	1 1/4"	7,58		0720-1012	1 1/2"	15,15			0757-1000	1"	50,55
	0711-2000	2"	11,97		0720-1014	1 1/4"	15,15			0757-1012	1 1/2"	52,48
	0711-2012	2 1/2"	12,44		0721-2000	2"	17,47			0757-2000	2"	66,26
	0711-3000	3"	12,29		0721-2012	2 1/2"	17,93		175	0758-1012	1 1/2"	41,10
125	0712-0034	3/4"	8,44		0721-3000	3"	18,78		200	0759-1000	1 "	55,09
	0712-1000	1"	8,55	250	0722-1000	1"	21,93			0759-1012	1 1/2"	56,48
	0712-1012	1 1/2"	8,64		0722-1012	1 1/2"	22,54			0759-1014	1 1/4"	56,09
	0712-1014	1 1/4"	9,30		0722-1014	1 1/4"	22,37			0759-2000	2 "	77,81
	0713-2000	2"	12,17		0723-2000	2"	43,51			0759-2012	2 1/2"	81,72
	0713-2012	2 1/2"	12,45		0723-2012	2 1/2"	43,95		250	0760-2000	2 "	90,52
	0713-3000	3"	12,70		0723-3000	3"	44,75			0760-3000	3"	93,14
140	0714-0034	3/4"	9,03	315	0724-2000	2"	49,60					
	0714-1000	1"	9,12		0724-2012	2 1/2"	50,06					
	0714-1012	1 1/2"	9,72		0724-3000	3"	50,85					

ACCESORIOS

COLLARINES DE TOMA

DESCRIPCIÓN:

- Bandas: FD GGG 40
- Junta: EPDM
- Tornillería: Bicromatada
- Recubrimiento: Anti corrosivo



DN Ø mm	COLLARÍN DE TOMA PARA TUBERIA DE F.D. SERIE 790															
	Ref.			Ref.			Ref.				Ref.					
60	0791-0034	3/4"	13,09	**125**	0794-1000	1"	21,56	**200**	0797-1000	1"	25,72	**300**	0799-1000	1"	41,84	
	0791-1000	1"	13,09		0794-1012	1 1/2"	21,56		0797-1012	1 1/2"	25,72		0799-1012	1 1/2"	41,84	
	0791-1012	1 1/2"	13,09		0794-1014	1 1/4"	21,56		0797-1014	1 1/4"	25,72		0799-1014	1 1/4"	41,84	
	0791-1014	1 1/4"	13,09		0794-2000	2"	21,56		0797-2000	2"	25,72		0799-2000	2"	41,84	
80	0792-0034	3/4"	14,70	**150**	0795-1000	1"	22,40	**250**	0798-1000	1"	32,33		0799-2012	2 1/2"	41,84	
	0792-1000	1"	14,70		0795-1012	1 1/2"	22,40		0798-1012	1 1/2"	32,33		0799-3000	3"	41,84	
	0792-1012	1 1/2"	14,70		0795-1014	1 1/4"	22,40		0798-1014	1 1/4"	32,33					
	0792-1014	1 1/4"	14,70		0795-2000	2"	22,40		0798-2000	2"	32,33					
100	0793-1000	1"	19,17	**175**	0796-1000	1"	23,23		0798-2012	2 1/2"	32,33					
	0793-1012	1 1/2"	19,17		0796-1012	1 1/2"	23,23		0798-3000	3"	32,33					
	0793-1014	1 1/4"	19,17		0796-1014	1 1/4"	23,23									
	0793-2000	2"	19,17		0796-2000	2"	23,23									

DESCRIPCIÓN:

- Bandas: FD GGG 40
- Cuñas: FD GGG 40
- Tornillería: Bicromatada
- Junta cierre: EPDM
- Recubrimiento: Epoxi





DN Ø mm	COLLARÍN MULTIDIÁMETRO SERIE 800			ABRAZADERA REPARACIÓN MULTIDIÁMETRO SERIE 800		
	Ref.			DN	Ref.	
80	0801-1000	1"	107,98	**80**	0801-0000	92,31
	0802-1012	1 1/2"	111,84	**100**	0804-0000	102,97
	0803-2000	2"	113,95	**125**	0807-0000	130,42
100	0804-1000	1"	128,63	**150**	0810-0000	162,90
	0805-1012	1 1/2"	132,33	**200**	0813-0000	200,74
	0806-2000	2"	134,71			
125	0807-1000	1"	152,55			
	0808-1012	1 1/2"	164,74			
	0809-2000	2"	166,32			
150	0810-1000	1"	203,49			
	0811-1012	1 1/2"	208,93			
	0812-2000	2"	211,99			
200	0813-1000	1"	250,76			
	0814-1012	1 1/2"	255,04			
	0815-2000	2"	258,96			

Consultar disponibilidad.

COLLARINES DE TOMA

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 40
- Junta cierre: EPDM
- Recubrimiento: Epoxi



DN Ø mm	CABEZAL DE TOMA UNIVERSAL SERIE 1.400 Ref.		
50 - 1.000	1400-0N34	3/4"	13,32
	1400-1N00	1"	13,32
80 - 1.000	1401-1N00	1"	17,08
	1401-1N12	1 1/2"	17,08
	1401-1N14	1 1/4"	17,08
80 - 700	1401-2N00	2"	17,78
125 - 700	1402-2N12	2 1/2"	26,48
	1402-3N00	3"	32,30

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 40
- Junta cierre: EPDM
- Recubrimiento: Cataforesis



DN Ø mm	CABEZAL DE TOMA "EN CARGA" UNIV. SERIE 1.410 Ref.	Conexión	
50 - 1.000	1410-0034	3/4"	27,96
	1410-1000	1"	27,96
80 - 1.000	1411-1000	1"	34,67
	1411-1012	1 1/2"	34,32
	1411-1014	1 1/4"	34,32
80 - 700	1412-2000	2"	36,10
Espátula peq.	1421-0000		12,96
Espátula gran.	1420-0000		13,63

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 40
- Junta cierre: EPDM
- Recubrimiento: Epoxi



DN Ø mm	CABEZAL DE TOMA SALIDA BRIDA SERIE 1.425 Ref.	Nº Bandas		
80/1.000	1425-0000	2	40	41,70
80/700	1426-0000	2	50	49,67
100/700	1427-0000	2	60/65	58,34
125/600	1428-0000	2	80	82,62
600/750	1428-F000	2	80	82,62
150/500	1429-0000	2	100	98,97
500/800	1429-E000	2	100	98,97
200/600	1429-A000	2	125	141,71
300/500	1430-A000	3	150	216,62
500/900	1430-0000	3	150	216,62
450/1.300	1431-0000	4	200PN10	253,65
450/1.300	1431-A000	4	200PN16	260,76

DESCRIPCIÓN:

- Banda: AISI-304 + EPDM
- Tornillería: AISI-304



DN Ø mm	BANDA DE ACERO INOX. TUBO SERIE 1.450 Ref.		Ref.		
50/80	1450	15,37	**320/340**	1462	26,32
80/105	1451	16,26	**340/360**	1463	27,15
105/130	1452	17,50	**360/380**	1464	27,97
130/155	1453	18,06	**380/400**	1464-1	34,47
155/180	1454	18,83	**400/420**	1464-2	36,56
180/200	1455	20,01	**420/440**	1465	38,49
200/220	1456	20,56	**440/460**	1465-1	40,43
220/240	1457	21,12	**470/490**	1466	43,64
240/260	1458	22,73	**490/510**	1466-1	46,47
260/280	1459	23,60	**525/545**	1467	49,17
280/300	1460	24,59	**625/645**	1467-1	63,01
300/320	1461	25,47	**830/850**	1467-2	82,67
			Alargadera extens.	1467-A000	5,42

* Ver tabla de selección de bandas.

ACCESORIOS

COLLARINES DE TOMA

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 50
- Elastómero: EPDM
- Tornillería: Inox Aisi 304
- Recubrimiento: epoxi



DN Ø mm	COLLARÍN PARA PVC/PE SAL. BRIDA SERIE 2.300											
	Ref.				Ref.				Ref.			
63	2301-0040	40	41,63	**160**	2307-0040	40	125,27	**250**	2312-0050	50	231,22	
	2301-0050	50	45,87		2307-0050	50	128,56		2312-0080	80	245,20	
75	2302-0040	40	46,95		2307-0060	60/65	155,24		2312-0100	100	251,57	
	2302-0050	50	58,41		2307-0080	80	163,11		2312-0150	150	291,10	
90	2303-0040	40	73,97		2307-0100	100	166,03	**280**	2313-0050	50	239,25	
	2303-0050	50	76,62	**180**	2308-0040	40	152,14		2313-0080	80	257,06	
	2303-0060	60/65	81,15		2308-0050	50	163,03		2313-0100	100	264,99	
110	2304-0040	40	81,75		2308-0060	60/65	168,37		2313-0150	150	308,40	
	2304-0050	50	84,15		2308-0080	80	177,78	**315**	2314-0050	50	324,91	
	2304-0060	60/65	87,64		2308-0100	100	178,97		2314-0080	80	333,04	
	2304-0080	80	100,03	**200**	2309-0040	40	153,87		2314-0100	100	332,27	
125	2305-0040	40	90,05		2309-0050	50	160,01		2314-0150	150	370,14	
	2305-0050	50	91,54		2309-0060	60/65	164,40	**400**	2315-0050	50	420,38	
	2305-0060	60/65	103,65		2309-0080	80	181,50		2315-0080	80	439,75	
	2305-0080	80	115,33		2309-0100	100	184,81		2315-0100	100	462,26	
140	2306-0040	40	102,15	**225**	2311-0040	40	163,16		2315-0150	150	496,46	
	2306-0050	50	104,43		2311-0050	50	161,70					
	2306-0060	60/65	115,10		2311-0060	60/65	169,31					
	2306-0080	80	117,13		2311-0080	80	181,94					
	2306-0100	100	131,79		2311-0100	100	188,27					

Consultar disponibilidad.



TALADRO AUTOMÁTICO SERIE 1.480			
Ref.	Tipo	Salida	
1480-0000	Corto	Rosca	2.555,04
1490-0000	Largo	Brida	2.838,94



ADAPTADOR DE CIERRE EN CARGA SERIE 1.415			
Salida	Ref.	Conexión	
1/2"	1415-0012	1 1/4"	36,68
3/4"	1415-0034	1 1/4"	36,68
1"	1415-1000	1 1/4"	38,75
1 1/4"	1415-1014	1 1/4"	38,75
1"	1416-1000	2"	53,09
1 1/4"	1416-1014	2"	53,09
1 1/2"	1416-1012	2"	53,09
2"	1416-2000	2"	53,09
Guill. peq.	1418-0000	para1415	11,58
Guill. gra.	1419-0000	para1416	16,59

COLLARINES DE TOMA

DESCRIPCIÓN:

- Bandas: FD GGG 40
- Junta cierre: EPDM
- Recubrimiento: Epoxi



DN Ø mm	COLLARÍN DE TOMA PARA PVC/PE SERIE 1.300						
	Ref.				Ref.		
32	1302-0034	3/4"	16,56	**160**	1333-1000	1"	40,80
40	1304-0034	3/4"	16,56		1334-1014	1 1/4"	43,03
	1305-1000	1"	16,74		1335-1012	1 1/2"	43,58
50	1306-0034	3/4"	15,50		1336-2000	2"	43,92
	1307-1000	1"	15,68	**180**	1337-1000	1"	93,46
	1308-1014	1 1/4"	17,60		1338-1014	1 1/4"	96,28
63	1309-0034	3/4"	16,75		1339-1012	1 1/2"	97,02
	1309-1000	1"	16,75		1340-2000	2"	97,63
	1310-1014	1 1/4"	17,76	**200**	1341-1000	1"	69,33
	1311-1012	1 1/2"	18,96		1342-1014	1 1/4"	70,56
	1312-2000	2"	19,67		1343-1012	1 1/2"	71,73
75	1313-1000	1"	19,91		1344-2000	2"	73,34
	1314-1014	1 1/4"	21,10	**225**	1345-1000*	1"	81,85
	1315-1012	1 1/2"	21,93		1346-1014*	1 1/4"	84,74
	1316-2000	2"	23,96		1347-1012*	1 1/2"	85,04
90	1317-1000	1"	22,89		1348-2000	2"	85,59
	1318-1014	1 1/4"	24,02	**250**	1349-1000*	1"	86,95
	1319-1012	1 1/2"	24,92		1350-1014	1 1/4"	88,22
	1320-2000	2"	25,74		1351-1012*	1 1/2"	88,83
110	1321-1000	1"	25,72		1352-2000	2"	89,44
	1322-1014	1 1/4"	27,27	**280**	1353-1000*	1"	87,33
	1323-1012	1 1/2"	27,89		1354-1014*	1 1/4"	90,03
	1324-2000	2"	28,63		1355-1012*	1 1/2"	90,58
125	1325-1000	1"	43,45		1356-2000	2"	91,19
	1326-1014	1 1/4"	46,31	**315**	1357-1000*	1"	91,57
	1327-1012	1 1/2"	46,47		1358-1014*	1 1/4"	94,33
	1328-2000	2"	47,74		1359-1012*	1 1/2"	94,89
140	1329-1000	1"	48,46		1360-2000	2"	95,51
	1330-1014	1 1/4"	50,49				
	1331-1012	1 1/2"	51,05				
	1332-2000	2"	50,43				

* Tuerca reducción en acero galvanizado. (Latón bajo consulta)

ACCESORIOS

BRIDAS ENCHUFE

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 42
- Junta: EPDM
- Anillo: Acero



- Cuerpo: FD GGG 42
- Junta: EPDM
- Anillo: Latón
- Para Tubo de PVC/PE HD: PE 80, PE 100 y PN 16



DN Ø mm	MAJOR STOP PARA FUNDICIÓN BC-06-09 Ref.	Ø Tubo		DN Ø mm	MAJOR STOP PVC/PE BC-06-10 PN - 16 Ref.	Ø Tubo	
60/65	00Z06533F0	77	36,81	50	00Z0503300	63	32,87
80	00Z08033F0	98	46,32	60/65	00ZN653300	63	25,77
100	00Z10033F0	118	52,78	60/65	00Z0653300	75	26,02
125	00Z12533F0	144	58,16	80	00Z0803300	90	29,72
150	00Z15033F0	170	78,96	100	00Z1003300	110	36,98
200	00Z20033F0	222	135,74	125	00Z1253300	125	44,31
				125	00Z125N301	140	43,92
				150	00Z1503300	160	58,80
				200	00Z2003300	200	91,03
				200	00Z2253300	225	92,90

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 50
- Junta cierre: EPDM
- Recubrimiento: epoxi



- Cuerpo: FD GGG 50
- Junta cierre: EPDM
- Anillo sujección: latón
- Recubrimiento: epoxi



DN Ø mm	BRIDA ENCHUFE PARA PVC SERIE 1.050 Ref.	Ø Tubo		DN Ø mm	BRIDA ENCHUFE PARA PE SERIE 2.800 Ref.	Ø Tubo	
40-50	1050-A00N	50	19,83	50	2800-A00N	63	38,96
50-60-65	1051-000N	63	21,04	60/65	2802-000N	75	43,25
	1052-000N	75	21,81	80	2803-000N	90	51,47
80	1053-000N	90	27,37	100	2804-000N	110	59,58
100	1054-000N	110	30,63		2804-A00N	125	66,11
125	1055-000N	125	34,21	125	2805-000N	125	67,34
	1056-000N	140	36,28		2805-A00N	140	82,73
150	1057-000N	160	47,67	150	2806-000N	160	91,93
200	1059-000N	200	56,18		2806-A00N	180	114,40
250	1060-000N	250	102,29	200	2807-000N	200	146,02
300	1061-000N	315	173,12		2807-A00N	225	154,17
400	1062-000N	400	283,45	250	2808-A00N	280	223,40
500	1063-000N	500	354,09	300	2809-0000	315	254,66
600	1064-0000	630	588,42				

BRIDAS ENCHUFE

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 50
- Junta cierre: EPDM
- Recubrimiento: epoxi
- Para tubo de:
  - Fundición
  - Fibrocemento
  - Acero
  - PVC
  - Fibra de Vidrio





DN Ø mm	BRIDA ENCHUFE UNIVERSAL SERIE 2.200L Ref.	Ø Tubo		DN Ø mm	BRIDA MULTIDIÁMETRO TALÓN SERIE 3.200 Ref.	Ø Tubo	
40/50	2200-A00L	47/60	29,64	**50**	3201-0000	40/75	52,46
50	2200-000L	57/72	35,34	**60/65**	3202-0000	60/95	61,31
65	2201-000L	68/85	43,89	**80**	3203-0000	80/115	80,57
80	2202-000L	84/106	44,46	**100**	3204-0000	105/135	88,69
100	2203-000L	103/116	49,02	**125**	3205-0000	130/165	106,18
	2204-000L	108/130	47,88	**150**	3206-0000	155/195	126,16
125	2205-000L	128/146	60,42	**175**	3207-0000	190/230	147,59
	2206-000L	134/154	61,56	**200**	3208-0000	215/258	164,89
150	2207-000L	153/175	61,56	**225**	3209-0000	240/280	184,55
175	2208-000L	165/185	76,39	**250**	3210-0000	235/275	189,70
200	2209-000L	184/207	76,39		3210-A000	270/310	225,15
	2210-000L	208/225	96,91	**300**	3211-0000	310/350	251,36
	2210-A00L	218/236	96,91		3211-A000	350/390	312,27
	2211-000L	222/250	131,11	**350**	3212-0000	350/390	324,07
250	2211-A00L	246/270	131,11		3212-A000	395/435	352,42
	2212-000L	264/284	140,23	**400**	3213-0000	400/435	373,66
	2212-A00L	282/306	144,45		3213-A000	435/470	405,77
300	2213-000L	305/326	159,61		3213-B000	470/505	458,94
	2213-A00L	315/335	173,29	**450**	3214-0000	455/490	543,98
	2213-B00L	334/355	173,29		3214-A000	490/525	563,98
	2213-C00L	360/386	229,16	**500**	3215-0000	505/540	586,49
350	2214-000L	360/386	229,16		3215-A000	540/575	718,33
	2214-A00L	386/410	239,42		3215-B000	575/610	753,58
400	2215-000L	408/435	270,20	**600**	3216-0000	610/645	707,78
	2216-000L	425/448	295,28		3216-A000	645/680	909,59
	2216-E00L	438/458	295,28		3216-B000	680/715	938,74
	2217-000L	465/490	342,02	**700**	3217-0000	710/745	1.003,99
	2217-E00L	480/500	342,02	**800**	3218-0000	810/845	1.054,24

ACCESORIOS

MANGUITOS

DESCRIPCIÓN:

- Manguito: FD GGG 50
- Contrabridas: FD GGG 50
- Junta: EPDM
- Tornillería: Acero + Dracomet 500
- Recubrimiento: Epoxi
- Para tubo de:
  - Fundición
  - Fibrocemento
  - Acero
  - PVC
  - Fibra de Vidrio



DN Ø mm	UNIÓN UNIVERSAL "LIBERTY" SERIE 1.200 L Ref.	
47-60	1200-A00L	27,36
57-72	1200-000L	35,34
68-85	1201-000L	37,62
84-106	1202-000L	37,62
103-116	1203-000L	46,74
108-130	1204-000L	49,02
128-146	1205-000L	62,70
134-155	1206-000L	62,70
153-175	1207-000L	62,70
165-185	1208-000L	62,70
184-207	1209-000L	75,02
208-225	1210-000L	110,59
218-236	1210-A00L	110,59
222-250	1211-000L	110,59
246-270	1211-A00L	114,01
264-284	1212-000L	119,71
282-306	1212-A00L	128,14
305-326	1213-000L	153,91
315-335	1213-A00L	163,03
334-355	1213-B00L	163,03
360-386	1214-000L	188,11
386-410	1214-A00L	205,21
408-435	1215-000L	216,61
425-448	1216-000L	359,13
438-458	1216-E00L	359,13
465-490	1217-000L	359,12
480-500	1217-E00L	359,12

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 50
- Junta cierre: EPDM
- Recubrimiento: Epoxi



DN Ø mm	UNIÓN GIBAULT PARA PVC SERIE 1.000A Ref.	
50	1000 - A000	11,25
63	1001 - A000	12,96
75	1002 - A000	16,48
90	1003 - A000	17,52
110	1004 - A000	21,37
125	1005 - A000	23,37
140	1006 - A000	34,32
160	1007 - A000	37,66
180	1008 - A000	37,66
200	1009 - A000	56,43
250	1010 - A000	71,90
315	1011 - A000	86,96
400	1012 - A000	174,64
500	1013 - A000	260,02
630	1014 - A000	312,03

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: GG 25
- Contrabridas: GG 25
- Junta: EPDM
- Tornillería: Acero Galvanizado



DN Ø mm	BC-06-33 GIBAULT PN16 Ref.		
36-41	GGT-5	00T32GGT05	20,79
46-51	GGT-7	00T32GGT07	21,51
51-57	GGT-8	00T40GGT08	22,59
57-63	GGT-9	00T40GGT09	25,10
66-72	GGT-11	00T50GGT11	23,66
72-78	GGT-12	00T60GGT12	24,02
77-84	GGT-13	00T60GGT13	30,83
84-91	GGT-14	00T80GGT14	35,13
89-96	GGT-15	00T80GGT15	35,13
98-104	GGT-16	00T80GGT16	35,13
104-110	GGT-17	00T10GGT17	44,79
110-116	GGT-18	00T10GGT18	46,97
118-125	GGT-19	00T10GGT19	50,19
124-130	GGT-20	00T10GGT20	48,76
130-137	GGT-21	00T10GGT21	62,38
137-144	GGT-22	00T10GGT22	57,36
144-152	GGT-23	00T10GGT23	58,79
153-161	GGT-24	00T10GGT24	58,79
161-169	GGT-25	00R10GGT25	88,92
170-178	GGT-26	00T10GGT26	77,45
184-192	GGT-28	00R10GGT28	82,42
194-201	GGT-29	00T10GGT29	125,14
220-229	GGT-32	00T10GGT32	108,27

MANGUITOS

DESCRIPCIÓN:

- Manguito: FD GGG 50
- Contrabridas: FD GGG 50
- Junta: EPDM
- Tornillería: Acero + GEOMET



DN Ø mm	UNIÓN UNIVERSAL* GRAN TOLERANCIA SERIE 1.500 L Ref.	
57 - 72 / 68 - 85	1500-000L	66,80
57 - 72 / 85 - 102	1501-000L	72,23
68 - 85 / 85 - 102	1502-000L	75,90
68 - 85 / 103 - 116	1503-000L	88,35
85 - 102 / 103 - 116	1504-000L	94,84
85 - 102 / 108 - 128	1505-000L	108,49
85 - 102 / 128 - 146	1506-000L	114,73
103 - 116 / 108 - 128	1507-000L	109,82
103 - 116 / 128 - 146	1508-000L	113,25
103 - 116 / 134 - 154	1509-000L	114,95
108 - 128 / 128 - 146	1510-000L	116,71
108 - 128 / 134 - 154	1511-000L	118,92
108 - 128 / 154 - 175	1512-000L	128,08
128 - 146 / 134 - 154	1513-000L	123,33
128 - 146 / 154 - 175	1514-000L	131,99
128 - 146 / 165 - 182	1515-000L	137,18
134 - 154 / 154 - 175	1516-000L	142,39
134 - 154 / 165 - 182	1517-000L	140,64
154 - 175 / 165 - 182	1518-000L	144,16
154 - 175 / 185 - 207	1519-000L	152,83
165 - 182 / 185 - 207	1520-000L	157,22
165 - 182 / 208 - 225	1521-000L	177,49
165 - 182 / 218 - 236	1521-A00L	226,39
184 - 207 / 208 - 225	1522-000L	195,97
184 - 207 / 225 - 250	1523-000L	206,99
208 - 225 / 225 - 250	1524-000L	208,09
208 - 225 / 246 - 266	1525-000L	218,75
225 - 250 / 246 - 266	1526-000L	232,55
225 - 250 / 264 - 284	1527-000L	248,84
222 - 250 / 282 - 302	1527-A00L	316,36
246 - 266 / 264 - 284	1528-000L	270,57
246 - 266 / 282 - 302	1529-000L	287,15
246 - 266 / 305 - 326	1530-000L	295,81
264 - 284 / 282 - 302	1531-000L	298,02
264 - 284 / 305 - 326	1532-000L	300,07
264 - 284 / 315 - 335	1533-000L	309,89
282 - 302 / 305 - 326	1534-000L	316,07
282 - 302 / 315 - 335	1535-000L	323,40
282 - 302 / 334 - 352	1536-000L	342,50
305 - 326 / 315 - 335	1537-000L	331,78
305 - 326 / 334 - 352	1538-000L	314,74
305 - 326 / 360 - 386	1539-000L	317,25
315 - 335 / 334 - 352	1540-000L	320,02
315 - 335 / 360 - 386	1541-000L	321,79
334 - 352 / 360 - 386	1542-000L	332,96
334 - 352 / 386 - 410	1543-000L	338,25
360 - 386 / 386 - 410	1544-000L	356,80
360 - 386 / 408 - 435	1545-000L	372,90
360 - 386 / 425 - 448	1546-000L	406,66
386 - 410 / 408 - 435	1547-000L	406,89
386 - 410 / 425 - 448	1548-000L	414,73
408 - 435 / 425 - 448	1549-000L	445,24
408 - 435 / 465 - 490	1550-000L	446,29
425 - 448 / 465 - 490	1551-000L	487,38

* A partir de la ref. 1546, posibilidad de rangos especiales, consultar.

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 50
- Contrabridas: FD GGG 50
- Anillo sujeción: acero + EPDM
- Junta: EPDM
- Recubrimiento Epoxi



DN Ø mm	UNIÓN TUBERÍA DE PE SERIE 1.800 Ref.	
60,3	1800-0000	52,12
63	1800-A000	52,12
75	1801-A000	60,91
90	1803-0000	70,23
110	1804-0000	89,96
125	1804-A000	100,04
140	1805-A000	142,16
160	1806-0000	161,91
180	1806-A000	218,51
200	1807-0000	202,30
225	1807-A000	280,20
250	1808-0000	346,78
280	1808-A000	474,95
315	1809-0000	496,30

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 50
- Junta cierre: EPDM
- Recubrimiento: Epoxi



DN Ø mm	UNIÓN MULTIDIÁMETRO SERIE 3.100 Ref.	
40-75	3101-0000	63,22
60-95	3102-0000	85,02
80-115	3103-0000	92,24
105-135	3104-0000	106,22
130-165	3105-0000	133,93
155-195	3106-0000	138,92
190-230	3107-0000	154,78
215-258	3108-0000	196,63
240-280	3109-0000	227,24
235-275	3110-0000	198,26
270-310	3110-A000	213,83
310-350	3111-0000	247,24
350-390	3111-A000	280,45
395-435	3112-A000	356,00
435-470	3113-A000	410,23
470-505	3113-B000	519,80
505-540	3115-0000	597,31
540-575	3115-A000	619,72
575-610	3115-B000	649,99
610-645	3116-0000	672,13
645-680	3116-A000	727,94
680-715	3116-B000	748,54
710-745	3117-0000	809,00
810-845	3118-0000	906,06

MANGUITOS

Belgicast

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 50
- Junta cierre: EPDM
- Recubrimiento: Epoxi



DN Ø mm	UNIÓN UNIVERSAL GRAN TOLERANCIA SERIE 3.500				
	Ref.			Ref.	
40-75/60-95	3501-0000	92,92	240-280/395-435	3536-0000	292,83
40-75/80-115	3502-0000	96,24	270-310/310-350	3537-0000	261,77
40-75/105-135	3503-0000	107,26	270-310/350-390	3538-0000	292,09
40-75/130-165	3504-0000	118,59	310-350/350-390	3541-0000	293,59
60-95/80-115	3505-0000	94,09	310-350/395-435	3542-0000	314,51
60-95/105-135	3506-0000	114,46	310-350/435-470	3543-0000	331,92
60-95/130-165	3507-0000	131,91	310-350/470-505	3544-0000	363,72
60-95/55-195	3508-0000	128,77	350-390/435-470	3546-0000	363,72
80-115/105-135	3509-0000	114,37	395-435/435-470	3549-0000	369,30
80-115/55-195	3511-0000	137,11	395-435/470-505	3550-0000	384,48
105-135/130-165	3513-0000	130,10	395-435/505-540	3551-0000	438,31
105-135/155-195	3514-0000	145,79	435-470/470-505	3554-0000	393,16
105-135/215-258	3516-0000	175,26	435-470/505-540	3555-0000	425,61
130-165/155-195	3517-0000	143,19	470-505/505-540	3559-0000	430,55
130-165/190-230	3518-0000	170,89	470-505/540-575	3560-0000	443,89
130-165/240-280	3520-0000	202,31	505-540/540-575	3563-0000	527,55
155-195/190-230	3521-0000	165,03	505-540/575-610	3564-0000	549,48
155-195/215-258	3522-0000	185,69	540-575/575-610	3567-0000	589,25
190-230/215-258	3525-0000	198,34	575-610/610-645	3571-0000	627,36
190-230/240-280	3526-0000	237,29	575-610/645-680	3572-0000	646,69
190-230/270-310	3527-0000	237,85	610-645/645-680	3575-0000	662,02
190-230/310-350	3528-0000	253,28	610-645/680-715	3576-0000	677,23
215-258/240-280	3529-0000	247,44	610-645/710-745	3577-0000	712,85
215-258/270-310	3530-0000	259,31	645-680/680-715	3579-0000	710,77
215-258/310-350	3531-0000	262,84	645-680/710-745	3580-0000	715,79
215-258/350-390	3532-0000	293,87	680-715/710-745	3582-0000	715,79
240-280/270-310	3533-0000	255,20	680-715/810-845	3583-0000	817,95
240-280/350-390	3535-0000	290,45	710-745/810-845	3584-0000	836,72

ACCESORIOS PARA TUBERÍAS DE PVC

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 50
- Junta cierre: EPDM/NBR
- Recubrimiento: Epoxi



BRIDA DOBLE CÁMARA SERIE 4.000

DN Ø mm	Ref.		Ref.			Ref.		
40/50	4001	16,71	**100/110**	4006-A	35,71	**250/250**	4010	159,62
50/63	4002	19,89	**125/125**	4007-A	51,74	**250/280**	4010-A	171,37
60/63	4003	20,59	**125/140**	4007-B	59,87	**300/315**	4011	223,85
60/75	4003-A	21,42	**150/160**	4008-B	61,06	**300/355**	4011-A	234,02
65/63	4004	25,03	**200/160**	4009	80,88	**350/355**	4012	289,22
65/75	4004-A	26,58	**200/180**	4009-A	104,14	**400/400**	4013	358,14
80/90	4005-A	29,39	**200/200**	4009-B	93,39	**400/450**	4013-A	426,57
100/90	4006	35,04	**200/225**	4009-C	102,77	**500/500**	4014	553,29

- Cuerpo: FD GGG 50
- Junta cierre: EPDM/NBR
- Recubrimiento: Epoxi



EMPALME BRIDA LISO SERIE 4.025

DN Ø mm	Ref.		Ref.		
50/63	4027	18,86	**200/225**	4033-B	89,43
65/75	4028	21,81	**250/250**	4034	124,76
80/90	4029	25,35	**250/280**	4034-A	151,81
100/110	4030-A	32,42	**300/315**	4035	182,78
125/125	4031	48,03	**350/335**	4036	245,34
125/140	4031-A	49,14	**400/400**	4037	294,41
150/160	4032	59,54	**400/450**	4037-A	316,50
200/200	4033-A	78,79			

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 50
- Junta cierre: EPDM/NBR
- Recubrimiento: Epoxi



TE ENCHUFE S. BRIDA SERIE 4.050

DN Ø mm	Ref.		Ref.			Ref.			Ref.			Ref.		
d63 -DN50	4052-A	41,68	**d125-DN50**	4056-A	76,47	**d160-DN150**	4058-G	148,11	**d225-DN100**	4061-B	166,07	**d280-DN200**	4063-C	316,71
d63 -DN60	4052-B	43,01	**d125-DN60**	4056-B	76,47	**d180-DN100**	4059-A	147,20	**d225-DN150**	4061-D	198,80	**d315-DN80**	4064	254,40
d75 -DN60	4053-B	50,75	**d125-DN-80**	4056-C	86,38	**d200-DN50**	4060	124,39	**d225-DN200**	4061-E	226,06	**d315-DN100**	4064-A	270,50
d90 -DN60	4054-B	56,54	**d125-DN100**	4056-D	96,29	**d200-DN60**	4060-A	130,99	**d250-DN60**	4062	180,74	**d315-DN300**	4064-E	422,66
d90 -DN65	4054-C	58,07	**d140-DN40**	4057	69,33	**d200-DN80**	4060-B	140,92	**d250-DN80**	4062-A	193,13	**d400-DN100**	4066	385,07
d90 -DN80	4054-D	59,30	**d140-DN60**	4057-B	85,27	**d200-DN100**	4060-C	144,33	**d250-DN100**	4062-B	207,37	**d400-DN150**	4066-A	430,46
d110-DN60	4055-B	72,73	**d160-DN50**	4058-A	96,02	**d200-DN125**	4060-D	159,81	**d250-DN150**	4062-C	265,75	**d400-DN200**	4066-B	473,39
d110-DN65	4055-C	72,73	**d160-DN60**	4058-B	101,98	**d200-DN150**	4060-E	183,95	**d280-DN80**	4063	245,18	**d400-DN300**	4066-C	571,53
d110-DN80	4055-D	77,51	**d160-DN80**	4058-D	106,80	**d225-DN60**	4061	139,38	**d280-DN100**	4063-A	259,06	**d400-DN400**	4066-D	734,83
d110-DN100	4055-E	80,16	**d160-DN100**	4058-E	119,82	**d225-DN80**	4061-A	151,75	**d280-DN150**	4063-B	288,31			

*** Series 4000:** Presión mínima de trabajo: 1 bar. Presión máxima de trabajo: 16 bares

Resto de referencias consultar

ACCESORIOS PARA TUBERÍAS DE PVC

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 50
- Junta cierre: EPDM/NBR
- Recubrimiento: Epoxi



TE TUBO
SERIE 4.075

DN Ø mm	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.		Ref.	
d1-63/d2-63	4076-A	32,86	**d1-125/d2-125**	4080-D	82,69	**d1-180/d2-180**	4083-C	155,52	**d1-250/d2-160**	4086-C	233,35
d1-75/d2-63	4077	35,19	**d1-140/d2-90**	4081-B	77,80	**d1-200/d2-75**	4084	107,07	**d1-250/d2-200**	4086-D	233,39
d1-75/d2-75	4077-A	39,35	**d1-140/d2-110**	4081-C	83,50	**d1-200/d2-110**	4084-B	131,44	**d1-250/d2-250**	4086-E	280,15
d1-90/d2-63	4078	42,42	**d1-140/d2-125**	4081-D	89,49	**d1-200/d2-140**	4084-D	137,22	**d1-280/d2-225**	4087-D	285,78
d1-90/d2-75	4078-A	48,01	**d1-140/d2-140**	4081-E	93,86	**d1-200/d2-160**	4084-E	155,59	**d1-315/d2-90**	4088	206,30
d1-90/d2-90	4078-B	50,84	**d1-160/d2-63**	4082	87,81	**d1-200/d2-200**	4084-G	176,46	**d1-315/d2-110**	4088-A	228,74
d1-110/d2-63	4079	55,13	**d1-160/d2-75**	4082-A	90,10	**d1-225/d2-90**	4085	136,48	**d1-315/d2-140**	4088-B	262,01
d1-110/d2-75	4079-A	57,99	**d1-160/d2-90**	4082-B	95,01	**d1-225/d2-110**	4085-A	153,22	**d1-315/d2-160**	4088-C	290,15
d1-110/d2-90	4079-B	61,61	**d1-160/d2-110**	4082-C	102,67	**d1-225/d2-160**	4085-D	177,36	**d1-315/d2-280**	4088-G	351,75
d1-110/d2-110	4079-C	68,62	**d1-160/d2-125**	4082-D	108,00	**d1-225/d2-225**	4085-G	195,82	**d1-315/d2-315**	4088-H	553,56
d1-125/d2-63	4080	63,22	**d1-160/d2-140**	4082-E	113,02	**d1-250/d2-90**	4086	174,16	**d1-400/d2-200**	4090	572,47
d1-125/d2-90	4080-B	68,38	**d1-160/d2-160**	4082-F	124,21	**d1-250/d2-110**	4086-A	189,82	**d1-400/d2-315**	4090-A	672,71
d1-125/d2-110	4080-C	76,05	**d1-180/d2-110**	4083	143,57	**d1-250/d2-140**	4086-B	204,37	**d1-400/d2-400**	4090-B	773,94

Resto de referencias consultar

ACCESORIOS PARA TUBERÍAS DE PVC

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 50
- Junta cierre: EPDM/NBR
- Recubrimiento: Epoxi



DN Ø mm	CODO 90° ENCHUFE SERIE 4.175 Ref.		DN Ø mm	Ref.	
50	4176	18,43	160	4183	95,56
63	4177	21,90	200	4185	134,05
75	4178	31,25	225	4186	144,70
90	4179	38,43	250	4187	220,24
110	4180	51,14	315	4189	298,43
125	4181	63,75	400	4191	533,38
140	4182	71,87			

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 50
- Junta cierre: EPDM/NBR
- Recubrimiento: Epoxi









DN Ø mm	CODO 11,25° ENCHUFE SERIE 4.200 Ref.		CODO 22,5° ENCHUFE SERIE 4.225 Ref.		CODO 45° ENCHUFE SERIE 4.250 Ref.		DN Ø mm	CODO 90° ENCHUFE SERIE 4.275 Ref.	
63	4202	23,11	4227	23,56	4252	23,11	DN 80/d.90	4276	84,11
75	4203	28,53	4228	29,99	4253	30,71	DN 80/d.110	4277	94,96
90	4204	35,94	4229	39,59	4254	37,39	DN 80/d.160	4279	110,14
110	4205	44,42	4230	49,52	4255	49,52	DN 100/d.110	4278	103,93
125	4206	55,69	4231	60,06	4256	59,34			
140	4207	64,08	4232	71,38	4257	68,46			
160	4208	80,53	4233	90,01	4258	90,73			
180			4234	113,00	4259	116,64			
200	4210	109,26	4235	116,56	4260	124,57			
225	4211	110,75	4236	132,76	4261	148,33			
250	4212	161,13	4237	190,37	4262	191,04			
315	4214	212,94	4239	235,46	4264	244,59			
400	4216	383,55	4241	425,29	4266	485,81			

Resto de referencias consultar

ACCESORIOS PARA TUBERÍAS DE PVC

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 50
- Junta cierre: EPDM/NBR
- Recubrimiento: Epoxi





DN Ø mm	BRIDA CODO 90° - S. BRIDA SERIE 4.300 Ref.		DN Ø mm	REDUCCIÓN ENCHUFE SERIE 4.325 Ref.			Ref.			Ref.	
80	4301	99,49	**75/63**	4327	23,53	**180/140**	4333	79,67	**250/160**	4336-A	154,21
			90/63	4328	24,82	**180/160**	4333-A	84,39	**250/200**	4336-B	169,98
			90/75	4328-A	30,97	**200/90**	4334	72,31	**280/160**	4337	180,28
			110/63	4329	31,19	**200/110**	4334-A	87,77	**280/225**	4337-A	216,18
			110/75	4329-A	36,94	**200/140**	4334-B	92,14	**280/250**	4337-B	222,57
			110/90	4329-B	37,33	**200/160**	4334-C	96,72	**315/200**	4338	211,70
			125/75	4330-A	40,67	**200/180**	4334-D	104,07	**315/225**	4338-A	220,90
			125/90	4330-B	43,64	**225/110**	4335	100,02	**315/250**	4338-B	233,55
			125/110	4330-C	48,70	**225/140**	4335-A	103,13	**400/250**	4340	326,98
			140/110	4331-A	52,12	**225/160**	4335-B	103,40	**400/315**	4340-A	349,20
			160/90	4332	53,38	**225/200**	4335-C	113,10			
			160/110	4332-A	57,14	**250/110**	4336	139,96			

DESCRIPCIÓN:

- Cuerpo: FD GGG 50
- Junta cierre: EPDM/NBR
- Recubrimiento: Epoxi

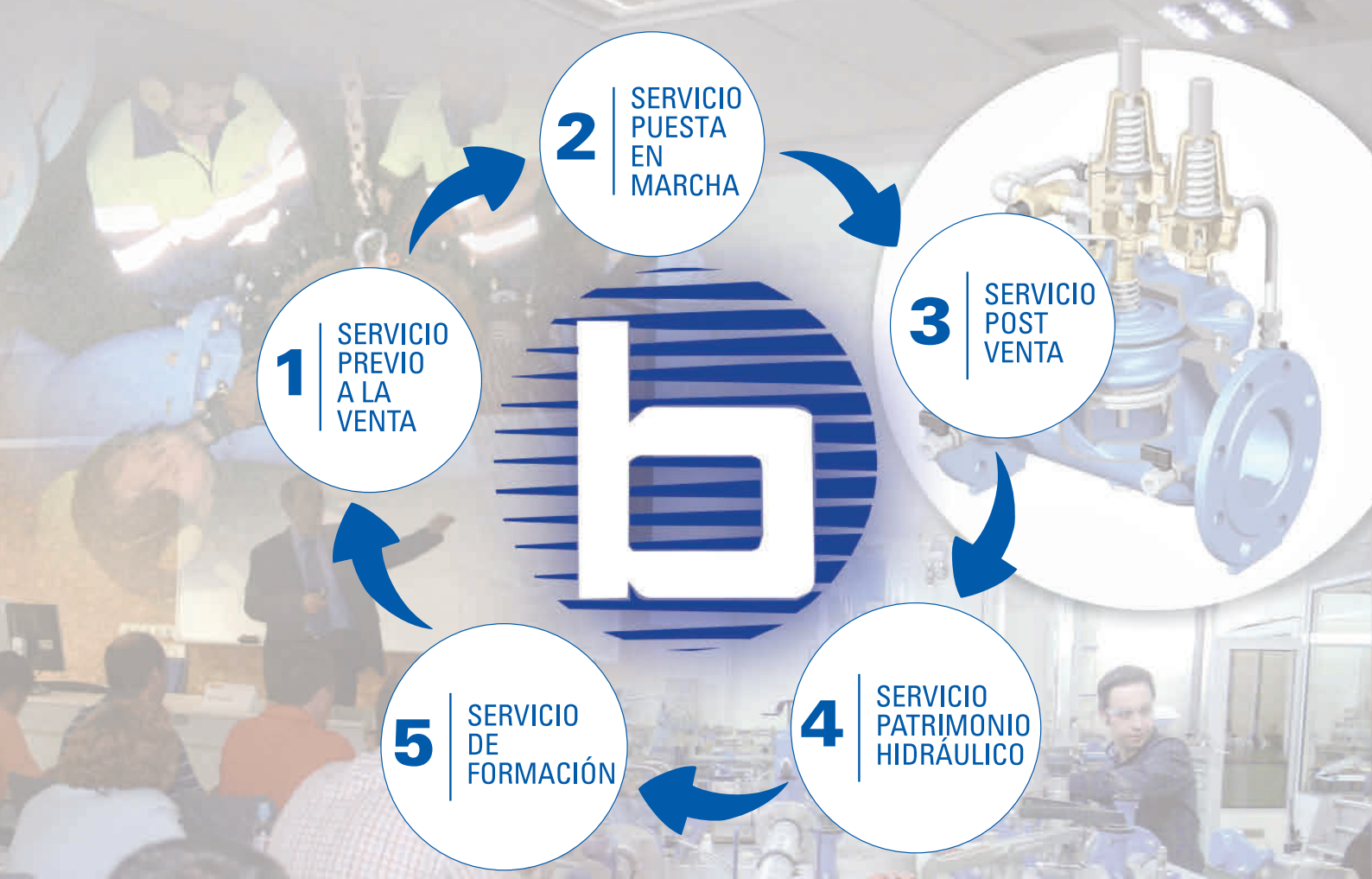






DN Ø mm	ENCHUFE TAPÓN S. ROSCA SERIE 4.350 Ref.		DN Ø mm	ENCHUFE TAPÓN CIEGO SERIE 4.375 Ref.		DN Ø mm	ENCHUFE MANGUITO DE DILATACIÓN SERIE 4.425 Ref.	
110/2	4355	29,55	**50**	4376	9,21	**90**	4429	40,78
160/2	4358	47,63	**63**	4377	13,10			
			75	4378	17,03			
			90	4379	21,58			
			110	4380	27,83			
			125	4381	35,25			
			160	4383	47,61			
			200	4385	64,73			
			225	4386	85,20			
			250	4387	96,40			

Resto de referencias consultar



Servicio, Ingeniería y Mantenimiento

1 NUESTRO SERVICIO PREVIO A LA VENTA OFRECE:

- Asesoramiento Técnico previo a distancia o en obra.
- Estudios de simulación hidráulica.
- Dimensionado de válvulas.
- Asesoramiento y desarrollo de productos para aplicaciones específicas.

2 NUESTRO SERVICIO PUESTA EN MARCHA OFRECE:

- Verificación de una correcta instalación.
- Regulaciones dinámicas de los equipos.
- Comprobación del correcto funcionamiento.
- Asesoramiento y recomendaciones para la explotación.

3 NUESTRO SERVICIO POST VENTA OFRECE:

- Contratos de servicios, formación y mantenimiento.
- Asistencia de modificación en las válvulas.
- Mantenimiento en profundidad.
- Mantenimiento de explotación.
- Reparaciones en obra.
- Reparaciones en nuestras instalaciones.

4 NUESTRO SERVICIO PATRIMONIO HIDRÁULICO OFRECE:

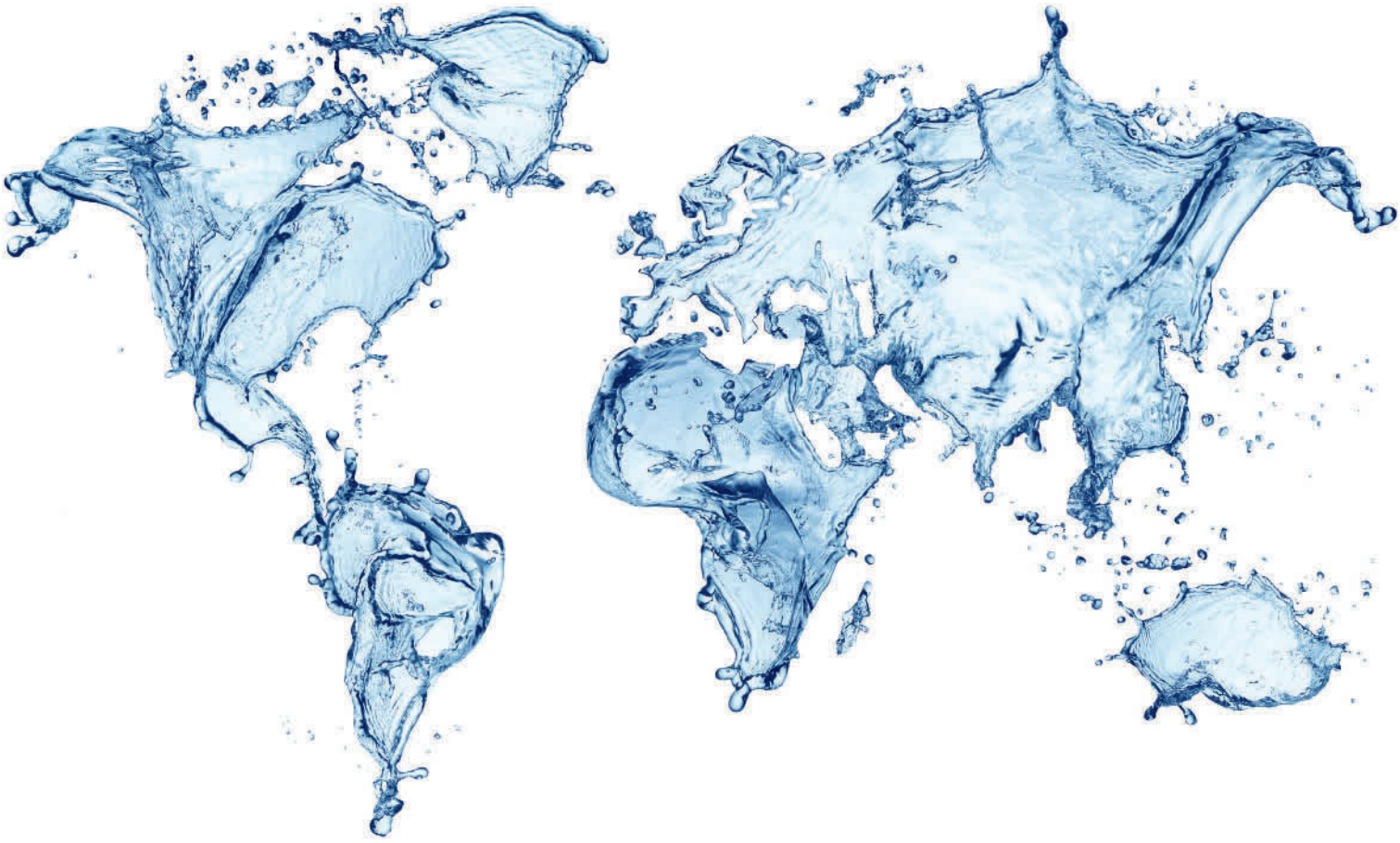
- Inventarios de parque.
- Realización de planos y esquemas con los datos más relevantes de la instalación.
- Diagnósticos técnicos.
- Control de la adecuación del material a las necesidades.
- Realización y puesta a disposición del cliente de las fichas de inventario y visita.
- Ubicación G.P.S. de las arquetas.

5 NUESTRO SERVICIO DE FORMACIÓN OFRECE:

- Control del manejo en sus instalaciones mediante formación con banco de pruebas móvil.
- Módulos pedagógicos de formación.
- Formación adaptada a la demanda requerida.
- Formación teórica y práctica.
- Formación en nuestras instalaciones.
- Formación para una gran variedad de productos.

Todas las medidas, precios y referencias serán válidas salvo error tipográfico

Your Choice in Waterflow Control



TALIS es la elección número uno para el transporte y control del agua. TALIS posee la mejor solución para la gestión del agua y de la energía y para las aplicaciones industriales y municipales. Con una amplia gama de productos, ofrecemos soluciones integrales para el ciclo completo del agua. Desde hidrantes a válvulas de mariposa. Desde válvulas de registro a válvulas anulares. Nuestros conocimientos, tecnología innovadora, experiencia mundial y el proceso de consulta individual constituyen la base para desarrollar soluciones sostenibles para el manejo eficiente de este recurso vital que es el agua.

BELGICAST Internacional, S.L.
B° Zabalondo 31
48100 Munguía (Bizkaia)
Nacional Tel: 94 488 91-00
Nacional Fax: 94 488 91-30
Export Tel: +34 94 488 91-20
Export Fax: +34 94 488 91-25
E-Mail: belgicast@talis-group.com
Internet: www.belgicast.eu

Nota: Las especificaciones pueden sufrir modificaciones sin previo aviso.
Copyright: Prohibida su reproducción total o parcial sin permiso escrito de BELGICAST. BELGICAST es una Marca Registrada.

TALIS
YOUR CHOICE IN WATERFLOW CONTROL

2.000 / 09-2013G

11.5 Cotización Bomba KSB

De: Gustavo Fortes <gustavofortes@bombaslesa.com>

Seleccionamos una bomba centrífuga horizontal de carcasa bipartida horizontal, con impulsor de doble succión.
Modelo: OMEGA 250-600A/259.
Impulsor: 259 mm.
Rendimiento: 83%
Potencia consumida: 418.-
Potencia recomendada del motor a acoplar: 500 hp.

El precio de la base, la bomba, el manchón y la mano de obra por armado: U$S 52.709.-
IVA Incluido.
No está incluido el motor eléctrico.

11.6 Cotización motor WEG

02/09/2014

Presupuesto División Industrial: Nº 4011

Señores: Carolina Bettinelli
E-mail: carobetti@gmail.com

Contacto: Carolina Bettinelli

Cant.	Modelo	Descripción	P. Unitario	Dtos %	Total
1	119800	TIP55 480 HP IV polos 355M/L 220/380V	15,361.00		15,361.00
					
1	119800	TIP55 550 HP IV polos 355M/L 220/380V	16,897.00		16,897.00
					

Subtotal:		32,258.00
Dtos:		0.00
Total:	U$S	32,258.00

OBSERVACIONES :

CONDICIONES :

Plazo de oferta: 30 días
Plazo de Garantía: 1 año/s
Plazo de entrega :60 días
Precio : Plaza, agregar IVA
Forma de Pago : a convenir

BROMBERG y cía s.a.:
GERARDO ERRAZOLA
energia@bromberg.com.uy

11.7 Cotización instalaciones auxiliares de estación de bombeo

Fecha: 18 de Noviembre de 2014.

Señores de:
CAROLINA BETTINELLI
Presente

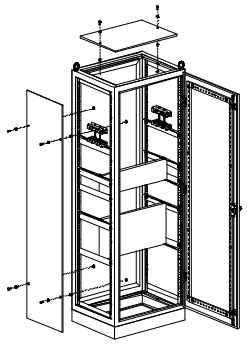
Ref: Tablero Booster de Presión **Nº de solicitud: 62430**

De acuerdo a lo solicitado Tenemos el agrado de cotizar a Uds. la carpintería metálica, montaje y cableado del tablero mencionado según la información proporcionada.

1.- Carpintería Metálica.

El tablero se instalará en envolvente metálica compuesta por 7 módulos de tipo autoportante de medidas exteriores 2000x800x800mm (alto x ancho x profundidad), montado sobre zócalo de 100mm de altura, conformando un total de medidas exteriores de 2100x5600x800mm (alto x ancho x profundidad).

Los gabinetes del tipo autoportante para uso interior, presentan construcción modular en medidas estandarizadas en combinaciones de 400, 600 y 800mm de base y profundidad, todos con 2000mm de altura.



Están conformados por estructuras, techos, laterales, puertas, fondos, accesorios de montaje de elementos, y accesorios generales.

1.1.- Estructuras:

Las estructuras están diseñadas en base a montantes y largueros perfilados, posteriormente soldados, que aseguran la adecuada rigidez del conjunto.

1.2.- Puertas:

Las puertas son construidas con pestaña doble, con un marco interno en riel tipo "C" de forma de conferirles la rigidez necesaria para eliminar alabeos y permitir el montaje de los instrumentos de supervisión y medida así como también los elementos de comando que sean necesarios.

Se soportan sobre 3 bisagras, colocadas del lado derecho del gabinete (apertura izquierda), que permitan un ángulo de apertura superior a los 90º.

Los cierres son de tipo falleba a tres puntos, regulable, con dispositivos de ajuste en base de rodamientos en los extremos de las varillas.

1.3.-Laterales, fondos, techos:

Los laterales, fondos y techos son plegados con pestaña simple, y se fijan a la estructura mediante cierres de montaje rápido tipo tornillo sobre guía, de forma que no sobresalen a la estructura del tablero.

1.4.- Accesorios de montaje:

Los montantes de la estructura, cuentan con orificios oblongos en todo el largo útil, que permiten la fijación de perfiles laterales con idénticos orificios, mediante bulonería adecuada a cada caso, y sirven de soporte a las bandejas, rieles y demás elementos para el montaje de equipamiento, siendo la profundidad y la altura regulables.

1.5.- Equipotencialidad del conjunto:

Todo el conjunto formará un equipotencial eléctrico, a través de conexiones entre partes móviles y fijas mediante tuercas soldadas y conexiones mediante cables aislados de sección adecuada, con terminales de compresión tipo anillo en sus extremos, unidos mediante bulones, arandelas planas y de presión.

1.6.- Materiales utilizados:

En todos los anteriores casos la chapa a utilizar será chapa de acero doble decapada Nº 14, de primer uso, de fardos importados, acondicionados para el transporte marítimo con protección de grasa.

La misma será sometida a procesos de desengrase y fosfatización previo a la etapa de pintura poliéster electrostática de color beige (RAL 7032) texturado, salvo para el caso de los accesorios de montaje (bandejas, perfiles y rieles) que serán naranja (RAL 2003) liso, todos con posterior curado a temperatura controlada.

1.7.-Estiba:

Los módulos se proveen con 2 cáncamos de izaje de forma de permitir la estiba por elevadores apropiados.

Estos cáncamos están dimensionados para soportar el peso del gabinete incluido el equipamiento habitual que se instala.

1.8.- Control de Calidad.

Todas las etapas del proceso tienen definidos sus controles de calidad de forma de detectar las no conformidades en la mejor oportunidad para minimizar costos y tiempos de producción.

2.- Montaje y cableado eléctrico.

El tablero será construido según esquemas adjuntos.

Los elementos se fijarán mecánicamente a las bandejas portaelementos, mediante bulonería adecuada que asegura la suficiente rigidez mecánica para operación normal.

Se montará perfilería adecuada para el tendido de conductores de acometida y salida de potencia, con el propósito de disminuir el esfuerzo mecánico ejercido sobre los elementos.

La señalización y los instrumentos estarán accesibles desde fuera del tablero, instalados en las puertas de los módulos.

La distribución de corriente se realizará por medio de barras de cobre o repartidores de cobre prefabricados. Desde los mismos se alimentarán los interruptores secundarios por medio de cable de cobre flexible aislado en PVC con terminales de compresión en sus extremos.

Las salidas de potencia se adecuarán a los conductores a conectar, previendo para ello si es necesario, platinas de cobre acordes al tamaño de los terminales.

Los trenes de barras estarán emplazados en forma horizontal, desde los cuales se alimentarán las cargas por medio de cable flexible aislado en PVC con terminales de compresión en sus extremos y con fleje de cobre flexible para la cargas de mayor potencia.

Para el dimensionado del tren de barras de distribución de corriente según la solicitud de cortocircuito, se tendrá en cuenta la limitación de corriente brindada por los interruptores que la alimentan.

Como protección contra contactos accidentales, las barras de cobre de distribución de potencia estarán cubiertas con una placa de acrílico transparente.

La identificación de fases en conductores se realizará mediante código de colores normalizado (rojo-blanco-marrón)

Los auxiliares de señalización y comando se conectarán en sus diagramas típicos, mediante cables de cobre flexibles aislados en PVC con terminales de compresión e identificadores numéricos tipo anillos plásticos en sus extremos.

La salida de potencia a campo estará dada desde los bornes de los interruptores correspondientes.

Sobre la parte inferior del tablero se instalará una barra colectora de tierras, a la que se conectarán las líneas equipotenciales de la carpintería metálica.

Ensayos:

Para dar por finalizados los trabajos se realizan ensayos de fábrica según protocolo interno que contempla entre otros los ensayos de rutina definidos en EN-IEC 60439-1.

La realización de estos ensayos es abierta al contratista, previa coordinación con fábrica.

Observaciones:

Tefix se encuentra certificado por UNIT bajo las normas ISO9001-2008

	1x 500HP VFD + 3x500 HP AES (500 HP 1490 RPM 682 Amp)	**Cod. Fab.**	**Cant.**
GEN	Int. NS3200N 4P, 70kA@400V 3200A sin U.D.	34021	1
	U. Disparo Micrologic 2.0A BÁSICA + AMPERIMETRO	33505	1
	Bobina de apertura 200-250 Vac MX, P/NS 800-1600	33662	1
	PULSADOR EMERGENCIA CON TRABA 40MM 1NC ROJO CJ BEG.01	WE6412	1
MULTIMEDIDOR	TRAFO 3000/5A	RI5834	4
	MEDIDOR UNIVERSAL PM750 + MODBUS RS485 PM750MG	pm0715	1
	PORTAFUSIBLE UN P/FUS 10X38	zo5810	4
	FUSIBLE 10X38MM 10A 1038-10	ZO5950	4
DESC.	PORTAFUSIBLE UNIPOLAR P/FUS 22X58 RT18-125L	CF4616	4

CLASE 1	FUSIBLE 22X58MM 100A 2258-100	ZO6090	4
	Desc. 1P cl.1 P/fase Iimp: 35kA PCL-135L 77739600	CP0104	3
	DESCARG. 1P CL.1 P/NEUTRO IIMP: 100KA PCL-1100N 77739700	CP0105	1
DESC. CLASE 2	PORTAFUSIBLE UNIPOLAR P/FUS 22X58 RT18-125L	CF4616	4
	FUSIBLE 22X58MM 80A 2258-80	ZO6086	4
	DESC. 1P CL.2 P/FASE IMAX:40KA CS1-40/230 77705125	cp0210	3
	Desc. 1P cl.2 P/Neutro Imax:40kA CS1-40N 77705151	cp0215	1
AES 500 HP	Int. NS1250N 3P, 50kA@400V 1250A sin U.D. con motor	33300	3
	U. Disparo Micrologic 2.0A BÁSICA + AMPERIMETRO	33505	3
	3 Platinas conexión frontal superior 3P 1250A, p/NS	33600	3
	3 Platinas conexión frontal inferior 3P 1250 A, p/NS	33601	3
	ARR 600HP 400V SSW06 820 T 2257 SSZ		3
	RELE 4 CONTACTOS 5A 220V AC D4N-220AC	RL2035	6
	BASE EXTERIOR C/TORNILLOS 4 CONTACTOS ZMD4	RL3414	6
	CONTACTOR TRIPOLAR 9A 220V 50HZ 9.10	WE1009	3
	PORTAFUSIBLE UN P/FUS 10X38	zo5810	6
	FUSIBLE 10X38MM 10A 1038-10	ZO5950	6
	TRANSFORMADOR 400/230V 500W BK	CF5546	3
	Int. Dif. 2P, 25 A, 30 mA	16201	3
	DESC. 1P+N CL.3 IMAX:10KA RD2-10/230 77704005	CP0230	3
	TEMPORIZADOR RETARDO DESCONEXION RE7RM11BU	TL8534	3
	SELECTOR 3 POS. FIJAS PER.LARGA (10046341) CA3F45.10/10	WE6458	3
VFD 500 HP MASTER BOOSTER	Int. NS1250N 3P, 50kA@400V 1250A sin U.D. con motor	33300	1
	U. Disparo Micrologic 2.0A BÁSICA + AMPERIMETRO	33505	1
	3 Platinas conexión frontal superior 3P 1250A, p/NS	33600	1
	3 Platinas conexión frontal inferior 3P 1250 A, p/NS	33601	1
	VARIADOR VELOCIDAD 500HP 380V CFW110720T4SZ		1
	RELE 4 CONTACTOS 5A 220V AC D4N-220AC	RL2035	4
	BASE EXTERIOR C/TORNILLOS 4 CONTACTOS ZMD4	RL3414	4
	PORTAFUSIBLE UN P/FUS 10X38	zo5810	2
	FUSIBLE 10X38MM 10A 1038-10	ZO5950	2
	TRANSFORMADOR 400/230V 500W BK	CF5546	1
	Int. Dif. 2P, 25 A, 30 mA	16201	1
	DESC. 1P+N CL.3 IMAX:10KA RD2-10/230 77704005	CP0230	1
	FUENTE LOGO 24VCC 2.5A SIEMENS 6EP1332-1SH42	SI7041	1
	CONTACTOR TRIPOLAR 9A 220V 50HZ 9.10	WE1009	1
	TEMPORIZADOR RETARDO DESCONEXION RE7RM11BU	TL8534	1
	AISLADOR OPTO		1
	SENSOR PRESION		1
	SELECTOR 3 POS. FIJAS PER.LARGA (10046341) CA3F45.10/10	WE6458	1
REACTIVA 15x50 KVAR	PORTAFUSIBLE UN P/FUS 10X38	zo5810	2
	FUSIBLE 10X38MM 10A 1038-10	ZO5950	2
	REGULADOR ENERGIA REACTIVA 12 ESCALAS 52449	CX0212	1
	BASE NH-0 P/CARTUCHO 16 A 160A	FY1016	15
	BASE NH-0 P/CARTUCHO 16 A 160A	FY1016	15
	BASE NH-0 P/CARTUCHO 16 A 160A	FY1016	15
	CARTUCHO NH-0 125 AMP.	FY0412	15
	CARTUCHO NH-0 125 AMP.	FY0412	15
	CARTUCHO NH-0 125 AMP.	FY0412	15
	CONTACTOR P/REACTIVA 220/30 380/50 CWM65C.10	WE1230	15
	CONDENSADOR TRIFASICO 25 KVAR 400V UCW-T	WE0469	15
	CONDENSADOR TRIFASICO 25 KVAR 400V UCW-T	WE0469	15
SERVICIOS	INTERRUPTOR AUT. NSX160N 4X160A 50KA RELE TMD160 FA	430850	1

	Int. Dif. 4P, 63 A, 30 mA	16258	1
	Int. termomagnético C60 N 2P 10A, 10 kA / IEC 947, curva C	24336	9
PARA RAYOS	PARARRAYOS CEBADO ELECTRONICO 60US, NIMBUS 60 77901160	CP0816	1
	ACOPLE NIMBUS/MÁSTIL P-ADAP D36,5 77902610	CP0820	1
	Incluye: PLC, Asistencia Técnica y Puesta en Marcha		1

Carpintería metálica, suministro de materiales, montaje
y cableado de Tablero Booster de Presión U$S 122.809,00

3.-Condiciones comerciales:

El precio cotizado es unitario, se entiende en Dólares Americanos y se le debe agregar el I.V.A.

Forma de pago: **50% de Seña, saldo Contado c/entrega- Neto**
Plazo de entrega: A convenir.
Mantenimiento de Oferta: 30 días.

Sin otro particular saluda atte.
Por ***Tefix S.A.***

Gustavo Cherone
Dpto. de Ventas
GCH/ kb

12. ANEXO V: PROGRAMA FORTRAN MAX_NP_PDEC_HF

```
      PROGRAM Max_NP_Pdec_HF
C     ************************************************************
C     AQUEST PROGRAMA LLEGEIX LES COORDENADES DELS PIXELS
C     DEL MDE QUE CONTENEN PARCEL3LES I BUSCA ELS SEUS EXTREMS I EL
C     PUNT HIDRÀULICAMENT MÉS DESFAVORABLE
C     ************************************************************
C
      IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
      CHARACTER*15 PARCELLA
      CHARACTER*15 CODIPIX,CODIPAR
C     CHARACTER*3 CODIPAR
      CHARACTER*72 LINIA
C
      PARAMETER(IPIX=1688959,IPAR=52)
      DIMENSION XPIX(IPIX),YPIX(IPIX),ZPIX(IPIX),CODIPIX(IPIX),
     .          XPAR(IPAR),YPAR(IPAR),ZPAR(IPAR),
     .          XMAX(IPAR),YMAX(IPAR),ZMAX(IPAR),
     .          XMAXH(IPAR),YMAXH(IPAR),ZMAXH(IPAR),
     .          XMIN(IPAR),YMIN(IPAR),ZMIN(IPAR),
     .          XMINH(IPAR),YMINH(IPAR),ZMINH(IPAR),
     .          XMIG(IPAR),YMIG(IPAR),ZMIG(IPAR),
     .          CODIPAR(IPAR),IPIXEL(IPIX)
C     ******************************
C     PRESSIÓ I PENDENT DE FREGAMENT
C     ******************************
      PMIN=0.D0
      PEN=0.01D0*DSQRT(2.D0)
C     C     pen es J*raiz (2)
C     ******************************
C     LECTURA DEL MDE AMB AGRUPACIÓ
C     ******************************
      OPEN (21,FILE='Sal.txt',
     .  STATUS='OLD')
        NPIX=0
        NFALL=0
        LAB=0
        DO WHILE (LAB.EQ.0)
          READ(21,'(A4,F9.2,1X,F10.2,1X,F5.2)',END=1021)PARCELLA,X,Y,Z
```

```
C         SI UN PIXEL NO TIENE COTA (NODATA) DEBE DE LEERSE UN NUMERO NEGATIVO
          IF (Z.GT.0.D0) THEN
            NPIX=NPIX+1
            XPIX(NPIX)=X
            YPIX(NPIX)=Y
            ZPIX(NPIX)=Z
            READ(PARCELLA(1:4),*) CODIPIX(NPIX)
          ELSE
            NFALL=NFALL+1
          ENDIF
        ENDDO
 1021   CONTINUE
     CLOSE (21)
     WRITE(*,*)'NOMBRE TOTAL DE PIXELS SELECCIONATS :',NPIX
     WRITE(*,*)'NOMBRE TOTAL DE PIXELS BANDAJATS    :',NFALL
C
C    ***************************
C    Leyendo tesauro de parcelas.
C    ***************************
     NPAR=0
     OPEN (23,FILE='ParHF.txt',STATUS='OLD')
       LAB=0
       DO WHILE (LAB.EQ.0)
         READ(23,'(A4,F9.2,1X,F10.2,1X,F5.2)',END=1023)PARCELLA,XH,YH
     .     ,ZH
         NPAR=NPAR+1
           XPAR(NPAR)=XH
           YPAR(NPAR)=YH
           ZPAR(NPAR)=ZH
         READ(PARCELLA(1:4),*) CODIPAR(NPAR)
       ENDDO
 1023   CONTINUE
     CLOSE (23)
     WRITE(*,*)'Numero total de predios seleccionados :',NPAR
     read(*,*)
C
C
C    ***************************
```

```
C    LECTURA DEL MDE AMB HIDRANTS
C    ***************************
     OPEN (UNIT=24,FILE='NPS.csv',STATUS='UNKNOWN')
     WRITE(24,'(A82)')
    . 'CODIPARC   X1    Y1     Z1   X2  Y2   Z2    X1H   Y1H
    .Z1H   HMAX    HMH'
     OPEN (UNIT=25,FILE='EXT.csv',STATUS='UNKNOWN')
     WRITE(25,'(A76)')'CODIPARC   XMAX  YMAX   ZMAX   XMIN
    .YMIN   ZMIN   XMIG  YMIG   ZMIG  '
C
C    ********************************
C    BUCLE SOBRE TOTES LES PARCEL·LES
C    ********************************
     DO I=1,NPAR
C
C      ******************************
C      RECOLLIM PÍXELS D'UNA PARCEL·LA     RECOPILANDO
C      ******************************
       DO K=1,IPIX
         IPIXEL(I)=0
       ENDDO
       K=0
       DO J=1,NPIX
         IF (CODIPAR(I).EQ.CODIPIX(J)) THEN
           K=K+1
           IPIXEL(K)=J
         ENDIF
       ENDDO
       NPIXEL=K
       WRITE(*,*)'ANALITZANT PARCELLA :',I,' de ',NPAR,' con ', NPIXEL
C      NPIXEL me devuelve la cantidad de pixeles asociados a la parcela I
C      ************************
C      CREUEM PIXELS ENTRE ELLS     CRUZANDO
C      ************************
       ZETAM=0.D0
       ZETAN=1.D10
       ZETAMH=0.D0
       ZETANH=1.D10
```

```
      XMIG(I)=0.D0
      YMIG(I)=0.D0
      ZMIG(I)=0.D0
C
      HMAX=0.D0
      HMAXH=0.D0
      JMAX=0
      JMAXH=0
      KMAX=0
      DMAX=0.D0
      ZMAX=0.D0
C
      DO J=1,NPIXEL
C
C       **********************
C       EXTREMS DE LA PACEL·LA
C       **********************
        ZP=ZPIX(IPIXEL(J))
        IF (ZP.GT.ZETAM) THEN
          ZETAM=ZP
          XMAX(I)=XPIX(IPIXEL(J))
          YMAX(I)=YPIX(IPIXEL(J))
          ZMAX(I)=ZP
        ENDIF
        IF (ZP.LT.ZETAN) THEN
          ZETAN=ZP
          XMIN(I)=XPIX(IPIXEL(J))
          YMIN(I)=YPIX(IPIXEL(J))
          ZMIN(I)=ZP
        ENDIF
        XMIG(I)=XMIG(I)+XPIX(IPIXEL(J))/DFLOAT(NPIXEL)
        YMIG(I)=YMIG(I)+YPIX(IPIXEL(J))/DFLOAT(NPIXEL)
        ZMIG(I)=ZMIG(I)+ZPIX(IPIXEL(J))/DFLOAT(NPIXEL)

C         DESZ(I)=SQRT(ZP-ZMIG(I))
C
C       *******************************************
C       BUSQUEM EL NIVELL PIEZOMÈTRIC MÉS DESFAVORABLE
```

```
C      ***** ****************************************
       DO K=1,NPIXEL
         DX=XPIX(IPIXEL(K))-XPIX(IPIXEL(J))
         DY=YPIX(IPIXEL(K))-YPIX(IPIXEL(J))
         DZ=ZPIX(IPIXEL(K))-ZPIX(IPIXEL(J))
         DI=DSQRT(DX*DX+DY*DY+DZ*DZ)
         H=ZP+PMIN+PEN*DI
         IF (H.GT.HMAX) THEN
           HMAX=H
           JMAX=IPIXEL(J)
           KMAX=IPIXEL(K)
         ENDIF
       ENDDO
     ENDDO
C    ZPH es el Z DEL PUNTO MAS ALEJADO HIDRAULICAMENTE DEL HIDRANTE
     DO J=1,NPIXEL
C
C      **********************
C       EXTREMS DE LA PACEL·LA
C      **********************
       ZPH=ZPIX(IPIXEL(J))
       IF (ZPH.GT.ZETAMH) THEN
         ZETAMH=ZPH
         XMAXH(I)=XPIX(IPIXEL(J))
         YMAXH(I)=YPIX(IPIXEL(J))
         ZMAXH(I)=ZPH
       ENDIF
       IF (ZPH.LT.ZETANH) THEN
         ZETANH=ZPH
         XMINH(I)=XPIX(IPIXEL(J))
         YMINH(I)=YPIX(IPIXEL(J))
         ZMINH(I)=ZPH
       ENDIF
C
C      ******************************************
C       BUSQUEM EL NIVELL PIEZOMÈTRIC MÉS DESFAVORABLE
C      ******************************************
         DXH=XPAR(I)-XPIX(IPIXEL(J))
```

```
          DYH=YPAR(I)-YPIX(IPIXEL(J))
          DZH=ZPAR(I)-ZPIX(IPIXEL(J))
          DIH=DSQRT(DXH*DXH+DYH*DYH+DZH*DZH)
          HH=ZPH+PMIN+PEN*DIH
          IF (HH.GT.HMAXH) THEN
            HMAXH=HH
            JMAXH=IPIXEL(J)
          ENDIF
        ENDDO
C
C     ****************************************
C     ESCRIBIM ELS RESULTATS PER A CADA PÀRCEL·LA
C     ****************************************
        IF (JMAX.NE.0) THEN
          WRITE (24,3001)
     .      CODIPAR(I),
     .      XPIX(JMAX),YPIX(JMAX),ZPIX(JMAX),
     .      XPIX(KMAX),YPIX(KMAX),ZPIX(KMAX),
     .      XPIX(JMAXH),YPIX(JMAXH),ZPIX(JMAXH),HMAX,HMAXH
          WRITE (25,3000)
     .      CODIPAR(I),
     .      XMAX(I),YMAX(I),ZMAX(I),
     .      XMIN(I),YMIN(I),ZMIN(I),
     .      XMIG(I),YMIG(I),ZMIG(I)
3000      FORMAT (A15,3(1X,F9.2,1X,F10.2,1X,F5.2))
3001      FORMAT (A15,3(1X,F9.2,1X,F10.2,1X,F5.2),1X,F6.2,1X,F6.2)
        ENDIF
      ENDDO
C
      CLOSE (24)
      CLOSE (25)
C
      WRITE(*,*)' El programa finalizo correctamente'
      READ(*,*)
C
      END
```

13. ANEXO VI: PLIEGO TARIFARIO UTE



PLIEGO TARIFARIO

Vigente desde el 01/01/2014

Gerencia de Sector Análisis Tarifario

Ante cualquier consulta, estamos a disposición de nuestros clientes durante las 24 horas a través de Telegestiones UTE: 0800 1930 desde un teléfono fijo o *1930 desde cualquier celular en forma gratuita; así como en www.ute.com.uy, o si lo prefiere, en el horario de 9:00 a 16:00 hr en cualquiera de nuestras Oficinas Comerciales.

TARIFA RESIDENCIAL SIMPLE

Para los servicios con modalidad de consumo residencial cuya potencia contratada sea menor o igual a 40 kW.

1. Cargo por consumo de energía:

   1 kWh a 100 kWh mensuales ..... $ / kWh 3,833

   101 kWh a 600 kWh mensuales ..... $ / kWh 5,007

   601 kWh en adelante ..... $ / kWh 5,945

2. Cargo por potencia contratada ..... $ / kW 47,6

3. Cargo fijo mensual ..... $ 148,3

TARIFA DOBLE HORARIO RESIDENCIAL

Para los servicios con modalidad de consumo residencial cuya potencia contratada sea mayor o igual a 3,3 kW y menor o igual a 40 kW, con carácter opcional.

1. Cargo por consumo de energía:

Punta $ / kWh	Fuera de punta $ / kWh
6,634	2,594

2. Cargo por potencia contratada ..... $ / kW 47,6

3. Cargo fijo mensual ..... $ 277,5

4. Los cargos por energía se distribuyen en dos períodos horarios, durante todos los días que integran la factura mensual, de acuerdo al siguiente detalle.

   Durante el período en que rige la Hora Oficial habitual:
   - horas Punta: de 17:00 a 23:00 hrs.
   - horas Fuera de Punta: de 00:00 a 17:00 y de 23:00 a 24:00 hrs.

   Durante el período en que rige el adelanto de la Hora Oficial:
   - horas Punta: de 18:00 a 24:00 hrs.
   - horas Fuera de Punta: de 00:00 a 18:00 hrs.

TARIFA de CONSUMO BÁSICO RESIDENCIAL

Para servicios monofásicos con modalidad de consumo residencial, a titulares de único suministro, cuya potencia contratada sea igual o menor a 3,7 kW, con carácter opcional. A los efectos de permanecer en esta tarifa no se podrá superar más de dos veces los 230 kWh/mes, en los últimos doce meses (año móvil), pasando automáticamente a la Tarifa Residencial Simple al tercer mes que se supere el consumo mencionado.

1. Cargo por consumo de energía:

101 kWh a 140 kWh mensuales	$ / kWh	5,066
141 kWh a 350 kWh mensuales	$ / kWh	9,296
351 kWh en adelante.....	$ / kWh	5,945

2. Cargo mensual, con derecho a un consumo de hasta 100 kWh / mes ..... $ 245,6

TARIFA GENERAL SIMPLE

Para los servicios no comprendidos en las tarifas Residencial Simple y Alumbrado Público cuya potencia contratada sea inferior o igual a los 40 kW.

1. Cargo por consumo de energía:

1 kWh a 1.000 kWh mensuales	$ / kWh	4,274
1.001 kWh en adelante	$ / kWh	4,905

2. Cargo por potencia contratada ..... $ / kW 47,6

3. Cargo fijo mensual ..... $ 166,7

TARIFA DE PAGO ANTICIPADO

Para clientes con medidor monofásico y con carácter opcional, que soliciten su inclusión en el sistema de pago anticipado.

Clientes con Potencia Contratada 2,2 y 3,3 kW:

1. Precio de energía por compras de:

   1 kWh a 700 kWh..... $ / kWh 5,414

   701 kWh en adelante..... $ / kWh 5,212

2. Cargo fijo anual ..... $ 1.485

Clientes con Potencia Contratada 4,4 , 5,5 y 6,6 kW:

1. Precio de energía por compras de:

   1 kWh a 1.400 kWh..... $ / kWh 6,534

   1.401 kWh en adelante..... $ / kWh 6,298

2. Cargo fijo anual ..... $ 2.990

BONIFICACIONES

Para los clientes con tarifas General Simple, Residencial Simple y Doble Horario Residencial medidos en 6,4 , 15 o 22 kV, se les efectuará sobre la facturación correspondiente al Consumo de Energía y Cargo por Potencia Contratada, el 2% de descuento.

TARIFAS TRIPLE HORARIO

TARIFAS MC - MEDIANOS CONSUMIDORES

Con carácter opcional para los servicios que presenten en el tramo horario Punta-Llano una potencia contratada igual o mayor a 10 kW y menor o igual a 40 kW en cualquier horario. Por reglamentación a los servicios con potencia contratada mayor que 40 kW en cualquier horario.

1. Cargos por consumo de energía, por potencia y cargo fijo:

Tarifa	Nivel de tensión kV	Precio de energía $ / kWh			Potencia máxima medida $ / kW	Cargo Fijo mensual $
		Valle	Llano	Punta	Punta-Llano	
MC1	0,230 – 0,400	1,401	3,173	7,250	248,0	463,0
MC2	6,4 - 15 – 22	1,382	2,894	5,617	159,3	463,0
MC3 *	31,5	1,373	2,877	4,810	96,5	463,0

* a partir de la vigencia de este pliego tarifario, no se podrá ingresar a esta opción tarifaria con potencia contratada igual o superior a 250 kW en cualquier horario.

2. Períodos horarios.

   El cargo por energía se distribuye en tres períodos horarios, durante todos los días que integran la factura mensual, de acuerdo al siguiente detalle.

   Durante el período en que rige la Hora Oficial habitual:
   - horas Punta: de 18:00 a 22:00 hrs.
   - horas Llano: de 07:00 a 18:00 y de 22:00 a 24:00 hrs.
   - horas Valle: de 00:00 a 07:00 hrs.

   Durante el período en que rige el adelanto de la Hora Oficial:
   - horas Punta: de 19:00 a 23:00 hrs.
   - horas Llano: de 00:00 a 01:00, de 08:00 a 19:00 y de 23:00 a 24:00 hrs.
   - horas Valle: de 01:00 a 08:00 hrs.

3. Potencia

   La potencia de facturación, será igual a la potencia máxima mensual medida durante las horas de Punta y de Llano (Punta-Llano), entre las dos fechas tomadas en cuenta para el cálculo de la factura mensual.

   En todos los casos en que la máxima potencia medida, en horas Punta-Llano, sea inferior o igual al 50% de la potencia contratada, se facturará el precio de potencia por el 50% de ésta, más los cargos fijo y de energía correspondientes.

4. Recargo por Potencia Excedentaria

   Se entiende por Potencia Excedentaria la máxima potencia demandada en horas Punta-Llano que exceda la potencia contratada.
   El recargo por Potencia Excedentaria será igual a:

   a. 100% del precio correspondiente a cada kW, por cada kW demandado que no supere o iguale en 30% la potencia contratada.

   b. 300% del precio correspondiente a cada kW, por cada kW demandado que resulte 30% superior a la potencia contratada.

TARIFAS GC - GRANDES CONSUMIDORES

Para los servicios que presenten consumo medio igual o mayor a 90.000 kWh/mes y potencia contratada en el tramo horario Punta-Llano igual o mayor que 200 kW, y con carácter opcional. Por reglamentación a los servicios con Potencia Contratada igual o mayor a 250 kW en niveles de tensión 31,5 kV o 63 kV.

1. Cargos por consumo de energía, por potencia y cargo fijo.

1.1. Cargos que regirán hasta el 30/06/2014:

Tarifa	Nivel de tensión kV	Precio de energía $ / kWh			Potencia máxima medida $ / kW		Cargo Fijo mensual $
		Valle	Llano	Punta	Valle	Punta-Llano	
GC1	0,230 - 0,400	1,366	2,517	7,664	-	328,7	9.641
GC2	6,4 - 15 - 22	1,341	2,388	6,101	-	214,6	9.641
GC3	31,5	1,331	2,350	5,095	11,5	150,2	9.641
GC4	63	1,331	2,350	4,865	10,2	72,5	9.641
GC5 *	110 - 150	1,307	2,336	4,125	7,1	54,5	9.641

* la tarifa GC5 es aplicable exclusivamente a suministros cuyos titulares hayan contratado con anterioridad a la aprobación de los decretos 276/002; 277/002 y 360/002.

1.2. Cargos que regirán a partir del 01/07/2014:

Tarifa	Nivel de tensión kV	Precio de energía $ / kWh			Potencia máxima medida $ / kW				Cargo Fijo mensual $
		Valle	Llano	Punta	Valle	Llano	Punta	Punta-Llano	
GC1	0,230 - 0,400	1,366	2,517	7,664	-	-	-	328,7	9.641
GC2	6,4 - 15 - 22	1,341	2,388	6,101	-	-	-	214,6	9.641
GC3	31,5	1,331	2,350	5,095	11,5	57,5	92,7	-	9.641
GC4	63	1,331	2,350	4,865	10,2	28,2	44,3	-	9.641
GC5 *	110 - 150	1,307	2,336	4,125	7,1	23,4	31,1	-	9.641

* la tarifa GC5 es aplicable exclusivamente a suministros cuyos titulares hayan contratado con anterioridad a la aprobación de los decretos 276/002; 277/002 y 360/002.

2. Períodos horarios.

El cargo por energía se distribuye en tres períodos horarios, durante todos los días que integran la factura mensual, de acuerdo al siguiente detalle.

Durante el período en que rige la Hora Oficial habitual:

- horas Punta: de 18:00 a 22:00 hrs.
- horas Llano: de 07:00 a 18:00 y de 22:00 a 24:00 hrs.
- horas Valle: de 00:00 a 07:00 hrs.

Durante el período en que rige el adelanto de la Hora Oficial:

- horas Punta: de 19:00 a 23:00 hrs.
- horas Llano: de 00:00 a 01:00, de 08:00 a 19:00 y de 23:00 a 24:00 hrs.
- horas Valle: de 01:00 a 08:00 hrs.

3. Potencia

3.1. En las tarifas para niveles de tensión 0,230 , 0,400 , 6,4 , 15 y 22 kV (GC1 y GC2), La potencia de facturación, será igual a la potencia máxima mensual medida durante las horas de Punta y de Llano (Punta-Llano), entre las dos fechas tomadas en cuenta para el cálculo de la factura mensual.

A su vez, en estas tarifas, en todos los casos en que la máxima potencia medida, en horas Punta-Llano, sea inferior o igual al 50% de la potencia contratada, se facturará el precio de potencia por el 50% de ésta, más los cargos fijo y de energía correspondientes.

3.2. Niveles de tensión 31,5 , 63 y 110 - 150 kV (GC3, GC4 y GC5):

3.2.1. Hasta el 30/06/2014:

En las tarifas para niveles de tensión 31,5 , 63 y 110 - 150 kV (GC3, GC4 y GC5), las potencias de facturación, serán dos, por una parte la potencia máxima mensual medida durante las horas de Punta y de Llano (Punta-Llano), y la otra será la potencia máxima mensual medida durante las horas de Valle; ambas entre las dos fechas tomadas en cuenta para el cálculo de la factura mensual.

A su vez, en estas tarifas, en todos los casos en que la máxima potencia medida, en cada tramo horario (Punta-Llano y Valle), sea inferior o igual al 70% de la potencia contratada en el tramo horario respectivo, se facturará cada precio de potencia por el 70% de ésta, más los cargos fijo y de energía correspondientes. Este mínimo actúa para cada tramo horario en forma independiente.

3.2.2. A partir del 01/07/2014:

En las tarifas para niveles de tensión 31,5 , 63 y 110 - 150 kV (GC3, GC4 y GC5), las potencias de facturación, serán tres, la potencia máxima mensual medida durante las horas de Punta, la potencia máxima mensual medida durante las horas de Llano y la potencia máxima mensual medida durante las horas de Valle; cada una entre las dos fechas tomadas en cuenta para el cálculo de la factura mensual.

A su vez, en estas tarifas, en todos los casos en que la máxima potencia medida, en cada tramo horario (Punta, Llano y Valle), sea inferior o igual al 70% de la potencia contratada en el tramo horario respectivo, se facturará cada precio de potencia por el 70% de ésta, más los cargos fijo y de energía correspondientes. Este mínimo actúa para cada tramo horario en forma independiente.

4. Recargo por Potencia Excedentaria

   Se entiende por Potencia Excedentaria la máxima potencia demandada que exceda la potencia contratada. Se podrá tener hasta tres potencias excedentarias, ya que la misma se determina en forma independiente en las horas de cada tramo horario.

   En cada uno de estos tramos horarios (Punta-Llano o Punta, Llano y Valle), el recargo por Potencia Excedentaria será igual a:

   a. 100% del precio correspondiente a cada kW, por cada kW demandado que no supere o iguale en 30% la potencia contratada en el tramo horario respectivo.

   b. 300% del precio correspondiente a cada kW, por cada kW demandado que resulte 30% superior a la potencia contratada en el tramo horario respectivo.

TARIFAS DE ZAFRA ESTIVAL

Para aquellos servicios que concentren el 80% o más de su consumo entre los meses de noviembre y marzo inclusive; y que presenten en el tramo horario Punta-Llano una potencia contratada igual o mayor a 10 kW, con carácter opcional.

1. Cargos por consumo de energía, por potencia y cargo fijo:

Tarifa	Nivel de tensión kV	Precio de energía $ / kWh			Potencia máxima medida $ / kW	Cargo Fijo mensual $
		Valle	Llano	Punta	Punta-Llano	
Z1	0,230 – 0,400	2,059	2,376	7,879	527,2	463,0
Z2	6,4 – 15 - 22	2,031	2,334	6,125	344,7	463,0
Z3 *	31,5	2,019	2,323	4,847	206,6	463,0

* A partir de la vigencia de este pliego tarifario, no se podrá ingresar a esta opción tarifaria con potencia contratada igual o superior a 250 kW en cualquier horario.

