	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	<small>Documento</small>	<small>Código</small>	<small>Fecha</small>	<small>Revisión</small>
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
<small>Dependencia</small>	<small>Aprobado</small>		<small>Pág.</small>	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(342)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	SANDRA PAOLA JAIMES RUEDA TANIA LICETH DURAN GARCIA
FACULTAD	FACULTAD DE INGENIERIAS
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA CIVIL
DIRECTOR	ING. FRANCISCO ALFONSO DURAN CASTRO
TÍTULO DE LA TESIS	PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO PARA LA OPTIMIZACION DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO EN EL BARRIO LOS ROSALES DEL MUNICIPIO DE RIO DE ORO DEPARTAMENTO DEL CESAR

RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

CON ESTE PROYECTO SE PRETENDE OPTIMIZAR EL SERVICIO DE ACUEDUCTO POR MEDIO DE UN SISTEMA DE BOMBEO QUE GARANTICE LAS PRESIONES NECESARIAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL BARRIO, POR TANTO SE REALIZARON LOS RESPECTIVOS DIAGNÓSTICOS DE LA RED ACTUAL, Y EN BASE A ESTOS SE DISEÑARON LOS COMPONENTES DEL SISTEMA TALES COMO BOMBA, TUBERÍAS DE IMPULSIÓN Y DE SUCCIÓN, TANQUE DE SUCCIÓN Y DE ALMACENAMIENTO Y LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL SECTOR, FUNDAMENTADOS EN LOS PRINCIPIOS DE HIDRÁULICOS Y AJUSTADOS A LA NORMATIVA VIGENTE RESOLUCIÓN 0330 DEL 2017 (RAS).

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 342	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:
--------------	---------	----------------	---------



PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO PARA LA OPTIMIZACION
DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO EN EL BARRIO LOS ROSALES DEL MUNICIPIO DE
RIO DE ORO DEPARTAMENTO DEL CESAR

AUTORES

SANDRA PAOLA JAIMES RUEDA

TANIA LICETH DURAN GARCIA

Trabajo de grado presentado para Optar el Título de Ingeniero Civil

Director:

ING. FRANCISCO ALFONSO DURAN CASTRO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIAS

INGENIERIA CIVIL

Dedicatoria

Principalmente a Dios por ser mi guía en el camino, a mi hija Isabella por ser la razón y el motor de la realización de mis sueños, a mi madre Berta por darme la oportunidad de ser una profesional, a mis hermanos Naufal y Lauren por su apoyo, a Jose Javier por su compañía constante, a mi compañera Sandra por el fruto de este proyecto y a todas aquellas personas que me acompañaron en la realización de este sueño.

Tania Liceth Durán García

Quiero dedicarle este trabajo a Dios por darme la fortaleza y sabiduría para lograr concluir mi carrera, a mis padres Ciro y Rosalba porque siempre han estado a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para ser de mí una mejor persona, a mis hermanas y hermanos por estar siempre presente acompañándome, a todas las personas que estuvieron presentes en la elaboración de este proyecto, en especial a mi compañera Tania.

Sandra Paola Jaimes Rueda

Agradecimientos

A Dios, por brindarnos la fuerza y el conocimiento para la culminación de nuestra carrera.

A la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña y a sus docentes por formarnos como profesionales.

Al nuestro Director Francisco Duran por su acompañamiento continuo durante este proyecto.

A los jurados por su seguimiento exhaustivo en este proceso.

A nuestros padres, familiares y amigos por su apoyo incondicional en este proceso.

Al Ing. Uber Ariza, al Ing. Cristian Camilo Osorio, a Deider Patiño, a David Niz y a todas aquellas personas que hicieron posible este proyecto a través de sus conocimientos.

Índice

Resumen	xviii
Introducción	xix
Capítulo 1. PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO PARA LA OPTIMIZACION DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO EN EL BARRIO LOS ROSALES DEL MUNICIPIO DE RIO DE ORO DEPARTAMENTO DEL CESAR	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4 Justificación	4
1.5 Delimitaciones	5
1.5.1. Delimitación Geográfica	5
1.5.2. Delimitación Temporal	5
1.5.3. Delimitación Operativa	6
1.5.4. Delimitación Conceptual	6
Capítulo 2. MARCO REFERENCIAL	7
2.1. Marco Histórico (Estado del Arte)	7
2.2. Marco Contextual	12
2.3 Marco Conceptual	17
2.4 Marco Teórico.	20
2.5. Marco Legal	24
Capítulo 3. DISEÑO METODOLÓGICO	27
3.1 Tipo De Investigación.	27

3.2 Metodología De La Investigación	27
3.3 Población	28
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información	29
Capítulo 4: RESULTADOS	33
4.1. Realizar un diagnóstico detallado de la red de distribución actual del sector los Rosales y de la red de conducción por medio de visitas de campo y compilación de información suministrada por parte de la empresa EMCAR y la Alcaldía Municipal de Rio de Oro, Cesar.	33
4.1.1. Diagnóstico de la red de conducción.	33
4.1.2. Diagnóstico de la red de distribución.	40
4.2. Realizar los diferentes estudios técnicos requeridos de acuerdo al reglamento técnico RAS 2017 para el diseño del sistema de bombeo en el barrio los Rosales	71
4.2.1. Estudio topográfico	72
4.2.2. Estudio de suelos	76
4.2.3. Disponibilidad de energía	92
4.2.4. Estudio de población	92
4.2.5. Estudio de demanda de agua	108
4.3. Proponer el diseño de todos los componentes del sistema de bombeo del sector los Rosales que permita la optimización del sistema de acueducto en esta zona mediante el uso de las especificaciones técnicas ajustadas a la normatividad actual.	112
4.3.1. Diseño del sistema de bombeo (bomba, tubería de succión, tubería de impulsión, tanque de succión y tanque de almacenamiento)	112
4.3.2. Diseño eléctrico	145
4.3.3. Diseño de la red de distribución.	155
4.4. Elaborar la estimación de costos mediante un estudio de mercado para el desarrollo del presupuesto de la alternativa de solución.	169
Capítulo 5: CONCLUSIONES	179
Capítulo 6: RECOMENDACIONES	181
REFERENCIAS	182

Lista de Tablas

Tabla 1	13
Tabla 2	15
Tabla 3	35
Tabla 4	37
Tabla 5	41
Tabla 6	43
Tabla 7	45
Tabla 8	47
Tabla 9	84
Tabla 10	90
Tabla 11	93
Tabla 12	94

Lista de Figuras

<i>Figura 1. Mapa de localización Geográfica del Proyecto.....</i>	14
<i>Figura 2. Mapa de zonificación Urbana para el año 2015.</i>	16
<i>Figura 3. Valores de la notación neta/habitante según el reglamento técnico RAS 2017</i>	18
<i>Figura 4. Caudales de diseño.....</i>	19
<i>Figura 5. Red de distribución en el barrio los Rosales.</i>	40
<i>Figura 6. # Casa donde se tomaron las presiones.....</i>	44
<i>Figura 7. Plano topográfico planímetro.....</i>	72
<i>Figura 8. Localización en detalle de la zona de estudio.....</i>	77
<i>Figura 9. Zona de amenaza sísmica para el municipio de Rio de Oro.</i>	83
<i>Figura 10 y Figura 11. Material encontrado de 0.0 a 1.0 m de profundidad sondeo #4.....</i>	85
<i>Figura 12 y Figura 13. Material encontrado de 1.0 a 2.0 m de profundidad sondeo #4.....</i>	85
<i>Figura 14 y Figura 15. Material encontrado de 2.0 a 4.0 m de profundidad sondeo #4.....</i>	86
<i>Figura 16. Perfil estratigráfico del sondeo #4</i>	87
<i>Figura 17. Valores de N, N corregido y ángulo de fricción interna para el sondeo N°4.....</i>	88
<i>Figura 18. Capacidad portante y coeficiente de balasto del sondeo N°4 para suelos cohesivos.....</i>	89
<i>Figura 19. Proyección en el barrio para el año 2022</i>	97
<i>Figura 20. Proyección en el barrio para el año 2027</i>	97
<i>Figura 21. Proyección en el barrio para el año 2032</i>	98
<i>Figura 22. Proyección en el barrio para el año 2037</i>	98
<i>Figura 23. Proyección en el barrio para el año 2042</i>	98
<i>Figura 24. Proyección en el barrio para el año 2022</i>	101

Figura 25. Proyección en el barrio para el año 2027	101
Figura 26. Proyección en el barrio para el año 2032	101
Figura 27. Proyección en el barrio para el año 2037	102
Figura 28. Proyección en el barrio para el año 2042	102
Figura 29. Proyección en el barrio para el año 2022	104
Figura 30. Proyección en el barrio para el año 2027	105
Figura 31. Proyección en el barrio para el año 2032	105
Figura 32. Proyección en el barrio para el año 2037	105
Figura 33. Proyección en el barrio para el año 2042	106
Figura 34. Proyecciones según cada método.	107
Figura 35. Población en el barrio Los Rosales.	108
Figura 36. Proyección de demanda de consumos	114
Figura 37. Curva característica de la bomba serie AZ ANSI (11/4x11/2x7A) DIN (32-160A) de la empresa HIDROMAC	120
Figura 38. Dimensiones bomba serie AZ ANSI (11/4x11/2x7A) DIN (32-160A) de la empresa HIDROMAC	121
Figura 39. Constante de la capacidad del tanque de almacenamiento.....	139
Figura 40. Plano actual redes electricas.....	146
Figura 41. Esquema eléctrico del funcionamiento de los flotadores mecánicos.....	151
Figura 42. Funcionamiento de las boyas.	152
Figura 43. Funcionamiento de las bombas y las boyas.....	152
Figura 44. Calculo de conductores y protecciones de ramales y alimentador	154
Figura 45. Calculo de acometida	154
Figura 46. Velocidad de propagación de la onda en tuberías de PVC.....	157

Figura 47. Datos para los cálculos y la simulación.	161
Figura 48. Red de distribución Barrio Los Rosales.....	214
Figura 49. Simulación en EPANET red de distribución Barrio Los Rosales – Municipio de Rio de Oro, Cesar	215
Figura 50. Diseño hidráulico red de distribución Barrio Los Rosales – Municipio de Rio de Oro, Cesar. Estado de los nudos	216
Figura 51. Diseño hidráulico red de distribución Barrio Los Rosales – Municipio de Rio de Oro, Cesar. Estado de las tuberías.....	217
Figura 52 . Resultados simulación red de distribución presión en los nodos y caudal en las tuberías Barrio Los Rosales, Municipio de Rio de Oro, Cesa	218
Figura 53. Resultados simulación red de distribución demanda en los nodos Barrio Los Rosales, Municipio de Rio de Oro, Cesar	¡Error! Marcador no definido.
Figura 54. Perfiles longitudinales de presión en los nudos de la red de distribución Barrio Los Rosales Municipio de Rio de Oro, Cesar	219
Figura 55. Perfiles longitudinales de presión en los nudos de la red de distribución Barrio Los Rosales Municipio de Rio de Oro, Cesar	219
Figura 56. Perfiles longitudinales de presión en los nudos de la red de distribución Barrio Los Rosales Municipio de Rio de Oro, Cesar	220
Figura 57. Perfiles longitudinales de presión en los nudos de la red de distribución Barrio Los Rosales Municipio de Rio de Oro, Cesar	220
Figura 58. Perfiles longitudinales de presión en los nudos de la red de distribución Barrio Los Rosales Municipio de Rio de Oro, Cesar	221
Figura 59. Costos esperados de materiales.....	254
Figura 60. EDT(Estructura de desgloce de trabajo).....	179
Figura 61. Presupuesto	182

Figura 62. Resumen de presupuesto.....	186
Figura 63. Diagrama de Gan fase1.....	188
Figura 64. Diagrama de Gan fase2.....	189

Lista de Apéndices

Apéndice 1. Encuesta	¡Error! Marcador no definido.
Apéndice 2. Isométrico tanque de almacenamiento.....	199
Apéndice 3. Planta tanque de succión	200
Apéndice 4. Corte A-A tanque de succión	201
Apéndice 5. Planta tanque de almacenamiento.....	202
Apéndice 6. Corte A del tanque de almacenamiento	203
Apéndice 7. Planta de la estación de bombeo.....	204
Apéndice 8. Estación de bombeo	205
Apéndice 9. Cartera de campo.....	206
Apéndice 10. Cartera de oficina	211
Apéndice 11. APU Localización y replanteo de los predios de los tanques.....	218
Apéndice 12. APU Desmonte y limpieza de los predios de los tanques	220
Apéndice 13. APU cerramiento provisional de los predios de los tanques	221
Apéndice 14. APU demolición del pavimento hidráulico.....	222
Apéndice 15. APU excavación manual tanque de succión	223
Apéndice 16. APU excavación manual para cimentación del tanque de almacenamiento.....	224
Apéndice 17. APU excavación manual para el cerramiento	225
Apéndice 18. APU excavación manual para la tubería	226
Apéndice 19. APU relleno con material seleccionado para la rehabilitación del pavimento	227
Apéndice 20. APU encofrado metálico para el tanque de succión.....	228
Apéndice 21. APU encofrado metálico para tanque almacenamiento	229

Apéndice 22. APU encofrado metálico para la tapa del tanque de succión	230
Apéndice 23. APU encofrado metálico para la tapa del tanque de almacenamiento.....	231
Apéndice 24. APU figurado y armado de acero de refuerzo de 3/8”	232
Apéndice 25. APU figurado y armado de acero d refuerzo de ½”	233
Apéndice 26. APU figurado y armado de acero de refuerzo.....	234
Apéndice 27. APU concreto de 3000 PSI para el tanque de succión	235
Apéndice 28. APU concreto de 3000PSI para el tanque de almacenamiento	236
Apéndice 29. APU concreto de 3000 PSI para las tapas de los tanques	237
Apéndice 30. APU piso con malla electro soldada 25000PSI para los predios.....	238
Apéndice 31. APU rehabilitación del concreto hidráulico.....	239
Apéndice 32. APU figurado y armado de la viga de cimentación	240
Apéndice 33. APU concreto de 3000 PSI para la viga de cimentación de cerramiento	241
Apéndice 34. APU concreto de 3000 PSI para la columnas de los tubos metálicos	242
Apéndice 35. APU instalación eléctrica de la bomba	243
Apéndice 36. APU suministro e instalación de escaleras en acero inoxidable.....	244
Apéndice 37. APU suministro e instalación de tubos metálicos y malla eslabonada.....	245
Apéndice 38. APU suministro e instalación de tubería de succión	246
Apéndice 39. APU suministro e instalación de tubería de impulsión	247
Apéndice 40. APU suministro e instalación de codos de re ventilación	248
Apéndice 41. APU suministro e instalación de válvulas de control.....	249
Apéndice 42. APU suministro e instalación de válvula de cheque	250
Apéndice 43. APU suministro e instalación de válvula de pie con coladera.....	251
Apéndice 44. APU muro cara vista	252
Apéndice 45. APU demolición del pavimento hidráulico.....	253

Apéndice 46. APU demolición del pavimento	254
Apéndice 47. APU excavación manual para la tubería	255
Apéndice 48. APU relleno con material seleccionado para la rehabilitación del pavimento	256
Apéndice 49. APU rehabilitación del concreto.....	257
Apéndice 50. APU suministro e instalación de tubería de impulsión	258
Apéndice 51. APU suministro e instalación de válvula de control	259
Apéndice 52. APU suministro e instalación de tubería de lavado	260
Apéndice 53. APU suministro e instalación de bypass	¡Error! Marcador no definido.
Apéndice 54. Certificado de suelos y geología.....	261
Apéndice 55. Catastro del barrio los Rosales	262
Apéndice 56. Certificado de uso de suelo de los predios.....	263
Apéndice 57. Certificado de uso de los suelos de los predios.....	264
Apéndice 58. Certificado del censo poblacional.....	265
Apéndice 59. Certificado de disponibilidad de energía	266
Apéndice 60. Manometría	269
Apéndice 61. Resultados del manómetro	270
Apéndice 62. Resultados del manómetro	271
Apéndice 63. Levantamiento topográfico.....	272
Apéndice 64. Levantamiento topográfico.....	273
Apéndice 65. Levantamiento topográfico.....	274
Apéndice 66. Levantamiento topográfico.....	275
Apéndice 67. Levantamiento topográfico.....	276

Resumen

El barrio Los Rosales en el Municipio de Rio de Oro Cesar, fue construido por medio de un proyecto de interés social entre los años 2005 y 2006. A pesar de que cuenta con las instalaciones del sistema de acueducto brindado por la empresa EMCAR, el sistema no es óptimo, por las bajas presiones debido a la altura de este con respecto al tanque de almacenamiento.

Con este proyecto se pretende optimizar el servicio de acueducto por medio de un sistema de bombeo que garantice las presiones necesarias en la red de distribución del barrio, por tanto se realizaron los respectivos diagnósticos de la red actual, y en base a estos se diseñaron los componentes del sistema tales como bomba, tuberías de impulsión y de succión, tanque de succión y de almacenamiento y la red de distribución del sector, fundamentados en los principios de hidráulicos y ajustados a la normativa vigente Resolución 0330 del 2017 (RAS).

Introducción

El estado intervendrá en los servicios público, conforme a lo contempla la ley 142 de 1994, para garantizar la calidad del buen objeto del servicio público y su disposición final para asegurar el mejoramiento de la calidad de vida de los usuarios. Con una atención prioritaria de las necesidades básicas insatisfechas en manera de agua potable y saneamiento básica, garantizando un servicio eficiente.

El deber de un ingeniero civil es velar por las necesidades de una comunidad, buscar la construcción de una mejor calidad de vida. En este caso a través de sistema de bombeo que pueda brindar un servicio en condiciones de calidad, continuidad y sobre todo ajustadas a la normatividad vigente.

El proyecto busca evidenciar las falencias en el servicio actual de agua potable, y de esta manera escoger la mejor alternativa de solución ante la problemática. Brindándole a la Empresa EMCAR y primordialmente a la comunidad una propuesta de diseño para la solución del problema planteado.

Capítulo 1. Propuesta de diseño de un sistema de bombeo para la optimización del servicio de acueducto en el barrio los rosales del Municipio de rio de oro departamento del Cesar

1.1 Planteamiento del problema

El barrio los Rosales ubicado en la cabecera del municipio de Rio de Oro, fue fundado alrededor de los años 2005-2006 mediante un proyecto de vivienda de interés social para un nivel socioeconómico bajo, llevando a cabo la construcción de 90 viviendas aproximadamente, las cuales cuentan con los servicios públicos de gas, agua, electricidad, aseo y alcantarillado.

Este sector actualmente presenta una problemática que afecta la calidad de vida de los habitantes de este barrio, a pesar que cuenta con la existencia de la red de distribución de agua potable el líquido preciado no llega a las unidades de vivienda familiar de manera óptima. Según la empresa prestadora de servicios EMCAR, esto se debe a una pérdida de presión causada por la elevación del terreno con respecto a los diseños originales, la zona más alta del barrio se encuentra ubicado a los 1209m.s.n.m, esto ratifica la problemática, ya que el tanque de almacenamiento se ubica a 1201m.s.n.m. El barrio presenta una pendiente bastante pronunciada a nivel de terreno, lo que hace que el sector se divida en una parte baja y una parte alta, en tiempo de lluvia la zona baja cuenta con el servicio continuo pero con baja presión alrededor de 15-20 psi a diferencia de los demás sectores del municipio que cuentan con presiones de 40-80

psi, en la parte alta del barrio el servicio no es continuo y no hay presión (0 psi) lo que dificulta las actividades diarias en el hogar. En época de sequía todo el municipio de Rio de Oro se ve afectado en cuanto al abastecimiento de agua potable por medio del sistema de acueducto, debido a los bajos caudales del rio y a conexiones ilícitas, como medida de control la empresa EMCAR ante el racionamiento regula el paso del agua por sectores, presentado la mayor problemática en el barrio los rosales debido a la altura en la que se encuentra impidiendo la entrega oportuna del líquido especialmente en la zona más alta del barrio, vulnerando las necesidades básicas de la comunidad, por tanto la empresa se ve obligada a abastecer a los habitantes de este sector por medio de carro tanques, donde se ve afectada principalmente la calidad de agua y solo proporcionando una solución momentánea de esta problemática.

1.2 Formulación del problema

¿Mediante un sistema de bombeo se optimizará la red de distribución del sistema de acueducto para el barrio Los Rosales, teniendo en cuenta las condiciones técnicas que establece la Resolución (RAS) 0330 del 2017?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Proponer el diseño de un sistema de bombeo mediante las especificaciones técnicas de la Resolución 0330 (RAS) del 2017 para la optimización del servicio de acueducto para el barrio los Rosales en el municipio de Rio de Oro del departamento del Cesar.

1.3.2. Objetivos Específicos

Realizar un diagnóstico detallado de la red de distribución actual del sector los Rosales y de la red de conducción por medio de visitas de campo y compilación de información suministrada por parte de la empresa EMCAR y la Alcaldía Municipal de Rio de Oro, Cesar.

Realizar los diferentes estudios técnicos requeridos de acuerdo al reglamento técnico RAS 2017 para el diseño del sistema de bombeo en el barrio los Rosales

Proponer el diseño de todos los componentes del sistema de bombeo del sector los Rosales que permita la optimización del sistema de acueducto en esta zona mediante el uso de las especificaciones técnicas ajustadas a la normatividad actual.

Elaborar la estimación de costos mediante un estudio de mercado para el desarrollo del presupuesto de la alternativa de solución.

1.4 Justificación

El presente proyecto de grado pretende dar una alternativa de solución ante la problemática del servicio de agua potable en el Barrio los Rosales del municipio de Rio de Oro, proponiendo una estación de bombeo como una opción pertinente para la optimización del servicio de agua potable en base de un análisis detallado de las falencias del sistema de acueducto actual en el sector, y a partir de esto poder diseñar todos los componentes del sistema de bombeo que pueda garantizar un abastecimiento óptimo, continuo y de calidad aun en épocas de sequía, brindando a la comunidad una mejor calidad de vida y sobre todo que no se vean vulnerados sus derechos.

El proyecto consiste en diseñar una estación de bombeo con todos sus componentes como bomba, pozo de succión y tanque de almacenamiento que permita elevar la línea piezométrica y por tanto mejorar las condiciones de presión en la zona y ampliando el periodo de vida útil del sistema.

1.5 Delimitaciones

1.5.1. Delimitación Geográfica

El trabajo de grado se desarrolló en el barrio los Rosales que limita al Norte con el barrio Nuevo Milenio, al Sur con el barrio Tres de Mayo y San Rafael, al Oriente con el barrio El Cable y al Occidente con el barrio San Miguel tercera etapa, ubicado en la cabecera municipal de Rio de Oro Departamento del Cesar. El municipio de Rio de Oro limita al norte con el municipio de Gonzales y el corregimiento de Otare y Norte de Santander, por el sur con Ocaña y por el occidente con Aguachica; tiene una extensión de 613.3 km² a 1150 y 1120 m.s.n.m. (EOT 2002).

1.5.2. Delimitación Temporal

El proyecto se desarrollará en un total de cuatro (4) meses contando a partir de la aprobación de la propuesta por parte del comité.

1.5.3. Delimitación Operativa

El proyecto de investigación pretende realizar una gestión de información mediante visitas a campo al sector de los Rosales en el municipio de Rio de Oro y la información suministrada por la empresa prestadora de servicio del agua potable EMCAR y la Alcaldía Municipal en la oficina de Planeación, esta información gestionada será parte de los estudios técnicos, mediante los estudios de topografía, de comportamiento hidráulico y de demanda de población, se realizara la propuesta del diseño de todos los componentes de la estación de bombeo para la optimización del sistema de acueducto. Todo estará enmarcado en lo estipulado por la resolución 0330 del 2017 para este tipo de proyectos.