2. Períodos horarios.

   El cargo por energía se distribuye en tres períodos horarios, durante todos los días que integran la factura mensual, de acuerdo al siguiente detalle.

   Durante el período en que rige la Hora Oficial habitual:
   - horas Punta: de 18:00 a 22:00 hrs.
   - horas Llano: de 07:00 a 18:00 y de 22:00 a 24:00 hrs.
   - horas Valle: de 00:00 a 07:00 hrs.

   Durante el período en que rige el adelanto de la Hora Oficial:
   - horas Punta: de 19:00 a 23:00 hrs.
   - horas Llano: de 00:00 a 01:00, de 08:00 a 19:00 y de 23:00 a 24:00 hrs.
   - horas Valle: de 01:00 a 08:00 hrs.

3. Potencia

   La potencia de facturación, será igual a la potencia máxima mensual medida durante las horas de Punta y de Llano (Punta-Llano), entre las dos fechas tomadas en cuenta para el cálculo de la factura mensual.

   En todos los casos en que la máxima potencia medida, en horas Punta-Llano, sea inferior o igual al 50% de la potencia contratada, se facturará el precio de potencia por el 50% de ésta, más los cargos fijo y de energía correspondientes. Esta cláusula regirá únicamente para el período de zafra antes definido.

4. Recargo por Potencia Excedentaria

   Se entiende por Potencia Excedentaria la máxima potencia demandada en horas Punta-Llano que exceda la potencia contratada. El recargo por Potencia Excedentaria será igual al 100% del precio correspondiente a cada kW, por cada kW demandado que supere el 30% de lo contratado. Esta cláusula regirá solo para el período de zafra.

TARIFA PUNITIVA

Para las facturaciones de consumos en casos de irregularidades en el uso de la energía eléctrica y/o en su medición, según reglamentación:

1. Cargo por consumo de energía:

1 kWh a 1.000 kWh mensuales	$ / kWh	12,789
Excedente sobre 1.000 kWh mensuales	$ / kWh	14,560

2. Cargo por potencia contratada ..... $ / kW 119,3

3. Cargo fijo mensual:

0 kWh a 5.000 kWh mensuales	$	1.034
5.001 kWh en adelante	$	3.969

TARIFA ALUMBRADO PÚBLICO

Para el alumbrado público a cargo de las autoridades municipales y nacionales y otros clasificados dentro de la misma modalidad de consumo. El precio mensual por lámpara es:

Potencia lámpara W	Horario completo $
100	239,00

Cuando la potencia de la lámpara fuera diferente de la indicada, se fijará su precio en forma proporcional.
Para las lámparas no incandescentes se agregará al valor nominal de las lámparas el consumo de los equipos accesorios: en estos casos será de cargo de la autoridad respectiva el suministro de lámparas y accesorios necesarios así como su colocación.
Para las lámparas incandescentes será de cargo de la autoridad respectiva el suministro de las lámparas necesarias.
Para aquellos servicios que cuenten con medidor, se facturará un cargo por consumo de energía:

1. Redes de alumbrado con mantenimiento a cargo de UTE ..... $ / kWh 6,585
2. Redes de alumbrado con mantenimiento a cargo del Cliente ..... $ / kWh 5,343

TARIFA DOBLE HORARIO ALUMBRADO PÚBLICO

Para los servicios de Alumbrado Público cuya potencia contratada sea mayor o igual a 10 kW, con mantenimiento de las redes hasta el puesto de medida a cargo del Cliente, con carácter "opcional".

1. Cargo por consumo de energía:

Punta $ / kWh	Fuera de punta $ / kWh
7,320	2,633

2. Cargo por potencia contratada ..... $ / kW 72,6

3. Cargo fijo mensual..... $ 323,5

4. Los cargos por energía se distribuyen en dos períodos horarios, durante todos los días que integran la factura mensual, de acuerdo al siguiente detalle.

   Durante el período en que rige la Hora Oficial habitual:
   - horas Punta: de 17:00 a 23:00 hrs.
   - horas Fuera de Punta: de 00:00 a 17:00 y de 23:00 a 24:00 hrs.

   Durante el período en que rige el adelanto de la Hora Oficial:
   - horas Punta: de 18:00 a 24:00 hrs.
   - horas Fuera de Punta: de 00:00 a 18:00 hrs.

TARIFA REACTIVA

Los consumos reactivos serán facturados según el siguiente detalle:

1. Para los servicios comprendidos en las actuales Tarifas General Simple, Residencial Simple, de Consumo Básico Residencial y Alumbrado Público, según lo establecido en la reglamentación vigente, se formulará una facturación adicional por consumos reactivos cuando el factor de potencia sea inferior a 0,92.

   El porcentaje de recargo por consumos reactivos, aplicable sobre el importe facturado de energía activa consumida en el mes, resulta de la siguiente fórmula:

   si $\frac{E_r}{E_a} \leq 0{,}426$ $\qquad K_1(\%) = 0$

   si $\frac{E_r}{E_a} > 0{,}426$ $\qquad K_1(\%) = 40 \times \left(\frac{E_r}{E_a} - 0{,}426 \right)$

   si además, $\frac{E_r}{E_a} > 0{,}7$ se cobrará un recargo adicional que responde a la siguiente fórmula:

   $$K_{1adicional}(\%) = 60 \times \left(\frac{E_r}{E_a} - 0{,}7 \right)$$

   siendo, E_r : Energía reactiva consumida en el mes, expresada en kVArh
   E_a : Energía activa consumida en el mes, expresada en kWh

2. Para los servicios comprendidos en las Tarifas Doble Horario (Residencial y Alumbrado Público), según lo establecido en la reglamentación vigente, se formulará una facturación adicional por consumos de energía reactiva cuando el factor de potencia sea inferior a 0,92, y una bonificación cuando el factor de potencia sea superior a 0,92.

   El porcentaje de recargo o bonificación por consumos reactivos, aplicable sobre el importe facturado de energía activa consumida en el período de punta, resultará de la siguiente fórmula:

   $$K_1(\%) = B \times \left(\frac{E_r}{E_a} - 0{,}426 \right)$$

   si $\frac{E_r}{E_a} > 0{,}7$ se cobrará un recargo adicional que responde a la siguiente fórmula:

   $$K_{1adicional}(\%) = (100 - B) \times \left(\frac{E_r}{E_a} - 0{,}7 \right)$$

   siendo, E_r : Energía reactiva consumida en el mes, expresada en kVArh
   E_a : Energía activa consumida en el mes, expresada en kWh

   El valor de "*B*" depende de la categoría tarifaria, de acuerdo a lo que se expone en la siguiente tabla:

Tarifas	Valor de "*B*"
DHR	36
DHA	34

3. Para los servicios comprendidos en las tarifas Triple Horario (GC, MC, y de Zafra Estival), según lo establecido en la reglamentación vigente, se formulará una facturación adicional por consumos de energía y potencia reactiva cuando el factor de potencia sea inferior a 0,92, y una bonificación cuando el factor de potencia sea superior a 0,92.

   El porcentaje de recargo o bonificación por consumos reactivos, aplicable sobre el importe facturado de energía activa consumida en el período de punta, resultará de la siguiente fórmula:

$$K_1(\%) = A \times \left(\frac{E_r}{E_a} - 0{,}426 \right)$$

   si $\frac{E_r}{E_a} > 0{,}7$ se cobrará un recargo adicional que responde a la siguiente fórmula:

$$K_{1\,adicional}(\%) = (100 - A) \times \left(\frac{E_r}{E_a} - 0{,}7 \right)$$

   El porcentaje de recargo o bonificación aplicable sobre el importe por potencia máxima activa registrada en el mes (hasta el 30/06/2014 en tramo horario unificado Punta-Llano, y a partir del 01/07/2014 en todos los tramos horarios con cargo por potencia máxima medida), resultará de la siguiente fórmula:

$$K_2(\%) = 62 \times \left(\frac{E_r}{E_a} - 0{,}426 \right)$$

   si $\frac{E_r}{E_a} > 0{,}7$ se cobrará un recargo adicional que responde a la siguiente fórmula:

$$K_{2\,adicional}(\%) = 38 \times \left(\frac{E_r}{E_a} - 0{,}7 \right)$$

   siendo, E_r : Energía reactiva consumida en el mes, expresada en kVArh
   E_a : Energía activa consumida en el mes, expresada en kWh

   El valor de "*A*" depende del nivel de tensión en el cual está alimentado el servicio y responde a la siguiente tabla:

Nivel de tensión	Valor de "*A*"
0,230 - 0,400 kV	23
6,4 - 15 - 22 kV	18
31,5 kV	12
63 y 150 kV	5

4. En todos los casos:

   a. Cuando el cociente entre la energía reactiva y la energía activa sea superior a 1,34 (factor de potencia menor a 0,60), se podrá suspender el servicio previa notificación al cliente, hasta tanto adecue sus instalaciones.
   b. Cuando el medidor de energía activa no registre consumo, se facturará la totalidad del consumo de energía reactiva al mayor de los precios de energía establecidos dentro de la respectiva categoría. Esto regirá en los casos de las tarifas multihorario, cuando el medidor de energía activa no presente consumo en ninguno de los períodos horarios.

REGIMEN DE TASAS Y GARANTÍAS PARA SERVICIOS ELÉCTRICOS

I. DEFINICION DEL VALOR DE LAS TASAS

1. Trámites que implican el suministro de Energía Eléctrica

1.1. Tasa de Conexión para solicitudes de suministro en Zona Electrificada

1.1.1. Nuevos Usuarios de Distribución con potencia a contratar menor o igual a 50 kW.

La Tasa de Conexión será: **TC= A + B**

Servicios Monofásicos

Potencia Contratada kW	A	B	
		Tarifas Simples	Tarifas Doble Horario
3,7	$ 2.051	$ 1.023	$ 1.922
4,6			
7,4			
9,2			

Servicios Trifásicos

Potencia Contratada kW	A	B		
		Tarifas Simples	Tarifas Doble Horario	Tarifas Triple Horario
12	$ 2.955	$ 4.160	$ 4.160	$ 6.515
15	$ 4.673			
20				
25	$ 10.688			$ 8.741
30		$ 6.264	$ 6.264	$ 10.997
35		$ 9.775	$ 9.775	
40				
41 a 50	$ 11.867	-	-	$ 16.603

Conexiones en Zona Electrificada Rural con redes de Media Tensión Monofásicas

Potencia Contratada kW	A	B		
		Tarifas Simples	Tarifas Doble Horario	Tarifas Triple Horario
11,5	$ 2.606	$ 3.942	$ 3.942	$ 7.361
14,5	$ 2.955			

En las tarifas triple horario, las cuales permiten una doble contratación de potencia, la tasa de conexión se determina por la mayor de ellas.

1.1.2. Nuevos Usuarios de Distribución con potencia a contratar mayor a 50 kW.

En estos casos, se elaborarán presupuestos para establecer la Tasa de Conexión de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Distribución de Energía Eléctrica y en el Decreto del Poder Ejecutivo 366/007.

1.1.3. Tasas aplicadas en otros casos que implican el suministro de Energía Eléctrica.

1.1.3.1. Contratación de servicios provisorios ..... 0,5 UBT
1.1.3.2. Trámites por reformas y ampliación de instalaciones:

Instalaciones hasta 8,8 kW ..... 2 UBT
Instalaciones mayores de 8,8 kW ..... 5 UBT

Para instalaciones de hasta 2,2 kW cuando son obras propuestas por Intendencias Municipales, proyectadas y dirigidas por técnicos de las mismas, se aplica un 50% del importe.

1.2. Conexiones directas de emergencia

Solicitud de conexión efectuada dentro de las 72 horas previas ..... 3 UBT
Esta tasa es adicional a lo establecido en el numeral 1.1.3

1.3. Servicios extraordinarios en Usinas con servicio restringido

Por hora ..... 6 UBT

1.4. Por reconexión del suministro

En suministros con potencia contratada menor o igual a 40 kW ..... $ 716
En suministros con potencia contratada mayor a 40 kW..... $ 1.154

1.5. Por rehabilitación del suministro

En suministros con potencia contratada menor o igual a 40 kW ..... $ 1.079
En suministros con potencia contratada mayor a 40 kW..... $ 1.520

2. Tasas de Conexión que involucran suministros con microgeneración.

En todos los casos, la potencia pico de la Instalación Microgeneradora (IMG) será menor o igual que la potencia contratada en el suministro.

2.1. Nuevos suministros con IMG

2.1.1. Monofásicos con potencia a contratar menor o igual que 9,2 kW

Tarifa simple..... A + (B x 1,4)
Tarifa doble horario ..... A + (B x 1,6)

A y B son los componentes de tasa de conexión definidos en el numeral 1.

2.1.2. Resto de las situaciones

En suministros trifásicos con potencia a contratar menor o igual que 9,2 kW y en suministros monofásicos o trifásicos con potencia a contratar mayor que 9,2 kW, se cobra la Tasa de Conexión de suministros sin IMG.

2.2. Suministros existentes

2.2.1. Suministros que incorporan IMG manteniendo la potencia contratada y tarifa aplicada.

2.2.1.1. Suministros monofásicos con potencia contratada menor o igual que 9,2 kW

Tarifa simple.....$ 913
Tarifa doble horario.....$ 1.175

2.2.1.2. Suministros monofásicos excepcionales (potencia contratada mayor que 9,2 kW).....$ 1.340

2.2.1.3. Suministros trifásicos con potencia contratada mayor que 9,2 kW.

Tarifa simple.....$ 1.761
Tarifa doble horario (solo requiere reprogramación) .....$ 1.340
Tarifa triple horario (solo requiere reprogramación).....$ 1.340

2.2.1.4. Suministros trifásicos excepcionales (potencia contratada menor o igual que 9,2 kW) .....$ 1.340

3. Trámites que implican estudios técnicos

3.1. Tasa de evaluación de documentación técnica y proyecto

De acuerdo a las cargas solicitadas en cada suministro:

3.1.1. Hasta 10 kW..... 2 UBT
3.1.2. De más de 10 kW hasta 50 kW..... 6 UBT
3.1.3. De más de 50 kW hasta 300 kW..... 10 UBT
3.1.4. De más de 300 kW ..... 15 UBT
3.1.5. Cuando se reformen los planos:

a) Si la reforma no implica aumento de carga ..... 1 UBT

b) Si se aumenta la carga, se abonará la Tasa que corresponda a la nueva potencia solicitada, según la escala precedente.

Se exceptúan de estas tasas a las viviendas modestas con cargas solicitadas de 2,2 kW.

3.2. Tasa de elaboración de Proyectos de Electrificación Rural (TEPER)

Es el valor a ser abonado para solicitudes de Electrificación Rural en las que los interesados ejecutan las obras por su cuenta y UTE decida elaborar el proyecto de las mismas. Se establece la siguiente escala de acuerdo a la longitud de línea proyectada para todos los suministros involucrados en la solicitud:

3.2.1. Hasta 2 km de línea proyectada ..... 20 UBT
3.2.2. Para más de 2 km de línea proyectada. Por km de línea..... 10 UBT

4. Trámites que implican prestación de otros servicios

4.1. Trámite de fichas sueltas, cambio de sitio de medidor, cambio de recorrido de entrada, corrimiento de líneas y/o trámites similares ..... 5 UBT

4.2. Inspección parcial o inspección de cañerías ..... 1 UBT

4.3. Cambios de medidores por servicios provisorios para fiestas ..... 3 UBT

4.4. Operarios de guardia

4.4.1. Días hábiles

a) Hasta hora 22:00.
Por hora o fracción ..... 2 UBT

b) Después de hora 22:00 y hasta la hora 06:00
Por hora o fracción ..... 4 UBT

4.4.2. Días feriados

a) Hasta hora 22:00.
Por hora o fracción ..... 4 UBT

b) Después de hora 22:00 y hasta la hora 06:00
Por hora o fracción ..... 8 UBT

4.5. Certificado de entrada de instalaciones eléctricas de edificios construidos por ley de propiedad horizontal y los edificios adaptados para la venta de propiedad horizontal.
Inspección por cada servicio horizontal ..... 1 UBT

4.6. Gastos de Administración por:

4.6.1. Uso irregular de energía eléctrica ..... 10 UBT
4.6.2. Trasgresión tarifaria y/o conexión indebida ..... 2 UBT

4.7. Ejemplares de las Normas Técnicas

4.7.1. Norma de Instalaciones ..... 1,5 UBT
4.7.2. Reglamento de Baja Tensión ..... 1,5 UBT

4.8. Tasa por concepto de trámite de regularización de cañerías tapadas por previa inspección:

4.8.1. Hasta 100 m^2 de edificación ..... 10 UBT
4.8.2. Por m^2 adicional ..... 0,1 UBT

Se exonera del pago de esta tasa a las cañerías que se hayan efectuado en zonas no electrificadas, siempre que las mismas hayan sido realizadas por lo menos 180 días antes de la iniciación de los trabajos de electrificación y su pedido de regularización se presente en un plazo no mayor de 180 días a partir de la inauguración de los servicios.

5. Multa por concepto de mora por adeudos vencidos

5.1. Cuando éste se abone dentro de los 5 días hábiles siguientes a su vencimiento, 5% del importe facturado.
5.2. Cuando éste se abone después de los 5 días hábiles siguientes a su vencimiento, 10% del importe facturado.

II. VALOR DE LA UBT:

1 UBT = $ 545,54

La UBT (Unidad Básica de Tasa) se aplica a las tasas comerciales en general y se actualiza de acuerdo al índice medio de ajuste de las Tarifas Eléctricas.

III. TASA DE INTERÉS APLICABLE A LAS GARANTÍAS DE PERMANENCIA Y DE CONTRATACIÓN

La tasa de interés a aplicar para remunerar los depósitos en garantía en efectivo, es la Tasa Media de Empresas de Intermediación Financiera en Moneda Nacional no reajustable, para Empresas Grandes y Medianas, publicada por el Banco Central del Uruguay para el plazo de hasta 366 días.

La tasa se fijará el 1° de noviembre de cada año.



Evaluación de fuentes de agua y diseño de un sistema de distribución de riego multipredial en Colonia Gestido

Tomo II



Evaluación de fuentes de agua y diseño de un sistema de distribución de riego multipredial en Colonia Gestido

Tomo II-Evaluación de alternativas de fuentes de agua

Tutores:

Msc. Ing. Jorge De los Santos

PhD. Ing. Luis Silveira

Dr. Ing. Christian Chreties

Ing. Daniel Schenzer

Dr. Ing. Joan Soler

Dr. Ing. Pablo Gamazo

Ing. Fernando Bachino

Estudiantes:

Carolina Bettinelli

Agustín Ríos

Matías Seoane

Año 2014

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN 1
2. ALTERNATIVA I: EMBALSE SALTO GRANDE 2
   2.1 Obra de Toma 2
   2.2 Red de distribución 4
   2.3 Equipos de bombeo 11
   2.4 Potencia instalada y Consumo Energético 15
   2.5 Costos 15
3. ALTERNATIVA II: EMBALSE MULTIPREDIAL 18
   3.1 Generalidades 18
   3.2 Criterios de selección de la zona de emplazamiento 18
   3.3 Identificación de posible emplazamiento 19
   3.4 Selección del punto de cierre 19
   3.5 Determinación de la cota de vertido 21
   3.6 Prediseño de la presa para el embalse multipredial 24
   3.7 Red de distribución 44
   3.8 Equipos de bombeo 49
   3.9 Potencia instalada y Consumo Energético 52
   3.10 Costos 52
4. ALTERNATIVA III: EMBALSE MULTIPREDIAL Y PERFORACIÓN INFRABASÁLTICA COMPLEMENTARIA 55
   4.1 Selección de la zona de emplazamiento 55
   4.2 Posible emplazamiento identificado 55
   4.3 Selección del punto de cierre 55
   4.4 Determinación de la cota de vertido 56
   4.5 Prediseño de la presa 57
   4.6 Perforación infrabasáltica 69
   4.7 Red de distribución 73
   4.8 Equipos de bombeo 74
   4.9 Potencia instalada y Consumo Energético 74
   4.10 Costos 75
5. BIBLIOGRAFÍA 77
6. ANEXO I: TABLAS DE RESULTADOS 78
   6.1 Tablas de resultados – Salto Grande 78
   6.2 Tablas de resultados – Embalse Multipredial 89
   6.3 Tablas de resultados – Embalse Multipredial con recarga desde pozo infrabasáltico 102
   6.4 Tablas de Costos – Salto Grande 103

6.5 TABLAS DE COSTOS – EMBALSE MULTIPREDIAL 106
7. ANEXO II: CATÁLOGOS DE EQUIPOS 110
8. ANEXO III: PLANO DE INUNDACIÓN SALTO GRANDE 111
9. ANEXO IV: BALANCE EMBALSE 112
9.1 ECUACIÓN DEL BALANCE 112
9.2 DATOS DE PRECIPITACIÓN Y EVAPORACIÓN 112
9.3 CÁLCULO DEL ESCURRIMIENTO MENSUAL MEDIANTE EL MODELO DE TEMEZ 113
9.4 BATIMETRÍA 114
9.5 ÁREA EN FUNCIÓN DE COTA 115
9.6 CRITERIO DE SATISFACCIÓN DE LA DEMANDA 118
9.7 OTRAS CONSIDERACIONES 118
10. ANEXO V: AVENIDA DE PROYECTO 119
10.1 DISEÑO DE LA AVENIDA DE PROYECTO 119
10.2 LAMINACIÓN DE LA AVENIDA DE PROYECTO 121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Baricentro de ubicación de bombas (UTM) 3
Tabla 2-2: Superficies y Caudales requeridos en parcelas 7
Tabla 2-3: Caudales de tramo 8
Tabla 2-4: Valores de Hb para cada nodo – Sector 1 9
Tabla 2-5: Valores de Hb para cada nodo – Sector 2 9
Tabla 2-6: Características de equipos de bombeo 12
Tabla 2-7: Equipos de bombeo seleccionados 12
Tabla 2-8: NPSH disponible y requerido 13
Tabla 2-9: Parámetros para sobrepresión 13
Tabla 2-10: Cálculo de espesor mínimo 14
Tabla 2-11: Potencia instalada y Consumo Energético Diario 15
Tabla 2-12: Costo Total 15
Tabla 2-13: Tarifa GC1 16
Tabla 2-14: Costos energéticos diarios y anuales 16
Tabla 2-15: Costos Operación y Mantenimiento 17
Tabla 2-16: VPN Salto Grande 17
Tabla 3-1: Cuenca del embalse multipredial 20
Tabla 3-2: Agua disponible según Grupos CONEAT 20
Tabla 3-3: Área a inundar y longitud de cierre según cotas vertido 22
Tabla 3-4: Características del embalse 23
Tabla 3-5: Niveles de diseño 25
Tabla 3-6: Run up para distintas situaciones de diseño 28
Tabla 3-7: Alturas obtenidas para las distintas situaciones de diseño 28
Tabla 3-8: Cota de coronamiento y altura de la presa 29
Tabla 3-9: Peso específico y conductividad hidráulica de los materiales de la presa 31
Tabla 3-10: Parámetros resistentes de los materiales de la presa 31
Tabla 3-11: Dimensiones de la presa 31
Tabla 3-12: Dimensiones del núcleo 32
Tabla 3-13: Dimensiones del dentellón 33
Tabla 3-14: Dimensiones del dren de pie 34
Tabla 3-15: Características del enrocado 35
Tabla 3-16: Caudal de infiltración 37
Tabla 3-17: FS recomendados por la norma española 38
Tabla 3-18: Factores de seguridad para las distintas situaciones consideradas 41
Tabla 3-19: Principales características Aliviadero 41
Tabla 3-20: Volúmenes de excavación 42

Tabla 3-21: Metrajes 43
Tabla 3-22: Costos de inversión 43
Tabla 3-23: Afectación del embalse sobre parcelas 46
Tabla 3-24: Parcelas fraccionadas 46
Tabla 3-25: Superficies y Caudales requeridos en parcelas 47
Tabla 3-26: Caudales de tramo 47
Tabla 3-27: Valores de Hb para cada nodo 48
Tabla 3-28: Características de equipos de bombeo 49
Tabla 3-29: Equipos de bombeo seleccionados 49
Tabla 3-30: NPSH disponible y requerido 51
Tabla 3-31: Parámetros para sobrepresión 51
Tabla 3-33: Cálculo de espesor mínimo 51
Tabla 3-33: Potencia instalada y Consumo Energético Diario 52
Tabla 3-34: Costo Total 53
Tabla 3-35: Tarifa GC1 53
Tabla 3-36: Costos energéticos diarios y anuales 54
Tabla 3-37: Costo Operación y Mantenimiento 54
Tabla 3-38: VPN Embalse Multipredial 54
Tabla 4-1: Parámetros de la cuenca 56
Tabla 4-2: Longitud de cierre según cotas de vertido 56
Tabla 4-3: Características del embalse 57
Tabla 4-4: Niveles de diseño 58
Tabla 4-5: Run up para distintas situaciones de diseño 59
Tabla 4-6: Alturas obtenidas para las distintas situaciones de diseño 59
Tabla 4-7: Cota de coronamiento y altura de la presa 59
Tabla 4-8: Dimensiones de la presa 60
Tabla 4-9: Dimensiones del núcleo 60
Tabla 4-10: Dimensiones del dentellón 61
Tabla 4-11: Dimensiones del dren de pie 61
Tabla 4-12: Características del enrocado 62
Tabla 4-13: Caudal de infiltración 63
Tabla 4-14: Factores de seguridad para las distintas consideraciones consideradas 66
Tabla 4-15: Principales características Aliviadero 66
Tabla 4-16: Volúmenes de excavación 67
Tabla 4-17: Metrajes 68
Tabla 4-18: Costos de inversión 68
Tabla 4-19: Perfil de pozo conocido 71
Tabla 4-20: Parámetros del acuífero 72

Tabla 4-21: Bomba Perforación 74
Tabla 4-22: Potencia instalada y Consumo Energético Diario Bombeo Embalse 74
Tabla 4-23: Potencia instalada y Consumo Energético Diario Bombeo Pozo 74
Tabla 4-24: Costos represa y pozo 75
Tabla 4-25: Tarifa GC1 76
Tabla 4-26: Costos energéticos diarios y anuales 76
Tabla 4-27: Costo Operación y Mantenimiento 76
Tabla 4-28: VPN Embalse Multipredial con recarga desde pozo 76
Tabla 6-1: Superficies y Caudales requeridos en parcelas 78
Tabla 6-2: Caudales y longitudes de tramo – Sector 1 79
Tabla 6-3: Caudales y longitudes de tramo – Sector 2 80
Tabla 6-4: Material y diámetro de tramos – Sector 1 80
Tabla 6-5: Material y diámetro de tramos – Sector 2 81
Tabla 6-6: Valores de Hb para cada nodo – Sector 1 82
Tabla 6-7: Valores de Hb para cada nodo – Sector 2 83
Tabla 6-8: Cargas y Presiones en los nodos – Sector 1 84
Tabla 6-9: Cargas y Presiones en los nodos – Sector 2 85
Tabla 6-10: VPN 88
Tabla 6-11: Superficies y Caudales requeridos en parcelas 89
Tabla 6-12: Caudales y longitudes de tramo – Red 1 90
Tabla 6-13: Caudales y longitudes de tramo – Red 2 92
Tabla 6-14: Material y diámetro de tramos – Red 1 92
Tabla 6-15: Material y diámetro de tramos – Red 2 94
Tabla 6-16: Valores de Hb para cada nodo – Red 1 95
Tabla 6-17: Valores de Hb para cada nodo – Red 2 96
Tabla 6-18: Cargas y Presiones en los nodos – Red 1 97
Tabla 6-19: Cargas y Presiones en los nodos – Red 2 99
Tabla 6-20: VPN 101
Tabla 6-21: VPN 102
Tabla 6-22: Costos Tuberías 103
Tabla 6-23: Costo Flete tuberías 103
Tabla 6-24: Costos Piezas Especiales 104
Tabla 6-25: Costos Estructuras Hormigón 105
Tabla 6-26: Costos Equipos Bombeo 105
Tabla 6-29: Costos Tablero y PLC 105
Tabla 6-28: Costos Tuberías 106
Tabla 6-29: Costo Flete tuberías 106
Tabla 6-30: Costos Piezas Especiales 107

Tabla 6-31: Costos Estructuras Hormigón 109
Tabla 6-32: Costos Equipos Bombeo 109
Tabla 6-33: Costos Tablero y PLC 109
Tabla 9-1: Coeficientes Tanque A - INIA Salto Grande 112
Tabla 9-2: Parámetros de Temez 113
Tabla 10-1: Características de la cuenca 119
Tabla 10-2: Caudales pico 122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Localización obra de toma 3
Figura 2-2: Camino pavimentado próximo a obra de toma 3
Figura 2-3: Camino de acceso a obra de toma 4
Figura 2-4: Zona de ubicación obra de toma 4
Figura 2-5: Red de distribución Salto Grande 6
Figura 2-6: Manifold Salto Grande 8
Figura 2-7: Configuración de bomba y válvulas 10
Figura 2-8: Configuración de Recalque 12
Figura 2-9: Bypass antiariete 14
Figura 3-1: Zona de interés para el emplazamiento de embalse multipredial 19
Figura 3-2: Punto de cierre del embalse multipredial 20
Figura 3-3: Unidades de suelo según CRSU (arriba) y grupos CONEAT (abajo) presentes en la cuenca 21
Figura 3-4: Imagen satelital del área a inundar 23
Figura 3-5: Modelo 3D del embalse 24
Figura 3-6: Bosque nativo relictual 24
Figura 3-7: Sección de la presa 34
Figura 3-8: Red de flujo 36
Figura 3-9: Superficie de falla crítica AA. Fin de construcción. 39
Figura 3-10: Superficie de falla crítica aa. Fin de construcción. 39
Figura 3-11: Superficie de falla crítica embalse lleno 40
Figura 3-12: Superficie de falla crítica vaciado rápido 41
Figura 3-13: Trazado del canal 42
Figura 3-14: Red de distribución Embalse Multipredial 45
Figura 3-15: Manifold Embalse Multipredial 47
Figura 3-16: Configuración de bomba y válvulas 49
Figura 3-17: Bypass antiariete 52
Figura 4-1: Cuenca de estudio 55
Figura 4-2: Imagen satelital del área a inundar y vertedero 57
Figura 4-3: Red de flujo 62
Figura 4-4: Superficie de falla crítica AA. Fin de construcción. 64
Figura 4-5: Superficie de falla crítica aa. Fin de construcción. 64
Figura 4-6: Superficie de falla crítica embalse lleno 65
Figura 4-7: Superficie de falla crítica vaciado rápido 66
Figura 4-8: Trazado del canal 67
Figura 4-9: Sondeo AMT INIA Salto Grande 69
Figura 4-10: Sondeo AMT Estación FAGRO (el óvalo rojo indica la presencia del A. Guaraní) 70

Figura 4-11: Sondeos Previos 70
Figura 4-12: Emplazamiento de perforación 71
Figura 4-13: Esquema del pozo 73

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1: Área abastecida vs Hb – Sector 1 9
Gráfico 2-2: Área abastecida vs Hb – Sector 2 9
Gráfico 3-1: Satisfacción de demanda vs Cota de vertido 22
Gráfico 3-2: Frecuencias de vertido 23
Gráfico 3-3: Perfil del cauce en el cierre 26
Gráfico 3-4: Gradiente hidráulico en la base de la presa 37
Gráfico 3-5: Área abastecida vs Hb 48
Gráfico 4-1: Perfil del cauce en el cierre 58
Gráfico 4-2: Gradiente hidráulico en la base de la presa 63
Gráfico 9-1: Volumen vs Cota (1) Embalse 47m 114
Gráfico 9-2: Volumen vs Cota (2) Embalse 47m 114
Gráfico 9-3: Volumen vs Cota (1) Embalse 50 m 115
Gráfico 9-4: Volumen vs Cota (2) Embalse 50 m 115
Gráfico 9-5: Área vs Cota (1) Embalse 47 m 115
Gráfico 9-6: Área vs Cota (2) Embalse 47 m 116
Gráfico 9-7: Área vs Cota (1) Embalse 50 m 116
Gráfico 9-8: Área vs Cota (2) Embalse 50 m 116
Gráfico 9-9: Cota vs Volumen (1) Embalse 47 m 117
Gráfico 9-10: Cota vs Volumen (2) Embalse 47 m 117
Gráfico 9-11: Cota vs Volumen (1) Embalse 50 m 117
Gráfico 9-12: Cota vs Volumen (2) Embalse 50 m 118
Gráfico 10-1: Hidrograma Avenida de Proyecto Embalse 47 m 119
Gráfico 10-2: Hidrograma Avenida de Proyecto Embalse 50 m 120
Gráfico 10-3: Laminación Embalse 47 m 121
Gráfico 9-4: Laminación Embalse 50 m 122

ACRÓNIMOS

CONEAT	Comisión Nacional de Estudio Agronómico de la Tierra
CRSU	Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay
FAGRO	Facultad de Agronomía
INIA	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
NAE	Nivel de Avenida Extraordinaria
NAP	Nivel de Avenida de Proyecto
NMN	Nivel Máximo Normal
VPN	Valor Presente Neto

1. INTRODUCCIÓN

El presente tomo es un complemento del tomo central del proyecto. Aquí se desarrolla el estudio detallado de las alternativas de fuente de agua y red de distribución siguiendo la metodología explicitada en el Tomo I.

Las etapas desarrolladas para cada alternativa de fuente de agua estudiada son las siguientes:

- Determinación de caudales requeridos en las parcelas;
- Determinación de cargas hidráulicas requeridas en las parcelas;
- Prediseño de infraestructura en la fuente de agua;
- Prediseño de la red de distribución;
- Preselección de equipos de bombeo, estudios de cavitación y transitorios;
- Estimación de costos de inversión, de operación y mantenimiento, y VPN.

2. ALTERNATIVA I: EMBALSE SALTO GRANDE

2.1 Obra de Toma

2.1.1 Características generales

La obra de toma seleccionada para el Embalse Salto Grande consiste en un conjunto de bombas sumergibles que toman el agua directamente del embalse. Se seleccionó esta alternativa ante bombas de pozo seco pues es la alternativa utilizada más frecuentemente en obras de toma de embalses por la posibilidad de ahorrar la obra civil que conllevaría un pozo seco. La única obra civil necesaria en este caso es un muelle para el acceso a las bombas y una estructura de apoyo para las mismas. De esta manera la estación de bombeo quedaría incluida en la obra de toma.

2.1.2 Emplazamiento

Las bombas sumergibles deben ubicarse en una cota superior al nivel mínimo del embalse, de tal forma que siempre sea posible el ingreso del agua a las bombas.

Como se presentó en el punto 2.4.4 del Tomo I, el nivel adoptado como mínimo del Embalse de Salto Grande es de 32,35 m respecto al cero oficial ROU.

Para conseguir la instalación de las bombas en esta cota existen dos alternativas posibles, la primera consiste en la construcción de un muelle que permita el acceso hasta la cota 32,35 m del lecho del embalse, la otra opción es la excavación del lecho de la orilla para alcanzar esta cota lo más cerca de la orilla posible. Estudiando la batimetría del embalse se observó que en general el lecho es muy tendido, por lo que para llegar a la cota en cuestión se deberían excavar grandes volúmenes de tierra, encareciendo la obra de toma y afectando la morfología del embalse. Es así que se opta por la construcción de un muelle que permita el acceso hasta la cota 32,35 m del lecho del embalse.

La determinación de la ubicación de la toma en el embalse se realiza en base a los criterios que se presentan a continuación.

- Proximidad a la colonia;
- Zona accesible;
- Proximidad a caminos;
- Proximidad a tendido eléctrico;
- Lejanía a viviendas;
- Zona con pendiente pronunciada del lecho del embalse.

Para la evaluación de estos criterios se utiliza el plano de inundación de Salto Grande e imágenes satelitales de Google Earth, seleccionando una zona que cumple lo mejor posible con los criterios, su baricentro se ubica en las siguientes coordenadas UTM. En la Figura 2-1 se presenta la imagen satelital de la localización.

Tabla 2-1: Baricentro de ubicación de bombas (UTM)

X	Y	Z
413153,034	6541092,001	32,35



Figura 2-1: Localización obra de toma

Si bien en las proximidades de esta zona se encuentran otras con pendiente más pronunciada desde la orilla hacia el centro del lecho, que permitirían un muelle de longitud más pequeña, la zona elegida es la de acceso más despejado desde los caminos.

En las siguientes figuras se presenta la zona de toma y sus accesos.



Figura 2-2: Camino pavimentado próximo a obra de toma



Figura 2-3: Camino de acceso a obra de toma



Figura 2-4: Zona de ubicación obra de toma

2.1.3 Infraestructura de toma

Como estructura de apoyo de las bombas se prevé la construcción de una platea y un muro de hormigón con las dimensiones necesarias para la instalación de todas las bombas, tuberías y válvulas asociadas a las mismas.

El acceso a las bombas se realizará a través de un muelle de hormigón de 90 m de largo apoyado sobre pilares. Además sobre este muelle se instalará el Manifold de conexión de las bombas a la primera tubería de la red, la que a su vez en parte irá apoyada en este muelle.

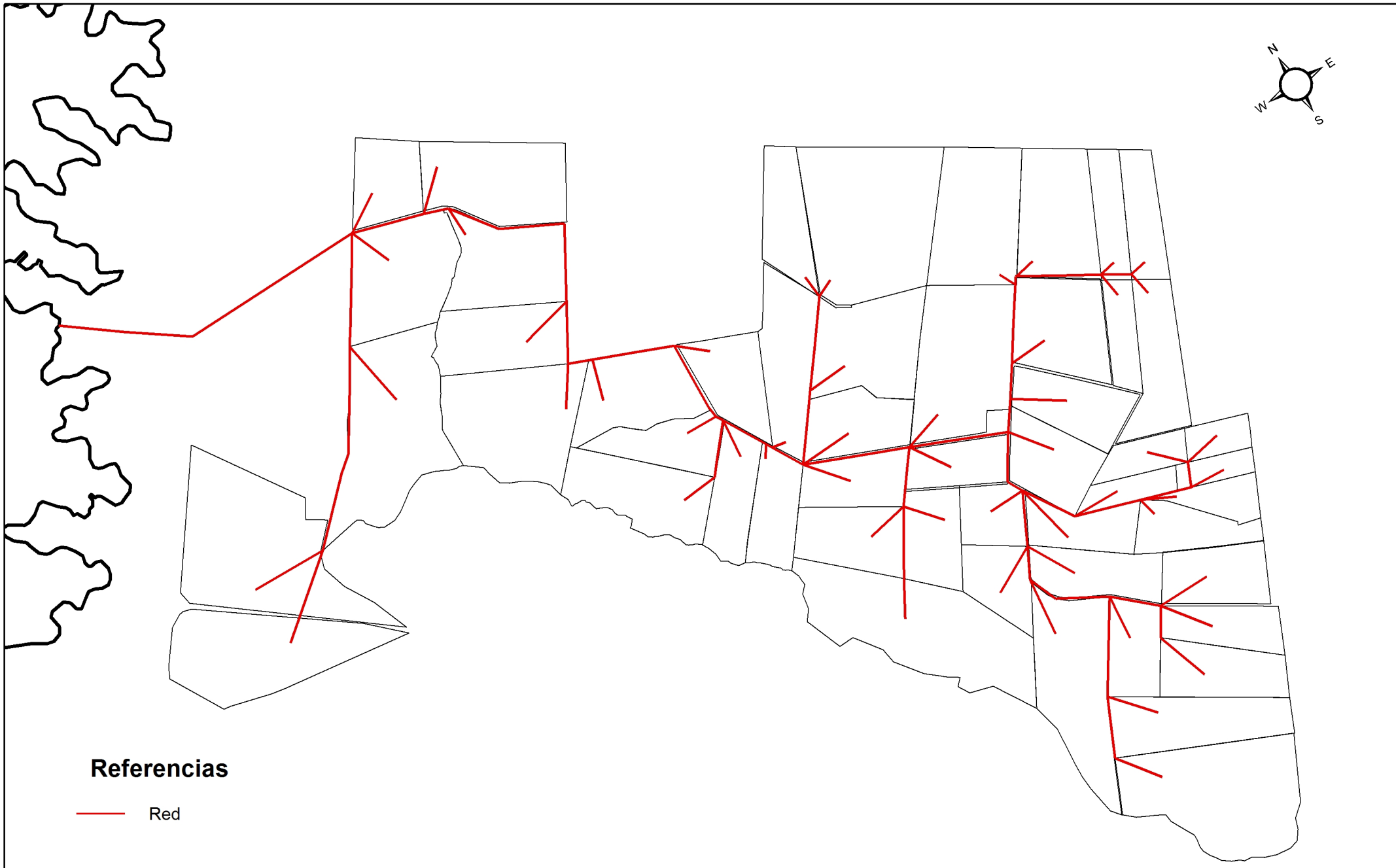
2.2 Red de distribución

2.2.1 Trazado de la red

La red de distribución será una sucesión de tramos de tuberías enterradas presurizadas unidas por nodos, con una configuración tipo “espina de pez”.

El trazado de la red obtenido siguiendo los criterios presentados en el punto 4.1.4 del Tomo I, se muestra en la Figura 2-5.

En el caso en que un tramo de tubería no pueda ser conducido por un camino y deba atravesar una parcela, se tomarán las medidas necesarias en la superficie del terreno para indicar la presencia de la tubería, y de esa manera evitar el tránsito por arriba de ella.



Nota: Las tuberías que conectan a hidrantes NO están a escala

2.2.2 Caudales requeridos

En la Tabla 6-1 del Anexo I se presenta para cada parcela, la superficie total, la superficie cultivada con citrus y con sorgo, y el caudal requerido calculado según la Ecuación 4-1 (ver Tomo I); y en la Tabla 2-2 se presentan los parámetros característicos de estas variables.

Tabla 2-2: Superficies y Caudales requeridos en parcelas

	Área (ha)					
	Citrus	**Sorgo**	**Regada**	**Total**	**Q (L/s)**	**Q (m3/h)**
Máximo	33,40	33,40	66,80	133,60	61,47	221,28
Mínimo	3,22	3,22	6,45	12,89	5,93	21,35
Promedio	12,99	12,99	25,98	51,97	23,91	86,07

2.2.3 Dimensionamiento de la red

Teniendo en cuenta la red presentada en la Figura 2-5 y el bombeo desde el embalse, el 15 % de las parcelas presentan valores de Hb que superan 85 m, llegando a un valor máximo de 100 m. No se ha encontrado en plaza una bomba sumergible que levante esta carga para el caudal del sistema; tampoco se han encontrado bombas suponiendo que el bombeo se hiciese con 4 bombas en paralelo y el caudal fuera un cuarto del caudal total. Es por esto que se decide realizar un recalque en un punto intermedio de la colonia, permitiendo levantar en el embalse una carga menor a 100 m. El agua llegará al recalque con cierta carga dada por el bombeo desde el embalse, el equipo de bombeo del recalque deberá entregar la carga que le falta al agua para llegar a la requerida por las últimas parcelas.

Como se mencionó anteriormente los equipos de bombeo deben aportar flexibilidad al sistema, y para ello en el embalse se instalarán 4 bombas en paralelo, cada una levantará un cuarto del caudal total. Los tramos de tubería correspondientes a estas 4 bombas y a su Manifold se numeran del 601 al 607. A continuación se presenta un esquema del Manifold.

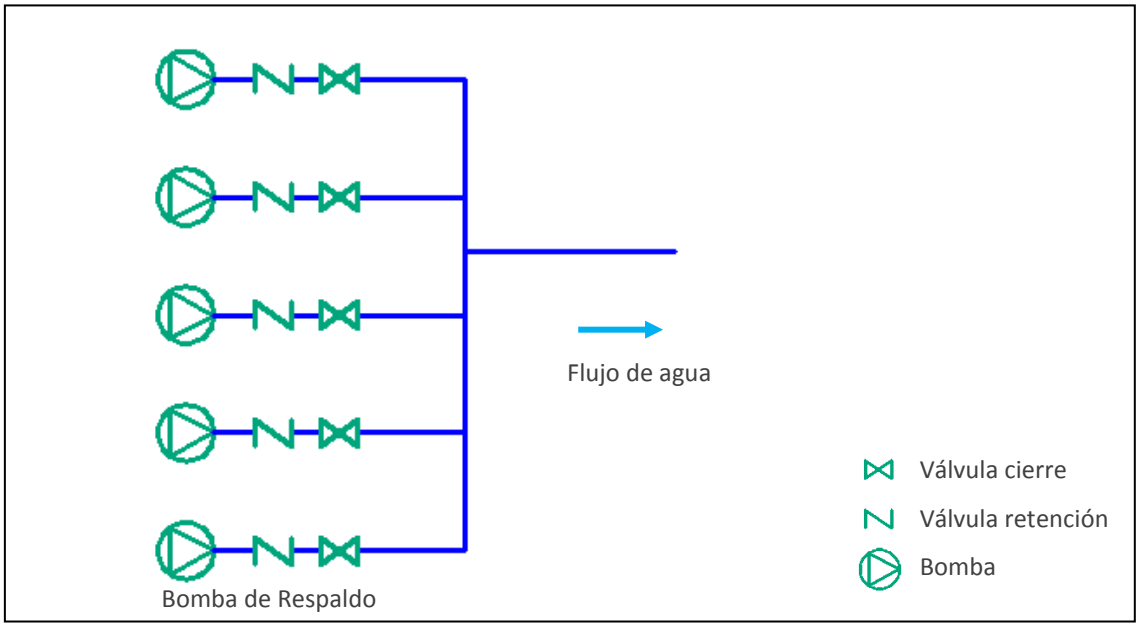


Figura 2-6: Manifold Salto Grande

Una vez dividida la red en dos sectores se realiza nuevamente el proceso iterativo de minimización de pérdida de carga cambiando los diámetros de los tramos y se calculan nuevamente los valores de Hb para cada hidrante.

En la Tabla 6-2 y Tabla 6-3 del Anexo I se muestran los caudales y longitudes asociados a cada tramo de tubería; y en la Tabla 2-3 se presentan los parámetros característicos de los caudales.

Tabla 2-3: Caudales de tramo

Caudales de tramo (L/s)	
Máximo	1243,26
Mínimo	5,93
Promedio	271,35

El caudal que deberá bombear el sistema de bombeo será el caudal de la primera tubería, de 1.243,26 L/s.

En la Tabla 6-4 y en la Tabla 6-5 del Anexo I se presentan los diámetros y materiales de cada tramo, y en la Tabla 6-6 y Tabla 6-7 del Anexo I los valores obtenidos de Hb para cada nodo para ambos sectores. En la Tabla 2-4 y en la Tabla 2-5 se presentan los parámetros característicos de Hb para cada sector. En el Gráfico 2-1 y Gráfico 2-2 se presenta para cada sector de la red, el área abastecida por el riego para cada Hb dado (el área regada por un hidrante es el 50 % de la parcela, mientras que el área abastecida es el área total de la parcela).

Tabla 2-4: Valores de Hb para cada nodo – Sector 1

Hb (m)	
Máximo	85,18
Mínimo	10,42
Promedio	39,37

Tabla 2-5: Valores de Hb para cada nodo – Sector 2

Hb (m)	
Máximo	77,32
Mínimo	2,11
Promedio	40,25

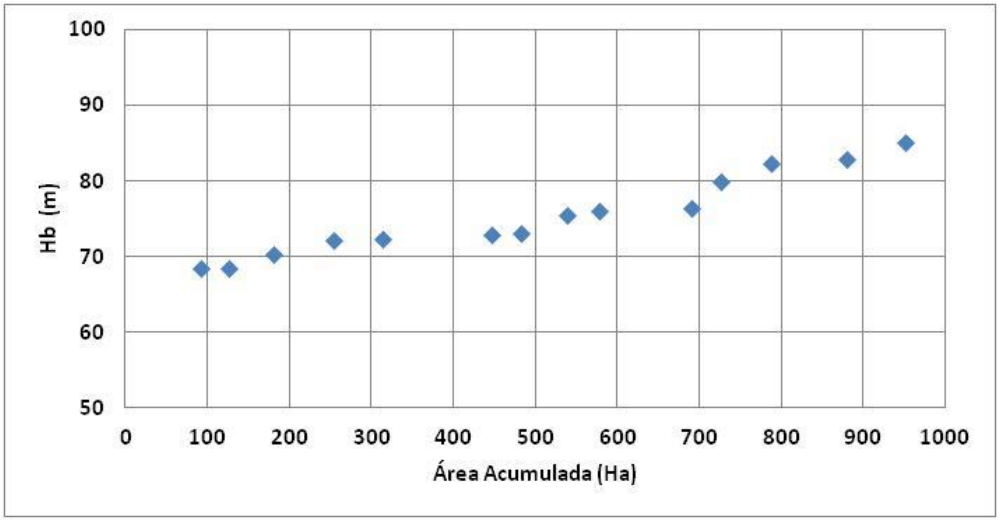


Gráfico 2-1: Área abastecida vs Hb – Sector 1

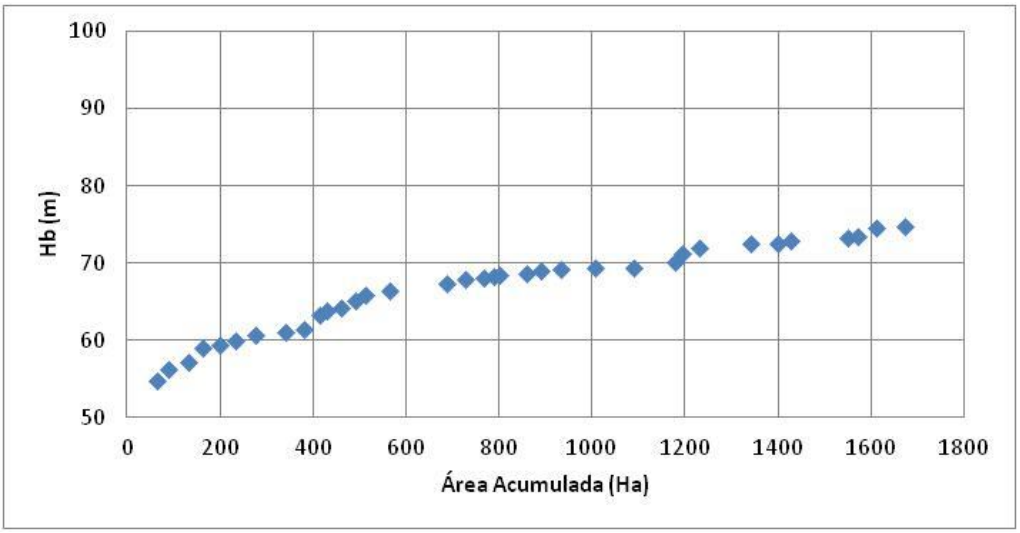


Gráfico 2-2: Área abastecida vs Hb – Sector 2

El primer sector presenta un Hb máximo de 85 m y el segundo sector un Hb máximo de 77 m.

A priori se puede decir que el equipo de bombeo del embalse deberá levantar una carga de 85 m, pero para determinar la carga que deberá levantar el equipo de bombeo de recalque se debe antes calcular la carga con la que llega el agua al punto de recalque.

Esto puede ser determinado a partir del cálculo de la carga y la presión en cada nodo de la red. Las mismas se calcularon considerando que el embalse se encuentra en el nivel mínimo para situarse en la configuración más desfavorable. De esta manera la carga inmediatamente después de la bomba es igual a la carga entregada por la bomba más la cota del nodo. La carga en el resto de los nodos se obtiene restando a la carga del primer nodo la pérdida de carga distribuida de cada tramo, y a partir de la carga del nodo se obtiene la presión restando la cota y el término de velocidad (que es prácticamente despreciable).

De esta manera se obtiene la carga en el nodo final del primer sector de la red, el *Nodo bomba 2*. Si a esta carga se le resta la cota, se obtiene la carga disponible para que el agua siga recorriendo la red, este valor es de 60,83 m, prácticamente igual a la presión en este nodo debido a que la carga por velocidad es muy pequeña. La carga que debe entregar la bomba de recalque es la diferencia entre Hb máximo del sector 2 y la carga disponible en el *Nodo bomba 2*, que resulta en 16,49 m.

En la Tabla 6-8 y Tabla 6-9 del Anexo I se presenta para cada tramo de la red los nodos que lo componen, sus cotas, cargas, presiones y presiones nominales.

2.2.4 Anclajes

Se preverá la construcción de anclajes de hormigón para los puntos de la red en los que el terreno no sea capaz de resistir los empujes generados por el agua. Los puntos más comprometidos son los nodos en los que la tubería cambia de dirección sustancialmente, por ejemplo los codos de 90 °. Para estos puntos se hizo una primera estimación del volumen de hormigón necesario para resistir el empuje generado por el agua.

2.2.5 Válvulas y Cámaras

Los hidrantes dispuestos en cada parcela consisten en una válvula de cierre acompañada de un contador de agua y un manómetro. Además se contará con una ventosa previo al contador para evitar que el mismo cuantifique el flujo de aire.

Se colocará una válvula de retención y una válvula de cierre para cada bomba como se muestra a continuación.

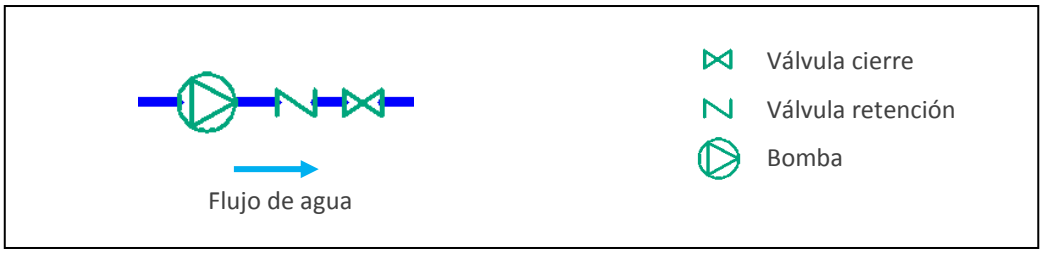


Figura 2-7: Configuración de bomba y válvulas

Se colocarán válvulas de cierre a lo largo de toda la red para permitir el aislamiento de sectores en caso de pérdidas y reparaciones.

Además se colocarán ventosas en todos los puntos altos de la red para permitir el pasaje de aire y válvulas de desagüe en los puntos bajos para vaciar la red ante eventuales reparaciones.

Todos los puntos de la red que presenten válvulas de cierre o ventosas, contarán con una cámara de hormigón para el acceso a la válvula.

2.3 Equipos de bombeo

2.3.1 Selección de equipos de bombeo

Como se mencionó anteriormente, el bombeo desde el embalse se realizará mediante 4 bombas sumergibles. Con respecto al recalque, en plaza no se dispone de equipos de bombeo para el punto de funcionamiento requerido, por lo que se realizará utilizando 2 bombas. Cada estación de bombeo contará con una bomba de respaldo de iguales características a las otras bombas presentes en ellas.

En la Tabla 2-6 se presentan las características de los equipos de bombeo a instalar en el embalse y en el recalque.

Tabla 2-6: Características de equipos de bombeo

		Embalse Salto Grande	Recalque
Punto de funcionamiento	Número bombas	4	2
	Qtotal (L/s)	1.243	805
	Carga bomba (m)	85	16
	Qbomba (L/s)	311	403

Se seleccionan equipos de bombeo de plaza que cumplen estos requerimientos con la mayor eficiencia. A continuación en la Tabla 2-7 se presentan los equipos seleccionados, y en el Anexo II se presentan los respectivos catálogos.

Tabla 2-7: Equipos de bombeo seleccionados

	Embalse Salto Grande	Recalque
Marca	Flygt	KSB
Modelo	CP 3240/882 3~ 450	Meganorm 350-370B

Como se mencionó anteriormente dada una configuración de hidrantes abiertos, se tiene un punto de funcionamiento del sistema; al abrir o cerrar un hidrante, es decir al cambiar la configuración de hidrantes abiertos, el punto de funcionamiento cambia. Los equipos de bombeo responderán a estos cambios de punto de funcionamiento de dos maneras: prendiendo y apagando bombas para lograr la sintonía gruesa y contando con un tablero con variador de frecuencia para lograr el ajuste fino. Se contará con equipos de medición de presión y controladores PLC para automatizar el encendido y apagado de las bombas y ajustes de los variadores de frecuencia.

En la operación del sistema, puede darse que ante ciertas configuraciones de hidrantes prendidos y cierto nivel de agua en el embalse, la carga entregada por el bombeo en el embalse sea suficiente para abastecer algunas parcelas del sector 2 aunque no esté encendido el recalque. Para que esto sea posible el recalque contará con 2 válvulas de cierre que aíslen la bomba y un bypass por el que pase el agua cuando ésta esté apagada. La bomba además contará como es usual con una válvula de retención y el bypass contará con una válvula de retención para impedir el retroceso del agua. A continuación se presenta un esquema de esta configuración.

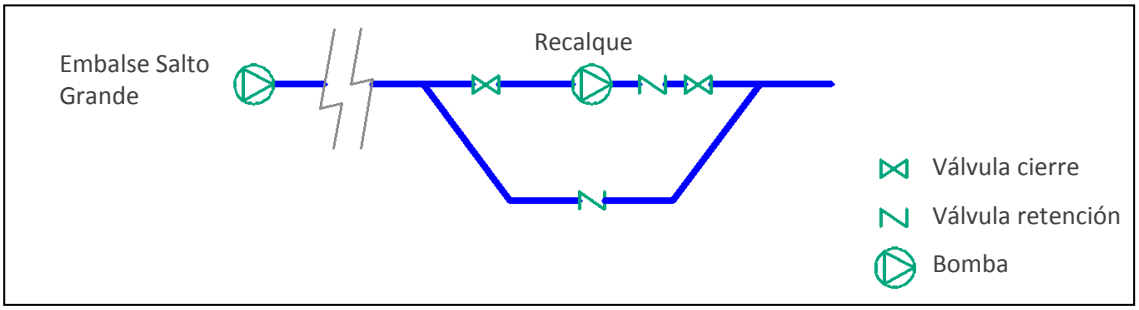


Figura 2-8: Configuración de Recalque

Las bombas de recalque solamente deben encenderse si el bombeo del embalse está encendido y si la carga que trae el agua no es suficiente para abastecer algún hidrante encendido del sector 2, este automatismo se logrará con equipos de medición de presiones y controladores PLC.

Las bombas contarán con todas las protecciones necesarias para evitar daños previsibles.

Cabe destacar que las bombas seleccionadas para Salto Grande a pesar de ser sumergibles, no tienen requerimientos de sumergencia mínima dados por el proveedor.

2.3.2 Fenómeno de cavitación

A continuación en la Tabla 2-8 se presentan los resultados de NPSH disponible y los datos de NPSH requerido. El NPSH disponible se calcula suponiendo el nivel mínimo en el embalse y por lo tanto la presión a la entrada de la bomba se considera nula. En el caso del recalque para el cálculo del NPSH disponible también se considera la presión nula a la entrada de la bomba.

Tabla 2-8: NPSH disponible y requerido

	Embalse Salto Grande	**Recalque**
NPSH requerido (m)	8,73	7,01
NPSH disponible (m)	10,1	10,1
¿Cumple NPSHdisp > NPSHreq?	SI	SI

Se observa que aunque la presión en la entrada de la bomba del recalque fuese nula, el NPSH disponible es suficiente para que la bomba no cavite, de todas manera para dar un margen de seguridad al sistema, se establecerá como presión mínima en la entrada de la bomba de recalque 5 m.c.a.. De esta manera se programarán los automatismos para que la bomba no encienda si la presión es menor a 5 m.c.a..

2.3.3 Transitorios

La zona más comprometida en la ocurrencia de transitorios es el primer tramo de tubería, es decir el tramo 0, en la siguiente tabla se presentan los valores supuestos para la determinación del pulso de Joukowsky según la Ecuación 4-10 (ver Tomo I), asumiendo como material acero:

Tabla 2-9: Parámetros para sobrepresión

Pulso de Joukowksy	
Δv (m/s)	1,2
a (m/s)	1.000

Se obtiene entonces una sobrepresión de 121 m.c.a., muy superior a la presión de máxima de trabajo del tramo 0 según la Tabla 6-8. Se opta entonces por tuberías de acero, tanto en la descarga de las bombas, como en el Manifold y en el primer tramo de tubería de 220 m.

El cálculo del espesor mínimo se realiza asumiendo los siguientes valores, de acuerdo a la fórmula presentada.

Tabla 2-10: Cálculo de espesor mínimo

Párametro	Valor
Le (N/mm^2)	290
MDP (N/mm^2)	1,96

Con lo cual el espesor mínimo es de 8,11 mm.

Los problemas en el recalque son de menor magnitud al haber menos caudal y presión, por lo cual se opta por colocar un PRFV PN16 en los 50 m posteriores al mismo.

Para la protección contra las subpresiones se prevé un bypass en la toma. En las instalaciones con bypass, al producirse el fallo de las bombas, la presión comienza a descender aguas abajo de la válvula de retención colocada a la salida de la bomba. Si la presión llega a caer por debajo de la presión en el bypass, entonces se abre la válvula de retención, llevando agua hacia donde se generaron las subpresiones. De esta forma se consigue evitar que las subpresiones en el tramo inicial aguas abajo de las bombas lleguen a ser de importancia.

Esta alternativa resulta viable cuando las bombas están muy poco por encima de la superficie de toma, o mejor por debajo. Un parámetro aproximado para determinar si en una impulsión es adecuada o no la instalación de un by-pass es que el parámetro de Allievi sea muy superior a la unidad.

$$\frac{aVo}{gHo} \gg 1 \qquad (2\text{-}1)$$

El parámetro de Allievi en este caso es de 32 lo que resulta razonable.

En la Figura 2-9 se presenta el esquema del bypass.

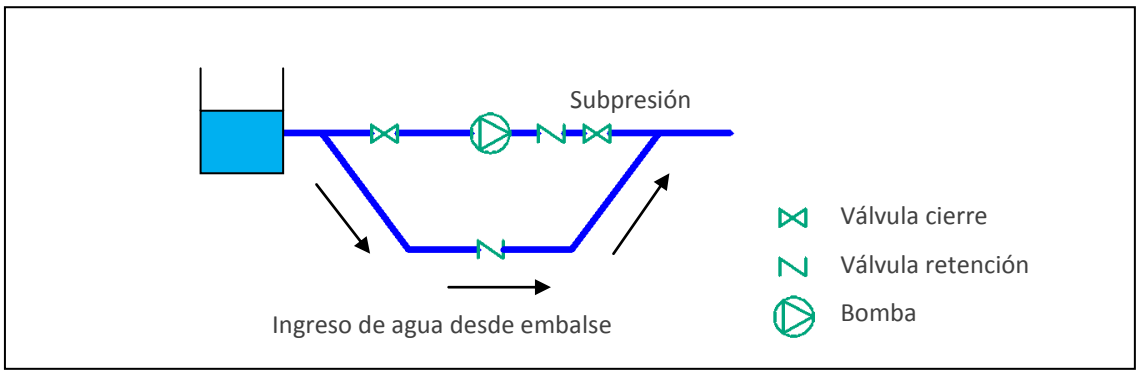


Figura 2-9: Bypass antiariete

2.4 Potencia instalada y Consumo Energético

A continuación en la Tabla 2-11 se muestran las potencias que deberán instalarse y los consumos energéticos diarios para cada estación de bombeo, teniendo en cuenta una jornada de riego de 20 horas.

Tabla 2-11: Potencia instalada y Consumo Energético Diario

	Embalse Salto Grande	**Recalque**
Q total (m^3/s)	1,243	0,805
Carga (m)	85,18	16,49
Potencia instalada (kW)	1.297	163
Consumo energético diario (kWh/día)	25.946	3.254

2.5 Costos

Dentro de los costos que se presentan a continuación se omiten algunos rubros cuyos costos se estima que serán del mismo orden para una y otra alternativa, no incidiendo en la comparación económica de las mismas.

2.5.1 Costos de inversión

Los costos de inversión considerados corresponden a los siguientes rubros.

- Tuberías incluyendo colocación;
- Flete de tuberías;
- Piezas especiales;
- Estructuras de hormigón, incluyendo anclajes de tuberías, infraestructura para la toma y cámaras de válvulas;
- Equipos de bombeo;
- Instalación eléctrica de equipos de bombeo incluyendo tableros y PLC.

A continuación, en la Tabla 2-12 se presenta el costo total desglosado en cada rubro.

Tabla 2-12: Costo Total

Rubro	Costo (U$S)
Tuberías con colocación	4.222.018
Flete tuberías	847.439
Piezas especiales	223.956
Estructuras hormigón	90.869
Equipos bombeo	560.127
Tableros y PLC	65.000
Total (U$S)	**6.009.409**

2.5.2 Costos de Operación y Mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento considerados corresponden a los siguientes rubros.

- Costo energético anual;
- Costo mantenimiento anual.

Como se presentó anteriormente, la estación de bombeo del embalse eroga un caudal de 1,243 m^3/s, el caudal correspondiente al riego de citrus es de 0,497 m^3/s y el correspondiente a sorgo es 0,746 m^3/s.

En el caso del recalque, se eroga un caudal de 0,805 m^3/s el caudal correspondiente al riego de citrus es de 0,322 m^3/s y el correspondiente a sorgo es 0,483 m^3/s.

Si se tiene una jornada de riego de 20 horas abarcando horas valle y horas llano, 7 horas corresponden a valle y 13 horas a llano.

Como se presentó en el ítem 2.4, el consumo energético diario para la estación de bombeo del embalse es de 25.946 kWh/día, por lo que el consumo mensual será mayor a 90.000 kWh/mes, encajando en la clasificación de grandes consumidores.

Los costos energéticos se calcularon para la tarifa GC1. Asumiendo un nivel de tensión de 0,23 a 0,4 kW, la Tarifa GC1 para grandes consumidores es la que se presenta a continuación.

Tabla 2-13: Tarifa GC1

Nivel de tensión kW		0,23-0,4
Precio de energía ($/kWh)	**Valle**	1,366
	Llano	2,517
	Punta	7,664
Potencia máxima medida ($/kW/mes)	**Punta-Llano**	328,7
Cargo fijo mensual ($)		9.641

A continuación se exponen los costos energéticos diarios calculados para citrus y para sorgo para ambas estaciones de bombeo y el consiguiente costo energético anual asumiendo una cotización del dólar de $ 23.

Tabla 2-14: Costos energéticos diarios y anuales

	CED ($/día)		**CEA (U$S)**
	Citrus	**Sorgo**	
Embalse Salto Grande	21.942	32.912	465.344
Recalque	2.752	4.127	62.755
Total			528.100

El costo de mantenimiento anual que implicaría la reparación y/o mantenimiento preventivo de tuberías y equipos se puede estimar como un 1 % de la inversión inicial. Teniendo en cuenta que los costos de inversión se estimaron en U$S 6.009.409, se calcula el costo de mantenimiento anual.

De esta manera los costos de operación y mantenimiento se resumen en la Tabla 2-15.

Tabla 2-15: Costos Operación y Mantenimiento

CEA (U$S)	528.100
Costo mantenimiento anual (U$S)	60.094
Costo O&M anual (U$S/año)	**588.194**
Costo O&M (U$S/mmha)	**0,80**

2.5.3 Valor Presente Neto

En la Tabla 6-10 del Anexo I se muestran los resultados obtenidos para cada año, y en la Tabla 2-16 se muestra el VPN total.

Tabla 2-16: VPN Salto Grande

Costo inversión (U$S)	6.009.409
Costo O&M anual (U$S/año)	588.194
VPN Total (U$S)	**14.693.990**

3. ALTERNATIVA II: EMBALSE MULTIPREDIAL

3.1 Generalidades

Una de las fuentes de agua a considerar consiste en un embalse multipredial, ubicado dentro del predio de la colonia. Resulta de interés analizar esta alternativa ya que a priori cuenta con las siguientes ventajas con respecto a la toma de Salto Grande:

- Ahorro en el costo de las tuberías de la red, ya que evita la construcción de la tubería de impulsión de gran diámetro y longitud;
- Ahorro en el costo de bombeo, por disminución del desnivel geométrico, evitando el recalque.

En los siguientes puntos del presente capítulo se desarrolla el proceso de selección del punto de cierre del embalse y el prediseño de la presa correspondiente.

3.2 Criterios de selección de la zona de emplazamiento

Como criterio más general, se establece que el embalse debe ubicarse dentro del predio de la colonia. De esta manera la afectación por la inundación se atenuaría por el hecho de que los productores inundados serán a la vez beneficiados con el sistema de riego. Si bien este criterio ahorra la compra de tierra a terceros, igualmente se plantea un sistema de compensación para los colonos afectados por el embalse, presentado más adelante en el punto 3.10.2.

Una vez restringida la ubicación del embalse al área de la colonia, se consideran distintos criterios de utilidad, económicos, y ambientales, para la selección de la zona de emplazamiento. Estos se indican a continuación.

- Cuenca de aporte razonablemente grande;
- Ubicación del cierre a una cota tal que permita minimizar el desnivel geométrico con los puntos más altos de la colonia, optimizando el costo de operación por el bombeo;
- Zona en la que pueda embalsarse un volumen importante de agua, minimizando el área a inundar. Este aspecto no solo es beneficioso desde el punto de vista de los terrenos inundados, sino que también reduce el área de evaporación;
- Cierre estrecho, buscando minimizar el volumen de materiales para la construcción del dique;
- Evitar cauces con importante desarrollo de monte nativo en sus márgenes;
- Evitar zonas que interfieran con sectores de producción intensiva;
- Es conveniente que la cimentación sea lo suficientemente impermeable de forma de evitar la pérdida excesiva de agua por infiltración;
- Materiales de construcción próximos a la presa, de modo que los costos constructivos sean razonables;
- Es conveniente tener en cuenta que existan condiciones favorables para la ubicación del aliviadero;
- Es importante ubicar la presa en una zona donde la falla de la estructura no pueda causar pérdidas humanas, de animales o grandes pérdidas materiales.

3.3 Identificación de posible emplazamiento

Según fue identificado en el punto 2.4.4 del Tomo I, el cauce de mayor importancia de la colonia es la cañada del Ubajay. Se presume que dicho cauce es el único cuya cuenca de aporte es capaz de suministrar el volumen de agua necesario para lograr una satisfacción adecuada de la demanda. La zona más adecuada de acuerdo a los criterios establecidos en el punto 3.2, se presenta en la Figura 3-1.

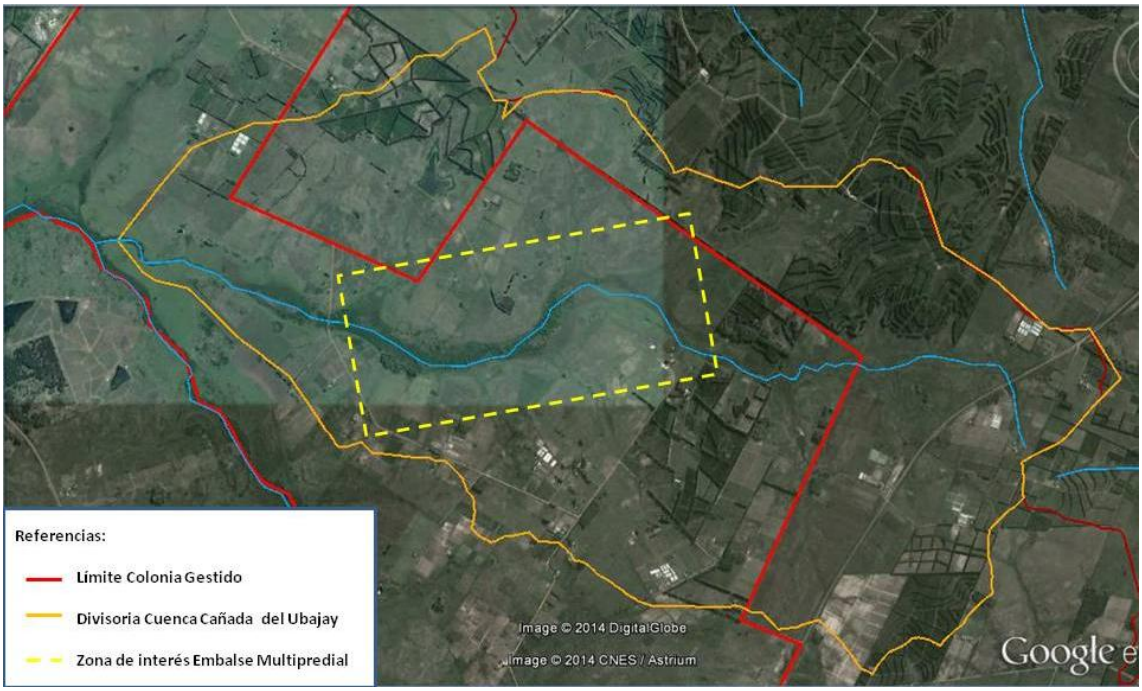


Figura 3-1: Zona de interés para el emplazamiento de embalse multipredial

3.4 Selección del punto de cierre

El punto de cierre seleccionado sobre la cañada del Ubajay, que se presenta en la Figura 3-2, se encuentra próximo al camino principal de la Colonia, en el entorno del punto de coordenadas X: 417.569; Y: 6.537.607 en sistema UTM, a cota 38 m referida al cero oficial. El mismo se ubica en la cuenca media de la cañada, de modo de tener un área de aporte considerable y a su vez estar a una cota suficientemente elevada.

La cuenca resultante a partir del punto de cierre considerado tiene una superficie de 18 km^2, siendo la longitud del cauce principal de 7,6 km aproximadamente.

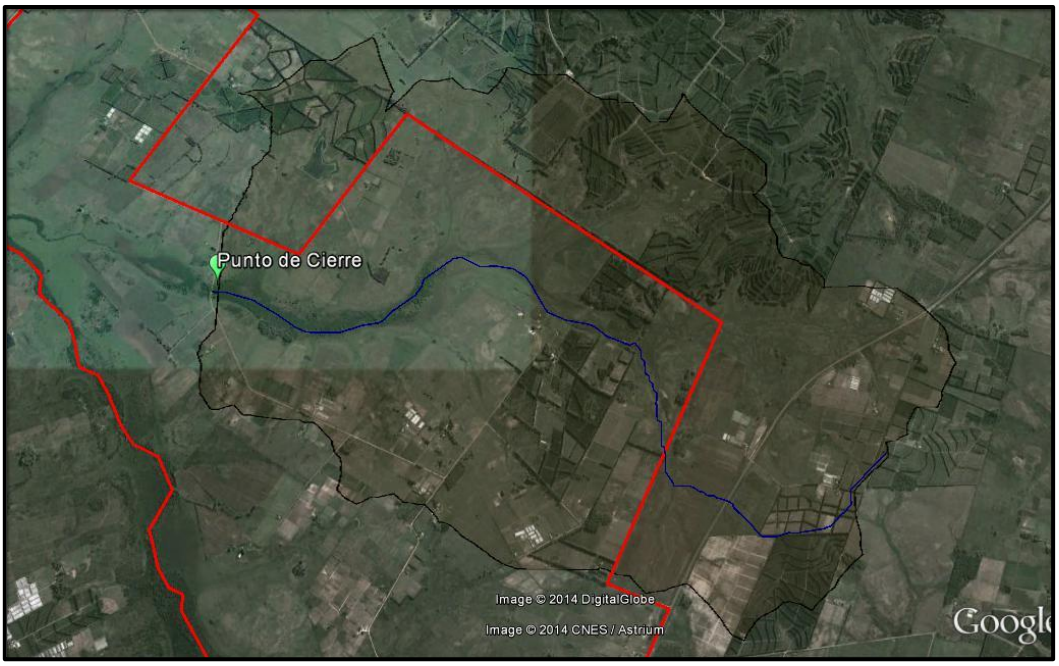


Figura 3-2: Punto de cierre del embalse multipredial

En la Tabla 3-1 se presentan los parámetros de interés de la cuenca.

Tabla 3-1: Cuenca del embalse multipredial

Área (km^2)	18,0
Longitud del cauce principal (km)	7,6
Pendiente cauce principal (%)	0,6
Tc (hs)	2,4
Pendiente media cuenca (%)	2,9

Cabe mencionar que el tiempo de concentración (Tc) se calcula en función de la longitud y pendiente del cauce principal, según la fórmula de Ramser y Kirpich.

Según la CRSU, la cuenca se encuentra dentro de la Unidad Salto, de grupo hidrológico D. Teniendo en cuenta además, la cobertura y la condición hidrológica de la cuenca, se obtiene un número de curva para la misma de 85.

Para la estimación del agua disponible (AD) se emplean los valores establecidos para los grupos CONEAT presentes en la cuenca, según se presenta en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2: Agua disponible según Grupos CONEAT

Grupo CONEAT	AD (mm)
S09.20	79
S09.11	60
S09.21	110
B03.1	161
AD ponderada	**94**

En la Figura 3-3 se presentan los mapas de Unidades de Suelo y grupos CONEAT presentes en la cuenca del embalse.

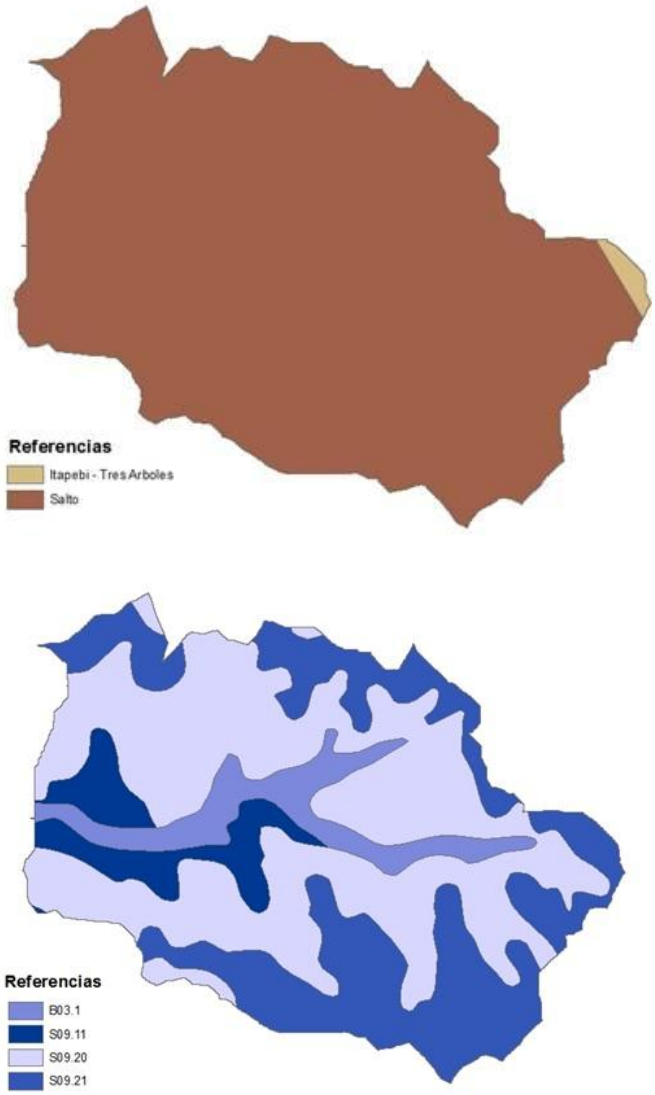


Figura 3-3: Unidades de suelo según CRSU (arriba) y grupos CONEAT (abajo) presentes en la cuenca

3.5 Determinación de la cota de vertido

Los criterios empleados para determinar la cota de vertido del embalse a ubicar sobre la cañada del Ubajay son los que se presentan a continuación.

- Satisfacción de la demanda de riego superior al 90 % en el período considerado;
- Optimización de la altura de la presa en función de la capacidad de aporte de la cuenca.

Del balance al embalse realizado para distintas cotas de vertido (ver Anexo IV), se obtiene el Gráfico 3-1.

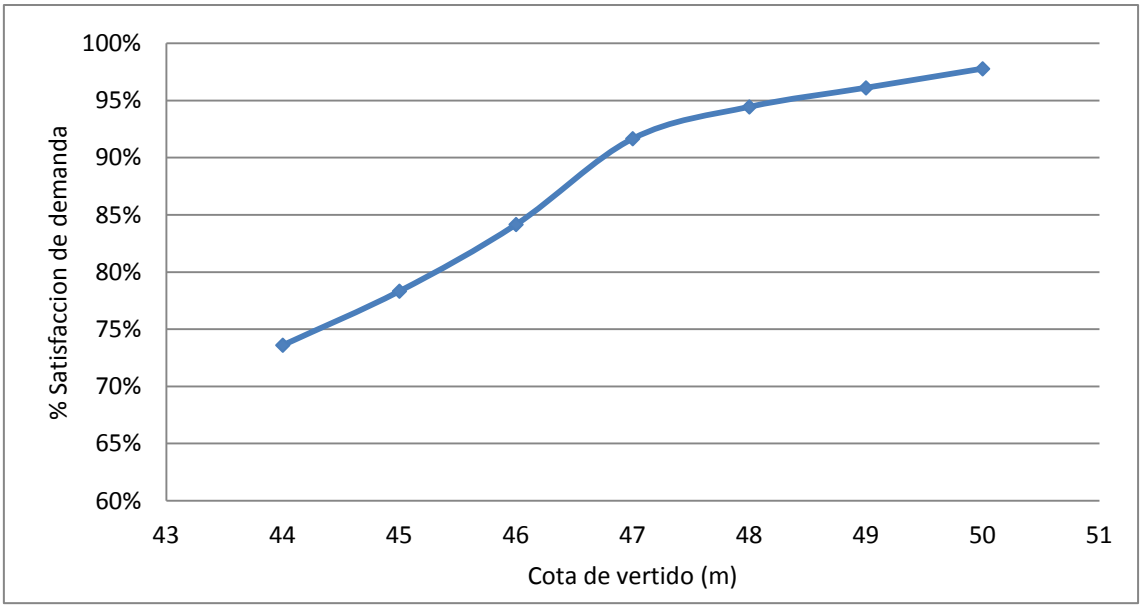


Gráfico 3-1: Satisfacción de demanda vs Cota de vertido

Del gráfico anterior se desprende que la cota óptima de vertido es de 47 m. Cotas de vertido mayores no aumentan significativamente la satisfacción de la demanda, no compensando las mayores áreas inundadas y los costos de inversión superiores requeridos por el aumento en las dimensiones de la presa. En la Tabla 3-3 se presenta el área a inundar y la longitud del cierre para las distintas cotas de vertido planteadas.

Tabla 3-3: Área a inundar y longitud de cierre según cotas vertido

Cota vertido (m)	Satisfacción de la demanda	Área a inundar (ha)	L cierre (m)
44	74%	63	450
45	78%	83	520
46	84%	107	570
47	92%	133	620
48	94%	161	670
49	96%	200	730
50	98%	267	820

Se observa particularmente que para una cota de vertido de 50 m, se duplica el área inundada y la longitud del cierre aumenta 200 m respecto a la cota de vertido seleccionada.

Finalmente, se verifica la frecuencia de vertido para la cota de vertido seleccionada.

En el Gráfico 3-2 se presenta el porcentaje de años de la serie de datos considerada en los cuales hay vertido para cada mes.

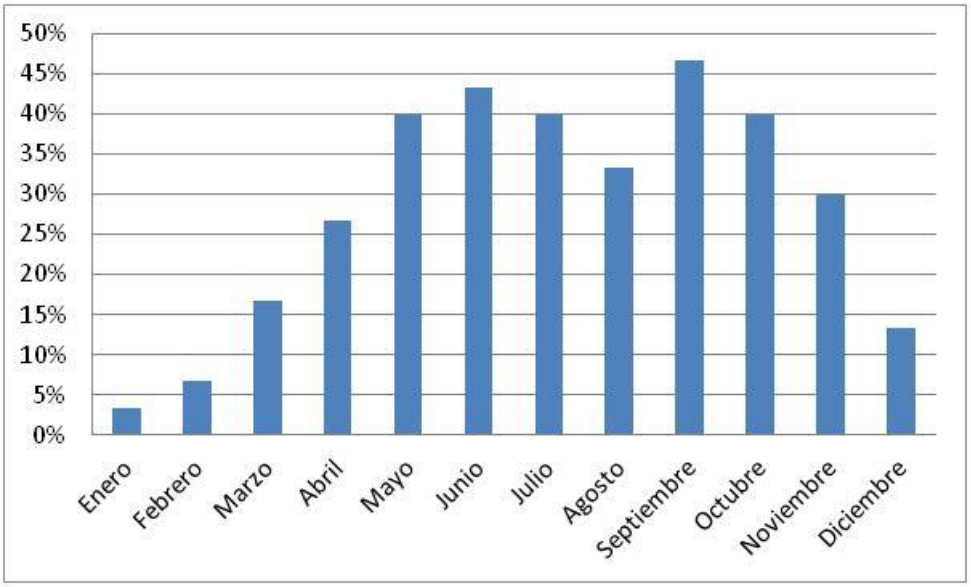


Gráfico 3-2: Frecuencias de vertido

Se observa que en los meses de menor demanda de riego y de menor evaporación, existe vertido entre el 40 y 45 % de los años, por lo que la cota seleccionada no es excesiva con respecto a la capacidad hídrica de la cuenca.

En conclusión, se considera adecuada la cota de vertido escogida. En la Tabla 3-4 se presentan las características del embalse para dicha cota de vertido:

Tabla 3-4: Características del embalse

Cota vertido (m)	47
Área inundada (ha)	133
Volumen embalsado (Hm^3)	4,5

En la Figura 3-4 se presenta una imagen satelital del área a inundar, mientras que en la Figura 3-5 se presenta una imagen 3D obtenida a partir del modelo digital de terreno, en la que se representa también el embalse.

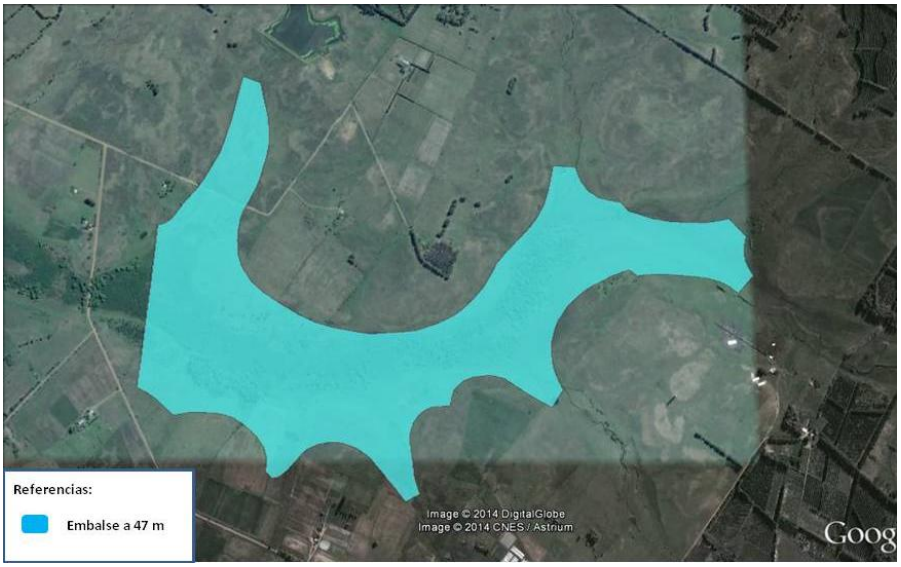


Figura 3-4: Imagen satelital del área a inundar

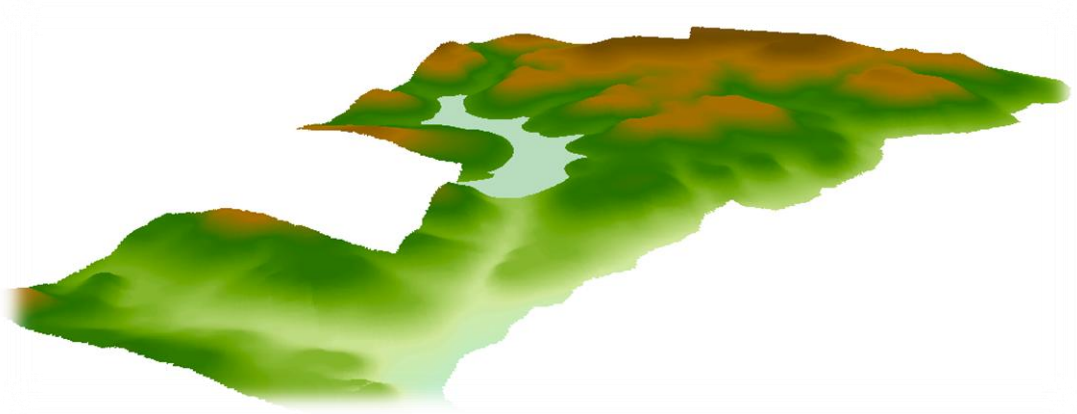


Figura 3-5: Modelo 3D del embalse

Como fue mencionado en la descripción del medio biótico, dentro del área afectada por el embalse, se identifica un bosque ribereño nativo de escaso desarrollo, con señales de haber sido talado en el pasado. El lugar se muestra fuertemente invadido por especies exóticas invasoras entre las que destaca un tipo de Sauce Asiático y el Álamo. Se destacan 4 ha de bosque nativo relictual en el área a inundar, según se puede apreciar en la Figura 3-6.



Figura 3-6: Bosque nativo relictual

Por otra parte, vale mencionar que como fue presentado en el análisis de los recursos hídricos (punto 2.4.4 del Tomo I), las tomas habilitadas sobre el arroyo San Antonio no se verán afectadas por el represamiento de la cañada del Ubajay en Colonia Gestido.