1.5.4. Delimitación Conceptual

Este trabajo abarca conceptos fundamentales como; hidráulica, sistema de acueducto, demanda, fuente de abastecimiento, conducciones, redes de distribución, población, comportamiento hidráulico, bombeo, línea piezométrica, pérdidas por fricción, Estudios previos, Planos de catastro, Estudio de suelos, componentes de un sistema de acueducto, diseños, topografía, norma RAS (Resolución 0330 del 2017); entre otros.

Capítulo 2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco Histórico (Estado del Arte)

El primer acueducto del cual se tienen registros se denominó “Jerwan”, construido en el año 700 a.C., en Nínive, capital de Asiria. En esa misma época, Ezequías, rey de Judá (715 a 586 a.C.), planificó y construyó un sistema de abastecimiento de agua de 30 km de longitud para la ciudad de Jerusalén.

Según (Gomez, 2012), El poderoso Imperio Romano desarrolló un sin fin de acueductos a partir del año 312 a.C. con fuentes de aguas subterráneas como Aquí Apia bautizado, luego, como la Vía Apia, en honor a Apio Claudio, el emperador. En el año 145 a.C., el pretor Marcio construyó el primer acueducto que transportaba agua a nivel del suelo, con 90 km de longitud, llamado agua Marcia. En el año 70 a.C. ya existían más de 10 sistemas que suministraban 135.000 m³ de agua al día, lo que obligó a designar como superintendente de aguas de Roma, a Sexto Julios Frontinos.

Es en el año 2010 que las Naciones Unidas a manera de nota para los medios “El derecho humano al agua y al saneamiento” donde establece que el agua potable segura y un saneamiento adecuado son cruciales para la reducción de la pobreza, para un desarrollo sostenible y para lograr todos y cada uno de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ONU,

2010), en este mismo documento argumenta que 884 millones de personas en el mundo carecen de acceso seguro al agua potable. Y que unos 2.600 millones de personas carecen de acceso a un saneamiento básico, lo que supone el 40% de la población mundial.

Las naciones unidas tenían como meta del Objetivo de Desarrollo del Milenio 7 insta a “reducir a la mitad para 2015, la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento; El 28 de julio de 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró, mediante su Resolución A/RES/64/292, el acceso seguro a un agua potable salubre y al saneamiento como un derecho humano fundamental para el completo disfrute de la vida y de todos los demás derechos humanos.

Según (ONU, 2010) Garantizar el acceso al agua y al saneamiento como derecho humano constituye un paso importante para convertirlo en una realidad para todo el mundo. Esto significa que el acceso seguro a agua y a saneamiento es un derecho legal, más que una mercancía o servicio suministrado en términos caritativos. Debería acelerarse el compromiso de alcanzar unos niveles básicos y mejorados de acceso, se llega mejor a aquéllos con “peor servicio” y por tanto disminuyen las desigualdades.

En el año 2010 se publicó el documento académico “ANÁLISIS COMPARATIVO DE NORMAS DE DISEÑO HIDRAULICO Y METODOLOGIA DE APLICACIÓN EN URBANIZACIONES” el cual fue presentado por HECTOR EDUARDO GONZALEZ

BONILLA, RAFAEL ANTONIO HENRIQUEZ PALACIOS, EMELY YAMILETH ROBLES SARAVIA, para optar por el título de Ingeniero civil este documento ofrece un apoyo técnico a estudiantes y profesionales en el área de saneamiento básico este documento se desarrolló en las siguientes temáticas:

- Generalidades. Contiene las generalidades de la investigación como introducción, planteamiento del problema en el que se basa la justificación, además se presentan los alcances y limitaciones de la investigación.
- Análisis Comparativo de Normas de Diseños de sistemas hidráulicos de las regiones del Norte (México), Centro (El Salvador, Nicaragua y Costa Rica) y Sur América (Colombia).
- Metodología para el Diseño de Agua Potable utilizando normas Nacionales y herramientas informáticas.
- Conclusiones y Recomendaciones.

En el año 2010 se publica el documento académico “CALCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y ACUEDUCTO PARA LA LOTIZACION FINCA MUNICIPAL EN EL CANTON CHACAO PROVINCIA DE NAPO” ECUADOR , el documento contiene una información detallada de los estudios y diseños que fueron realizados para poder suministrar al proyecto urbanístico que se desarrolló en la finca “Marcial OÑA” con los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario y pluvial de manera que contaran con sistemas eficientes , técnicamente diseñados y confiables.

Durante el segundo semestre del año 2010 EPM publica el Manual para la referenciación de Redes de Acueducto y Alcantarillado este manual fue diseñado con la participación de usuarios de las diferentes dependencias de la Dirección Aguas e igualmente de firmas diseñadoras, consultoras y constructoras que utilizan la información de las redes para la ejecución de sus trabajos, en el manual se presentan los dos tipos de referenciación de redes que están vigentes en la Dirección Aguas, y que están definidos dependiendo de la clase de equipos utilizados: la referenciación con cinta y la referenciación con equipos topográficos de precisión con amarre a la red geodésica oficial (coordenadas reales) o GPS. Aquí se encuentran los parámetros para realizar la referenciación, diligenciar las plantillas de los atributos de la red (Formatos de Excel) y la forma como se debe entregar toda la información de redes actualizada en medio digital.

A partir de la información de la referenciación se genera la actualización de las redes de EPM en el SIGMA (Sistema de Información Geográfica para Medellín y sus Alrededores), en este manual El SIGMA es la fuente única y centralizada que provee la información actualizada y georeferenciada de las redes de servicios públicos domiciliarios: Energía, Gas, Acueducto, Alcantarillado y Telecomunicaciones, también provee la información de la Base Geográfica.

En el año 2013 se presentan los “ESTUDIOS Y DISEÑOS PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO AREA URBANA, MUNICIPIO DE BETANIA” por parte de la compañía HYDRA INGENIERÍA LIMITADA, este documento es la memoria técnica del sistema de acueducto.

Para el año 2006 se publica el “DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO DE OBRA PARA EL BARRIO VILLA CAROL UBICADO EN EL MUNICIPIO DE GARZÓN” (HUILA). Por parte de UNIVERSIDAD DE LA SALLE FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL; el documento tenía como fin el diseño del Alcantarillado sanitario, red de distribución de agua potable, programación y presupuesto de obra para el barrio Villa Carol ubicado en el municipio de Garzón (Huila). El cual se diseñó partir de un análisis geográfico, económico y social de la zona de influencia, importante para determinar las necesidades del proyecto en un área específica. Para el desarrollo de este proyecto se describieron los parámetros y especificaciones que deben aplicarse para el diseño del Alcantarillado sanitario, red de distribución de agua potable por el RAS 2000 (Reglamento técnico del sector de agua potable y de saneamiento básico), al igual que la normatividad manejada por el P.O.T (Plan de ordenamiento territorial), del municipio de Garzón Huila.

Para el año 2013 se publica el DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO CENTRO POBLADO PASOANCHO SITUADO EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ por parte de UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA facultad de Ingeniería Civil.

2.2. Marco Contextual

Según la “REVISIÓN Y AJUSTES AL ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE RIO DE ORO” del año 2015. El municipio de Río de Oro hace parte de la jurisdicción del departamento del Cesar desde 1967. Su posición en el mapa de Colombia corresponde a la región sur-oriental, distante a 385 km de la capital Valledupar. El municipio tiene un área de 613,3 Km², que corresponde a 661.330 hectáreas y está situada a 1120 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas 8°.17'.40” latitud norte y 73°.23'.18” longitud occidental (EOT, 2015).

Los límites Geográficos Oficiales del municipio son los que se reportan a continuación:

- Limita al Norte con el municipio de González y Norte de Santander.
- Por el sur con Ocaña y San Martín.
- Por el oriente con Ocaña.
- Por el occidente con Aguachica

Este municipio se encuentra ubicado al sur del departamento del Cesar, sobre el estrecho valle del Río de Oro (Alto Catatumbo) en la cordillera oriental (Serranía de los Motilones) aprovechada para la explotación agrícola- forestal, y un terreno plano en la zona baja (Valle del Magdalena) rico en tierras de grandes cultivos y producción ganadera (EOT, 2015)

Según el EOT 2015, El municipio de Rio de Oro cuenta una extensión territorial, 613.3 km² a 1.150 y 1.120 metros sobre el nivel del mar; temperatura media: 18°C a 25°C.

En él (EOT, 2015) se presenta la extensión territorial de la siguiente manera:

Tabla 1

Extensión Del Municipio De Rio De Oro Cesar Año 2015

Total	Extensión Área Urbana	Área Rural
613.3 km ² a 1.150 y 1.120 metros Sobre el nivel del mar	1.150 y 1.120 metros sobre el nivel del mar	18°C a 25°C Km ²

Fuente: (EOT, 2015)

El siguiente mapa de localización se construyó a partir de la información geográfica en formato SHP. Que se encuentra en los archivos EOT del 2015 en el mapa se presenta el limite oficial del municipio de Rio De oro , sus centros poblados incluyendo la cabecera urbana lugar donde se desarrollara de forma puntual el proyecto propuesto, el mapa también incluye las vías municipales de orden primario junto con la red hídrica.

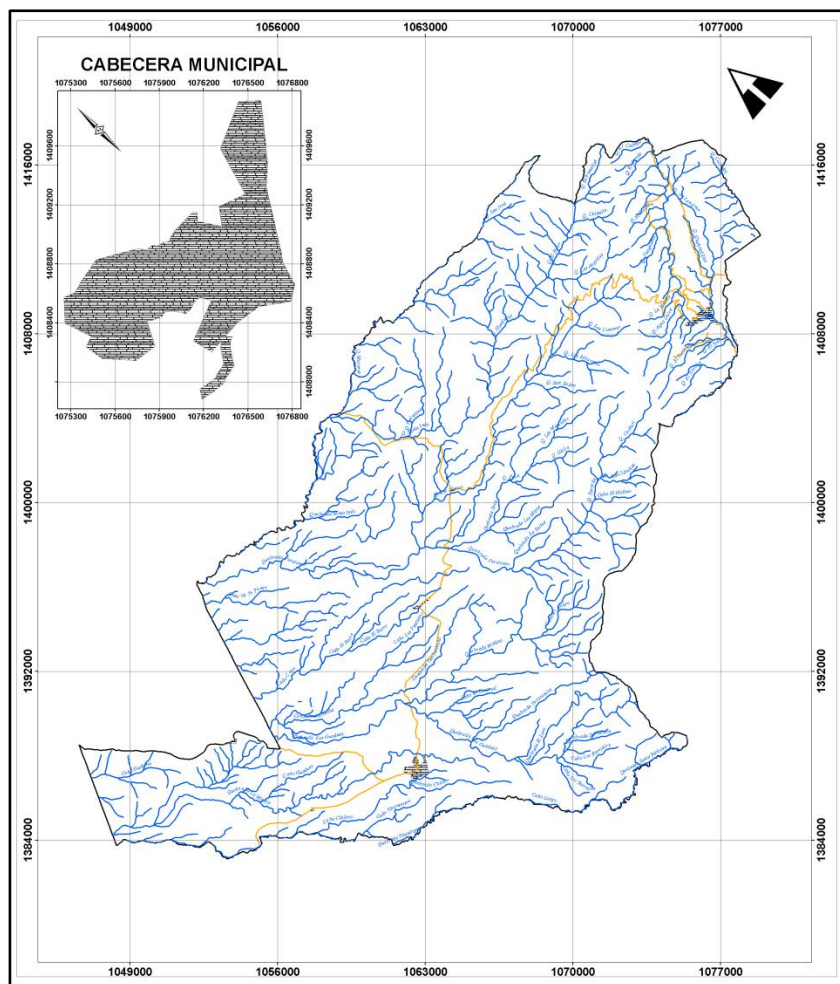


Figura 1. Mapa de localización Geográfica del Proyecto.

Fuente. (EOT, 2015)

2.2.1. División política administrativo

Según él (EOT, 2015). La división Territorial Urbana: La cabecera o zona urbana del municipio de Rio de Oro, la conforman barrios, calles y callejones de la siguiente forma.