3.6 Prediseño de la presa para el embalse multipredial

3.6.1 Elementos para el diseño de la presa

A continuación se presenta el prediseño de la presa para el embalse multipredial, a ubicarse sobre el arroyo del Ubajay, dentro del predio de Colonia Gestido.

Los elementos considerados en el prediseño de la presa son los siguientes:

- Cota de vertido;
- Cota de coronamiento;
- Sección tipo;
- Cálculo de la red de flujo;
- Cálculo de la estabilidad de taludes;
- Características y ubicación del vertedero;
- Características y ubicación de la obra de toma.

3.6.2 Niveles de diseño

Para el diseño de la presa es necesario determinar los niveles de agua en el embalse. Se consideran las siguientes situaciones:

- Nivel Máximo Normal (NMN);
- Nivel de Avenida de Proyecto (NAP);
- Nivel de Avenida Extraordinaria (NAE).

En la Tabla 3-5 se resumen los niveles obtenidos para dichas situaciones.

Tabla 3-5: Niveles de diseño

Situación	Nivel (m)
NMN	9
NAP	9,8
NAE	10,1

El NMN se establece como la diferencia entre la cota de vertido de 47 m y la cota de cierre de 38 m, determinadas en el punto 3.5 y el punto 3.4 respectivamente.

El cálculo correspondiente de los niveles indicados anteriormente se presenta en el Anexo IV y el Anexo V.

3.6.3 Perfil del cauce en el cierre

El perfil del cauce en el punto de cierre de la represa se obtiene a partir del modelo digital de terreno. El mismo se presenta en el Gráfico 3-3.

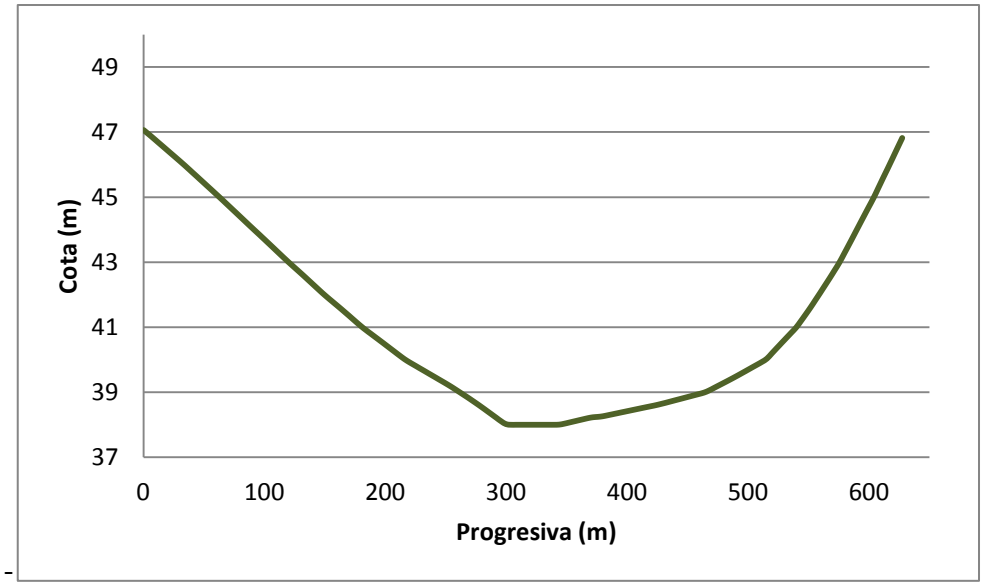


Gráfico 3-3: Perfil del cauce en el cierre

3.6.4 Perfil litológico

El perfil litológico adoptado para la cimentación se determina a partir de información tomada de perfiles de pozos de agua realizados en la zona. El mismo consiste en un perfil sedimentario depositado sobre basaltos de Formación Arapey, y está compuesto de la siguiente forma:

- 0 a 0,5 m: capa de suelo orgánico;
- 0,5 a 9 m: Depósito aluvial areno-limoso;
- 9 m en adelante: Basalto masivo.

Si bien se adopta este perfil para el prediseño, cabe mencionar que a la hora de materializar el proyecto se deberán realizar cateos con mayor detalle en la zona de cierre, de modo de ajustar el perfil descrito anteriormente.

3.6.5 Selección del tipo de presa

Aspectos a considerar

La selección del tipo de presa para un sitio determinado requiere la consideración de las características de cada tipo en relación con la topografía del lugar, las condiciones geológicas, la disponibilidad de materiales y la adaptación a los fines para los que va a servir; así como también lo que respecta a la economía, seguridad y otras limitaciones que pudieran existir. Usualmente, el factor más importante para determinar la elección final del tipo de presa será el costo de construcción.

Tipo de presa seleccionado

En base a las consideraciones anteriores se opta por una presa heterogénea de tierra, compuesta por un núcleo impermeable de arcilla y faldones de arena SM (según clasificación SUCS).

Las presas de tierra constituyen el tipo de presas más utilizado, principalmente porque en su construcción intervienen materiales en su estado natural que requieren el mínimo de tratamiento. Además, los requisitos de cimentación son menos exigentes que para los otros tipos de presas. Por otra parte, se trata del tipo de presa más económico, dado que los procesos de construcción son altamente mecanizados y continuos.

La principal desventaja de este tipo de presas es la posibilidad de destrucción por sobrepasamiento. Por lo tanto, se debe tener especial cuidado en el diseño del vertedero para mitigar dicho efecto.

3.6.6 Dimensiones de la presa

Cota de coronamiento

La cota de coronamiento se proyecta de forma tal de evitar el sobrepasamiento del terraplén. Para esto, se adoptan recomendaciones del libro *Design of Small Dams,* que considera el valor máximo obtenido a partir de las situaciones que se listan a continuación.

- NMN + Run up (viento de 160 km/h);
- NAP + Run up (viento de 80 km/h);
- NAE.

Para determinar finalmente la cota de coronamiento, al máximo valor obtenido se le adiciona la cota de cierre, una revancha de proyecto y se le sustrae la altura de desmonte.

Run up

El run up se define como la altura que alcanza la ola cuando rompe sobre una estructura inclinada, y es equivalente a 1,5 veces la altura H de la ola.

Para la determinación de la altura de la ola, se emplean las fórmulas paramétricas de Young y Verhagen (1996) para olas de profundidad limitada, las cuales se presentan a continuación.

$$F^* = \frac{g \cdot F}{U^2} \tag{3-1}$$

$$H^* = \frac{g \cdot H}{U^2} \tag{3-2}$$

$$d^* = \frac{g \cdot d}{U^2} \tag{3-3}$$

$$T^* = \frac{g \cdot T}{U} \tag{3-4}$$

Altura adimensionada:

$$H^* = 0,24 \cdot \left\{ th\left[0,49 \cdot \left(d^* \right)^{0,75} \right] \cdot th\left[\frac{0,0031 \cdot \left(F^* \right)^{0,57}}{th\left[0,49 \cdot \left(d^* \right)^{0,75} \right]} \right] \right\}^{0,87} \quad (3\text{-}5)$$

Período adimensionado:

$$T^* = 7,54 \cdot \left\{ th\left[0,33 \cdot \left(d^* \right) \right] \cdot th\left[\frac{0,00052 \cdot \left(F^* \right)^{0,73}}{th\left[0,33 \cdot \left(d^* \right) \right]} \right] \right\}^{0,37} \quad (3\text{-}6)$$

Donde: F: Fetch, distancia máxima del borde del lago a la presa en donde puede actuar el viento (m);

U: Velocidad del viento (m/s);

d: Profundidad media del embalse (m);

T: Período de la ola (s);

g: Aceleración gravitatoria (m/s^2).

En la Tabla 3-6 se presentan los valores de los parámetros utilizados y los resultados obtenidos para cada una de las situaciones de diseño.

Tabla 3-6: Run up para distintas situaciones de diseño

	NAP + 80 km/h	NMN + 160 km/h
Fetch (km)	1,3	1,3
F*	25,8	6,4
d*	0,19	0,04
H*	0,01	0,004
H (m)	0,4	0,8
Run up (m)	0,6	1,2

De esta forma, una vez determinada la altura que alcanza la ola sobre el talud aguas arriba de la presa para los distintos casos, se escoge la situación más desfavorable. En la Tabla 3-7 se resumen los valores obtenidos.

Tabla 3-7: Alturas obtenidas para las distintas situaciones de diseño

Situación	H_0 (m)	Run up (m)	H_0 + Run up (m)
NAP + Viento 80 km/h	9,8	0,6	10,4
NMN + viento 160 km/h	9,0	1,2	10,2
NAE	10,1	----	10,1

Como se puede observar, la situación más restrictiva se da para el NAP con un viento de 80 km/h.

Desmonte

Para lograr una adecuada cimentación de la presa, es necesario remover la capa de suelo orgánico, ya que ésta posee una baja capacidad soporte.

Como fue mencionado en la descripción litológica (ver punto 3.6.4), la capa de suelo orgánico tiene una potencia aproximada de 50 cm.

Una vez realizado el desmonte, dicho suelo será acopiado provisoriamente, y se colocará sobre el talud aguas abajo del cuerpo de la presa de modo de favorecer la revegetación del mismo, a fin de evitar la erosión.

Cálculo de cota de coronamiento y altura máxima de la presa

Finalmente, la cota de coronamiento y la altura máxima de la presa se determinan mediante las siguientes expresiones.

$$Z_{CORONAMIENTO} = Z_{CIERRE} + H_0 + Run\ up + \Delta H_{REVANCHA} - \Delta H_{DESMONTE} \quad (3\text{-}7)$$

$$H_{PRESA} = H_0 + Run\ up + \Delta H_{REVANCHA} + \Delta H_{DESMONTE} \quad (3\text{-}8)$$

En la Tabla 3-8 se presentan los valores de cada una de las componentes que determinan la cota de coronamiento y altura máxima de la presa:

Tabla 3-8: Cota de coronamiento y altura de la presa

Z cierre (m)	38
Ho + Run Up (m)	10,4
Revancha (m)	0,6
Desmonte (m)	0,5
Z coronamiento (m)	49
H presa (m)	11,5

Ancho de coronamiento

Existe una fórmula empírica presentada en el libro *Design of Small Dams* que estima el ancho de coronamiento en función de la altura de la presa.

$$w = \frac{z}{5} + 3 \quad (3\text{-}9)$$

Donde: w: Ancho de coronamiento recomendado (m)

z: Altura de la presa (m)

Dado que durante la construcción de la presa deberá circular maquinaria por encima de la misma, es recomendable que el coronamiento tenga un ancho mínimo de 3 m.

Para la altura de la presa de 11,5 m, se adopta un ancho de coronamiento de 6 m.

3.6.7 Características de los materiales de la presa y cimentación

Materiales del cuerpo de la presa

El núcleo cumple la función impermeabilizante de la presa, por lo tanto es ejecutado generalmente con materiales arcillosos. Por su parte, los faldones, construidos con materiales de mayor granulometría, se destinan a la función resistiva. El faldón de aguas arriba fundamentalmente da protección al núcleo contra la acción del oleaje en situación de embalse lleno, y también resiste la acción del agua infiltrada en el núcleo que se mueve hacia aguas arriba en situación de vaciado rápido. Por otro lado, el espaldón de aguas abajo tiene como función resistir el empuje hidrostático por su peso.

Como se mencionó en el punto 3.6.5, los materiales adoptados para la construcción del cuerpo de la presa son arcilla para el núcleo central y arena SM para los faldones.

Las propiedades hidráulicas y resistentes de los materiales a emplear para el núcleo, para diferentes condiciones de ensayo, se presentan en la Tabla 3-9 y Tabla 3-10 respectivamente.

Tabla 3-9: Peso específico y conductividad hidráulica de los materiales de la presa

	Arcilla	Arena SM
γ (MPa)	20,0	18,0
k (m/s)	$1x10^{-9}$	$4x10^{-6}$

Tabla 3-10: Parámetros resistentes de los materiales de la presa

	Arcilla		Arena SM	
ENSAYO	**c (kPa)**	**∅ (º)**	**c (kPa)**	**∅ (º)**
CD	16	10	5	35
CU	16	10	5	35
UU	20	2	5	35

Cabe mencionar que dichos parámetros se deberán ajustar en la etapa de proyecto, mediante ensayos realizados a muestras de suelo extraídas de la zona de préstamo.

Materiales de cimentación

Los requisitos de una cimentación para una presa de tierra son proporcionar un apoyo estable para el terraplén en todas las condiciones de saturación y de carga, debiendo ser al mismo tiempo suficientemente impermeable para evitar una pérdida de agua excesiva.

Según el perfil litológico presentado en el punto 3.6.4 y adoptado para el diseño, la cimentación se trata de un depósito aluvial de Arena SM, con una potencia de 9 m sobre basalto masivo.

Los parámetros adoptados para la misma, son iguales a los presentados en la Tabla 3-9 y Tabla 3-10 para Arena SM.

3.6.8 Sección tipo de la presa

Faldones

La inclinación de los taludes se fija dentro de los rangos recomendados por la bibliografía, buscando minimizar los costos y cumplir con los criterios de estabilidad, resultando taludes de inclinación 1V:3H aguas arriba y 1V:2H aguas abajo. Cabe mencionar que dichas inclinaciones no presentan problemas de estabilidad, según el análisis de estabilidad de taludes detallado más adelante, en el punto 3.6.10.

En la Tabla 3-11 se presentan las dimensiones de la presa.

Tabla 3-11: Dimensiones de la presa

Ancho de coronamiento y base de la presa	
Altura presa (m)	11,5
Ancho de conoramiento (m)	6,0
Talud aguas arriba (mH:1V)	3
Talud aguas abajo (mH:1V)	2
Base de la presa (m)	64

Núcleo

Se opta por el diseño de un núcleo vertical ya que presenta ciertas ventajas importantes frente al núcleo inclinado. Entre ellas se destaca la mayor impermeabilidad por estar comprimido por su propio peso.

Se adopta el ancho inferior mínimo igual a la carga hidrostática del lago para el NMN. De esta manera se previene la aparición del fenómeno denominado erosión interna o tubificación, destructivo para la presa.

Se opta por construir los taludes tanto de aguas arriba como de aguas abajo con pendientes 1V:0,5H. Estos valores se encuentran dentro de los límites recomendados, dada la inclinación de los faldones.

Para que el núcleo no se encuentre expuesto, el mismo se recubre en su parte superior por una capa de material granular compactado de 30 cm de espesor.

En la Tabla 3-12 se presentan las dimensiones máximas del núcleo central en la sección de la presa.

Tabla 3-12: Dimensiones del núcleo

Dimensiones del núcleo	
Protección superior (m)	0,3
Altura núcleo (m)	11,2
Ancho superior (m)	6,0
Talud aguas arriba (mH:1V)	0,5
Talud aguas abajo (mH:1V)	0,5
Ancho mínimo (m)	9
Ancho inferior (m)	17
Área (m^2)	130

Dentellón

Se construye un dentellón parcial, del mismo material que el núcleo central. Dado que la roca sana se encuentra a gran profundidad, el dentellón no se prolonga hasta la misma. El objetivo es reducir el caudal de infiltración y asegurar que no se generen dificultades por tubificaciones a través de la cimentación o por subpresiones en el talud de aguas abajo.

El ancho de la base del dentellón se calcula mediante siguiente ecuación.

$$w = h - d \tag{3-10}$$

Donde: w: Ancho de la base del dentellón (m)

h: Carga hidráulica sobre la superficie del terreno (m)

d: Profundidad del dentellón (m)

Dicha ecuación considera que el ancho debe aumentarse al aumentar la carga en el embalse para disponer de suficiente material impermeable, y a su vez puede disminuirse al aumentar la profundidad del dentellón porque la fuerza de filtración en el contacto con la cimentación disminuirá debido a la pérdida de carga hidráulica al hacer el recorrido vertical más largo.

Se establece que el ancho inferior mínimo debe ser de 6 m para que la maquinaria pueda trabajar correctamente.

Tomando una profundidad de dentellón de 2 m, el ancho máximo de la base es de 8 m. La inclinación de las paredes se diseña de forma tal que al excavar la zanja los taludes resultantes sean estables, adoptándose un talud de inclinación 1H:1V. En función de la profundidad, la inclinación de los taludes adoptada y del ancho de la base, el ancho superior máximo del dentellón resultante es 12 m.

En la Tabla 3-13 se muestran las dimensiones máximas resultantes del diseño del dentellón.

Tabla 3-13: Dimensiones del dentellón

Dentellón	
d (m)	2
H (m) - NAP	9,8
w (m)	8
Talud (mH:1V)	1
Ancho superior (m)	12

Dren horizontal

Se prevé construir un dren horizontal en la interfase entre el faldón aguas abajo y la cimentación, para provocar un descenso en el nivel freático y así controlar la infiltración a través del cuerpo de la presa. El mismo, se construye de material granular de permeabilidad de 0,005 m/s y tendrá una altura de 50 cm.

Para evitar el arrastre incontrolado de partículas finas hacia el dren, se coloca un filtro sintético de geotextil.

Dren de pie

Se prevé instalar un dren de pie a lo largo del pie del talud de aguas abajo de la presa, con el objetivo de colectar las filtraciones que descargan del dren horizontal y las que provienen de la cimentación. Se construirá con el mismo material que el dren horizontal y contará con una tubería central de forma de garantizar la conducción de los volúmenes de infiltración.

Se adopta para el diseño una profundidad de 1,0 m y un ancho para el fondo de 1,0 m. Las paredes de los taludes se conformarán con pendientes 1V:1H. Las dimensiones de diseño se resumen en la Tabla 3-14.

Tabla 3-14: Dimensiones del dren de pie

Dren de pie	
Profundidad (m)	1
Ancho inferior (m)	1
Talud (mH:1V)	1
Ancho superior (m)	3

En la Figura 3-7 se presenta un esquema de la sección de la presa.

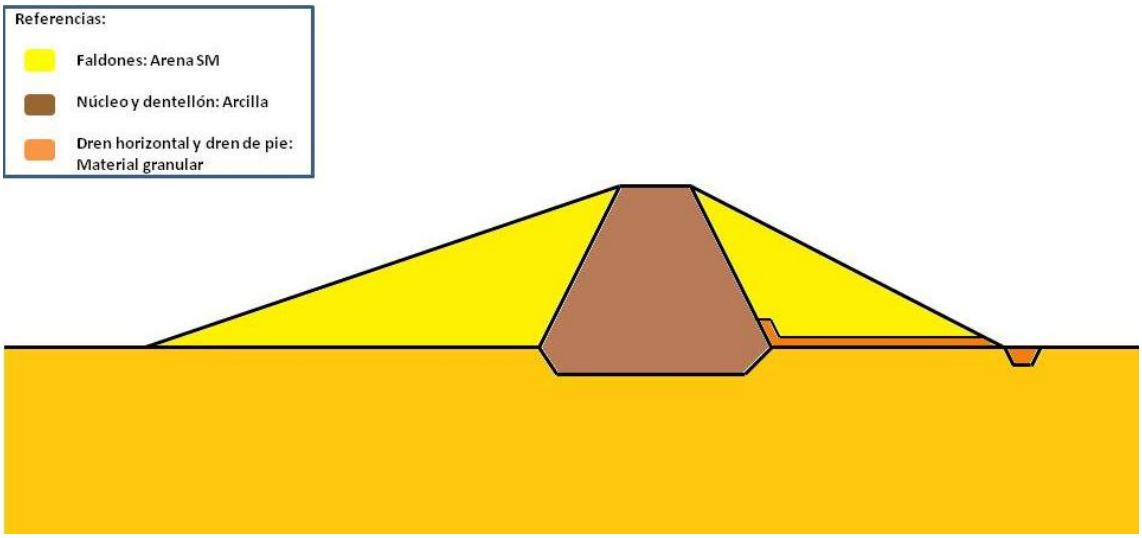


Figura 3-7: Sección de la presa

3.6.9 Protección de los taludes

Talud de aguas arriba

El talud de aguas arriba está sometido a la acción destructiva de las olas. Ante este aspecto, una medida común es colocar enrocado para protección. Esta determinación se justifica ya que reduce la necesidad de mantenimiento y a su vez se presume que la materia prima se encuentra en la zona, reduciéndose así los costos.

Las rocas deben ser de tamaño y peso adecuado para resistir el esfuerzo de las olas. A su vez, deben poder resistir largas exposiciones a la intemperie.

El revestimiento se extenderá desde 2 m por debajo del NMN hasta la cota de coronamiento y tendrá 1 m de espesor. No se realiza enrocado hasta el fondo del embalse ya que debe existir una profundidad de agua considerable para que las olas producidas sean importantes.

Para estimar el peso de la roca a colocar se aplica la fórmula de Hudson, que se presenta en la siguiente ecuación.

$$W = \frac{\gamma_r . H_S^3}{k_D (S_r - 1) \cot g(\alpha)} \qquad (3\text{-}11)$$

Donde: W: Peso de la roca (kg);

γ_r: Peso específico de la roca (kg/m^3);

H_s: Altura de la ola más significativa (m);

K_D: Coeficiente entre 2 y 3;

S_r: Relación de pesos específicos (γ_r/γ_w);

α: Inclinación del talud.

Los parámetros empleados para el cálculo y los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 3-15:

Tabla 3-15: Características del enrocado

Hudson	
γ_r (kg/m^3)	2.600
H_s (m)	0,79
K_D	2,75
S_r	2,6
α	18,4
W (kg)	**98**

De la tabla anterior se desprende que se deben colocar rocas de 98 kg de peso, las cuales, dada la densidad considerada, tienen un tamaño aproximado de 34 cm de arista.

Se prevé colocar un filtro de geotextil para evitar la pérdida de finos a través de los poros del enrocado por el efecto de las olas y del retroceso del agua filtrada en el cuerpo de la presa.

Talud de aguas abajo

El talud de aguas abajo se protege contra la acción del viento y las precipitaciones con un recubrimiento de 10 cm de espesor de tierra vegetal, proveniente del desmonte para la cimentación de la presa.

3.6.10 Estabilidad de la presa

Infiltración en el cuerpo de la presa y en la cimentación

El estudio de la infiltración se hace a partir del establecimiento de la red de flujo en el cuerpo de la presa y en el terreno de cimentación de la misma.

La red de flujo es el conjunto de dos familias de curvas, soluciones de la ecuación de Laplace. Dichas familias de curvas son ortogonales entre sí, unas de ellas representan las líneas equipotenciales, mientras que las otras son las líneas de corriente o líneas de flujo a las cuales es tangente el vector de velocidad.

Para el cálculo de la red de flujo y el estudio de las infiltraciones en el cuerpo de la presa se emplea el módulo Geo-Seep del Software Geo-Studio. Dicho módulo permite determinar la red de flujo bidireccional a través de la sección tipo de la presa mediante la resolución de la ecuación de Laplace, basándose en el método del elemento finito.

En Geo-Seep se deben ingresar:

- Geometría de la presa;
- Permeabilidad de los distintos materiales componentes de la sección y de la cimentación;
- Condiciones de borde;
- Malla de elementos finitos.

Las características hidráulicas de los materiales de la presa y la cimentación son las indicadas en el punto 3.6.7, y la geometría de la sección es la que se describe en el punto 3.6.8.

Las condiciones de borde que se ingresan son las siguientes:

- Carga hidráulica del embalse en condiciones normales en la superficie del faldón de aguas arriba y sobre la superficie del terreno de cimentación, aguas arriba de la presa;
- Flujo nulo en la superficie de la roca sana;
- Presión atmosférica en donde se colocará el dren chimenea y en el terreno horizontal aguas abajo.

El dren de pie se considera que no afecta el régimen de presiones que se pueden generar, por lo tanto, a modo de simplificación, no se toma en cuenta para el análisis de infiltración.

En la Figura 3-8 se presentan las equipotenciales y la superficie freática obtenidas como salida del Geo-Seep.

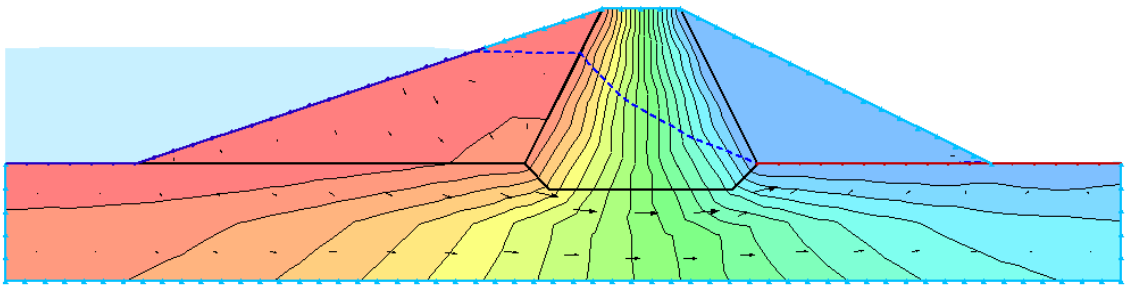


Figura 3-8: Red de flujo

Por otro lado, en el Gráfico 3-4 se presenta el gradiente hidráulico a lo largo de la base de la presa, obtenido también del Geo-Seep.

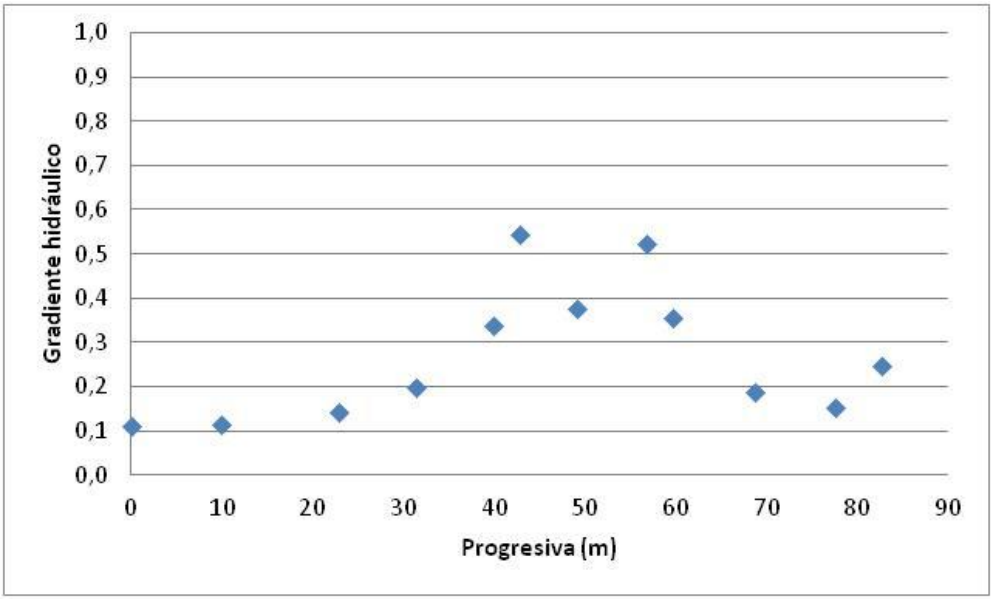


Gráfico 3-4: Gradiente hidráulico en la base de la presa

El gradiente crítico de sifonamiento es aproximadamente igual a 1. Del gráfico anterior se desprende que en la sección más comprometida, el gradiente es de 0,54, por lo que se considera que no existe riesgo de sifonamiento.

El caudal de infiltración por unidad de ancho en la sección media de la presa es de $5{,}41 \times 10^{-3}$ L/s/m. Multiplicando por la longitud de la presa de 630 m, se obtiene un caudal de 3,4 L/s. Considerando que el caudal medio mensual de riego es de aproximadamente 370 L/s, se puede concluir que caudal de infiltración no es significativo. Esto se resume en la Tabla 3-16.

Tabla 3-16: Caudal de infiltración

Caudal de infiltración	
q (L/s/m)	5,41E-03
L (m)	630
$Q_{infiltración}$ (L/s)	3,4
Q_{riego} (L/s)	370
$Q_{infiltración}/Q_{riego}$	1%

Análisis de estabilidad de taludes

Se presenta un análisis de la estabilidad de los taludes frente al deslizamiento. La misma está dada por la resistencia al corte de los materiales, la cual, suponiendo situación límite de equilibrio, se representa mediante la relación de Mohr-Coulomb, trabajando en tensiones efectivas.

Para el análisis de estabilidad se consideran tres situaciones de cálculo:

- Embalse lleno, crítico para el talud aguas abajo;
- Vaciado rápido, crítico para el talud de aguas arriba;
- Fin de construcción, se debe verificar la estabilidad para ambos taludes.

Para cada una de estas situaciones se analiza la estabilidad de la presa, por medio del factor de seguridad frente al deslizamiento FS definido según la siguiente expresión.

$$FS = \frac{M_{RESISTENTE}}{M_{MOTOR}} \quad (3\text{-}12)$$

Donde: $M_{RESISTENTE}$: Momento respecto al centro del círculo de falla de las fuerzas estabilizadoras;

M_{MOTOR}: Momento respecto al centro del círculo de falla de las fuerzas desestabilizadoras.

Se considera que la presa es estable si se verifica que el factor de seguridad hallado es mayor o igual al factor de seguridad recomendado por la normativa española del ICOLD para presas de tierra con núcleo sin seísmo, presentado en la Tabla 3-17:

Tabla 3-17: FS recomendados por la norma española

FS según norma española	
Fin de construcción	1,2
Embalse lleno	1,4
Vaciado rápido	1,3

Se emplea como herramienta de cálculo el módulo Geo-Slope, también perteneciente al software Geo-Studio. El mismo se basa en un análisis de estado plano tensional mediante la discretización del problema en dovelas.

Se deben ingresar como datos de entrada:

- La geometría de la sección;
- Los parámetros resistentes de los materiales componentes;
- Los posibles círculos de falla, caracterizados por una grilla de centros y otra de tangentes;
- La curva de infiltración previamente generada por Geo-Seep.

Para el cálculo se emplea el método de Bishop, el cual considera las fuerzas de interacción entre las dovelas sin ninguna hipótesis complementaria sobre su dirección, obteniéndose un procedimiento de cálculo iterativo para estimar el FS.

Fin de construcción

Esta situación es crítica debido a la falta de consolidación, ya que si bien los materiales fueron compactados aún no se encuentran consolidados.

Para esta situación se emplean los parámetros de resistencia al corte obtenidos en el ensayo UU presentados en el punto 3.6.7.

En la Figura 3-9 y en la Figura 3-10 se presenta la grilla utilizada y la superficie de falla crítica obtenida mediante el Geo-Slope para los taludes aguas arriba y aguas abajo respectivamente.

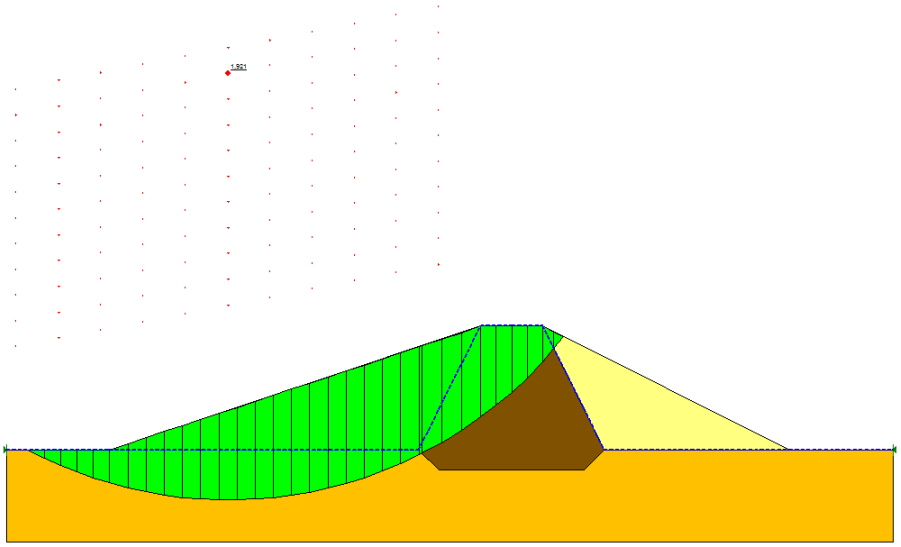


Figura 3-9: Superficie de falla crítica AA. Fin de construcción.

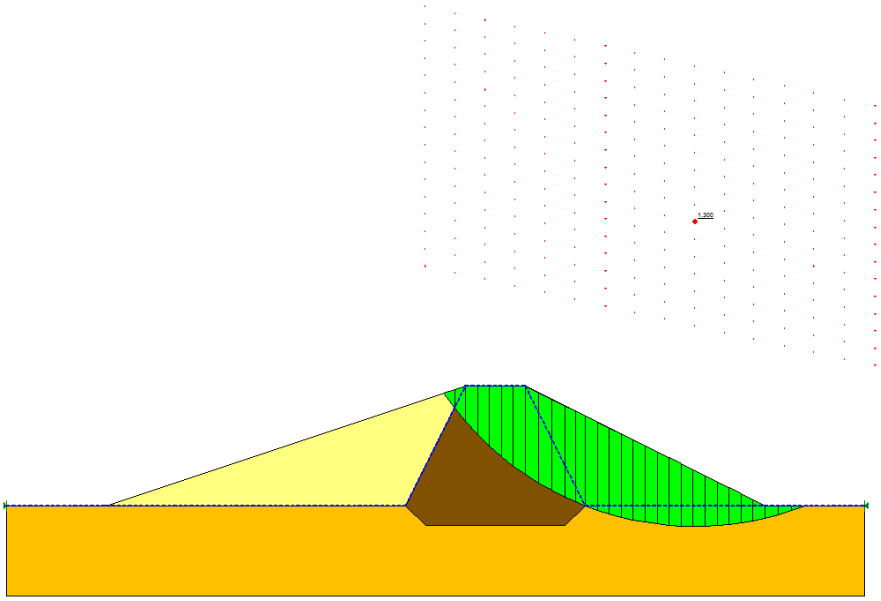


Figura 3-10: Superficie de falla crítica aa. Fin de construcción.

Embalse lleno

En la situación de embalse lleno se da el mayor flujo a través de la presa, por lo que se considera una situación crítica, en particular para el talud de aguas abajo, ya que el de aguas arriba se ve estabilizado por el peso de la columna de agua sobre el mismo.

Los parámetros resistivos empleados en esta situación son los correspondientes al ensayo CD, presentados en el punto 3.6.7.

En la Figura 3-11 se presenta la grilla utilizada para el análisis de estabilidad y la superficie crítica de deslizamiento obtenida para el talud de aguas abajo.

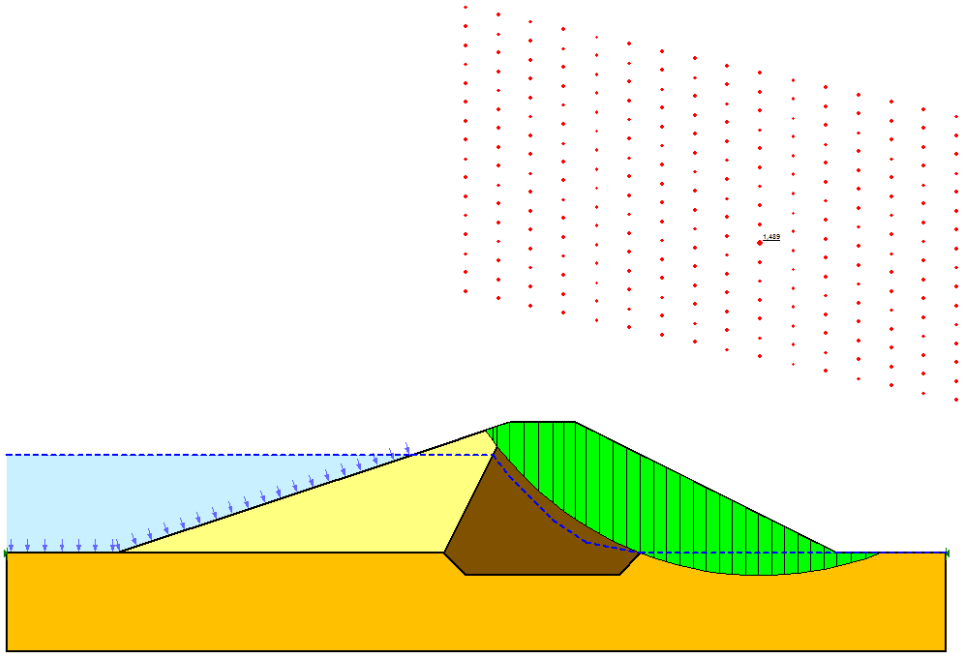


Figura 3-11: Superficie de falla crítica embalse lleno

Vaciado rápido

La situación de vaciado rápido es crítica debido a que los tiempos con que desciende el nivel freático en el cuerpo de la presa no acompañan al tiempo de vaciado del embalse. Esta situación afecta principalmente al talud de aguas arriba, por ser el que se encuentra saturado inicialmente.

Los parámetros de resistencia al corte que se emplean son los obtenidos en el ensayo CU, presentados en el punto 3.6.7.

Para modelar esta situación se considera que el talud de aguas arriba se encuentra saturado y sin el peso de la columna de agua.

En la Figura 3-12 se presenta la grilla utilizada para el análisis de estabilidad y la superficie de falla crítica obtenida para el talud de aguas arriba.

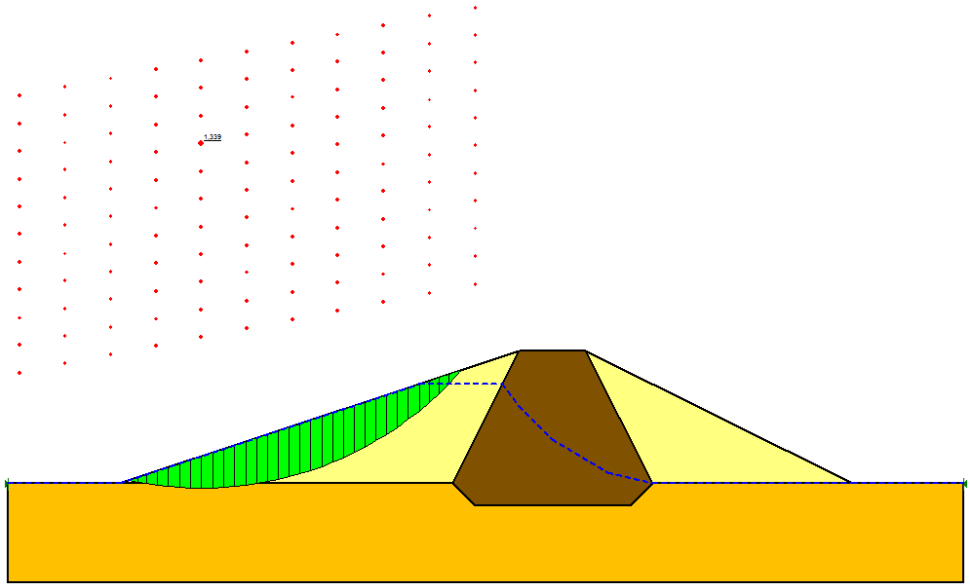


Figura 3-12: Superficie de falla crítica vaciado rápido

Resumen de resultados

En la Tabla 3-18 se presenta el resumen de los resultados obtenidos.

Tabla 3-18: Factores de seguridad para las distintas situaciones consideradas

Factores de seguridad			
Situación	**Aguas arriba**	**Aguas abajo**	**Límite**
Fin de construcción	1,9	1,3	**1,2**
Embalse lleno	---	1,5	**1,4**
Vaciado rápido	1,4	---	**1,3**

Como se puede observar en el resumen de resultados, se verifica que la presa será estable para las tres situaciones de diseño.

3.6.11 Diseño del aliviadero

El aliviadero de la presa se materializa por un vertedero tipo canal. El mismo es de sección trapezoidal y sus principales características se resumen en la Tabla 3-19.

Tabla 3-19: Principales características Aliviadero

S_0 (%)	0,35
mH:1V	1,5
B (m)	90
H (m)	1
L (m)	850
n	0,035

En la Figura 3-13 se presenta un esquema del trazado del canal.



Figura 3-13: Trazado del canal

Como se puede observar, el canal cruza una calle y pasa por una vivienda de uno de los productores beneficiados que debe ser realojado, aspecto que se considera dentro de los costos del proyecto. Con respecto al cruce de la calle se evaluará la posibilidad de la construcción de un puente.

3.6.12 Metrajes

En base al perfil del cauce principal en el cierre, obtenido a partir del modelo digital de terreno, y presentado en el punto 3.6.3, se obtienen los volúmenes de excavación y los volúmenes necesarios de materiales de construcción. En una etapa posterior de proyecto se deberá realizar un relevamiento topográfico detallado del cierre, ajustando el perfil y los metrajes resultantes.

Los volúmenes de excavación de cada uno de los elementos de la presa se presentan en la Tabla 3-20.

Tabla 3-20: Volúmenes de excavación

Elemento	V (m^3)
Destape	3.774
Dentellón	2.726
Dren de pie	575
Canal	50.400
TOTAL	**57.476**

Los volúmenes requeridos de cada material para la construcción del dique se presentan en la Tabla 3-21.

Tabla 3-21: Metrajes

Componente	V (m^3)
Arcilla para núcleo y dentellón	15.910
Arena para faldones	25.376
Bloques de 34 cm de arista	895
Tierra para revestimiento aa	295
Material granular (dren de pie + dren horizontal)	4.113
TOTAL	**42.476**

3.6.13 Costos

De acuerdo a los metrajes presentados en el punto 3.6.12, se determina el costo de inversión para la construcción de la presa, de acuerdo a precios tomados del mercado local. El material de excavación se computa como excavación no clasificada a depósito, con excepción de una fracción del destape que se destina a recubrimiento del talud aguas abajo de la presa. Los materiales para el dique se extraen del vaso del embalse a excepción del material granular para drenes que se adquiere en cantera. El enrocado se cotiza suponiendo que se obtiene dentro del predio de la colonia. Se considera además el costo de la obra de toma como el costo de la tubería más U$S 15.000 de albañilería y colocación, el cruce del camino, el suministro y tendido de geotextil de protección de drenes y enrocado, un 10 % del total por rubros generales y finalmente el costo del terreno a inundar en predio ajeno a la colonia.

En la Tabla 3-22 se presenta el costo de inversión según rubros en U$S:

Tabla 3-22: Costos de inversión

Rubro	Unidad	Cantidad	Costo unitario (U$S)	Costo total (US$)
Excavación no clasificada a depósito	m^3	57.181	3,2	182.978
Dique	m^3	41.286	4	165.144
Bloques enrocado AA	m^3	895	30	26.850
Drenes	m^3	4.113	15	61.691
Suministro y tendido de geotextil	m^2	4.148	2	8.296
Obra de toma	global	1	38.020	38.020
Cruce de camino	global	1	15.000	15.000
Vivienda	global	1	50.000	50.000
Rubros generales	global	1	10%	49.798
Compra de terreno	ha	12	8.000	96.000
			TOTAL	693.778

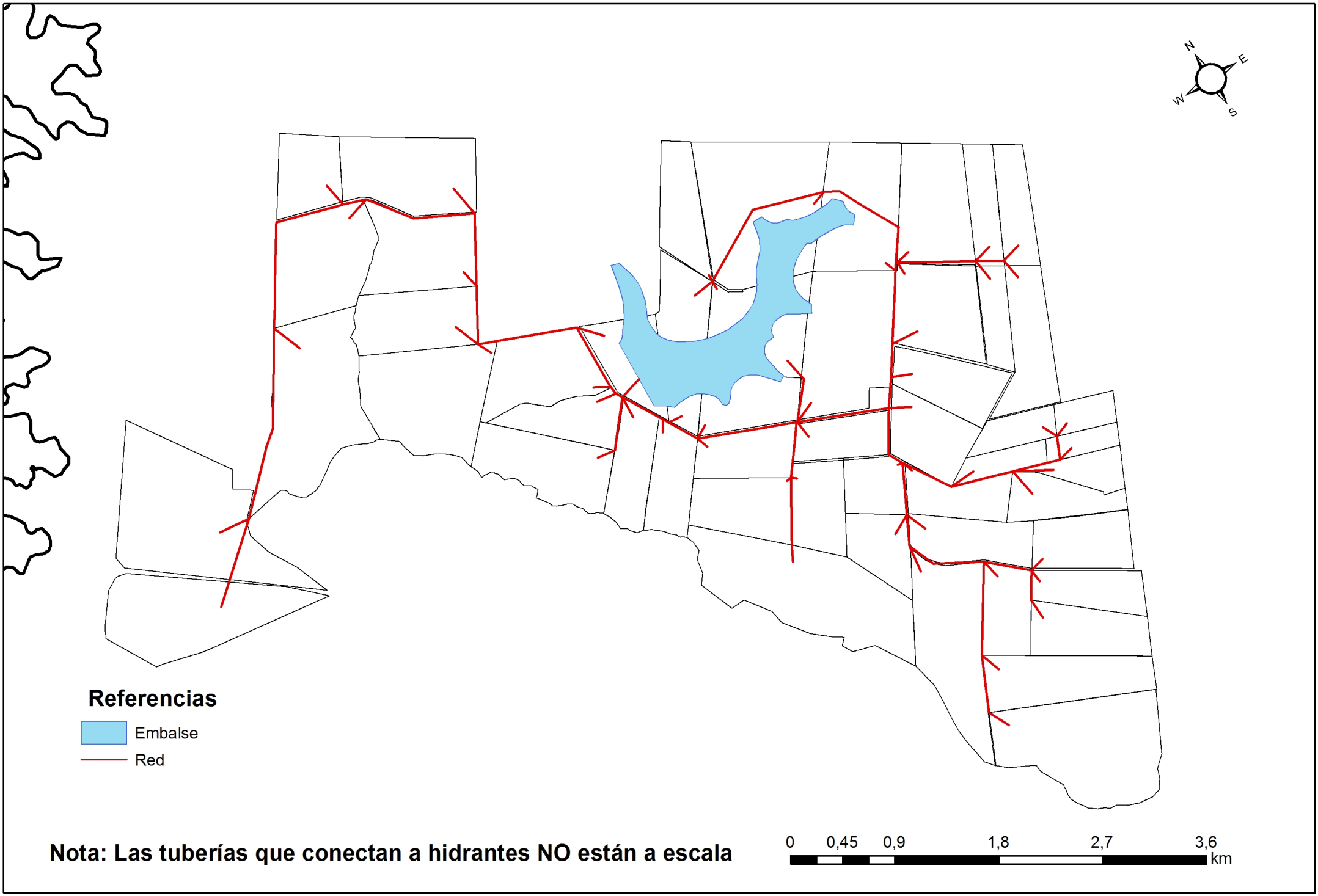
3.7 Red de distribución

3.7.1 Trazado de la red

Dado que el embalse se encuentra ubicado en una zona intermedia de la colonia, la red de distribución consistirá en dos redes independientes con flujo de agua en sentidos opuestos, conectadas mediante la primera tubería, que es común a ambas. Cada red será una sucesión de tramos de tuberías enterradas presurizadas unidas por nodos, con una configuración tipo espina de pez. La red que se desarrolla hacia el Sureste se denominará red 1 y la red que se desarrolla hacia el Noroeste se denominará red 2.

El trazado de la red obtenido siguiendo los criterios presentados en el Capítulo 4.1.4 de Tomo I se muestra en la Figura 3-14.

En el caso en que un tramo de tubería no pueda ser conducido por un camino y deba atravesar una parcela, se tomarán las medidas necesarias en la superficie del terreno para indicar la presencia de la tubería, y de esa manera evitar el tránsito por arriba de ella.


N
E
W
S
Referencias
Embalse
Red
Nota: Las tuberías que conectan a hidrantes NO están a escala
0
0,45
0,9
1,8
2,7
3,6
km

3.7.2 Caudales requeridos

El embalse multipredial inunda parte de la colonia, afectando las parcelas 13, 16, 18, 19 y 20. En todos los casos, el área no inundada, es mayor al 50 % de la superficie total de la parcela, por lo que las hipótesis de riego no se ven afectadas.

En el caso de las parcelas 13 y 20 el área no inundada es continua; en el caso de las parcelas 16, 18 y 19, el área no inundada se encuentra dividida por el embalse, quedando cada parcela dividida en dos fracciones.

Las 4 fracciones resultantes de la división de las parcelas 16 y 19 serán abastecidas por un hidrante cada una. Sin embargo en el caso de la parcela 18, una de las fracciones es tan pequeña que se decide no regar (área sin abastecimiento), ya que el costo que implicaría llevar un hidrante a esa fracción no sería acorde al área a regar.

A continuación en la Tabla 3-23 se muestra la afectación del embalse sobre el área de estas parcelas inundadas. En la Tabla 3-24 se presentan las áreas de cada fracción de las parcelas 16 y 19.

Tabla 3-23: Afectación del embalse sobre parcelas

Id. Parcela	Área parcela (ha)	Área no inundada (ha)	Área sin abastecimiento (ha)	Área disponible para regar (ha)	Área disponible/ Área parcela	Área disponible para regar fraccionada?
13	39,41	20,55		20,55	52%	no
16	54,49	37,77		37,77	69%	si
18	124,16	107,51	5,82	101,69	82%	no
19	65,97	35,62		35,62	54%	si
20	40,39	34,31		34,31	85%	no

Tabla 3-24: Parcelas fraccionadas

Fracciones	Área fracción (ha)	Área fracción/Área parcela
16a	29,95	55%
16b	7,82	14%
19a	13,41	20%
19b	22,20	34%

El criterio adoptado para el riego de las parcelas fraccionadas será regar el 100 % de la fracción menor y completar el 50 % de la superficie total de la parcela con el riego de la otra fracción.

En la Tabla 6-11 del Anexo I se presenta para cada parcela, la superficie total, la superficie cultivada con citrus y con sorgo, y el caudal requerido calculado según la Ecuación 4-1 (ver Tomo I); y en la Tabla 3-25 se presentan los parámetros característicos de estas variables.

Tabla 3-25: Superficies y Caudales requeridos en parcelas

	Área (ha)					
	Citrus	**Sorgo**	**Regada**	**Total**	**Q (l/s)**	**Q (m3/h)**
Máximo	33,40	33,40	66,80	133,60	61,47	221,28
Mínimo	3,22	3,22	6,45	12,89	5,93	21,35
Promedio	12,51	12,51	25,02	50,04	23,02	82,89

3.7.3 Dimensionamiento de la red

Con el objetivo de aportar flexibilidad al sistema, en el embalse se instalarán 6 bombas en paralelo, cada una levantará un sexto del caudal total. Los tramos de tubería correspondientes a estas 6 bombas y a su Manifold se numeran del 501 al 519. Estos tramos junto al tramo número 1 son comunes a ambas redes. A continuación se muestra un esquema del Manifold de la red.

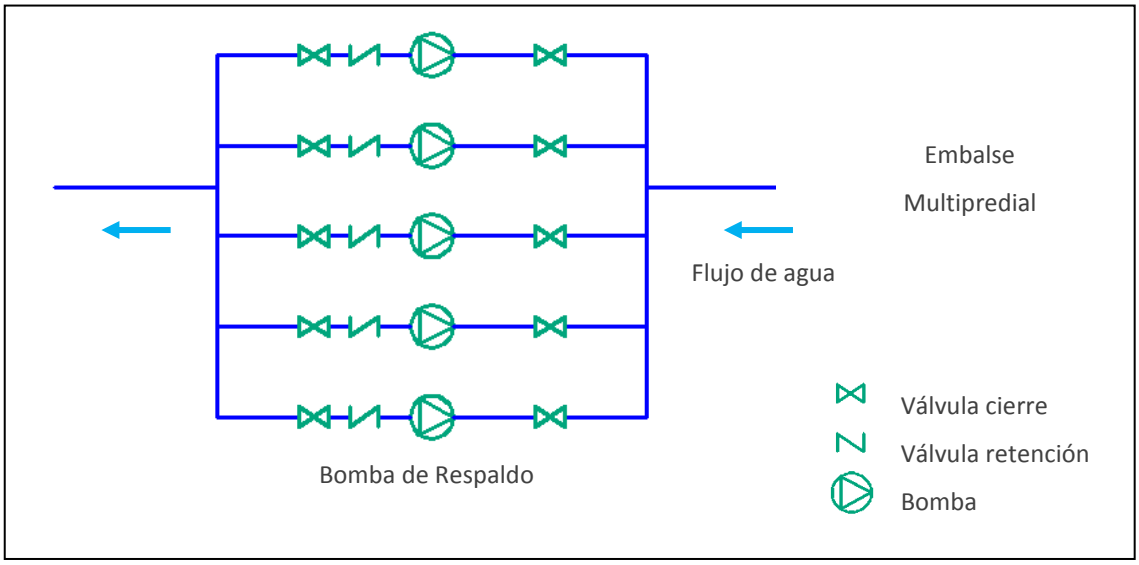


Figura 3-15: Manifold Embalse Multipredial

En la Tabla 6-12 y Tabla 6-13 del Anexo I se muestran los caudales y longitudes asociados a cada tramo de tubería; y en la Tabla 3-26 se presentan los parámetros característicos de los caudales.

Tabla 3-26: Caudales de tramo

Caudales de tramo (L/s) - Red 1	
Máximo	1243,28
Mínimo	5,35
Promedio	178,87

Caudales de tramo (L/s) - Red 2	
Máximo	1243,28
Mínimo	15,76
Promedio	263,72

El caudal total que deberá bombear el equipo de bombeo será el caudal de la primera tubería, de 1.243,28 L/s.

En la Tabla 6-14 y en la Tabla 6-15 del Anexo I se presentan los diámetros y materiales de cada tramo, y en la Tabla 6-16 y Tabla 6-17 del Anexo I los valores obtenidos de Hb para cada nodo para ambas redes. En la Tabla 3-27 se presentan los parámetros característicos de Hb de todo el sistema. En el Gráfico 3-5 se presenta el área abastecida por el riego para cada Hb dado (el área regada por un hidrante es el 50 % de la parcela, mientras que el área abastecida es el área total de la parcela).

Tabla 3-27: Valores de Hb para cada nodo

Hb (m)	
Máximo	85,07
Mínimo	-2,04
Promedio	34,51

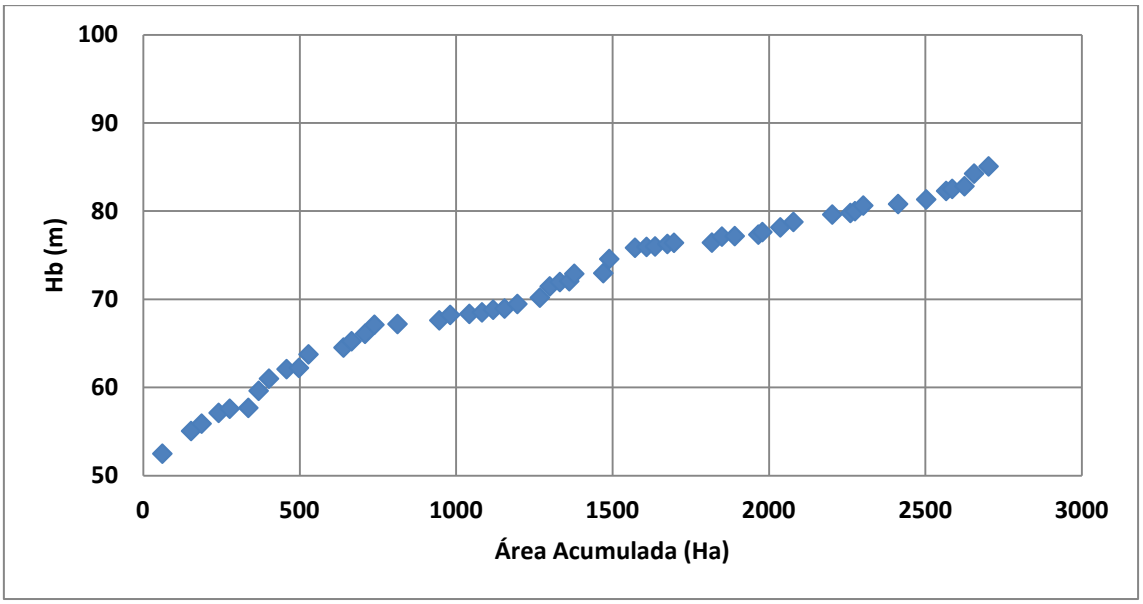


Gráfico 3-5: Área abastecida vs Hb

De esta manera el Hb máximo es de 85 m, y es la carga que deberá levantar el equipo de bombeo.

En la Tabla 6-18 y Tabla 6-19 del Anexo I se presenta para cada tramo de la red los nodos que lo componen, sus cotas, cargas, presiones y presiones nominales.

3.7.4 Anclajes

Se preverá la construcción de anclajes de hormigón para los puntos de la red en los que el terreno no sea capaz de resistir los empujes generados por el agua. Los puntos más comprometidos son los nodos en los que la tubería cambia de dirección sustancialmente, por ejemplo los codos de 90°. Para estos puntos se hizo una primera estimación del volumen de hormigón necesario para resistir el empuje generado por el agua.

3.7.5 Válvulas y Cámaras

Los hidrantes dispuestos en cada parcela consisten en una válvula de cierre acompañada de un contador de agua y un manómetro. Además se contará con una ventosa previo al contador para evitar que el mismo cuantifique el flujo de aire.

Se colocará una válvula de retención y una válvula de cierre para cada bomba como se muestra a continuación.

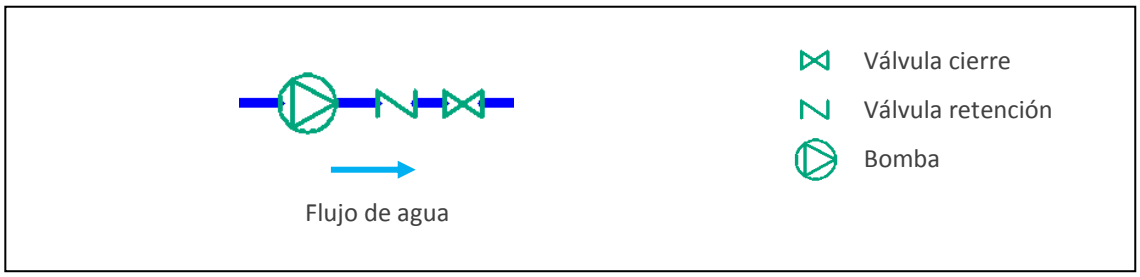


Figura 3-16: Configuración de bomba y válvulas

Se colocarán válvulas de cierre a lo largo de toda la red para permitir el aislamiento de sectores en caso de pérdidas y reparaciones.

Además se colocarán ventosas en todos los puntos altos de la red para permitir el pasaje de aire y válvulas de desagüe en los puntos bajos para vaciar la red ante eventuales reparaciones.

Todos los puntos de la red que presenten válvulas de cierre o ventosas, contarán con una cámara de hormigón para el acceso a la válvula.

3.8 Equipos de bombeo

3.8.1 Selección de equipos de bombeo

Como se mencionó anteriormente, el bombeo desde el embalse se realizará mediante 6 bombas. Se contará con una bomba de respaldo de iguales características a las otras bombas presentes.

En la Tabla 3-28 se presentan las características de los equipos de bombeo a instalar.

Tabla 3-28: Características de equipos de bombeo

	Número bombas	6
	Qtotal (L/s)	1.243
Punto de funcionamiento	**Carga bomba (m)**	85
	Qbomba (L/s)	208

Se seleccionan equipos de bombeo de plaza que cumplen estos requerimientos con la mayor eficiencia. A continuación en la Tabla 3-29 se presentan los equipos seleccionados, y en el Anexo II se presentan los respectivos catálogos.

Tabla 3-29: Equipos de bombeo seleccionados

Marca	Cornell
Modelo	6 HH 1930 rpm

Como se mencionó anteriormente dada una configuración de hidrantes abiertos, se tiene un punto de funcionamiento del sistema; al abrir o cerrar un hidrante, es decir al cambiar la configuración de hidrantes abiertos, el punto de funcionamiento cambia. Los equipos de bombeo responderán a estos cambios de punto de funcionamiento de dos maneras: prendiendo y apagando bombas para lograr la sintonía gruesa y contando con un tablero con variador de frecuencia para lograr el ajuste fino. Se contará con equipos de medición de presión y controladores PLC para automatizar el encendido y apagado de las bombas y ajustes de los variadores de frecuencia.

Las bombas contarán con todas las protecciones necesarias para evitar daños previsibles.

3.8.2 Fenómeno de cavitación

En la Tabla 3-30 se presentan los resultados de NPSH disponible y los datos de NPSH requerido.

Tabla 3-30: NPSH disponible y requerido

NPSH requerido (m)	6,0
NPSH disponible (m)	10,1
¿Cumple NPHSdisp > NPSHreq?	SI

3.8.3 Transitorios

La zona más comprometida en la ocurrencia de transitorios es el primer tramo (tramo 1) de tubería, en la siguiente tabla se presentan los valores supuestos para la determinación del pulso de Joukowsky según la Ecuación 4-10 (ver Tomo I), asumiendo como material acero.

Tabla 3-31: Parámetros para sobrepresión

Pulso de Joukowksy	
Δv (m/s)	1,2
a (m/s)	1.000

Se obtiene entonces una sobrepresión de 121 m.c.a, muy superior a la presión de máxima de trabajo que se produce en el tramo 1 según la Tabla 6-18. Se opta entonces por tuberías de acero, tanto en la descarga de las bombas, como en el Manifold y en el primer tramo de tubería de 140 m.

El cálculo del espesor mínimo se realiza asumiendo los siguientes valores, de acuerdo a la fórmula presentada.

Tabla 3-33: Cálculo de espesor mínimo

Párametro	**Valor**
Le (N/mm^2)	290
MDP (N/mm^2)	1,96

Con lo cual el espesor mínimo es de 8,2 mm.

Para la protección contra las subpresiones se prevé un bypass en la toma. En las instalaciones con bypass, al producirse el fallo de las bombas, la presión comienza a descender aguas abajo de la válvula de retención colocada a la salida de la bomba. Si la presión llega a caer por debajo de la presión en el bypass, entonces se abre la válvula de retención, llevando agua hacia donde se generaron las subpresiones. De esta forma se consigue evitar que las subpresiones en el tramo inicial aguas abajo de las bombas lleguen a ser de importancia.

Esta alternativa resulta viable cuando las bombas están muy poco por encima de la superficie de toma, o mejor por debajo. Un parámetro aproximado para determinar si en una impulsión es adecuada o no la instalación de un by-pass es que el parámetro de Allievi sea muy superior a la unidad.

$$\frac{aVo}{gHo} \gg 1 \qquad (3\text{-}13)$$

El parámetro de Allievi en este caso es de 7 lo que resulta razonable. En la Figura 3-17 se presenta el esquema del bypass.

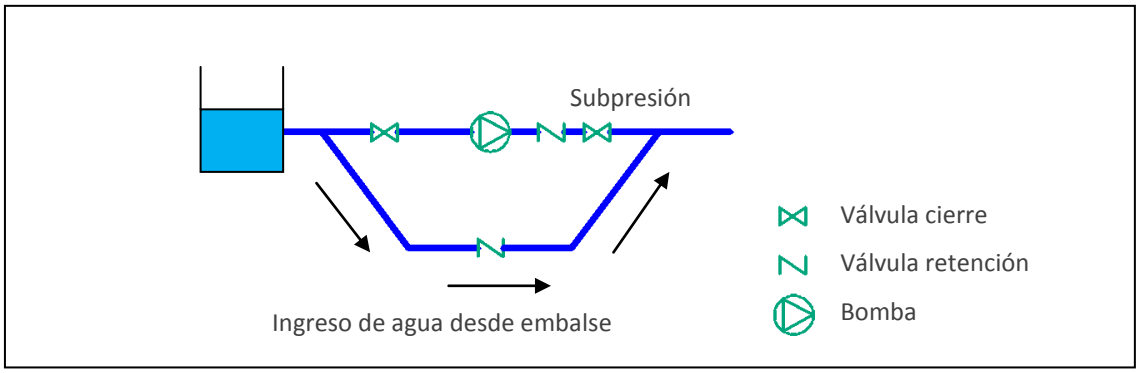


Figura 3-17: Bypass antiariete

3.9 Potencia instalada y Consumo Energético

A continuación en la Tabla 3-33 se muestran las potencias que deberán instalarse y los consumos energéticos diarios, teniendo en cuenta una jornada de riego de 20 horas.

Tabla 3-33: Potencia instalada y Consumo Energético Diario

Q total (m^3/s)	1,243
Carga (m)	85,07
Potencia instalada (kW)	1.296
Consumo energético diario (kWh/día)	25.913

3.10 Costos

Dentro de los costos que se presentan a continuación se omiten algunos rubros cuyos costos se estima que serán del mismo orden para una y otra alternativa, no incidiendo en la comparación económica de las mismas.

3.10.1 Costos de inversión

Los costos de inversión considerados corresponden a los siguientes rubros.

- Tuberías incluyendo colocación;
- Flete de tuberías;
- Piezas especiales;
- Estructuras de hormigón, incluyendo anclajes de tuberías, infraestructura para la toma y cámaras de válvulas;
- Equipos de bombeo;
- Instalación eléctrica de equipos de bombeo incluyendo tableros y PLC;
- Embalse multipredial.

A continuación, en la Tabla 3-34 se presenta el costo total desglosado en cada rubro.

Tabla 3-34: Costo Total

Rubro	Costo (U$S)
Tuberías con colocación	2.944.387
Flete tuberías	404.805
Piezas especiales	230.321
Estructuras hormigón	67.926
Equipos bombeo	140.000
Tableros y PLC	65.000
Embalse	693.778
Total (U$S)	**4.546.217**

3.10.2 Costos de Operación y Mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento considerados corresponden a los siguientes rubros.

- Costo energético anual;
- Costo mantenimiento anual;
- Compensación anual por lucro cesante.

Como se presentó anteriormente, la estación de bombeo eroga un caudal de 1,243 m^3/s, el caudal correspondiente al riego de citrus es de 0,497 m^3/s y el correspondiente a sorgo es 0,746 m^3/s.

Como se presentó en el ítem 3.9, el consumo energético diario es de 25.913 kWh/día, por lo que el consumo mensual será mayor a 90.000 kWh/mes, encajando en la clasificación de grandes consumidores.

Los costos energéticos se calcularon para la tarifa GC1. Asumiendo un nivel de tensión de 0,23 a 0,4 kW, la Tarifa GC1 para grandes consumidores es la que se presenta a continuación.

Tabla 3-35: Tarifa GC1

Nivel de tensión kW		0,23-0,4
Precio de energía ($/kWh)	Valle	1,366
	Llano	2,517
	Punta	7,664
Potencia máxima medida ($/kW/mes)	Punta-Llano	328,7
Cargo fijo mensual ($)		9.641

A continuación se exponen los costos energéticos diarios calculados para citrus y para sorgo y el consiguiente costo energético anual asumiendo una cotización del dólar de $ 23.

Tabla 3-36: Costos energéticos diarios y anuales

CED ($/día)		CEA (U$S)
Citrus	**Sorgo**	
21.914	32.871	464.758

El costo de mantenimiento anual que implicaría la reparación y/o mantenimiento preventivo de tuberías, equipos y represa se puede estimar como un 1,5 % de la inversión inicial. Teniendo en cuenta que los costos de inversión se estimaron en U$S 4.546.217, se calcula el costo de mantenimiento anual.

Si bien los mecanismos de compensación que pueden llegar a aplicarse para los colonos cuyas parcelas sean afectadas por el embalse (tanto por inundación como por construcción del vertedero) es una cuestión a resolver por parte del INC, según fuentes consultadas allegadas a la temática, resulta razonable suponer una compensación monetaria anual a estos colonos de 200 U$S/ ha inundada. Es así que la compensación por el lucro cesante se incluye como un costo operativo anual.

De esta manera los costos de operación y mantenimiento se resumen en la Tabla 3-37.

Tabla 3-37: Costo Operación y Mantenimiento

CEA (U$S)	464.758
Costo mantenimiento anual (U$S)	68.193
Compensación por lucro cesante anual (U$S)	27.819
Costo O&M anual (U$S/año)	**560.770**
Costo O&M (U$S/mmha)	**0,76**

3.10.3 Valor Presente Neto

En la Tabla 6-20 del Anexo I se muestran los resultados obtenidos para cada año, y en la Tabla 3-38 se muestra el VPN total.

Tabla 3-38: VPN Embalse Multipredial

Costo inversión (U$S)	4.546.217
Costo O&M anual (U$S/año)	560.770
VPN Total (U$S)	**12.825.893**

4. ALTERNATIVA III: EMBALSE MULTIPREDIAL Y PERFORACIÓN INFRABASÁLTICA COMPLEMENTARIA

Esta alternativa consiste en un embalse multipredial que es recargado a partir de una perforación infrabasáltica cuando el volumen del mismo no sea suficiente para satisfacer la demanda de riego.

4.1 Selección de la zona de emplazamiento

Para la selección de la zona de emplazamiento se siguen los mismos criterios que fueron definidos en el punto 3.2 para la Alternativa II.

4.2 Posible emplazamiento identificado

El emplazamiento identificado es el mismo que fue seleccionado en el punto 3.3, el cual se puede apreciar en la Figura 3-1.

4.3 Selección del punto de cierre

El punto de cierre seleccionado sobre la cañada del Ubajay se encuentra en el entorno del punto de coordenadas X 418.809; Y 6.537.413 m en sistema UTM, a cota 43 m referida al cero oficial. De esta forma, se eleva la cota del punto de cierre 5 m con respecto al definido en el punto 3.4, reduciéndose a la vez su cuenca de aporte. Esta ubicación del punto de cierre presenta además ventajas en cuanto a la longitud del dique y del aliviadero que se presentan más adelante.

La cuenca resultante a partir del punto de cierre considerado se presenta en la Figura 4-1 y tiene una superficie de 13,8 km^2, siendo la longitud del cauce principal de 6 km aproximadamente.

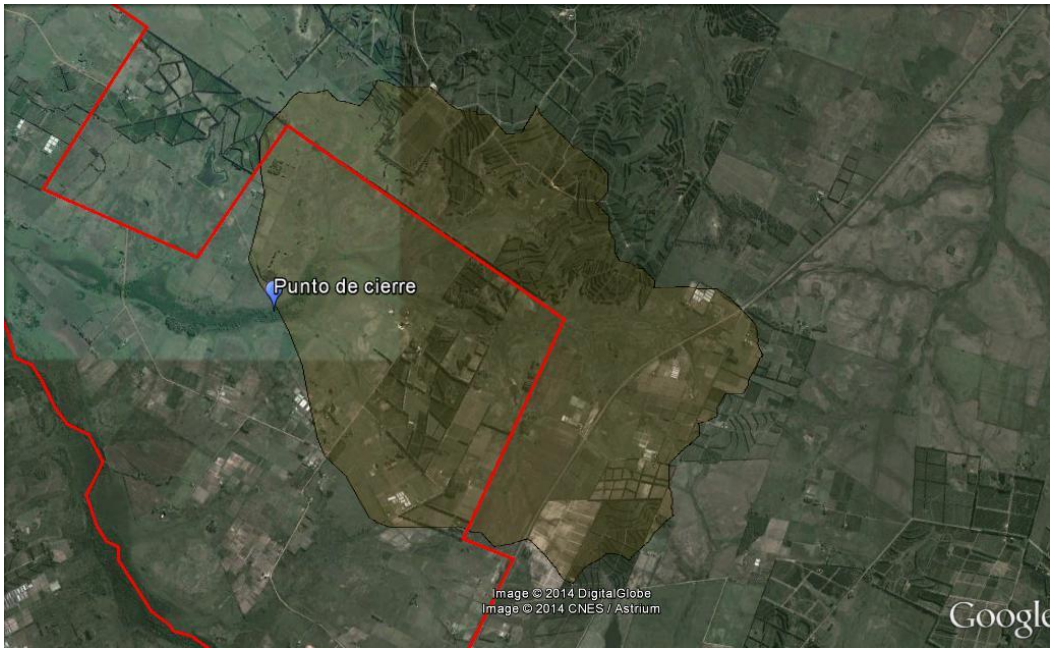


Figura 4-1: Cuenca de estudio

En la Tabla 4-1 se presentan los parámetros de interés de la cuenca.

Tabla 4-1: Parámetros de la cuenca

Área (km^2)	13,8
L del cauce ppal (km)	6
Pendiente cauce ppal (%)	0,6
Tc (hs)	1,9

Cabe mencionar que el tiempo de concentración se calcula en función de la longitud y pendiente del cauce principal, según la fórmula de Ramser y Kirpich.

Según la CRSU, la cuenca se encuentra dentro de la Unidad Salto, de grupo hidrológico D. Teniendo en cuenta además la cobertura y la condición hidrológica de la cuenca, se obtiene un número de curva para la misma de 85.

Para la estimación del agua disponible se emplean los valores establecidos para los grupos CONEAT, obteniéndose un valor ponderado de 94 mm.

4.4 Determinación de la cota de vertido

Dado que el embalse en esta alternativa se complementa con la perforación, se toma como criterio que la satisfacción de la demanda debe ser superior al 80 % en el período considerado.

Se observa que para una cota de vertido de 50 m la satisfacción de la demanda es del 81 %, presentando además la particularidad de que el cierre es estrecho. Al aumentar la cota, se observan importantes aumentos en la longitud del cierre. A su vez, a partir de la cota 50 m en adelante, se producen importantes inundaciones en predios de actividad intensiva en la colonia y se comienzan a inundar predios no pertenecientes a la misma, lo cual implica un costo de compra, según se pudo ver en el análisis de la alternativa anterior. En la Tabla 4-2 se muestra el marcado aumento de la longitud del cierre para cotas mayores a 50 m.

Tabla 4-2: Longitud de cierre según cotas de vertido

Cota de vertido (m)	L cierre (m)
47	250
48	290
49	330
50	400
51	675
52	850
53	1.000

Se fija por lo tanto en este caso una cota de vertido de 50 m. Se identifica como ventaja también, que el vertedero reduce considerablemente su extensión en comparación con la ubicación del embalse en la Alternativa II. Otra ventaja de menor orden es que no se produce inundación de bosque nativo relictual. En la Tabla 4-3 se presentan las características del embalse para dicha cota de vertido.

Tabla 4-3: Características del embalse

Cota vertido (m)	Área inundada (ha)	Volumen embalsado (Hm^3)
50	130	3,3

En la Figura 4-2 se observa una imagen satelital del área a inundar, en donde también se ubica el vertedero tipo canal.

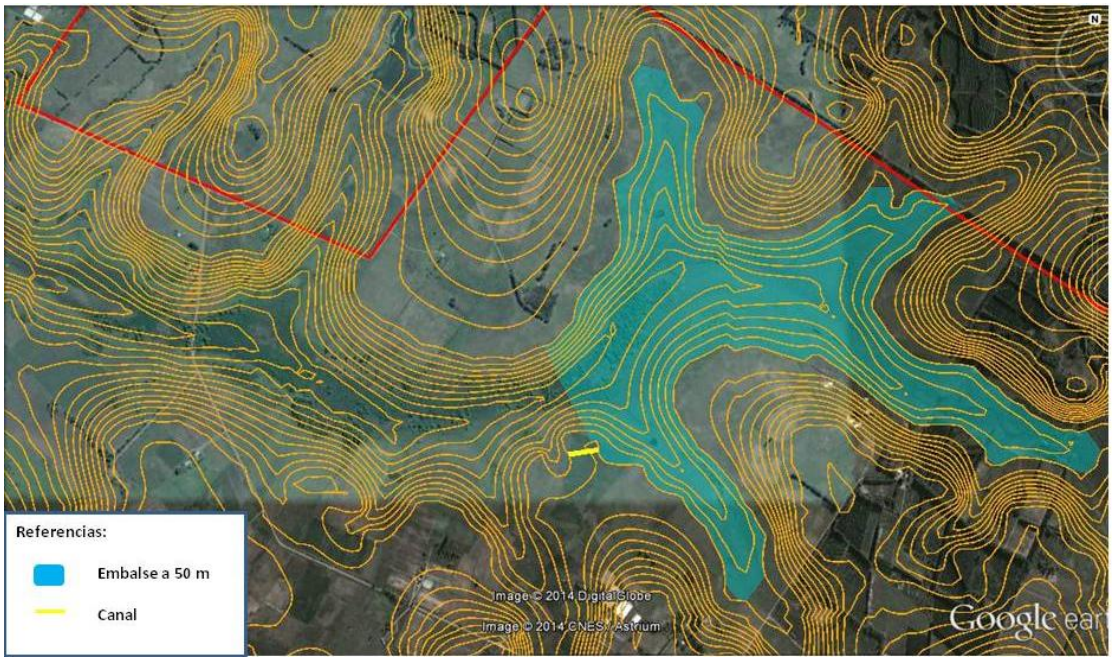


Figura 4-2: Imagen satelital del área a inundar y vertedero

4.5 Prediseño de la presa

4.5.1 Elementos para el diseño de la presa

Los elementos considerados en el diseño de la presa son, al igual que en la presa de la Alternativa II, los siguientes:

- Cota de vertido;
- Cota de coronamiento;
- Sección tipo;
- Cálculo de la red de flujo;
- Cálculo de la estabilidad de taludes;
- Características y ubicación del vertedero;
- Características y ubicación de la obra de toma.

4.5.2 Niveles de diseño

Nuevamente, al igual que en el caso anterior, se consideran las siguientes situaciones:

- Nivel Máximo Normal;
- Nivel de Avenida de Proyecto;
- Nivel de Avenida Extraordinaria.

En la Tabla 4-4 se resumen los niveles obtenidos para dichas situaciones:

Tabla 4-4: Niveles de diseño

Situación	Nivel (m)
NMN	7
NAP	7,5
NAE	7,7

El NMN se establece como la diferencia entre la cota de vertido de 50 m y la cota de cierre de 43 m, determinadas en el punto 4.4 y el punto 4.3 respectivamente.

El cálculo correspondiente de los niveles indicados anteriormente se presentan en el Anexo IV y en el Anexo V.

4.5.3 Perfil del cauce en el cierre

El perfil de cauce en el punto de cierre se obtiene a partir del modelo digital de terreno. El mismo se presenta en el Gráfico 4-1.

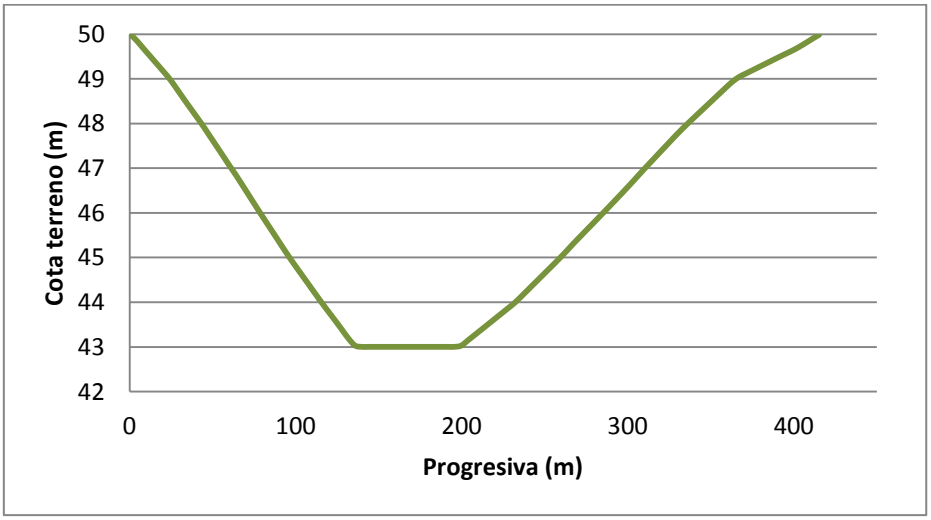


Gráfico 4-1: Perfil del cauce en el cierre

4.5.4 Perfil litológico

El perfil litológico adoptado para la cimentación en el caso anterior, presentado en el punto 3.6.4, es válido aquí también.

Vale mencionar nuevamente que si bien se adopta este perfil para el prediseño, a la hora de ejecutar el proyecto se deberán realizar cateos con mayor detalle en la zona de cierre, de modo de ajustar el perfil empleado en el prediseño.

4.5.5 Selección del tipo de presa

En cuanto a la selección del tipo de presa, se opta por una presa de tierra heterogénea con núcleo central, compuesta por los mismos materiales que en el caso de la Alternativa II.

4.5.6 Dimensiones de la presa

Cota de coronamiento

Se adopta el mismo criterio que en el punto 3.6.6.

Run up

En la Tabla 4-5 se presentan los valores de los parámetros utilizados y los resultados obtenidos para cada una de las situaciones de diseño.

Tabla 4-5: Run up para distintas situaciones de diseño

	NAP + 80 km/h	NMN + 160 km/h
Fetch (km)	1,7	1,7
F*	33,7	8,4
d*	0,15	0,03
H*	0,01	0,004
H (m)	0,45	0,90
Run up (m)	0,7	1,3

De esta forma, una vez determinada la altura que alcanza la ola sobre el talud aguas arriba de la presa para los distintos casos, se escoge la situación más desfavorable. En la Tabla 4-6 se resumen los valores obtenidos.

Tabla 4-6: Alturas obtenidas para las distintas situaciones de diseño

Situación	H_0 (m)	Run up (m)	H_0 + Run up (m)
NAP + Viento 80 km/h	7,5	0,7	8,2
NMN + viento 160 km/h	7,0	1,3	8,3
NAE	7,7	----	7,7

Como se puede observar, la situación más restrictiva se da para el NMN con un viento de 160 km/h.

En la Tabla 4-7 se presentan los valores de cada una de las componentes que determinan la cota de coronamiento y altura máxima de la presa, considerando nuevamente que se debe remover la capa de tierra vegetal de 50 cm de espesor.

Tabla 4-7: Cota de coronamiento y altura de la presa

Z cierre (m)	43
Ho + Run Up (m)	8,3
Revancha (m)	0,7
Desmonte (m)	0,5
Z coronamiento (m)	52

H presa (m)	9,5

Ancho de coronamiento

Mediante la misma expresión empleada en el punto 3.6.6, se adopta un ancho de coronamiento de 5 m.

4.5.7 Características de los materiales de la presa y cimentación

Tanto los materiales de la presa como los de la cimentación, son los mismos que se describieron en el punto 3.6.7.

4.5.8 Sección tipo de la presa

Faldones

Se adoptan taludes de inclinación 1V:3H aguas arriba y 1V:2H aguas abajo, los cuales son estables según el análisis de estabilidad de taludes detallado más adelante, en el punto 4.5.10.

En la Tabla 4-8 se presentan las dimensiones de la presa.

Tabla 4-8: Dimensiones de la presa

Ancho de coronamiento y base de la presa	
Altura presa (m)	9,5
Ancho de conoramiento (m)	5,0
Talud aguas arriba (mH:1V)	3
Talud aguas abajo (mH:1V)	2
Base de la presa (m)	53

Núcleo

Se opta por el diseño de un núcleo vertical, con taludes aguas arriba y aguas abajo con pendientes 1V:0,5H. Se recubre en su parte superior por una capa de material granular compactado de 30 cm de espesor.

En la Tabla 4-9 se presentan las dimensiones máximas del núcleo central en la sección de la presa.

Tabla 4-9: Dimensiones del núcleo

Dimensiones del núcleo	
Protección superior (m)	0,3
Altura núcleo (m)	11,2
Ancho superior (m)	6,0
Talud aguas arriba (mH:1V)	0,5
Talud aguas abajo (mH:1V)	0,5
Ancho mínimo (m)	9
Ancho inferior (m)	17
Área (m^2)	130

Dentellón

Se construye un dentellón parcial, del mismo material que el núcleo central.

Se establece que el ancho inferior mínimo debe ser de 6 m para que la maquinaria pueda trabajar correctamente.

En la Tabla 4-10 se muestran las dimensiones máximas del dentellón.

Tabla 4-10: Dimensiones del dentellón

Dentellón	
d (m)	2
H (m) - NAP	7,5
w (m)	6
Talud (mH:1V)	1
Ancho superior (m)	10

Dren horizontal

Se prevé construir un dren horizontal en la interfase entre el faldón aguas abajo y la cimentación, para provocar un descenso en el nivel freático y así controlar la infiltración a través del cuerpo de la presa. El mismo, se construye de material granular de permeabilidad de 0,005 m/s y tendrá una altura de 50 cm.

Para evitar el arrastre incontrolado de partículas finas hacia el dren, se coloca un filtro sintético de geotextil.

Dren de pie

Se prevé instalar un dren de pie a lo largo del pie de talud de aguas abajo de la presa, con el objetivo de colectar las filtraciones que descargan del dren horizontal y las que provienen de la cimentación. Se construye con el mismo material que el dren horizontal y cuenta con una tubería central de forma de garantizar la conducción de los volúmenes de infiltración.

Se adopta para el diseño una profundidad de 1,0 m y un ancho para el fondo de 1,0 m. Las paredes de los taludes se conformarán con pendientes 1V:1H. Las dimensiones de diseño se resumen en la Tabla 4-11.

Tabla 4-11: Dimensiones del dren de pie

Dren de pie	
Profundidad (m)	1
Ancho inferior (m)	1
Talud (mH:1V)	1
Ancho superior (m)	3

4.5.9 Protección de los taludes

Talud de aguas arriba

Se opta por proteger el talud aguas arriba del oleaje con enrocado.

Los parámetros empleados para el cálculo y los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 4-12.

Tabla 4-12: Características del enrocado

Hudson	
γ_r (kg/m^3)	2.600
H_s (m)	0,90
K_D	2,75
S_r	2,6
α	18,4
W (kg)	**142**

De la tabla anterior se desprende que se deben colocar rocas de 142 kg de peso, las cuales, dada la densidad considerada, tienen un tamaño aproximado 38 cm de arista.

Se prevé colocar un filtro de geotextil para evitar la pérdida de finos a través de los poros del enrocado por el efecto de las olas y del retroceso del agua filtrada en el cuerpo de la presa.

Talud de aguas abajo

El talud de aguas abajo se protege contra la acción del viento y las precipitaciones con un recubrimiento de 10 cm de espesor de tierra vegetal, proveniente del desmonte para la cimentación de la presa.

4.5.10 Estabilidad de la presa

Infiltración en el cuerpo de la presa y en la cimentación

En la Figura 4-3 se presentan las equipotenciales y la superficie freática obtenidas como salida del Geo-Seep, ingresando las mismas condiciones de borde que en 3.6.10.

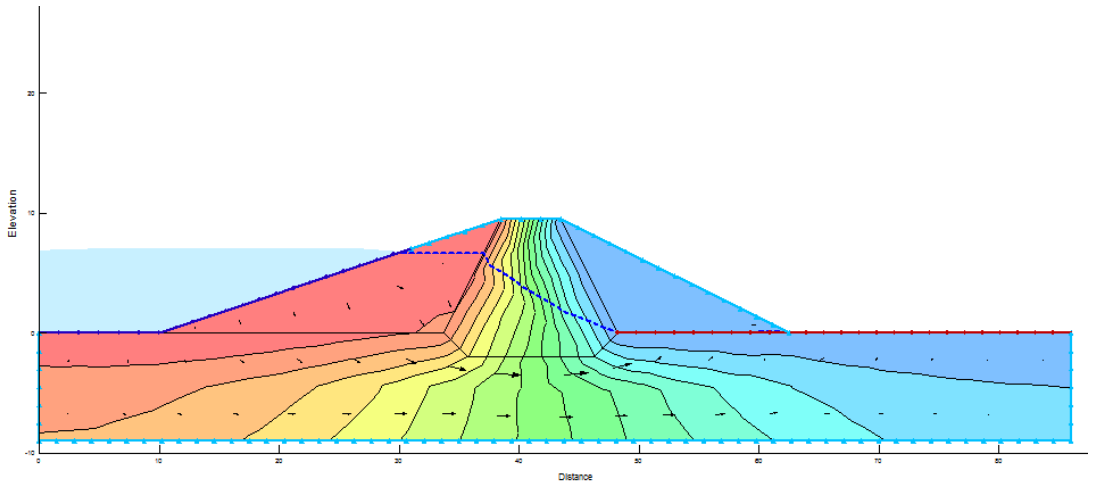


Figura 4-3: Red de flujo

Por otro lado, en el Gráfico 4-2 se presenta el gradiente hidráulico a lo largo de la base de la presa, obtenido también del Geo-Seep.

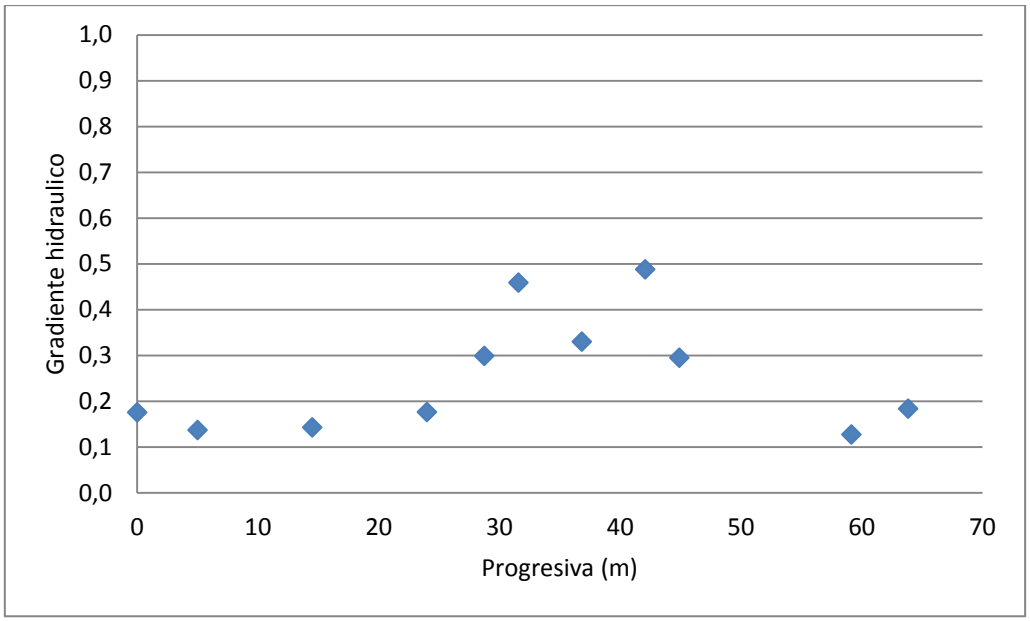


Gráfico 4-2: Gradiente hidráulico en la base de la presa

El gradiente crítico de sifonamiento es aproximadamente igual a 1. Del gráfico anterior se desprende que en la sección más comprometida, el gradiente es de 0,49, por lo que se considera que no existe riesgo de sifonamiento.