Tabla 2

Barrios, Calles, y Callejones del Municipio de Rio de Oro Cesar, para el año 2014

BARRIOS	CALLES	CALLEJONES
El Carretero, Jerusalén, El Llanito, Cerro de la Cruz, La Calera, Chagres, Carretera Central, San Miguel I, II y III etapa, Los Cristales, Santa Marta, Buenos Aires, Maicao, El Cable, Altos del Poblado, San Cristóbal Los Rosales , 3 de Mayo, El parque	Venezuela, Kennedy, Humareda, Bolívar, Telégrafo, Sucre, Cañafístula San Antonio, La Quinta	Las Flórez, De Barrera, Las Peñitas La Pesa

Fuente: (EOT, 2015)

En el siguiente mapa (plano) temático de zonificación urbana de la cabecera municipal se encuentra simbolizado el manzaneo hasta el año 2015 (información oficial de

EOT), la zonificación actual de la zona urbana junto con la red vial y los lugares de interés del centro poblado, la escala grafica de construcción del mapa es 1:1500.

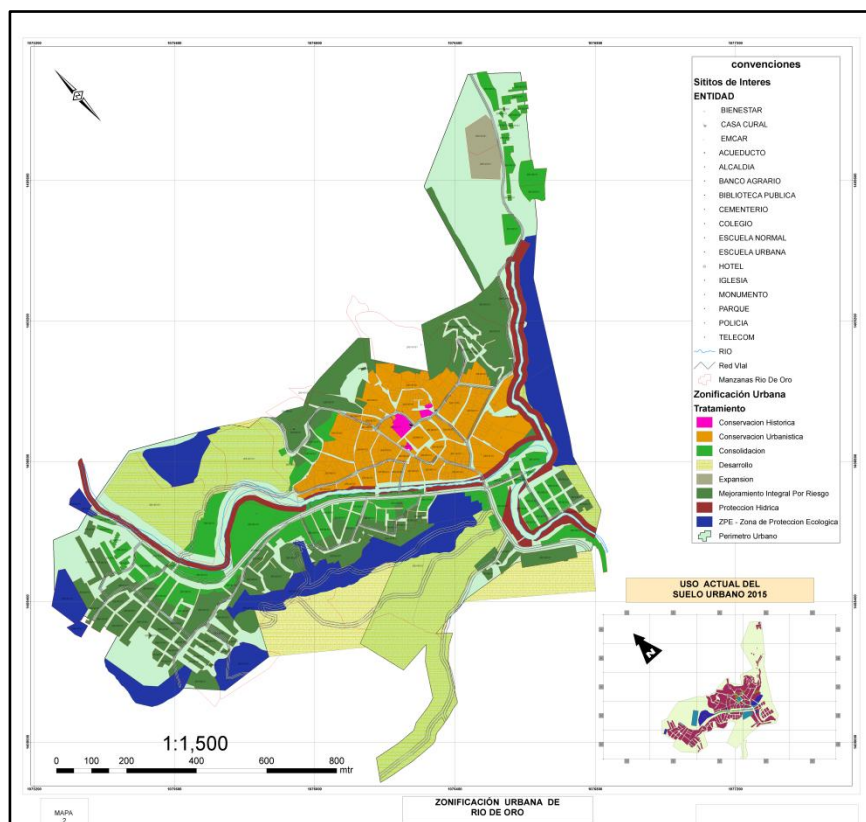


Figura 2. Mapa de zonificación Urbana para el año 2015.

Fuente: base de datos de información geográfica con los que fue construido el EOT 2015 y el cual se encuentra vigente hasta la fecha de la elaboración del presente documento

2.2.2. Características físicas del territorio.

2.2.2.1. Hidrografía

Río de Oro presenta un importante potencial hídrico, pues su relieve permite la formación de cañadas y quebradas que lo hacen rico en almacenamiento de agua (jagüeyes, reservorios y pequeñas lagunas). (EOT, 2015).

En la vertiente de la zona plana las quebradas Minas y Torcoroma tributan sus aguas al río Lebrija y las quebradas Peralonso, Moñino, Los Llanos, Múcuras, Santa Inés y El Hobo que desembocan en el río Magdalena.

Las fuentes de mayor importancia que se forman o cruzan el municipio son: El Río de Oro, el cual cruza la cabecera municipal de oriente a occidente, sus principales afluentes son: las quebradas Venadillo, Caimito, El Arado, Pantanitos, La Toma, La Meseta, Quebradillas, Salobritos, Las Lajas y Carbonal (EOT, 2015)

2.3 Marco Conceptual

Acueducto. Según lo estipula el Reglamento Técnico por Sistemas de Acueducto RAS se entiende por el conjunto de instalaciones las cuales conducen el agua desde su punto de captación en la fuente de abastecimiento hasta la acometida domiciliaria en el punto de empate con la instalación interna del predio a dotar con el servicio y comprende los siguientes componentes: la(s) fuente(s) de abastecimiento, la(s) captación(es) de agua superficial y/o agua

subterránea y sus anexidades, la(s) aducción(es) y conducción(es), las redes de distribución, las estaciones de bombeo y los tanques de compensación. Los procesos de tratamiento del agua para su potabilización, se tratan en el literal A.11.2 de este Reglamento Técnico. (RAS , 2010)

Dotación neta mínima y máxima. El RAS 2017 en la resolución 0330 del 2017 establece la dotación neta corresponde a la cantidad mínima de agua la cual es requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante esta dotación neta no considera las pérdidas que puedan llegar a ocurrir en el sistema de acueducto. Esta dotación neta dependerá de la altura sobre el nivel del mar y sus valores se establecen de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 1. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB*DÍA)
> 2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

Figura 3. Valores de la notación neta/habitante según el reglamento técnico RAS 2017

Fuente: Reglamento técnico RAS 2010.

Período de diseño de las aducciones o conducciones. El reglamento técnico RAS 2017 establece que el período de diseño para todos los componentes de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, establecido en la resolución 0330 (RAS) 2017, en el Art. 40 “Periodo de diseño” del Capítulo 1. Aspectos generales.

Caudal de diseño. Los caudales de diseño de cada uno de los componentes del sistema de acueducto, según las variaciones diarias y horarias que pueden presentar, se establecen en la siguiente gráfica. (0330, 2017)

Tabla 2. Caudales de Diseño

COMPONENTE	CAUDAL DE DISEÑO
Captación fuente superficial	Hasta 2 veces QMD
Captación fuente subterránea	QMD
Desarenador	QMD
Aducción	QMD
Conducción	QMD
Tanque	QMD
Red de Distribución	QMH

Figura 4. Caudales de diseño.

Fuente: Reglamento técnico RAS 2010.

Período de diseño de las estaciones de bombeo. El reglamento técnico RAS 2017 establece que el período de diseño para todos los componentes de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, establecido en la resolución 0330 (RAS) 2017, en el Art. 40 “Periodo de diseño” del Capítulo 1. Aspectos generales.

Arrancadores Suaves. Estos son dispositivos de tipo electrónico de estado sólido los cuales son diseñados para controlar la corriente de arranque de los motores (AC) a través de la reducción de voltaje aplicada a los terminales del mismo.

Variadores de Velocidad. Este es un sistema electrónico Sistema electrónico diseñado para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio de la variación de la frecuencia y el voltaje de alimentación suministrado al mismo.

Sistemas de Información Geográficos (SIG). Un sistema de Información Geográfica (SIG) es un conjunto de hardware, software, datos geográficos y personal capacitado organizados para capturar, manejar, manipular, almacenar, consultar, transformar, analizar, modalizar y presentar todo tipo de información que pueda tener una referencia geográfica. Puerta, Rengifo y Bravo (2011), mencionan que los SIG proveen información real acerca de una región, se instauran como la herramienta más usada al momento de construcción de mapas de coberturas, procesos de ordenación de cuencas, entre otros permitiendo la separación de información en distintas capas temáticas y almacenarlas de manera independiente (Acuña, 2010). Por otro lado, Mullo (2001) plantea que los SIG en el tratamiento de la geoinformación, permiten realizar varios procesos como transferir información, codificar y digitalizar unidades del paisaje por medio de la geomorfología, geología, usos del suelo y coberturas, facilitando la representación cartográfica de la realidad de acuerdo a escalas específicas según el detalle de análisis que se quiera obtener.

2.4 Marco Teórico.

Según (0330, 2017) Se debe considerar necesario el desarrollo de una estación de bombeo cuando se necesita elevar el nivel de la línea piezométrica para vencer una diferencia de

altura topográfica, las pérdidas que se presenten por fricción y las pérdidas menores siempre que las alternativas de ampliación de estaciones existentes y el aprovechamiento de la gravedad no resulten factibles técnica y financieramente. Deja claro los criterios básicos y requisitos mínimos los cuales deben ser cumplidos, las estaciones de bombeo en las etapas de su desarrollo, tales como la conceptualización, la planificación, el diseño, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento, con el fin de garantizar seguridad, durabilidad, funcionalidad, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia en las estaciones de bombeo dentro de un nivel de complejidad del sistema determinado.

Según el (RAS , 2010) El consultor especialista debe efectuar los estudios de forma previa antes de llevar a cabo el diseño de la estación, esto con el fin de determinar las condiciones básicas de operación, fijar la capacidad y establecer el régimen de funcionamiento hidráulico y eléctrico que asegure una operación económica del sistema.

Para el establecimiento de una estación de bombeo el proyecto debe ser justificado desde los puntos de vista técnico y económico, por medio de la formulación de un estudio de la energía requerida por el sistema de acueducto en el período de análisis y las fuentes de energía disponibles (RAS , 2010). Lo que se denomina conceptualización y planificación del proyecto debe desarrollar, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Relación con las demás partes del sistema de acueducto se debe conocer el funcionamiento y reglas de operación de los otros componentes del sistema de acueducto de agua potable, tales como plantas de tratamiento, tanques de almacenamiento y/o compensación, zonificación de la demanda, redes de distribución entre otros, con el fin de lograr compatibilidad de la estación con el resto del sistema, especialmente en su capacidad y operación.
- El consultor debe realizar el inventario de las estaciones de bombeo existentes, con el fin de determinar el aprovechamiento hidráulico y estructural de instalaciones más antiguas y su factibilidad de ampliación. En el nuevo proyecto.
- Altura dinámica total requerida por el flujo.
- Conocer la capacidad hidráulica requerida de la estación de bombeo.
- Conocimiento de la energía eléctrica disponible en el sitio donde se planea implantar la estación de bombeo.
- Consideraciones urbanísticas basadas en el EOT vigente del municipio y adquisición de predios (Gestión Predial).
- El proyecto debe tener una localización estratégica para minimizar la vulnerabilidad ante sismos, inundaciones y vandalismo (estudios de geología y geotecnia).
- Estudio de impacto ambiental que pueda generar el proyecto propuesto.

Según (RAS , 2010) se deben conocer todos los aspectos generales de la zona del municipio en la que se instalara la estación de bombeo. Como mínimo el consultor o ingeniero de la estación de bombeo debe conocer la información que se relaciona a continuación como referente a los aspectos generales de la zona:

1. El uso del suelo del predio y la distribución urbanística de la zona cercana a la estación de bombeo (consulta y análisis del plan de ordenamiento).
2. Los proyectos de infraestructura existente y por construir como edificaciones cercanas, vías, redes de acueducto y otras redes de servicios públicos.
3. conocimiento sobre el posible desarrollo de megaproyectos con el municipio, planeación y diferentes empresas de servicios públicos.
4. Regímenes de propiedad de los terrenos donde se proyecta la estación de bombeo; si son propiedad privada, del Estado, Departamento o el Municipio (gestión predial).
5. Estudio hidrológico el cual incluirá un inventario hídrico (Sistema de drenaje natural en la zona, cauces, quebradas, etc.)
6. Se debe contar con el levantamiento topográfico y planímetro de la zona del municipio objeto del diseño
7. se debe contar con toda la información de tipo geográfico que sea denominada oficial y gestionada frente a la alcaldía municipal.

El (RAS , 2010) determina que para el diseño de la estación de bombeo se debe conocer el estudio de la demanda de agua para la zona del municipio objeto del diseño de la estación de bombeo. En el supuesto caso que no se disponga de esta información, se debe realizar el estudio hidrológico (oferta – demanda), teniendo en cuenta lo establecido en el capítulo B.2 del reglamento técnico, para determinar la capacidad actual y futura de la estación de acuerdo con la red de distribución aguas abajo.