El caudal de infiltración por unidad de ancho en la sección media de la presa es de $4{,}61 \times 10^{-3}$ L/s/m. Multiplicando por la longitud de la presa de 415 m, se obtiene un caudal de 1,9 L/s. Considerando que el caudal medio mensual de riego es de aproximadamente 370 L/s, se puede concluir que caudal de infiltración no es significativo. Esto se resume en la Tabla 4-13.

Tabla 4-13: Caudal de infiltración

Caudal de infiltración	
q (L/s/m)	4,61E-03
L (m)	415
$Q_{infiltración}$ (L/s)	1,9
Q_{riego} (L/s)	370
$Q_{infiltración}/Q_{riego}$	0,5%

Análisis de estabilidad de taludes

Para el análisis de estabilidad se consideran tres situaciones de cálculo:

- Embalse lleno, crítico para el talud aguas abajo;
- Vaciado rápido, crítico para el talud de aguas arriba;
- Fin de construcción, se debe verificar la estabilidad para ambos taludes.

Para el cálculo se emplea el método de Bishop, el cual considera las fuerzas de interacción entre las dovelas sin ninguna hipótesis complementaria sobre su dirección, obteniéndose un procedimiento de cálculo iterativo para estimar el FS.

Fin de construcción

Para esta situación se emplean los parámetros de resistencia al corte obtenidos en el ensayo UU presentados en el punto 3.6.7.

En la Figura 4-4 y en la Figura 4-5 se presenta la grilla utilizada y la superficie de falla crítica obtenida mediante el Geo-Slope para los taludes aguas arriba y aguas abajo respectivamente.

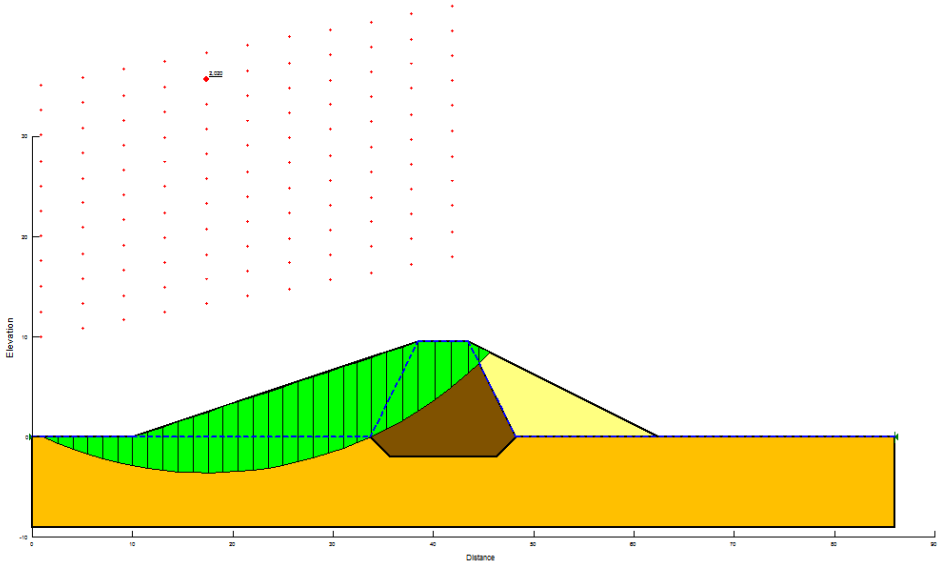


Figura 4-4: Superficie de falla crítica AA. Fin de construcción.

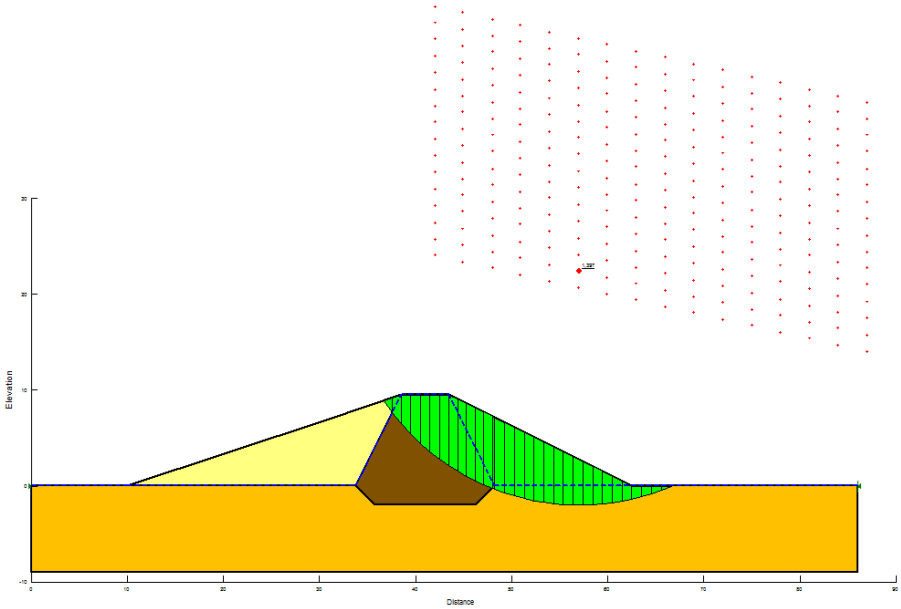


Figura 4-5: Superficie de falla crítica aa. Fin de construcción.

Embalse lleno

En la situación de embalse lleno se da el mayor flujo a través de la presa, por lo que se considera una situación crítica, en particular para el talud de aguas abajo, ya que el de aguas arriba se ve estabilizado por el peso de la columna de agua sobre el mismo.

Los parámetros resistivos empleados en esta situación son los correspondientes al ensayo CD, presentados en el punto 3.6.7.

En la Figura 4-6 se presenta la grilla utilizada para el análisis de estabilidad y la superficie crítica de deslizamiento obtenida para el talud de aguas abajo.

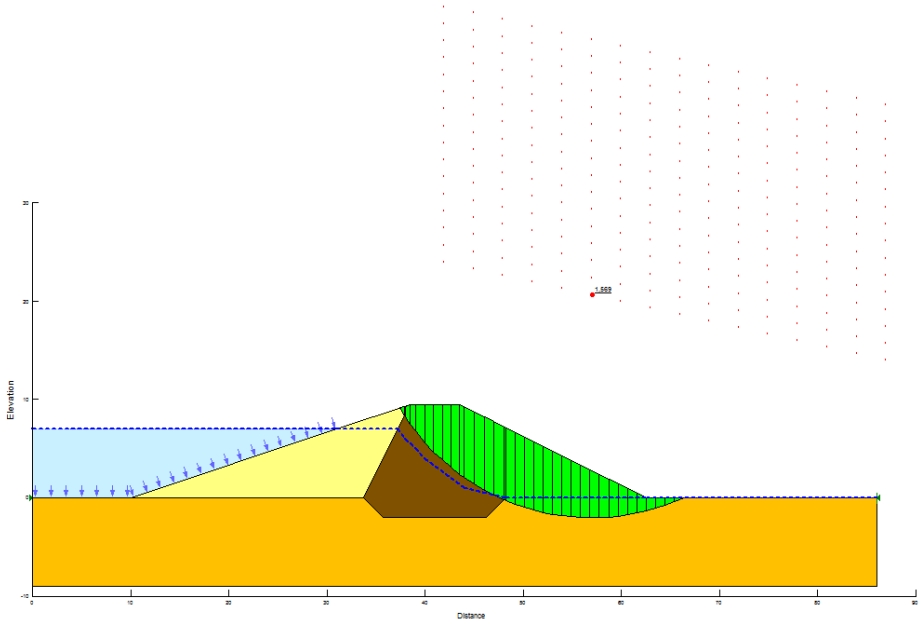


Figura 4-6: Superficie de falla crítica embalse lleno

Vaciado rápido

La situación de vaciado rápido es crítica debido a que los tiempos con que desciende el nivel freático en el cuerpo de la presa no acompañan al tiempo de vaciado del embalse. Esta situación afecta principalmente al talud de aguas arriba, por ser el que se encuentra saturado inicialmente.

Los parámetros de resistencia al corte que se emplean son los obtenidos en el ensayo CU, presentados en el punto 3.6.7.

Para modelar esta situación se considera que el talud de aguas arriba se encuentra saturado y sin el peso de la columna de agua.

En la Figura 4-7 se presenta la grilla utilizada para el análisis de estabilidad y la superficie de falla crítica obtenida para el talud de aguas arriba:

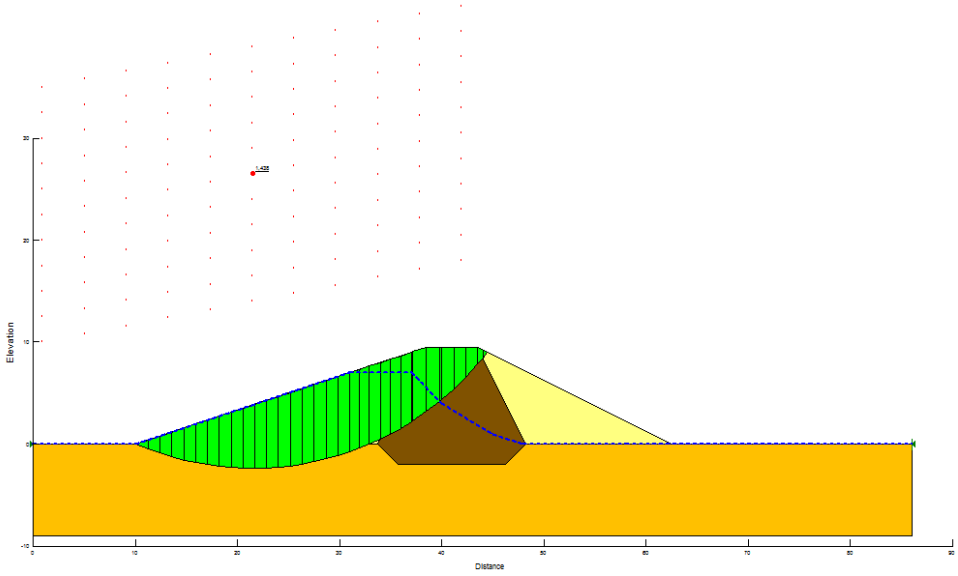


Figura 4-7: Superficie de falla crítica vaciado rápido

Resumen de resultados

En la Tabla 4-14 se presenta el resumen de los resultados obtenidos.

Tabla 4-14: Factores de seguridad para las distintas consideraciones consideradas

Factores de seguridad			
Situación	**Aguas arriba**	**Aguas abajo**	**Límite**
Fin de construcción	2,0	1,4	**1,2**
Embalse lleno	---	1,6	**1,4**
Vaciado rápido	1,4	---	**1,3**

Como se puede observar en el resumen de resultados, se verifica que la presa será estable para las tres situaciones de diseño.

4.5.11 Diseño del aliviadero

El aliviadero de la presa se materializa por un vertedero tipo canal de pendiente suave. El mismo es de sección trapezoidal, con una base de 90 m, una pendiente lateral de 1,5H:1V y una altura de 1m.

El canal descarga libre en un curso intermitente, afluente de la cañada del Ubajay. En la Tabla 4-15 se presentan las características del canal.

Tabla 4-15: Principales características Aliviadero

S_0 (%)	0,8
mH:1V	1,5
B (m)	90
H (m)	1
L (m)	130
n	0,035

En la Figura 4-8 se presenta un esquema del trazado del canal:



Figura 4-8: Trazado del canal

4.5.12 Metrajes

En base al perfil del cauce principal en el cierre, obtenido a partir del modelo digital de terreno, y presentado en el punto 4.5.3, se obtienen los volúmenes de excavación y los volúmenes necesarios de materiales de construcción. En una etapa posterior de proyecto se deberá realizar un relevamiento topográfico detallado del cierre, ajustando el perfil y los metrajes resultantes.

Los volúmenes de excavación de cada uno de los elementos de la presa se presentan en la Tabla 4-16.

Tabla 4-16: Volúmenes de excavación

Elemento	V (m^3)
Destape	1.938
Dentellón	1.680
Dren de pie	415
Canal	11.700
TOTAL	**15.733**

Los volúmenes requeridos de cada material para la construcción del dique se presentan en la Tabla 4-17.

Tabla 4-17: Metrajes

Componente	V (m^3)
Arcilla para núcleo y dentellón	7.024
Arena para faldones	10.218
Bloques de 38 cm de arista	918
Tierra para revestimiento aa	150
Material granular (dren de pie + dren horizontal)	918
TOTAL	**18.620**

4.5.13 Costos

De acuerdo a los metrajes presentados en el punto 4.5.12, se determina el costo de inversión para la construcción de la presa, de acuerdo a precios tomados del mercado local. El material de excavación se computa como excavación no clasificada a depósito, con excepción de una fracción del destape que se destina a recubrimiento del talud aguas abajo de la presa. Los materiales para el dique se extraen del vaso del embalse a excepción del material granular para drenes que se adquiere en cantera. El enrocado se cotiza suponiendo que se obtiene dentro del predio de la colonia. Se considera además el costo de la obra de toma como el costo del caño más U$S 15.000 de albañilería y colocación, el cruce del camino, el suministro y tendido de geotextil de protección de drenes y enrocado, un 10 % del total por rubros generales y finalmente el costo del terreno a inundar en predio ajeno a la colonia.

En la Tabla 4-18 se presenta el costo de inversión según rubros en U$S.

Tabla 4-18: Costos de inversión

Rubro	Unidad	Cantidad	Costo unitario (U$S)	Costo total (US$)
Excavación no clasificada a depósito	m^3	15.584	3,2	49.867
Dique	m^3	17.241	4	68.965
Bloques enrocado AA	m^3	311	30	9.327
Drenes	m^3	918	15	13.767
Suministro y tendido de geotextil	m^2	1.627	2	3.253
Obra de toma	global	1	38.020	38.020
Rubros generales	global	1	10%	18.320
Compra de terreno	Ha	0	8.000	0
			TOTAL	201.520

4.6 Perforación infrabasáltica

4.6.1 Características generales

A fin de complementar el Embalse multipredial diseñado se opta por una perforación infrabasáltica, la cual tomará el agua del acuífero Guaraní. El agua subterránea obtenida tendrá una temperatura aproximada de entre 45 y 50 °C y será enviada al embalse.

4.6.2 Emplazamiento

El sondeo existente más cercano es un sondeo AMT realizado por integrantes del Departamento del Agua, Regional Norte, del cual son válidos únicamente los primeros 400 m llegando solo a encontrar basalto, dado que en el momento de su realización no contaban con bobinas MT.

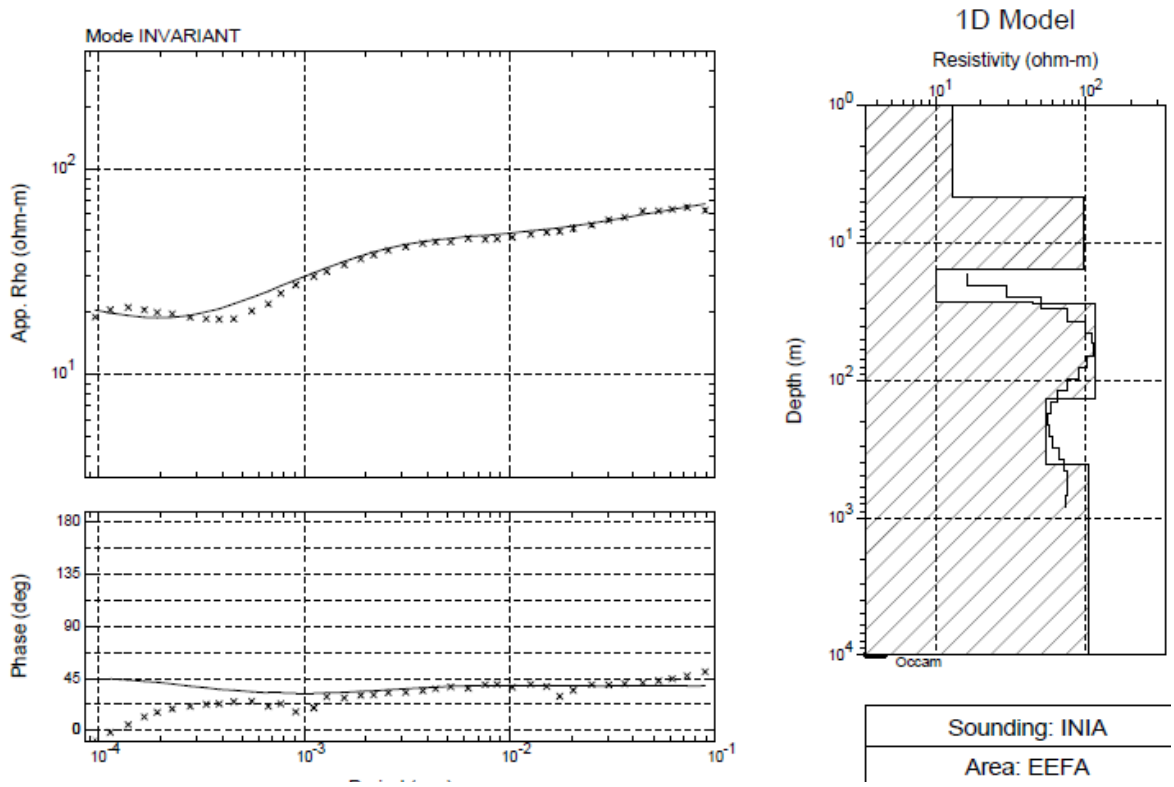


Figura 4-9: Sondeo AMT INIA Salto Grande

Un sondeo previo realizado en la zona es mencionado en la tesis de maestría de Corbo: "Modelo Geofísico del Acuífero Guaraní: Zona Comprendida entre Uruguay y Argentina." (2006). El punto de sondeo es en la Estación Experimental de Facultad de Agronomía (FAGRO) y se observa la presencia del Acuífero Guaraní en el entorno de los 1.000 m, donde las resistividades son en promedio de 30 Ohm-m.

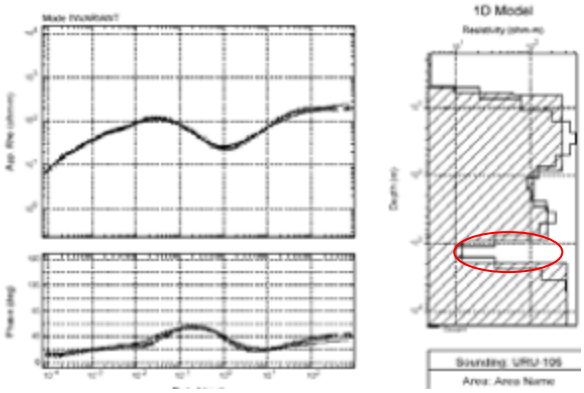


Figura 4-10: Sondeo AMT Estación FAGRO (el óvalo rojo indica la presencia del A. Guaraní)

En la Figura 4-11 se presentan los puntos de ubicación de los sondeos previos.



Figura 4-11: Sondeos Previos

Adicionalmente se tiene conocimiento de la perforación infrabasáltica de OSE, la cual con una profundidad de 1.372 m eroga un caudal de 360 m^3/h.

De acuerdo a estos antecedentes, para poder realizar un prediseño de la unidad y su evaluación económica, se asume una profundidad de pozo de 1.300 m.

Para la selección del punto del pozo se consideran los siguientes puntos:

- Cercanía al embalse para minimizar trazado de tubería;
- Cota baja para que la perforación tenga una surgencia natural;
- Existencia previa de perforación suprabasáltica para referencia de excavación.

Se opta por definir como lugar de emplazamiento un pozo existente, en el cual se encuentra el basalto a una profundidad de 14 m. El perfil del mismo se presenta en la Tabla 4-19.

Tabla 4-19: Perfil de pozo conocido

Cota superior(m)	Cota inferior(m)	Litología
0	3	Manto edáfico
3	7	Arena Fina a Media
7	14	Conglomerados con cantos
14	19	Basalto alterado
19	20	Basalto alterado con óxido de Hierro
20	38	Basalto negro masivo fracturado

En la Figura 4-12 se presenta la ubicación del pozo, el cual se encuentra a 290 m de su punto de vertido al embalse.

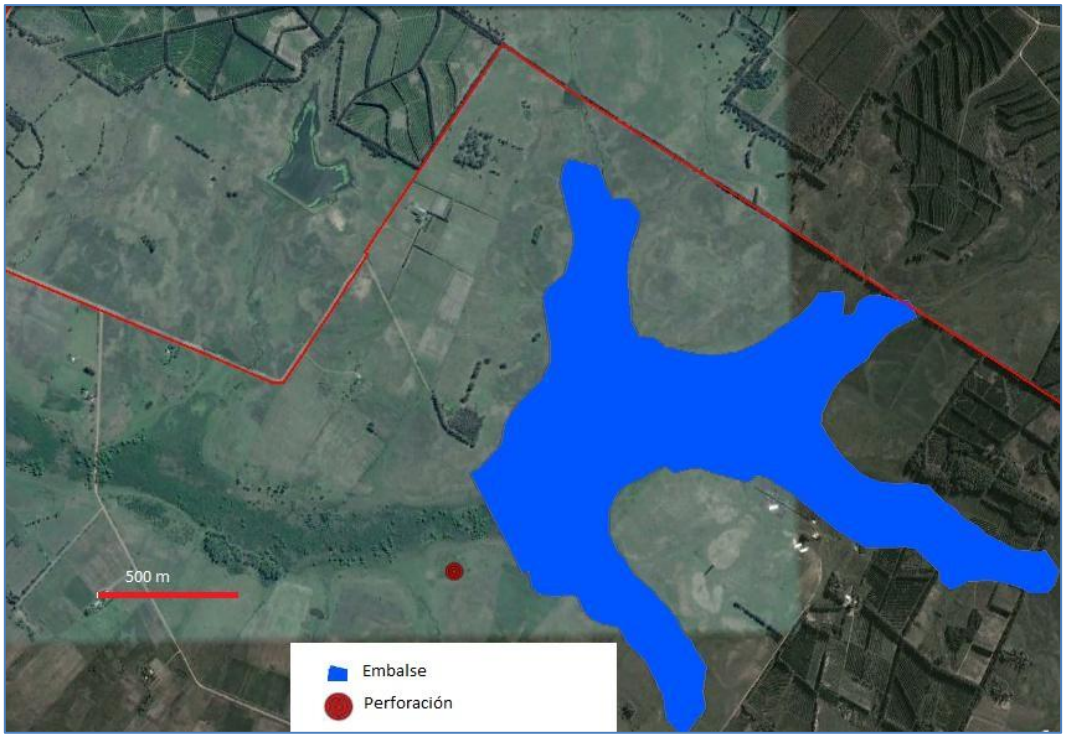


Figura 4-12: Emplazamiento de perforación

4.6.3 Prediseño

El Acuífero Guaraní es un acuífero confinado, por lo que es válida la fórmula de Thiem para régimen estacionario:

$$h_1 - h = \frac{Q}{2\pi T} \times \ln \frac{R}{r} \quad (4\text{-}1)$$

Donde: $h_1 - h$: Descenso del pozo (m)

T: Trasmisividad del acuífero (m^2/d)

Q: Caudal bombeado (m^3/d)

R: Radio de influencia

r: radio de pozo

Se estima que el caudal que entregará el pozo es de 400 m^3/h, al no disponerse de ensayos de campo para determinar la trasmisividad y el radio de influencia, se definen dos valores representativos.

Tabla 4-20: Parámetros del acuífero

Parámetros del acuífero	
T (m^2/d)	100
R (m)	1200

Con estos parámetros y definiendo un radio de pozo de 20 cm, el caudal se obtiene para un descenso de 130 m.

La diferencia de carga a vencer es de 145 m, considerando 430 m de tubería, un codo de 90° en la salida del pozo, una válvula de cierre y una válvula de retención para evitar el ingreso de agua del embalse al pozo.

La tubería será en PVC 300 mm, el pozo tendrá un diámetro de 24” (el doble del equipo de bombeo) hasta los 130 m y luego continuará de forma telescópica en 13” hasta los 1300 m como se muestra en la Figura 4-13.

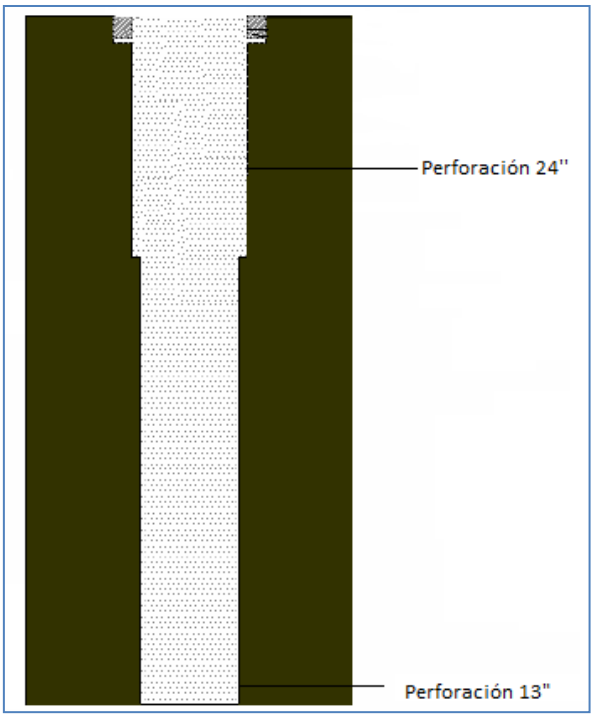


Figura 4-13: Esquema del pozo

4.7 Red de distribución

4.7.1 Trazado de la red

Para esta alternativa se considera el mismo trazado de red que para la Alternativa II.

4.7.2 Caudales requeridos

Los caudales requeridos serán los mismos que para la Alternativa II

4.7.3 Dimensionamiento de la red

En este caso los caudales que circulan por las tuberías son los mismos que en el embalse sin recarga.

La cota de la obra de toma es mayor a la cota de la obra de toma en el caso del embalse sin recarga, por lo que el Hb máximo resulta menor. Teniendo en cuenta que la cota de la obra de toma es de 45 m, el Hb máximo toma el valor de 80 m, carga que deberá levantar el equipo de bombeo.

4.7.4 Anclajes

Los anclajes previstos serán los mismos que en el caso de la Alternativa II.

4.7.5 Válvulas y Cámaras

Las válvulas y cámaras previstas serán las mismas que en el caso de la Alternativa II.

4.8 Equipos de bombeo

4.8.1 Selección de equipos de bombeo

Para el bombeo desde el embalse se contará con los mismos equipos de bombeo que para la Alternativa II.

Para la perforación se selecciona una bomba para su punto de funcionamiento. La bomba seleccionada es una bomba EBARA BHS12500-3, de la cual se detallan sus características en la Tabla 4-21.

Tabla 4-21: Bomba Perforación

Marca	Modelo	Motor
EBARA	BHS 12500-3	209 kW

4.9 Potencia instalada y Consumo Energético

A continuación en la Tabla 4-22 se muestran las potencias que deberán instalarse y los consumos energéticos diarios para los equipos de bombeo del embalse, teniendo en cuenta una jornada de riego de 20 horas.

Tabla 4-22: Potencia instalada y Consumo Energético Diario Bombeo Embalse

Q total (m^3/s)	1,243
Carga (m)	80,07
Potencia instalada (kW)	1.220
Consumo energético diario (kWh/día)	24.390

En la Tabla 4-23 se muestran las potencias que deberán instalarse y los consumos energéticos diarios para los equipos de bombeo del pozo, teniendo en cuenta una jornada de recarga máxima de 20 horas.

Tabla 4-23: Potencia instalada y Consumo Energético Diario Bombeo Pozo

Q total (m^3/s)	0,111
Carga (m)	145,00
Potencia instalada (kW)	197
Consumo energético diario (kWh/día)	3.947

4.10 Costos

4.10.1 Costos de inversión

Con respecto a los costos de inversión del embalse sin recarga, el costo del embalse varía, y se debe agregar el costo del pozo con su equipo de bombeo, tuberías y protecciones, que se estima tiene el siguiente costo.

Tabla 4-24: Costos represa y pozo

Rubro	Costo (U$S)
Tuberías con colocación	2.944.387
Flete tuberías	404.805
Piezas especiales	230.321
Estructuras hormigón	67.926
Equipos bombeo	140.000
Tableros y PLC	65.000
Embalse	201.520
Costo pozo infrabasáltico	2.300.000
Total (U$S)	6.353.959

4.10.2 Costos de Operación y Mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento que varían respecto a los del embalse sin recarga son:

- Costo energético anual;
- Costo mantenimiento anual;

Como se presentó anteriormente, la estación de bombeo del embalse eroga un caudal de 1,243 m^3/s, el caudal correspondiente al riego de citrus es de 0,497 m^3/s y el correspondiente a sorgo es 0,746 m^3/s.

Como se presentó en el ítem 4.9, el consumo energético diario es de 24.390 kWh/día para la estación de bombeo y 3.947 kWh/día para el pozo, por lo que el consumo mensual será mayor a 90.000 kWh/mes, encajando en la clasificación de grandes consumidores.

Los costos energéticos se calcularon para la tarifa GC1. Asumiendo un nivel de tensión de 0,23 a 0,4 kW, la Tarifa GC1 para grandes consumidores es la que se presenta a continuación.

Tabla 4-25: Tarifa GC1

Nivel de tensión kW		0,23-0,4
Precio de energía ($/kWh)	Valle	1,366
	Llano	2,517
	Punta	7,664
Potencia máxima medida ($/kW/mes)	Punta-Llano	328,7
Cargo fijo mensual ($)		9.641

A continuación en la Tabla 4-26 se exponen los costos energéticos diarios de la estación de bombeo del embalse, calculados para citrus y para sorgo, el costo energético diario para el bombeo desde el pozo y los costos energéticos anuales.

El costo energético anual para la estación de bombeo y para el pozo se calcula asumiendo una cotización del dólar de $ 23, y el funcionamiento del pozo como máximo durante 7 meses en un año.

Tabla 4-26: Costos energéticos diarios y anuales

	Estación bombeo embalse		Bombeo pozo	Total
	Citrus	Sorgo		
CED ($/día)	20.626	30.939	8.345	
CEA (U$S)	437.738		115.070	**552.808**

El costo de mantenimiento anual que implicaría la reparación y/o mantenimiento preventivo de tuberías, equipos, represa y pozo se puede estimar como un 1,5 % de la inversión inicial. Teniendo en cuenta que los costos de inversión se estimaron en U$S 5.553.959, se calcula el costo de mantenimiento anual.

De esta manera los costos de operación y mantenimiento se resumen en la Tabla 4-27.

Tabla 4-27: Costo Operación y Mantenimiento

CEA (U$S)	552.808
Costo mantenimiento anual (U$S)	83.309
Costo O&M anual (U$S/año)	**662.143**
Costo O&M (U$S/mmha)	**0,90**

4.10.3 Valor Presente Neto

En la Tabla 6-21 del Anexo I se muestran los resultados obtenidos para cada año, y en la Tabla 4-28 se muestra el VPN total.

Tabla 4-28: VPN Embalse Multipredial con recarga desde pozo

Costo inversión (U$S)	6.353.959
Costo O&M anual (U$S/año)	662.143
VPN Total (U$S)	16.307.570

5. BIBLIOGRAFÍA

BICUDO B, De Vera A, Pitzer A y Quagliotti V (2010) *Estudio de prefactibilidad de un proyecto de riego multipredial y multisectorial en la zona de Colonia Valdense.* Proyecto de grado Ingeniería Civil Perfil H/A. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Ingeniería, IMFIA, 2010. 323 p.

CORBO F (2006) *Modelo Geofísico del Acuífero Guaraní: Zona Comprendida entre Uruguay y Argentina.*

DE LOS SANTOS J (2001) *Estudio de factibilidad para la localización de un pozo termal en el departamento de Artigas*

DE LOS SANTOS J (2009) *Notas de Hidrología Avanzada 1: Módulo Hidrología Subterránea*

DINAGUA (2011) *Manual de Diseño y Construcción de pequeñas presas*

INIA (2014) *Estadística climatológica.* INIA. Uruguay. Disponible on-line en: <http://www.inia.uy/>. Sitio consultado en mayo de 2014.

PEREZ GARCIA R (2003) *Ingeniería Hidráulica en los abastecimientos de agua*

TEIXEIRA L (2013). *Notas Curso Represas y Canales, Módulo Represas.* Universidad de la República. Facultad de Ingeniería. IMFIA.

TOMOYUKI M (2006). *Abastecimento de água.*

United States Department of the Interior Bureau of Reclamation. *Design of Small Dams*. Compañía Editorial Oriental, 1977. 639 p.



Evaluación de fuentes de agua y diseño de un sistema de distribución de riego multipredial en Colonia Gestido

Tomo II - Anexos



6. ANEXO I: TABLAS DE RESULTADOS

6.1 Tablas de resultados – Salto Grande

Tabla 6-1: Superficies y Caudales requeridos en parcelas

	Área (ha)					
Id. Parcela	Citrus	Sorgo	Regada	Total	Q (l/s)	Q (m3/h)
001	8,92	8,92	17,84	35,67	16,41	59,08
002	18,42	18,42	36,84	73,68	33,90	122,04
003	27,96	27,96	55,92	111,84	51,45	185,23
004	33,40	33,40	66,80	133,60	61,47	221,28
005	23,18	23,18	46,35	92,70	42,65	153,54
006	17,96	17,96	35,93	71,86	33,06	119,01
007	15,29	15,29	30,58	61,15	28,13	101,29
008	13,59	13,59	27,18	54,35	25,01	90,02
009	22,96	22,96	45,92	91,84	42,25	152,11
010	14,08	14,08	28,17	56,33	25,92	93,30
011	8,57	8,57	17,13	34,26	15,76	56,74
012	14,87	14,87	29,74	59,47	27,36	98,50
013	9,85	9,85	19,71	39,41	18,13	65,28
014	8,86	8,86	17,72	35,43	16,30	58,68
015	9,25	9,25	18,49	36,98	17,01	61,25
016	13,62	13,62	27,25	54,49	25,07	90,25
017	8,44	8,44	16,87	33,74	15,52	55,88
018	31,04	31,04	62,08	124,16	57,12	205,64
019	16,49	16,49	32,98	65,97	30,35	109,26
020	10,10	10,10	20,20	40,39	18,58	66,90
021	8,71	8,71	17,43	34,86	16,04	57,73
022	10,73	10,73	21,47	42,94	19,75	71,11
023	30,29	30,29	60,58	121,15	55,74	200,66
024	18,85	18,85	37,69	75,38	34,68	124,85
025	22,48	22,48	44,96	89,93	41,37	148,94
026	7,53	7,53	15,07	30,13	13,86	49,91
027	9,12	9,12	18,24	36,48	16,78	60,42
028	6,47	6,47	12,94	25,88	11,91	42,86
029	7,65	7,65	15,31	30,62	14,09	50,71
30a	15,92	15,92	31,83	63,66	29,29	105,44
30b	14,35	14,35	28,69	57,39	26,40	95,05
031	10,25	10,25	20,50	41,00	18,86	67,91
032	10,24	10,24	20,49	40,98	18,85	67,87
033	7,88	7,88	15,76	31,52	14,50	52,21
034	9,81	9,81	19,61	39,23	18,05	64,97
035	20,57	20,57	41,13	82,27	37,85	136,25
036	8,11	8,11	16,21	32,42	14,92	53,70
37a	6,63	6,63	13,26	26,53	12,20	43,94
37b	5,31	5,31	10,61	21,23	9,77	35,16

	Área (ha)					
Id. Parcela	Citrus	Sorgo	Regada	Total	Q (l/s)	Q (m3/h)
38a	7,51	7,51	15,02	30,03	13,82	49,74
38b	11,55	11,55	23,10	46,21	21,26	76,53
039	4,77	4,77	9,55	19,10	8,79	31,63
40a	4,01	4,01	8,01	16,03	7,37	26,55
40b	3,22	3,22	6,45	12,89	5,93	21,35
041	4,85	4,85	9,69	19,39	8,92	32,11
042	7,71	7,71	15,42	30,84	14,19	51,08
043	9,81	9,81	19,62	39,24	18,05	64,99
044	8,00	8,00	16,00	32,00	14,72	53,00
045	10,47	10,47	20,93	41,86	19,26	69,33
046	14,50	14,50	29,00	58,01	26,69	96,07
047	27,82	27,82	55,63	111,26	51,19	184,28
048	3,64	3,64	7,29	14,58	6,71	24,15

Tabla 6-2: Caudales y longitudes de tramo – Sector 1

Id. tramo	Q (L/s)	Longitud (m)
601	310,82	10,12
6021	310,82	10,12
6031	310,82	10,12
6041	310,82	10,12
6022	310,82	1,09
6061	621,63	1,09
6062	621,63	1,09
6032	310,82	1,09
607	1243,28	1,00
0	1243,28	218,80
1	1243,28	434,00
2	1243,28	557,90
3	1243,28	1537,00
4	16,41	30,00
5	33,90	10,00
6	1037,38	313,00
7	1037,38	233,10
8	1037,38	53,50
9	33,06	35,00
10	1004,32	204,80
11	28,13	10,00
12	976,19	440,30
13	976,19	530,40
14	976,19	117,70
15	976,19	512,40
16	25,01	25,00
17	951,18	133,70

Id. tramo	Q (L/s)	Longitud (m)
18	951,18	368,7
19	42,25	10
20	908,93	197,7
21	25,92	10
22	883,01	301
23	883,01	367,4
24	18,13	10
25	864,88	576
26	864,88	90,8
27	15,76	10
28	849,12	65
29	16,30	10
30	27,36	354,7
31	27,36	109,8
32	27,36	10
28-bomba2	805,46	397,6
108	155,57	271,3
109	155,57	164,1
110	155,57	319,4
111	155,57	162,3
112	51,45	10
113	104,12	383,4
114	104,12	486,3
115	61,47	163,5
116	61,47	642,6
117	61,47	26
118	42,65	600

Tabla 6-3: Caudales y longitudes de tramo – Sector 2

Id. tramo	Q (L/s)	Longitud (m)	Id. tramo	Q (L/s)	Longitud (m)	Id. tramo	Q (L/s)	Longitud (m)
33	805,46	2	60	478,27	335,5	87	51,19	193,6
34	15,52	10	61	18,85	30	88	51,19	10
35	789,94	56,9	62	166,28	269,6	89	52,03	421,4
36	25,07	25	63	18,86	30	90	14,72	10
37	764,87	284,8	64	147,42	287,2	91	18,05	26
38	16,04	10	65	26,40	10	92	19,26	259,5
39	18,58	30	66	121,02	297,6	93	19,26	10
40	104,48	280,2	67	121,02	212,4	94	51,91	471,2
41	104,48	322,7	68	121,02	126,5	95	7,37	10
42	30,35	10	69	34,68	10	96	44,54	549,4
43	74,13	364,9	70	293,14	303,7	97	14,19	10
44	74,13	399,7	71	293,14	97,4	98	8,92	10
45	17,01	10	72	293,14	142,2	99	21,43	420,1
46	57,12	30	73	11,91	10	100	15,50	203,2
47	625,77	509	74	14,50	35	101	8,79	10
48	625,77	361,5	75	214,82	269,2	102	6,71	10
49	41,37	30	76	214,82	182,5	103	5,93	10
50	13,86	35	77	14,09	10	104	86,34	69,6
51	92,27	155,7	78	18,05	30	105	86,34	14,1
52	92,27	328,1	79	182,68	271,5	106	57,05	215,8
53	19,75	10	80	37,85	35	107	57,05	175,1
54	16,78	10	81	144,83	257,7	119	57,05	286,6
55	55,74	580,5	82	144,83	435,5	120	35,08	244,9
56	55,74	10	83	14,92	10	121	12,20	10
57	478,27	49,3	84	77,88	809	122	9,77	10
58	478,27	217,1	85	26,69	10	123	13,82	10
59	478,27	206,1	86	51,19	307,3	124	21,26	10

Tabla 6-4: Material y diámetro de tramos – Sector 1

Id. Tramo	Material	Diámetro (mm)
601	ACERO	400
6021	ACERO	400
6031	ACERO	400
6041	ACERO	400
6022	ACERO	500
6061	ACERO	500
6062	ACERO	500
6032	ACERO	500
607	ACERO	1200
0	ACERO	1200
1	PVC	1200
2	PVC	1200

Id. Tramo	Material	Diámetro (mm)
18	PVC	1000
19	PVC	90
20	PVC	1000
21	PVC	110
22	PVC	1000
23	PVC	1000
24	PVC	110
25	PVC	1000
26	PVC	1000
27	PVC	90
28	PVC	1000
29	PVC	90

Id. Tramo	Material	Diámetro (mm)
3	PVC	1200
4	PVC	90
5	PVC	90
6	PVC	1200
7	PVC	1200
8	PVC	1200
9	PVC	315
10	PVC	1000
11	PVC	160
12	PVC	1000
13	PVC	1000
14	PVC	1000
15	PVC	1000
16	PVC	110
17	PVC	1000

Id. Tramo	Material	Diámetro (mm)
30	PVC	160
31	PVC	160
32	PVC	110
28-bomba2	PVC	1000
108	PVC	400
109	PVC	400
110	PVC	400
111	PVC	400
112	PVC	90
113	PVC	400
114	PVC	400
115	PVC	400
116	PVC	315
117	PVC	250
118	PVC	250

Tabla 6-5: Material y diámetro de tramos – Sector 2

Id. Tramo	Material	Diámetro (mm)
33	PRFV	1000
34	PVC	90
35	PRFV	1000
36	PVC	90
37	PRFV	1000
38	PVC	90
39	PVC	90
40	PVC	315
41	PVC	315
42	PVC	90
43	PVC	315
44	PVC	250
45	PVC	140
46	PVC	250
47	PRFV	1000
48	PRFV	1000
49	PVC	140
50	PVC	90
51	PVC	250
52	PVC	250
53	PVC	90
54	PVC	90
55	PVC	200

Id. Tramo	Material	Diámetro (mm)
74	PVC	90
75	PRFV	630
76	PRFV	630
77	PVC	90
78	PVC	90
79	PVC	400
80	PVC	110
81	PVC	400
82	PVC	400
83	PVC	90
84	PVC	400
85	PVC	200
86	PVC	315
87	PVC	315
88	PVC	315
89	PVC	315
90	PVC	90
91	PVC	200
92	PVC	160
93	PVC	160
94	PVC	250
95	PVC	90
96	PVC	250

Id. Tramo	Material	Diámetro (mm)
56	PVC	110
57	PRFV	900
58	PRFV	900
59	PRFV	900
60	PRFV	900
61	PVC	90
62	PRFV	630
63	PVC	90
64	PRFV	630
65	PVC	90
66	PVC	400
67	PVC	400
68	PVC	400
69	PVC	90
70	PRFV	800
71	PRFV	800
72	PRFV	800
73	PVC	90

Id. Tramo	Material	Diámetro (mm)
97	PVC	140
98	PVC	140
99	PVC	200
100	PVC	160
101	PVC	110
102	PVC	160
103	PVC	110
104	PVC	400
105	PVC	400
106	PVC	315
107	PVC	315
119	PVC	315
120	PVC	315
121	PVC	160
122	PVC	160
123	PVC	90
124	PVC	250
125	PVC	140

Tabla 6-6: Valores de Hb para cada nodo – Sector 1

Nodo	Hb (m)
601	11,49
602	10,42
603	10,42
604	11,49
606	12,00
607	13,91
0	19,26
1	19,53
2	29,18
3	29,83
4	79,87
5	72,13
6	23,98
7	23,01
8	21,60
9	85,18
10	20,33
11	82,40
12	27,74
13	42,44
14	42,40
15	33,88

Nodo	Hb (m)
23	38,17
24	76,02
25	20,53
26	22,57
27	68,52
28	24,74
29	73,13
30	38,18
31	38,60
32	72,40
nodo bomba2	33,89
108	33,73
109	32,24
110	32,25
111	28,65
112	76,36
113	24,29
114	24,42
115	25,10
116	12,27
117	72,88
118	82,84

Nodo	Hb (m)
16	70,27
17	31,98
18	28,09
19	68,52
20	32,55
21	75,43
22	26,76

Nodo	Hb (m)

Hb (m)	
Máximo	85,18
Mínimo	10,42
Promedio	39,37

Tabla 6-7: Valores de Hb para cada nodo – Sector 2

Nodo	Hb (m)
33	5,06
34	43,28
35	5,11
36	66,40
37	9,68
38	59,47
39	60,65
40	10,55
41	2,11
42	61,10
43	13,01
44	19,99
45	72,04
46	73,24
47	11,35
48	18,98
49	70,11
50	59,07
51	21,52
52	21,19
53	57,11
54	59,97
55	22,01
56	67,45
57	19,50
58	10,32
59	18,72
60	18,82
61	61,47
62	19,90
63	69,18
64	9,98
65	68,64

Nodo	Hb (m)
76	18,68
77	54,70
78	68,06
79	14,82
80	69,47
81	11,15
82	13,59
83	65,06
84	24,15
85	72,60
86	14,38
87	13,95
88	72,48
89	23,05
90	69,04
91	74,55
92	24,73
93	67,99
94	11,95
95	63,84
96	22,04
97	75,30
98	73,51
99	26,63
100	30,14
101	65,84
102	71,28
103	68,48
104	21,23
105	21,17
106	21,69
107	16,87
119	23,73

Nodo	Hb (m)
66	20,61
67	22,03
68	21,75
69	69,32
70	17,90
71	16,94
72	17,98
73	56,19
74	63,25
75	20,72

Nodo	Hb (m)
120	23,20
121	72,87
122	68,29
123	64,29
124	77,32
125	74,67

Máximo	77,32
Mínimo	2,11
Promedio	40,25

Tabla 6-8: Cargas y Presiones en los nodos – Sector 1

Id. Tramo	Nodo In	Nodo Fin	Z In (m)	Z fin (m)	P in (m)	H In (m)	H fin (m)	P fin (m)	PN
601	501	601	31,87	40,99	0,00	117,05	116,79	75,48	10
6021	502	602	31,87	40,99	0,00	117,05	116,79	75,48	10
6031	503	603	31,87	40,99	0,00	117,05	116,79	75,48	10
6041	504	604	31,87	40,99	0,00	117,05	116,79	75,48	10
6022	601	602	40,99	40,99	75,48	116,79	116,78	75,66	10
6061	602	606	40,99	40,99	75,48	116,79	116,75	75,25	10
6062	603	606	40,99	40,99	75,48	116,79	116,75	75,25	10
6032	604	603	40,99	40,99	75,48	116,79	116,78	75,66	10
607	606	607	40,99	40,99	75,25	116,75	116,75	75,70	10
0	607	0	40,99	40,99	75,70	116,75	116,40	75,35	10
1	0	1	40,99	40,99	75,35	116,40	116,14	75,08	10
2	1	2	40,99	50,30	75,08	116,14	115,79	65,43	10
3	2	3	50,30	50,00	65,43	115,79	114,84	64,78	10
4	3	4	50,00	50,00	64,78	114,84	112,72	62,38	10
5	3	5	50,00	50,00	64,78	114,84	112,14	60,69	10
6	3	6	50,00	44,03	64,78	114,84	114,70	70,63	10
7	6	7	44,03	42,96	70,63	114,70	114,60	71,60	10
8	7	8	42,96	41,52	71,60	114,60	114,57	73,01	10
9	8	9	41,52	41,01	73,01	114,57	114,55	73,53	10
10	8	10	41,52	40,00	73,01	114,57	114,37	74,28	10
11	10	11	40,00	40,00	74,28	114,37	114,25	74,15	10
12	10	12	40,00	46,99	74,28	114,37	113,94	66,88	10
13	12	13	46,99	61,18	66,88	113,94	113,43	52,17	10
14	13	14	61,18	60,99	52,17	113,43	113,32	52,25	10
15	14	15	60,99	52,00	52,25	113,32	112,83	60,75	10
16	15	16	52,00	51,45	60,75	112,83	111,38	59,57	10

Id. Tramo	Nodo In	Nodo Fin	Z In (m)	Z fin (m)	P in (m)	H In (m)	H fin (m)	P fin (m)	PN
17	15	17	52,00	49,98	60,75	112,83	112,70	62,65	10
18	17	18	49,98	45,75	62,65	112,70	112,37	66,54	10
19	18	19	45,75	44,95	66,54	112,37	108,31	61,11	10
20	18	20	45,75	50,00	66,54	112,37	112,20	62,13	10
21	20	21	50,00	50,00	62,13	112,20	111,58	61,20	10
22	20	22	50,00	44,00	62,13	112,20	111,96	67,89	10
23	22	23	44,00	55,11	67,89	111,96	111,67	56,49	10
24	23	24	55,11	54,96	56,49	111,67	111,35	56,20	6
25	23	25	55,11	37,00	56,49	111,67	111,22	74,16	10
26	25	26	37,00	38,99	74,16	111,22	111,15	72,10	10
27	26	27	38,99	39,03	72,10	111,15	110,50	71,15	10
28	26	28	38,99	41,11	72,10	111,15	111,10	69,94	10
29	28	29	41,11	43,00	69,94	111,10	110,41	67,07	10
30	28	30	41,11	50,53	69,94	111,10	107,19	56,57	10
31	30	31	50,53	49,78	56,57	107,19	105,98	56,11	6
32	31	32	49,78	49,02	56,11	105,98	105,30	55,86	6
28-bomba2	28	bomba2	41,11	50,00	69,94	111,10	110,84	60,78	10
108	3	108	50,00	53,00	64,78	114,84	113,98	60,90	10
109	108	109	53,00	51,00	60,90	113,98	113,46	62,38	10
110	109	110	51,00	50,00	62,38	113,46	112,45	62,37	10
111	110	111	50,00	45,88	62,37	112,45	111,93	65,97	10
112	111	112	45,88	44,97	65,97	111,93	106,09	57,78	10
113	111	113	45,88	40,99	65,97	111,93	111,36	70,33	10
114	113	114	40,99	40,39	70,33	111,36	110,62	70,20	10
115	114	115	40,39	41,00	70,20	110,62	110,53	69,52	10
116	115	116	41,00	26,98	69,52	110,53	109,36	82,34	10
117	116	117	26,98	26,54	82,34	109,36	109,21	82,59	10
118	116	118	40,39	39,42	82,34	109,36	107,65	68,19	10

Tabla 6-9: Cargas y Presiones en los nodos – Sector 2

Id. Tramo	Nodo In	Nodo Fin	Z In (m)	Z fin (m)	P in (m)	H In (m)	H fin (m)	P fin (m)	PN
33	bomba2	33	50,00	50,00	60,78	127,32	127,32	77,27	16
34	33	34	50,00	50,30	77,27	127,32	126,69	76,08	10
35	33	35	50,00	50,03	77,27	127,32	127,29	77,21	16
36	35	36	50,03	49,40	77,21	127,29	123,42	73,23	10
37	35	37	50,03	50,55	77,21	127,29	127,11	76,51	10
38	37	38	50,55	50,75	76,51	127,11	126,44	75,36	10
39	37	39	50,55	49,93	76,51	127,11	124,45	74,08	10
40	37	40	50,55	50,00	76,51	127,11	125,75	75,66	10

Id. Tramo	Nodo In	Nodo Fin	Z In (m)	Z fin (m)	P in (m)	H In (m)	H fin (m)	P fin (m)	PN
41	40	41	50,00	40,00	75,66	125,75	124,18	84,09	10
42	41	42	40,00	40,00	84,09	124,18	121,98	80,82	10
43	41	43	40,00	50,01	84,09	124,18	123,24	73,19	10
44	43	44	50,01	53,75	73,19	123,24	120,07	66,21	10
45	44	45	53,75	53,95	66,21	120,07	119,99	65,97	10
46	44	46	53,75	53,74	66,21	120,07	119,93	66,12	10
47	37	47	50,55	52,02	76,51	127,11	126,90	74,84	10
48	47	48	52,02	59,50	74,84	126,90	126,74	67,21	10
49	48	49	59,50	57,92	67,21	126,74	125,38	67,09	10
50	48	50	59,50	60,00	67,21	126,74	124,94	64,69	10
51	48	51	59,50	60,00	67,21	126,74	124,89	64,71	10
52	51	52	60,00	55,79	64,71	124,89	120,99	65,02	10
53	52	53	55,79	54,04	65,02	120,99	120,00	65,47	10
54	52	54	55,79	58,05	65,02	120,99	120,26	61,85	10
55	52	55	55,79	48,58	65,02	120,99	112,94	64,20	10
56	55	56	48,58	48,48	64,20	112,94	110,39	60,15	10
57	48	57	59,50	60,00	67,21	126,74	126,72	66,69	10
58	57	58	60,00	50,73	66,69	126,72	126,63	75,87	10
59	58	59	50,73	59,04	75,87	126,63	126,54	67,47	10
60	59	60	59,04	59,00	67,47	126,54	126,40	67,37	10
61	60	61	59,00	58,83	67,37	126,40	123,66	64,38	10
62	60	62	59,00	60,00	67,37	126,40	126,30	66,29	10
63	62	63	60,00	60,00	66,29	126,30	123,57	63,12	10
64	62	64	60,00	50,00	66,29	126,30	126,22	76,21	10
65	64	65	50,00	50,00	76,21	126,22	124,52	73,65	10
66	64	66	50,00	60,01	76,21	126,22	125,63	65,58	10
67	66	67	60,01	61,00	65,58	125,63	125,21	64,16	10
68	67	68	61,00	60,47	64,16	125,21	124,96	64,44	10
69	68	69	60,47	60,40	64,44	124,96	122,14	60,22	10
70	60	70	59,00	58,00	67,37	126,40	126,30	68,29	10
71	70	71	58,00	57,00	68,29	126,30	126,27	69,26	10
72	71	72	57,00	58,00	69,26	126,27	126,23	68,22	10
73	72	73	58,00	58,94	68,22	126,23	125,84	66,72	10
74	72	74	58,00	55,07	68,22	126,23	124,27	68,93	10
75	72	75	58,00	60,59	68,22	126,23	126,08	65,47	10
76	75	76	60,59	58,44	65,47	126,08	125,98	67,52	10
77	76	77	58,44	58,03	67,52	125,98	125,45	67,17	10
78	76	78	58,44	56,13	67,52	125,98	123,45	66,91	10
79	76	79	58,44	53,34	67,52	125,98	124,82	71,37	10
80	79	80	53,34	51,24	71,37	124,82	120,46	68,41	10
81	79	81	53,34	49,00	71,37	124,82	124,11	75,04	10
82	81	82	49,00	50,23	75,04	124,11	122,90	72,60	10
83	82	83	50,23	50,80	72,60	122,90	122,31	71,23	10
84	82	84	50,23	60,13	72,60	122,90	122,18	62,04	10

Id. Tramo	Nodo In	Nodo Fin	Z In (m)	Z fin (m)	P in (m)	H In (m)	H fin (m)	P fin (m)	PN
85	84	85	60,13	60,16	62,04	122,18	122,15	61,95	10
86	84	86	60,13	49,96	62,04	122,18	121,79	71,81	10
87	86	87	49,96	49,27	71,81	121,79	121,53	72,24	10
88	87	88	49,27	49,52	72,24	121,53	121,52	71,98	10
89	82	89	50,23	59,17	72,60	122,90	122,33	63,14	10
90	89	90	59,17	58,37	63,14	122,33	121,76	63,11	10
91	89	91	59,17	59,96	63,14	122,33	122,29	62,31	10
92	89	92	59,17	59,33	63,14	122,33	120,84	61,46	10
93	92	93	59,33	61,07	61,46	120,84	120,78	59,67	10
94	72	94	58,00	50,00	68,22	126,23	124,30	74,24	10
95	94	95	50,00	50,00	74,24	124,30	124,14	74,07	10
96	94	96	50,00	58,41	74,24	124,30	122,60	64,15	10
97	96	97	58,41	60,01	64,15	122,60	122,54	62,48	10
98	96	98	58,41	60,44	64,15	122,60	122,57	62,11	10
99	96	99	58,41	62,01	64,15	122,60	121,60	59,57	10
100	99	100	62,01	64,74	59,57	121,60	120,82	56,05	6
101	100	101	64,74	64,42	56,05	120,82	120,74	56,28	6
102	100	102	64,74	65,58	56,05	120,82	120,81	55,23	6
103	99	103	62,01	65,98	59,57	121,60	121,56	55,57	6
104	68	104	60,47	59,90	64,44	124,96	124,88	64,96	10
105	104	105	59,90	59,83	64,96	124,88	124,87	65,02	10
106	105	106	59,83	60,00	65,02	124,87	124,53	64,50	10
107	106	107	60,00	54,90	64,50	124,53	124,25	69,32	10
119	107	119	54,90	61,30	69,32	124,25	123,79	62,46	10
120	119	120	61,30	60,64	62,46	123,79	123,64	62,99	10
121	119	121	61,30	60,55	62,46	123,79	123,77	63,20	10
122	119	122	61,30	62,40	62,46	123,79	123,78	61,37	10
123	120	123	60,64	58,33	62,99	123,64	123,12	64,55	10
124	120	124	60,64	60,52	62,99	123,64	123,63	63,10	10
125	105	125	59,83	59,10	65,02	124,87	124,63	65,34	10

Tabla 6-10: VPN

Año	Nº años	Costo inversión (U$S)	Costo O&M (U$S/año)	VPN (U$S)
2016	0	6.009.409	588.194	6.597.602
2017	1		588.194	554.900
2018	2		588.194	523.490
2019	3		588.194	493.859
2020	4		588.194	465.905
2021	5		588.194	439.533
2022	6		588.194	414.653
2023	7		588.194	391.182
2024	8		588.194	369.040
2025	9		588.194	348.151
2026	10		588.194	328.444
2027	11		588.194	309.853
2028	12		588.194	292.314
2029	13		588.194	275.768
2030	14		588.194	260.159
2031	15		588.194	245.433
2032	16		588.194	231.540
2033	17		588.194	218.434
2034	18		588.194	206.070
2035	19		588.194	194.406
2036	20		588.194	183.402
2037	21		588.194	173.020
2038	22		588.194	163.227
2039	23		588.194	153.988
2040	24		588.194	145.271
2041	25		588.194	137.048
2042	26		588.194	129.291
2043	27		588.194	121.973
2044	28		588.194	115.068
2045	29		588.194	108.555
2046	30		588.194	102.410
			VPN (U$S)	14.693.990

6.2 Tablas de resultados – Embalse Multipredial

Tabla 6-11: Superficies y Caudales requeridos en parcelas

	Área (ha)					
Id. Parcela	Citrus	Sorgo	Regada	Total	Q (l/s)	Q (m3/h)
1	8,92	8,92	17,84	35,67	16,41	59,08
2	18,42	18,42	36,84	73,68	33,90	122,04
3	27,96	27,96	55,92	111,84	51,45	185,23
4	33,40	33,40	66,80	133,60	61,47	221,28
5	23,18	23,18	46,35	92,70	42,65	153,54
6	17,96	17,96	35,93	71,86	33,06	119,01
7	15,29	15,29	30,58	61,15	28,13	101,29
8	13,59	13,59	27,18	54,35	25,01	90,02
9	22,96	22,96	45,92	91,84	42,25	152,11
10	14,08	14,08	28,17	56,33	25,92	93,30
11	8,57	8,57	17,13	34,26	15,76	56,74
12	14,87	14,87	29,74	59,47	27,36	98,50
13	9,85	9,85	19,71	39,41	18,13	65,28
14	8,86	8,86	17,72	35,43	16,30	58,68
15	9,25	9,25	18,49	36,98	17,01	61,25
16a	9,71	9,71	19,43	27,25	17,87	64,35
16b	3,91	3,91	7,82	27,25	7,20	25,91
17	8,44	8,44	16,87	33,74	15,52	55,88
18	31,04	31,04	62,08	124,16	57,12	205,64
19a	6,71	6,71	13,41	32,98	12,34	44,43
19b	9,78	9,78	19,57	32,98	18,01	64,82
20	10,10	10,10	20,20	40,39	18,58	66,90
21	8,71	8,71	17,43	34,86	16,04	57,73
22	10,73	10,73	21,47	42,94	19,75	71,11
23	30,29	30,29	60,58	121,15	55,74	200,66
24	18,85	18,85	37,69	75,38	34,68	124,85
25	22,48	22,48	44,96	89,93	41,37	148,94
26	7,53	7,53	15,07	30,13	13,86	49,91
27	9,12	9,12	18,24	36,48	16,78	60,42
28	6,47	6,47	12,94	25,88	11,91	42,86
29	7,65	7,65	15,31	30,62	14,09	50,71
30a	15,92	15,92	31,83	63,66	29,29	105,44
30b	14,35	14,35	28,69	57,39	26,40	95,05
31	10,25	10,25	20,50	41,00	18,86	67,91
32	10,24	10,24	20,49	40,98	18,85	67,87
33	7,88	7,88	15,76	31,52	14,50	52,21
34	9,81	9,81	19,61	39,23	18,05	64,97
35	20,57	20,57	41,13	82,27	37,85	136,25
36	8,11	8,11	16,21	32,42	14,92	53,70
37a	6,63	6,63	13,26	26,53	12,20	43,94
37b	5,31	5,31	10,61	21,23	9,77	35,16

	Área (ha)					
Id. Parcela	Citrus	Sorgo	Regada	Total	Q (l/s)	Q (m3/h)
38a	7,51	7,51	15,02	30,03	13,82	49,74
38b	11,55	11,55	23,10	46,21	21,26	76,53
39	4,77	4,77	9,55	19,10	8,79	31,63
40a	4,01	4,01	8,01	16,03	7,37	26,55
40b	3,22	3,22	6,45	12,89	5,93	21,35
41	4,85	4,85	9,69	19,39	8,92	32,11
42	7,71	7,71	15,42	30,84	14,19	51,08
43	9,81	9,81	19,62	39,24	18,05	64,99
44	8,00	8,00	16,00	32,00	14,72	53,00
45	10,47	10,47	20,93	41,86	19,26	69,33
46	14,50	14,50	29,00	58,01	26,69	96,07
47	27,82	27,82	55,63	111,26	51,19	184,28
48	3,64	3,64	7,29	14,58	6,71	24,15

Tabla 6-12: Caudales y longitudes de tramo – Red 1

Id. Tramo	Q (L/s)	Longitud (m)
501	1243,28	54
5032	621,64	0,5425
502	310,82	1,085
506	310,82	1
507	310,82	1
5092	310,82	1,085
508	310,82	1
5091	310,82	1
5031	621,64	0,5425
510	310,82	1
5111	310,82	1
504	310,82	1,085
512	310,82	1
513	310,82	1
5112	310,82	1,085
517	621,64	0,5425
519	621,64	0,5425
1	1243,28	137,43
2	16,3	20
3	27,36	354,74
4	27,36	109,79
5	27,36	10

Id. Tramo	Q (L/s)	Longitud (m)
11	18,58	20
12	16,04	10
13	748,14	508,96
14	748,14	365,48
15	13,86	20
16	41,37	20
17	92,28	156,76
18	92,28	328,09
19	19,75	10
20	16,78	10
21	55,74	580,48
22	55,74	10
23	478,26	45,33
24	478,26	217,14
25	478,26	206,09
26	478,26	335,48
27	18,85	20
28	166,28	269,57
29	18,86	20
30	147,42	287,25
31	26,4	20
32	121,02	297,57

Id. Tramo	Q (L/s)	Longitud (m)
6	805,48	399,56
7	15,52	10
8	789,95	56,87
9	7,2	20
10	782,76	284,76

Id. Tramo	Q (L/s)	Longitud (m)
33	121,02	213,27
34	121,02	125,56
35	34,68	10
36	86,34	69,63
37	86,34	14,1

Id. Tramo	Q (L/s)	Longitud (m)
38	29,29	10
40	57,05	10
41	57,05	211,86
42	57,05	286,83
43	12,2	10
44	9,77	10
45	35,08	244,92
46	13,82	10
47	21,26	10
48	293,13	303,65
49	293,13	97,42
50	293,13	142,17
51	11,91	10
52	14,5	20
53	51,91	471,22
54	7,37	10
55	44,53	549,4
56	14,19	10
57	8,92	10
58	21,42	420,11
59	5,93	10
60	15,49	203,16
61	6,71	10
62	8,79	10
63	214,81	269,24
64	214,81	182,45
65	14,09	10

Id. Tramo	Q (L/s)	Longitud (m)
66	18,05	20
67	182,68	271,54
68	37,85	20
69	144,83	257,66
70	144,83	435,5
71	14,92	10
72	52,03	421,36
73	18,05	20
74	14,72	10
75	19,26	259,47
76	19,26	10
77	77,88	809,02
78	26,69	10
79	51,19	307,27
80	51,19	193,57
81	51,19	10
118	122,36	384,85
119	18,01	10
123	104,35	306,61
124	104,35	372,25
125	5,35	228,36
126	99	135,23
127	99	20
128	51,77	636,45
129	47,23	709,57
130	47,23	10
131	47,23	10
132	17,01	10

Tabla 6-13: Caudales y longitudes de tramo – Red 2

Id. Tramo	Q (L/s)	Longitud (m)
82	394,14	64,97
83	15,76	10
84	378,38	74,69
85	25,92	10
86	352,46	591,94
87	18,13	20
88	334,33	367,4
89	334,33	300,99
90	334,33	197,71

Id. Tramo	Q (L/s)	Longitud (m)
91	42,25	10
92	25,01	10
93	267,07	368,68
94	267,07	133,75
95	28,13	10
96	238,94	512,44
97	238,94	117,65
98	33,06	20
99	205,88	530,35
100	205,88	440,27
101	33,9	10
102	171,98	204,77
103	16,41	20
104	155,57	53,45
105	155,57	233,14
106	155,57	313,01
107	155,57	271,34
108	155,57	164,09
109	155,57	319,44
110	155,57	162,32
111	51,45	10
112	104,12	383,41
113	104,12	486,29
114	42,65	600
115	61,47	163,53
116	61,47	642,57
117	61,47	20

Tabla 6-14: Material y diámetro de tramos – Red 1

Id. Tramo	Material	Diámetro
501	PRFV	1200
5032	ACERO	500
502	ACERO	500
506	ACERO	400
507	ACERO	400
5092	ACERO	500
508	ACERO	400
5091	ACERO	400
5031	ACERO	500
510	ACERO	400
5111	ACERO	400
504	ACERO	500

Id. Tramo	Material	Diámetro
38	PVC	250
40	PVC	315
41	PVC	315
42	PVC	315
43	PVC	160
44	PVC	90
45	PVC	315
46	PVC	90
47	PVC	315
48	PRFV	710
49	PRFV	710
50	PRFV	710

Id. Tramo	Material	Diámetro
512	ACERO	400
513	ACERO	400
5112	ACERO	500
517	ACERO	500
519	ACERO	500
1	ACERO	1200
2	PVC	90
3	PVC	160
4	PVC	160
5	PVC	90
6	PRFV	1000
7	PVC	90
8	PRFV	1000
9	PVC	90
10	PRFV	1000
11	PVC	90
12	PVC	90
13	PRFV	1000
14	PRFV	1000
15	PVC	90
16	PVC	110
17	PVC	250
18	PVC	250
19	PVC	90
20	PVC	90
21	PVC	200
22	PVC	110
23	PRFV	900
24	PRFV	900
25	PRFV	900
26	PRFV	900
27	PVC	90
28	PRFV	630
29	PVC	90
30	PRFV	630
31	PVC	110
32	PRFV	500
33	PRFV	500
34	PRFV	500
35	PVC	90
36	PVC	400
37	PVC	400

Id. Tramo	Material	Diámetro
51	PVC	90
52	PVC	90
53	PVC	250
54	PVC	90
55	PVC	250
56	PVC	250
57	PVC	250
58	PVC	200
59	PVC	90
60	PVC	200
61	PVC	90
62	PVC	90
63	PRFV	630
64	PRFV	630
65	PVC	90
66	PVC	90
67	PRFV	500
68	PVC	110
69	PRFV	500
70	PRFV	500
71	PVC	90
72	PVC	250
73	PVC	140
74	PVC	90
75	PVC	140
76	PVC	90
77	PVC	400
78	PVC	140
79	PVC	250
80	PVC	250
81	PVC	250
118	PRFV	450
119	PVC	90
123	PRFV	450
124	PRFV	450
125	PVC	90
126	PRFV	450
127	PVC	140
128	PVC	250
129	PVC	315
130	PVC	110
131	PVC	90
132	PVC	90

Tabla 6-15: Material y diámetro de tramos – Red 2

Id. Tramo	Material	Diámetro
82	PRFV	800
83	PVC	90
84	PRFV	800
85	PVC	90
86	PRFV	800
87	PVC	90
88	PRFV	800
89	PRFV	800
90	PRFV	800

Id. Tramo	Material	Diámetro
91	PVC	90
92	PVC	90
93	PRFV	710
94	PRFV	710
95	PVC	90
96	PRFV	630
97	PRFV	630
98	PVC	90
99	PRFV	630
100	PRFV	630
101	PVC	90
102	PRFV	500
103	PVC	90
104	PRFV	500
105	PRFV	500
106	PRFV	500
107	PRFV	500
108	PRFV	500
109	PRFV	500
110	PRFV	500
111	PVC	90
112	PRFV	450
113	PRFV	450
114	PVC	200
115	PVC	400
116	PVC	400
117	PVC	110

Tabla 6-16: Valores de Hb para cada nodo – Red 1

Id. Tramo	Hb (m)
501	5,10
5032	5,56
502	5,19
506	6,54
507	7,29
5092	6,22
508	5,53
5091	7,28
5031	5,56
510	5,53
5111	7,28
504	5,19
512	5,54
513	7,29
5112	6,22
517	6,62
519	6,60
1	7,50
2	57,59
3	20,89
4	21,33
5	57,68
6	16,69
7	55,89
8	16,73
9	49,57
10	17,44
11	68,51
12	68,22
13	19,20
14	27,06
15	67,11
16	81,32
17	29,56
18	29,17
19	66,08
20	68,95
21	29,99
22	76,43
23	27,40
24	18,22
25	26,62

Id. Tramo	Hb (m)
40	28,41
41	23,63
42	30,49
43	80,63
44	76,41
45	29,96
46	72,05
47	85,07
48	25,90
49	24,95
50	26,04
51	65,24
52	71,46
53	20,02
54	72,89
55	30,10
56	84,26
57	82,52
58	34,68
59	77,62
60	37,67
61	79,99
62	74,57
63	28,78
64	26,73
65	63,75
66	76,27
67	22,00
68	75,84
69	17,87
70	19,45
71	71,95
72	30,15
73	82,82
74	77,11
75	33,27
76	78,77
77	31,07
78	79,79
79	21,15
80	21,24
81	80,80

Hb (m)	
Máximo	85,07
Mínimo	5,10
Promedio	40,30

Id. Tramo	Hb (m)
26	26,72
27	69,46
28	27,81
29	77,17
30	17,88
31	78,16
32	28,07
33	29,19
34	28,74
35	77,33
36	28,25
37	28,19
38	82,29

Id. Tramo	Hb (m)
118	16,61
119	61,00
123	16,20
124	18,81
125	18,15
126	20,05
127	79,61
128	20,61
129	28,12
130	75,94
131	75,99
132	59,62

Tabla 6-17: Valores de Hb para cada nodo – Red 2

Id. Tramo	Hb (m)
501	5,10
5032	5,56
502	5,19
506	6,54
507	7,29
5092	6,22
508	5,53
5091	7,28
5031	5,56
510	5,53
5111	7,28
504	5,19
512	5,54
513	7,29
5112	6,22
517	6,62
519	6,60
1	7,50
82	5,40
83	52,49
84	3,68
85	62,08
86	21,80
87	62,21
88	10,84
89	16,96
90	12,78

Id. Tramo	Hb (m)
91	55,06
92	57,12
93	17,20
94	19,27
95	68,34
96	28,61
97	28,89
98	70,18
99	14,97
100	8,20
101	67,19
102	9,97
103	68,81
104	11,45
105	12,74
106	19,01
107	22,29
108	19,43
109	20,73
110	15,77
111	64,53
112	11,16
113	10,92
114	72,96
115	11,61
116	-2,04
117	67,61

Hb (m)	
Máximo	72,96
Mínimo	-2,04
Promedio	22,82

Tabla 6-18: Cargas y Presiones en los nodos – Red 1

Id. Tramo	Nodo In	Nodo Fin	Z In (m)	Z fin (m)	P in (m)	H In (m)	H fin (m)	P fin (m)	PN
501	500	501	40,00	40,00	0,60	40,60	40,57	0,50	10
5032	501	5032	40,00	40,00	0,50	40,57	40,55	0,04	10
502	5032	502	40,00	40,00	0,04	40,55	40,54	0,41	10
506	502	506	40,00	40,00	0,41	40,54	40,51	0,20	10
507	506	507	40,00	40,00	0,20	125,59	125,56	85,25	10
5092	507	509	40,00	40,00	85,25	125,56	125,55	85,42	10
508	5032	508	40,00	40,00	0,04	40,55	40,52	0,21	10
5091	508	509	40,00	40,00	0,21	125,60	125,57	85,26	10
5031	501	5031	40,00	40,00	0,50	40,57	40,55	0,04	10
510	5031	510	40,00	40,00	0,04	40,55	40,52	0,21	10
5111	510	511	40,00	40,00	0,21	125,60	125,57	85,26	10
504	5031	504	40,00	40,00	0,04	40,55	40,54	0,41	10
512	504	512	40,00	40,00	0,41	40,54	40,51	0,20	10
513	512	513	40,00	40,00	0,20	125,59	125,56	85,25	10
5112	513	511	40,00	40,00	85,25	125,56	125,55	85,42	10
517	509	0	40,00	40,00	85,26	125,55	125,53	85,02	10
519	511	0	40,00	40,00	85,26	125,55	125,53	85,02	10
1	0	1	40,00	41,11	85,02	125,53	125,31	84,14	10
2	1	2	41,11	43,00	84,14	125,31	123,92	80,59	10
3	1	3	41,11	50,53	84,14	125,31	121,40	70,78	10
4	3	4	50,53	49,78	70,78	121,40	120,19	70,32	10
5	4	5	49,78	49,02	70,32	120,19	118,38	68,41	10
6	1	6	41,11	50,00	84,14	125,31	125,05	74,99	10
7	6	7	50,00	50,30	74,99	125,05	124,41	73,80	10
8	6	8	50,00	50,02	74,99	125,05	125,01	74,93	10
9	8	9	50,02	49,40	74,93	125,01	124,70	75,24	10
10	8	10	50,02	50,55	74,93	125,01	124,83	74,22	10
11	10	11	50,55	49,93	74,22	124,83	123,05	72,68	10
12	10	12	50,55	50,75	74,22	124,83	124,15	73,08	10
13	10	13	50,55	52,02	74,22	124,83	124,53	72,46	10
14	13	14	52,02	59,66	72,46	124,53	124,31	64,60	10
15	14	15	59,66	60,00	64,60	124,31	123,28	63,04	10
16	14	16	59,66	58,74	64,60	124,31	121,37	61,67	10
17	14	17	59,66	60,00	64,60	124,31	122,45	62,27	10
18	17	18	60,00	55,79	62,27	122,45	118,55	62,57	10
19	18	19	55,79	54,04	62,57	118,55	117,55	63,02	10
20	18	20	55,79	58,05	62,57	118,55	117,81	59,40	10
21	18	21	55,79	48,58	62,57	118,55	110,49	61,75	10
22	21	22	48,58	48,48	61,75	110,49	107,94	57,70	10
23	14	23	59,66	60,00	64,60	124,31	124,29	64,26	10
24	23	24	60,00	50,73	64,26	124,29	124,20	73,44	10
25	24	25	50,73	59,04	73,44	124,20	124,11	65,04	10

Id. Tramo	Nodo In	Nodo Fin	Z In (m)	Z fin (m)	P in (m)	H In (m)	H fin (m)	P fin (m)	PN
26	25	26	59,04	59,00	65,04	124,11	123,97	64,94	10
27	26	27	59,00	58,83	64,94	123,97	122,14	62,86	10
28	26	28	59,00	60,00	64,94	123,97	123,87	63,86	10
29	28	29	60,00	60,00	63,86	123,87	122,05	61,60	10
30	28	30	60,00	50,00	63,86	123,87	123,79	73,78	10
31	30	31	50,00	50,00	73,78	123,79	122,51	72,12	10
32	30	32	50,00	60,01	73,78	123,79	123,62	63,59	10
33	32	33	60,01	61,00	63,59	123,62	123,49	62,47	10
34	33	34	61,00	60,47	62,47	123,49	123,42	62,93	10
35	34	35	60,47	60,40	62,93	123,42	120,60	58,68	10
36	34	36	60,47	59,90	62,93	123,42	123,34	63,42	10
37	36	37	59,90	59,83	63,42	123,34	123,33	63,48	10
38	37	38	59,83	59,10	63,48	123,33	123,32	64,19	10
40	37	40	59,83	60,00	63,48	123,33	123,31	63,29	10
41	40	41	60,00	54,90	63,29	123,31	122,98	68,05	10
42	41	42	54,90	61,30	68,05	122,98	122,52	61,19	10
43	42	43	61,30	60,55	61,19	122,52	122,50	61,93	10
44	42	44	61,30	62,40	61,19	122,52	122,25	59,73	10
45	42	45	61,30	60,64	61,19	122,52	122,36	61,72	10
46	45	46	60,64	58,33	61,72	122,36	121,85	63,28	10
47	45	47	60,64	60,52	61,72	122,36	122,36	61,84	10
48	26	48	59,00	57,99	64,94	123,97	123,80	65,78	10
49	48	49	57,99	57,00	65,78	123,80	123,75	66,72	10
50	49	50	57,00	58,00	66,72	123,75	123,67	65,64	10
51	50	51	58,00	58,94	65,64	123,67	123,28	64,16	10
52	50	52	58,00	55,07	65,64	123,67	122,55	67,21	10
53	50	53	58,00	50,00	65,64	123,67	121,73	71,68	10
54	53	54	50,00	50,00	71,68	121,73	121,57	71,51	10
55	53	55	50,00	58,41	71,68	121,73	120,04	61,59	10
56	55	56	58,41	60,01	61,59	120,04	120,03	60,02	10
57	55	57	58,41	60,44	61,59	120,04	120,04	59,59	10
58	55	58	58,41	62,01	61,59	120,04	119,04	57,01	10
59	58	59	62,01	65,98	57,01	119,04	118,94	52,91	10
60	58	60	62,01	64,74	57,01	119,04	118,78	54,03	10
61	60	61	64,74	65,58	54,03	118,78	118,65	53,01	10
62	60	62	64,74	64,42	54,03	118,78	118,56	54,05	10
63	50	63	58,00	60,59	65,64	123,67	123,52	62,91	10
64	63	64	60,59	58,44	62,91	123,52	123,42	64,95	10
65	64	65	58,44	58,03	64,95	123,42	122,89	64,61	10
66	64	66	58,44	56,13	64,95	123,42	121,73	65,19	10
67	64	67	58,44	53,34	64,95	123,42	123,07	69,69	10
68	67	68	53,34	51,24	69,69	123,07	120,58	68,54	10
69	67	69	53,34	49,00	69,69	123,07	122,86	73,83	10

Id. Tramo	Nodo In	Nodo Fin	Z In (m)	Z fin (m)	P in (m)	H In (m)	H fin (m)	P fin (m)	PN
70	69	70	49,00	50,23	73,83	122,86	122,50	72,25	10
71	70	71	50,23	50,80	72,25	122,50	121,91	70,83	10
72	70	72	50,23	59,17	72,25	122,50	120,77	61,54	10
73	72	73	59,17	59,96	61,54	120,77	120,57	60,54	10
74	72	74	59,17	58,37	61,54	120,77	120,19	61,55	10
75	72	75	59,17	59,33	61,54	120,77	117,90	58,49	10
76	75	76	59,33	61,07	58,49	117,90	116,95	55,42	10
77	70	77	50,23	61,12	72,25	122,50	121,79	60,65	10
78	77	78	61,12	60,16	60,65	121,79	121,59	61,27	10
79	77	79	61,12	49,95	60,65	121,79	120,56	70,55	10
80	79	80	49,95	49,27	70,55	120,56	119,79	70,46	10
81	80	81	49,27	49,52	70,46	119,79	119,75	70,18	10
118	14	118	59,66	48,82	64,60	124,31	123,92	75,08	10
119	118	119	48,82	49,18	75,08	123,92	123,09	73,50	10
123	36	123	59,90	47,63	63,42	123,34	123,11	75,47	10
124	123	124	47,63	49,96	75,47	123,11	122,83	72,85	10
125	124	125	49,96	47,26	72,85	122,83	120,81	73,52	10
126	125	126	47,26	49,07	73,52	120,81	120,72	71,63	10
127	126	127	49,07	48,98	71,63	120,72	116,15	65,07	10
128	126	128	49,07	47,00	71,63	120,72	118,12	71,06	10
129	128	129	47,00	53,75	71,06	118,12	117,32	63,55	10
130	129	130	53,75	54,12	63,55	117,32	115,45	60,07	10
131	129	131	53,75	53,66	63,55	117,32	112,34	55,86	10
132	129	132	53,75	53,59	63,55	117,32	116,57	62,62	10

Tabla 6-19: Cargas y Presiones en los nodos – Red 2

Id. Tramo	Nodo In	Nodo Fin	Z In (m)	Z fin (m)	P in (m)	H In (m)	H fin (m)	P fin (m)	PN
82	82	1	41,11	38,99	84,14	125,31	125,28	86,26	10
83	83	82	38,99	38,71	86,26	125,28	124,63	85,61	10
84	84	82	38,99	37,25	86,26	125,28	125,24	87,97	10
85	85	84	37,25	37,01	87,97	125,24	123,60	85,74	10
86	86	84	37,25	55,11	87,97	125,24	124,99	69,85	10
87	87	86	55,11	54,79	69,85	124,99	123,29	68,09	10
88	88	86	55,11	44,00	69,85	124,99	124,84	80,82	10
89	89	88	44,00	50,00	80,82	124,84	124,72	74,70	10
90	90	89	50,00	45,75	74,70	124,72	124,65	78,87	10
91	91	90	45,75	48,33	78,87	124,65	120,59	70,00	10
92	92	90	45,75	44,16	78,87	124,65	123,11	78,16	10
93	93	90	45,75	49,98	78,87	124,65	124,48	74,47	10
94	94	93	49,98	52,00	74,47	124,48	124,41	72,39	10

Id. Tramo	Nodo In	Nodo Fin	Z In (m)	Z fin (m)	P in (m)	H In (m)	H fin (m)	P fin (m)	PN
95	95	94	52,00	52,47	72,39	124,41	122,50	69,03	10
96	96	94	52,00	60,99	72,39	124,41	124,07	63,05	10
97	97	96	60,99	61,18	63,05	124,07	123,99	62,78	10
98	98	97	61,18	60,37	62,78	123,99	118,83	57,08	10
99	99	97	61,18	46,99	62,78	123,99	123,72	76,71	10
100	100	99	46,99	40,00	76,71	123,72	123,49	83,47	10
101	101	100	40,00	40,00	83,47	123,49	120,79	79,34	10
102	102	100	40,00	41,52	83,47	123,49	123,26	81,70	10
103	103	102	41,52	43,00	81,70	123,26	121,85	78,51	10
104	104	102	41,52	42,95	81,70	123,26	123,21	80,22	10
105	105	104	42,95	44,02	80,22	123,21	122,99	78,93	10
106	106	105	44,02	50,00	78,93	122,99	122,69	72,66	10
107	107	106	50,00	53,00	72,66	122,69	122,44	69,41	10
108	108	107	53,00	50,00	69,41	122,44	122,29	72,25	10
109	109	108	50,00	51,00	72,25	122,29	121,98	70,95	10
110	110	109	51,00	45,88	70,95	121,98	121,83	75,92	10
111	111	110	45,88	44,97	75,92	121,83	115,99	67,68	10
112	112	110	45,88	40,99	75,92	121,83	121,55	80,53	10
113	113	112	40,99	40,39	80,53	121,55	121,18	80,77	10
114	114	116	26,98	39,42	93,73	120,72	115,65	76,13	10
115	115	113	40,39	41,00	80,77	121,18	121,09	80,08	10
116	116	115	41,00	26,98	80,08	121,09	120,72	93,73	10
117	117	116	26,98	26,54	93,73	120,72	114,61	85,93	10

Tabla 6-20: VPN

Año	Nº años	Costo inversión (U$S)	Costo O&M (U$S/año)	VPN (U$S)
2016	0	4.546.217	560.770	5.106.987
2017	1		560.770	529.028
2018	2		560.770	499.083
2019	3		560.770	470.833
2020	4		560.770	444.182
2021	5		560.770	419.040
2022	6		560.770	395.321
2023	7		560.770	372.944
2024	8		560.770	351.834
2025	9		560.770	331.919
2026	10		560.770	313.131
2027	11		560.770	295.407
2028	12		560.770	278.686
2029	13		560.770	262.911
2030	14		560.770	248.029
2031	15		560.770	233.990
2032	16		560.770	220.745
2033	17		560.770	208.250
2034	18		560.770	196.462
2035	19		560.770	185.342
2036	20		560.770	174.851
2037	21		560.770	164.954
2038	22		560.770	155.617
2039	23		560.770	146.808
2040	24		560.770	138.498
2041	25		560.770	130.659
2042	26		560.770	123.263
2043	27		560.770	116.286
2044	28		560.770	109.704
2045	29		560.770	103.494
2046	30		560.770	97.636
			Total	**12.825.893**

6.3 Tablas de resultados – Embalse Multipredial con recarga desde pozo infrabasáltico

Tabla 6-21: VPN

Año	Nº años	Costo inversión (U$S)	Costo O&M (U$S/año)	VPN (U$S)
2016	0	6.353.959	674.143	7.028.102
2017	1		674.143	635.984
2018	2		674.143	599.985
2019	3		674.143	566.024
2020	4		674.143	533.985
2021	5		674.143	503.759
2022	6		674.143	475.244
2023	7		674.143	448.344
2024	8		674.143	422.966
2025	9		674.143	399.024
2026	10		674.143	376.438
2027	11		674.143	355.130
2028	12		674.143	335.029
2029	13		674.143	316.065
2030	14		674.143	298.174
2031	15		674.143	281.296
2032	16		674.143	265.374
2033	17		674.143	250.353
2034	18		674.143	236.182
2035	19		674.143	222.813
2036	20		674.143	210.201
2037	21		674.143	198.303
2038	22		674.143	187.078
2039	23		674.143	176.489
2040	24		674.143	166.499
2041	25		674.143	157.074
2042	26		674.143	148.183
2043	27		674.143	139.796
2044	28		674.143	131.883
2045	29		674.143	124.418
2046	30		674.143	117.375
			Total	**16.307.570**

6.4 Tablas de Costos – Salto Grande

A continuación se presentan para los distintos rubros las unidades necesarias de cada componente y su costo.

Tabla 6-22: Costos Tuberías

Material/Diámetro/PN	Longitud (m)	Precio unitario (U$S/m)	Precio unitario con colocación (U$S/m)	Precio total (U$S)
PRFV 630 10	1008,50	150,00	163,04	164.429
PRFV 800 10	543,30	210,00	223,04	121.180
PRFV 900 10	808,00	240,00	253,04	204.459
PRFV 1000 10	5458,80	270,00	283,04	1.545.078
PRFV 1200 10	3128,50	360,00	373,04	1.167.067
PRFV 1000 16	58,90	360,00	373,04	21.972
ACERO 400 10	40,49	156,23	169,27	6.854
ACERO 500 10	4,34	301,57	314,61	1.365
ACERO 1200 10	219,80	1215,85	1228,89	270.108
PVC 110 6	40,00	4,98	18,03	721
PVC 160 6	323,00	11,00	24,04	7.766
PVC 90 10	425,00	4,06	17,10	7.269
PVC 110 10	80,00	4,92	17,96	1.437
PVC 140 10	70,00	9,71	22,75	1.593
PVC 160 10	654,20	12,95	25,99	17.005
PVC 200 10	1036,60	17,70	30,75	31.874
PVC 250 10	2570,10	26,07	39,11	100.514
PVC 315 10	3500,10	42,05	55,09	192.830
PVC 400 10	4444,20	67,62	80,67	358.498
			Total (U$S)	4.222.018

Asumiendo que en un mismo flete se transportarán tuberías de distinto diámetro, una adentro de otra, se estima el siguiente número de viajes y costo total de flete desde área metropolitana del país a Salto.