2.5. Marco Legal

El inciso segundo del artículo 365 de la Constitución Política afirma: "Los Servicios públicos... podrán ser prestados por el Estado, directa o indirectamente, por comunidades organizadas, o por particulares. En todo caso el Estado mantendrá la regulación, el control y vigilancia de dichos servicios".

El decreto número 1575 de 2007 (Mayo 9) por el cual se establece el Sistema para la protección y control de la calidad del agua para el consumo humano, que debe cumplirse en el marco legal para cualquier sistema de agua potable que se diseñe y se construya en el Municipio.

El marco constitucional y la Ley 142/1994, establecen pautas claras de eficiencia, participación privada, descentralización, regulación, vigilancia y control que deben cumplirse en cualquier esquema que seleccione el municipio para la prestación de los servicios.

Artículo 3. Por diseño, obras y procedimientos correspondientes al Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico se entienden los diferentes procesos involucrados en la conceptualización, el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo que se desarrollen en la República de Colombia, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad,

funcionamiento adecuado, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia dentro de un nivel de complejidad determinado

Artículo 203. Competencia Del Control, Inspección Y Vigilancia. Sin perjuicio de la función de control, inspección y vigilancia que corresponde a las entidades competentes en relación con los reglamentos técnicos vigentes, compete de manera general a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, en los términos del artículo 79 de la Ley 142 de 1994, numeral 79.12, verificar el cumplimiento de la normativa técnica estipulada en el reglamento RAS 2010.

Artículo 4 “Sujeción A Los Planes De Ordenamiento Territorial”. La ejecución de obras relacionadas con el sector de agua potable y saneamiento básico se debe llevar obligatoriamente a cabo con sujeción al Plan de Ordenamiento Territorial de cada localidad, en los términos establecidos en el artículo 16 de la Ley 388 de 1997.

Artículo 208. “Permisos Ambientales”. La modificación al nivel de complejidad del sistema establecido en el literal A.3.3 del Ras 2000 debe ser autorizado por la Comisión de Regulación de Agua Potable en los términos del artículo 73, numeral 73.5 y artículo 74, numeral 74.2, literal b de la Ley 142 de 1994.

Los oferentes de bienes y/o servicios para sistemas de agua potable y saneamiento básico que incorporen tecnologías no institucionalizadas aun en el país deberán presentar, además del Certificado de Conformidad expedido por un organismo acreditado o reconocido por la Superintendencia de Industria y Comercio, los permisos especiales de los Ministerios del Medio Ambiente y/o Salud, si estos bienes y/o servicios pueden producir efectos contaminantes en el medio ambiente o utilizan sustancias químicas que puedan ser nocivas para la salud.

Capítulo 3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Tipo De Investigación.

La investigación aquí planteada es de carácter descriptiva cuantitativa ya que se pretende observar y describir el funcionamiento y estado actual del sistema de acueducto mediante el análisis de forma objetiva de cada una de las variables requeridas en el desarrollo de la investigación (topografía, población, eficiencia hidráulica, demanda neta de agua), de esta manera obtener un diagnóstico claro y preciso del objeto investigativo con el fin de cuantificar la información para realizar los diferentes diseños y la matriz de costos y presupuesto propuestos en el proyecto.

3.2 Metodología De La Investigación

Esta investigación se desarrollara por fases:

Fase 1: Gestión y recopilación de información mediante visitas de campo y en los diferentes entes institucionales.

Fase 2: Diagnostico detallado del estado actual del sistema de acueducto; características físicas y operativas del sistema.

Fase 3: Estudios pertinentes.

- Topografía
- Población
- Eficiencia hidráulica
- Demanda neta de agua

Fase 4: Proponer los diseños y la matriz de costos y presupuesto.

3.3 Población

Desde el enfoque de una investigación cuantitativa se pretende generalizar los resultados encontrados en un grupo o segmento (muestra) a una colectividad mayor (universo o población) lógicamente también se pretende que los estudios efectuados puedan replicarse. (sampleri, 2010). Por lo anterior la población que es objeto de esta investigación es la comunidad del barrio los Rosales del municipio de Rio de Oro, está compuesta por 90 suscriptores (familias) con un nivel socioeconómico bajo, es decir, estrato 1 a los cuales se les debe garantizar el abastecimiento del agua potable según lo establece la ley 142 de 1994. Se enmarca este sector con una proyección de 25 años para el abastecimiento del recurso hídrico.

Por lo anterior los instrumentos se aplicaran a las 90 familias del barrio los rosales.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información

A continuación se describen las técnicas e instrumentos las cuales han sido planificadas para cada uno de los objetivos específicos planteados en este anteproyecto.

Según (Woodman, 2015), la gestión de información hace referencia a todo lo que tiene que ver con obtener la información correcta , en la forma más adecuada, para la persona idónea, al costo correcto, en el momento oportuno, en el lugar indicado para tomar la acción precisa, bajo la anterior premisa se solicitara a la Alcaldía de Rio de Oro Cesar mediante la técnica de registros todos los archivos temáticos (información geográfica) en cualquiera de los formatos que se encuentre disponibles (Dwg, Dxf, shp, Rater Pdf ; etc) , la cual se revisara y procesara para definir las temáticas pertinentes, localización de la zona de estudio, topografía del barrio, red de distribución de agua potable en la zona urbana del municipio de rio de oro, a la empresa de acueducto o de servicios públicos se solicitara información sobre planos hidráulicos del sistema actual de acueducto localización geo referenciada de los distintos componentes del sistema de acueducto y aquellos que se encuentran en el barrio los rosales, también se solicitaran los planos de los detalles de los componentes y las memorias de cálculo.

Se realizaran las visitas a campo para la recopilación de información primaria la cual permitirá diagnosticar la situación física del sistema de acueducto del barrio los rosales, mediante la utilización de encuestas y censos a la población, además a través de las

visitas se pretende conocer el comportamiento hidráulico de la red a través de presiones, la información se recogerá en fichas técnicas y a través de cuestionarios. Mediante las visitas de campo también se pretende georeferenciar con GPS las coordenadas y la altitud de los puntos claves del barrio los rosales, los datos se registraran en fichas técnicas y en formato de Excel. Los parámetros para realizar la referenciación es diligenciando las plantillas de los atributos de la red (Formatos de Excel) y la forma como se debe entregar toda la información de redes actualizada en medio digital, para el caso puntual de esta investigación se usara la georeferenciacion del sistema actual será realizada con equipo de topografía de precisión con amarre a la red geodésica oficial del municipio de rio de Oro Cesar usando una antena GPS.

Una vez sea analizada la información secundaria será construida la base de datos de la información geográfica. Para el caso de la caracterización topográfica se construirán los perfiles topográficos y el rediseño de la red actual en el caso de que este sea requerido según las cotas que presente el levantamiento topográfico el cual se realizara con antena receptora GPS y la ayuda de herramientas computacionales AutoCAD y Google Earth Pro, para el caso de la demanda población se trabajara con la información oficial de la alcaldía y con el censo de parte de los autores del proyecto.

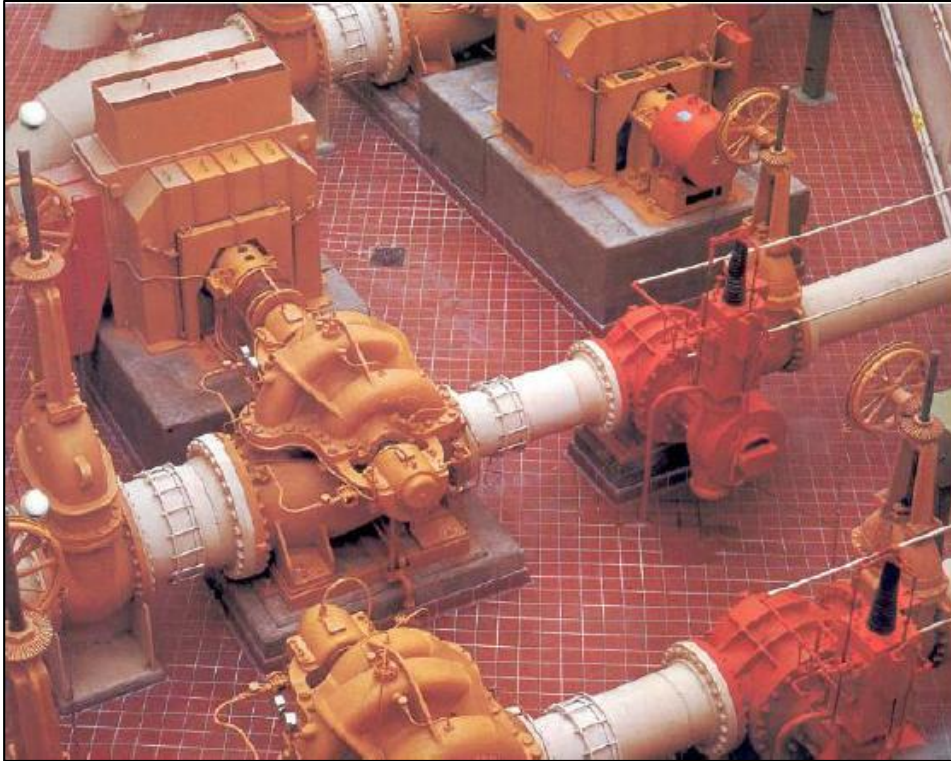


Figura 3. Estación de Bombeo.

Fuente: DISEÑO DE ESTACIONES DE BOMBEO. 2014

Lo que establece el RAS 2017 Para el diseño de la estación de bombeo es que se debe conocer el estudio de la demanda de agua para la zona del municipio objeto del diseño de la estación de bombeo. En caso que no se disponga de esta información, se debe realizar el estudio teniendo en cuenta lo establecido en el capítulo B.2 y la resolución 0330 del 2017 y de esta forma poder determinar la capacidad actual y futura de la estación de acuerdo con la red de distribución aguas abajo.

Se realizaran mediante el estudio y teniendo en cuenta las especificaciones técnicas de las RAS2010 los respectivos diseños de cada uno de los componentes del sistema de bombeo, esta información y los cálculos se registraran mediante hojas de cálculo y plantillas, también a través de programas tales como AUTOCAD, y se usaran formatos tales como Excel y Word. También se realizaran el respectivo estudio de mercado a través de visitas de campo con búsqueda de precios unitarios de mano de obra, equipos y materiales, se recogerá la información en plantillas y base de datos en formatos Excel. Pdf y Word.

Capítulo 4: RESULTADOS

4.1. Diagnóstico detallado de la red de distribución actual del sector los Rosales y de la red de conducción por medio de visitas de campo y compilación de información suministrada por parte de la empresa EMCAR y la Alcaldía Municipal de Rio de Oro, Cesar.

Se realizó el respectivo diagnóstico de la red de conducción al barrio los rosales a través de información entregada por la Empresa EMCAR, sobre los caudales de salida del tanque de distribución del municipio a la red que abastece al barrio, además se pudo diagnosticar la red a través de los planos en AutoCAD existentes del sistema actual. De igual forma se realizó una encuesta a la comunidad de este sector para ratificar la problemática, y para conocer más profundo como es el servicio de acueducto.

4.1.1. Diagnóstico de la red de conducción.

Los diseños del sistema de acueducto del municipio de Rio de Oro tiene más de 35 años, los periodos de diseño para los que fueron construidos eran de 15 años, por tanto su vida útil ya termino. La empresa EMCAR es quien brinda los servicios de agua a la comunidad, esta se suple de dos fuentes hídricas, la primera en la cordillera con la quebrada de las Marcelina que cuenta

con un caudal aproximado de $40 \text{ m}^3/h$ y la segunda con el rio del Gitano que tiene un caudal aproximado de $18 \text{ m}^3/h$.

A medida que crecen las urbanizaciones solo se conectan al servicio de agua sin preveer, si el sistema está en la capacidad de brindar el servicio a cabalidad. Es por esto que la empresa no conoce las pérdidas que existen en el sistema, además no cuentan con equipos de micro medición que puedan controlar el funcionamiento correcto y eficiente del sistema.