Tabla 6-23: Costo Flete tuberías

Número viajes	Costo unitario viaje (U$S)	**Costo total Flete (U$S)**
385	2.200	**847.439**

Tabla 6-24: Costos Piezas Especiales

Válvula cierre				Ventosa			
Diámetro	Cantidad	Precio unitario (U$S)	Precio total (U$S)	Diámetro	Cantidad	Precio unitario (U$S)	Precio total (U$S)
90	26	152,00	3.952,00	90	26	1060	27.560,00
110	8	236,00	1.888,00	110	8	1060	8.480,00
140	5	879,51	4.397,54	140	5	1060	5.300,00
160	5	879,51	4.397,54	160	6	1060	6.360,00
200	2	879,51	1.759,02	200	2	1060	2.120,00
250	5	1.014,75	5.073,77	250	4	1060	4.240,00
315	3	890,00	2.670,00	315	6	1060	6.360,00
400	6	5.270,00	31.620,00	400	3	1060	3.180,00
500		6.844,70	0,00	500		1060	0,00
630	1	8.978,39	8.978,39	630	2	1060	2.120,00
800	1	10.291,43	10.291,43	800		1060	0,00
900		11.768,60	0,00	900	1	1060	1.060,00
1000	2	15.051,20	30.102,40	1000	5	1060	5.300,00
1200	1	18.333,80	18.333,80	1200	1	1060	1.060,00
		Total (U$S)	123.464			Total (U$S)	73.140

Contador				Válvula retención			
Diámetro	Cantidad	Precio unitario (U$S)	Precio total (U$S)	Diámetro	Cantidad	Precio unitario (U$S)	Precio total (U$S)
90	26	58	1.508,00	90			0,00
110	8	58	464,00	110			0,00
140	5	58	290,00	140			0,00
160	5	58	290,00	160			0,00
200	2	58	116,00	200			0,00
250	4	58	232,00	250			0,00
315	2	58	116,00	315			0,00
400		58	0,00	400	6	3900	23.400,00
500		58	0,00	500			0,00
630		58	0,00	630			0,00
800		58	0,00	800			0,00
900		58	0,00	900			0,00
1000		58	0,00	1000			0,00
1200		58	0,00	1200			0,00
		Total (U$S)	3.016			Total (U$S)	23.400

Manómetro			
Diámetro	Cantidad	Precio unitario (U$S)	Precio total (U$S)
90	26	18	468,00
110	8	18	144,00
140	5	18	90,00
160	5	18	90,00
200	2	18	36,00
250	4	18	72,00
315	2	18	36,00
		Total (U$S)	936

Total Piezas especiales (U$S)	**223.956**

Tabla 6-25: Costos Estructuras Hormigón

Tipo	Volumen Hormigón (m3)	Precio unitario (U$S/m3)	Precio total (U$S)
Anclajes	74,5	800	59.600
Infraestructura Toma	35	800	27.623
Cámaras de Válvulas	5	800	3.646
		Total (U$S)	**90.869**

Tabla 6-26: Costos Equipos Bombeo

Modelo	Cantidad	Precio unitario (U$S)	Precio total (U$S)
Flygt CP 3240	5	90.000	450.000
KSB Meganorm 350-370B	3	36.709	110.127
		Total (U$S)	**560.127**

Tabla 6-29: Costos Tablero y PLC

Total (U$S)	**65.000**

6.5 Tablas de Costos – Embalse Multipredial

A continuación se presentan para los distintos rubros las unidades necesarias de cada componente y su costo.

Tabla 6-28: Costos Tuberías

Material/Diámetro/PN	Longitud (m)	Precio unitario (U$S/m)	Precio unitario con colocación (U$S/m)	Precio total (U$S)
PRFV 450 10	2068,64	101,87	114,91	237.715
PRFV 500 10	3322,66	117,99	131,03	435.380
PRFV 630 10	2609,22	150,00	163,04	425.416
PRFV 710 10	1045,67	185,69	198,74	207.814
PRFV 800 10	1597,70	210,00	223,04	356.357
PRFV 900 10	804,04	240,00	253,04	203.457
PRFV 1000 10	1615,63	270,00	283,04	457.294
PRFV 1200 10	54,00	360,00	373,04	20.144
ACERO 400 10	8,00	156,23	169,27	1.354
ACERO 500 10	6,51	301,57	314,61	2.048
ACERO 1200 10	137,43	1215,85	1228,89	168.887
PVC 110 6	0,00	4,98	18,03	0
PVC 160 6	0,00	11,00	24,04	0
PVC 90 10	718,36	4,06	17,10	12.286
PVC 110 10	100,00	4,92	17,96	1.796
PVC 140 10	309,47	9,71	22,75	7.042
PVC 160 10	474,53	12,95	25,99	12.335
PVC 200 10	1803,75	17,70	30,75	55.462
PVC 250 10	3104,12	26,07	39,11	121.399
PVC 315 10	1473,18	42,05	55,09	81.161
PVC 400 10	1698,85	67,62	80,67	137.040
			Total (U$S)	**2.944.387**

Asumiendo que en un mismo flete se transportarán tuberías de distinto diámetro, una adentro de otra, se estima el siguiente número de viajes y costo total de flete desde área metropolitana a Salto.

Tabla 6-29: Costo Flete tuberías

Número viajes	Costo unitario viaje (U$S)	Costo total viajes (U$S)
184	2.200	404.805

Tabla 6-30: Costos Piezas Especiales

Válvula cierre				Ventosa			
Diámetro	Cantidad	Precio unitario (U$S)	Precio total (U$S)	Diámetro	Cantidad	Precio unitario (U$S)	Precio total (U$S)
90	38	152,00	5.776,00	90	38	1060	40.280,00
110	5	236,00	1.180,00	110	5	1060	5.300,00
140	3	879,51	2.638,52	140	3	1060	3.180,00
160	2	879,51	1.759,02	160	1	1060	1.060,00
200	1	879,51	879,51	200	1	1060	1.060,00
250	6	1.014,75	6.088,52	250	5	1060	5.300,00
315	2	890,00	1.780,00	315	2	1060	2.120,00
400	9	5.270,00	47.430,00	400	1	1060	1.060,00
450	3	6.024,05	18.072,15	450	2	1060	2.120,00
500	1	6.844,70	6.844,70	500	2	1060	2.120,00
630	1	8.978,39	8.978,39	630	3	1060	3.180,00
710	2	10.291,43	20.582,86	710	2	1060	2.120,00
800		11.768,60	0,00	800	1	1060	1.060,00
900		11.768,60	0,00	900		1060	0,00
1000	1	15.051,20	15.051,20	1000		1060	0,00
1200		18.333,80	0,00	1200		1060	0,00
		Total (U$S)	137.061			Total (U$S)	69.960

Contador				Válvula retención			
Diámetro	Cantidad	Precio unitario (U$S)	Precio total (U$S)	Diámetro	Cantidad	Precio unitario (U$S)	Precio total (U$S)
90	38	58	2.204,00	90			0,00
110	5	58	290,00	110			0,00
140	1	58	58,00	140			0,00
160	1	58	58,00	160			0,00
200	4	58	232,00	200			0,00
250	1	58	58,00	250			0,00
315		58	0,00	315			0,00
400		58	0,00	400	5	3900	19.500,00
450		58	0,00	450			0,00
500		58	0,00	500			0,00
630		58	0,00	630			0,00
710		58	0,00	710			0,00
800		58	0,00	800			0,00
900		58	0,00	900			0,00
1000		58	0,00	1000			0,00
1200		58	0,00	1200			0,00
		Total (U$S)	2.900			Total (U$S)	19.500

Manómetro			
Diámetro	**Cantidad**	**Precio unitario (U$S)**	**Precio total (U$S)**
90	38	18	684,00
110	5	18	90,00
140	3	18	54,00
160	1	18	18,00
200	1	18	18,00
250	1	18	18,00
315	1	18	18,00
400		18	0,00
450		18	0,00
500		18	0,00
630		18	0,00
710		18	0,00
800		18	0,00
900		18	0,00
1000		18	0,00
1200		18	0,00
		Total (U$S)	900

Total Piezas especiales (U$S)	230.321

Tabla 6-31: Costos Estructuras Hormigón

Tipo	Volumen Hormigón (m3)	Precio unitario (U$S/m3)	Precio total (U$S)
Anclajes	74,5	800	59.600
Infraestructura Toma	5,9	800	4.680
Cámaras de Válvulas	4,6	800	3.646
		Total (U$S)	67.926

Tabla 6-32: Costos Equipos Bombeo

Modelo	Cantidad	Precio unitario (U$S)	Precio total (U$S)
Cornell 6HH 1930rpm	7	20.000	140.000
		Total (U$S)	**140.000**

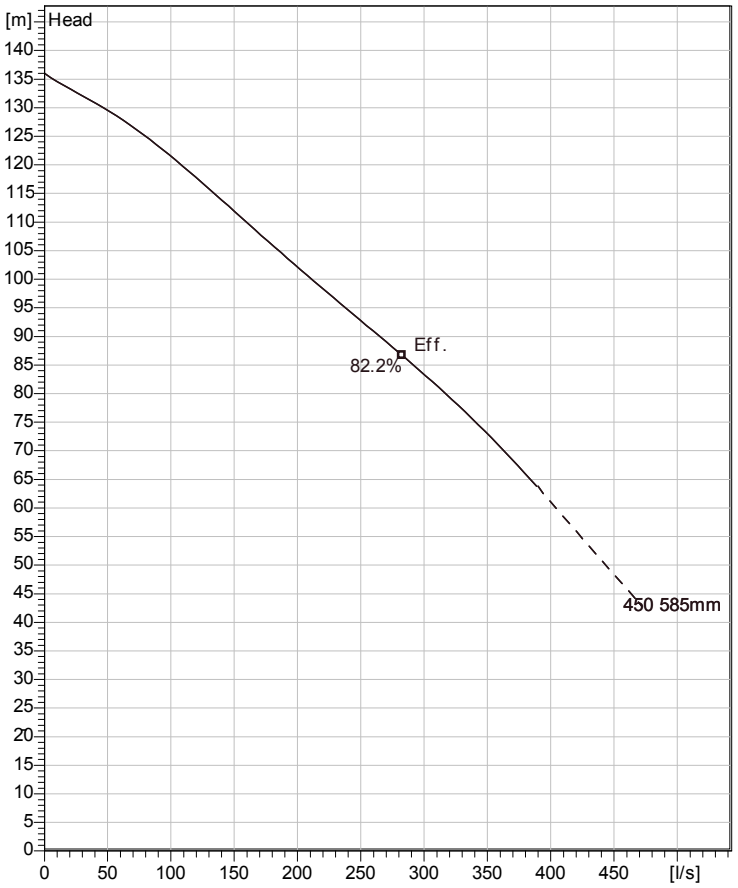
Tabla 6-33: Costos Tablero y PLC

Total (U$S)	**65.000**

7. ANEXO II: CATÁLOGOS DE EQUIPOS

CP 3240/882 3~ 450

Technical specification

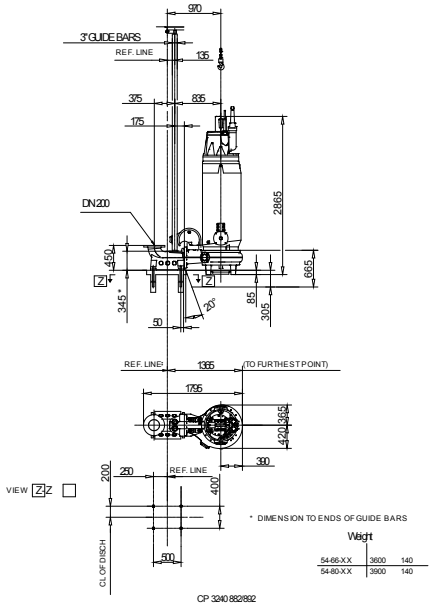


Water *Curve according to: ISO 9906*



Note: Picture might not correspond to the current configuration.

Installation: P - Semi permanent, Wet



General

Shrouded single or multi-channel impeller pumps with large throughlets and single volute pump casing for liquids containing solids and fibres. Cast iron design with double sealing technology.

Impeller

Impeller material	Grey cast Iron
Outlet width	200 mm
Suction Flange Diameter	250 mm
Impeller diameter	585 mm
Number of blades	2
Throughlet diameter	78 mm

Motor

Motor #	C0882.000 54-80-4HD-W 325KW
Stator variant	4
Frequency	50 Hz
Rated voltage	6000 V
Number of poles	4
Phases	3~
Rated power	325 kW
Rated current	39 A
Starting current	284 A
Rated speed	1495 1/min
Power factor	
1/1 Load	0.84
3/4 Load	0.80
1/2 Load	0.70
Efficiency	
1/1 Load	95.5 %
3/4 Load	95.5 %
1/2 Load	95.0 %

Configuration

Project	Project ID	Created by	Created on	Last update
			2014-07-20	

CP 3240/882 3~ 450

Performance curve

Pump

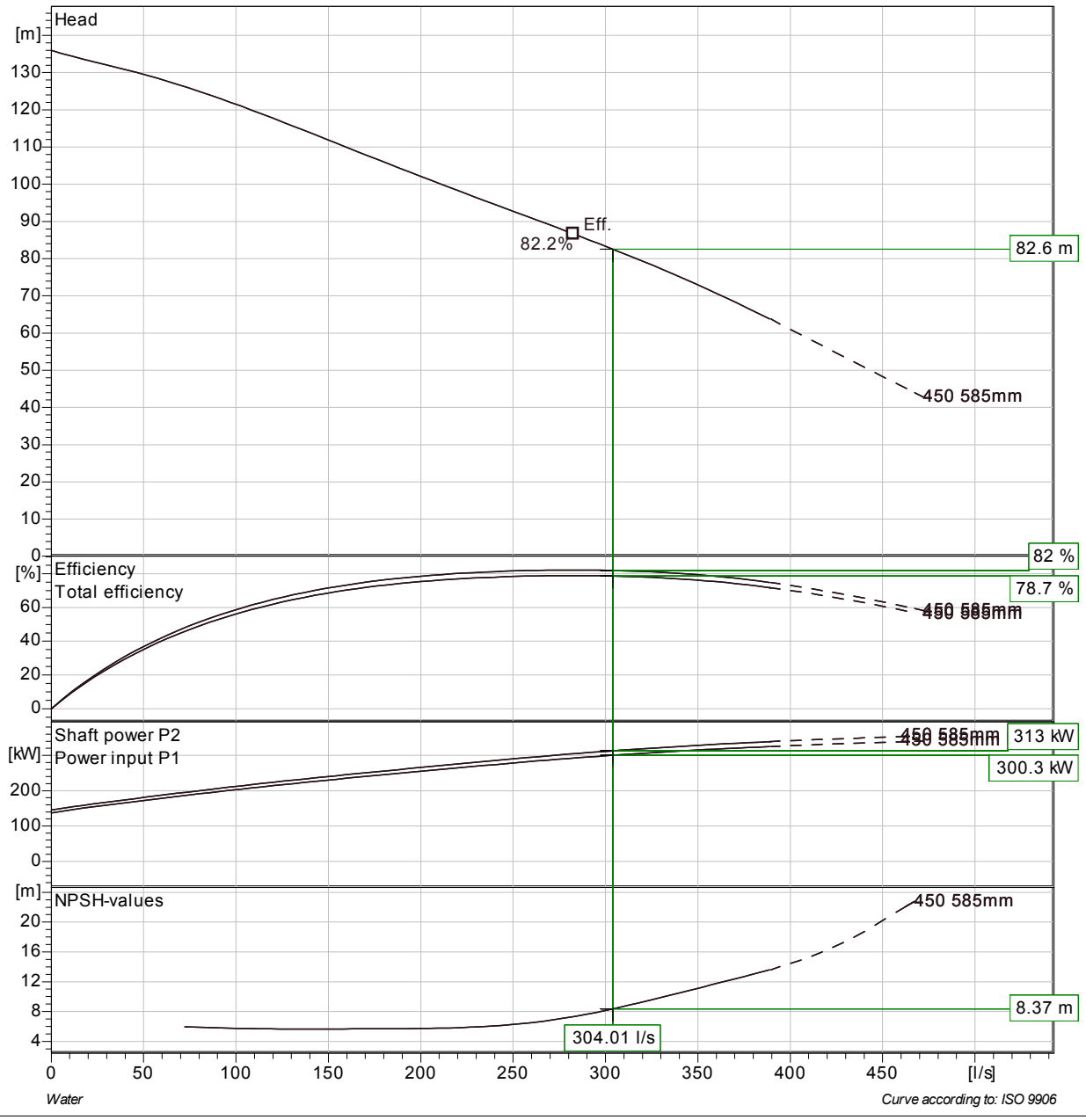
Outlet width	200 mm
Suction Flange Diameter	250 mm
Impeller diameter	585 mm
Number of blades	2
Throughlet diameter	78 mm

Motor

Motor #	C0882.000 54-80-4HD-W 325KW
Stator variant	4
Frequency	50 Hz
Rated voltage	6000 V
Number of poles	4
Phases	3~
Rated power	325 kW
Rated current	39 A
Starting current	284 A
Rated speed	1495 1/min

Power factor	
1/1 Load	0.84
3/4 Load	0.80
1/2 Load	0.70

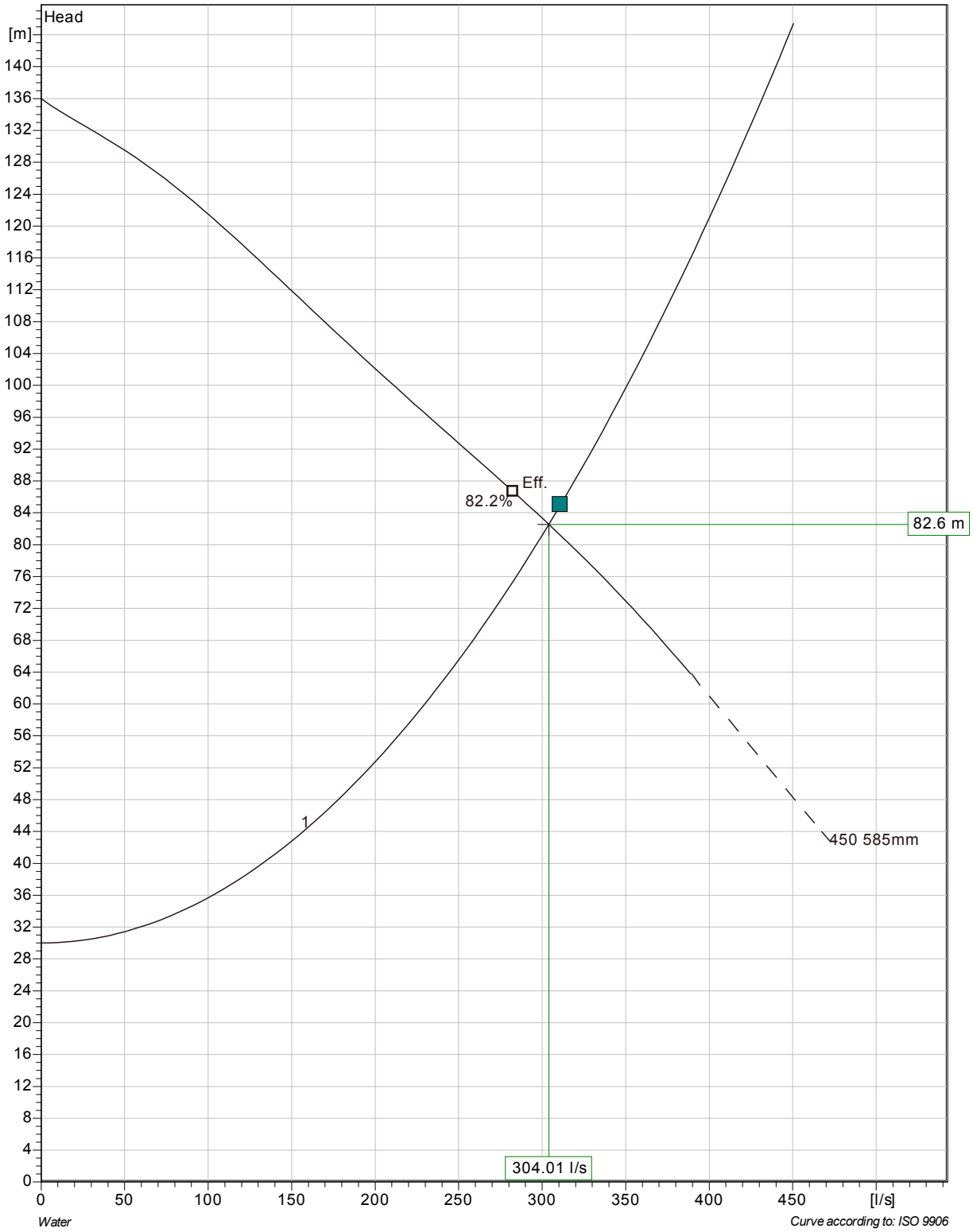
Efficiency	
1/1 Load	95.5 %
3/4 Load	95.5 %
1/2 Load	95.0 %



Project	Project ID	Created by	Created on	Last update
			2014-07-20	

CP 3240/882 3~ 450

Duty Analysis

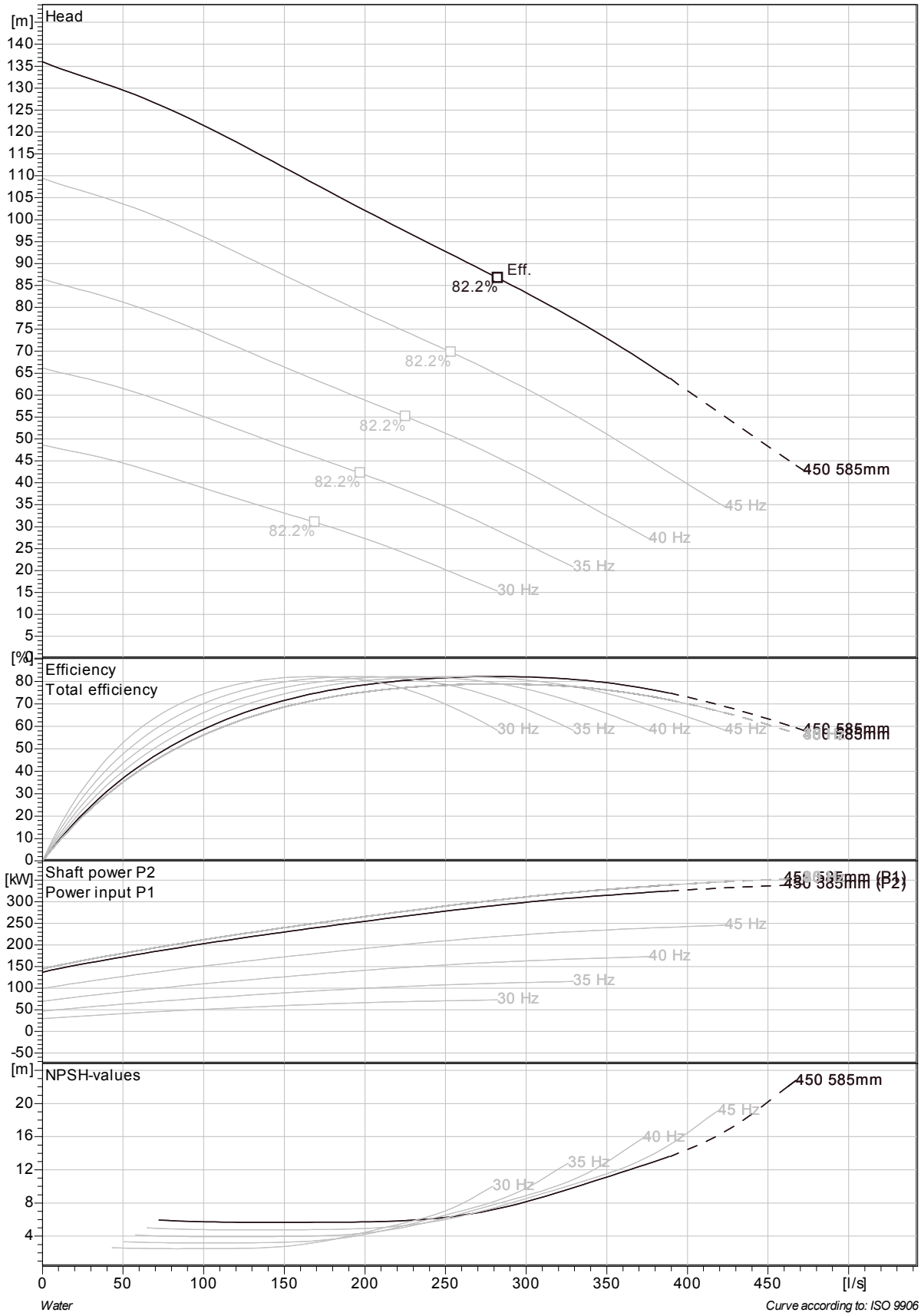


Pumps running /System	Individual pump			Total					
	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power	Hyd eff.	Specific energy	NPSHre
1	304 l/s	82.6 m	300 kW	304 l/s	82.6 m	300 kW	82 %	0.286 kWh/m³	8.37 m

Project	Project ID	Created by	Created on	Last update
			2014-07-20	

CP 3240/882 3~ 450

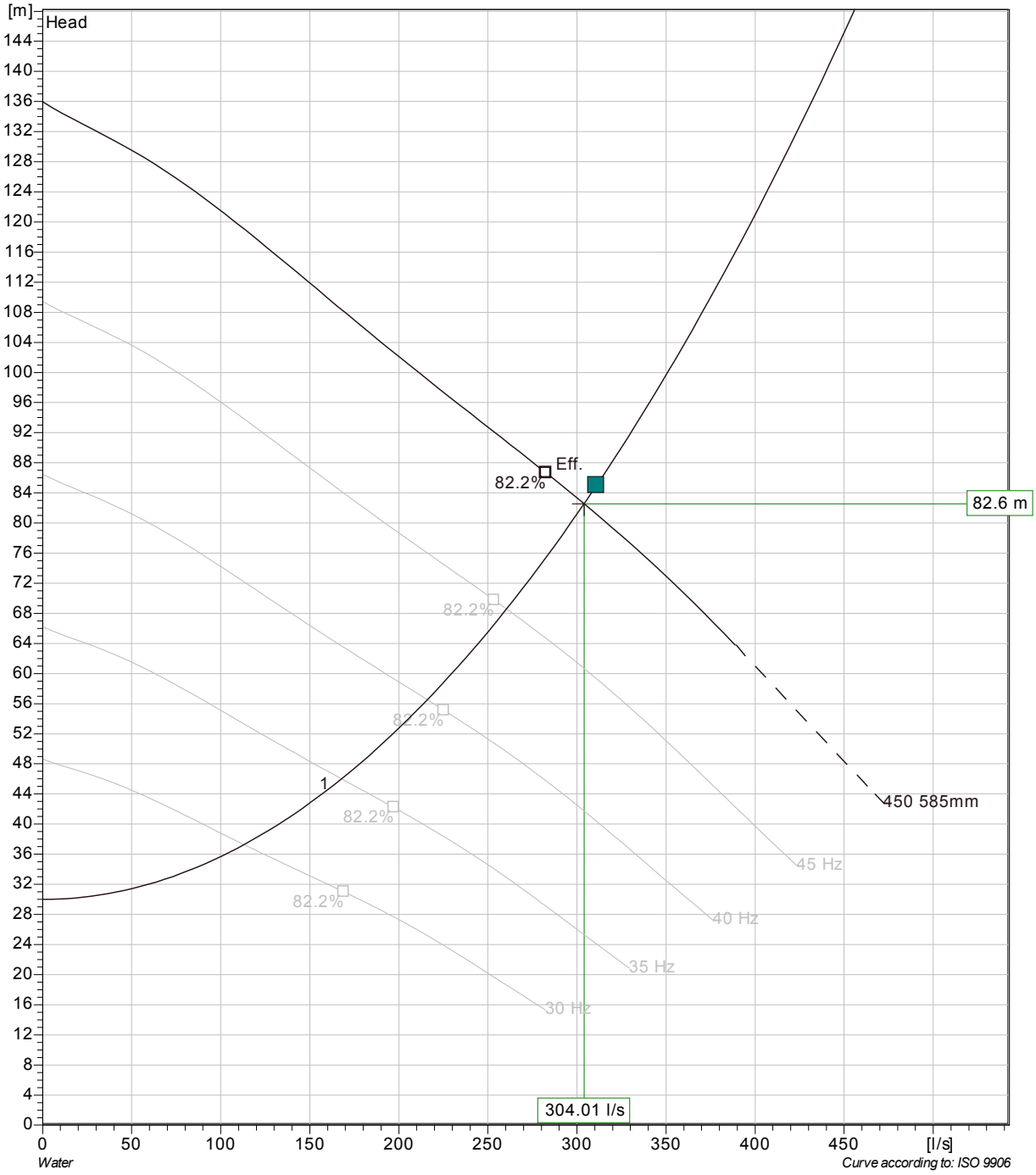
VFD Curve



Project	Project ID	Created by	Created on	Last update
			2014-07-20	

CP 3240/882 3~ 450

VFD Analysis

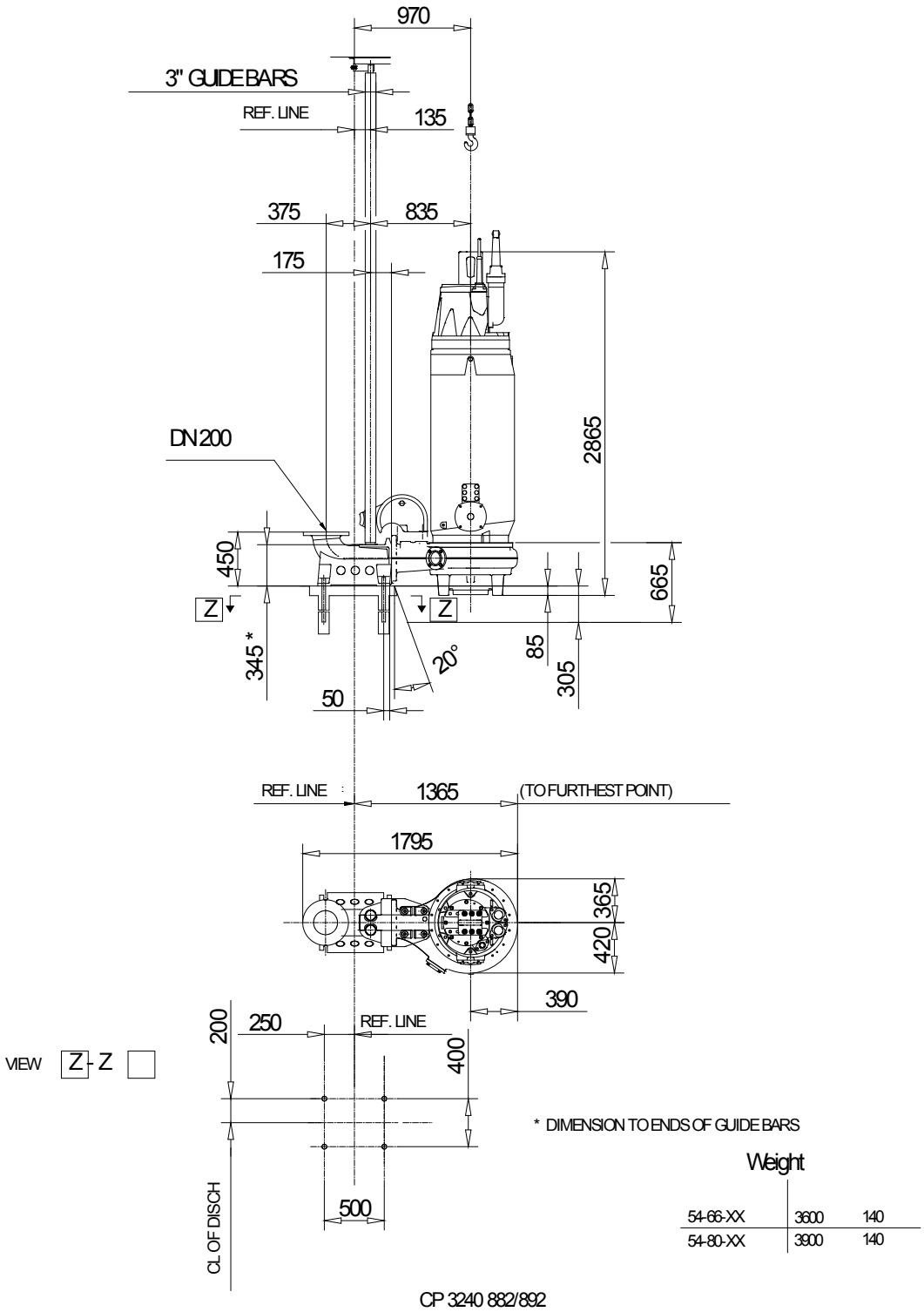


Pumps running /System	Individual pump Frequency	Flow	Head	Shaft power	Total Flow	Head	Shaft power	Hyd eff.	Specific energy	NPSHre
1	50 Hz	304 l/s	82.6 m	300 kW	304 l/s	82.6 m	300 kW	82 %	0.286 kWh/m³	8.37 m
1	45 Hz	260 l/s	68.6 m	213 kW	260 l/s	68.6 m	213 kW	82.2 %	0.314 kWh/m³	6.45 m
1	40 Hz	216 l/s	56.5 m	146 kW	216 l/s	56.5 m	146 kW	82.2 %	0.352 kWh/m³	4.77 m
1	35 Hz	168 l/s	46 m	93.1 kW	168 l/s	46 m	93.1 kW	81.3 %	0.413 kWh/m³	3.42 m
1	30 Hz	113 l/s	37.3 m	53.4 kW	113 l/s	37.3 m	53.4 kW	77.4 %	0.54 kWh/m³	2.51 m

Project	Project ID	Created by	Created on	Last update
			2014-07-20	

CP 3240/882 3~ 450

Dimensional drawing



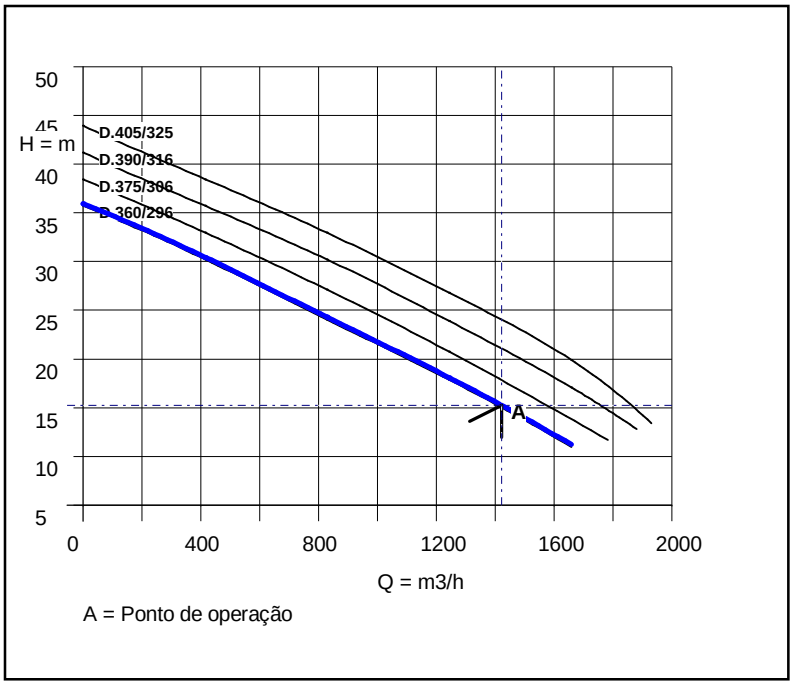
Project	Project ID	Created by	Created on	Last update
			2014-07-20	

Cliente: .	S/Ref.: .	Data:16/07/2014
Contato: .	Tel/Fax:	Tag:

Conjunto Moto Bomba Modelo: MEGANORM 350-370B

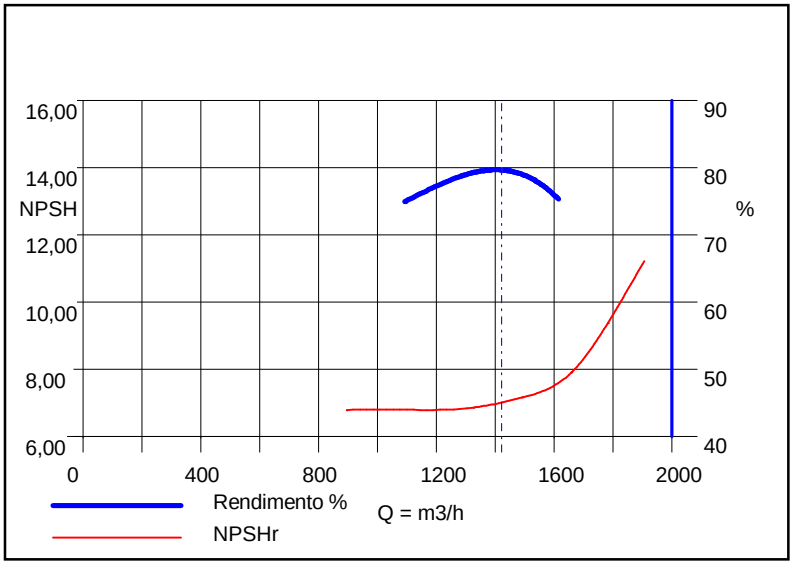
Dados Operacionais:

Vazão	: ***1422,00***	m3/h
Amt	: ***15,20***	m
NPSH (Requerido)	: ***7,01***	m
Rendimento	: ***81,00***	%
Diam.Rotor Projeto	: ***361/297***	mm
Líquido Bombeado	: ***Água***	
Temperatura	: ***25***	C
Densidade	: ***1,000***	Kgf/dm3
Velocidade	: ***1450***	rpm
Viscosidade	: ***1,00***	cSt
Potência Consumida	: ***98,80***	CV



Dados Construtivos:

Diam. Sucção	: ***350mm***
Posição	: ***HORIZONTAL***
Classe Pressão	: ***125# FF***
Norma	: ***ANSI B16.1***
Diam. Recalque	: ***350mm***
Posição	: ***VERTICAL***
Classe Pressão	: ***125# FF***
Norma	: ***ANSI B16.1***
Construção	: ***PÉS***
Mancais	: ***ROLAMENTOS***
Lubrificação	: ***ÓLEO***
Rotação(v.l.acion)	: ***Horário***
Base	: ***Estrutural***
Luva Elástica	:
Motor	:
Vedação	: ***Gaxeta***



Materiais:

Carcaça	: ***A48CL30***
Rotor	: ***A48CL30***
Eixo	: ***SAE1045***
Luva Protetora Eixo	: ***A48CL30***
Anel de Desgaste	: ***A48CL30***

CORNELL PUMP COMPANY

AGRICULTURE

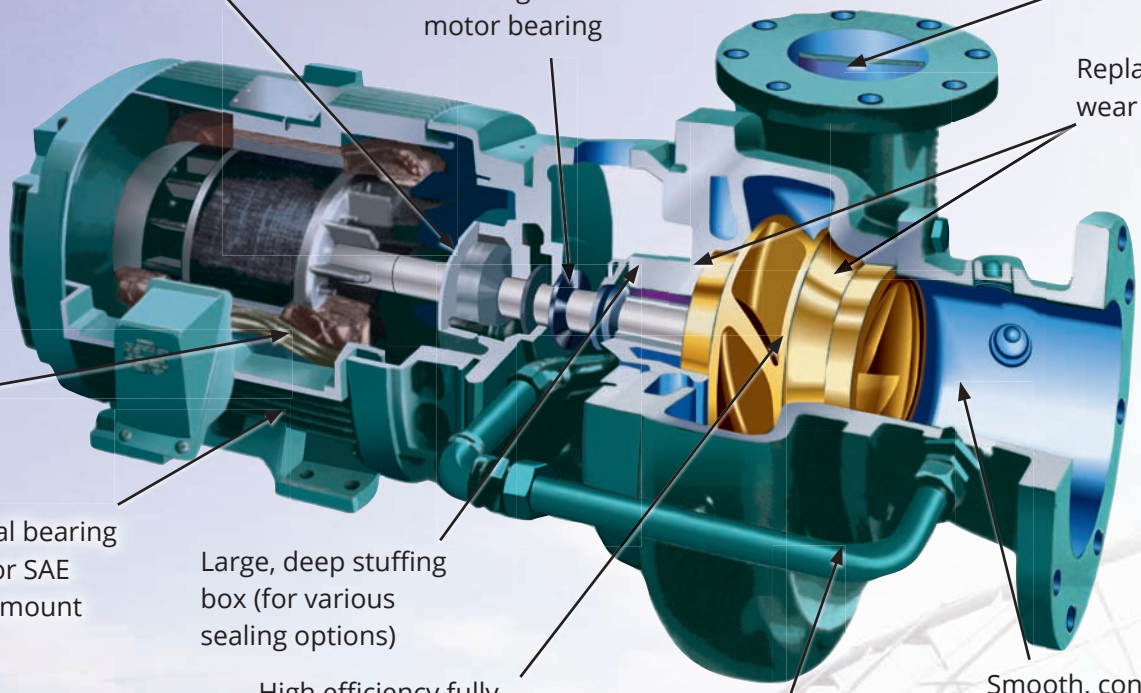






WHEN RELIABILITY MATTERS

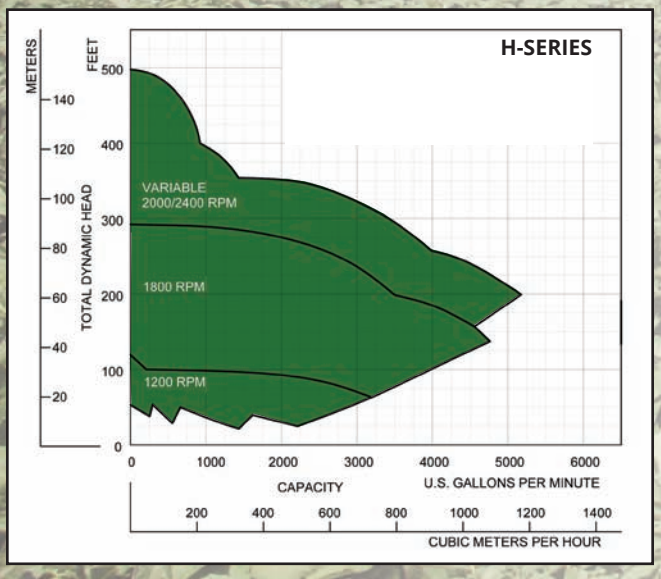
CORNELL IRRIGATION PUMPS

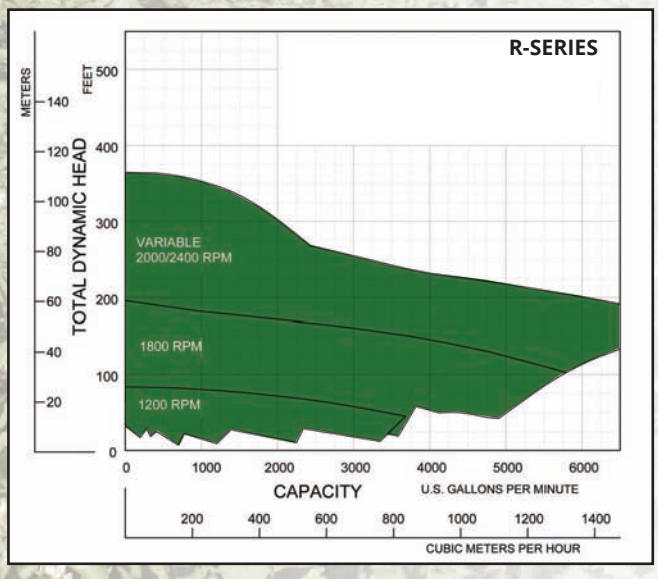












ENERGY EFFICIENCY

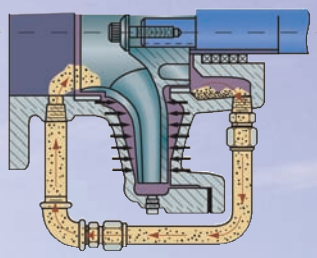
Cornell Pumps are designed to deliver ***best in class efficiency***. Depending on operating hours, fuelant, and horsepower required, you can save $3,000 per year (or more) in energy costs. Cornell manufactures ***more than 35 IRRIGATION pumps*** that meet or exceed optimum efficiency standards for centrifugal pumps.

Select High Efficiency Pump Models:

8H–88% efficient
6RB–89% efficient
5RB–86% efficient
4RB–85% efficient

EXTERNAL HYDRAULIC BALANCE LINE

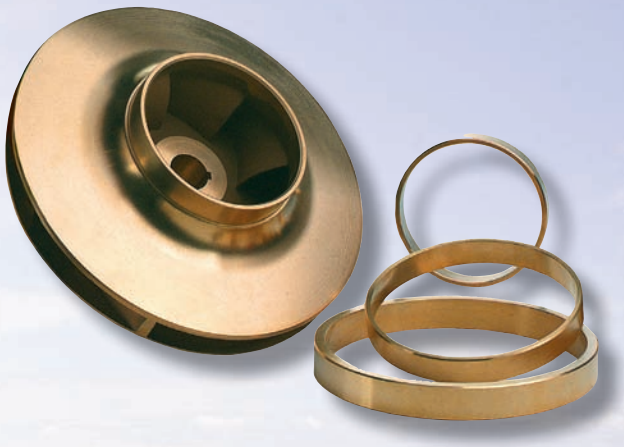
Cornell's external hydraulic balance line equalizes pressure between the impeller hub area and the pump suction to reduce axial loading acting on the impeller, shaft and bearings. The balance line also assists in moving sand and silt from the stuffing box to the low pressure area at the pump suction, reducing wear of the wetted parts.



MATERIALS OF CONSTRUCTION

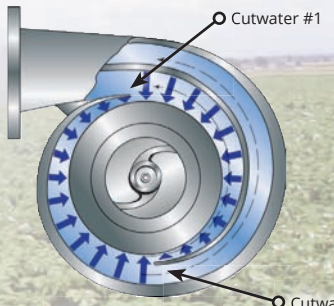
All Cornell irrigation pumps are constructed with top quality materials. Cornell irrigation pumps are cast iron, bronze fitted or all iron construction. Optional materials are available for abrasive or caustic applications. Standard features include balanced impellers, heavy-duty shafts, replaceable shaft sleeves, and replaceable wear rings.



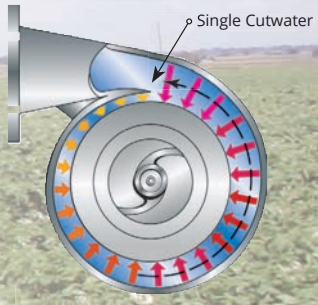


DOUBLE VOLUTE

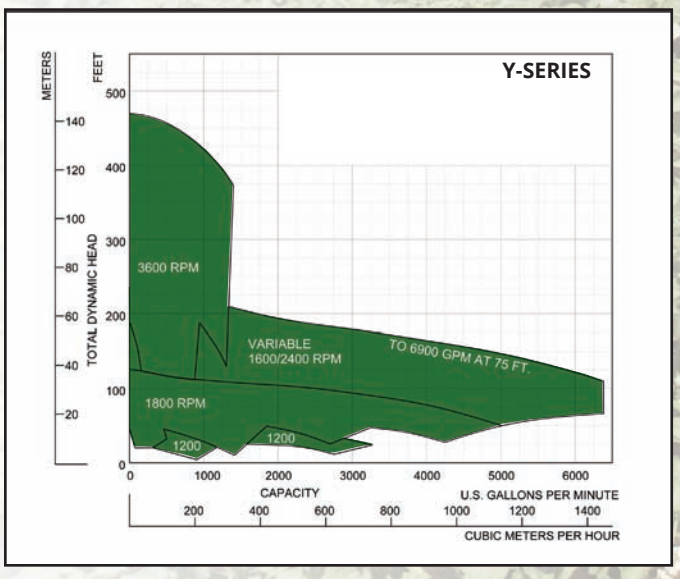
Cornell introduced the double volute as an industry first more than 30 years ago. The double volute system effectively balances forces within the pump to reduce radial load, shaft deflection and fatigue. This eliminates shaft breakage and extends the service life of packing and mechanical seals, wear rings and bearings while maintaining high hydraulic efficiency.

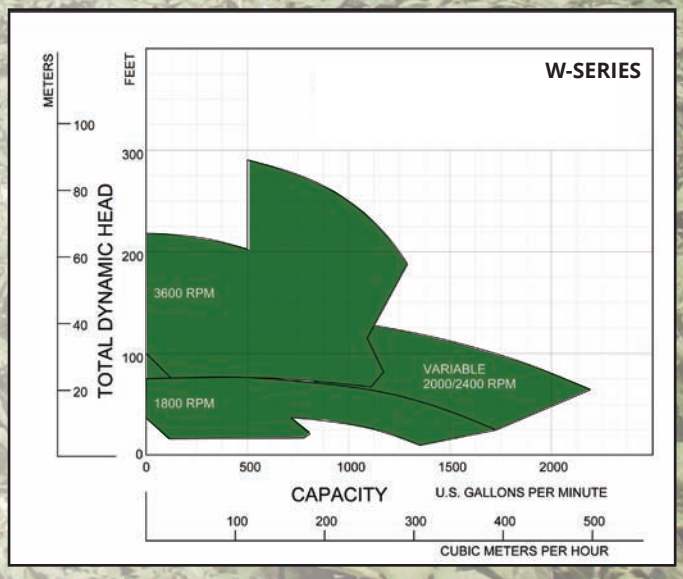


Double Volute



Single Volute





MANURE SLURRY PUMPS

MANURE SLURRY PUMPS

Cornell offers over 60 models of heavy duty Solids Handling Pumps for the toughest slurry applications. With three unique impeller designs (Enclosed, Semi-Open & Delta™) to select from, Cornell has a model that will fit your application.

MATERIALS OF CONSTRUCTION

Cornell Manure Slurry pumps are all iron construction with hard face mechanical seals for extended seal life. Optional materials are available for abrasive applications.









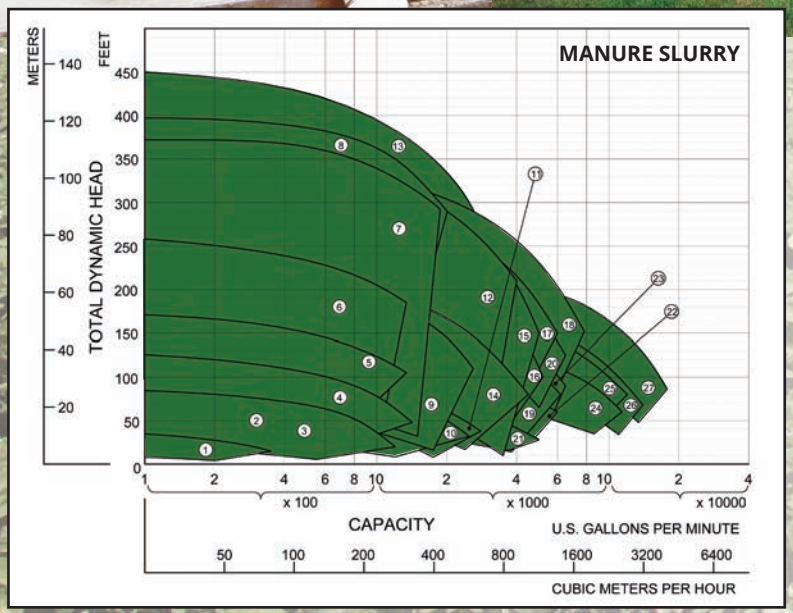
IMPELLER OPTIONS

Cornell offers three unique impeller designs for liquid waste slurry applications. The DELTA™ style impeller is excellent for handling straw, twine and heavy sludge where there is a low to medium head requirement. Cornell's two and three port enclosed impellers are designed to handle large solids with high efficiency and high head requirements. The three or four bladed, semi-open impeller has a cutting action which allows it to handle the worst slurries at high heads.

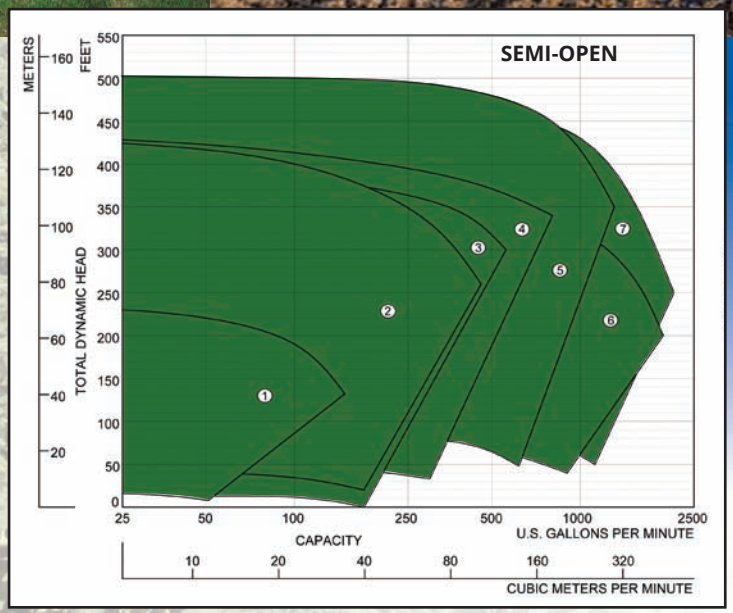








1. 3NLT
2. 3NNTL
3. 4NNTL
4. 4NNT
5. 4NHTA
6. 4414T
7. 4NHTB
8. 4514T
9. 6NHTA
10. 6NNT
11. 6NHT/TH
12. 6NHTB
13. 6NHTB19
14. 8NNT
15. 8NHTA
16. 8NHTH
17. 8NHTR
18. 10NNT
19. 10NHTB
20. 10NHTA
21. 12NHTL
22. 12NHTM
23. 12NNT
24. 14NHG
25. 14NHGA
26. 16NHGH
27. 16NHG22

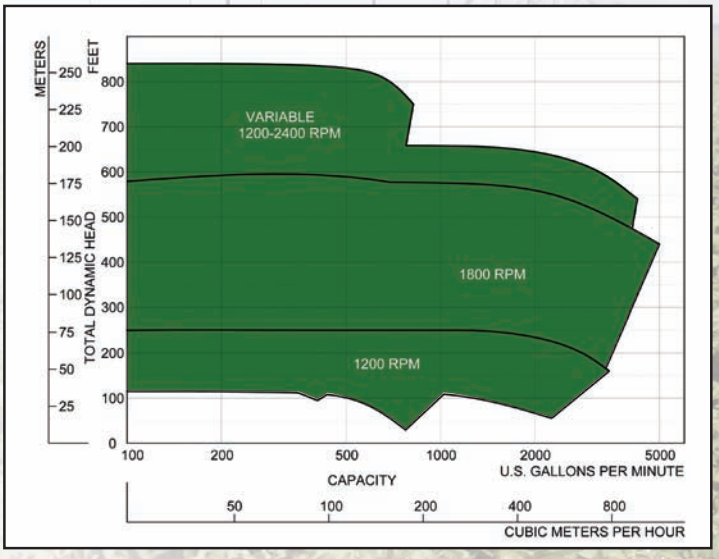


1. 1.25YML
2. 2.5HM
3. 2.5YM
4. 3HM
5. 4HM
6. 4614M

ADDITIONAL PRODUCTS

MX SERIES HIGH PRESSURE PUMPS PRESSURES 800ft TDH and flows to 4000gpm

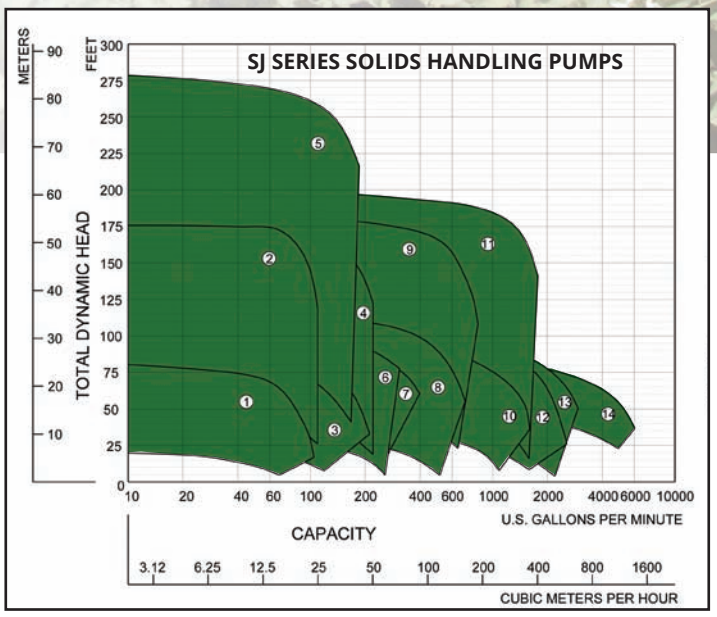
Designed to handle high head applications while providing a long service life. The new high head MX SERIES pumps have multi-vane, enclosed impellers designed for INDUSTRY LEADING EFFICIENCY. The MX SERIES pumps have extra heavy wall thickness, high quality construction, CA6NM impellers and are available in a horizontal frame & SAE mounted configurations.



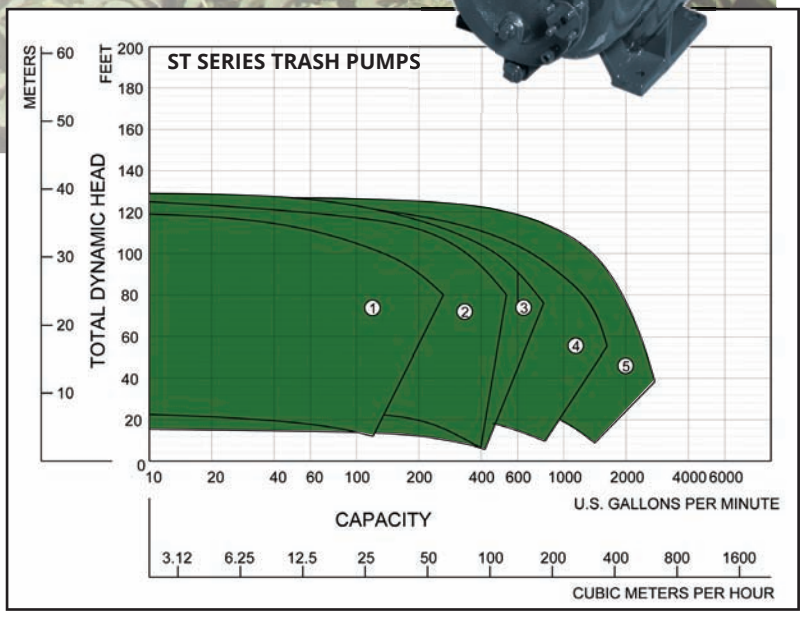


SELF-PRIMING TRASH PUMPS

Cornell's line of horizontal self-priming centrifugal pumps are equipped with open impellers for handling liquids containing solids in suspension. These pumps can operate satisfactorily with liquids containing air or dissolved gases. Various Materials of Construction are available for the Self-Priming Pumps: All Iron, All Stainless Steel, All Bronze, Stainless Steel Fitted and Bronze Fitted.



1. 1.5SJ4
2. 1.5SJ7
3. 2SJ5
4. 2SJ7
5. 2SJ9
6. 3SJ6
7. 3SJ8
8. 4SJ10
9. 4SJ12
10. 6SJ10
11. 6SJ16
12. 8SJ12
13. 10SJ12
14. 12SJ6

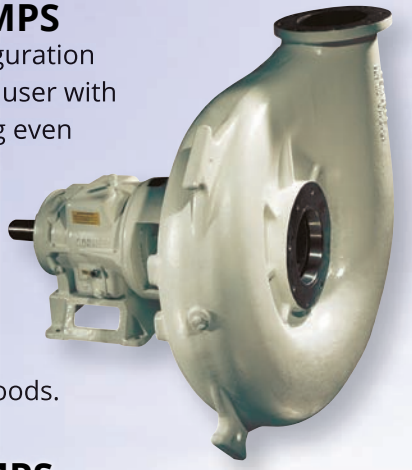


1. 2ST
2. 3ST
3. 4ST
4. 6ST
5. 8ST

ADDITIONAL PRODUCTS

HYDRO-TRANSPORT FOOD PUMPS

Cornell's innovative single port impeller configuration with its unique offset volute provides the end user with a food handling pump capable of transporting even the most delicate food products such as cranberries, cherries, lettuce, potatoes, carrots or even live fish; reducing product damage and ensuring product integrity. The single port impeller features a large and rounded leading vane edge designed specifically for handling whole or processed foods.



HYDRAULIC SUBMERSIBLE PUMPS

Cornell's DuraSub™ uses a heavy duty pump end and bearing frame for direct coupling to a ***hydraulic motor.*** The DuraSub™ has a modular design which allows standard Cornell pump ends to be used as a Hydraulic submersible pump.

- Available for most Cornell pump models
- Hydraulic motor driven
- Various adapter plates available for hydraulic motor fit
- Heavy duty shaft / bearing frame assembly and wet end construction
- Premium wet end efficiencies reduce horsepower requirements
- Heavy duty pumps ends for long service life and reliability



HYDRO-TURBINES

You don't need a raging river to take advantage of the energy savings a Cornell Hydro Turbine can provide. Heads as low as 50 feet, and flows as low as 90 gallons per minute can produce usable energy. Cornell's high turbine efficiency is often found to be comparable with specially built imported turbines. They are less complex, easier to install and require less maintenance. Cornell turbines are available in a wide range of configurations and mounting styles.





QUALITY CONSTRUCTION

We believe in our products and services. We work hard to develop a one-on-one relationship that will carry you through your purchase experience and continue to support your after market needs.

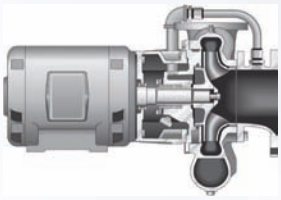
Cornell Pump Company warrants equipment of its manufacture to be free from defects in material and workmanship for an industry-leading period of ***two years*** from the date of shipment.

AVAILABLE OPTIONS

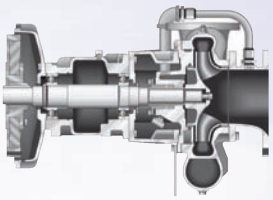
MOUNTING CONFIGURATIONS

Cornell irrigation pumps are available in a variety of mounting configurations, including horizontal and vertical close-coupled pumps, vertical and horizontal frame-mounted pumps, and pumps with an SAE bell housing mounting directly to an engine.

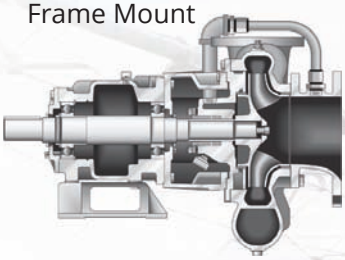
CC
Close-Coupled

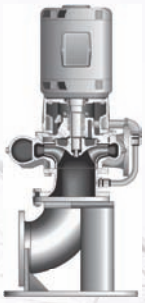


EM
Engine Mount



F
Frame Mount

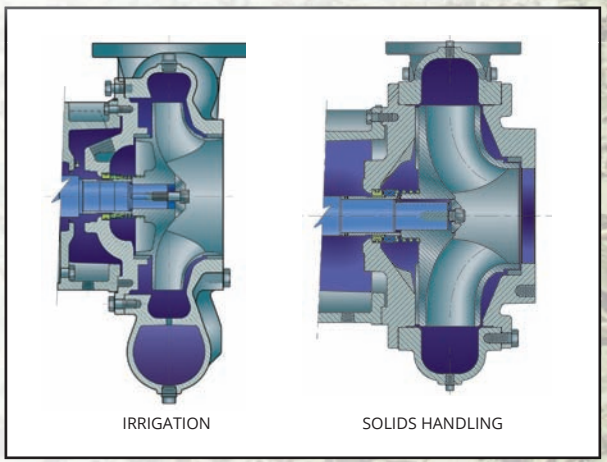




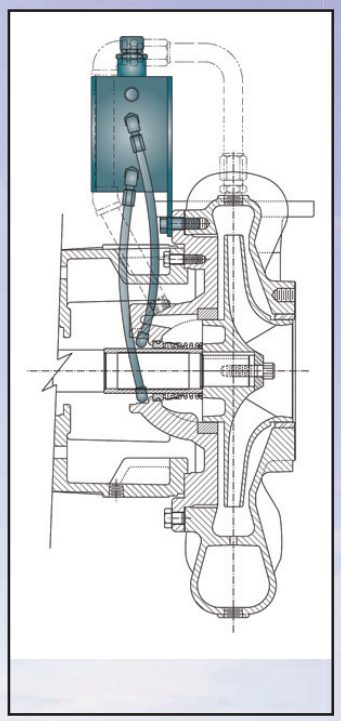
VM/VC/VF
Close Coupled
Coupled
Frame Mount

CYCLOSEAL®

Ideally suited for water and waste water applications, Cornell's patented Cycloseal® (U.S. Patent # 5,489,187) is a self-contained single mechanical seal with a dished backplate. This configuration requires no external flushing and eliminates the need for a water flush line. The Cycloseal® uses stationary deflector vanes cast into the pump backplate in conjunction with contoured impeller back vanes and a dished backplate to create pressure gradients that moves solids and entrained vapor away from the seal faces. The service life of a Cycloseal® mechanical seal can be as much as 10 times longer than a typical mechanical seal.



RUN-DRY™ SYSTEM



For applications where there is the possibility of the pump operating in a dry condition, Cornell's Run-Dry™ system is the answer. Cornell's Run-Dry™ system consists of an auxiliary gland and oil reservoir that keeps the seal faces lubricated and prevents dry running of the seal faces during priming, re-priming, or standby operation. The Run-Dry™ gland is connected to a lubricant reservoir via inlet and outlet lines such that shaft rotation provides continuous circulation and cooling of the lubricant and seal faces. With the Run-Dry™ system your pump can run dry for hours without damaging the mechanical seal.

REDI-PRIME®

Cornell Redi-Prime® pumps are designed with oversized suctions to provide more flow, reduced friction losses, and higher suction lift. The priming system was designed with the environment in mind. By using a positive sealing float box and a diaphragm vacuum pump, there is no water carry-over to contaminate the environment. With suction lifts of up to 28 feet, heads to 470 feet and flow rates exceeding 20,000 GPM, most Cornell pumps can be readily fitted with the Redi-Prime® system.



THE CORNELL PRODUCT LINE

SELF-PRIMING



SUBMERSIBLE



TURBINE



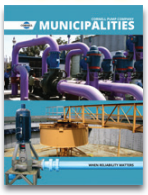
AGRICULTURAL



REFRIGERATION



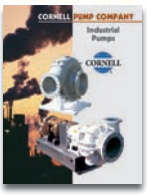
MUNICIPAL



FOOD PROCESS



INDUSTRIAL



REDI-PRIME



IMMERSIBLE



MINE DEWATERING



CORPORATE



Cycloseal®, and Redi-Prime® are Registered Trademarks of Cornell Pump Company.

Cornell pumps and products are the subject of one or more of the following U.S. and Foreign patents: 3,207,485; 3,282,226; 3,295,456; 3,301,191; 3,630,637; 3,663,117; 3,743,437; 4,335,886; 4,523,900; 5,489,187; 5,591,001; 6,074,554; 6,036,434; 6,079,958; 6,309,169; 2,320,742; 96/8140; 319,837; 918,534; 1,224,969; 2,232,735; 701,979 and are the subject of pending U.S. and Foreign Patent Applications.

*To visit our AGRICULTURE webpage on your smartphone, scan the QR code below:

CORNELL®

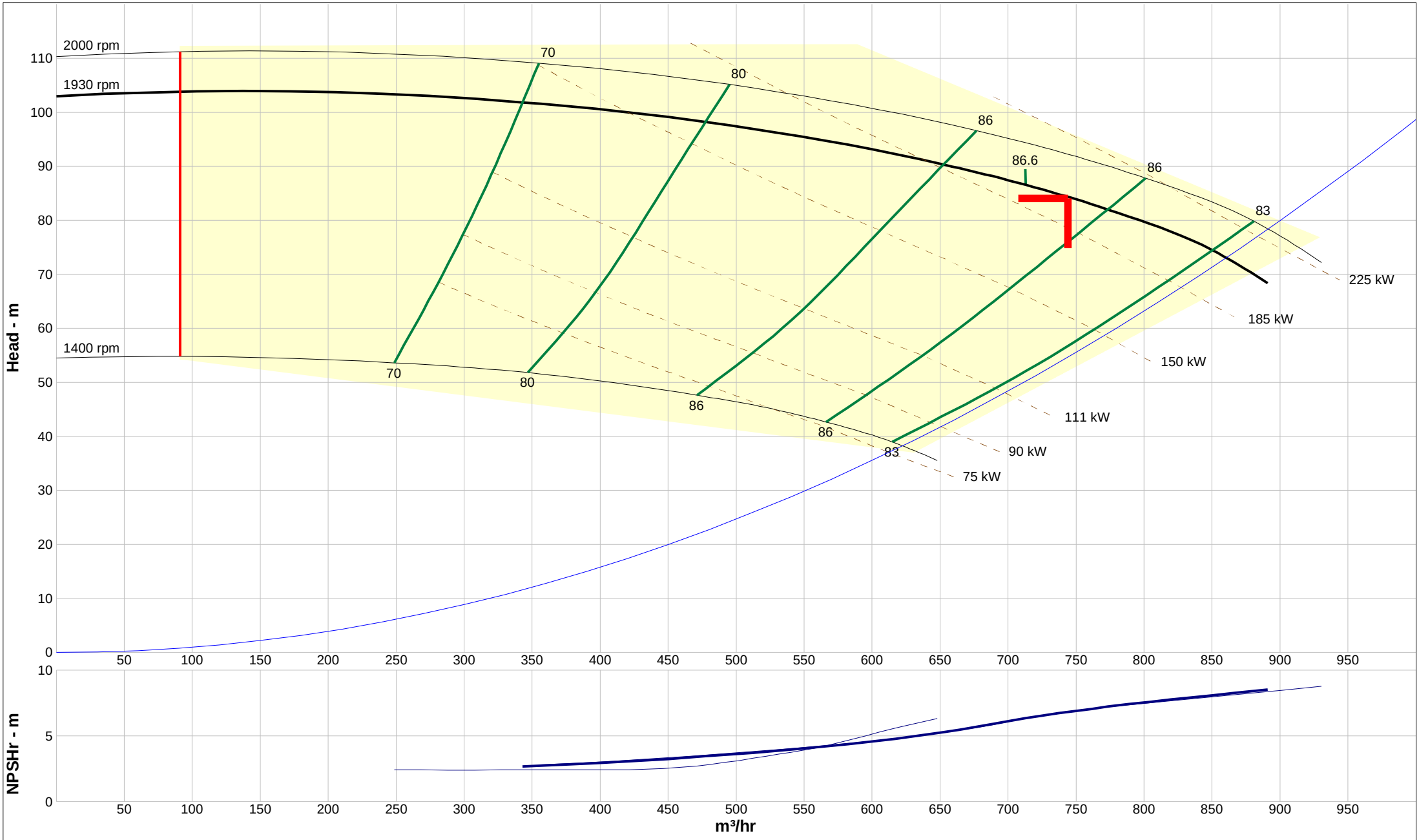
Efficient by Design

Cornell Pump Company
16261 SE 130th Ave
Clackamas, OR 97015
P: (503) 653-0330
F: (503) 653-0338

CORNELLPUMP.COM

©2011 CORNELL PUMP COMPANY

ISO 9001:2008 CERTIFIED



Company: BBF
Name:
7/15/2014

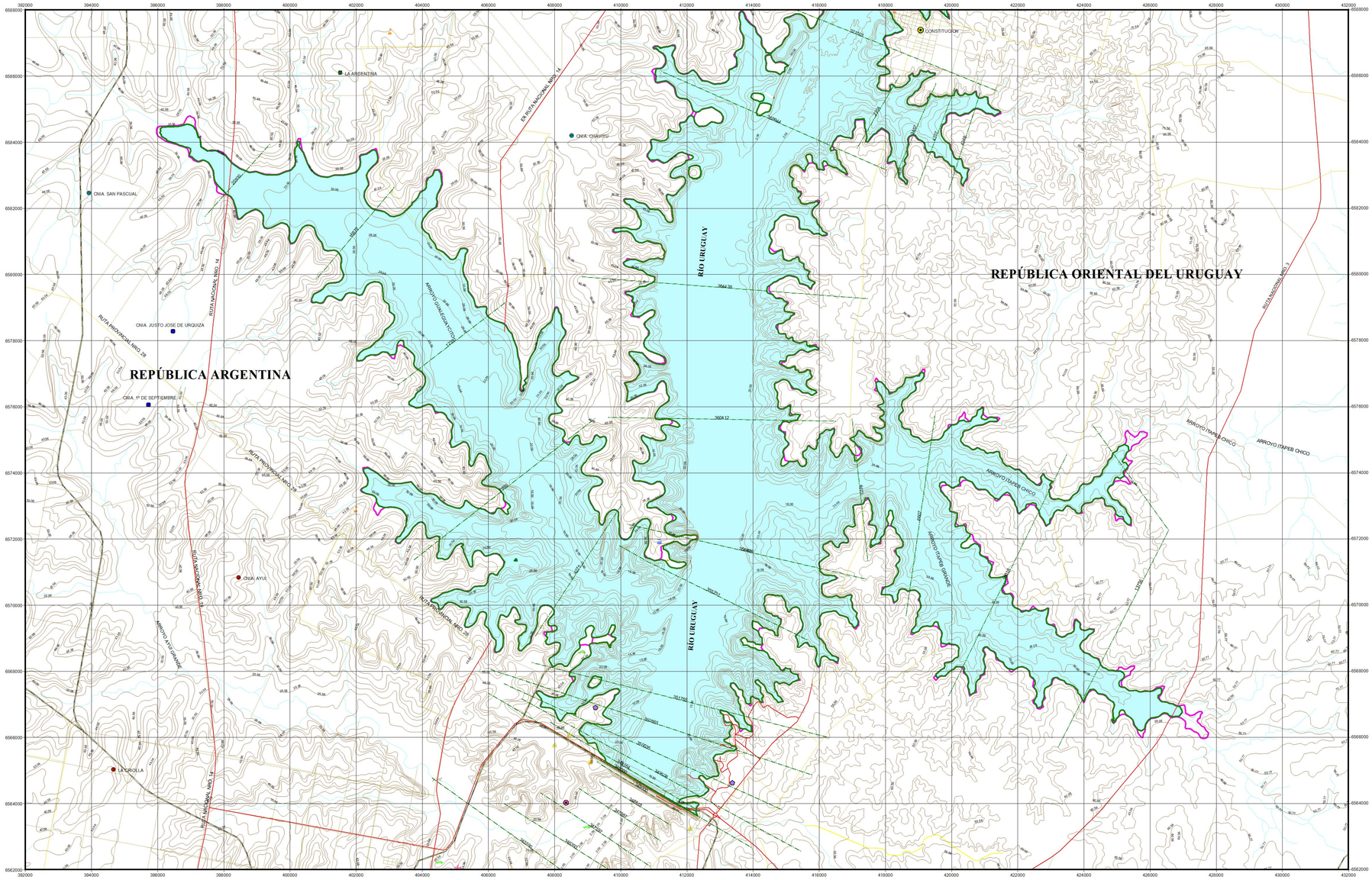
Cornell
Catalog: Cornell.50, Vers 1
Clear Liquids - Adjustable
Design Point: 744 m³/hr, 84 m

Size: 6HH
Speed: 1930 rpm
Dia: 418 mm
Curve: 6HHVAR

CORNELL®

8. ANEXO III: PLANO DE INUNDACIÓN SALTO GRANDE

Mapa 5c- Salto Grande



N
W E
S

Signos Cartograficos

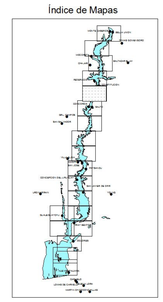
- Perfiles
- Curvas de Nivel
- Linea de inundación Q20000h35.50
- Linea de inundación Q40000h35.50

Lineas
- PAVIMENTADO
- RIPIO
- TIERRA
- Linea de Alta Tension 500KV
- Ferrocarril
- Islas
- Hidrografia

Puntuales
- AEROPUERTO
- AREA TURISTICA
- AUTODROMO
- EDIFICIO PUBLICO
- ESCUELA
- ESTABLECIMIENTO AVICOLA
- ESTABLECIMIENTO RURAL
- ESTACION TRANSFORMADORA
- HOSPITAL
- HOTEL
- INDUSTRIA
- PATRIMONIO CULTURAL
- PILETA TRATAMIENTO CLOACAL
- PLANTA POTABILIZADORA
- POLICIA
- PUERTO
- SUBESTACION TRANSFORMADORA
- TOMA DE AGUA

Poblaciones
- CASERIO
- CHACRA
- CIUDAD
- COLONIA
- LOCALIDAD
- PARAJE
- Puentes

Índice de Mapas



ESCALA GRÁFICA

0 0.8 1.6 2.4 3.2 Kilometers

Las cotas están referidas al cero MOP (Riachuelo - Argentina) que se encuentra 0,556m por debajo del cero IGM (Mareógrafo de Mar del Plata - Argentina) y 0,773m por debajo del Cero Oficial ROU

Plano No. 5c	salto grande Argentina - Uruguay Comisión Técnica Mixta de Salto Grande	EVARSA incociv consultora UTF EVARSA-INCOCIV
PLANO DE INUNDACIÓN **SALTO GRANDE**		
Contrato SG-394 Plan de Acción Durante Emergencias		
Fecha: Set/2011	ESCENARIOS: Q20000-h35.50 / Q40000 - h35.50	
Responsables técnicos:	Por UTE: Ing. Roberto Gloria	Ing. Eduardo Barbagelata
Plano elaborado en escala 1: 50000 , en coordenadas planas UTM-21S		

9. ANEXO IV: BALANCE EMBALSE

9.1 Ecuación del balance

Se realiza un balance hídrico a partir de datos mensuales para ambos embalses considerados, de modo de determinar la garantía de satisfacción de la demanda, según la siguiente ecuación.

$$S_t = S_{t-1} + I_t + A_t \times (P_t - e_t) - Yd_t - Q_t - Q_c \quad (9\text{-}1)$$

Donde: S_t: Volumen almacenado en el mes t

S_{t-1}: Volumen almacenado en el mes t-1

I_t: Volumen de aporte de la cuenca en el mes t

P_t: Precipitación sobre el espejo de agua en el mes t

e_t: Evaporación en el espejo de agua en el mes t

Yd_t: Demanda de riego y caudal ecológico

A_t: Área del espejo de agua en el mes t

Q_t: Volumen vertido en el mes t

Q_c: Volumen infiltrado en el mes t. Según los resultados presentados en 3.6.10, se confirma que es adecuado considerarlo despreciable.

9.2 Datos de precipitación y evaporación

Se emplean datos de la estación meteorológica de INIA Salto Grande, lindera a la zona de estudio, correspondientes al período 1984-2013.

Los datos de evaporación del embalse se obtienen a partir de la evaporación del Tanque A, corrigiendo dichos valores por un factor denominado coeficiente de Tanque A. Los valores de dichos coeficientes, obtenidos de la estación meteorológica mencionada anteriormente, se presentan en la Tabla 9-1.

Tabla 9-1: Coeficientes Tanque A - INIA Salto Grande

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0,67	0,72	0,73	0,75	0,7	0,66	0,63	0,66	0,67	0,68	0,68	0,68

9.3 Cálculo del escurrimiento mensual mediante el modelo de Temez

Los valores de escurrimiento mensual se calculan mediante el modelo de balance mensual de Temez.

Los datos de entrada para la aplicación del modelo son los siguientes:

- Los cuatro parámetros del modelo (H_{max}, CP_0, I_{max} y α), donde:

  H_{max}: es la capacidad máxima de retención de agua en la capa superior del suelo; está asociada al Agua Disponible y se calcula como $H_{max} = CH_{max} * AD$;

  CP_0: es un coeficiente adimensionado que permite calcular la abstracción inicial de lluvia (a partir de la cual hay escurrimiento);

  I_{max}: es la capacidad máxima de infiltración;

  α: es el coeficiente de descarga del almacenamiento subterráneo.

- Información sobre la precipitación mensual en la cuenca, el área de la cuenca de aporte, el agua disponible en los suelos y el ciclo anual medio de Evapotranspiración Potencial.

En la Tabla 9-2 se presentan los valores de los cuatro parámetros del modelo calibrados para el Uruguay, además del valor de CH_{max} y el AD empleados para determinar H_{max}.

Tabla 9-2: Parámetros de Temez

Cpo	CHmax	AD (mm)	Hmax (mm)	Imax (mm)	α (día^{-1})
1,499	0,85	94,46	80,30	334,3	0,0781

Cabe mencionar que dichos valores son válidos para ambos embalses considerados.

Al igual que en el caso del balance al embalse, se emplean datos meteorológicos de la estación INIA Santo Grande, del período 1984-2013. Cabe mencionar que la limitante para el período de años considerado es la evapotranspiración potencial, para la cual existen registros a partir de 1984 en la estación considerada.

El área de la cuenca de aporte de cada embalse es la presentada en la Tabla 3-1 y Tabla 4-1.

Se establecen los valores de humedad inicial en el suelo y almacenamiento subterráneo inicial nulos por mayor seguridad, ya que un almacenamiento inicial nulo hace mínimo el escurrimiento inicial, disminuyendo así el aporte al embalse.

Para cada año del período considerado se aplica el modelo de Temez, y se calcula la escorrentía de cada mes.

Los valores obtenidos para cada embalse se emplean como el dato de entrada en la ecuación del balance.

9.4 Batimetría

Para resolver el balance en el embalse, es necesario conocer las relaciones entre cota, área inundada y volumen almacenado para la zona del embalse. Para ello, se emplea la herramienta *ArcHydro* del programa *ArcGIS*, utilizando como base el modelo digital de terreno generado. A continuación se presentan las relaciones obtenidas tanto para el embalse a 47 m como para el embalse a 50 m.

Volumen en función de cota

De modo de obtener un mejor ajuste en la relación volumen en función de cota, se divide el ajuste en dos partes, según se presenta a continuación:

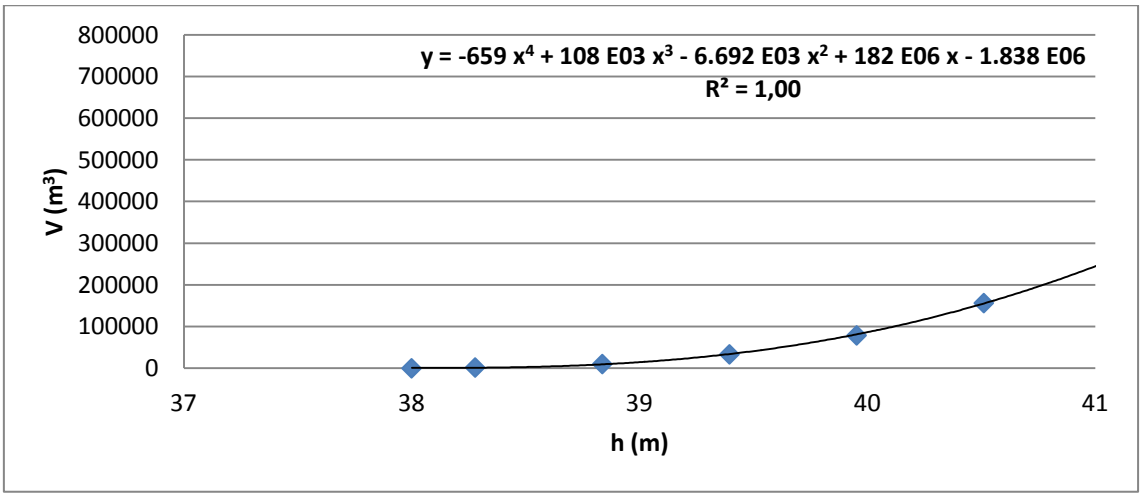


Gráfico 9-1: Volumen vs Cota (1) Embalse 47m

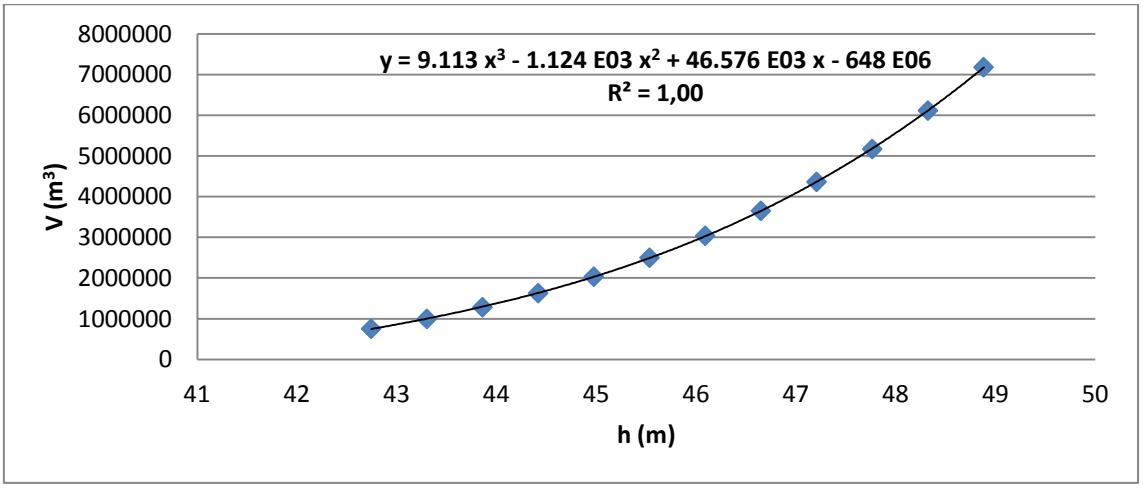


Gráfico 9-2: Volumen vs Cota (2) Embalse 47m

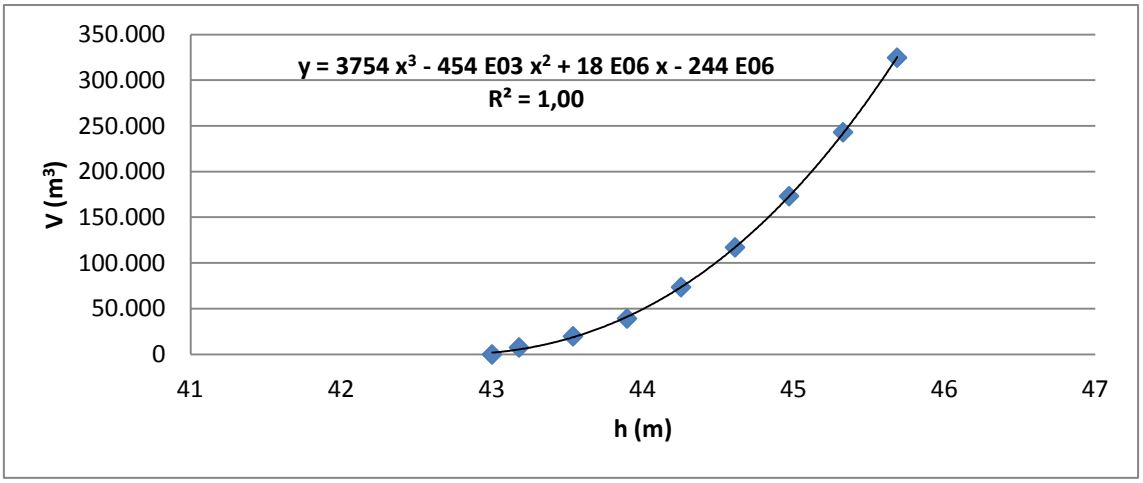


Gráfico 9-3: Volumen vs Cota (1) Embalse 50 m

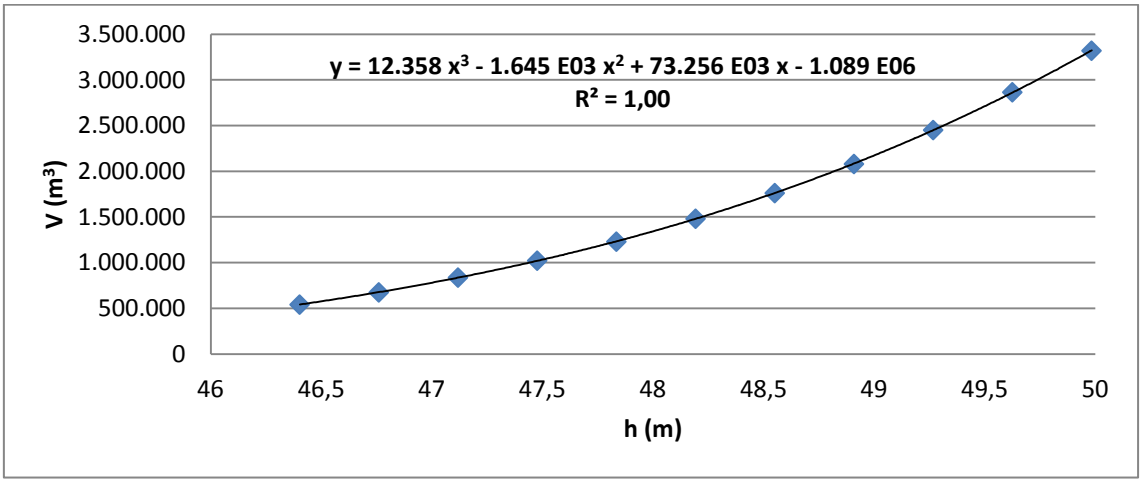


Gráfico 9-4: Volumen vs Cota (2) Embalse 50 m

9.5 Área en función de cota

Al igual que en el caso anterior, se divide nuevamente el ajuste.