Con el fin de mejorar el sistema en las zonas donde es más complicado llevar el líquido, la Empresa EMCAR, distribuye a través de 3 redes de distribución una hacia el cerro de la cruz, otra hacia todo el centro del municipio y las zonas más bajas, y por ultimo una conducción hacia el barrio los rosales.

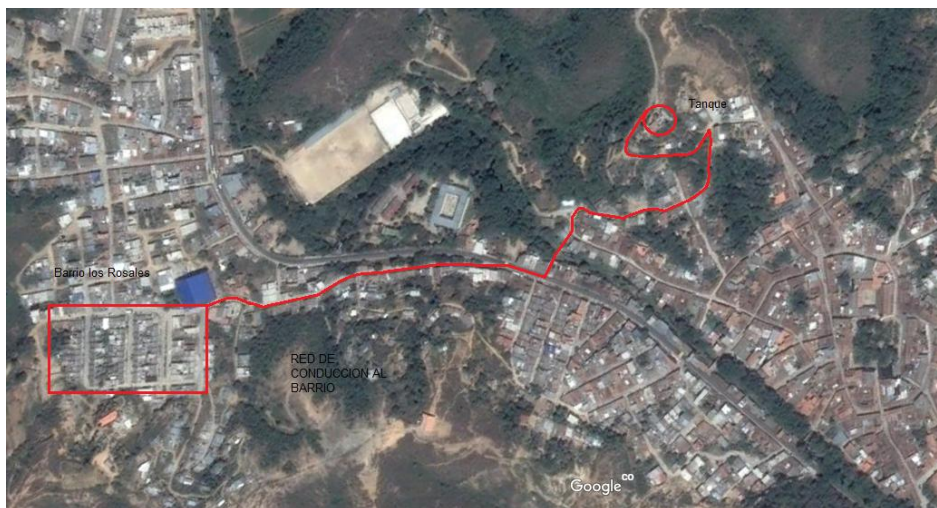


Figura 4. Línea de conducción al barrio los rosales.

Fuente: Autores 2017

La conducción al barrio desde el tanque de almacenamiento tiene aproximadamente 1439.42 m de longitud, cuenta con 2 válvulas de cierre que permiten el control de la dirección del fluido. La tubería de conducción sale del tanque de almacenamiento con un diámetro de 6' y una reducción de tubería a 4', de ahí la conducción sigue con este mismo diámetro.

En la siguiente tabla se puede ver los consumos que entran al tanque y los que salen a través de las tres conducciones hacia el municipio.

Tabla 3

Caudales en el tanque de almacenamiento en el municipio.

5 de Septiembre de 2017					
Hora	Caudal de entrada (m ³ /h)		Caudal de salida (m ³ /h)		
	Quebrada de Gitano	Quebrada de la cordillera	Los Rosales	Principal	Cerro de la cruz
1:00 a.m.	0	15	0	10	0
2:00 a.m.	0	15	0	10	0
3:00 a.m.	0	15	0	10	0
4:00 a.m.	0	15	0	10	0
5:00 a.m.	0	15	0	20	10
6:00 a.m.	0	20	10	30	10
7:00 a.m.	0	21	0	40	10

8:00 a.m.	45	21	10	40	20
9:00 a.m.	10	22	10	40	20
10:00 a.m.	0	22	10	50	20
11:00 a.m.	45	22	10	50	20
12:00 a.m.	48	21	10	40	10
13:00 p.m.	50	21	10	40	10
14:00 p.m.	47	21	0	30	10
15:00 p.m.	45	20	0	40	10
16:00 p.m.	45	22	10	40	10
17:00 p.m.	40	20	10	30	10
18:00 p.m.	39	21	0	30	10
19:00 p.m.	35	20	10	30	10
20:00 p.m.	26	21	0	20	10
21:00 p.m.	0	20	10	20	10
22:00 p.m.	0	20	0	10	10
23:00 p.m.	0	18	0	10	10
24:00 p.m.	0	0	0	10	10
Total	475	448	110	660	240

Fuente. Autores 2017

NOTA: Los datos de los caudales es cero (0) se debe a que en épocas de lluvia, los caudales son altos como en este caso, por tanto la comunidad se puede suplir solamente con el caudal de la cordillera.

Con base en la información anterior, construimos la tabla y grafica característica de los consumos en porcentaje durante el día, teniendo como base que el consumo mínimo sea tomado como 1%.

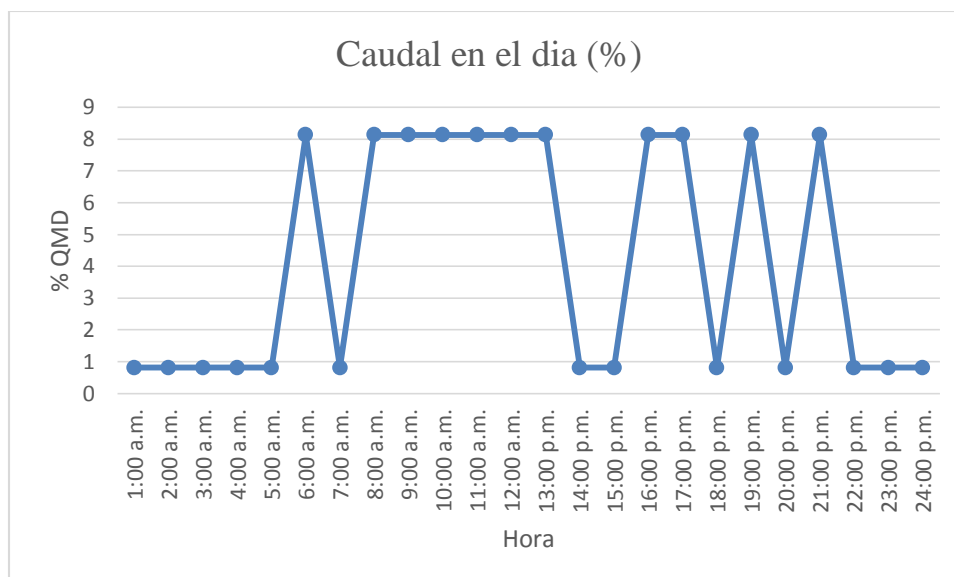
Tabla 4

Caudales de salida en el tanque al barrio los rosales.

Hora	Caudal en Los Rosales	Caudal en el día (%)
1:00 a.m.	1	1
2:00 a.m.	1	1
3:00 a.m.	1	1
4:00 a.m.	1	1
5:00 a.m.	1	1
6:00 a.m.	10	8
7:00 a.m.	1	1
8:00 a.m.	10	8
9:00 a.m.	10	8
10:00 a.m.	10	8
11:00 a.m.	10	8
12:00 a.m.	10	8
13:00 p.m.	10	8

14:00 p.m.	1	1
15:00 p.m.	1	1
16:00 p.m.	10	8
17:00 p.m.	10	8
18:00 p.m.	1	1
19:00 p.m.	10	8
20:00 p.m.	1	1
21:00 p.m.	10	8
22:00 p.m.	1	1
23:00 p.m.	1	1
24:00 p.m.	1	1
<hr/>		
Total	123	100

Fuente. Autores 2017



Grafica 1. Consumos en % durante el día.

Fuente: Autores 2017

En la gráfica se puede analizar que desde las 5 de la mañana hasta las 12 de la noche existe un consumo casi continuo, que las horas de máximo consumo son a las 6 de la mañana, luego de entre las 7 de la mañana y las 2 de la tarde, donde el consumo es bastante significativo, ya que es en esta zona del día donde se debe prever la eficiencia y eficacia de la estación de bombeo planteada, después a las 4, 5, 7 y 9 de la noche donde existen consumos altos. También se puede observar que el comportamiento de los caudales en el barrio son muy contantes ya que no presenta picos muy altos.

4.1.2. Diagnóstico de la red de distribución.

La red de distribución del barrio los Rosales del Municipio de Rio de Oro fue instalada entre el 2005 y 2006, cuando el barrio fue construido por medio de un proyecto de interés social, esto quiere decir que la red de distribución tiene 12 años de servicio mediante la Empresa de servicios públicos EMCAR.

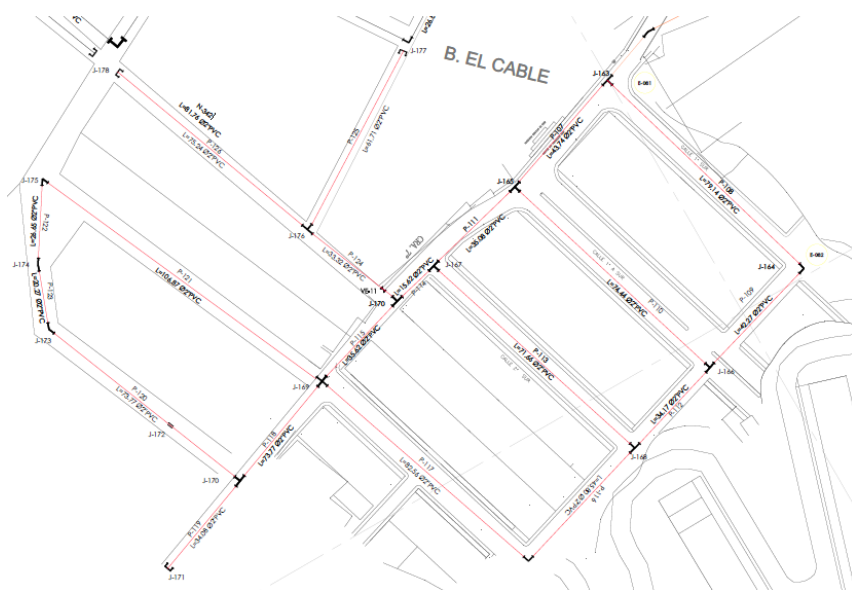


Figura 5. Red de distribución en el barrio los Rosales.

Fuente: Autores 2017

La longitud aproximada de la red actual de distribución es de 1069.38m, esta cuenta con sus respectivos accesorios tales como tee, codos de 45° y de 90°, uniones, yee y válvulas. En las

siguientes tablas se muestra el catastro de la red de distribución en cuanto a las longitudes de tubería y a sus accesorios.

Tabla 5

Catastro de la red de distribución

Catastro de la red de distribución

Tramo	Longitud (m)	Diámetro / Material
P-107	43.74	2" / PVC
P-108	79.14	2" / PVC
P-109	42.27	2" / PVC
P-110	74.44	2" / PVC
P-111	35.08	2" / PVC
P-112	34.17	2" / PVC
P-113	71.66	2" / PVC
P-114	15.62	2" / PVC
P-115	35.62	2" / PVC
P-116	45.80	2" / PVC
P-117	82.56	2" / PVC
P-118	73.77	2" / PVC
P-119	34.08	2" / PVC
P-120	73.37	2" / PVC
P-121	106.87	2" / PVC

P-122	26.65	2" / PVC
P-123	20.27	2" / PVC
P-124	33.32	2" / PVC
P-125	61.71	2" / PVC
P-126	75.24	2" / PVC

Fuente. Autores 2017

Tabla 6*Catastro de los accesorios de la red*

Punto	Descripción
J-163	Tee
J-164	Codo de 90°
J-165	Tee
J-166	Tee
J-167	Tee
J-168	Tee
J-169	Cruz
J-170	Tee
J-171	Tapón
J-172	Unión
J-173	Codo 22.5
J-174	Codo 22.5
J-175	Codo de 45°
J-176	Tee
J-177	Tapón
J-178	Tapón

Fuente. Autores 2017

La planta de tratamiento de la Empresa con su respectivo tanque de almacenamiento está ubicado a los 1201 m.s.n.m., esto produce baja presiones en el barrio, debido a que este oscila entre los 1182 y 1209 m.s.n.m., se recogieron los datos de las presiones durante el día en las horas picos y horas de consumo normal, de la misma manera se tomaron los datos un día normal entre semana y un día sábado donde los consumos aumentan. El estudio arrojó los siguientes resultados:

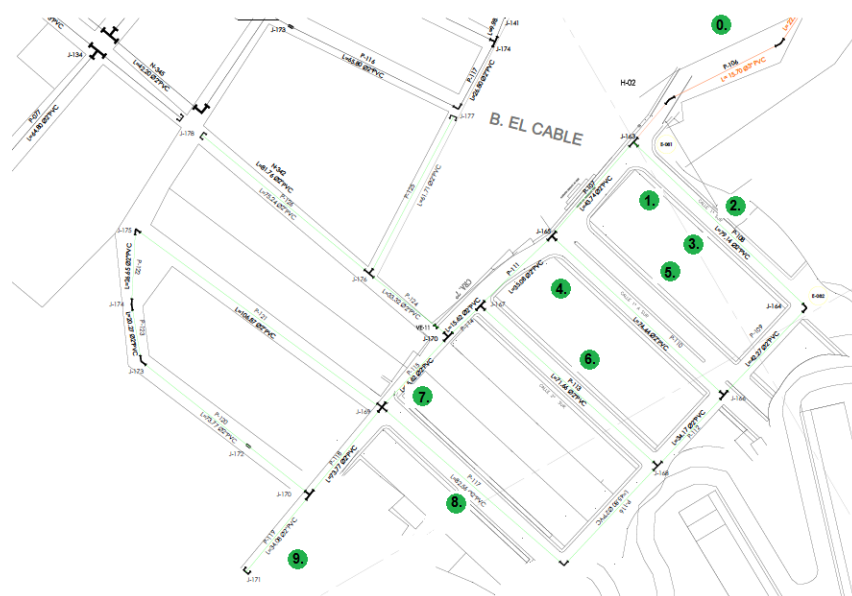


Figura 6. # Casa donde se tomaron las presiones.

Fuente: Autores 2017

Se tuvo en cuenta para la toma de presiones en la parte baja (Casa N° 1 - 4 - 7 - 9) y media (Casa N° 2 - 3 - 5 - 6 - 8) del barrio, teniendo en cuenta que las presiones registradas en la parte alta a través del manómetro fueron 0 PSI.

Tabla 7*Resultados de presiones en el barrio*

Resultados de presiones en el barrio		Fecha: Miércoles, 23 de Agosto de 2017
# Casa	Hora	Presión (PSI)
0	8:20 a.m.	37
1	8:25 a.m.	22
2	8:30 a.m.	12
3	8: 35 a.m.	15
4	8: 40 a.m.	20
5	8: 50 a.m.	15
6	8:55 a.m.	12
7	9:05 a.m.	20
8	9:10 a.m.	8
9	9:20 a.m.	15
0	11:00 a.m.	36
1	11:05 a.m.	23
2	11:10 a.m.	14
3	11:12 a.m.	15
4	11:13 a.m.	20
5	11:15 a.m.	15
6	11:20 a.m.	11
7	11:22 a.m.	20
8	11:25 a.m.	8

9	11:30 a.m.	15
0	2:00 p.m.	37
1	2:05 p.m.	23
2	2:10 p.m.	14
3	2:15 p.m.	15
4	2:20 p.m.	20
5	2:25 p.m.	15
6	2:30 p.m.	12
7	2:35 p.m.	20
8	2:40 p.m.	8
9	2:45 p.m.	15
0	8:15 p.m.	39
1	8:20 p.m.	26
2	8:23 p.m.	16
3	8:30 p.m.	18
4	8:38 p.m.	22
5	8:43 p.m.	18
6	8:50 p.m.	14
7	9:00 p.m.	21
8	9:06 p.m.	8
9	9:10 p.m.	18

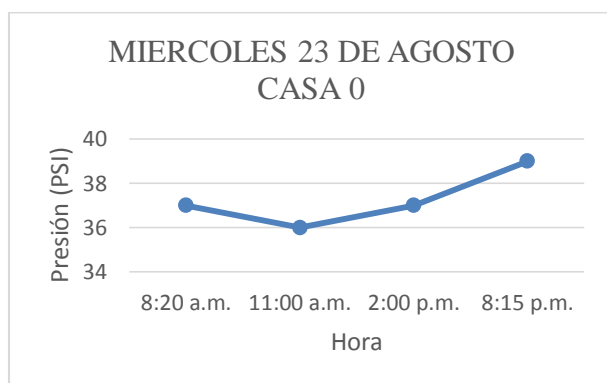
Tabla 8*Resultados de presiones en el barrio*

Resultados de presiones en el barrio		Fecha: Sábado, 26 de Agosto de 2017
---	--	--

# Casa	Hora	Presión (PSI)
0	8:00 a.m.	38
1	8:10 a.m.	22
2	8:15 a.m.	14
3	8: 18 a.m.	16
4	8: 25 a.m.	21
5	8: 30 a.m.	15
6	8:35 a.m.	10
7	8:40 a.m.	20
8	8:45 a.m.	8
9	8:50 a.m.	14
0	10:25 a.m.	36
1	10:30 a.m.	20
2	10:35 a.m.	13
3	10:40 a.m.	14
4	10:45 a.m.	20
5	10:50 a.m.	13
6	10:55 a.m.	9
7	11:00 a.m.	19
8	11:05 a.m.	8

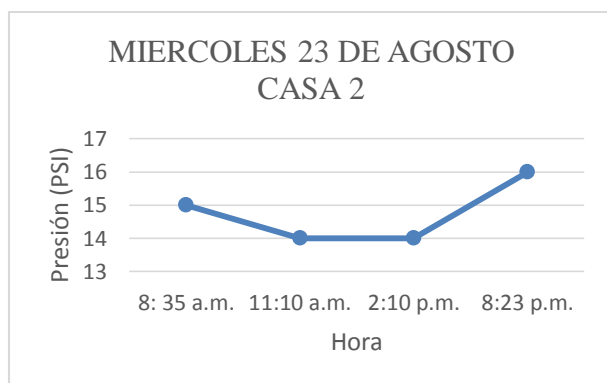
9	11:10 a.m.	12
0	2:00 p.m.	36
1	2:05 p.m.	20
2	2:10 p.m.	14
3	2:12 p.m.	15
4	2:15 p.m.	16
5	2:20 p.m.	16
6	2:25 p.m.	10
7	2:30 p.m.	18
8	2:33 p.m.	8
9	2:35 p.m.	12
0	8:15 p.m.	38
1	8:20 p.m.	23
2	8:23 p.m.	16
3	8:30 p.m.	18
4	8:38 p.m.	18
5	8:43 p.m.	18
6	8:50 p.m.	12
7	9:00 p.m.	20
8	9:06 p.m.	10
9	9:10 p.m.	15

A través de las presiones registradas se muestra a continuación por medio de gráficas el comportamiento hidráulico del sistema durante un día entre la semana (Miércoles) y un día de mayor consumo durante el fin de semana (Sábado), teniendo en cuenta las horas picos y las horas de menor consumo.



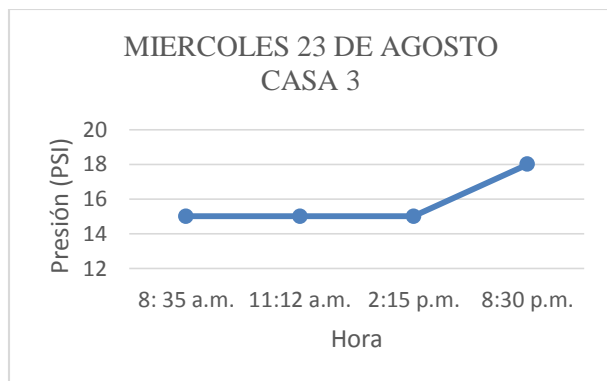
Grafica 2. Comportamiento hidráulico. Casa 0

Fuente: Autores 2017



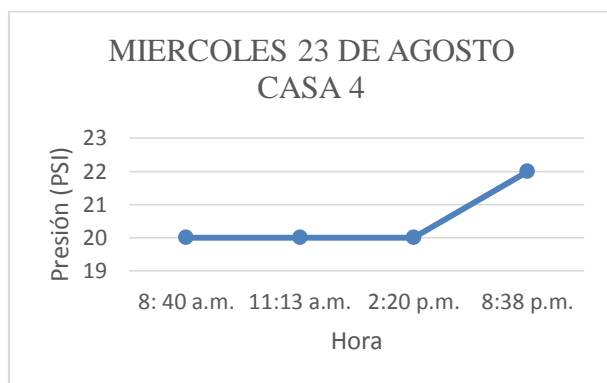
Grafica 3. Comportamiento hidráulico. Casa 2

Fuente: Autores 2017



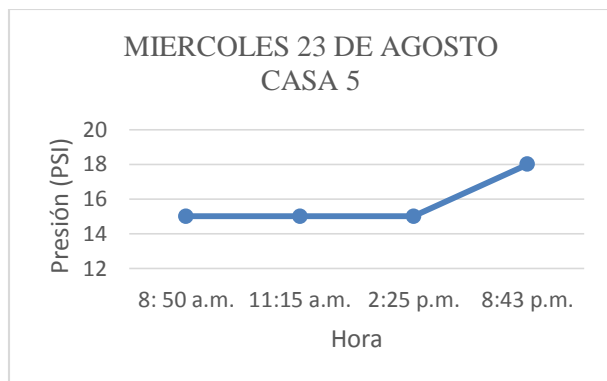
Grafica 4. Comportamiento hidráulico. Casa 3

Fuente: Autores 2017



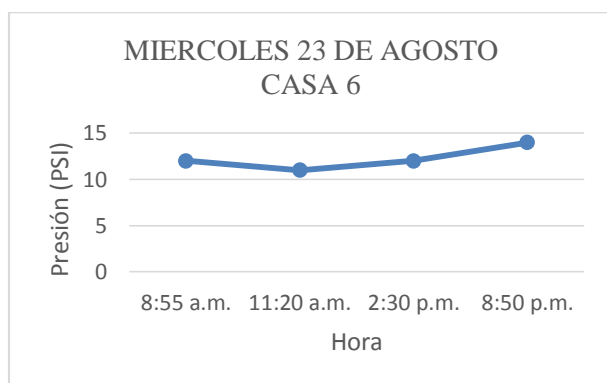
Grafica 5. Comportamiento hidráulico. Casa 4

Fuente: Autores 2017



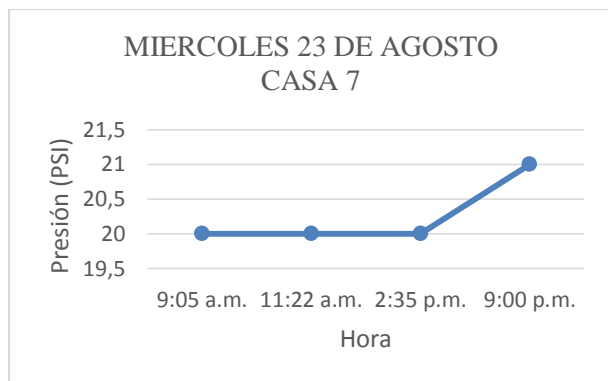
Grafica 6. Comportamiento hidráulico. Casa 5

Fuente: Autores 2017



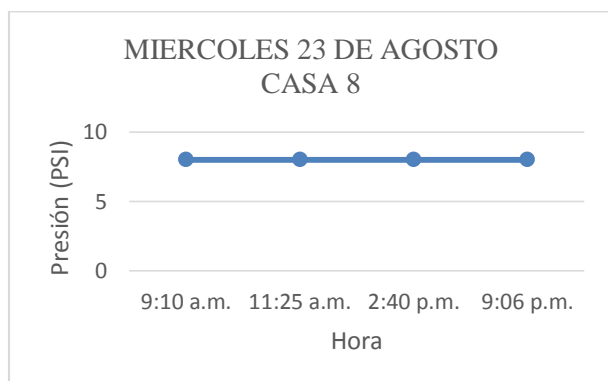
Grafica 7. Comportamiento hidráulico. Casa 6