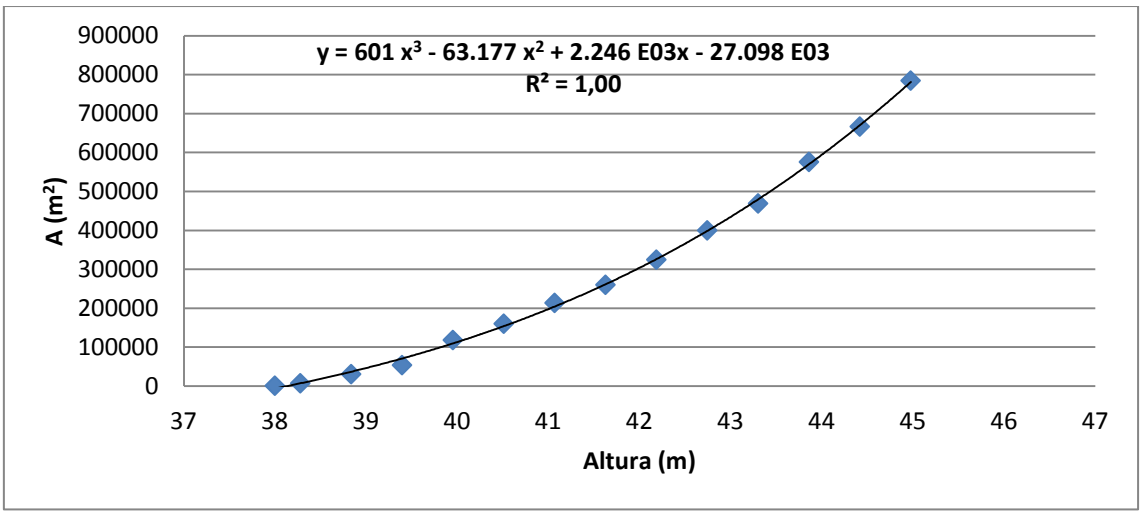


Gráfico 9-5: Área vs Cota (1) Embalse 47 m

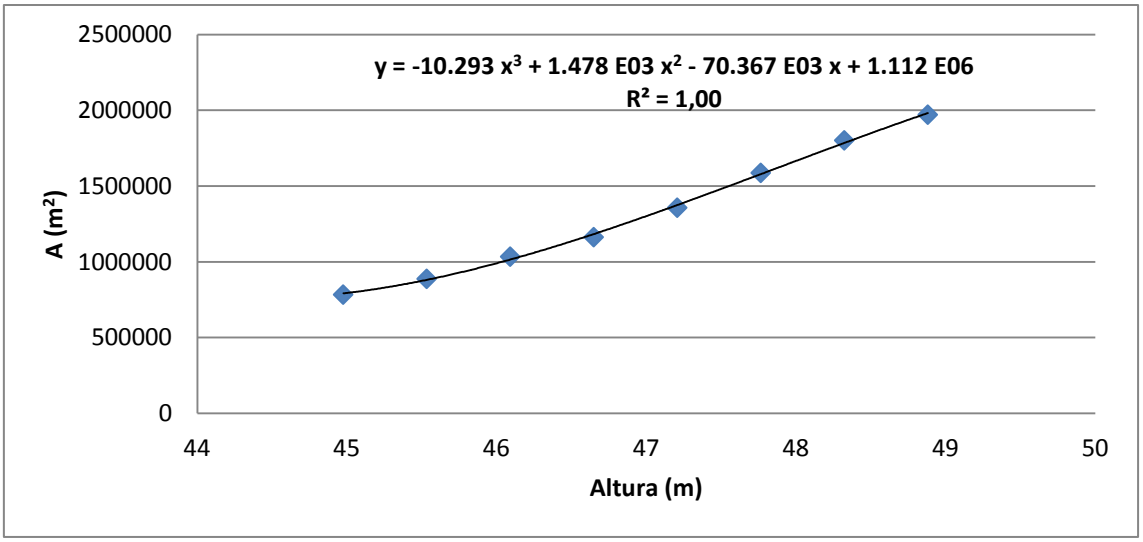


Gráfico 9-6: Área vs Cota (2) Embalse 47 m

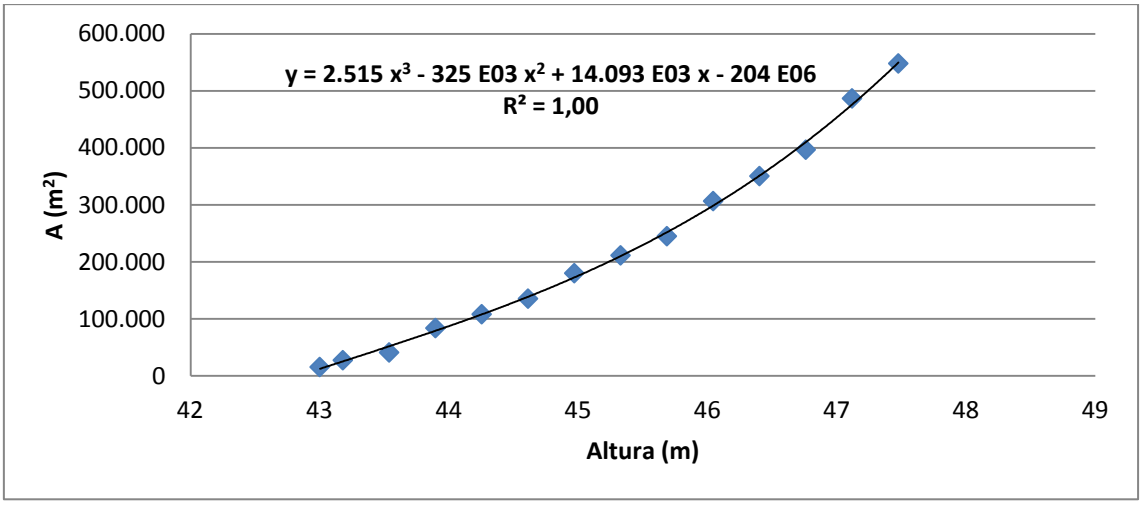


Gráfico 9-7: Área vs Cota (1) Embalse 50 m

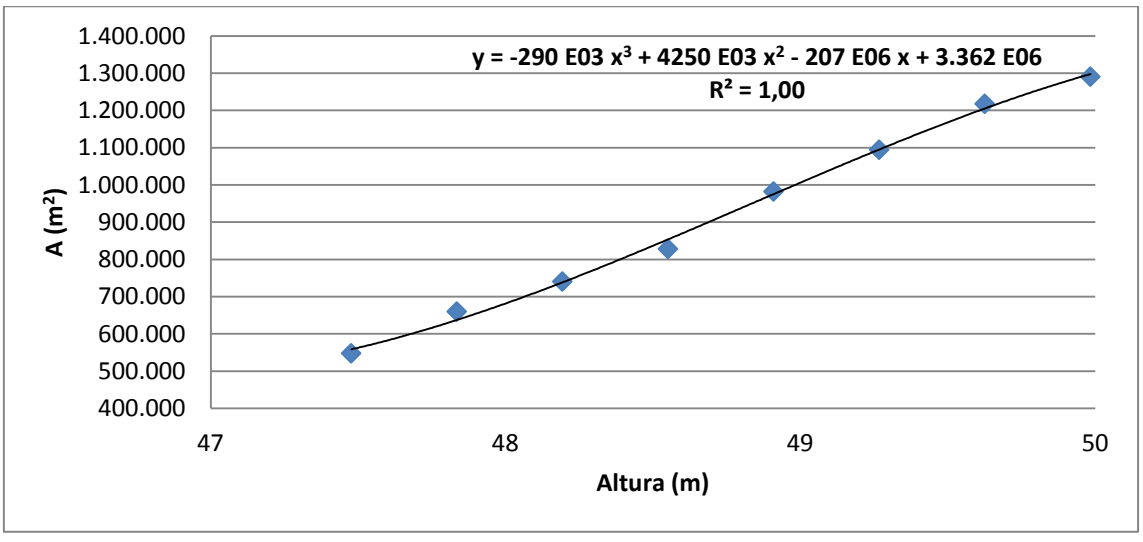


Gráfico 9-8: Área vs Cota (2) Embalse 50 m

Cota en función de volumen

Se divide también el ajuste según se presenta a continuación:

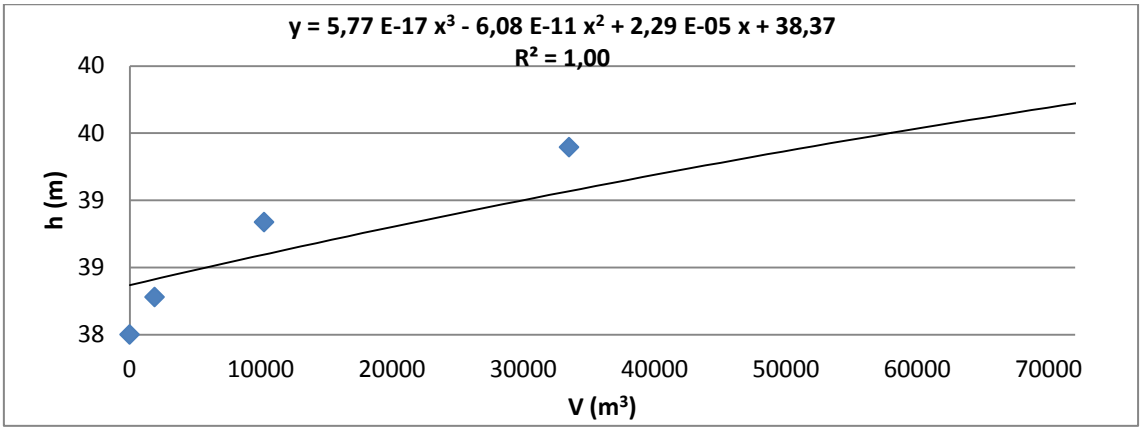


Gráfico 9-9: Cota vs Volumen (1) Embalse 47 m

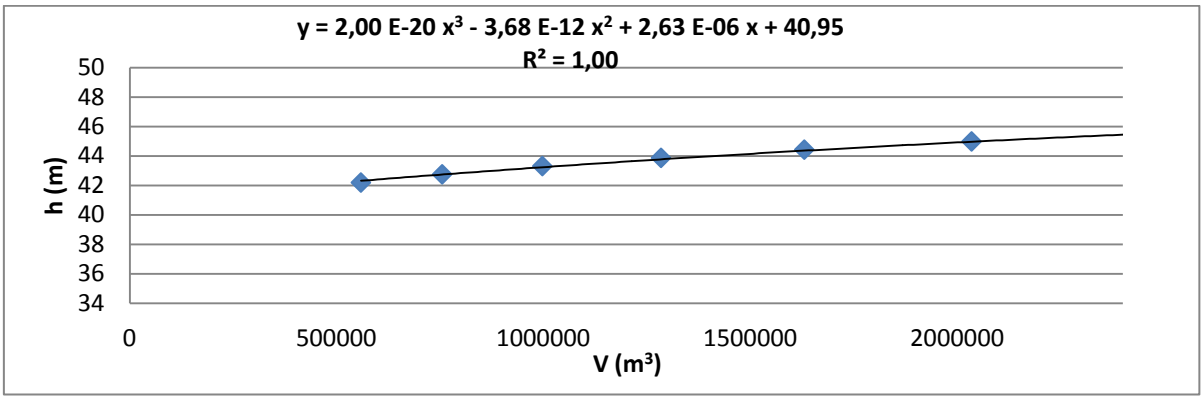


Gráfico 9-10: Cota vs Volumen (2) Embalse 47 m

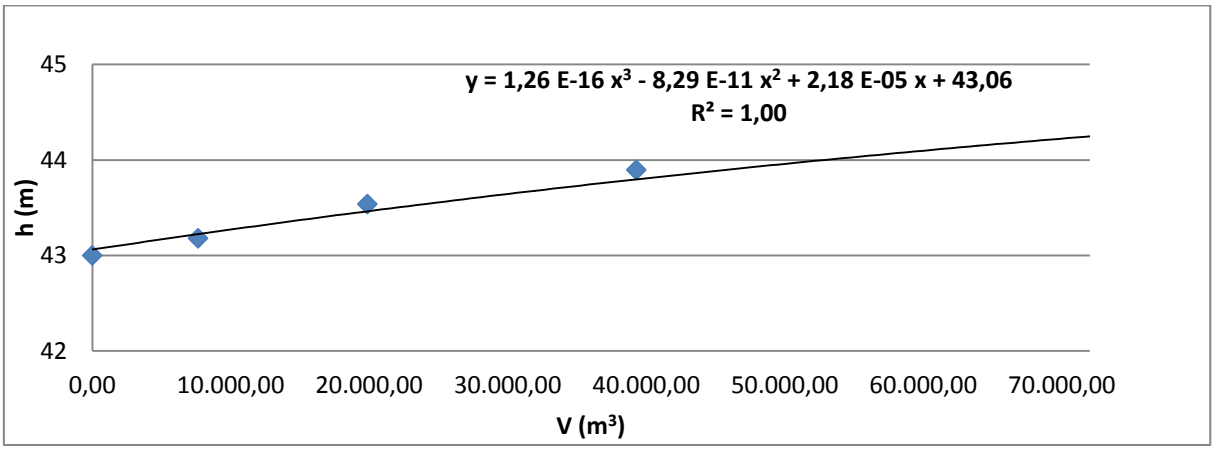


Gráfico 9-11: Cota vs Volumen (1) Embalse 50 m

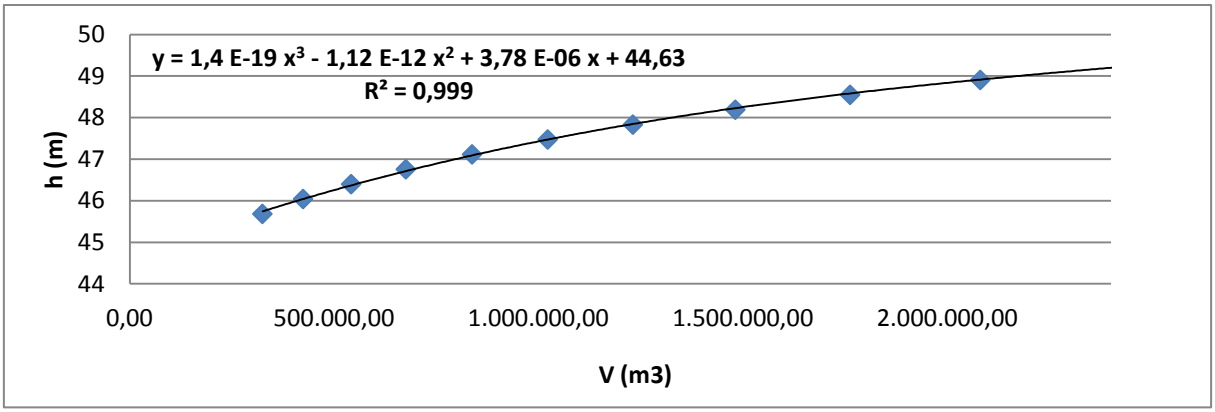


Gráfico 9-12: Cota vs Volumen (2) Embalse 50 m

9.6 Criterio de satisfacción de la demanda

En base a experiencia de profesionales del área, se adopta como criterio que un año cualquiera se considera aceptable si la demanda se satisface en un 70 %, con la salvedad de que si el año anterior no se alcanzó dicho valor, se exige que se llegue a un 80%. A su vez, en el período histórico considerado se debe alcanzar la satisfacción de la demanda en más del 90% de los meses.

9.7 Otras consideraciones

En cuanto al valor de almacenamiento mínimo, se considera el correspondiente al volumen limitado por la obra de toma, supuesta ubicada 2 m por encima del lecho del cauce. Este volumen comprende un valor inferior al 2% del volumen máximo del embalse para la cota de vertido escogida finalmente.

El valor inicial del nivel del espejo de agua se elige a cota de vertido.

La demanda neta de agua se determina a partir de los requerimientos de riego medios mensuales de los cultivos considerando una eficiencia de riego del 85% para el caso del riego por goteo y de un 80% para el caso del riego por aspersión.

Además, en todo momento se debe garantizar el caudal de estiaje estimado en 7,2 L/s, según la siguiente expresión.

$$Q_{estiaje} = KxAc \qquad (9\text{-}2)$$

Donde: $Q_{estiaje}$: Caudal de estiaje (L/s);

K: Coeficiente sugerido por DINAMA, k= 0,40 L/s/km^2;

A_c: Área de la cuenca de aporte (km^2).

10. ANEXO V: AVENIDA DE PROYECTO

10.1 Diseño de la avenida de proyecto

Para la estimación de la cota de coronamiento de las presas y para el diseño de los aliviaderos, es necesario establecer el NAP. El NAP corresponde al máximo nivel de agua en el embalse que se produce ante la ocurrencia de una tormenta con un período de retorno igual al considerado en el proyecto. Para seleccionar el período de retorno de proyecto se consideran criterios de costos y seguridad. Para ambas presas se selecciona un período de retorno de proyecto de 100 años, sugerido en bibliografía para presas de dimensiones similares a las de estudio.

Para calcular el caudal máximo esperado durante el evento extremo de período de retorno considerado, se emplea el Método del NRCS, que calcula el volumen de escurrimiento de eventos extremos a partir de la precipitación, las características del suelo, la cobertura de la cuenca y de las condiciones antecedentes de humedad.

En la Tabla 10-1 se resumen características de la cuenca para cada embalse, empleadas para determinar el hidrograma de caudal:

Tabla 10-1: Características de la cuenca

	Embalse 47 m	Embalse 50 m
Ac (Km2)	18,0	13,8
tc (hs)	2,4	1,9
P(3,10,p)	93	93
Grupo Hidrológico	D	D
NC	85	85

En el Gráfico 10-1 y Gráfico 10-2 se presentan hidrogramas de la avenida de proyecto.

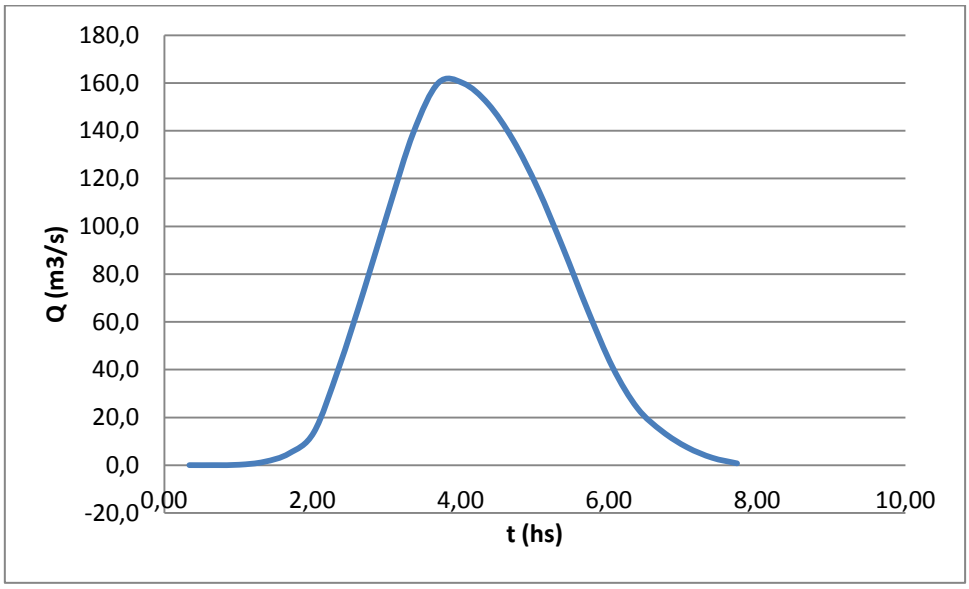


Gráfico 10-1: Hidrograma Avenida de Proyecto Embalse 47 m

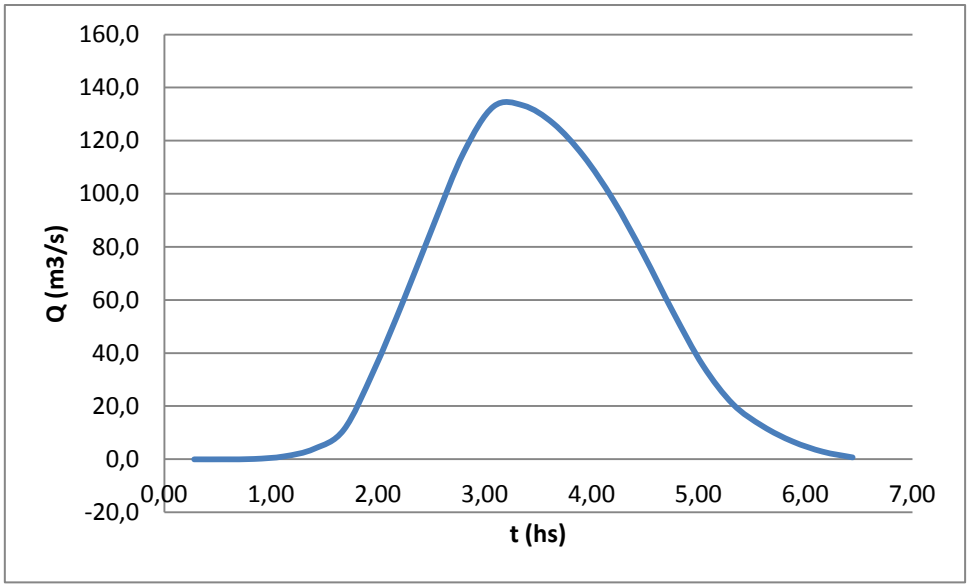


Gráfico 10-2: Hidrograma Avenida de Proyecto Embalse 50 m

De los mismos se desprende que el caudal máximo esperado durante un evento extremo de período de retorno de 100 años es de 160 m^3/s para el embalse a 47 m, y de 133 m^3/s para el embalse a 50 m.

10.2 Laminación de la avenida de proyecto

Para determinar la respuesta del embalse ante el hidrograma de crecida, se realiza un balance en el mismo.

La acumulación del agua almacenada en el embalse depende de la diferencia entre los caudales de los ingresos y de las descargas que se presenta en la siguiente ecuación.

$$\frac{dS}{dt} = I(t) - Q(t) \qquad (10\text{-}1)$$

Donde: $I(t)$: Hidrograma de entrada;

$Q(t)$: Hidrograma de salida ;

dS/dt: Variación del almacenamiento en el embalse.

Para resolver esta ecuación, se utiliza el método de piscina nivelada. El mismo es un procedimiento para calcular el hidrograma de salida desde un embalse, dado su hidrograma de entrada y sus características de almacenamiento - caudal de salida. Las hipótesis del método son las siguientes:

- El espejo de agua es un plano horizontal;
- El agua que entra en cada instante es capaz de distribuirse de forma uniforme en toda la superficie instantáneamente.

Para ambos embalses se coloca un vertedero tipo canal de 90 m de ancho. En el Gráfico 10-3 y Gráfico 10-4 se presentan los hidrogramas de entrada y salida para cada embalse, apreciándose la laminación producida:

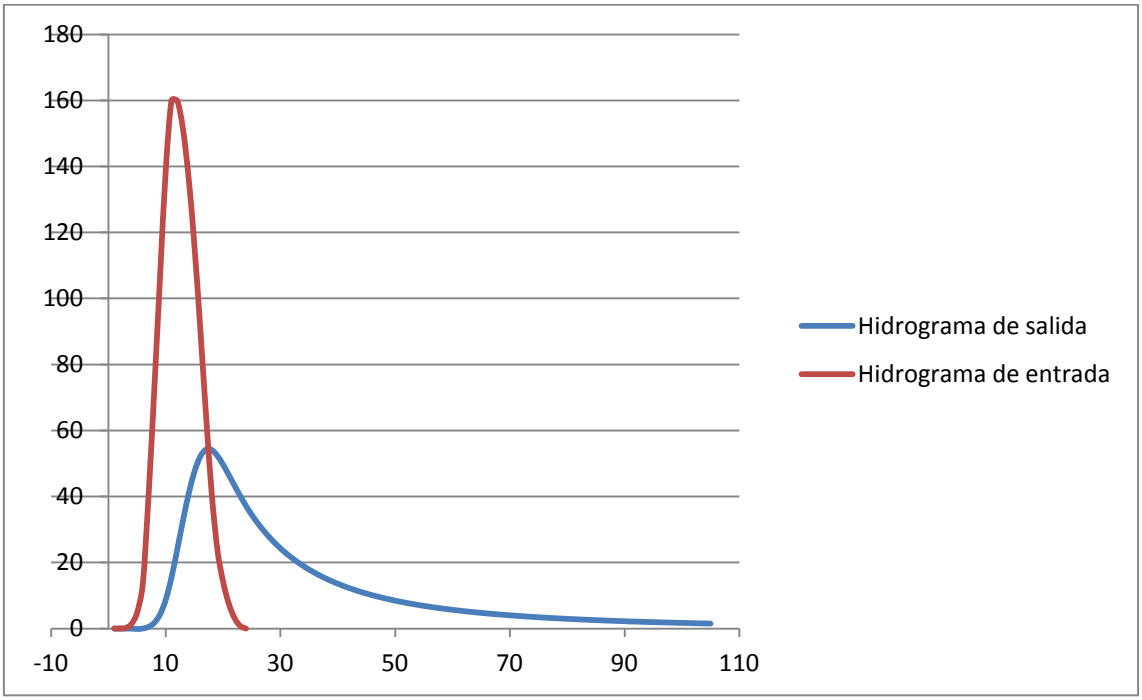


Gráfico 10-3: Laminación Embalse 47 m

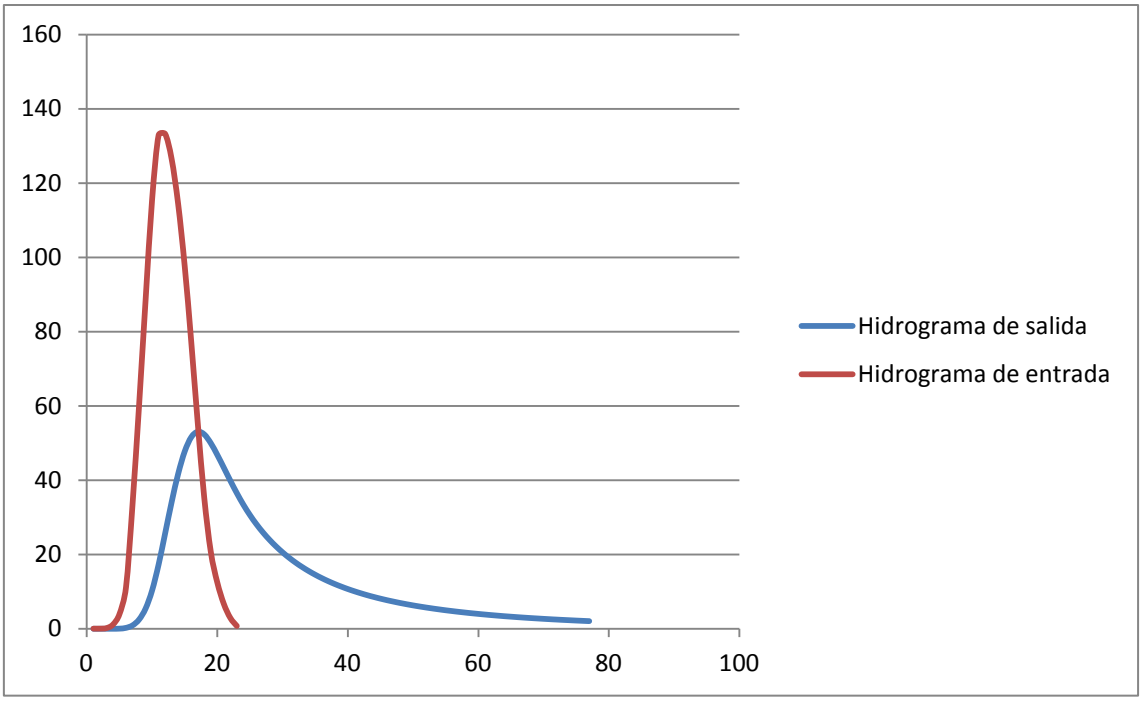


Gráfico 9-4: Laminación Embalse 50 m

Se puede observar como la presencia del embalse retrasa el pico y disminuye su magnitud. En la Tabla 10-2 se presentan los caudales pico de entrada y de salida para cada caso.

Tabla 10-2: Caudales picoCaudales pico

	Q máx. entrada (m^3/s)	Q máx. salida (m^3/s)
Embalse 47 m	160	54
Embalse 50 m	133	53



Evaluación de fuentes de agua y diseño de un sistema de distribución de riego multipredial en Colonia Gestido

Tomo III



Evaluación de fuentes de agua y diseño de un sistema de distribución de riego multipredial en Colonia Gestido

Tomo III-Estudio de Impacto Ambiental

Tutores:

Msc. Ing. Jorge De los Santos

PhD. Ing. Luis Silveira

Dr. Ing. Christian Chreties

Ing. Daniel Schenzer

Dr. Ing. Joan Soler

Dr. Ing. Pablo Gamazo

Ing. Fernando Bachino

Estudiantes:

Carolina Bettinelli

Agustín Ríos

Matías Seoane

Año 2014

ÍNDICE GENERAL

1. Introducción 1
   1.1 Objeto 1
   1.2 Objetivo 1
   1.3 Ubicación 1
   1.4 Justificación 2
2. Marco Legal 3
   2.1 Legislación aplicable al emprendimiento 3
   2.2 Legislación de referencia para la evaluación ambiental 6
3. Descripción del emprendimiento 8
   3.1 Componentes principales 8
   3.2 Actividades principales 11
4. Caracterización del medio 14
   4.1 Medio Físico 14
   4.2 Medio Biótico 20
   4.3 Medio Antrópico 23
   4.4 Medio Simbólico 27
5. Análisis de aspectos ambientales 29
   5.1 Identificación de aspectos ambientales 29
   5.2 Caracterización de aspectos ambientales 29
   5.3 Factores Ambientales 31
   5.4 Matriz de Interacción 32
6. Análisis de Impactos Ambientales 34
   6.1 Metodología 34
   6.2 Criterios para la valoración 34
   6.3 Criterios para la clasificación 35
   6.4 Aspectos de la fase de Construcción 35
   6.5 Aspectos de la fase operación y mantenimiento 38
7. Plan de gestión ambiental 50
   7.1 PGA - Construcción 50
   7.2 PGA - Operación 51
   7.3 Programa de reducción de riesgos y gestión de contingencias 52
8. Bibliografía 55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1: Dimensiones principales de la presa 8
Tabla 3-2: Principales características tubería obra de toma 9
Tabla 3-3: Dimensiones principales del canal vertedero 10
Tabla 4-1: Índices de productividad 16
Tabla 4-2: Características geomorfológicas de la cuenca del arroyo San Antonio Grande 18
Tabla 4-3: Demanda de agua – Tomas habilitadas arroyo San Antonio 18
Tabla 4-4: Volumen embalsado 19
Tabla 4-5: Usos del agua embalsada 19
Tabla 4-6: Tomas habilitadas aguas abajo cañada Ubajay 20
Tabla 4-7: Franja etaria 23
Tabla 4-8: Comisión Directiva SFR Gestido 23
Tabla 4-9: Uso de suelo actual 24
Tabla 4-10: Producción bajo secano 25
Tabla 4-11: Producción bajo riego 25
Tabla 5-1: Principales aspectos ambientales identificados 29
Tabla 5-2: Matriz de interacción aspecto/factor 33
Tabla 6-1: Valoración de impactos – Aspectos de la fase de construcción 36
Tabla 6-2: Valoración de impactos – Presencia física del emprendimiento 39
Tabla 6-3: Valoración de impactos – Modificación de los patrones de escurrimiento 44
Tabla 6-4: Valoración de impactos – Contaminación eutrófica de aguas superficiales 46
Tabla 6-5: Valoración de impactos – Aumento de la disponibilidad de agua para riego 47
Tabla 6-6: Valoración de impactos – Contaminación eutrófica de aguas superficiales 48
Tabla 6-7: Cotas a nivel de terreno 48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Ubicación Colonia Gestido 2
Figura 1-2: Imagen satelital de la zona de implantación de la represa 2
Figura 3-1: Ubicación de obra de toma y tubería para caudal de estiaje (Unidades en m) 9
Figura 4-1: Geología 15
Figura 4-2: Grupos de Suelos CONEAT presentes en la zona de estudio 16
Figura 4-3: Cuenca del arroyo San Antonio Grande 19
Figura 4-4: Variación espacial del índice de relevancia ecológica (Brazeiro et ál. 2008). El círculo verde indica el sitio del proyecto 20
Figura 4-5: Campo natural mejorado 21
Figura 4-6: Bosque Ribereño 21
Figura 4-7: Sauce Asiático 22
Figura 4-8: Viviendas cercanas al emprendimiento 27
Figura 6-1: Camino afectado por el embalse 40
Figura 6-2: Líneas de alta tensión 41
Figura 6-3: Zona de la presa 42
Figura 6-4: Trazado de camino a construir 43
Figura 7-1: Área afectada por la rotura de la represa según modelo simplificado 53
Figura 7-2: Vivienda afectada (V1) 54
Figura 7-3: Caminería y viviendas afectadas (V2, V3 y V4) 54

ACRÓNIMOS

AAP	Autorización Ambiental Previa
CONEAT	Comisión Nacional de Estudios Agroeconómicos de la Tierra
CSIC	Comisión Sectorial de Investigación Científica
DGRNR	Dirección General de Recursos Naturales Renovables
DINAGUA	Dirección Nacional de Agua
DNH	Dirección Nacional de Hidrografía
DNV	Dirección Nacional de Vialidad
EsIA	Estudio de Impacto Ambiental
INC	Instituto Nacional de Colonización
INIA	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
MGAP	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
MIEM	Ministerio de Industria, Energía y Minería
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
MVOTMA	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial, y Medio Ambiente
PGA	Plan de Gestión Ambiental
SFR	Sociedad de Fomento Rural
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
TPDA	Tránsito Promedio Diario Anual
UdelaR	Universidad de la República

1. INTRODUCCIÓN

En este tomo se presenta el Estudio de Impacto Ambiental asociado a la represa a construir en Colonia Gestido. De acuerdo con el reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y Autorizaciones Ambientales, el presente emprendimiento queda comprendido dentro de aquellos que requieren la obtención de la Autorización Ambiental Previa (AAP), según el numeral 25 del Art. 2: "Construcción de represas con una capacidad de embalse de más de 2 (dos) millones de metros cúbicos o cuyo espejo de agua supere las 100 (cien) hectáreas".

1.1 Objeto

El objeto del emprendimiento es una represa de tierra de 11,5 m de altura máxima, la cual permitirá el almacenamiento de un volumen de 4,5 Hm^3 de agua a cota de vertido, siendo el espejo de agua de 133 ha a dicha cota.

1.2 Objetivo

El emprendimiento tiene por objetivo el almacenamiento de agua destinada al riego de 1.350 ha de cultivos agrícolas en predios de Colonia Gestido pertenecientes al INC.

1.3 Ubicación

El emprendimiento se situará en la 1° Sección Judicial del departamento de Salto, a aproximadamente 10 km al Noreste de la ciudad de Salto. Tanto el dique como el embalse y el aliviadero, quedarán comprendidos en los padrones rurales Nº 6.919, Nº 6.920, Nº 7.122, Nº 8.109, Nº 9.304 y Nº 9.308.

El acceso a la zona de implantación de la presa se realizará transitando 10 km por Ruta Nacional Nº 3 hacia el Norte desde la ciudad de Salto, luego virando a mano izquierda y transitando 6 km por un camino vecinal.

Específicamente, la presa se localizará sobre la cañada del Ubajay, afluente del arroyo San Antonio Grande, en el entorno del punto de coordenadas (417.578, 6.537.630), según el sistema UTM WGS84 21S.

En la Figura 1-1 y Figura 1-2 se presentan imágenes satelitales con la ubicación de Colonia Gestido y de la represa a construir respectivamente.

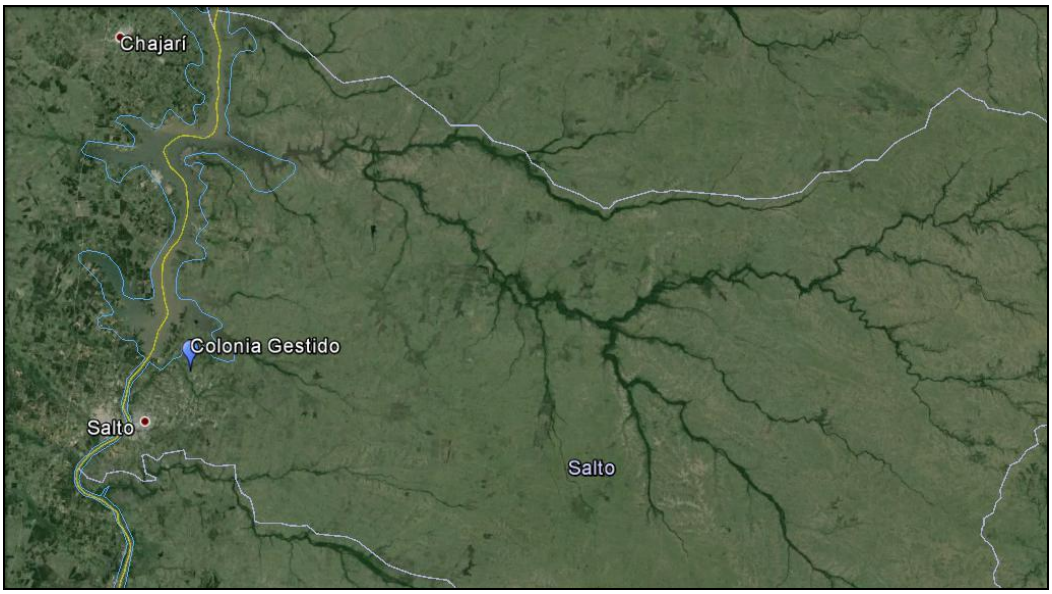


Figura 1-1: Ubicación Colonia Gestido

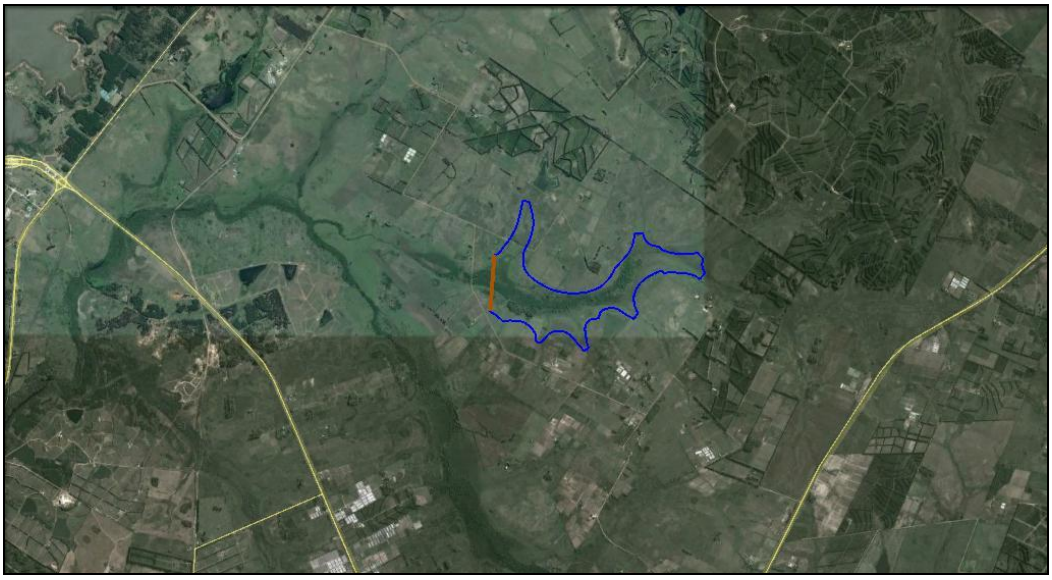


Figura 1-2: Imagen satelital de la zona de implantación de la represa

1.4 Justificación

Debido a los rubros con carácter intensivo que se desarrollan en Colonia Gestido, el riego se torna una técnica de producción indispensable. El riego no solo permite intensificar los sistemas productivos, aumentando en forma notable la producción, sino que además contribuye a la estabilización de la producción en cantidad y calidad, aspecto éste de gran trascendencia, en particular para los sistemas de agricultura. Sin embargo existen varios elementos que dificultan su implementación y desarrollo, entre los cuales se destaca la fuente de agua como factor limitante.

Actualmente la totalidad de los predios de Colonia Gestido utilizan como fuente de agua pozos semisurgentes, siendo la mayoría de capacidad apenas suficiente para cubrir el consumo humano y animal. Son muy pocos los pozos que cuentan con un caudal considerable y capacidad de sostener el mismo durante períodos prolongados de riego durante sequía.

2. MARCO LEGAL

El marco legal del emprendimiento se refiere a toda aquella normativa que regula su actividad principal. Dentro del marco legal se identifican dos elementos:

- La legislación aplicable al emprendimiento, que comprende todas las normas, permisos y autorizaciones que regulan al emprendimiento como tal.
- La denominada legislación de referencia, que comprende todos aquellos estándares, normas y recomendaciones tomadas como referencia para la evaluación ambiental del emprendimiento.

2.1 Legislación aplicable al emprendimiento

Dentro del marco legal y reglamentario aplicable en área ambiental a este tipo de emprendimiento, se encuentran las siguientes leyes y reglamentos:

Leyes

- Ley 14.859 (1978): Código de Aguas.
- Ley 16.466 (1994): Ley de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Ley 16.858 (1997): Ley de Riego con destino agrario.
- Ley 17.283 (2000): Ley General de Protección del Ambiente.
- Ley 18.308 (2008): Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible.

Decretos

- Decreto 253/979 y modificativos.
- Decreto 404/01: Reglamentario de la Ley de Riego.
- Decreto 349/05: Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y Autorizaciones Ambientales.

2.1.1 Código de Aguas

La Ley 14.859 del 18 de diciembre de 1978 establece las normas básicas para la regulación, administración y control del uso de los recursos hídricos.

La ley establece que el Estado promoverá el estudio, la conservación y el aprovechamiento integral simultáneo o sucesivo de las aguas y la acción contra sus efectos nocivos, siendo el Poder Ejecutivo la autoridad nacional en materia de aguas.

Establece en su Artículo 103 que cuando para la toma de aguas de un río o arroyo no navegable ni flotable sea necesario establecer una presa, y quien haya de hacerlo no sea dueño de las riberas o terrenos en que necesite apoyarla, podrá reclamar la imposición de la servidumbre de apoyo de presa, previa la indemnización correspondiente. El que reclame la imposición de esta servidumbre deberá tener derecho a disponer de las aguas que pretenda captar o derivar, y deberá destinarlas a usos productivos de su predio.

El Artículo 105 establece que se abonará al dueño del predio sirviente el precio del terreno ocupado y se le indemnizarán los daños y perjuicios que le cause la imposición de la servidumbre.

2.1.2 Ley de Evaluación de Impacto Ambiental

La Ley 16.466 del 19 de enero de 1994 ha hecho obligatoria en nuestro país la realización de la Evaluación de Impacto Ambiental como procedimiento para la aceptación de una serie de actividades, construcciones u obras. Dicha Evaluación de Impacto Ambiental debe desarrollarse a través de un procedimiento y una aprobación por parte de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) donde se defina si el proyecto es o no ambientalmente viable.

2.1.3 Ley de riego y decreto reglamentario

La ley 16.858 establece que el uso privativo de las aguas de dominio público con destino a riego podrá ser otorgado por el Poder Ejecutivo en acuerdo con el MTOP[1], mediante concesión o permiso.

Están sujetas a autorización administrativa, todas las construcciones de obras hidráulicas destinadas al aprovechamiento del agua para riego agrario.

En el mismo se establece que se debe conformar un *Proyecto de Riego*, compuesto de cuatro componentes: a) Obra hidráulica - Embalse, b) Plan de Uso de Suelos y Aguas, c) Disponibilidad jurídica de los predios, d) Contratos de suministro de agua a terceros, e) Componente ambiental del proyecto.

La obra hidráulica (embalse) y el derecho de uso sobre las aguas a utilizar resultan de competencia de la DNH (MTOP). El Plan de Uso de Suelos y Aguas le compete a la DGRNR (MGAP). La componente ambiental del proyecto de riego es de jurisdicción institucional de DINAMA.

Declara de utilidad pública la expropiación de los inmuebles necesarios para la ejecución de obras hidráulicas, cuando estén a cargo del Estado, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 32 de la Constitución de la República[2].

Extiende a todas las servidumbres que se demanden con destino a riego las disposiciones establecidas para la servidumbre de acueducto en los artículos 83, 85, 86, 88, 95, 96 y 99 a 102 del Código de Aguas.

---

[1] La Ley 18.172 en su Art 251 transfiere al MVOTMA las competencias en todo lo relativo a la administración, uso y control de los recursos hídricos, con excepción de las cuestiones relativas a la navegabilidad de los cursos de agua.

[2] Artículo 32.- La propiedad es un derecho inviolable, pero sujeto a lo que dispongan las leyes que se establecieren por razones de interés general. Nadie podrá ser privado de su derecho de propiedad sino en los casos de necesidad o utilidad públicas establecidos por una ley y recibiendo siempre del Tesoro Nacional una justa y previa compensación. Cuando se declare la expropiación por causa de necesidad o utilidad públicas, se indemnizará a los propietarios por los daños y perjuicios que sufrieren en razón de la duración del procedimiento expropiatorio, se consume o no la expropiación; incluso los que deriven de las variaciones en el valor de la moneda.

Las servidumbres de apoyo de presa que se constituyen con fines de riego se extienden aun a los predios no ribereños.

2.1.4 Ley General de Protección del Ambiente

La Ley 17.283 del 28 de noviembre de 2000 declara de interés general la protección del ambiente (agua, aire, suelo, paisaje, etc.) y el adecuado manejo de las sustancias tóxicas o peligrosas, así como también la conservación de la biodiversidad.

Establece los principios de política ambiental y los instrumentos de gestión ambiental e indica las competencias de las autoridades en materia ambiental.

Esta ley establece además algunos principios básicos para el control de la contaminación a través de la limitación de las emisiones de sustancias que puedan afectar a la calidad del aire, a la capa de ozono o al cambio climático, así como también de sustancias químicas y residuos sólidos.

2.1.5 Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible

La Ley 18.308 del 22 de mayo de 2008 establece el marco regulador general para el ordenamiento territorial y desarrollo sostenible. A tal fin, define las competencias e instrumentos de planificación, participación y actuación en la materia; orienta el proceso de ordenamiento del territorio hacia la consecución de objetivos de interés nacional y general y diseña los instrumentos de ejecución de los planes y de actuación territorial.

2.1.6 Decreto 253/979 Y Modificativos

El Decreto 253/979 del 9 de mayo de 1979 y sus modificativos, establecen las normas básicas para la prevención de la contaminación ambiental mediante el control de la contaminación de las aguas.

2.1.7 Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y Autorizaciones Ambientales

El Decreto 349/005 del 21 de setiembre de 2005, Reglamentario de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental, establece que la aprobación por parte de la DINAMA de la viabilidad ambiental del emprendimiento toma la forma del otorgamiento de la AAP, la que debe ser gestionada por todos los emprendimientos que se encuentran definidos en el Art. 2 de dicho Decreto.

El procedimiento para el dictado de la AAP consta de las siguientes etapas:

- Comunicación del proyecto
- Clasificación del proyecto
- Solicitud de la AAP
- Puesta de manifiesto
- Audiencia pública
- Resolución

Además, el decreto establece las siguientes categorías para la clasificación de los proyectos:

Categoría "A": incluye aquellos proyectos de actividades, construcciones u obras, cuya ejecución sólo presentaría impactos ambientales negativos no significativos, dentro de lo tolerado y previsto por las normas vigentes.

Categoría "B": incluye aquellos proyectos de actividades, construcciones u obras, cuya ejecución pueda tener impactos ambientales significativos moderados, cuyos efectos negativos pueden ser eliminados o minimizados mediante la adopción de medidas bien conocidas y fácilmente aplicables. En estos casos deberá realizarse un Estudio de Impacto Ambiental sectorial.

Categoría "C": incluye aquellos proyectos de actividades, construcciones u obras, cuya ejecución pueda producir impactos ambientales negativos significativos, se encuentren o no previstas medidas de prevención o mitigación. Dichos proyectos requerirán un Estudio de Impacto Ambiental completo.

En resumen, cuando el proyecto se clasifica en la categoría “B” o “C”, previo a la solicitación de la AAP se deberá realizar el Estudio de Impacto Ambiental, siendo esto último innecesario en caso de haber sido clasificado en la categoría “A”.

El presente emprendimiento queda comprendido dentro de aquellos que requieren la obtención de la AAP, según el numeral 25 del Art. 2: “Construcción de represas con una capacidad de embalse de más de 2 (dos) millones de metros cúbicos o cuyo espejo de agua supere las 100 (cien) hectáreas”.

2.2 Legislación de referencia para la evaluación ambiental

Dentro del marco legal y reglamentario aplicable a este tipo de emprendimiento, se encuentran las siguientes leyes y reglamentos:

- Ley 15.939 (1987): Ley forestal.
- Ley 17.234 (2000): Creación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
- Decreto 452/988: Clasificación de bosques.
- Decreto 284/990: Reglamentario de la Ley de Conservación de Suelos y Aguas, actualmente sustituido por el Decreto 333/04.
- Decreto 24/993: Monte indígena.
- Decreto 24/993: Sustituye el Art. 16 del Decreto 452/998 referente a la corta del monte indígena.
- Decreto 330/993: Regula la tala del bosque nativo.
- Decreto 52/005: Reglamenta el SNAP.

2.2.1 Ley de Creación del Sistema Nacional de Áreas protegidas, y Decreto reglamentario

La Ley 17.234 declara de interés general la creación y gestión de un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

En su Artículo 7º, se establece que el Poder Ejecutivo, a propuesta del MVOTMA, deberá seleccionar y delimitar las áreas naturales que incorporará al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

El Artículo 8º, establece que el Poder Ejecutivo, a propuesta del MVOTMA, podrá establecer las medidas necesarias para la adecuada protección de los valores ambientales, históricos, culturales o paisajísticos de cada área, respecto a las actividades que se realicen en las áreas comprendidas en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Zonas Adyacentes.

A partir de esto último, el artículo 16 del Decreto 52/005, establece que las medidas de protección previstas para las Zonas Adyacentes a las áreas naturales protegidas, "serán de aplicación por el Poder Ejecutivo con el objetivo de articular las actividades y planes de desarrollo regionales con el cumplimiento de los objetivos específicos del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas".

2.2.2 Ley 15.939: Ley forestal

La Ley Nº 15.939 del 28 de diciembre de 1987 regula lo concerniente a bosques, parques y terrenos forestales.

Esta Ley declara de interés nacional la defensa, el mejoramiento, la ampliación, la creación de los recursos forestales, el desarrollo de las industrias forestales, y en general, de la economía forestal.

2.2.3 Decreto 452/988, Decreto 24/993 y Decreto 330/993

El Decreto 452 del 6 de julio de 1988 define el concepto de bosque, delimita los terrenos forestales y califica los bosques particulares. De estos últimos establece los lineamientos de protección. En su Art. 14 prohíbe el corte o cualquier operación que atente contra la supervivencia del monte indígena y la destrucción de los bosques protectores artificiales.

En su Art. 16, modificado por el Decreto 24 del 12 de enero de 1993, establece que para obtener la autorización de corta o cualquier otra operación proyectada se deberá presentar un informe técnico con las razones que la motivan y el plan de explotación ante la DGRNR del MGAP. En las tierras con capacidad de uso agrícola correspondientes a planicies y terrenos ondulados no susceptibles de inundación, la DGRNR podrá autorizar la corta y cualquier otra operación sobre el monte indígena en los casos en que éste limite su mejor aprovechamiento y que no medien razones de conservación de comunidades o especies arbóreas, mantenimiento de ecosistemas o razones de interés general.

Por último, el Decreto 330 del 13 de julio de 1993 dispone que el corte y la extracción de productos forestales del monte indígena sólo podrá realizarse con previa autorización de la DGRNR.

3. DESCRIPCIÓN DEL EMPRENDIMIENTO

3.1 Componentes principales

Las principales componentes del emprendimiento comprenden el dique, el embalse, la obra de toma, el aliviadero de máxima y la tubería para asegurar el caudal de estiaje.

3.1.1 Dique

Consiste en una estructura destinada a la contención del agua, de modo de asegurar el volumen de reserva deseado. Se diseña de modo de minimizar las infiltraciones y sub-presiones perjudiciales para la estabilidad de la presa.

Se trata de un dique de materiales sueltos, con un núcleo central de suelo arcilloso y faldones de suelo areno-limoso, con cobertura de tierra vegetal aguas abajo y enrocado aguas arriba, a modo de protección.

Las dimensiones principales de la presa se presentan en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Dimensiones principales de la presa

Altura presa (m)	11,5
Ancho de coronamiento (m)	6,0
Talud aguas arriba (mH:1V)	3
Talud aguas abajo (mH:1V)	2
Base máxima de la presa (m)	64
Ancho de cierre (m)	713

3.1.2 Embalse

El lago presentará una extensión superficial de 133 ha a cota de vertido 47 m.

Con la implantación del lago se verán afectadas áreas actualmente destinadas a cultivos agrícolas y caminería secundaria.

3.1.3 Obra de toma y tubería para caudal de estiaje

La obra de toma permite la erogación del caudal requerido para el riego. La misma se efectuará con una tubería de PEAD PE 100 de Φ 900 mm PN 6, que atravesará el terraplén 2 m por encima de su punto más bajo para evitar inconvenientes causados por el azolve. Las juntas de la tubería serán soldadas, y la misma estará rodeada por un prisma de hormigón para protegerla de asentamientos diferenciales. Se colocarán además collarines de hormigón cada 9 m para evitar la formación de líneas de flujo preferenciales en el contacto entre el hormigón y el dique. En el extremo ubicado dentro del embalse se construirá una casilla de toma con criba. El extremo opuesto se conectará al sistema de bombeo. En este último extremo se colocará además una válvula de compuerta que permita aislar la tubería de toma en caso de ser necesario.

Previo a la estación de bombeo, se dejará previsto un by-pass con una válvula de compuerta para regular el nivel del embalse fuera del período de bombeo. La descarga del mismo será sobre una cámara de disipación de energía que restituirá el agua hacia la cañada del Ubajay.

Las principales características de la tubería de toma se resumen en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2: Principales características tubería obra de toma

Material	PEAD PN 6
Diámetro exterior (mm)	900
Espesor (mm)	34,4
Diámetro interior (mm)	831,2
$v_{MÁX}$ (m/s)	2,2
Cota de fondo (m)	39,55
Largo (m)	54

Se colocará además una tubería para permitir el pasaje de un caudal de estiaje de 7,2 L/s (0,4 L/s/km^2) en la condición de funcionamiento más desfavorable del embalse (nivel mínimo). La tubería se ubicará 2 m por encima del punto más bajo en el cierre, y será de PVC ∅110 mm PN 6, con juntas elásticas. Al igual que la obra de toma, esta tubería estará protegida por hormigón y contará con collarines para evitar líneas de flujo preferenciales.

En la Figura 3-1 se presenta un esquema con la ubicación de las tuberías mencionadas.

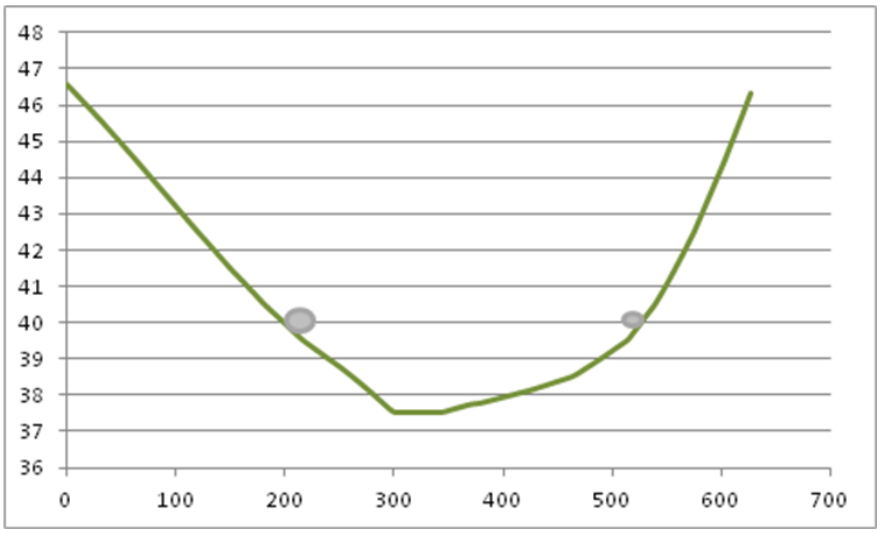


Figura 3-1: Ubicación de obra de toma y tubería para caudal de estiaje (Unidades en m)

3.1.4 Aliviadero de máxima

El aliviadero es la estructura que permite evacuar los excedentes de agua, de modo de evitar el sobrepasamiento de la presa durante una avenida extrema. El mismo se materializará mediante un canal excavado en una ensilladura del terreno natural, que conducirá el agua hacia un curso intermitente que restituye a la cañada del Ubajay.

Dicho canal será empastado y con una pendiente pequeña de modo de evitar procesos erosivos.

Las dimensiones principales del canal vertedero se presentan en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3: Dimensiones principales del canal vertedero

S_0 (%)	0,15
mH:1V	1,5
B (m)	90
H (m)	1
L (m)	1.300

3.1.5 Rebose

A modo de mitigar el humedecimiento continuo del aliviadero de máxima cuando el embalse se encuentra próximo a su nivel máximo normal (NMN), se colocará una tubería de PVC ∅ 200 mm ubicada en el cuerpo de la presa, 10 cm por debajo del nivel de vertido.

3.1.6 Estación de bombeo

Se construirá una estación de bombeo de hormigón a una distancia de 95 m aguas abajo de la represa. Las dimensiones de la misma serán de 40 m de largo, 16 m de ancho y 3 m de altura. En su interior se ubicarán los equipos de bombeo (4 de uso más uno de respaldo) con sus respectivos motores, tableros y llaves.

3.1.7 Energía eléctrica

El suministro a la estación de bombeo se realizará desde una línea de media tensión de 15 kV cercana. La instalación eléctrica contará con un transformador de 2.000 kVA 15/0,38 kV ONAN con seccionadores ubicados antes y después del mismo.

Posterior al seccionador habrá un interruptor termomagnético general del sistema del que saldrán 7 derivaciones, las cuales contarán cada una con un interruptor termomagnético:

- 5 correspondientes a los motores de las 4 bombas de uso y de la bomba de respaldo.
- Una correspondiente a un tomacorriente para usos de la estación de bombeo.
- Otra correspondiente a las luminarias.

Habrá una batería de condensadores que funcionará para corregir el factor de potencia de modo de que sea siempre superior o igual a 0,92.

Adicionalmente se colocará un pararrayos tipo Franklin. Otras protecciones necesarias serán evaluadas y diseñadas por profesionales de la Ingeniería Eléctrica.

3.2 Actividades principales

Las actividades se analizarán según la fase del emprendimiento en la cual se desarrollan. Para este emprendimiento en particular se consideran las fases de construcción, de operación y mantenimiento y de clausura.

3.2.1 Fase de construcción

Se denomina fase de construcción al conjunto de las actividades que llevan a la manifestación física del emprendimiento. En este tipo de emprendimiento, los mayores cambios y modificaciones del ambiente se generan en esta fase.

La fase de construcción comprende el acondicionamiento inicial del terreno y la construcción de las componentes descritas en el punto 3.1, identificándose las siguientes actividades:

- Instalación de un obrador con servicios para el personal de obra.
- Acondicionamiento de un área para el mantenimiento de la maquinaria vial (cambio de aceite y de filtros, y abastecimiento de combustible). No se realizarán tareas de reparación en el sitio.
- Retiro de la capa superficial de tierra vegetal en la zona de cimentación del dique, y su acopio transitorio en condiciones adecuadas para uso posterior.
- Excavación del terreno natural, a fin de rellenarse con material arcilloso (dentellón) y así disminuir infiltraciones. El material excavado apto para los faldones se acopiará transitoriamente, mientras que el no apto se dispondrá adecuadamente aguas arriba de la presa.
- Colocación y compactación en capas de los diferentes materiales que constituyen el cuerpo de la presa.
- Instalación de la tubería de toma y elementos accesorios.
- Instalación de la tubería para caudal de estiaje.
- Instalación de la tubería de rebose.
- Colocación de enrocado en el faldón de aguas arriba.
- Colocación de tierra vegetal en el faldón de aguas abajo (proveniente del acopio transitorio).
- Excavación y construcción del aliviadero tipo canal.

La actividad más significativa de la fase de construcción es el movimiento de suelo, cuantificado en 60.000 m^3 para el dique y en 250.700 m^3 para el canal de vertido. Asumiendo un rendimiento de la empresa constructora de 2.000 m^3/día, la duración de la obra resulta en 7 semanas para el dique y 33 semanas para el canal. Dicha estimación se realizó considerando jornadas de trabajo de lunes a viernes, y se incrementó en un 20 % por posibilidad de precipitaciones.

Cabe mencionar que la obra no requiere de la instalación de una planta hormigonera en sitio, el hormigón se trasladará en camiones mixer a demanda.

3.2.2 Fase de operación y mantenimiento

Operación

La fase de operación involucra todas aquellas actividades vinculadas con el funcionamiento de la represa.

Entre las actividades incluidas en esta fase se identifican las siguientes:

- Operación de equipos de bombeo.
- Control estructural.
- Medición diaria de los niveles de agua en el embalse.
- Monitoreo de la calidad del agua del lago.

Mantenimiento

La fase de mantenimiento comprende a aquellas medidas destinadas a mantener el buen estado y correcto funcionamiento de la obra civil. Al tratarse de un embalse de porte significativo, la presa va a estar sometida a infiltraciones, oleaje, viento, entre otros.

Si bien el diseño de la represa fue realizado de modo de minimizar el mantenimiento, en esta fase se incluyen las siguientes actividades:

- Mantenimiento del faldón de aguas arriba, en particular en lo que refiere al desplazamiento del enrocado.
- Mantenimiento del empastado en el faldón de aguas abajo.
- Mantenimiento del empastado en el aliviadero tipo canal.
- Mantenimiento de la obra de toma y estación de bombeo.

3.2.3 Fase de clausura

La fase de clausura consiste en el conjunto de las actividades que se realizan una vez finalizada la vida útil del emprendimiento o ante la ocurrencia de alguna situación que lo amerite.

En este caso, se desmantelará totalmente el dique, las obras de toma y restitución, así como las edificaciones. En cuanto a las estructuras enterradas se prevé eliminar componentes hasta 80 cm o 1 m de profundidad (profundidad de raíces de revegetación).

Se prevé utilizar el material del dique para rellenar el vaso del embalse siguiendo las curvas de nivel de modo de reconstituir los drenajes naturales de la zona. También se revegetará la zona afectada.

La clausura de una represa puede causar perturbaciones a corto plazo en las áreas inmediatamente aguas arriba y aguas abajo de la estructura. Esto incluye alteración de la corriente, aumento de la turbiedad, perturbaciones causadas por la presencia de maquinaria pesada y/o detonaciones controladas. Estas perturbaciones, aunque sean de corto plazo, deberán ser programadas adecuadamente para asegurar que las etapas críticas de la vida de las especies acuáticas no se vean perjudicadas.

Los pasos que se prevén tomar para reducir los impactos incluyen: la gestión de sedimentos para limitar la cantidad liberada cuando el dique es desmantelado; programación del desmantelamiento para no coincidir con requerimientos de hábitat estacionales (por ejemplo desove de peces); la construcción de una estructura temporal (por ejemplo, ataguía) para disminuir la turbidez y / o desviar peces y vida silvestre lejos del sitio; y realizar la clausura durante condiciones de flujo adecuadas.

La maquinaria requerida para el desmantelamiento del dique es una retroexcavadora con martillo hidráulico. Puede llegar a ser necesario utilizar dispositivos de detonación para romper materiales particularmente densos.

El canal vertedero se acondicionará con material proveniente de la excavación del mismo, de modo de restituir el drenaje natural de la zona.

En una etapa posterior de proyecto deberían incluirse los costos asociados a las obras de clausura descritas anteriormente.

4. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO

4.1 Medio Físico

4.1.1 Clima

De acuerdo a los datos de la estación meteorológica de INIA Salto Grande, estación meteorológica lindera a la zona de estudio, la temperatura media anual es de 19,4 ºC; durante los meses más cálidos la temperatura máxima media es de 26,2 ºC y en los meses más fríos la temperatura mínima media es de 12,8 ºC.

La precipitación media acumulada anual es de 1.339 mm. No existe una estación lluviosa típica aunque en primavera y verano se registran volúmenes algo mayores que en el resto del año.

Baetghen y Terra (2010) estudiaron para nueve estaciones pluviométricas en el período 1919-2008, entre ellas Salto, la variabilidad climática para diferentes escalas temporales en registros pluviométricos en Uruguay. Se comprueban tendencias de precipitaciones crecientes muy significativas, sobre todo en verano. Para el caso de Salto, la tendencia fue de 4,4 mm/año con significación estadística al 99 % para las precipitaciones anuales y del 100 % en verano.

4.1.2 Geología

Los materiales geológicos que afloran en la zona de estudio pertenecen a la Formación Salto, Formación Fray Bentos y Formación Actual.

La Formación Salto ocupa las partes altas de una faja de más de 200 km en sentido Norte-Sur y unos 30 km en sentido Este-Oeste, contra la margen izquierda del río Uruguay, desde Bella Unión hasta Bellaco (Río Negro). Comienza con un nivel de fangolitas gris verdosas (1 a 2 m) seguidas por areniscas y conglomerados que se interestratifican con estructuras lenticulares. Las areniscas constituyen el tipo de roca más importante, son de grano medio a fino con buena selección, granos bien redondeados, muy cuarzosa (5 % de feldespatos). Están muy poco cementadas y son de color rojo intenso porque los granos están cubiertos de una pátina de óxidos de hierro. Presentan esporádicos niveles totalmente silicificados (Bossi y Navarro, 1991).

En la Formación Fray Bentos son predominantes las arcillas limosas o areniscas muy finas, con contenido variable de arcilla, arena fina y calcáreo. Desde el punto de vista agronómico presentan la importancia de generar los mejores suelos del país en las zonas de Cololó y Bequeló, pero su distribución es muy extensa. La sección tipo se ubica en las barrancas de los alrededores de Fray Bentos. Aquí las rocas dominantes son areniscas finas, limolitas, loess, generalmente bien seleccionados y con 20 % de $CaCO_3$ en promedio.

Son rocas macizas, de color rosado anaranjado característico y constante. Se pueden reconocer cuatro tipos de rocas principales:

• En la base, brechas englobando fragmentos irregulares de los materiales subyacentes (lodolitas tilloides, poco frecuentes).

• Niveles arcillosos, también muy raros, conocidos solo en Paso Cuello.

• Loess macizos de típico color pardo anaranjado, que representa uno de los tipos de roca más frecuentes de la formación.

• Areniscas finas, también pardo anaranjadas, con estratificación cruzada neta o difícil de observar, también roca muy frecuente.

La Formación Actual está formada por sedimentos limo arcillosos, arenosos y a veces conglomerádicos (aluviones y coluviones), depósito de turbas. Se encuentra presente en los álveos de los cursos de agua.

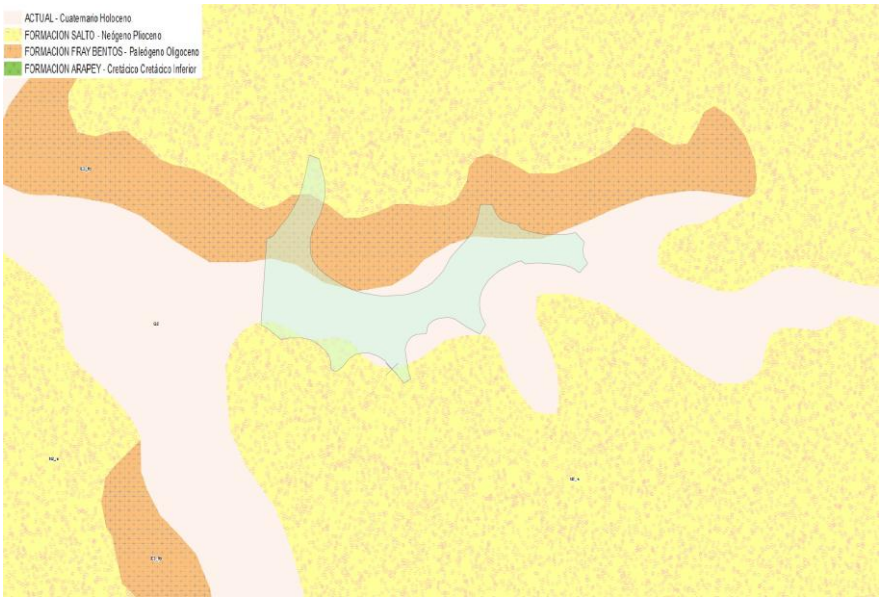


Figura 4-1: Geología

4.1.3 Suelos

Para la descripción de los suelos presentes en el área afectada por el emprendimiento se toma como referencia información de Comisión Nacional de Estudios Agroeconómicos de la Tierra (CONEAT).

Los grupos de suelos CONEAT no son estrictamente unidades cartográficas básicas de suelo, sino que constituyen áreas homogéneas definidas por su capacidad productiva en términos de carne bovina, ovina y lana en pie. Esta capacidad se expresa por un índice relativo a la capacidad productiva media del país, a la que corresponde el índice 70.

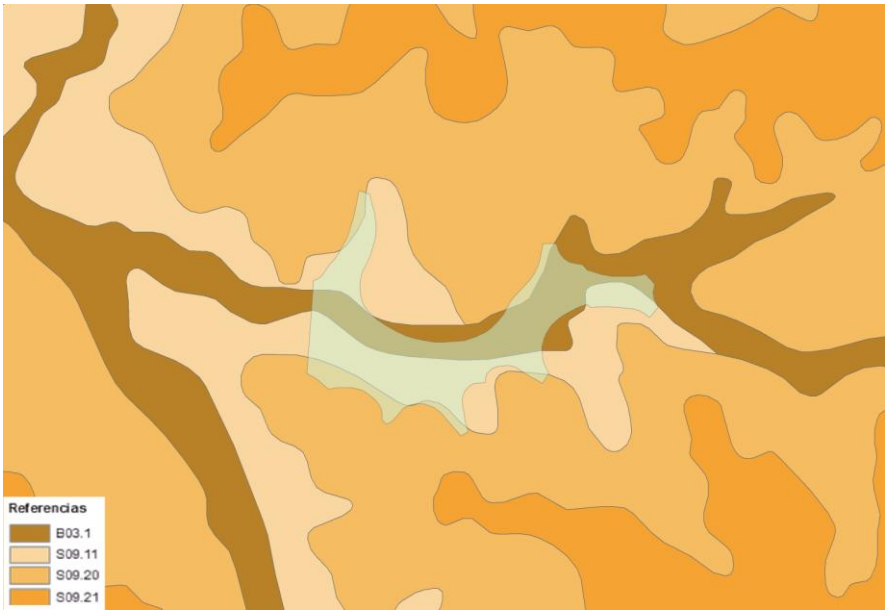


Figura 4-2: Grupos de Suelos CONEAT presentes en la zona de estudio

El emprendimiento se localiza en suelos pertenecientes a los grupos B03.1, S09.11 y S09.20 de CONEAT. En la siguiente tabla se presenta el área asociada a cada unidad, el porcentaje del total que representa y su respectivo índice CONEAT.

Tabla 4-1: Índices de productividad

Grupo	Porcentaje	Índice CONEAT
S09.20	13%	44
S09.11	47%	39
B03.1	40%	158

A continuación se presenta una descripción de los distintos grupos existentes en la zona de estudio.

B03.1

Esta unidad está asociada a las grandes vías de drenaje de la región basáltica. Se trata de un sistema de planicies aluviales de pendiente baja donde se distinguen dos tipos de terrenos, unos de forma general plana con vegetación arbórea de galería, vecinos a las vías de drenaje y otros, también de forma general plana, vecinos a los primeros, aunque frecuentemente con mesorrelieve. La rocosidad y pedregosidad son prácticamente nulas. Los suelos correspondientes al primer tipo de terreno (asociados dentro del grupo) son aluviales, generalmente arcillo limosos, a veces franco limosos en todo el perfil, ricos en materia orgánica. Se trata de Fluvisoles Isotexturales Melánicos. En el segundo tipo de terreno (dominantes dentro del grupo), los suelos son profundos, de colores negros que se agrisan a los 50 cm y en ocasiones a los 200 cm, de texturas arcillo limosas, por lo general con transición gradual a sedimentos limosos. A veces presentan sobre el perfil material alóctono y actual (deposiciones aluviales). Se trata de Vertisoles Háplicos paracuicos/aerico/no Hidromórficos (Grumosoles).

La vegetación es de selva aluvial típica y parque con pradera predominantemente invernal y de tapiz denso, asociada a comunidades hidrófilas uliginosas accesorias. Este grupo se corresponde con la unidad Arapey de la carta a escala 1:1.000.000 (CRSU).

S09.11

Este grupo consiste en una asociación entre el grupo S09.10 (identificado con bancos antiguos de cantos rodados, observables en los alrededores de la Ciudad de Salto) y suelos superficiales de basalto, aparece en la región litoral oeste de los departamentos de Salto y Artigas y algunas áreas de Paysandú, aunque localizado en laderas de disección asociadas a las vías de drenaje.

Los Inceptisoles Ócricos (Regosoles de cantos rodados) pueden representar hasta 70 % de la asociación, correspondiendo a Brunosoles Éutricos Típicos superficiales y moderadamente profundos (Litoregosoles y Praderas Negras superficiales) el 30 % restante. El uso es pastoril, con pasturas pobres en las partes altas de cantos rodados y de mejor calidad en las laderas bajas sobre suelos basálticos. Este grupo corresponde a la unidad Constitución de la carta a escala 1:1.000.000 (CRSU).

S09.20

Este grupo se localiza en los alrededores de la ciudad de Salto extendiéndose siempre en áreas litorales del río Uruguay hasta las proximidades de Belén. Constituye una asociación del grupo S09.21 (Salto), que predomina con aproximadamente 70 % del área y el grupo S09.10 (Arenitas Blancas) que se localiza en laderas fuertes y cortas (casquetes). Los suelos predominantes corresponden a Argisoles Dístricos Ócricos y Melánicos Típicos y Abrúpticos (Praderas Pardas arenosas medias y máximas y Praderas Arenosas), de color pardo grisáceo a pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa, fertilidad baja y drenaje imperfecto, que a veces pueden ser pseudolíticos, ya que presentan una línea de cantos rodados de más de 20 cm de espesor. Sobre los cantos rodados, existen Inceptisoles Ócricos (Regosoles de cantos rodados) que tienen normalmente un horizonte superior de color pardo muy claro, textura arenosa, fertilidad muy baja y drenaje interno bueno, aunque en presencia de estratos arcillosos y en posiciones altas planas puede ser pobre. La tierra está ocupada por citrus, cultivos de primor, cultivos de verano y rastrojos. Este grupo integra la unidad Salto en la carta a escala 1:1.000.000 (CRSU).

S09.21

Este grupo es característico de los alrededores de la ciudad de Salto, extendiéndose en manchones discontinuos, siempre en áreas litorales del río Uruguay, hasta las cercanías de Bella Unión. El material geológico corresponde a sedimentos arenosos y areno arcillosos de la Formación Salto. El relieve corresponde a interfluvios altos y suavemente ondulados, con predominio de pendientes de 1 a 3 %. Los suelos dominantes son Argisoles Dístricos Ócricos y Melánicos, Típicos y Abrúpticos, de color pardo grisáceo a pardo grisáceo muy oscuro o pardo muy oscuro, textura franco arenosa, fertilidad baja y drenaje imperfecto. (Praderas Arenosas hidromórficas). En las concavidades se asocian Planosoles de texturas más finas y mayor fertilidad. Pueden existir cantos rodados integrando la masa del suelo y a veces conformando una línea de cantos de más de 20 cm de espesor, considerándose entonces al suelo como pseudolíticos.

La tierra está ocupada por citrus, cultivos de primor, cultivos de verano y rastrojos. Este grupo corresponde a la unidad Salto en la carta a escala 1:1.000.000 (CRSU).

4.1.4 Recursos hídricos

La represa se ubica en la cuenca del arroyo San Antonio Grande.

El arroyo San Antonio Grande recorre una distancia de 36 km desde su naciente hasta su desembocadura próxima al Ayuí, en el río Uruguay. Su cuenca tiene una extensión de 220 km^2; sus principales características se resumen en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2: Características geomorfológicas de la cuenca del arroyo San Antonio Grande

Área (km^2)	220
Perímetro (km)	110
Índice de compacidad	2,1
Pendiente media (%)	1,5
Longitud cauce principal (km)	36
Densidad de drenaje (km/km^2)	0,4

Se trata de una cuenca pequeña en la cual se desarrolla una actividad productiva muy importante, destinada principalmente al cultivo de arándanos. Existe poca información en base a aforos, sin embargo algunas de sus características como el elevado índice de compacidad y la baja densidad de drenaje, sugieren que la producción de caudal de la cuenca no es significativa. Estos aspectos implican que se trate de una cuenca muy vulnerable en la cual actualmente DINAGUA no otorga nuevos permisos de tomas de agua.

En cuanto a las tomas habilitadas actualmente por DINAGUA, la totalidad de las mismas son para el cultivo de arándanos. La mayor demanda de agua se da durante los meses invernales para el control de heladas. En la Tabla 4-3 se resumen los volúmenes anuales demandados.

Tabla 4-3: Demanda de agua – Tomas habilitadas arroyo San Antonio

	Vol. anual (miles de m^3)	**%**
Riego	221	26%
Control de heladas	619	74%
Total	840	100%

Otras actividades productivas presentes en la cuenca son:

- Citrus;
- Olivos;
- Horticultura;
- Lechería;
- Feedlot.

En cuanto a la presencia de embalses, actualmente se registran un total de 1.333.000 m^3 de agua embalsada, distribuida según se resume en la Tabla 4-4.

Tabla 4-4: Volumen embalsado

	Cantidad	Volumen (m^3)
Tajamares	12	487.000
Represas	3	646.000

El agua embalsada se destina para los cultivos presentados en la Tabla 4-5.

Tabla 4-5: Usos del agua embalsada

	Proporción
Arándanos	67%
Cítricos	33%

El curso de agua a embalsar es la cañada del Ubajay, la cual tiene su naciente al Este de la Ruta N° 3, atravesando la colonia hasta su desembocadura en el arroyo San Antonio Grande. En cuanto a las características de la cuenca, la misma se extiende en una superficie de 20 km^2, siendo la longitud del cauce principal de 9 km.

En la Figura 4-3 se presenta la cuenca del arroyo San Antonio Grande; las tomas habilitadas por DINAGUA en dicha cuenca; y la cuenca de la cañada del Ubajay.

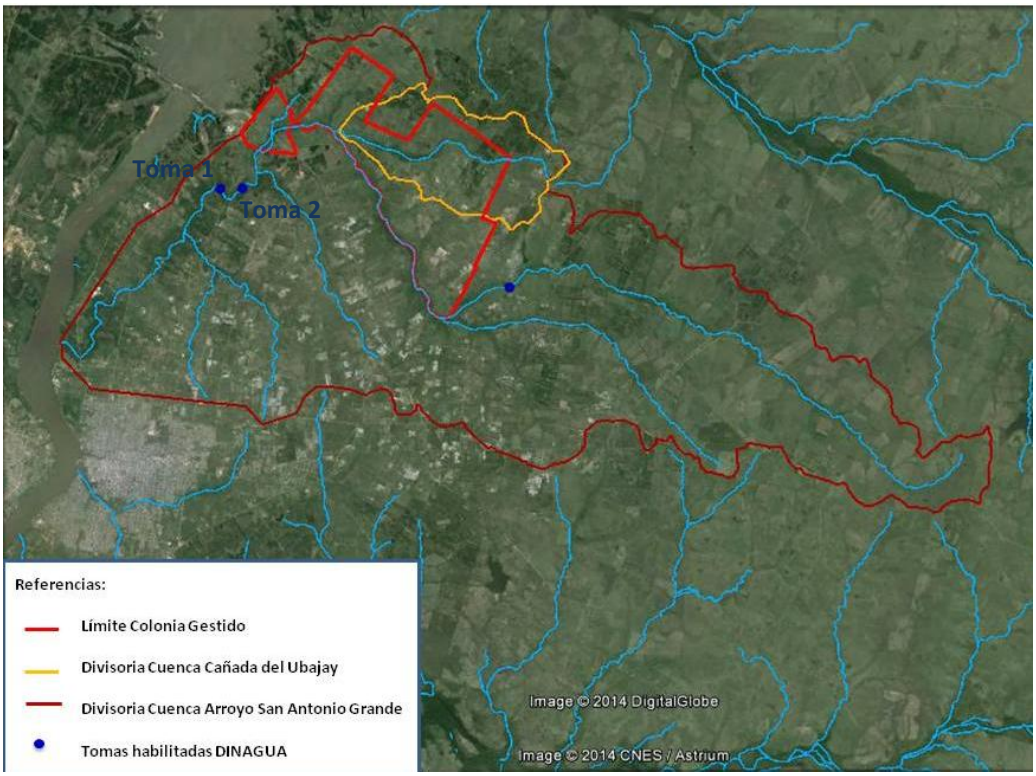


Figura 4-3: Cuenca del arroyo San Antonio Grande

Como se puede observar, existen dos tomas habilitadas aguas abajo de la cuenca de la cañada del Ubajay, las cuales podrían ser afectadas por la construcción de la represa.

En la Tabla 4-6 se resumen las características de dichas tomas, información brindada por DINAGUA (Regional Salto).

Tabla 4-6: Tomas habilitadas aguas abajo cañada Ubajay

Id. Toma	Id. DINAGUA	Demanda	Uso
1	2006-10-004-0510-1-209	6 L/s en verano y 25 L/s en invierno	Riego y control de heladas de arándanos
2	2007-10-004-0510-1-204	140 L/s entre junio y agosto	Control de heladas

4.2 Medio Biótico

4.2.1 Ecosistema terrestre

Desde el punto de vista ecológico, el sitio pertenece a la región paisajística del litoral Suroeste (Evia y Gudynas 2000). Esta región corresponde a las áreas con mayor modificación antrópica. Se caracteriza por la presencia de manchas y corredores de ambientes menos modificados incluidos en una matriz heterogénea en la que predominan diversos cultivos.

En cuanto a la biodiversidad, Brazeiro *et ál.* (2008) han evaluado su variación espacial a nivel nacional, mediante un índice de relevancia ecológica (i.e., índice que integra la riqueza específica y número de especies amenazadas) tomando como referencia una grilla que divide al territorio nacional en 302 cuadrículas de aproximadamente 33 x 20 km, de acuerdo con el Plan Cartográfico Nacional, escala 1:50.000. El índice de relevancia ecológica por cuadrícula fue clasificado en 5 categorías, denominadas como *Muy baja, Baja, Media, Alta* y *Muy Alta*. Cabe destacar que el 40,1 % de ellas fueron clasificadas en *Baja* o *Muy Baja*. La cuadrícula correspondiente al sitio de estudio presenta un índice de relevancia *Muy Baja*, en el rango 0 – 0,18 en una escala de 0 a 1.

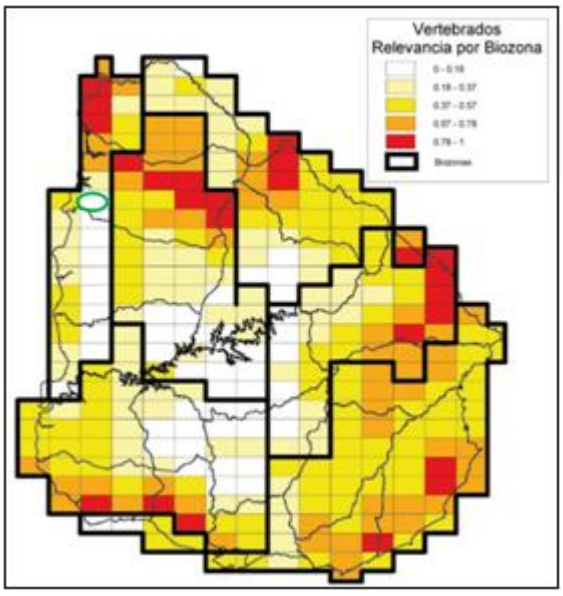


Figura 4-4: Variación espacial del índice de relevancia ecológica (Brazeiro et ál. 2008). El círculo verde indica el sitio del proyecto.

En un análisis efectuado en base a imágenes satelitales y a una visita de campo realizada, se destacan dos tipos de ambientes de acuerdo a sus características ecológicas y de uso del suelo: campos agrícolas o praderas mejoradas; y bosque ribereño nativo de escaso desarrollo.

Los campos agrícolas y praderas mejoradas son ambientes altamente modificados por el hombre. Estas modificaciones vienen dadas por el laboreo del suelo en la agricultura tradicional, o por la aplicación de fuertes herbicidas en la siembra directa, sustituyendo casi en su totalidad a las formaciones vegetales preexistentes en el sitio por las especies cultivadas, y modificando las características fisicoquímicas del suelo. Estas alteraciones en los suelos son destinadas al desarrollo de las prácticas tanto ganaderas como agrícolas.

Son de destacar los árboles frutícolas, los cuales se presentan en algunas zonas protegidos por cordones de Eucalitpus.

En la zona del emplazamiento del embalse se identifica un bosque ribereño nativo de escaso desarrollo, con señales de haber sido talado en el pasado. El lugar se muestra fuertemente invadido por especies exóticas invasoras entre las que destaca un tipo de Sauce Asiático y el Álamo.

En las siguientes figuras se presentan algunos de los elementos mencionados.



Figura 4-5: Campo natural mejorado



Figura 4-6: Bosque Ribereño



Figura 4-7: Sauce Asiático

4.2.2 Ecosistema acuático

Se realiza una descripción cualitativa del ecosistema acuático asociado a la cañada del Ubajay, dado que no se dispone información específica del medio, debiéndose realizar el estudio de campo correspondiente.

Uno de los principales impactos de las represas sobre la biota acuática es que constituyen una barrera biológica para especies de peces migratorias (dorado, surubí, patí, entre otros) que les impide remontar corriente arriba para completar su ciclo reproductivo. Sin embargo, se presume que no hay presencia de especies migratorias en el curso de agua de estudio, ya que dichas especies habitan en cursos de agua más caudalosos.

En un estudio más profundo es relevante analizar la presencia de moluscos, ya que un potencial habitante es la almeja asiática *Corbicula fluminea*, especie que puede introducirse en las tuberías generando obstrucciones. También es de interés relevar la presencia de otros moluscos y crustáceos con problemas de conservación.

Dado que el lecho del curso no es rocoso (Fm Actual y Fm Fray Bentos), es posible que exista fauna cavícola, como por ejemplo almejas y anélidos.

4.3 Medio Antrópico

4.3.1 Población

Según el último censo de población (2011), en la zona de influencia de Colonia Gestido habitan 712 personas. De ellas el 54,1% son hombres. La edad promedio en la zona es de 30,1 años, distribuidos en tramos de edades según lo indicado en la Tabla 4-7.

Tabla 4-7: Franja etaria

Edad	Población	Proporción
Menor a 18	250	35,1 %
19 a 29 años	151	21,2 %
30 a 45 años	121	17 %
45 a 60 años	128	18 %
Más de 60 años	62	8,7 %
Total	712	100 %

De las personas en edad de trabajar, el 42% no se encuentran ocupadas. Cuando se analiza esto por sexo, presenta un sesgo por género ya que el 72,8% de la población no ocupada está compuesta por mujeres.

4.3.2 Situación actual de Colonia Gestido

Organización de la colonia

Los productores de Colonia Gestido se encuentran organizados en el marco de una Sociedad de Fomento Rural (SFR).

La Sociedad de Fomento Rural Colonia Oscar D. Gestido es una asociación civil, con personería jurídica aprobada por el Ministerio de Educación y Cultura, y no persigue fines de lucro ni reparte las utilidades de su gestión económica.

En la siguiente tabla se presentan los integrantes actuales de la directiva de la SFR Colonia Gestido.

Tabla 4-8: Comisión Directiva SFR Gestido

Nombre	Rol
Spina, Martín	Presidente
Malvasio, Renzo	Vicepresidente
Rodríguez, Susana	Secretaria
Spina, Gabriel	Tesorero

Adicionalmente existen diversas comisiones de trabajo en distintas temáticas, en las cuales participan otros productores.

Situación productiva

Actualmente en Colonia Gestido conviven varios rubros productivos tales como fruticultura (principalmente citrus y durazno), horticultura de campo, lechería y ganadería en diferentes grados de intensidad. Geográficamente, en los predios más hacia el Este se desarrollan las actividades intensivas.

En la siguiente tabla se presentan los cultivos presentes a la fecha en Colonia Gestido, de acuerdo al relevamiento realizado por integrantes del Departamento de Agua en el marco del proyecto CSIC.

Tabla 4-9: Uso de suelo actual

Cultivo	Actividad	Área (ha)
Rotación Ray-Grass/Sorgo	Producción de granos	230,50
Praderas	Ganadería/Lechería	102,00
Campo Natural y/o Mejorado	Ganadería/Lechería	1186,00
Citrus	Fruticultura	268,50
Durazno	Fruticultura	3,00
Tomate	Horticultura	7,27
Morrón	Horticultura	4,95
Frutilla	Horticultura	14,74
Papa	Horticultura	12,25
Boniato	Horticultura	62,25
Zapallo	Horticultura	18,88
Maíz dulce	Horticultura	16,35
Melón	Horticultura	0,20
Cebolla	Horticultura	10,00
Zapallito	Horticultura	2,56
Lechuga	Horticultura	0,06
Sandía	Horticultura	1,00

Según el relevamiento, el área productiva en la actualidad es de 1.941 ha, lo que corresponde a alrededor del 70 % de la superficie de la Colonia.

La mayor parte de la producción se realiza bajo el régimen de secano, representando un 89 % del área en actividad. En la Tabla 4-10 este rubro se presenta de forma detallada.

Tabla 4-10: Producción bajo secano

Cultivos Extensivos y Frutícolas Secano	Superficie (ha)
Verdeos (Avena/Raygrass y Sorgo)	201,00
Praderas	800,00
Campo Natural y Campo Natural Mejorado	1.186,00
Citrus	184,50
Durazno	3,00
Total	1.654,50

Cultivos Hortícolas Secano (Protegidos y a Campo)	Superficie (ha)
Tomate	2,20
Morrón	1,20
Frutilla	7,36
Papa	5,00
Boniato	30,00
Zapallo	15,00
Maíz dulce	11,00
Melón	0,00
Cebolla	8,00
Zapallito	0,00
Lechuga	0,00
Sandía	0,00
Total	79,76

El 21 % restante de 206 ha corresponde a zonas regadas, como se detalla en la Tabla 4-11.

Tabla 4-11: Producción bajo riego

Cultivos Extensivos y Frutícolas c/ Riego	Superficie (ha)
Verdeos (Avena/Raygrass y Sorgo)	29,50
Praderas	22,00
Campo Natural y CN Mejorado	0,00
Citrus	84,00
Durazno	0,00
Total	135,50

Cultivos Hortícolas c/Riego (Protegidos y a Campo)	Superficie (ha)
Tomate	5,07
Morrón	3,75
Frutilla	7,38
Papa	7,25

Cultivos Hortícolas c/Riego (Protegidos y a Campo)	Superficie (ha)
Boniato	32,25
Zapallo	3,88
Maíz dulce	5,35
Melón	0,20
Cebolla	2,00
Zapallito	2,56
Lechuga	0,06
Sandía	1,00
Total	70,75

A partir de diciembre de 2007 se accedió a un Campo de Recría del INC, Colonia Gral. Líber Seregni en el Paraje Saucedo, con una superficie de 486 ha. Es un emprendimiento asociativo, que beneficia a un porcentaje importante de pequeños productores y asalariados de la comunidad, actualmente unos 23 socios de la SFR Colonia Gestido.

En el predio de la SFR ubicado en el centro de la Colonia se cuenta con una Planta de elaboración de dulces y conservas equipado con la infraestructura necesaria para industrializar frutas y verduras: fuentes de calor, pailas eléctricas, mesas de envasado, máquinas para tapar, cedazos para la elaboración de mermeladas, dulces y conservas.

En la colonia existen productores que sin estar certificados como productores orgánicos, realizan una producción orgánica, incipiente, apoyada desde el Regional Norte, UdelaR, por medio de proyectos de investigación y extensión, en donde se han logrado avances en lo productivo y se visualizan mejoras que fortalecen al grupo en aspectos sociales.

4.3.3 Viviendas en la zona

Las viviendas ubicadas en los padrones afectados por la represa, se ubican en un nivel de terreno superior a la cota máxima inundable por el lago (correspondiente a un período de retorno de 1.000 años). Se identifican dos viviendas pertenecientes a productores de la colonia que serán afectadas por el trazado del canal. Se identifican además tres viviendas ubicadas a distancias de entre 180 m y 300 m del cuerpo de la presa. En la Figura 4-8 se presenta una imagen satelital donde se pueden observar las viviendas cercanas al emprendimiento.

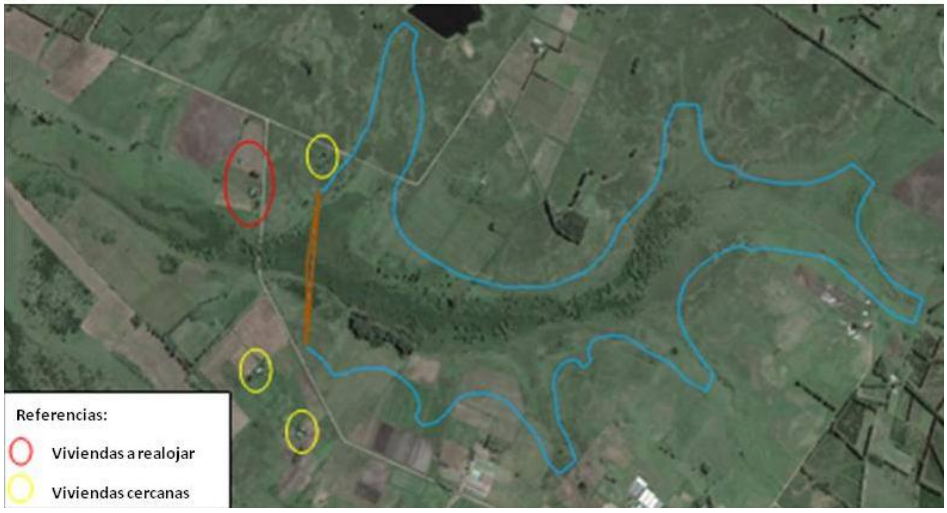


Figura 4-8: Viviendas cercanas al emprendimiento

4.3.4 Infraestructura vial y tránsito

Las principales vías de tránsito de la zona son el corredor internacional del Puente Salto-Concordia y la Ruta Nacional N° 3.

El Corredor Internacional nace en la progresiva 500 km de la ruta N° 3 y se extiende 11 km al Oeste hasta llegar al río Uruguay.

La Ruta N° 3 es una de las principales del Uruguay, se inicia en el km 67 de la Ruta N°1 y se extiende unos 642 km hasta la frontera con Brasil en el río Cuareim. Presenta un estado variable con carpeta asfáltica en prácticamente toda su extensión, posee una única vía y su ancho ronda los 7 metros, con banquinas. Presenta en el pasaje por Colonia Gestido (progresiva 501 km) un TPDA de 361 vehículos del cual 58% corresponde a autos y utilitarios, y el resto a vehículos de mayor porte.

4.4 Medio Simbólico

4.4.1 Paisajes

El paisaje predominante es de relieve levemente ondulado, apreciándose laderas de pendientes algo más significativas, y zonas de valle cubiertas por vegetación nativa, principalmente árboles y arbustos de baja altura. Se aprecian también afloramientos rocosos e interrupciones en el paisaje por monte artificial.

Para la descripción del paisaje se consideran dos parámetros paisajísticos relevantes: la calidad y la susceptibilidad del mismo.

La calidad del paisaje es determinada por las características naturales. Como ya fue mencionado anteriormente, el emprendimiento se encuentra en un área rural donde no se identifican elementos paisajísticos de relevancia a ser conservados, por lo que la calidad del paisaje se considera de media a baja.

La susceptibilidad del paisaje es impuesta por las posibilidades de percibir un paisaje, ligado a su vez a la frecuencia con que el mismo es visto. El emprendimiento se ubicará en una zona que actualmente es accesible únicamente por caminos vecinales. Sumado a esto, la densidad de población es marcadamente baja por lo cual se considera que la probabilidad de que el mismo sea visto es baja.

4.4.2 Sitios de valor arqueológico, histórico o cultural

En el entono inmediato de la zona en estudio no se encuentran sitios de valor histórico o cultural.

En cuanto a la arqueología, si bien la información disponible indica que no existen sitios de valor a conservar, se deberá realizar un informe arqueológico de detalle en la zona de afectación de la represa.

5. ANÁLISIS DE ASPECTOS AMBIENTALES

5.1 Identificación de aspectos ambientales

Se entiende por aspecto ambiental a cualquier elemento o característica que derive de una actividad del emprendimiento, o cualquier sustancia o producto utilizado o generado por éste, que sea susceptible de interactuar con el medio ambiente y producir impactos ambientales. Los aspectos, por lo tanto, surgen de una actividad que se hubiera identificado como tal.

Los aspectos identificados son los siguientes:

- Aspectos de la fase de construcción (movimiento de suelos, tránsito inducido, emisiones sonoras y material particulado, y generación de residuos).
- Presencia física de la represa.
- Modificación de los patrones de escurrimiento.
- Modificación de la calidad del agua.
- Aumento de disponibilidad de agua para riego.
- Emisiones sonoras.

En la Tabla 5-1 se presenta una lista con los principales aspectos identificados y las fases a las cuales corresponden.

Tabla 5-1: Principales aspectos ambientales identificados

Aspecto ambiental	Fase del emprendimiento		
	Construcción	Operación	Clausura
Movimiento de suelos	x		
Tránsito inducido	x		
Emisiones sonoras y material particulado	x		
Generación de residuos	x		
Presencia física de la represa	x	x	
Modificación de los patrones de escurrimiento	x	x	x
Modificación de la calidad del agua		x	
Aumento de la disponibilidad de agua para riego		x	
Emisiones sonoras		x	

5.2 Caracterización de aspectos ambientales

5.2.1 Aspectos de la fase de construcción

Las obras civiles previstas para este emprendimiento comprenden la instalación de un obrador con servicios para el personal de obra, la construcción del cuerpo de la represa, el canal lateral y la obra de toma, el acondicionamiento de un área para el mantenimiento de la maquinaria vial y para el acopio transitorio de materiales.

Los aspectos identificados en esta fase son los siguientes:

- Movimiento de suelos.
- Tránsito inducido.
- Emisiones sonoras y polvo.
- Generación de residuos.

Movimiento de suelos

Se trata del aspecto más significativo dentro de la fase de construcción, dado los importantes volúmenes de excavación y de préstamo (185.700 m^3 y 57.500 m^3 respectivamente) necesarios para la construcción del cuerpo de la presa y del canal vertedero.

A continuación se detallan los metrajes según los distintos rubros.

- Remoción de suelo orgánico: 3.900 m^3
- Excavación para fundación de la presa: 21.330 m^3
- Excavación para canal vertedero: 250.700 m^3
- Aporte de arcilla para dentellón y núcleo central: 46.470 m^3
- Aporte de arena SM para los faldones: 13.560 m^3
- Aporte de tierra vegetal: 300 m^3
- Enrocado en el faldón de aguas arriba: 890 m^3
- Aporte de arena para revestimiento: 360 m^3

Tránsito inducido

Cabe destacar que los materiales de aporte, correspondientes al núcleo y faldones de la presa, y al enrocado y la arena de protección aguas arriba, se extraerán de zonas aledañas, por lo cual no se prevé tránsito asociado a camiones por esta actividad. Sí se prevé tránsito asociado a camiones mixer, pero solamente en la etapa de colocación de hormigón.

El único flujo de camiones previsto durante toda la duración de la obra está asociado a un camión cisterna que acudirá a la zona para realizar el aprovisionamiento de combustible de las traíllas una vez a la semana.

Emisiones sonoras y material particulado

Durante el desarrollo de las obras, se generarán emisiones sonoras y material particulado, asociadas fundamentalmente a la operativa de la maquinaria empleada en este tipo de obra. La maquinaria a emplear será la típica de este tipo de obra: retroexcavadora, traílla y compactadora.

Generación de residuos

Durante la fase de construcción se prevé la generación de distintos tipos de residuos asociados a las obras civiles, tanto orgánicos como inorgánicos, producto del movimiento de suelos.

5.2.2 Aspectos de la fase operación y mantenimiento

Presencia física de la represa

La manifestación física de la represa comprende el lago de 133 ha de extensión superficial y un terraplén de una altura máxima respecto al terreno natural de 11,5 m y una longitud de 713 m.

Modificación de los patrones de escurrimiento

El represamiento del curso de agua implica una modificación en los patrones de escurrimiento: inmediatamente aguas arriba de la presa se generará un cuerpo de agua léntico, mientras que aguas abajo de la misma se alterará el régimen de caudales.

Por otro lado, se prevé la evacuación de los excedentes de una avenida mediante un canal vertedero, el cual descargará en un curso de agua intermitente, modificando así el patrón de escurrimiento del mismo.

Modificación de la calidad del agua

El pasaje de condiciones lóticas a lénticas en el curso de agua podrá generar cambios en la calidad del agua (turbiedad, temperatura, sólidos, oxígeno disuelto, nitratos, fosfatos, salinidad, pH, etc.).

Aumento de disponibilidad de agua para riego

La construcción de la represa, con una capacidad de almacenamiento de 4,5 Hm^3, generará un aumento de la disponibilidad de agua, permitiendo el riego de 1.350 ha aproximadamente pertenecientes a distintos productores de Colonia Gestido.

Emisiones sonoras

Durante la fase de operación, se producirán emisiones sonoras asociadas a las bombas ubicadas en la estación de bombeo próxima a la represa, y a sus respectivos motores.

5.3 Factores Ambientales

Se llama factor ambiental a cualquier componente que integra el ambiente, cualquiera sean sus características. Para la identificación de los factores ambientales, los mismos se clasificaron según el medio en el que se encuentra.

5.3.1 Medio Físico

Dentro del medio físico se identifican los siguientes factores:

- Escurrimiento superficial
- Calidad del agua
- Suelo
- Calidad del aire

5.3.2 Medio Biótico

Dentro de este medio se identifican los siguientes factores:

- Cobertura vegetal
- Biota terrestre
- Biota acuática

5.3.3 Medio Antrópico

Dentro del medio antrópico se identifican los siguientes factores:

- Población
- Usos del suelo
- Sector productivo local
- Viviendas en la zona
- Infraestructura vial y tránsito

5.3.4 Medio Simbólico

En el medio simbólico se encuentran los factores que tienen un carácter subjetivo por la importancia que el propio hombre le pueda dar. Entre dichos factores se encuentran:

- Paisaje
- Sitios de valor arqueológico, histórico o cultural

5.4 Matriz de Interacción

En la matriz de interacción se cruzan los aspectos ambientales del emprendimiento en estudio con los factores ambientales que se pueden ver afectados.

La posibilidad de afectación se determina en la intersección de la matriz, indicando además el grado de interacción según la siguiente escala dada por un código de colores:

- Bajo (color verde)
- Medio (color amarillo)
- Alto (color rojo)

A su vez, la interacción entre el aspecto y el factor puede ser directa (D), si algún aspecto de la actividad afecta directamente al factor impactado, o indirecta (I), si la afectación es resultado de algún otro efecto producido por la actividad.

En base a las interacciones determinadas, se identifican los impactos que los distintos aspectos generan sobre los factores ambientales. Se evaluarán especialmente los impactos derivados de aquellos aspectos cuyo grado de interacción con los factores es medio y alto.

En la Tabla 5-2 se presenta la matriz de interacción para el emprendimiento en estudio.

Tabla 5-2: Matriz de interacción aspecto/factor

			FASE CONSTRUCCIÓN				FASE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
		ASPECTO	Movimiento de suelos	Tránsito inducido	Emisiones sonoras y material particulado	Generación de residuos	Presencia física de la represa	Modificación de los patrones de escurrimiento	Modificación de la calidad de agua	Aumento de la disponibilidad de agua para riego	Emisiones sonoras
MEDIO	**FACTOR**										
FÍSICO	Escurrimiento superficial		D					D			
	Calidad de agua		D		I	I		I	D		
	Suelo		D			D	D	D			
	Calidad de aire			D	D						
BIÓTICO	Cobertura vegetal		D				D	I			
	Biota terrestre						D				
	Biota acuática						D	D	D		
ANTRÓPICO	Población			D	D		D			D	D
	Uso de suelo		I				D				
	Sector productivo local						D			D	
	Viviendas en la zona						D			I	
	Infraestructura vial y tránsito		D	D			D				
SIMBÓLICO	Paisajes		D				D				
	Sitios de valor arqueológico, histórico o cultural										

6. ANÁLISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES

Se denomina impacto ambiental a toda modificación de cualquier factor ambiental o de alguna de sus relaciones producida por una acción, actividad o aspecto de un emprendimiento.

Se considera que un impacto es significativo cuando la afectación del mismo es suficiente como para ser objeto particular de estudio.

6.1 Metodología

La metodología empleada para el análisis es la siguiente:

Luego de la identificación y caracterización de cada aspecto realizada en el Capítulo 5, se procede a la **identificación** de los posibles impactos que pueden derivarse de los mismos.

Con los impactos identificados se procede a la construcción de matrices de **valoración** a fin de seleccionar aquellos que se consideren significativos, completando las mismas acorde al criterio definido en el siguiente punto.

Posteriormente se procede a la **evaluación** de los impactos significativos. La evaluación del impacto se realiza comparando con algún criterio que permita definir la aceptabilidad del mismo o la necesidad de algún tipo de mitigación.

Finalmente se procede a verificar si el emprendimiento tiene implementadas **medidas de mitigación** así como la efectividad de las mismas, estableciendo lineamientos para nuevas medidas de mitigación en caso que se consideren necesarias.

6.2 Criterios para la valoración

Para la valoración cualitativa de los impactos identificados se utiliza una metodología de matriz. En las columnas de la matriz se colocan las variables a valorar y en cada una de las filas se colocan los impactos identificados.

Para la valoración se consideran las siguientes variables, tomadas de la Guía para la Solicitud de la Autorización Ambiental Previa elaborada por DINAMA:

- ***Tipo:*** Indica si los impactos pueden considerarse negativos o positivos de acuerdo al signo de la afectación que produce.
- ***Magnitud:*** Mide el grado de amplitud del impacto desde el punto de vista de la magnitud de la actividad que lo genera. Para su clasificación se tomará una graduación de 1 a 5 en la que la graduación es de carácter exponencial, es decir, un impacto de magnitud 2 es el doble del de magnitud 1 y uno de magnitud 3 el doble del de magnitud 2. De esta forma un valor 4 es 4 veces más que dos y no solamente el doble de éste.

- ***Importancia:*** Mide el impacto desde el punto de vista del recurso afectado. En este sentido, un impacto podría tener una gran magnitud, pero al no afectar un recurso ambiental importante, este impacto tiene baja importancia. En caso contrario puede ser muy importante, aunque la magnitud sea baja, por afectar a un recurso ambiental muy sensible. Para la medición de esta característica se utilizará una escala de 1 a 5 con las mismas características de la magnitud.
- ***Extensión:*** El impacto se cataloga como puntual (Pun) si la acción impactante produce una alteración muy localizada, parcial (Par) si el efecto tiene incidencia apreciable en el área estudiada y total (Tot) cuando abarca toda el área de estudio.
- ***Persistencia:*** El impacto se clasifica como temporal (T) cuando la alteración no es permanente, pudiéndose identificar su plazo de manifestación, y como permanente (P) cuando la alteración es indefinida en el tiempo.
- ***Recuperabilidad:*** Es el grado en que el ambiente puede recuperase del impacto recibido. Puede ser Irrecuperable (I) cuando la afectación supone una pérdida imposible de reparar, Irreversible (Ir) cuando el ambiente no se recupera sólo de su afectación pero aún ésta es posible, Reversible (R) cuando el daño es asimilado por el ambiente y éste se recupera luego de extinguido el efecto, y Fugaz (F) cuando la recuperación es inmediata.
- ***Probabilidad:*** Mide la probabilidad de ocurrencia del impacto. Se toma una escala de tres valores clasificando como Certero (C), Probable (P) y Poco Probable (PP) según la probabilidad de ocurrencia del impacto.

6.3 Criterios para la clasificación

En base a las características de valoración descritas anteriormente, se clasifican los impactos según su nivel de significancia. Para ello se adopta la siguiente escala:

- Bajo (B)
- Medio (M)
- Alto (A)

Se prestará especial atención a todos los impactos clasificados como de media y alta significancia, estableciendo para ellos las medidas de mitigación que se consideren más adecuadas.

6.4 Aspectos de la fase de Construcción

A continuación se analizan los impactos asociados a la fase de construcción.

6.4.1 Identificación de posibles impactos

Los principales impactos previstos en la fase de construcción, asociados a los aspectos vinculados a las obras civiles a realizarse, son los siguientes:

- Pérdida de cobertura vegetal.
- Aumento del riesgo de accidentes de tránsito.
- Afectación a la calidad de aire por emisión de material particulado.
- Afectación a vecinos por aumento del nivel sonoro.
- Contaminación de suelos y cursos de agua por generación de residuos.

6.4.2 Valoración de impactos

En la Tabla 6-1 se presenta la valoración de impactos para los aspectos de la fase de construcción.

Tabla 6-1: Valoración de impactos – Aspectos de la fase de construcción

Impacto	Tipo	Mag.	Imp.	Ext.	Per.	Rec.	Prob.	Sig.
Pérdida de cobertura vegetal	-	2	2	Pun	P	R	C	M
Aumento del riesgo de accidentes de tránsito	-	1	3	Par	T	R	PP	B
Afectación de la calidad de aire por emisión de material particulado	-	2	2	Par	T	R	P	M
Afectación a los vecinos por aumento del nivel sonoro	-	1	2	Par	T	F	P	B
Contaminación de suelos y cursos de agua por generación de residuos	-	1	2	Pun	T	Ir	PP	B

6.4.3 Evaluación de impactos

Pérdida de cobertura vegetal

Previo a la construcción del dique de contención se realizará el retiro de la capa superficial de tierra vegetal en la zona de cimentación de la misma. El material proveniente de dicha capa se acopiará provisoriamente, y una vez terminada la construcción de la presa se empleará para revestir el talud aguas abajo de la misma, y así favorecer el crecimiento de césped para prevenir la erosión.

Según el perfil litológico, el suelo vegetal tiene una potencia de 50 cm.

Como fue mencionado en la descripción del medio biótico en el punto 4.2.1, dentro del área afectada por el embalse, se identifica un bosque ribereño nativo de escaso desarrollo, con señales de haber sido talado en el pasado. El lugar se muestra fuertemente invadido por especies exóticas invasoras. Por lo tanto se considera que si bien el impacto asociado a la pérdida de cobertura vegetal es significativo, resulta aceptable en el medio.

Aumento del riesgo de accidentes de tránsito

Como fuera mencionado anteriormente, sólo se prevé el transporte de un camión semanal para abastecimiento de combustible. Dado el TPDA del tramo de interés, se considera que el impacto no es significativo.

Afectación a la calidad de aire por emisión de material particulado

El movimiento de suelo, los acopios de material y la circulación de la maquinaria en pavimentos de materiales sueltos son fuentes de emisión de material particulado que podrán afectar la calidad del aire.

Sin embargo, se estima que en la etapa correspondiente al volcado y colocación del material en sitio es cuando se generará la mayor emisión de material particulado. Se considera que dicho efecto tendrá un alcance parcial, sin afectar zonas más alejadas a la de implantación de la presa, resultando en un impacto de significancia media.

Si se toman las medidas de mitigación adecuadas para disminuir las emisiones, se considera que este impacto resultará aceptable en el entorno.

Afectación a vecinos por aumento del nivel sonoro

Durante el desarrollo de las obras se generarán emisiones sonoras, asociadas fundamentalmente a la operativa de la maquinaria empleada.

Como se mencionó en el punto 4.3.3, tres viviendas se ubican a distancias de entre 180 m y 300 m, por lo que se verán afectadas por las emisiones sonoras durante la fase de construccción. Cabe mencionar que las actividades se desarrolllarán en horario diurno (entre 7 y 18 hs) y estarán acotadas a la duración de la obra.

Por lo tanto, el impacto derivado de la generación de ruido durante la construcción no se considera significativo.

Contaminación de suelos y cursos de agua por generación de residuos

En cuanto a la generación de residuos asociados a las obras civiles, entre ellos se encuentran residuos orgánicos provenientes del destape del suelo, restos inorgánicos correspondientes a suelos más profundos producto de la excavación y residuos generados en el mantenimiento de maquinaria.

Según lo mencionado anteriormente, no se generarán residuos de tipo orgánico específicos de la zona de destape, ya que los mismos serán utilizados posteriormente como revestimiento del talud de aguas abajo.

El material generado en la excavación del suelo que no pueda ser utilizado como material de préstamo para el cuerpo de la presa, será dispuesto en la zona inundable, aguas arriba de la presa.

En lo que refiere a la generación de residuos en el mantenimiento de maquinaria, los mismos corresponderán a filtros y aceite usado. El aceite usado será almacenado en tanques de 200 L para su almacenamiento y retorno a empresas que lo adquieren y comercializan, al igual que los filtros usados que serán lavados y almacenados.

Por lo tanto, considerando una adecuada gestión en obra, no se prevén impactos negativos significativos durante la etapa de obra.

6.4.4 Medidas de Mitigación

Como medida de mitigación se propone atender las recomendaciones de gestión establecidas en el Manual Ambiental de la DNV dado que estos aspectos presentan mucha similitud con las obras viales, con el cual se logrará una adecuada gestión de obra para minimizar la introducción de contaminantes en el entorno por mínimo que sea su efecto.

6.4.5 Conclusión

De la evaluación precedente se concluye que si bien algunos de los aspectos asociados a la fase de construcción generarán impactos significativos, los mismos resultan aceptables en el entorno, encontrando que la mayor parte de las afectaciones serán locales, con afectación directa dentro de la zona de implantación de la presa.

Además, una adecuada gestión ambiental de obra, siguiendo las recomendaciones establecidas en el manual ambiental de la DNV, contribuirá a minimizar el efecto de varios de los impactos identificados.

6.5 Aspectos de la fase operación y mantenimiento

A continuación se analizan los impactos asociados a los aspectos de la fase operación y mantenimiento para cada aspecto en particular.

6.5.1 Presencia física de la represa

Identificación de posibles impactos

En cuanto a la presencia física del emprendimiento, se identificaron los siguientes impactos:

- Cambio en el uso del suelo.
- Pérdida de tierras productivas.
- Afectación paisajística.
- Pérdida de hábitat de la biota terretre.
- Afectación a la biota acuática.
- Afectacion a infraestructura vial.
- Afectación a viviendas.
- Afectación a infraestructura de servicios.
- Fomento de actividades recreacionales.

Valoración de impactos

Tabla 6-2: Valoración de impactos – Presencia física del emprendimiento

Impacto	Tipo	Mag	Imp	Ext	Per	Rec	Prob	Sig
Cambio en el uso del suelo	-	2	1	Par	P	Ir	C	M
Pérdida de tierras productivas	-	1	2	Par	P	I	C	A
Afectación paisajística	±	2	1	Par	P	Ir	C	B
Pérdida de hábitat de la biota terrestre	-	1	2	Par	P	Ir	C	M
Afectación a la biota acuática	-	1	3	Pun	P	Ir	C	M
Afectación a infraestructura vial	-	2	1	Pun	P	Ir	C	M
Afectación a viviendas	-	2	2	Pun	P	Ir	C	A
Afectación a infraestructura de servicios	-	1	2	Pun	P	Ir	P	M
Fomento de actividades recreacionales	+	2	1	Par	P	-	PP	B

Evaluación de impactos

Cambio en el uso del suelo

La implantación de la represa implica un cambio en el uso del suelo, ya que el área de 133 ha actualmente destinadas en parte a producción agropecuaria, pasarán a estar inundadas por el lago, sirviendo como reservorio de agua para riego.

Pérdida de tierras productivas

La implantación del emprendimiento afectará, en mayor o menor medida, a ocho predios pertenecientes a distintos productores de la colonia. El más afectado de ellos perderá el 47 % de sus tierras.

Si bien ninguna vivienda será inundada por el lago, puede que la pérdida de tierras productivas lleve al productor a tomar la decisión de desplazarse de su campo.

Se considera entonces que la pérdida de la tierras productivas inundadas tendrá un impacto significativo.

Afectación paisajística

La introducción del emprendimiento en el medio constituye un nuevo elemento del paisaje, que modifica las visuales del entorno actual.

Para evaluar el grado de afectación paisajística se considera la posibilidad de percibir el paisaje, ligado a su vez a la frecuencia con que el mismo es visto. El lago puede ser percibido desde Ruta 3, ya que la misma se encuentra aproximadamente 20 m por encima del nivel del lago. Sin embargo, debido a que el tránsito en dicha ruta es relativamente bajo y que la densidad de población en la zona es baja, se considera que la probabilidad de que el emprendimiento sea visto es baja. Además, si bien se trata de un lago artificial, éste no afectará la calidad del paisaje ya que se integrará naturalmente al mismo.

En cuanto al cuerpo de la presa, dado que el talud de aguas abajo estará empastado, su incorporación en el paisaje no afectará al mismo.

Por lo tanto, el impacto sobre el paisaje resulta aceptable en el medio.

Pérdida de hábitat de biota terrestre

La implantación del embalse provocará la pérdida de hábitat de biota terrestre, afectando las márgenes de la cañanda del Ubajay.

Por este motivo, se desplazarán las especies presentes directamente dependientes del hábitat considerado, pero podrán prosperar algunas otras especies, como pueden ser aves acuáticas, reptiles y anfibios, gracias a la presencia del lago.

En dichas áreas no se desarrollan ecosistemas de valor a conservar, por lo cual si bien el impacto es significativo, resulta aceptable en el medio.

Afectación a la biota acuática

La represa comprenderá una barrera para los peces y la biota acuática en general. Sin embargo, dado que se trata de una cañada pequeña no hay presencia de especies migratorias en la misma que puedan verse afectdas por la barrera.

Si bien la obra civil impondrá una barrera, este impacto resulta aceptable ya que se trata de un curso de agua de pequeño porte.

Afectación de la infraestructura vial

El lago en su nivel máximo normal obstruirá un tramo de aproximadamente 200 m de un camino vecinal. Se trata de un tramo poco transitado, cuya única función es brindar acceso a uno de los productores de la colonia. Esto se puede apreciar en la Figura 6-1 que se presenta a continuación.



Figura 6-1: Camino afectado por el embalse

Por otra parte, la presencia del embalse laminará las avenidas extremas, tornando transitables caminos aguas abajo que no lo son actualmente durante algunos episodios de precipitación extrema.

Afectación a viviendas

Si bien todas las viviendas se encuentran por encima de la cota de inundación, existen dos viviendas pertenecientes a productores de la colonia que serán afectadas por el aliviadero tipo canal. Por lo tanto, la implantación del emprendimiento requerirá el realojo de dichos productores dentro de sus predios.

Afectación a la infraestructura de servicios

En la zona no existen servicios de agua potable, saneamiento, gas, ni telefonía fija que puedan verse afectados por el emplazamiento de la represa.

En cuanto a la red eléctrica, de acuerdo a la información del Mapa de Infraestructura Energética del MIEM, la represa no interfiere con líneas de alta tensión. Esto puede observarse en la Figura 6-2.

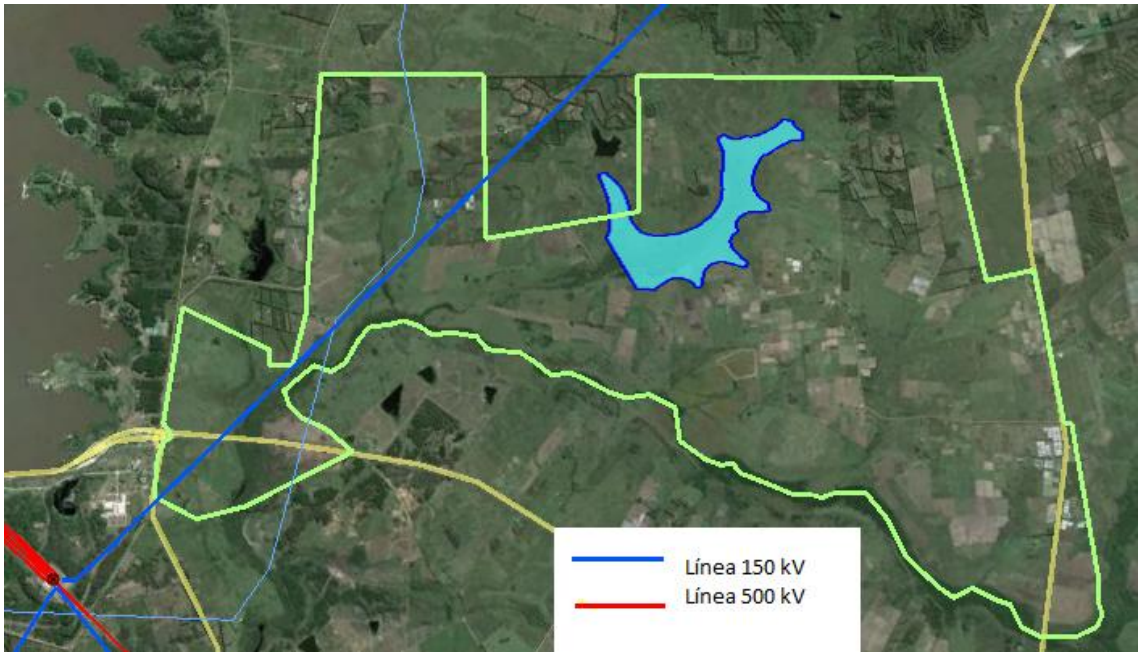


Figura 6-2: Líneas de alta tensión

En el relevamiento realizado no se observaron interferencias entre la red de baja ni media tensión y la presa. Esto se puede apreciar en la Figura 6-3.



Figura 6-3: Zona de la presa

De acuerdo a esto, no hay afectaciones directas sobre la infraestructura de servicios.

Fomento de actividades recreacionales

La presencia del lago podrá incentivar el desarrollo de actividades recreacionales en el mismo.

Se considera que el emprendimiento tendrá un impacto positivo sobre las actividades recreacionales de la población local.

Medidas de mitigación y compensación

A continuación se presentan las medidas de mitigación y/o compensación a adoptar:

- Contemplar como costo anual un lucro cesante de U$S 200 ha/año para los productores afectados.
- Controlar el mantenimiento del empastado en el faldón de aguas abajo.
- Adecuar infraestructura vial para garantizar accesibilidad del productor afectado.
- Realojar a los productores afectados por el trazado del aliviadero.

Cabe destacar que los impactos asociados a la pérdida de tierras productivas por lo general no son mitigables, pudiéndose adoptar en su defecto medidas de compensación adecuadas. En este caso, en primera instancia se propone la compensación con un lucro cesante de U$S 200 ha/año, existiendo la posibilidad de negociar con cada productor afectado hasta alcanzar una solución particular para su situación, pudiendo incluso involucrar a terceros en dicha negociación

Como alternativa para garantizar la accesibilidad del productor afectado, se propone la construcción de un nuevo camino de tosca con el trazado que se indica en la Figura 6-4. El trazado se realizó bordeando el predio lindero (cabe mencionar que no forma parte de la colonia) de modo de evitar la servidumbre. Los costos asociados a la construcción de este camino se incluyen dentro de los costos de inversión del proyecto.



Figura 6-4: Trazado de camino a construir

Conclusión

Del análisis precedente se concluye que si bien los impactos asociados a la presencia física del emprendimiento no son mitigables en general, dadas las características del área de afectación, los mismos resultan aceptables, a excepción de los impactos asociados a la pérdida de tierras productivas y realojo de productores que se consideran significativos. Sin embargo, se entiende que luego de las correspondientes negociaciones con los productores se alcanzarán las compensaciones adecuadas para cada caso. En cuanto a la afectación de la estructura vial se considera que el camino a construir cumplirá con la misma función que el camino afectado.

6.5.2 Modificación de los patrones de escurrimiento

Identificación de posibles impactos

Los impactos identificados en relación a la modificación de los patrones de escurrimiento son:

- Afectación a obras de toma ubicadas aguas abajo.
- Formación de depósitos de sedimentos en el lago.
- Lavado del lecho del curso de agua aguas abajo de la represa.
- Afectación a la biota acuática.
- Desarrollo de procesos erosivos en el canal vertedero y curso intermitente receptor.

Valoración de impactos

Tabla 6-3: Valoración de impactos – Modificación de los patrones de escurrimiento

Impacto	Tipo	Mag	Imp	Ext	Per	Rec	Prob	Sig
Afectación a obras de toma ubicadas aguas abajo	-	1	2	Punt	P	Ir	C	B
Formación de depósitos de sedimentos en el lago	-	2	1	Pun	P	Ir	C	B
Lavado del lecho del curso de agua aguas abajo de la represa	-	2	2	Par	P	Ir	C	B
Afectación de la biota acuática	-	2	3	Par	P	Ir	P	M
Desarrollo de procesos erosivos en el canal vertedero y curso intermitente receptor	-	2	2	Pun	P	Ir	PP	M

Evaluación de impactos

Afectación a obras de toma ubicadas aguas abajo

Como fue mencionado en el punto 4.1.4, la mayor demanda se da para el control de heladas en invierno, no existiendo competencia en dicho período con las mayores demandas de riego mensuales de Colonia Gestido, que según la Tabla 4-8 del Tomo I se dan entre octubre y marzo.

Por su parte, el caudal demandado por las tomas en verano es muy bajo. Asumiendo un caudal de estiaje de 0,4 L/s/km^2, la cuenca sería capaz de aportar en su totalidad 70 L/s, del cual la cuenca del Ubajay comprende solamente el 10 %. De todas formas en el diseño de la presa se prevé el pasaje de un caudal permanente equivalente al caudal de estiaje mencionado anteriormente, por lo que no se producirá afectación a las tomas existentes y el impacto no será significativo.

Formación de depósitos de sedimentos en el lago

En el embalse generado por el represamiento, se verá favorecida la sedimentación de los sólidos que son arrastrados por el agua desde la cuenca.

La acumulación de dichos sólidos en el fondo del embalse se denomina azolve, la misma generará depósitos de sedimentos en el fondo del embalse, provocando cambios en la limnología respecto a la condición anterior, y limitando su capacidad de almacenamiento y vida útil. En el Capítulo 6.2 del Tomo I se presenta una estimación del volumen de azolve generado en la vida útil del emblase. A partir de esta estimación se considera que dichos cambios no son significativos en el medio. Esta disminución de la capacidad de almacenamiento es considerada en el diseño de la obra de toma, al colocar la misma a una cota de 2 m por encima del fondo del cauce.

Además, la sedimentación en el reservorio implicará agua de mejor calidad para el riego.

Lavado del lecho del curso de agua aguas abajo de la represa

Tal como se mencionó anteriormente, las partículas acarreadas por el curso de agua se depositarán en el embalse, reduciendo el aporte de los sedimentos a la cañada, aguas abajo de la presa.

La descarga del agua relativamente libre de sedimentos, y por consiguiente de nutrientes, podrá lavar los lechos aguas abajo, ya que una cantidad significativa de ellos que actualmente son arrastrados por el curso y depositados en el terreno aluvial dejarán de hacerlo.

Cabe destacar que el curso de agua no es la única fuente de nutrientes, ya que los aportes desde las tierras productivas, producto del lavado de nutrientes, son significativos.

Por lo tanto, este impacto no resulta significativo en el medio.

Afectación de la biota acuática

Aguas arriba de la represa, la sedimentación de los sólidos suspendidos en el lago posibilitará el desarrollo de una fauna bentónica diferente a la existente actualmente, además de nuevas especies vegetales y animales.

Por otro lado, aguas abajo de la misma, si bien es probable que las afectaciones sobre la fauna y flora sean relevantes, dado que se trata de un curso de agua intermitente, de pequeño porte, y cuyas márgenes se encuentran actualmente alteradas por la acción antrópica, no se considera que el impacto sea significativo.

Por lo tanto, se entiende que el impacto de la represa sobre la biota acuática resulta aceptable en el medio.

Desarrollo de procesos erosivos en el canal vertedero y curso intermitente receptor

Dado que el dimensionamiento del canal se efectuó de manera de minimizar la erosión, se considera que el desarrollo de procesos erosivos en el canal vertedero y curso intermitente receptor no será significativo aplicando las medidas de mitigación y gestión adecuadas.

Medidas de Mitigación

Si bien se considera que el desarrollo de procesos erosivos en el canal vertedero y curso intermitente receptor no será significativo, se proponen las siguientes medidas para minimizar su probabilidad de ocurrencia:

- Verificar que se mantiene el caudal de estiaje.
- Mantener empastado el canal, fundamentalmente en la zona próxima a la descarga del mismo en el curso receptor
- Impedir el pastoreo del ganado en esta zona, ya que puede deteriorar la cubierta vegetal.

Conclusión

De la evaluación precedente se concluye que los impactos debidos a la modificación de los patrones de escurrimiento resultan aceptables.

6.5.3 Modificación de la calidad del agua

Identificación de posibles impactos

En relación a la modificación de la calidad del agua, se identificó el siguiente impacto:

- Contaminación eutrófica de aguas superficiales.

Valoración de impactos

Tabla 6-4: Valoración de impactos – Contaminación eutrófica de aguas superficiales

Impacto	Tipo	Mag	Imp	Ext	Per	Rec	Prob	Sig
Contaminación eutrófica de aguas superficiales	-	2	3	Par	T	Ir	C	M

Evaluación de impactos

Genéricamente los procesos eutróficos se deben a la presencia de un exceso de nutrientes (especialmente nitrógeno y fósforo) que favorecen la ocurrencia de floraciones algales y de macrofitas. Estas floraciones, son crecimientos explosivos de organismos productores durante el período de exceso de nutrientes, que pueden colorear el agua y generar una disminución de calidad de la misma.

Esa cantidad anormal de biomasa generada se ve sometida a múltiples factores de estrés: grandes fluctuaciones de oxígeno disuelto y pH vinculadas a la alternancia de períodos en que los abundantes organismos productores presentes realizan fotosíntesis y respiración. Asimismo, el descontrolado crecimiento hace que se produzca una creciente escasez de nutrientes. Como consecuencia de todo esto, la biomasa comienza a morir.

Los organismos muertos entran en proceso de degradación ejerciendo una fuerte demanda de oxígeno. En esta etapa puede llegar a agotarse el oxígeno disuelto, o generarse fluctuaciones tan grandes de concentración entre el día y la noche (horas de fotosíntesis y horas de respiración) –en general acompañadas por fluctuaciones de pH asociadas con la misma causa- que condicionan la supervivencia de muchos organismos presentes en el cuerpo de agua.

Con la conformación del embalse, se estaría transformando un cuerpo de agua lótico en uno léntico, los cuales son más propensos a presentar fenómenos eutróficos.

Por lo general, las fuentes de nitrógeno y fósforo identificadas en la cuenca son de carácter difuso, no existiendo en la misma fuentes de carácter puntual (como descargas de efluentes industriales o domésticos). Las fuentes difusas son las áreas de producción agrícola, incluyendo las plantaciones agrícolas en las que se emplean fertilizantes y las zonas de explotación ganadera. Tanto los fertilizantes como las heces del ganado son arrastradas por el escurrimiento de las aguas pluviales, incorporando nutrientes al lago.

Por lo tanto, este impacto resulta significativo y se deberán adoptar las medidas de mitigación adecuadas para reducir sus efectos.

Medidas de Mitigación

A continuación se describen posibles medidas de mitigación a adoptar para controlar los episodios de eutrofización en el embalse.

La primera medida a considerar consiste en la reducción de los aportes de nutrientes en origen, mediante el control de la aplicación de fertilizantes en los campos de la cuenca de aporte, apuntando a la dosis necesaria de fertilizante y no a la fertilización por exceso.

Si bien la implementación de un control real sobre las fuentes puede no ser sencilla, dado que la cuenca de aporte es pequeña y el 50% de la misma se encuentra dentro de la colonia, se considera una alternativa viable.

Otra medida a adoptar se basa en la modificación de la estructura trófica para limitar el desarrollo algal, fundamentalmente mediante la eliminación o introducción de determinadas especies de peces, que deberán definirse a partir de un estudio detallado.

Conclusión

Se concluye que si se toman las medidas de mitigación propuestas, se podrán controlar aceptablemente los efectos de la eutrofización del embalse.

6.5.4 Aumento de disponibilidad de agua para riego

Identificación de posibles impactos

Dentro de este aspecto se identificaron los siguientes impactos:

- Estabilización de la producción.
- Aumento en calidad y cantidad de la producción.

Valoración de impactos

Tabla 6-5: Valoración de impactos – Aumento de la disponibilidad de agua para riego

Impacto	Tipo	Mag	Imp	Ext	Per	Rec	Prob	Sig
Estabilización en la producción	+	2	3	Tot	P	-	C	A
Aumento en calidad y cantidad de la producción	+	2	3	Tot	P	-	C	A

Evaluación de impactos

El agua disponible del embalse permitirá el riego de 1.350 ha.

El aumento de la disponibilidad de agua permitirá lograr la intensificación y estabilización en la producción de las áreas regadas, e incluso un aumento en calidad y cantidad de la producción.

Conclusión

Se concluye que los impactos derivados del aumento de disponibilidad de agua de riego son muy significativos y de carácter positivo.

6.5.5 Emisiones sonoras

Identificación de los posibles impactos

Dentro de este aspecto se identificó el siguiente impacto:

- Afectación a la población por incremento del nivel sonoro

Valoración de impactos

Tabla 6-6: Valoración de impactos – Contaminación eutrófica de aguas superficiales

Impacto	Tipo	Mag	Imp	Ext	Per	Rec	Prob	Sig
Afectación a la población por incremento del nivel sonoro	-	2	2	Par	P	R	C	M

Evaluación de impactos

Las fuentes de emisiones sonoras durante la operación son los motores y las bombas. En el escenario de caudal máximo, estarían funcionando 4 bombas y 4 motores.

Para cuantificar el impacto de las emisiones sonoras en las viviendas o receptores más cercanos, se procedió de acuerdo a la siguiente metodología:

1. Se determinó el nivel de presión sonora que emite cada una de las fuentes consideradas.
2. Se identificaron los receptores más cercanos que pudieran verse afectados por las emisiones sonoras.
3. Se calculó el nivel sonoro resultante en cada receptor, en base al procedimiento establecido en la norma ISO 9613-2 para atenuación de emisiones sonoras por propagación en campo abierto.
4. Se comparó este valor con el valor límite de referencia.

Para las fuentes se consideró:

- Nivel de emisión sonora de 76 dB(A) para cada motor de acuerdo a lo indicado en la hoja de datos adjuntada en el Anexo III del Tomo I.
- En el caso de las bombas, al no disponerse de datos brindados por el fabricante, se utiliza la expresión del libro "Industrial noise and vibration control" de Irwin y Graf:

$$L_w = 74 + 9Log(P(kW)) \pm 4$$

La potencia de los equipos es 550 HP que equivalen a 410 kW, con lo cual el nivel de emisión sonora para las mismas es de 101 dB(A).

En cuanto a los receptores, se observa que en el entorno inmediato de la estación de bombeo, la vivienda más cercana se ubica a 265 m de la estación de bombeo. Las cotas altimétricas de la estación de bombeo y del receptor se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 6-7: Cotas a nivel de terreno

Cota estación de bombeo (m)	40
Cota del receptor (m)	51

Para calcular el nivel sonoro que genera la fuente en el receptor se utilizó la Norma ISO 9613-2 (Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors), que establece criterios de propagación de ruido en ambientes abiertos. Se aplicó un criterio conservador, considerando en el cálculo de atenuación: el factor debido a la divergencia geométrica, la atenuación atmosférica y al efecto del suelo (que se consideró duro en el emisor y receptor, y poroso entre medio).

Las paredes de la estación de bombeo serán de muro de hormigón doble, al que se le asume una atenuación de 20 dB(A).

La propagación de las fuentes de emisión resulta en un nivel sonoro de 32,84 dB(A) en el exterior de la vivienda más cercana. Este nivel se debe sumar al ruido de fondo para determinar el nivel sonoro absoluto en el receptor. Considerando valores de ruido de fondo máximos para la zona, de entre 30 y 35 dB(A), el incremento por el emprendimiento es a 34,66 y 37,06 dB(A) respectivamente.

El criterio de comparación adoptado fue el establecido en la Propuesta técnica para la reglamentación de la Ley 17.852 de Contaminación Acústica, para espacios rurales, ya que los estándares de la normativa departamental no fijan niveles de ruido en el exterior de la vivienda. El límite máximo de ruido ambiente que fija esta Propuesta técnica es de 45 dB(A) en horario diurno y de 40 dB(A) en horario nocturno.

Por lo tanto, se concluye que el impacto de afectación a los vecinos por el incremento del nivel sonoro será no significativo.

Conclusión

En función del análisis realizado, se concluye que este impacto resulta aceptable en el medio.

7. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

A continuación se presenta el Plan de Gestión Ambiental (PGA) para las fases de construcción y operación del emprendimiento, el cual comprende los programas necesarios para un adecuado seguimiento del emprendimiento y el aseguramiento de la aplicación de las medidas previstas para la mitigación de impactos negativos significativos.

7.1 PGA - Construcción

El PGA – Construcción plantea las especificaciones de gestión para todas las componentes de obra previstas.

7.1.1 Programa de actividades

Para este caso se plantean las siguientes tareas de gestión ambiental a ejecutarse durante la fase de construcción:

- Información a la población.
- Accesos y señalización.
- Identificación del área de implantación.
- Limpieza de la vegetación del terreno a inundar.
- Manejo de acopios de destape del terreno de cimentación de la represa.
- Control de emisiones de polvo durante movimiento de suelos.
- Control de caudal de estiaje.
- Consideraciones sobre mantenimiento de maquinaria.

Información a la población

Se deberán realizar charlas informativas a la población local sobre el llenado de la represa y sus consecuencias, explicitando claramente las áreas que se verán afectadas y los cronogramas de obra previstos.

Accesos y señalización

Se definirán claramente los caminos internos utilizados entre la zona de implantación de la presa y el obrador, acondicionando los mismos en caso de ser necesario para la circulación de la maquinaria vial y los camiones.

Identificación del área de implantación

Se deberá identificar la extensión planimétrica del área a ser inundada y del área de implantación de la presa. Se recomienda el uso de postes coloreados de una altura no menor a 2,0 m para realizar dicha identificación.

Limpieza de la vegetación del terreno a inundar

Se deberá limpiar la vegetación del terreno a ser inundado para reducir la demanda de oxígeno que generará su descomposición y así evitar el deterioro de la calidad del agua del lago. Esta acción contribuye además a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (CO_2 y CH_4) asociadas a dicha descomposición. De todas formas, estas últimas no se consideran significativas.

Los residuos verdes podrán ser utilizados para compostaje o biodigestión, o en su defecto deberán ser gestionados por el sistema de recolección municipal de residuos.

Manejo de acopios de destape del terreno de cimentación de la presa

La tierra vegetal, producto del destape, se deberá acopiar separadamente de cualquier otro material, hasta su reutilización como cobertura del talud aguas abajo de la represa. Para evitar la erosión de los acopios, la altura máxima admitida de los mismos será de 2 m y contarán con cunetas en su perímetro.

Control de emisiones de polvo durante movimiento de suelos

Todas las actividades que impliquen movimiento de suelos deberán prever mecanismos de control de emisiones de polvo en caso de ser necesarios, por ejemplo, mediante humedecimiento del material.

Control de caudal de estiaje

Se deberá garantizar caudal ecológico durante todo el periodo de llenado del embalse.

Consideraciones sobre mantenimiento de maquinaria

Las tareas de mantenimiento de maquinaria (cambio de aceite y de filtros) se deberán realizar en una superficie especialmente acondicionada para ello. Los residuos se trasladarán al vertedero municipal.

En caso de producirse contaminación de suelos por derrame de aceite, se procederá a retirar la porción de suelo afectada, la cual será gestionada como un residuo sólido.

7.2 PGA - Operación

El PGA - Operación plantea las especificaciones de gestión para todas las actividades previstas por el emprendimiento para la fase de operación.

7.2.1 Programa de manejo y control operacional

Para este caso se plantean los siguientes procedimientos a ejecutarse durante las fases de operación y de mantenimiento:

- Control de taludes.
- Control de caudal de estiaje.
- Control de malezas.

Control de taludes

Se deberá realizar un control periódico del estado de los taludes; la detección temprana de socavamientos y zonas erosionadas minimizará la intervención de maquinaria vial.

Control de caudal de estiaje

En todo momento se deberá asegurar la circulación del caudal de estiaje.

Control de malezas

Se deberá realizar una limpieza periódica de las márgenes del lago para evitar la proliferación descontrolada de malezas e insectos.

7.3 Programa de reducción de riesgos y gestión de contingencias

En este programa se definen los criterios respecto al manejo de los riesgos más significativos (por su probabilidad de ocurrencia y por la severidad de la eventual afectación sobre el ambiente).

Los riesgos más significativos son los siguientes:

- Riesgo de erosión del canal vertedero.
- Riesgo de eutrofización del lago.
- Riesgo de rotura de la presa.

Riesgo de erosión del canal vertedero

Si bien el canal se diseñó de modo de minimizar la erosión, en caso de erosión severa se deberá proceder al empleo de algunas de las siguientes recomendaciones:

- Colocación de hormigón pobre en las zonas en donde se haya identificado la erosión.
- Construcción de un segundo canal vertedero dentro del mismo, a cota menor, que permita evacuar las precipitaciones de menor período de retorno.
- Evaluar el ensanchamiento de la zona de descarga, según determine un estudio hidrológico de detalle.

Riesgo de eutrofización del lago

Se pueden adoptar las siguientes medidas de prevención para el fenómeno de eutrofización del lago.

- Control del crecimiento de malezas acuáticas.
- Monitoreo de los niveles de fósforo total. Según el Decreto 253/979 y Modificativos, la concentración del mismo debe ser inferior a 0,025 mg/L, tanto para el riego como para la recreación por contacto directo.
- Monitoreo de la profundidad del disco Secchi. Para lagos, profundidades medias del disco Secchi inferiores a 2 m indican alta probabilidad de eutrofización.

En caso de identificarse fenómenos de eutrofización en el lago, se prevén las siguientes acciones:

- Notificar a los productores de la situación y de las posibles consecuencias que el uso de esta agua puede tener en sus sistemas de riego.

- Notificar a la población local, ya que el contacto directo con el agua en estas condiciones puede provocar irritación.

Riesgo de rotura de la represa

Si bien el riesgo de rotura de la represa es muy bajo debido a que su estabilidad fue estudiada cuidadosamente en el proyecto, se realizó un análisis de modo de evaluar las posibles afectaciones aguas abajo de la misma en caso de que ocurra el evento mencionado.

A modo de obtener una aproximación del área afectada, se empleó una metodología simplificada que permite determinar los efectos de la inundación sin modelación hidrodinámica. La metodología a emplear fue desarrollada en Alemania por el Ingeniero Antje Bornschein de la Universidad de Dresden y calibrada para represas de riego en Uruguay por Canavese y Oleaga (2012).

El método plantea en primera instancia la determinación del **caudal pico** de salida por la brecha durante la rotura como función de los siguientes parámetros geométricos de la represa: volumen almacenado en el embalse previo a la rotura y altura máxima del agua previa a la rotura.

Luego, a partir del caudal pico determinado y con la introducción de una serie de coeficientes adimensionales se establecen un grupo de curvas envolventes que permiten determinar el **caudal máximo** para cada sección ubicada aguas abajo de la represa.

Una vez determinado el caudal máximo, es posible calcular el **tirante** en el punto seleccionado utilizando la formulación de Manning. Conocido el tirante y la topografía, es posible determinar el área inundada.

En la Figura 7-1 se presenta el área afectada por la inundación. Se observa que las tierras inundadas corresponden principalmente a zonas de bosque ribereño. Se identifican a su vez cuatro posibles viviendas afectadas pertenecientes a productores de la colonia.



Figura 7-1: Área afectada por la rotura de la represa según modelo simplificado

En la Figura 7-2 y Figura 7-3 se presentan las posibles viviendas afectadas. La numeración es en orden creciente hacia aguas abajo. Si bien en primera instancia se sitúan por fuera del área inundada, se recomienda en una instancia posterior de proyecto la realización de un estudio hidrodinámico más detallado a modo de determinar con más precisión la posible afectación. Los casos más dudosos en cuanto a afectación son las viviendas V1, V3 y V4. En el caso de la vivienda V2 se presume que no habrá afectación dado que se encuentra a una cota de 7 m por encima del área a inundar.

En la Figura 7-3 se observa que además se afectan dos tramos de caminería. Dichos tramos comprenden una longitud total de 850 m.

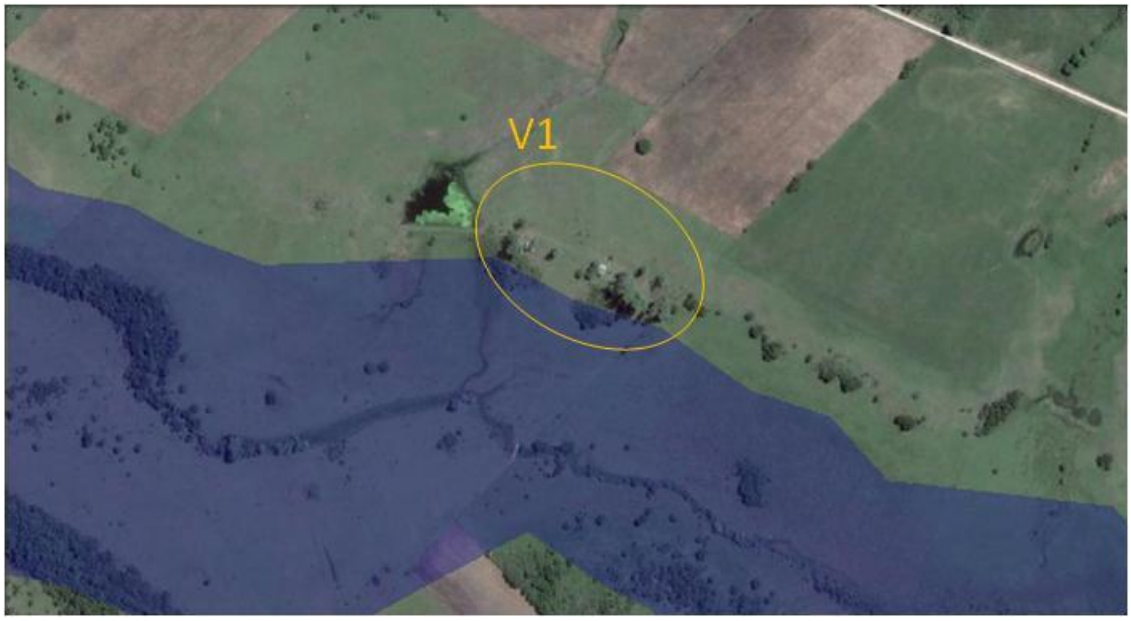


Figura 7-2: Vivienda afectada (V1)

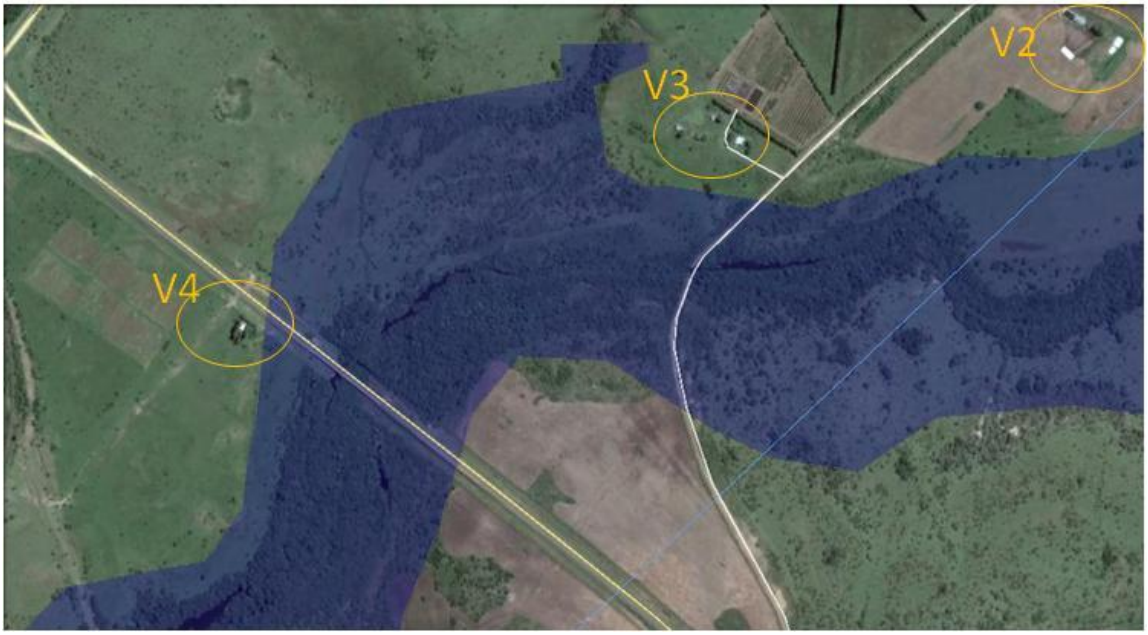


Figura 7-3: Caminería y viviendas afectadas (V2, V3 y V4)

8. BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN RIVERS, Trout Unlimited (2002). *Exploring Dam Removal: A Decision-Making Guide.* Washington DC, 2002. 80p.

BAETGHEN W, Terra R (2010) *El Riego en un clima cambiante. En Potencial del Riego Extensivo en Cultivos y Pasturas*. 1er Seminario Internacional, Paysandú, Uruguay, Agosto 2010. p 7-18.

BICUDO B, De Vera A, Pitzer A y Quagliotti V (2010) *Estudio de prefactibilidad de un proyecto de riego multipredial y multisectorial en la zona de Colonia Valdense.* Proyecto de grado Ingeniería Civil Perfil H/A. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Ingeniería, IMFIA, 2010. 323 p.

BOSSI J (2011) *Manual didáctico de geología para estudiantes de agronomía*. UdelaR, FAGRO.

BRAZEIRO A, et al. (2008) *Prioridades Geográficas para La Conservación de La Biodiversidad Terrestre de Uruguay. Resumen Ejecutivo.* Proyecto PDT 32-26. Montevideo, Uruguay. 48 pp.

CANAVESE N y Oleaga E (2012) *Análisis de riesgo por rotura de presas de riego en Uruguay.* Proyecto de grado Ingeniería Civil Perfil H/A. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Ingeniería, IMFIA, 2012. 112 p.

CONEAT (2014) *CONEAT Digital*. PRENADER. Uruguay. Descargable en: <http://www.renare.gub.uy/>.

DINAMA (2009) *Guía para la Solicitud de la Autorización Ambiental Previa*

DINAMIGE (1985) *Carta geológica del Uruguay a escala 1: 100.000.* Dirección Nacional de Minería y Geología. Uruguay. Disponible on-line en: <http://www.miem.gub.uy/>. Sitio consultado en mayo de 2014.

DNE (2014) *Mapa de recursos e infraestructuras del sector energético*. Dirección Nacional de Energía. 2014.

DNV (2009) *Tránsito Promedio Diario Anual*: Reporte 110. DNV, MTOP. Uruguay.

EVIA G y Gudynas E (2000) *Ecología del paisaje del Uruguay. Aportes para la conservación de la diversidad biológica*. MVOTMA, AECI. 173 pp.

GONZÁLEZ E (2014) *Notas Curso Elementos de Ingeniería Ambiental.* Curso de grado Ingeniería Civil. Universidad de la República. Facultad de Ingeniería. IMFIA.

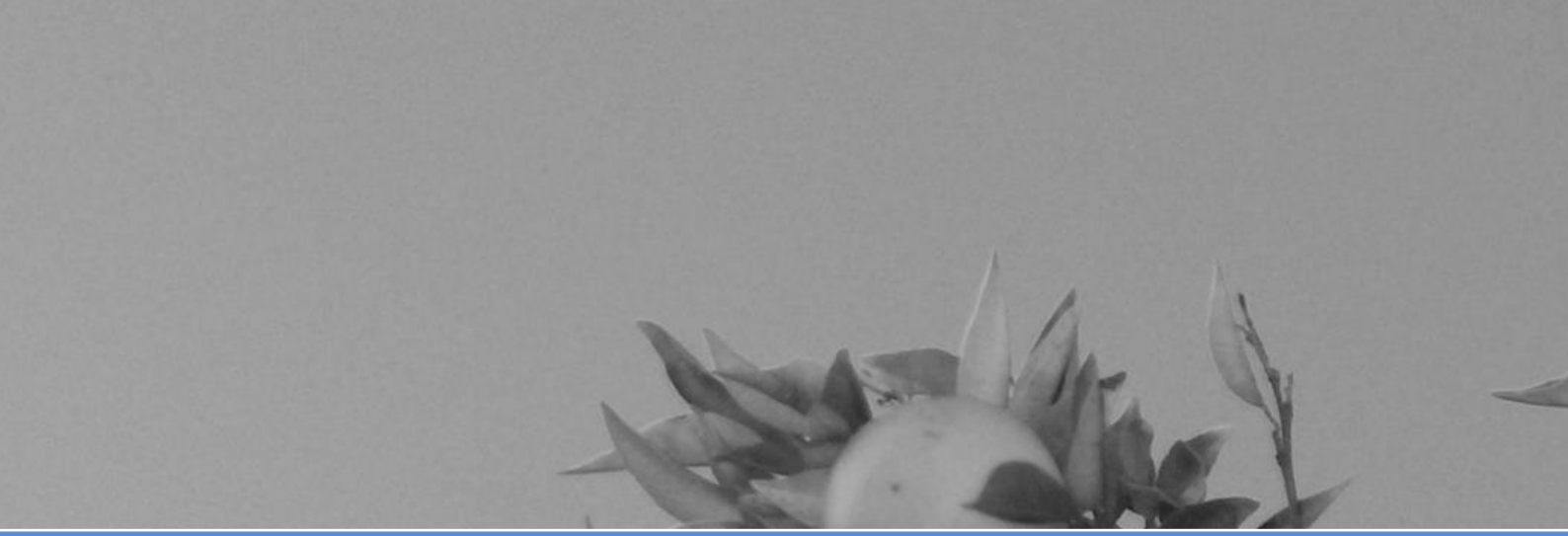
IRWIN J D y Graf E R (1979) *Industrial noise and vibration control*; Prentice-Hall, Inc., USA, ISBN 0-13-461574-3

ISO 9613-2: 1996 - *Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors*.

PINTOS J (2013) *Presentación Cuenca del Arroyo San Antonio*. DINAGUA.

SCHENZER D (2014) *Notas Curso Represas Fundamentos de Generación Hidroeléctrica.* Maestría en ingeniería de la energía. Universidad de la República. Facultad de Ingeniería. IMFIA.

TEXEIRA J (2014) *Propuesta de fortalecimiento institucional Sociedad de Fomento rural Colonia Gestido*. INC



Evaluación de fuentes de agua y diseño de un sistema de distribución de riego multipredial en Colonia Gestido

Memoria Gráfica



Evaluación de fuentes de agua y diseño de un sistema de distribución de riego multipredial en Colonia Gestido

Memoria Gráfica

Tutores:

Msc. Ing. Jorge De los Santos

PhD. Ing. Luis Silveira

Dr. Ing. Christian Chreties

Ing. Daniel Schenzer

Dr. Ing. Joan Soler

Dr. Ing. Pablo Gamazo

Ing. Fernando Bachino

Estudiantes:

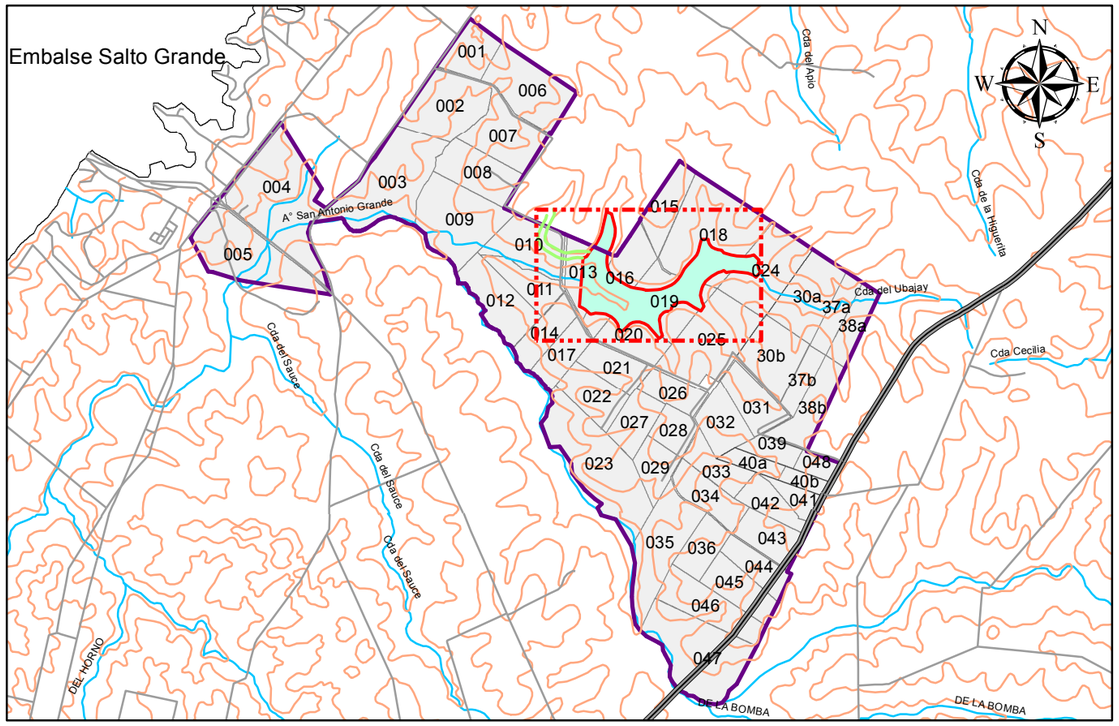
Carolina Bettinelli

Agustín Ríos

Matías Seoane

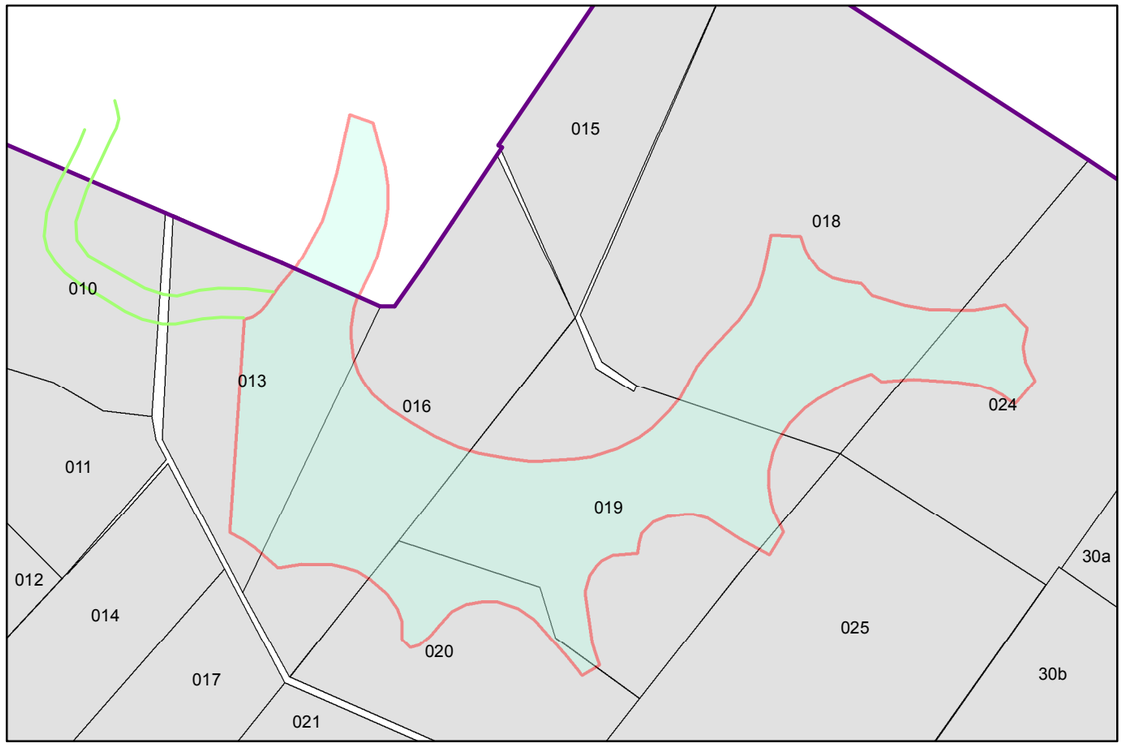
Año 2014

Colonia Gestido



Escala: 1:80.000

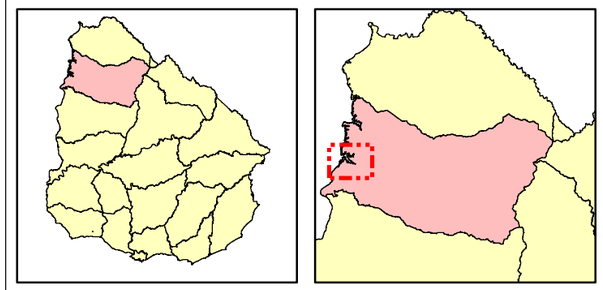
Embalse Multipredial



Escala: 1:18.000

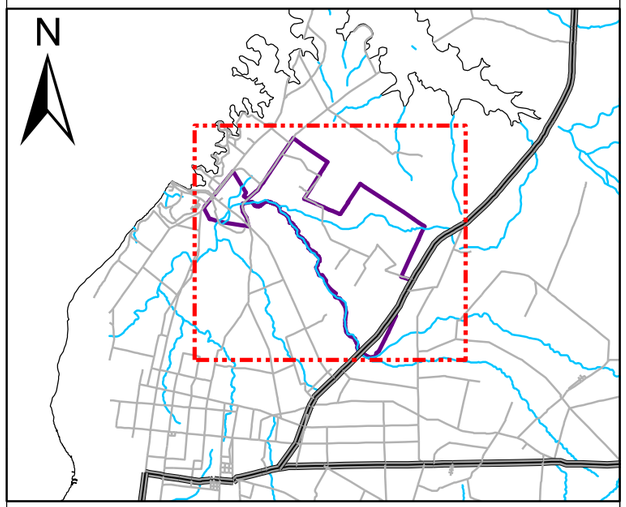
Afectaciones

Parcela	Área total (ha)	Área afectada (ha)
10	56,33	2,2
13	39,4	16,7
16	54,5	16,7
18	124,2	16,7
19	66,0	30,4
20	40,4	6,1
Predio Vecino	295,4	13,6



Uruguay

Departamento de Salto



Entorno

Referencias

- Ruta N°3
- Caminería Departamental
- Cursos de Agua
- Curvas de nivel
- Colonia Gestido
- Embalse
- Canal Vertedero

Notas:

Las unidades están en metros.

FACULTAD DE INGENIERÍA

INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL

SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO

UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

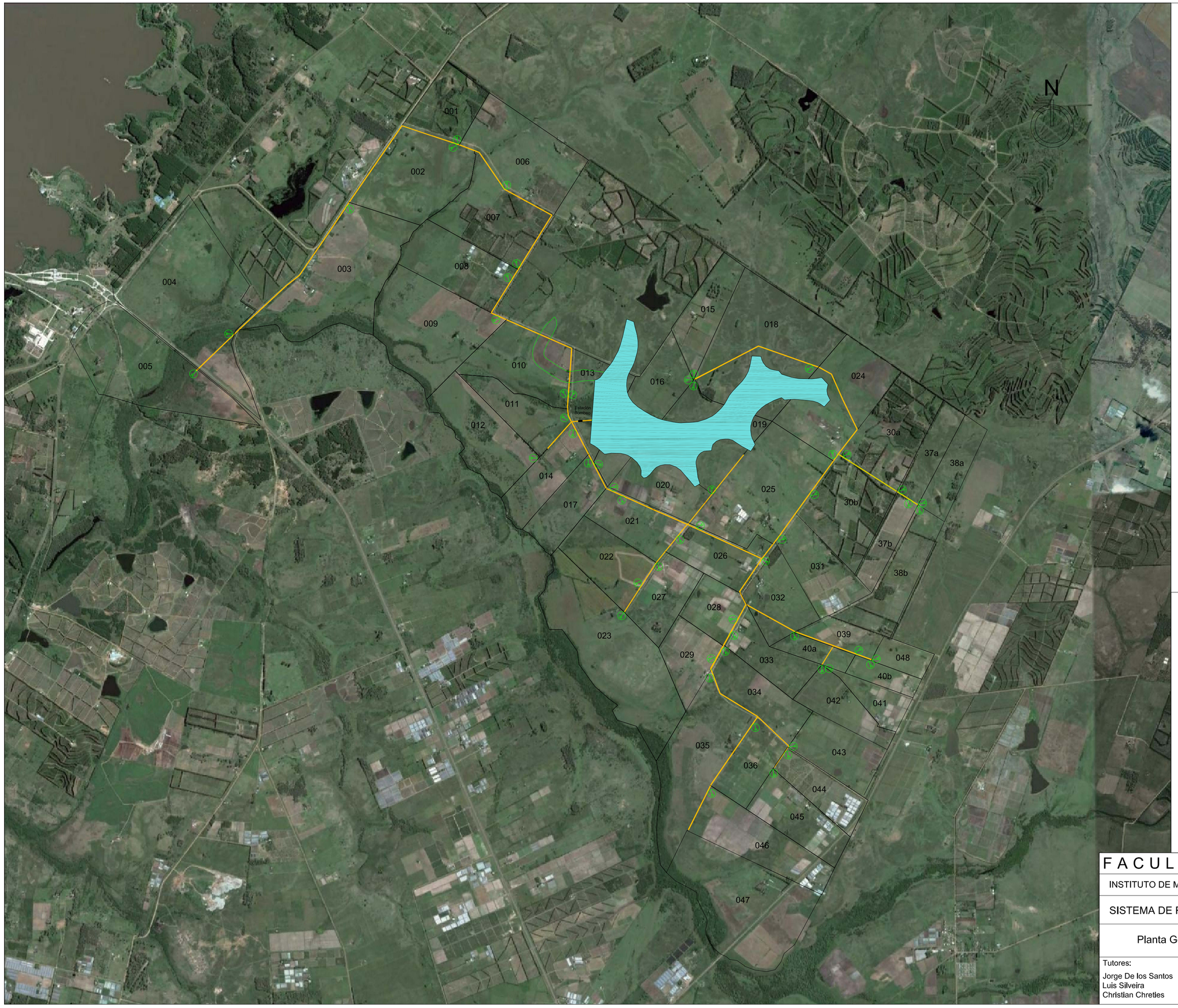
Escala: ----

Fecha: Diciembre 2014

Tutores:
Jorge De los Santos
Luis Silveira
Christian Chreties

Estudiantes:
Pablo Gamazo
Joan Soler
Fernando Bachino
Daniel Schenzer
Carolina Bettinelli
Agustín Ríos
Matías Seoane

Lámina: 01



REFERENCIAS

- Hidrante
- Red
- Embalse
- Vertedero

FACULTAD DE INGENIERÍA

INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL

SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO

Planta General del Proyecto	Escala: 1:25.000	Fecha: Diciembre 2014

Tutores:
Jorge De los Santos
Luis Silveira
Christian Chreties

Estudiantes:
Pablo Gamazo
Joan Soler
Fernando Bachino
Daniel Schenzer
Carolina Bettinelli
Agustín Ríos
Matías Seoane

Plano: 01



FACULTAD DE INGENIERÍA

INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL

SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO

Planta de ubicación de la Represa	Escala: 1:10.000	Fecha: Diciembre 2014

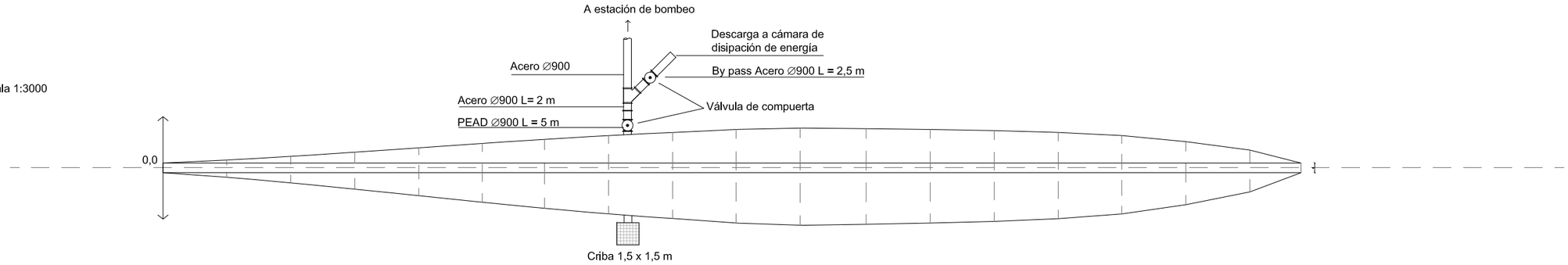
Tutores:
Jorge De los Santos
Luis Silveira
Christian Chreties

Pablo Gamazo
Joan Soler
Fernando Bachino
Daniel Schenzer

Estudiantes:
Carolina Bettinelli
Agustín Ríos
Matías Seoane

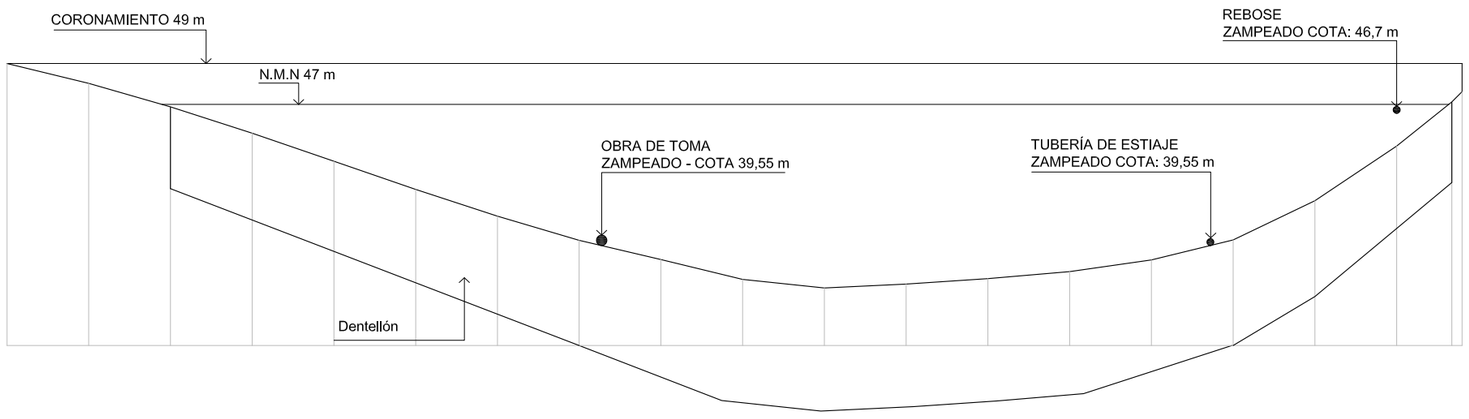
Plano: 02

Escala 1:3000



PROGRESIVA	0,0	40,0	80,0	120,0	160,0	200,0	240,0	280,0	320,0	360,0	400,0	440,0	480,0	520,0	560,0	600,0	640,0	680,0	707,0	713,0
Aguas arriba (AA)	1,5	4,4	7,9	11,7	15,9	20,0	23,9	27,4	30,3	33,2	34,4	33,9	33,1	32,1	30,3	27,4	21,6	13,6	7,1	
Aguas abajo (aa)	1,0	2,9	5,2	7,8	10,6	13,3	15,9	18,3	20,2	22,1	23,0	22,6	22,0	21,4	20,2	18,3	14,4	9,1	4,8	

Escala horizontal 1:3000
Escala vertical 1:300



PROGRESIVA	0,0	40,0	80,0	120,0	160,0	200,0	240,0	280,0	320,0	360,0	400,0	440,0	480,0	520,0	560,0	600,0	640,0	680,0	707,0	713,0
COTA TERRENO	48,5	47,5	46,4	45,1	43,7	42,3	41,0	39,8	38,9	37,9	37,5	37,7	38,0	38,3	38,9	39,8	41,8	44,4	46,6	

FACULTAD DE INGENIERÍA

INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL

SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO

Planta y corte longitudinal del dique

Escala: 1:3.000 1:300

Fecha: Diciembre 2014

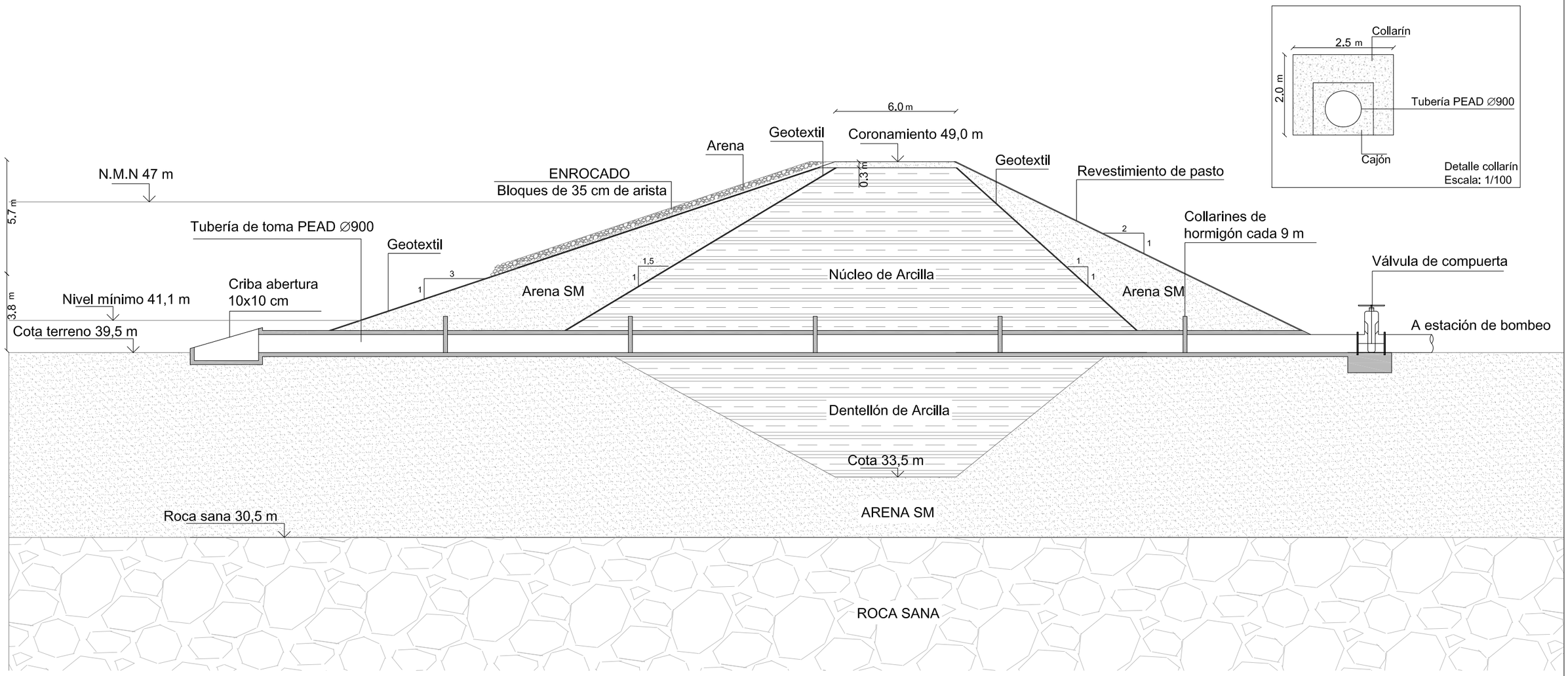
Tutores:
Jorge De los Santos
Luis Silveira
Christian Chreties

Pablo Gamazo
Joan Soler
Fernando Bachino
Daniel Schenzer

Estudiantes:
Carolina Bettinelli
Agustín Ríos
Matías Seoane

Plano: 03

CORTE EE - OBRA DE TOMA



FACULTAD DE INGENIERÍA

INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL

SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO

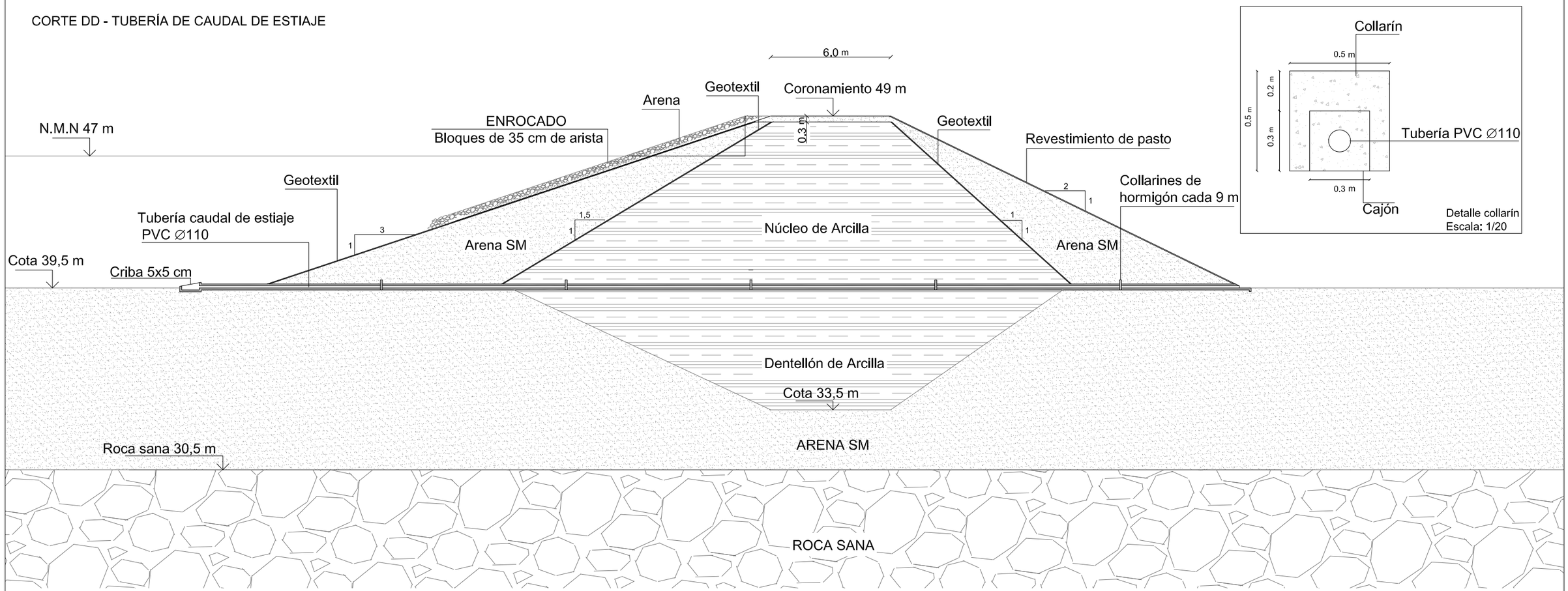
Corte transversal de la obra de toma	Escala: 1:200	Fecha: Diciembre 2014

Tutores:
Jorge De los Santos
Luis Silveira
Christian Chreties
Pablo Gamazo
Joan Soler
Fernando Bachino
Daniel Schenzer

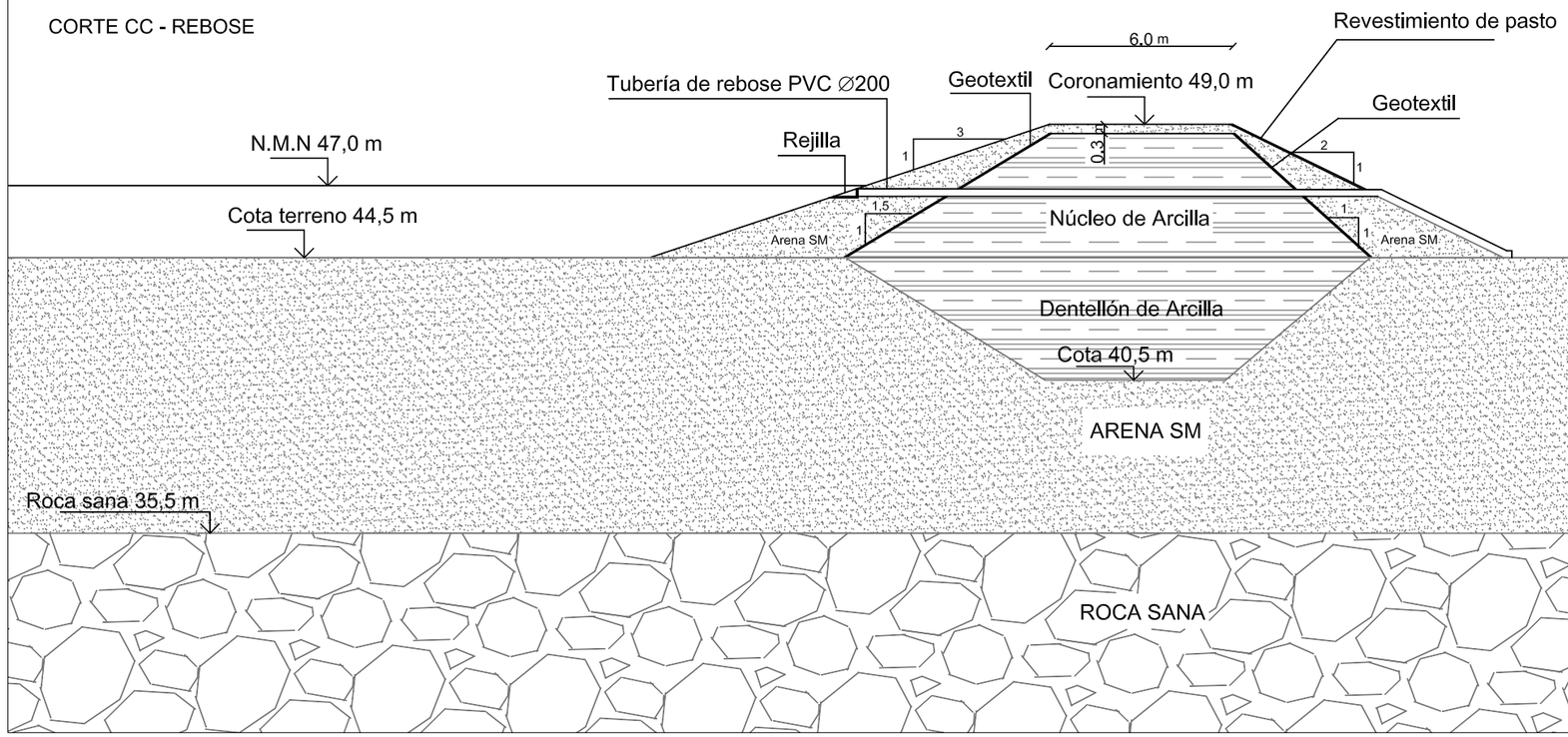
Estudiantes:
Carolina Bettinelli
Agustín Ríos
Matías Seoane

Plano: 04

CORTE DD - TUBERÍA DE CAUDAL DE ESTIAJE



CORTE CC - REBOSE



FACULTAD DE INGENIERÍA

INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL

SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO

Corte transversal de tubería de caudal de estiaje y rebose

Escala: 1:200

Fecha: Diciembre 2014

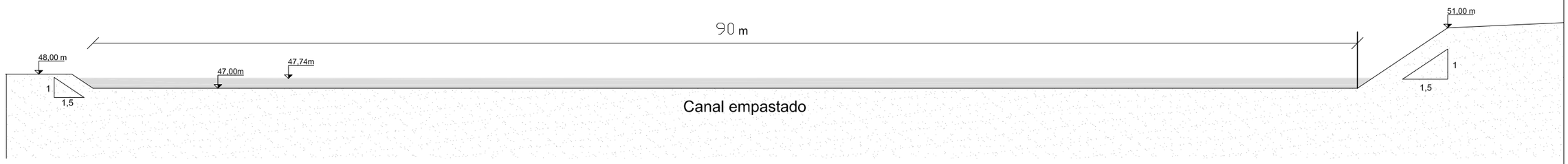
Tutores:
Jorge De los Santos
Luis Silveira
Christian Chreties

Pablo Gamazo
Joan Soler
Fernando Bachino
Daniel Schenzer

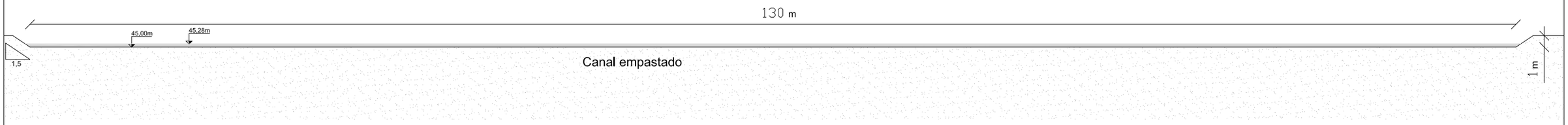
Estudiantes:
Carolina Bettinelli
Agustín Ríos
Matías Seoane

Plano: 05

CORTE AA - Sección inicial



CORTE BB - Sección de descarga



FACULTAD DE INGENIERÍA

INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL

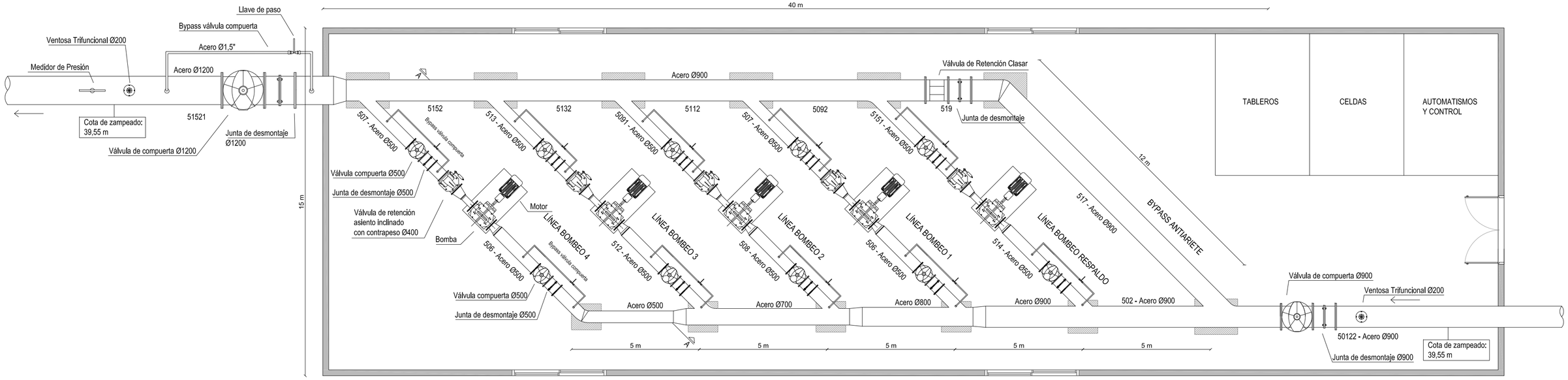
SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO

Perfiles transversales del canal lateral	Escala: 1:300 1:350	Fecha: Diciembre 2014

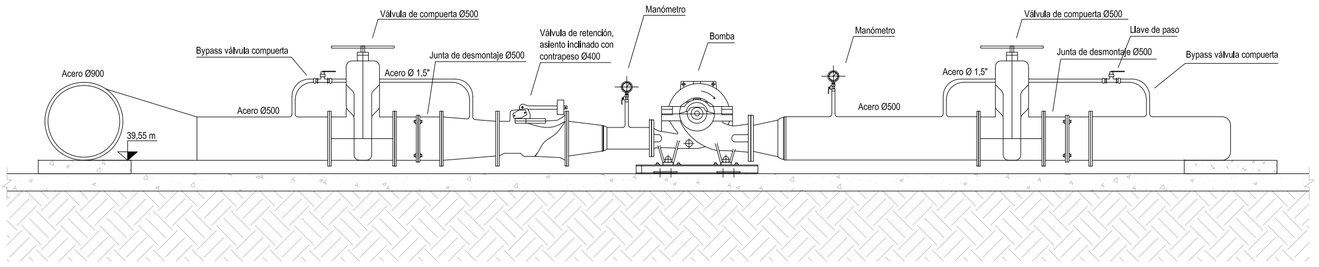
Tutores:
Jorge De los Santos
Luis Silveira
Christian Chreties

Estudiantes:
Pablo Gamazo
Joan Soler
Fernando Bachino
Daniel Schenzer
Carolina Bettinelli
Agustín Ríos
Matías Seoane

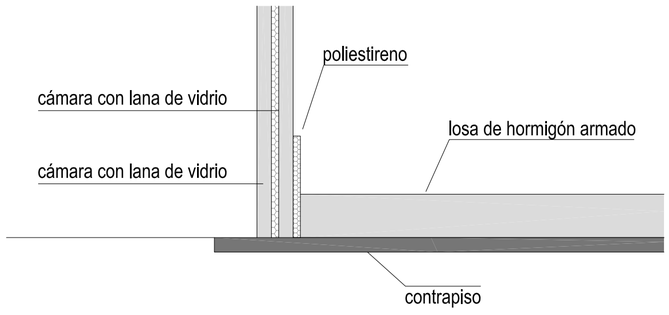
Plano: 06



Planta
Escala: 1/120



Corte AA
Escala: 1/50



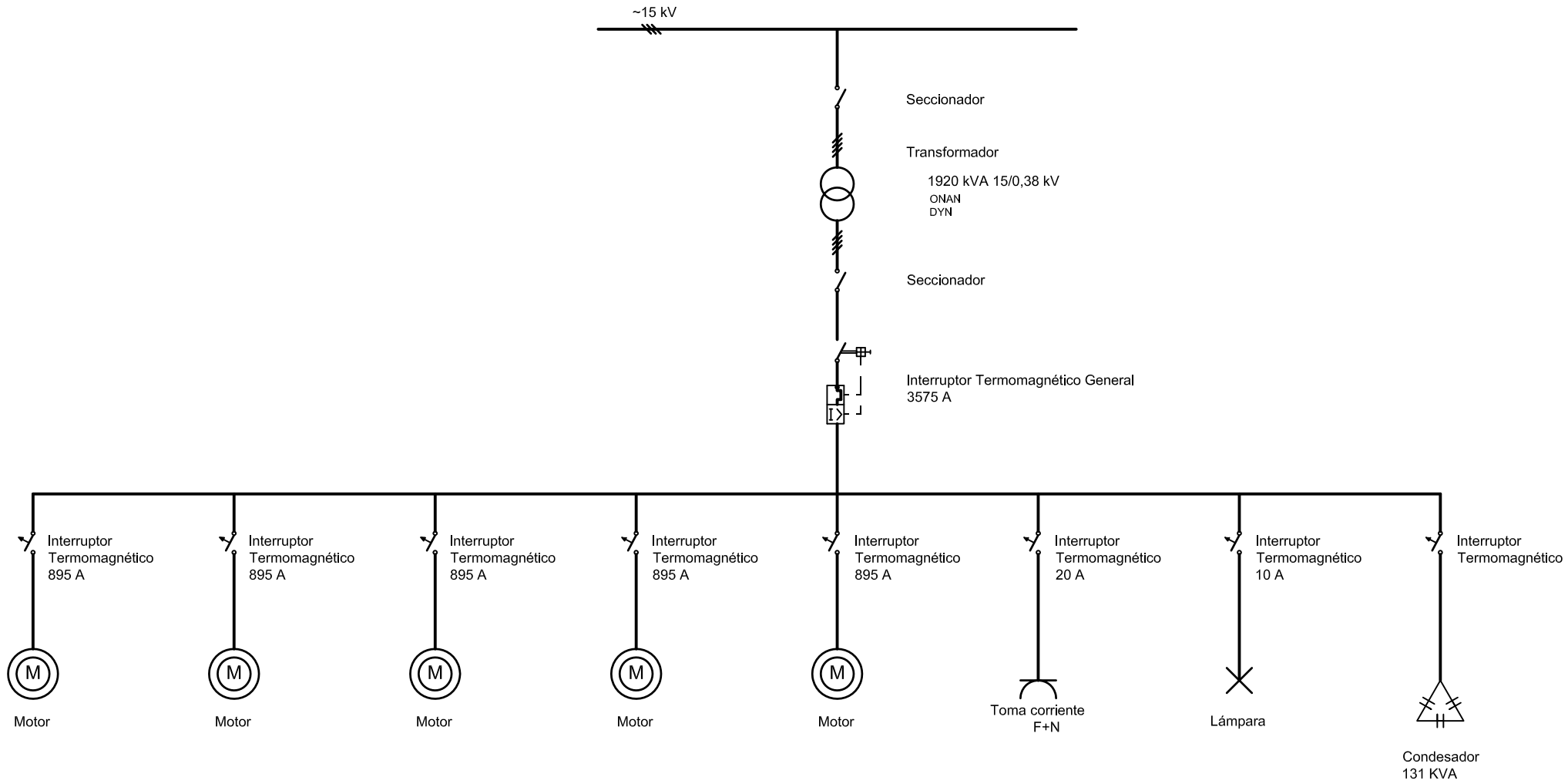
Detalle muro con aislación acústica
Escala 1/30

Notas:

Las cotas están referidas al cero oficial

Todas las líneas de bombeo tienen los mismos elementos que los indicados para la LÍNEA BOMBEO 1

FACULTAD DE INGENIERÍA			
INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL			
SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO			
Planta y corte - Estación de Bombeo		Escala: ---	Fecha: Diciembre 2014
Tutores: Jorge De los Santos, Luis Silveira, Christian Chreties		Estudiantes: Carolina Bettinelli, Agustín Ríos, Matías Seoane	Plano: 07
	Pablo Gamazo, Joan Soler, Fernando Bachino, Daniel Schenzer		



FACULTAD DE INGENIERÍA

INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL

SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO

Diagrama unifilar eléctrico - Estación de bombeo	Escala: –	Fecha: Diciembre 2014

Tutores:
Jorge De los Santos
Luis Silveira
Christian Chreties
Pablo Gamazo
Joan Soler
Fernando Bachino
Daniel Schenzer

Estudiantes:
Carolina Bettinelli
Agustín Ríos
Matías Seoane

Plano: 08



REFERENCIAS

- Hidrante
- Red
- Embalse
- Vertedero
- Cursos de agua

Principal 1-2 (Plano 11)

Nombre del tramo de tubería

Plano en que se encuentra el perfil del tramo

FACULTAD DE INGENIERÍA

INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL

SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO

Planta de la red de distribución

Escala: 1:25.000

Fecha: Diciembre 2014

Tutores:
Jorge De los Santos
Luis Silveira
Christian Chreties

Estudiantes:
Pablo Gamazo
Joan Soler
Fernando Bachino
Daniel Schenzer
Carolina Bettinelli
Agustín Ríos
Matías Seoane

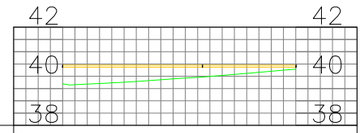
Plano: 09

ESCALA VERTICAL: 1:250

ESCALA HORIZONTAL 1:2.500

Toma a Bombeo

DESDE EMBALSE



A BOMBEO

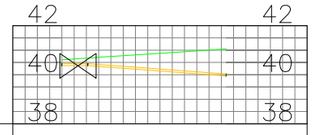
PROGRESIVA (m)	0	57,03	95,19
LONGITUD DE TRAMO (m)		57,03	38,16
COTA DE TERRENO (m)	39,69		39,97
COTA DE CLAVE (m)	40,45		40,45
TAPADA (m)	−0,76		−0,48
PENDIENTE (%)	0,00		0,00
IDENTIFICACIÓN	50121		50122
MATERIAL /DN (mm)	ACERO 900		

ESCALA VERTICAL: 1:250

ESCALA HORIZONTAL 1:2.500

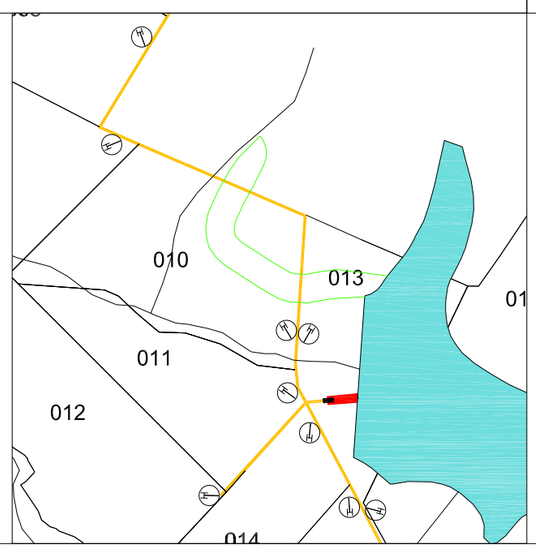
Impulsión

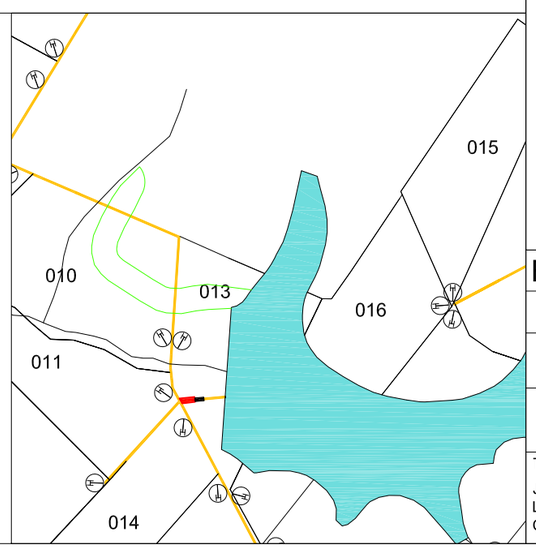
DESDE BOMBEO



A RED

PROGRESIVA (m)	0	10,60	66,98
LONGITUD DE TRAMO (m)		10,60	56,38
COTA DE TERRENO (m)	40,61		40,68
COTA DE CLAVE (m)	40,45		40,45
TAPADA (m)	0,16		0,23
PENDIENTE (%)	0,00		−0,75
IDENTIFICACIÓN	51521		1
MATERIAL /DN (mm)	ACERO 1200		PRFV 1200





REFERENCIAS:

- MATERIAL/DN — Derivación a hidrante
- ID TRAMO — Derivación a tubería (P=Principal, S=Secundario)
- Anclaje
- Desague
- Ventosa
- Protección cruce cañada
- Válvula sectorización
- Terreno
- Tubería

NOTAS: Las cotas están referidas al cero oficial

Todas las tuberías son PN 10

FACULTAD DE INGENIERÍA

INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL

SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO

Perfiles altimétricos de la red
Toma a bombeo e Impulsión

Escala: ---

Fecha: Diciembre 2014

Tutores:
Jorge De los Santos
Luis Silveira
Christian Chreties

Pablo Gamazo
Joan Soler
Fernando Bachino
Daniel Schenzer

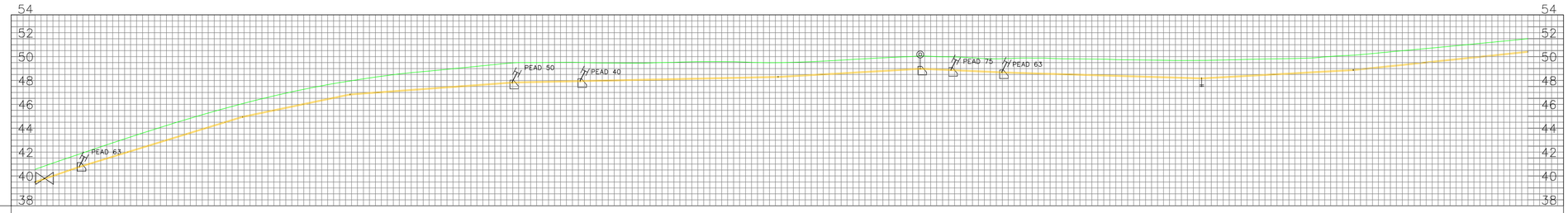
Estudiantes:
Carolina Bettinelli
Agustín Ríos
Matías Seoane

Plano: 10

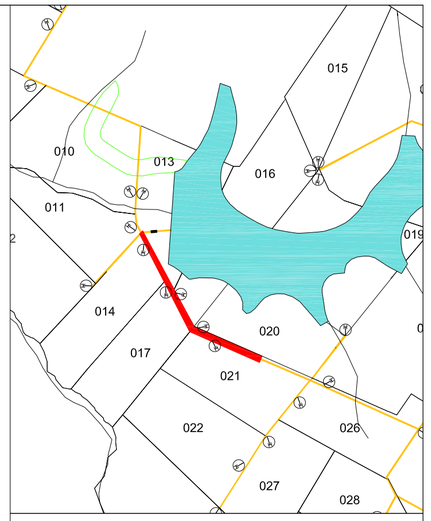
ESCALA VERTICAL: 1:300

ESCALA HORIZONTAL 1:3.000

Principal 1–1



PROGRESIVA (m)	0	37,09	173,77	263,86	399,62	465,52	622,31	741,31	767,11	809,71	976,97	1103,84	1250,11		
LONGITUD DE TRAMO (m)	37,09	136,68	90,09	135,76	56,90	165,79	119,00	25,81	42,60	167,26	126,80	146,27			
COTA DE TERRENO (m)	41,05	42,34	46,56	48,46	49,98	50,01	49,99	50,55	50,48	50,33	50,18	50,62	52,01		
COTA DE CLAVE (m)	40,03	41,30	45,49	47,37	48,37	48,49	48,84	49,52	49,41	49,22	48,72	49,41	50,94		
TAPADA (m)	1,03	1,04	1,07	1,09	1,61	1,53	1,15	1,04	1,07	1,11	1,46	1,20	1,06		
PENDIENTE (%)	3,43	3,07	2,09	0,73	0,21	0,21	0,57	−0,40	−0,46	−0,30	0,55	1,05			
IDENTIFICACIÓN	6	60002	600021	60003	8	10	10001	13	1301	1302	13021	13022			
MATERIAL /DN (mm)	PRFV 900														



REFERENCIAS:

- MATERIAL/DN — Derivación a hidrante
- ID TRAMO — Derivación a tubería (P=Principal, S=Secundario)
- Anclaje
- Desague
- Ventosa
- Protección cruce cañada
- Válvula sectorización
- Terreno
- Tubería

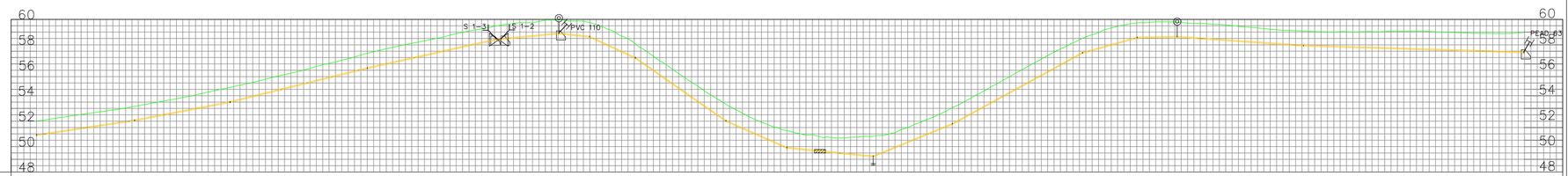
NOTAS: Las cotas están referidas al cero oficial

Todas las tuberías son PN 10

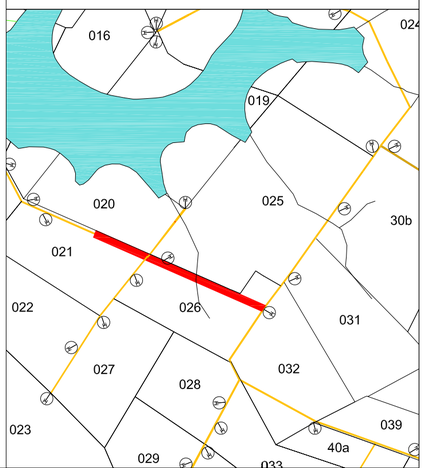
ESCALA VERTICAL: 1:300

ESCALA HORIZONTAL 1:3.000

Principal 1–2



PROGRESIVA (m)	0	77,08	152,20	260,07	361,50	365,52	410,79	434,99	470,89	542,13	590,04	657,89	720,13	822,46	865,35	896,88	996,16	1169,48									
LONGITUD DE TRAMO (m)	77,08	75,12	107,87	101,43	4,02	45,27	24,20	35,90	71,25	47,90	67,85	62,25	102,32	42,90	31,52	99,29	173,32										
COTA DE TERRENO (m)	52,01	53,16	54,66	57,34	59,48	59,55	59,97	59,75	58,07	53,32	51,25	50,82	53,07	58,52	59,73	59,78	59,08	58,97									
COTA DE CLAVE (m)	50,94	52,10	53,55	56,21	58,47	58,49	58,93	58,67	57,01	52,05	49,95	49,27	51,81	57,40	58,60	58,67	57,98	57,45									
TAPADA (m)	1,06	1,06	1,11	1,13	1,01	1,06	1,03	1,08	1,06	1,28	1,31	1,55	1,26	1,11	1,13	1,11	1,10	1,52									
PENDIENTE (%)	1,50	1,92	2,47	2,23	0,73	0,97	−1,10	−4,65	−6,97	−4,40	−1,00	4,09	5,47	2,80	0,21	−0,70	−0,31										
IDENTIFICACIÓN	1303	1304	1305	1306	14	23	2301	2302	24	2401	2402	25	2501	2502	2503	26	2601										
MATERIAL /DN (mm)	PRFV 900				PRFV 700																						



FACULTAD DE INGENIERÍA

INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL

SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO

Perfiles altimétricos de la red Principal 1-1 y Principal 1-2

Escala: —

Fecha: Diciembre 2014

Tutores:
Jorge De los Santos
Luis Silveira
Christian Chreties

Pablo Gamazo
Joan Soler
Fernando Bachino
Daniel Schenzer

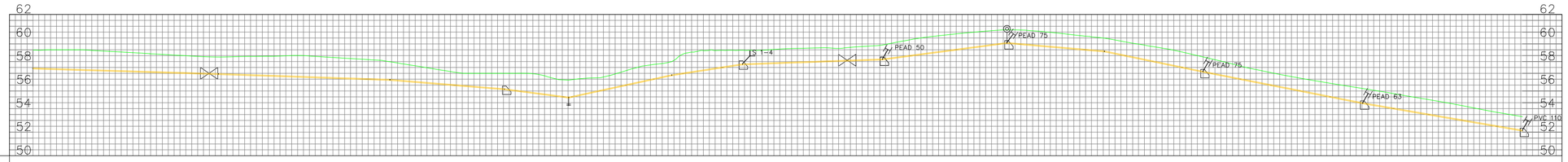
Estudiantes:
Carolina Bettinelli
Agustín Ríos
Matías Seoane

Plano: 11

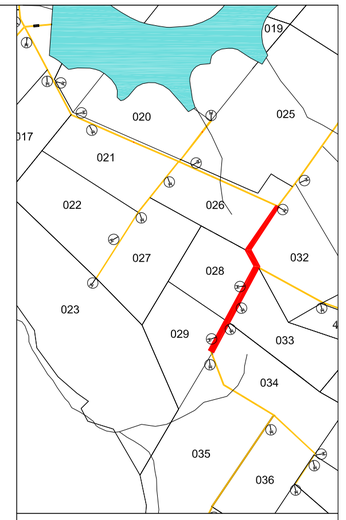
ESCALA VERTICAL: 1:300

ESCALA HORIZONTAL 1:3.000

Principal 1–3



PROGRESIVA (m)	0	157,79	303,62	401,02	455,54	543,2	603,33	722,36	828,19	911,09	994,89	1130,72	1266,48
LONGITUD DE TRAMO (m)		157,79	145,83	97,41	54,51	87,66	60,14	119,03	105,83	82,90	83,80	135,83	135,76
COTA DE TERRENO (m)	58,97		58,38	57,98	57,00	56,43	57,99	58,96	59,41	60,69	59,97	58,39	55,71	53,31
COTA DE CLAVE (m)	57,45		56,97	56,48	55,68	54,98	56,88	57,80	58,22	59,61	58,90	57,17	54,49	52,17
TAPADA (m)	1,52		1,41	1,50	1,32	1,45	1,12	1,16	1,19	1,08	1,08	1,22	1,22	1,14
PENDIENTE (%)		−0,30	−0,34	−0,82	−1,30	2,17	1,54	0,35	1,32	−0,86	−2,06	−1,97	−1,71	
IDENTIFICACIÓN		48	4801	49	50	5001	5002	63	6301	64	6401	67	6701	
MATERIAL /DN (mm)		PRFV 600		PRFV 500								PRFV 400		



REFERENCIAS:

- MATERIAL/DN — Derivación a hidrante
- ID TRAMO — Derivación a tubería (P=Principal, S=Secundario)
- Anclaje
- Desague
- Ventosa
- Protección cruce cañada
- Válvula sectorización
- Terreno
- Tubería

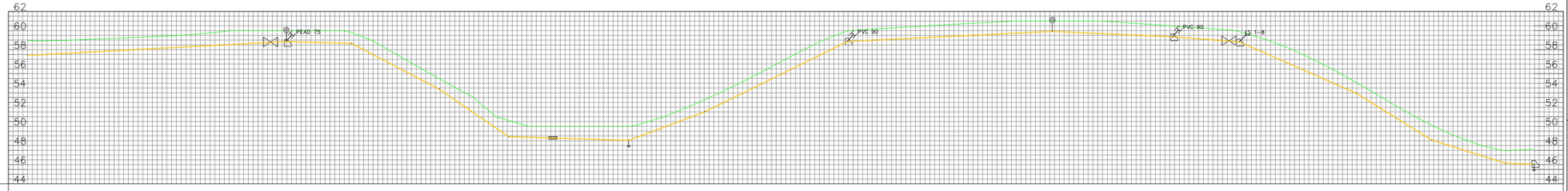
NOTAS: Las cotas están referidas al cero oficial

Todas las tuberías son PN 10

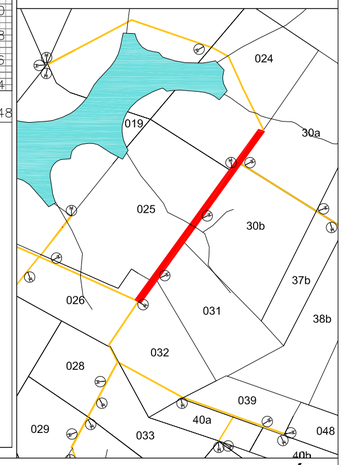
ESCALA VERTICAL: 1:350

ESCALA HORIZONTAL 1:3.500

Principal 1–5



PROGRESIVA (m)	0	269,59	337,56	429,12	501,33	626,33	705,64	854,43	1067,71	1193,25	1262,87	1384,09	1463,15	1540,00	1569,48
LONGITUD DE TRAMO (m)		269,59	67,98	91,55	72,21	125,00	79,31	148,78	213,28	125,54	69,62	121,22	79,06	76,86	29,48
COTA DE TERRENO (m)	58,97		60,00	59,78	54,97	50,61	50,01	52,80	59,97	61,00	60,47	59,90	54,60	50,11	47,46	47,61
COTA DE CLAVE (m)	57,45		58,89	58,69	53,92	48,96	48,58	51,56	58,90	59,95	59,39	58,85	53,52	48,61	46,19	46,10
TAPADA (m)	1,52		1,11	1,09	1,05	1,65	1,43	1,24	1,07	1,05	1,08	1,04	1,08	1,49	1,28	1,51
PENDIENTE (%)		0,54	−0,30	−5,22	−6,88	−0,30	3,76	4,94	0,49	−0,44	−0,78	−4,41	−6,21	−3,16	−0,30	
IDENTIFICACIÓN		28	30	3002	3001	32	3202	3201	33	34	36	123	1231	1232	1233	
MATERIAL /DN (mm)		PRFV 600										PVC 315				

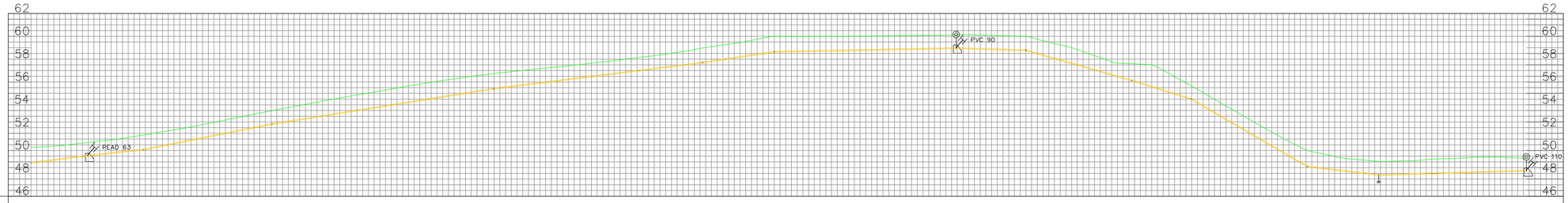


FACULTAD DE INGENIERÍA		
INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL		
SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO		
Perfiles altimétricos de la red Principal 1-3 y Principal 1-5	Escala: —	Fecha: Diciembre 2014
Tutores: Jorge De los Santos, Luis Silveira, Christian Chreties	Estudiantes: Pablo Gamazo, Joan Soler, Fernando Bachino, Daniel Schenzer, Carolina Bettinelli, Agustín Ríos, Matías Seoane	Plano: 12

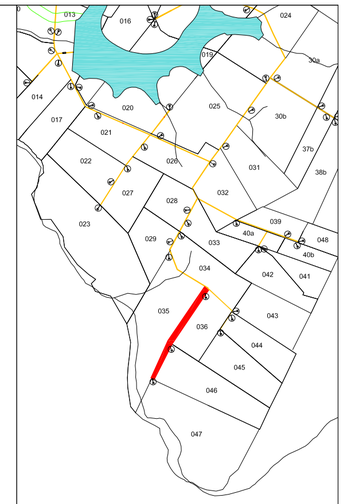
ESCALA VERTICAL: 1:300

ESCALA HORIZONTAL 1:3.000

Principal 1–4



PROGRESIVA (m)	0	49,59	98,53	210,80	404,52	587,36	650,00	809,03	870,00	962,76	1014,42	1116,40	1178,69	1307,79
LONGITUD DE TRAMO (m)	49,59	48,94	112,26	193,72	182,84	62,64	159,02	60,97	92,77	51,65	101,98	62,30	129,10	
COTA DE TERRENO (m)	50,24	50,70	51,36	53,49	56,73	58,98	60,00	60,12	60,00	57,60	55,69	50,00	49,04	49,29
COTA DE CLAVE (m)	48,96	49,59	50,12	52,36	55,45	57,74	58,68	59,00	58,82	56,17	54,55	48,63	47,89	48,28
TAPADA (m)	1,28	1,11	1,24	1,13	1,28	1,25	1,32	1,12	1,18	1,43	1,13	1,37	1,15	1,02
PENDIENTE (%)	1,27	1,09	2,00	1,60	1,25	1,51	0,20	−0,30	−2,86	−3,13	−5,81	−1,18	0,30	
IDENTIFICACIÓN	77	7701	7702	7703	7704	77041	7705	77051	79	7901	79011	7902	7903	
MATERIAL /DN (mm)	PVC 315							PVC 250						



REFERENCIAS:

- MATERIAL/DN — Derivación a hidrante
- ID TRAMO — Derivación a tubería (P=Principal, S=Secundario)
- Anclaje
- Desague
- Ventosa
- Protección cruce cañada
- Válvula sectorización
- Terreno
- Tubería

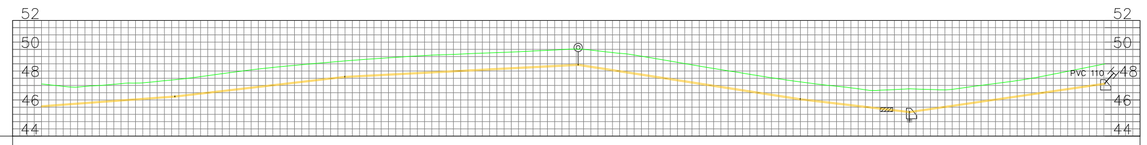
NOTAS: Las cotas están referidas al cero oficial

Todas las tuberías son PN 10

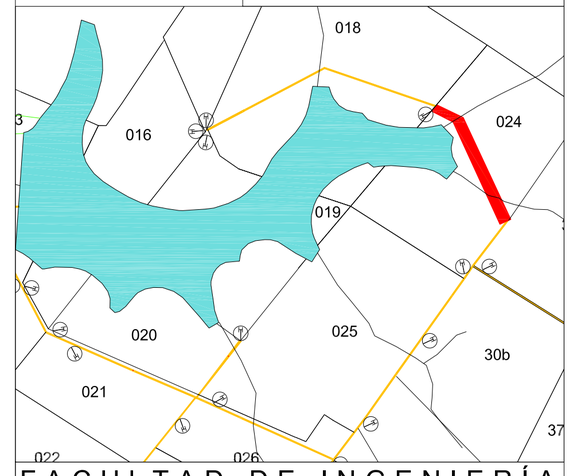
ESCALA VERTICAL: 1:300

ESCALA HORIZONTAL 1:3.000

Principal 1–6



PROGRESIVA (m)	0	92,30	209,90	371,32	525,00	600,58	735,81
LONGITUD DE TRAMO (m)	92,30	117,59	161,42	153,68	75,58	135,23	
COTA DE TERRENO (m)	47,61	47,90	49,20	50,03	47,75	47,27	49,00
COTA DE CLAVE (m)	46,10	46,77	48,13	48,97	46,59	45,70	47,66
TAPADA (m)	1,51	1,13	1,07	1,06	1,16	1,57	1,33
PENDIENTE (%)	0,73	1,16	0,52	−1,55	−1,18	1,45	
IDENTIFICACIÓN	124	12401	12402	125	12501	126	
MATERIAL /DN (mm)	PVC 315						



FACULTAD DE INGENIERÍA

INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL

SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO

Perfiles altimétricos de la red Principal 1-4 y Principal 1-6

Escala: —

Fecha: Diciembre 2014

Tutores:
Jorge De los Santos
Luis Silveira
Christian Chreties

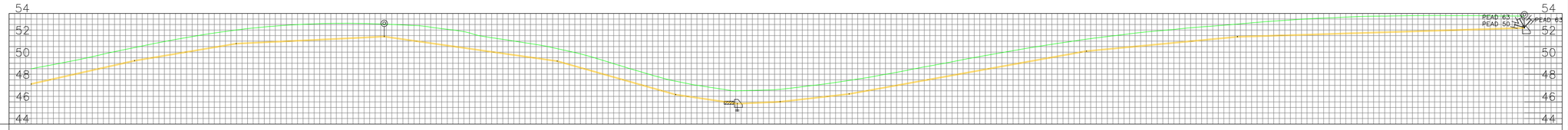
Estudiantes:
Pablo Gamazo
Joan Soler
Fernando Bachino
Daniel Schenzer
Carolina Bettinelli
Agustín Ríos
Matías Seoane

Plano: 13

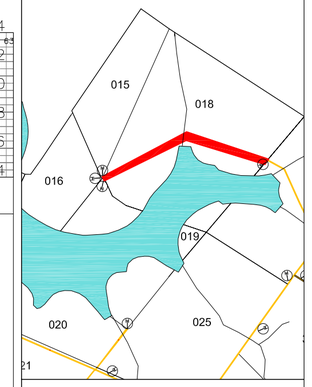
ESCALA VERTICAL: 1:300

ESCALA HORIZONTAL 1:3.000

Principal 1–7



PROGRESIVA (m)	0	93,21	184,80	318,22	474,12	580,94	636,45	675,16	737,34	951,28	1087,32	1346,02
LONGITUD DE TRAMO (m)	93,21	91,60	133,42	155,90	106,83	55,50	38,72	62,18	213,94	136,04	258,70	
COTA DE TERRENO (m)	49,00	50,92	52,50	53,04	50,82	47,87	47,01	47,14	47,95	51,67	53,04	53,75
COTA DE CLAVE (m)	47,66	49,77	51,31	51,95	49,73	46,70	45,88	46,05	46,76	50,63	51,93	52,73
TAPADA (m)	1,33	1,16	1,19	1,09	1,09	1,18	1,13	1,09	1,19	1,04	1,11	1,02
PENDIENTE (%)	2,26	1,69	0,48	−1,42	−2,84	−1,48	0,44	1,14	1,81	0,95	0,31	
IDENTIFICACIÓN	128	1282	1283	1281	1284	1285	129	1292	1293	1291	1294	
MATERIAL /DN (mm)	PVC 250									PVC 200		



REFERENCIAS:

- MATERIAL/DN — Derivación a hidrante
- ID TRAMO — Derivación a tubería (P=Principal, S=Secundario)
- Anclaje
- Desague
- Ventosa
- Protección cruce cañada
- Válvula sectorización
- Terreno
- Tubería

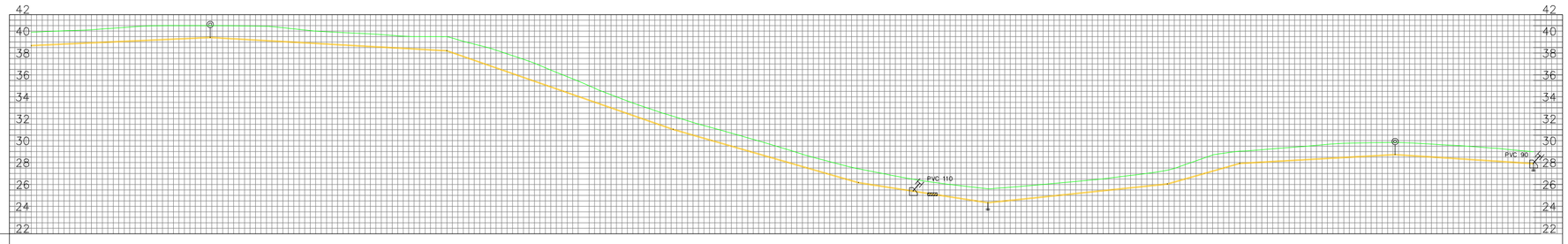
NOTAS: Las cotas están referidas al cero oficial

Todas las tuberías son PN 10

ESCALA VERTICAL: 1:350

ESCALA HORIZONTAL 1:3.500

Principal 2–7



PROGRESIVA (m)	0	163,66	380,00	586,93	756,37	806,38	874,58	1038,76	1104,97	1246,87	1373,39
LONGITUD DE TRAMO (m)	163,66	216,34	206,93	169,44	50,01	68,20	164,18	66,21	141,91	126,52	
COTA DE TERRENO (m)	40,39	40,99	40,00	32,72	27,93	26,98	26,11	27,80	29,53	30,34	29,48
COTA DE CLAVE (m)	39,22	39,95	38,74	31,56	26,70	25,93	24,87	26,58	28,46	29,26	28,44
TAPADA (m)	1,17	1,04	1,25	1,16	1,23	1,05	1,24	1,21	1,07	1,08	29,8
PENDIENTE (%)	0,45	−0,56	−3,47	−2,87	−1,55	−1,55	1,04	2,84	0,57	−0,65	
IDENTIFICACIÓN	115	116	1164	1161	1165	1166	1162	1167	1163	1168	
MATERIAL /DN (mm)	PVC 315								PVC 200		



FACULTAD DE INGENIERÍA

INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL

SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO

Perfiles altimétricos de la red Principal 1-7 y Principal 2-7

Escala: —

Fecha: Diciembre 2014

Tutores:
Jorge De los Santos
Luis Silveira
Christian Chreties

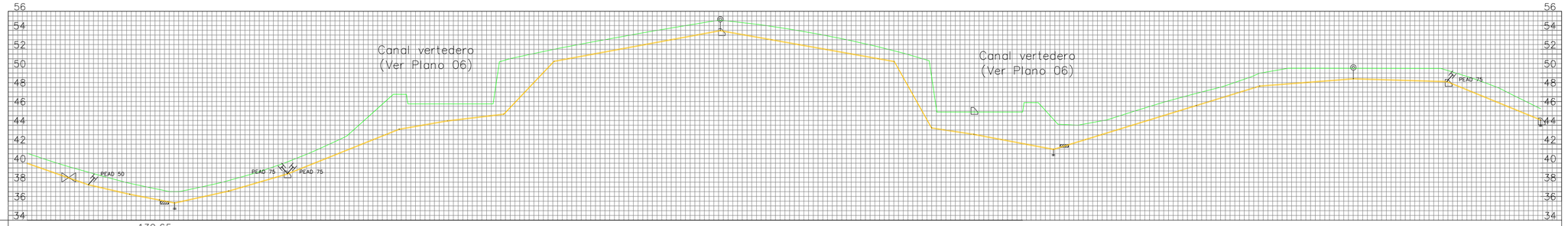
Estudiantes:
Pablo Gamazo
Joan Soler
Fernando Bachino
Daniel Schenzer
Carolina Bettinelli
Agustín Ríos
Matías Seoane

Plano: 14

ESCALA VERTICAL: 1:350

ESCALA HORIZONTAL 1:3.500

Principal 2–1

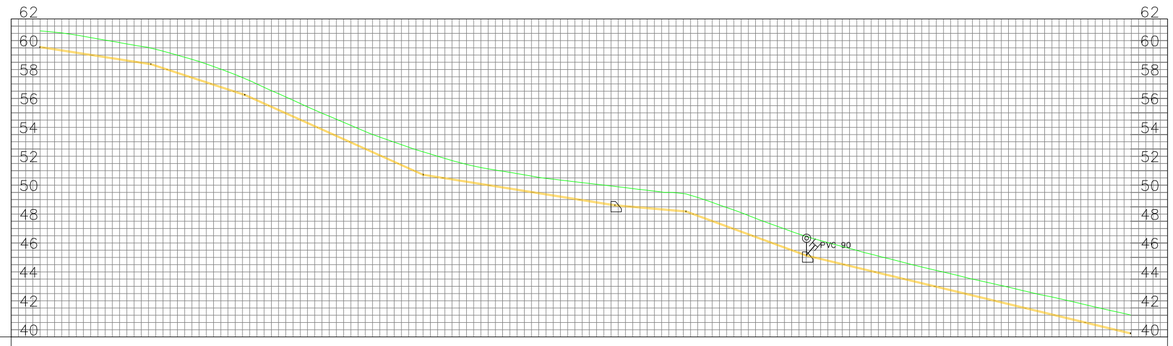


| | | |

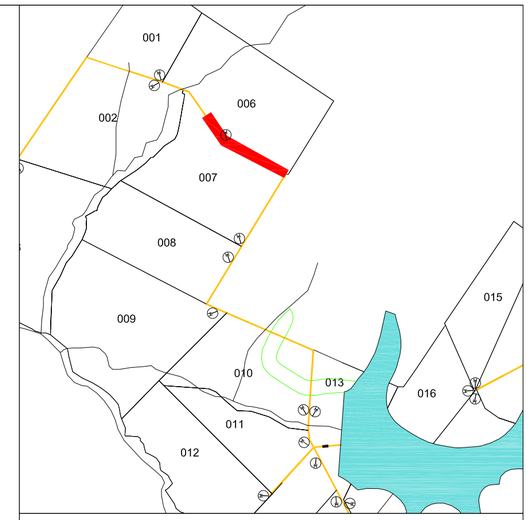
ESCALA VERTICAL: 1:300

ESCALA HORIZONTAL 1:3.000

Principal 2–3



PROGRESIVA (m)	0		76,69		141,68		265,18		397,76	446,92		530,35		754,46
LONGITUD DE TRAMO (m)		76,69		64,99		123,50		132,59		49,15	83,44		224,11	
COTA DE TERRENO (m)	61,18		59,98		57,88		52,80		50,41	49,89		46,94		41,52
COTA DE CLAVE (m)	60,09		58,91		56,78		51,26		49,15	48,72		45,67		40,29
TAPADA (m)	1,09		1,07		1,10		1,54		1,27	1,17		1,27		1,23
PENDIENTE (%)		−1,54		−3,28		−4,48		−1,59		−0,87	−3,66		−2,40	
IDENTIFICACIÓN		99		9901		9902		991		992	993		100	
MATERIAL /DN (mm)						PRFV 500					PRFV 400			



REFERENCIAS:

- MATERIAL/DN — Derivación a hidrante
- ID TRAMO — Derivación a tubería (P=Principal, S=Secundario)
- Anclaje
- Desague
- Ventosa
- Protección cruce cañada
- Válvula sectorización
- Terreno
- Tubería

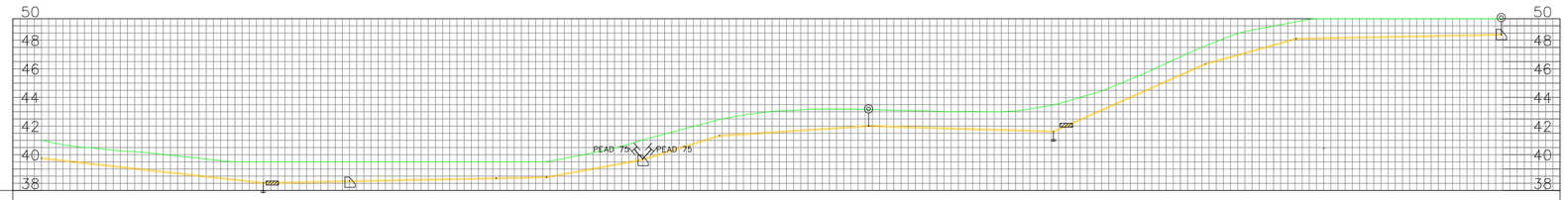
NOTAS: Las cotas están referidas al cero oficial

Todas las tuberías son PN 10

ESCALA VERTICAL: 1:300

ESCALA HORIZONTAL 1:3.000

Principal 2–4



PROGRESIVA (m)	0		154,82		215,04		317,42	352,66		419,81	473,26		577,42		706,41		812,46	875,84		1019,02
LONGITUD DE TRAMO (m)		154,82		60,22		102,39	35,24		67,15		53,45	104,16		128,99		106,05		63,38	143,18	
COTA DE TERRENO (m)	41,52		40,00		40,00		40,00	40,02		41,53	42,96		43,66		43,98		48,10	49,78		50,00
COTA DE CLAVE (m)	40,29		38,56		38,68		38,89	38,96		40,19	41,86		42,54		42,16		46,87	48,64		48,92
TAPADA (m)	1,23		1,44		1,32		1,11	1,07		1,34	1,10		1,12		1,82		1,24	1,15		1,08
PENDIENTE (%)		−1,12		0,20		0,20	0,20		1,84		3,12	0,66		−0,30		4,45		2,79	0,20	
IDENTIFICACIÓN		1002		1001		102	1021		10211		104	105		1051		1052		1053	106	
MATERIAL /DN (mm)										PRFV 400										



FACULTAD DE INGENIERÍA

INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL

SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO

Perfiles altimétricos de la red Principal 2-3 y Principal 2-4

Escala: —

Fecha: Diciembre 2014

Tutores:
Jorge De los Santos
Luis Silveira
Christian Chreties

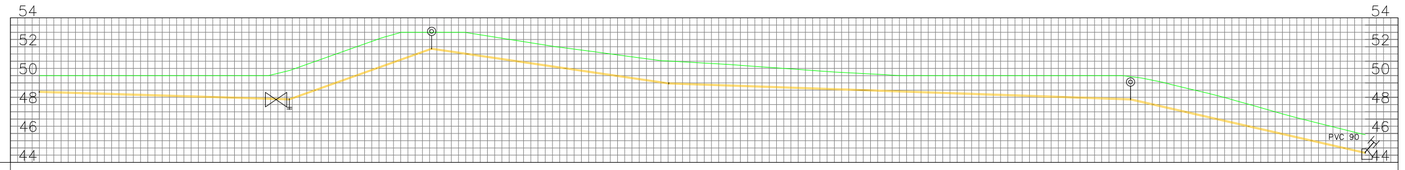
Estudiantes:
Pablo Gamazo
Joan Soler
Fernando Bachino
Daniel Schenzer
Carolina Bettinelli
Agustín Ríos
Matías Seoane

Plano: 16

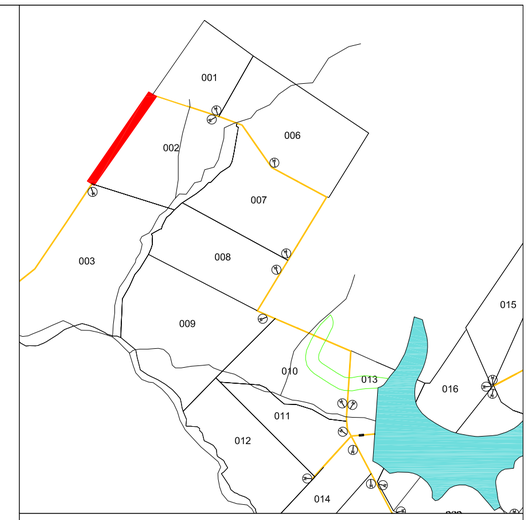
ESCALA VERTICAL: 1:300

ESCALA HORIZONTAL 1:3.000

Principal 2–5



PROGRESIVA (m)	0		172,94		271,40		435,48		754,92		917,27
LONGITUD DE TRAMO (m)		172,94		98,45		164,08		319,45		162,35	
COTA DE TERRENO (m)	50,00		50,35		53,00		51,01		49,93		45,92
COTA DE CLAVE (m)	48,92		48,40		51,90		49,50		48,40		44,70
TAPADA (m)	1,08		1,95		1,10		1,51		1,53		1,22
PENDIENTE (%)		−0,30		3,56		−1,46		−0,34		−2,28	
IDENTIFICACIÓN		107		1071		108		109		110	
MATERIAL /DN (mm)		PRFV 400									



REFERENCIAS:

- MATERIAL/DN — Derivación a hidrante
- ID TRAMO — Derivación a tubería (P=Principal, S=Secundario)
- Anclaje
- Desague
- Ventosa
- Protección cruce cañada
- Válvula sectorización
- Terreno
- Tubería

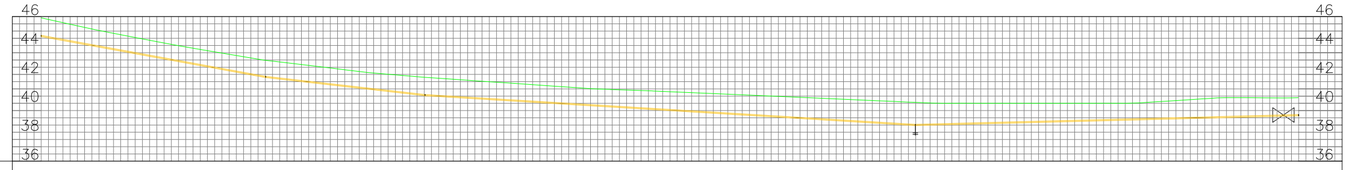
NOTAS: Las cotas están referidas al cero oficial

Todas las tuberías son PN 10

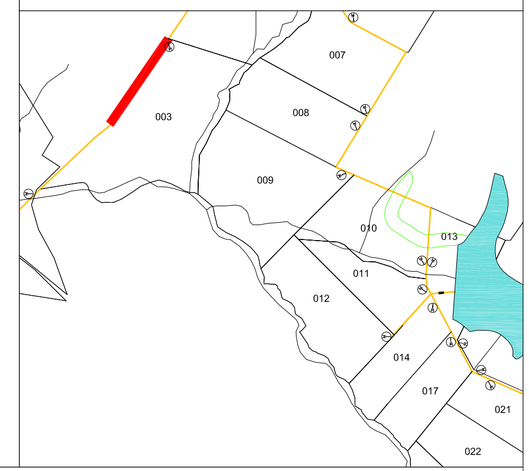
ESCALA VERTICAL: 1:300

ESCALA HORIZONTAL 1:3.000

Principal 2–6



PROGRESIVA (m)	0		155,35		265,62		604,83		870,00
LONGITUD DE TRAMO (m)		155,35		110,28		339,21		265,17	
COTA DE TERRENO (m)	45,92		42,98		41,80		40,07		40,39
COTA DE CLAVE (m)	44,70		41,87		40,61		38,54		39,22
TAPADA (m)	1,22		1,11		1,19		1,52		1,17
PENDIENTE (%)		−1,83		−1,14		−0,61		0,25	
IDENTIFICACIÓN		112		1121		113		1131	
MATERIAL /DN (mm)		PRFV 400							

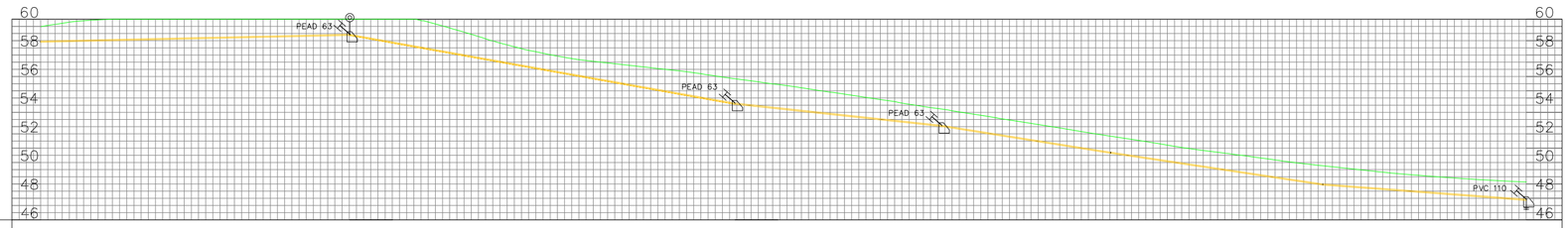


FACULTAD DE INGENIERÍA			
INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL			
SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO			
Perfiles altimétricos de la red Principal 2-5 y Principal 2-6		Escala: —	Fecha: Diciembre 2014
Tutores: Jorge De los Santos, Luis Silveira, Christian Chreties	Pablo Gamazo, Joan Soler, Fernando Bachino, Daniel Schenzer	Estudiantes: Carolina Bettinelli, Agustín Ríos, Matías Seoane	Plano: 17

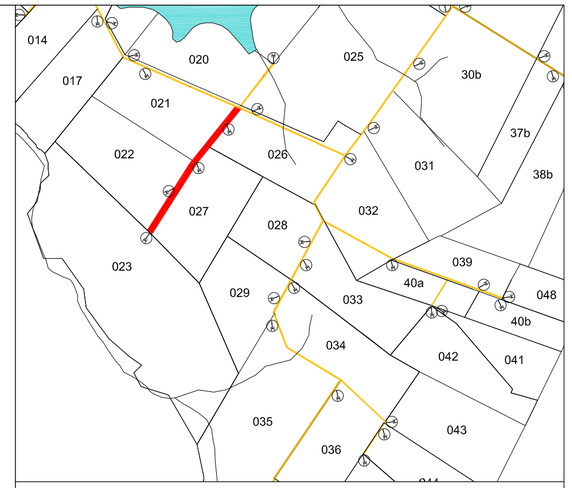
ESCALA VERTICAL: 1:300

ESCALA HORIZONTAL 1:3.000

Secundario 1–3



PROGRESIVA (m)	0		215,44		483,82		627,90		745,60		893,34		1035,16
LONGITUD DE TRAMO (m)		215,44		268,37		144,08		117,70		147,74		141,82	
COTA DE TERRENO (m)	59,48		60,00		55,83		53,73		51,83		49,77		48,64
COTA DE CLAVE (m)	58,47		58,95		54,14		52,59		50,72		48,50		47,43
TAPADA (m)	1,01		1,05		1,69		1,14		1,12		1,27		1,21
PENDIENTE (%)		0,22		−1,79		−1,08		−1,59		−1,50		−0,75	
IDENTIFICACIÓN		17		18		21		2101		2102		2103	
MATERIAL /DN (mm)		PVC 315				PVC 250							



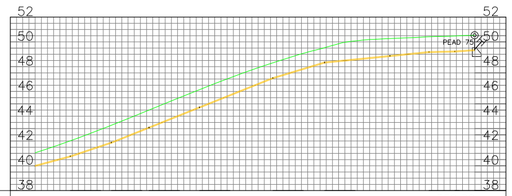
REFERENCIAS:

- MATERIAL/DN — Derivación a hidrante
- ID TRAMO — Derivación a tubería (P=Principal, S=Secundario)
- Anclaje
- Desague
- Ventosa
- Protección cruce cañada
- Válvula sectorización
- Terreno
- Tubería

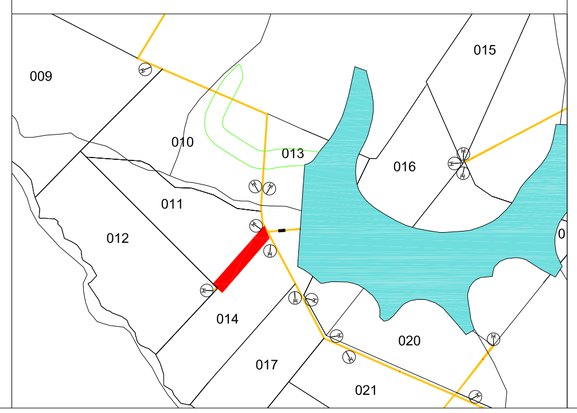
NOTAS: Las cotas están referidas al cero oficial

Todas las tuberías son PN 10

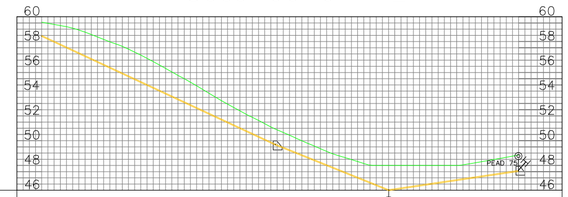
Secundario 1–1



PROGRESIVA (m)	0		29,46		62,63		93,04		133,76		192,93		234,73		287,47		319,00		339,82		355,81
LONGITUD DE TRAMO (m)		29,46		33,17		30,41		40,73		59,17		41,79		52,75		31,53		20,82		15,99	
COTA DE TERRENO (m)	41,05		42,02		43,28		44,50		46,16		48,31		49,53		50,27		50,42		50,48		50,53
COTA DE CLAVE (m)	40,03		40,80		41,90		43,12		44,75		47,12		48,37		48,90		49,22		49,26		49,38
TAPADA (m)	1,03		1,22		1,37		1,38		1,41		1,19		1,16		1,37		1,20		1,22		1,15
PENDIENTE (%)		2,61		3,35		4,01		4,01		4,01		3,01		1,01		1,01		0,22		1,22	
IDENTIFICACIÓN		3		4		40001		40002		40003		40004		40005		40006		40007		40008	
MATERIAL /DN (mm)		PVC 160																			



Secundario 1–2



PROGRESIVA (m)	0		188,54		280,11		384,84
LONGITUD DE TRAMO (m)		188,54		91,57		104,73	
COTA DE TERRENO (m)	59,55			50,94		48,00	48,85
COTA DE CLAVE (m)	58,49			49,73		46,04	47,60
TAPADA (m)	1,06			1,21		1,96	1,25
PENDIENTE (%)		−4,65		−4,03		1,48	
IDENTIFICACIÓN		118		1181		1182	
MATERIAL /DN (mm)		PVC 110		PVC 90			



ESCALA VERTICAL: 1:350

ESCALA HORIZONTAL 1:3.500

ESCALA VERTICAL: 1:350

ESCALA HORIZONTAL 1:3.500

FACULTAD DE INGENIERÍA

INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL

SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO

Perfiles altimétricos de la red Secundario 1-1, 1-2 y 1-3

Escala: —

Fecha: Diciembre 2014

Tutores:
Jorge De los Santos
Luis Silveira
Christian Chreties

Pablo Gamazo
Joan Soler
Fernando Bachino
Daniel Schenzer

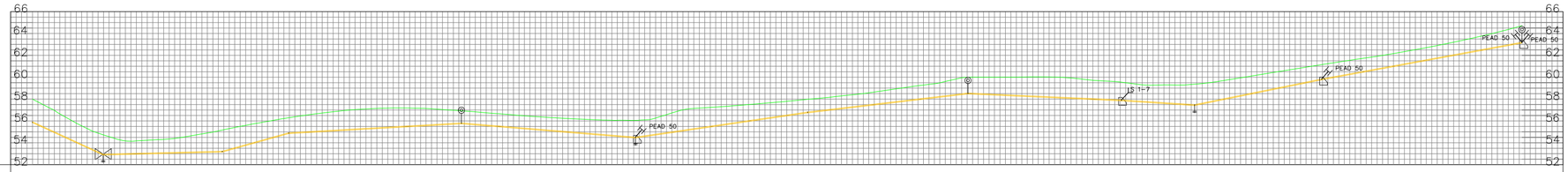
Estudiantes:
Carolina Bettinelli
Agustín Ríos
Matías Seoane

Plano: 18

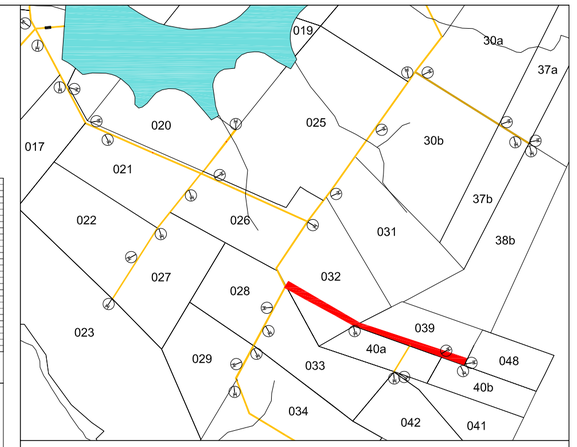
ESCALA VERTICAL: 1:350

ESCALA HORIZONTAL 1:3.500

Secundario 1–4



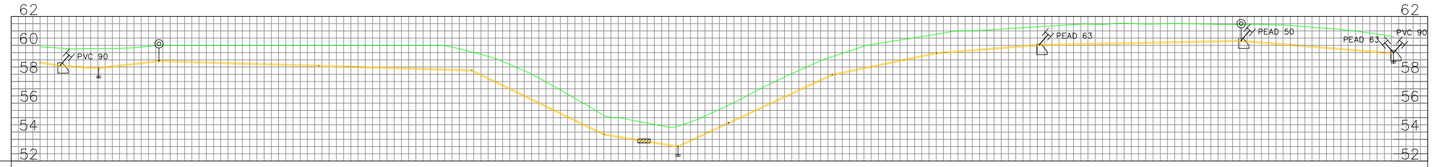
PROGRESIVA (m)	0	64,73	173,68	234,42	392,44	551,62	709,12	855,78	996,22	1063,07	1179,35	1362,56
LONGITUD DE TRAMO (m)	64,73	108,95	60,74	158,02	159,18	157,50	146,66	140,43	66,86	116,28	183,21	
COTA DE TERRENO (m)	58,00	54,73	55,17	56,29	56,93	56,05	57,98	59,99	59,54	59,36	61,15	64,71
COTA DE CLAVE (m)	55,92	52,96	53,23	54,92	55,82	54,52	56,82	58,55	57,92	57,49	59,84	63,20
TAPADA (m)	2,08	1,77	1,94	1,37	1,11	153	1,16	1,44	1,63	1,87	1,31	1,51
PENDIENTE (%)	−4,58	0,25	2,78	0,57	−0,82	1,46	1,18	−0,45	−0,65	2,03	1,84	
IDENTIFICACIÓN	53	5301	5302	5303	5304	55	5501	5502	58	5802	5801	
MATERIAL /DN (mm)	PVC 250								PVC 140		PVC 110	



ESCALA VERTICAL: 1:300

ESCALA HORIZONTAL 1:3.000

Secundario 1–8



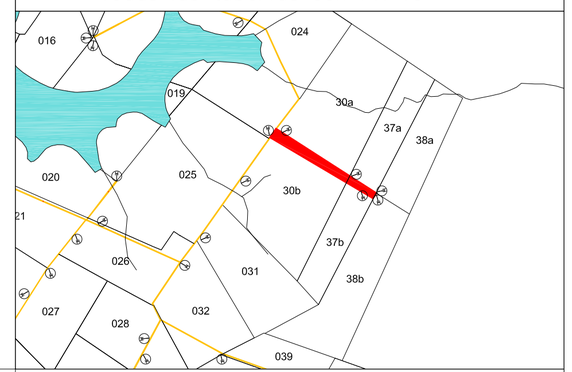
PROGRESIVA (m)	0	14,12	40,59	82,31	192,80	298,74	390,34	441,40	476,38	548,09	620,51	691,51	831,07	936,43
LONGITUD DE TRAMO (m)	14,12	26,47	41,72	110,49	105,93	91,61	51,06	34,98	71,71	72,42	71,00	139,56	105,37	
COTA DE TERRENO (m)	59,90	59,81	59,78	60,00	60,00	59,54	55,14	54,41	55,86	59,21	60,78	61,29	61,55	60,59
COTA DE CLAVE (m)	58,85	58,63	58,46	58,95	58,62	58,30	53,87	53,04	54,67	58,00	59,50	60,06	60,34	59,48
TAPADA (m)	1,04	1,18	1,32	1,05	1,38	1,24	1,28	1,37	1,20	1,21	1,28	1,23	1,21	1,10
PENDIENTE (%)	−1,60	−0,63	1,18	−0,30	−0,30	−4,85	−1,63	4,66	4,66	2,07	0,79	0,20	−0,81	
IDENTIFICACIÓN	37	40	4001	4002	41	4101	4102	42	4202	4201	4203	45	4501	
MATERIAL /DN (mm)	PRFV 400			PVC 315								PVC 250	PVC 200	

REFERENCIAS:

- MATERIAL/DN — Derivación a hidrante
- ID TRAMO — Derivación a tubería (P=Principal, S=Secundario)
- Anclaje
- Desague
- Ventosa
- Protección cruce cañada
- Válvula sectorización
- Terreno
- Tubería

NOTAS: Las cotas están referidas al cero oficial

Todas las tuberías son PN 10



FACULTAD DE INGENIERÍA

INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL

SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO

Perfiles altimétricos de la red Secundario 1-4 y Secundario 1-8

Escala: —

Fecha: Diciembre 2014

Tutores:
Jorge De los Santos
Luis Silveira
Christian Chreties

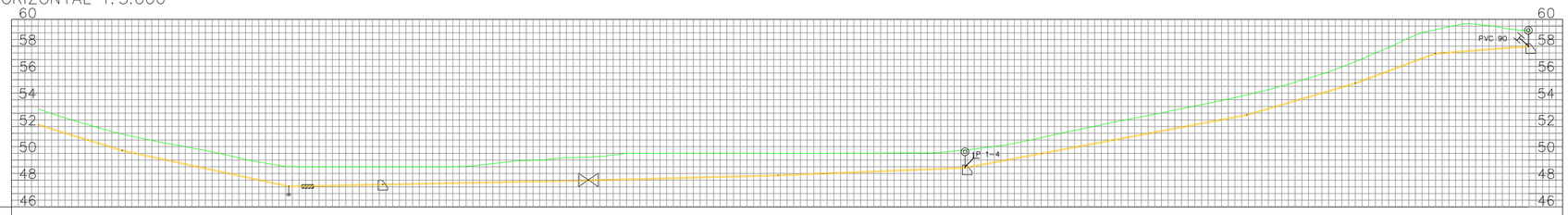
Estudiantes:
Pablo Gamazo
Joan Soler
Fernando Bachino
Daniel Schenzer
Carolina Bettinelli
Agustín Ríos
Matías Seoane

Plano: 19

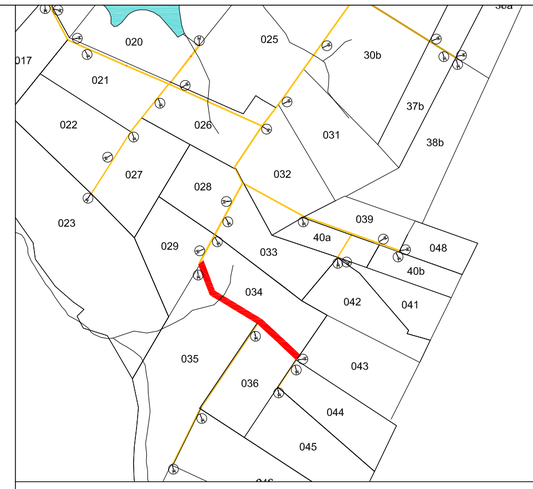
ESCALA VERTICAL: 1:300

ESCALA HORIZONTAL 1:3.000

Secundario 1–5



PROGRESIVA (m)	0	62,95	187,41	257,70	411,50	553,46	693,18	903,86	985,00	1045,00	1114,50
LONGITUD DE TRAMO (m)	62,95	124,46	70,29	153,80	141,96	139,71	210,69	81,14	60,00	69,50	
COTA DE TERRENO (m)	53,31	51,44	49,02	49,00	49,72	50,00	50,24	54,36	56,85	59,23	59,16
COTA DE CLAVE (m)	52,17	50,25	47,57	47,71	48,02	48,40	48,96	52,90	55,27	57,50	58,02
TAPADA (m)	1,14	1,19	1,45	1,29	1,70	1,60	1,29	1,46	1,58	1,74	1,14
PENDIENTE (%)	−3,06	−2,15	0,20	0,20	0,27	0,40	1,87	2,92	3,72	0,76	
IDENTIFICACIÓN	69	6902	6901	70	7001	7002	72	7201	72011	72012	
MATERIAL /DN (mm)	PRFV 400						PVC 250				



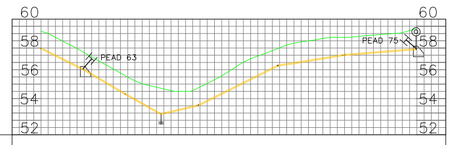
REFERENCIAS:

- MATERIAL/DN — Derivación a hidrante
- ID TRAMO — Derivación a tubería (P=Principal, S=Secundario)
- Anclaje
- Desague
- Ventosa
- Protección cruce cañada
- Válvula sectorización
- Terreno
- Tubería

NOTAS: Las cotas están referidas al cero oficial

Todas las tuberías son PN 10

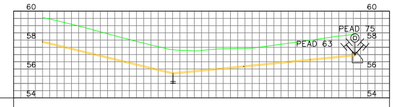
Secundario 1–6



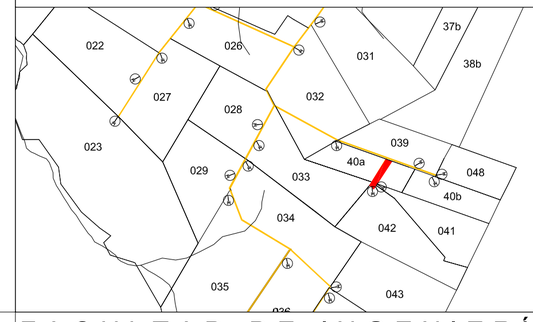
PROGRESIVA (m)	0	29,17	58,27	83,13	108,94	163,97	210,30	259,48
LONGITUD DE TRAMO (m)	29,17	29,10	24,86	25,81	55,03	46,34	49,18	
COTA DE TERRENO (m)	59,16	57,73	56,08	55,22	55,25	57,96	58,73	59,34
COTA DE CLAVE (m)	58,02	56,57	54,86	53,47	54,07	56,81	57,56	57,96
TAPADA (m)	1,14	1,16	1,23	1,75	1,18	1,15	1,17	1,38
PENDIENTE (%)	−5,00	−5,89	−5,63	2,36	4,99	1,62	0,81	
IDENTIFICACIÓN	7202	7203	7204	7205	72051	7206	75	
MATERIAL /DN (mm)	PVC 140							



Secundario 1–7



PROGRESIVA (m)	0	90,35	139,27	185,25	216,17
LONGITUD DE TRAMO (m)	90,35	48,92	45,97	30,92	
COTA DE TERRENO (m)	59,54	57,34	57,42	57,99	58,40
COTA DE CLAVE (m)	57,92	55,73	56,22	56,68	56,99
TAPADA (m)	1,62	1,60	1,20	1,31	1,42
PENDIENTE (%)	−2,42	0,99	1,00	1,00	
IDENTIFICACIÓN	372	373	374	375	
MATERIAL /DN (mm)	PVC 140				



ESCALA VERTICAL: 1:300

ESCALA HORIZONTAL 1:3.000

ESCALA VERTICAL: 1:300

ESCALA HORIZONTAL 1:3.000

FACULTAD DE INGENIERÍA

INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL

SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO

Perfiles altimétricos de la red Secundario 1-5, 1-6 y 1-7

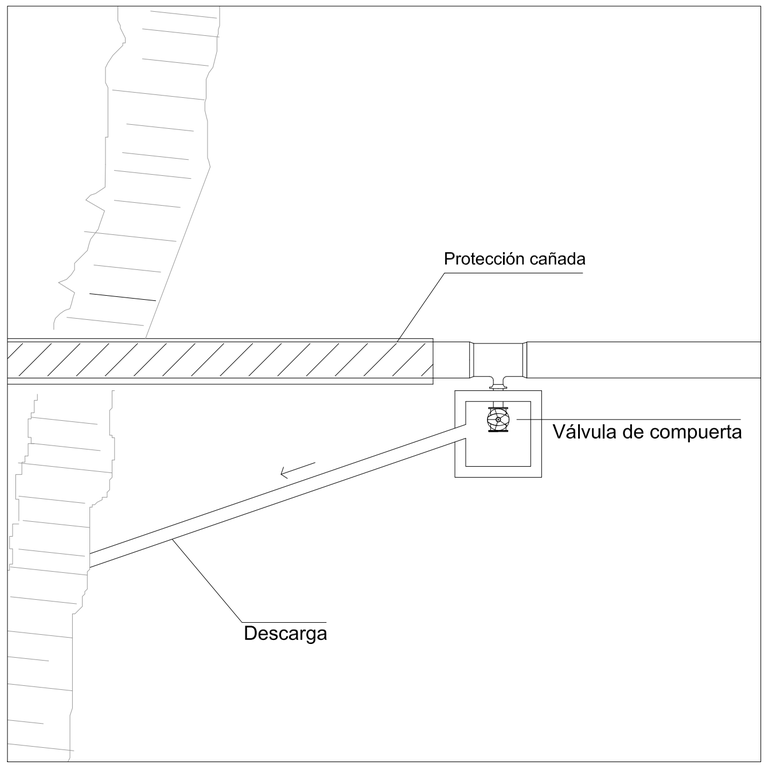
Escala: —

Fecha: Diciembre 2014

Tutores:
Jorge De los Santos
Luis Silveira
Christian Chreties

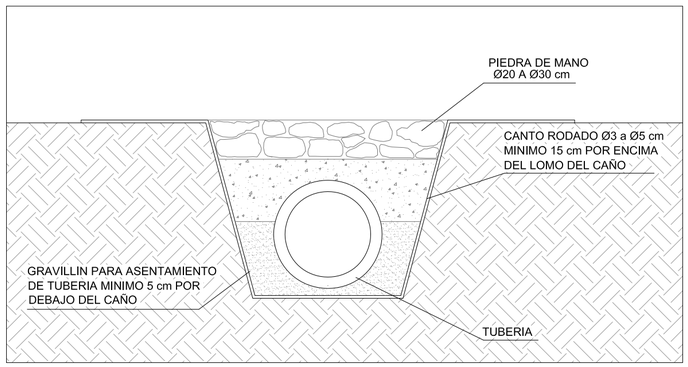
Estudiantes:
Pablo Gamazo
Joan Soler
Fernando Bachino
Daniel Schenzer
Carolina Bettinelli
Agustín Ríos
Matías Seoane

Plano: 20

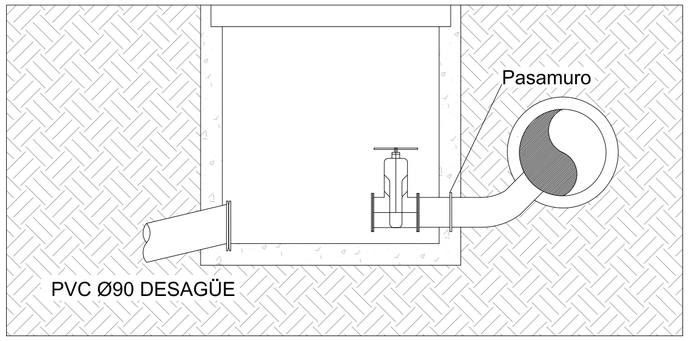


Planta cruce de cañada y desague
Escala 1/20

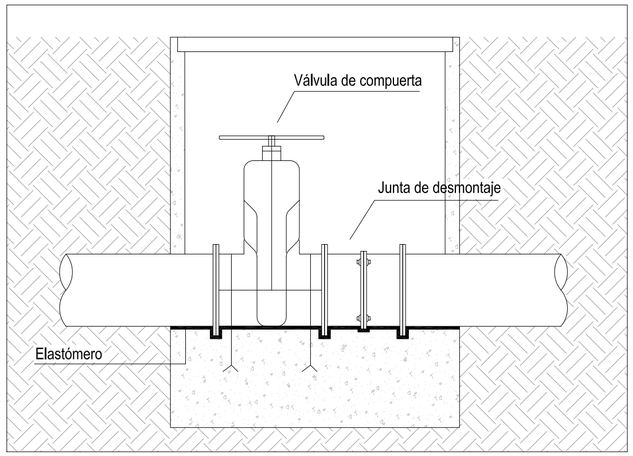
Nota: En desagues sin cañadas próximas, la descarga es a un punto bajo.
Basado en el plano general de OSE Nº 31443.

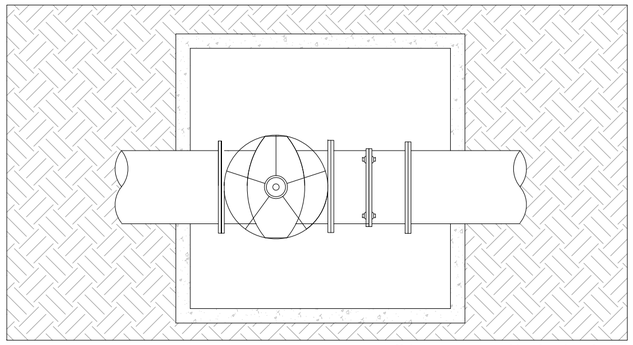


Protección de cañada
Escala 1/10

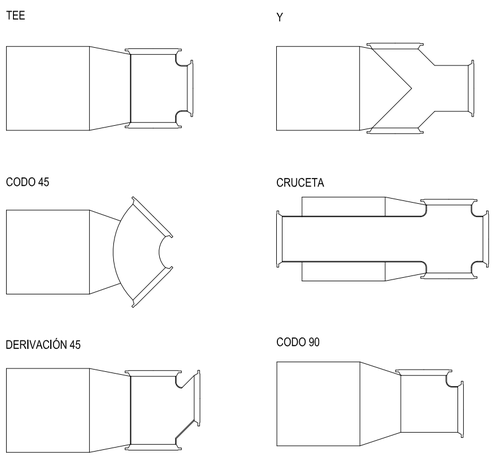


Cámaras de desague
Escala 1/10

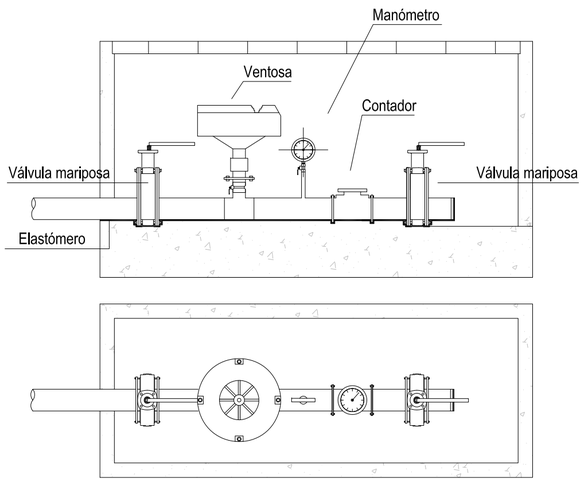




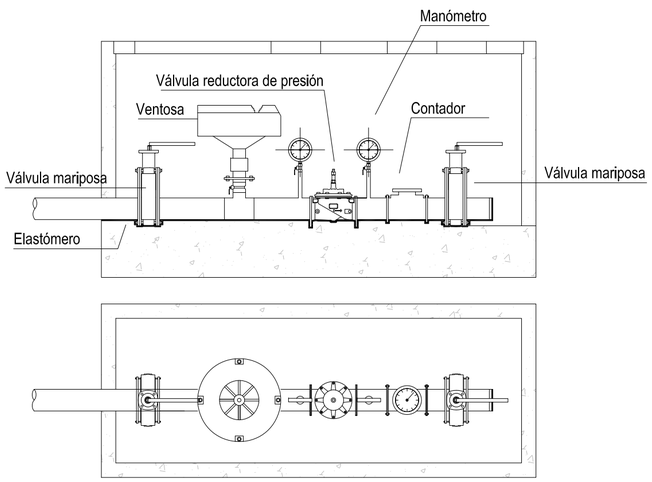
Cámara con válvula de cierre
Escala: 1/30



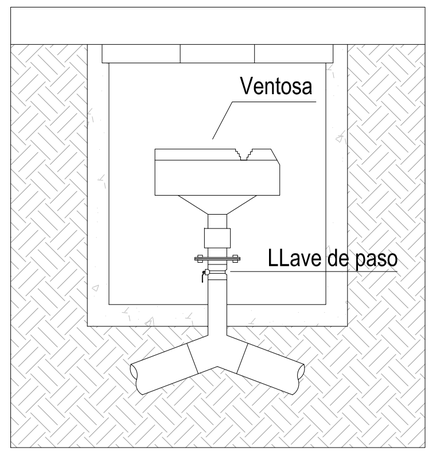
Anclajes



Hidrante sin válvula reductora de presión
Escala: 1/15



Hidrante con válvula reductora de presión
Escala: 1/15



Cámara con Ventosa
Escala: 1/10

FACULTAD DE INGENIERÍA			
INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL			
SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL EN COLONIA GESTIDO			
Detalles de elementos de la red de distribución		Escala: ---	Fecha: Diciembre 2014
Tutores: Jorge De los Santos, Luis Silveira, Christian Chretien	Estudiantes: Pablo Gamazo, Joan Soler, Fernando Bachino, Daniel Schenzer, Carolina Bettinelli, Agustín Ríos, Matías Seoane		Plano: 21