Fuente: Autores 2017



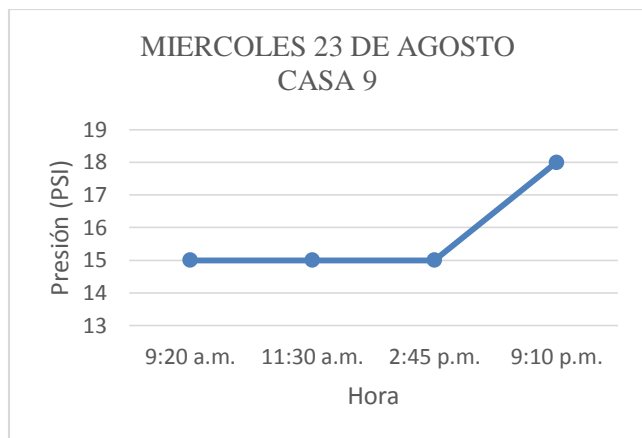
Grafica 8. Comportamiento hidráulico. Casa 7

Fuente: Autores 2017



Grafica 9. Comportamiento hidráulico. Casa 8

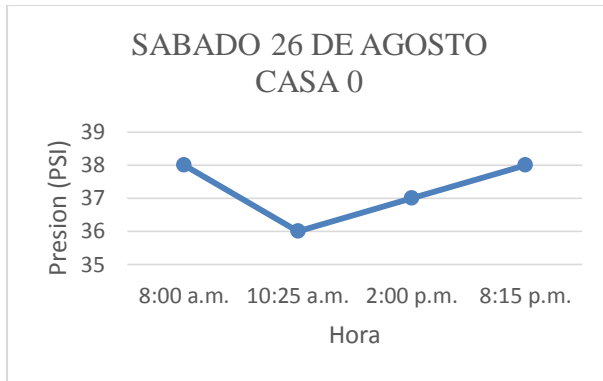
Fuente: Autores 2017



Grafica 10. Comportamiento hidráulico. Casa 9

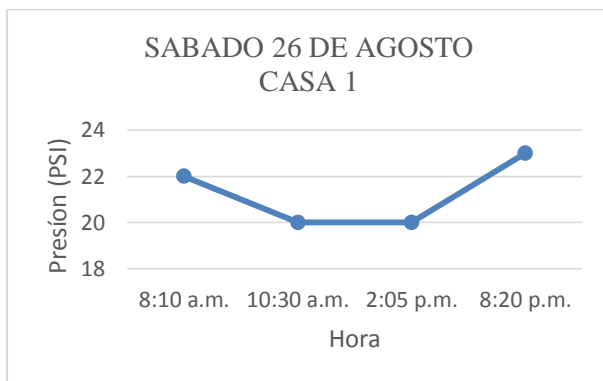
Fuente: Autores 2017

Con las anteriores graficas se puede analizar el comportamiento de las presiones en cada casa, en la mayoría de las casas analizadas se observa que se forma 4 segmentos formando una gráfica cóncavos hacia arriba, lo cual muestra que las horas picos donde el consumo es más alto y por tanto las presiones son más bajas son entre las 8:00 a.m. y 3:00 p.m., donde estas presiones se mantienen prácticamente constantes, por el contrario el consumo más bajo es en la horas de la noche donde las presiones son más altas en el barrio y hacen que la gráfica llegue a una cresta.



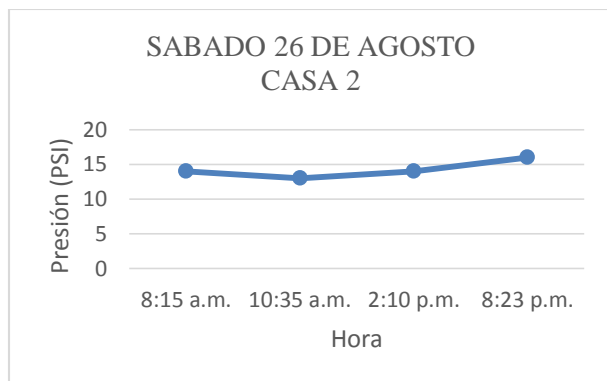
Grafica 11. Comportamiento hidráulico. Casa 0

Fuente: Autores 2017



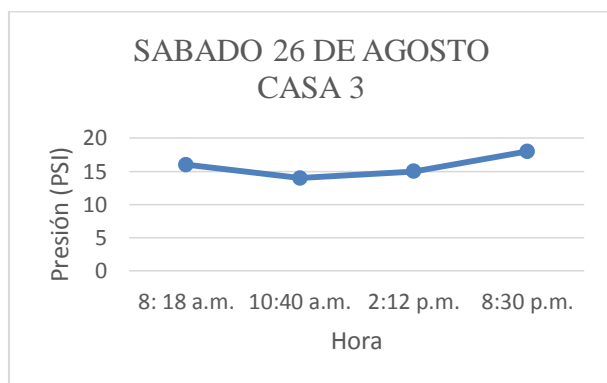
Grafica 12. Comportamiento hidráulico. Casa 1

Fuente: Autores 2017



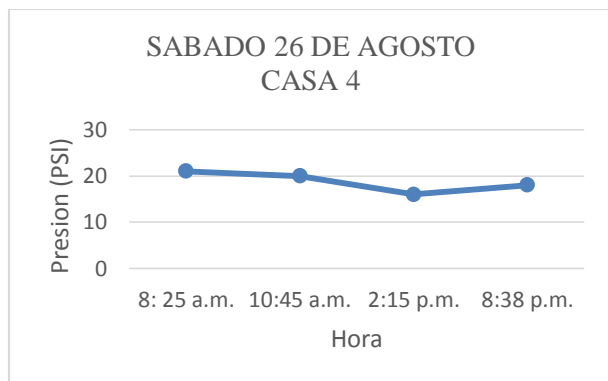
Grafica 13. Comportamiento hidráulico. Casa 2

Fuente: Autores 2017



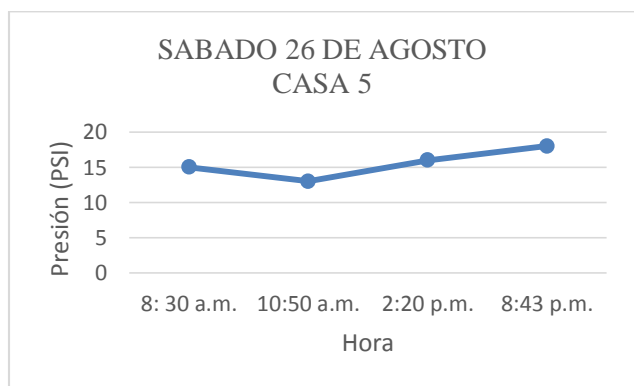
Grafica 14. Comportamiento hidráulico. Casa 2

Fuente: Autores 2017



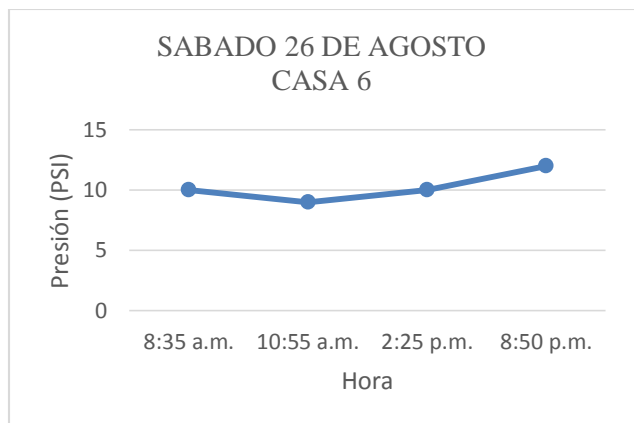
Grafica 15. Comportamiento hidráulico. Casa 4

Fuente: Autores 2017



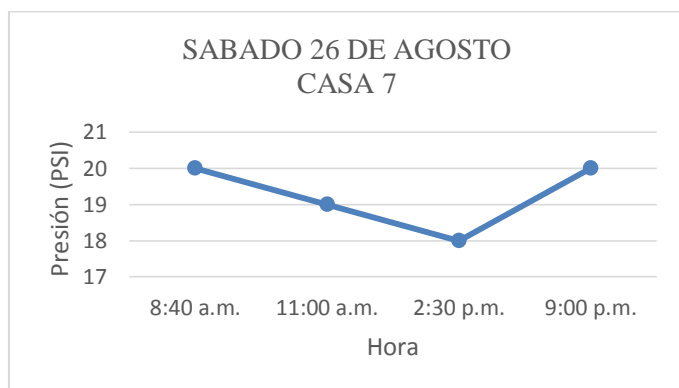
Grafica 16. Comportamiento hidráulico. Casa 5

Fuente: Autores 2017



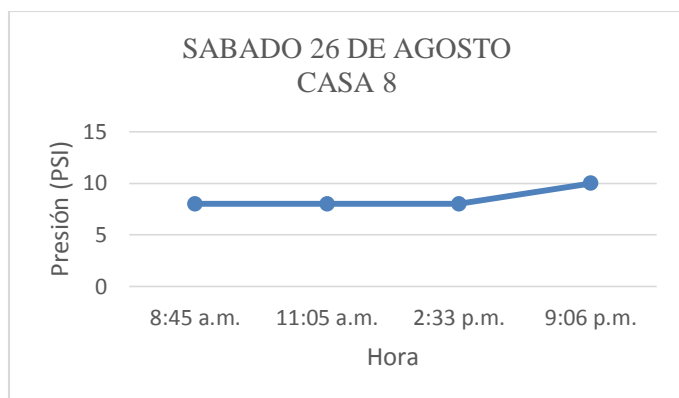
Grafica 17. Comportamiento hidráulico. Casa 6

Fuente: Autores 2017



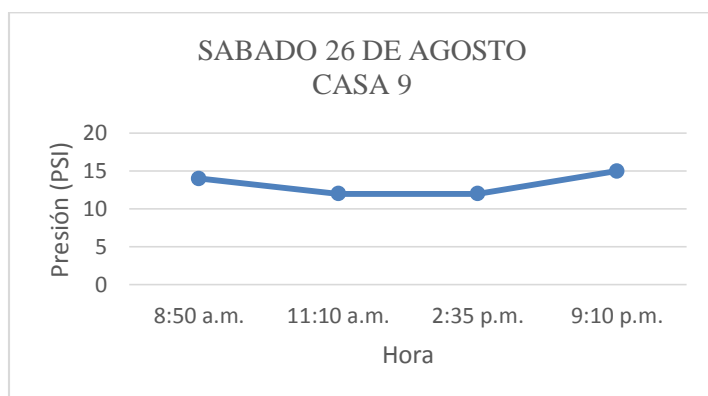
Grafica 18. Comportamiento hidráulico. Casa 7

Fuente: Autores 2017



Grafica 19. Comportamiento hidráulico. Casa 8

Fuente: Autores 2017

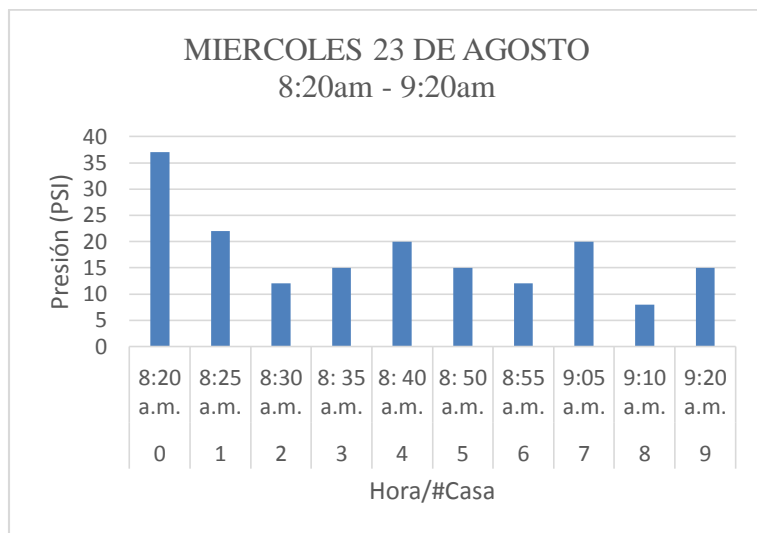


Grafica 20. Comportamiento hidráulico. Casa 8

Fuente: Autores 2017

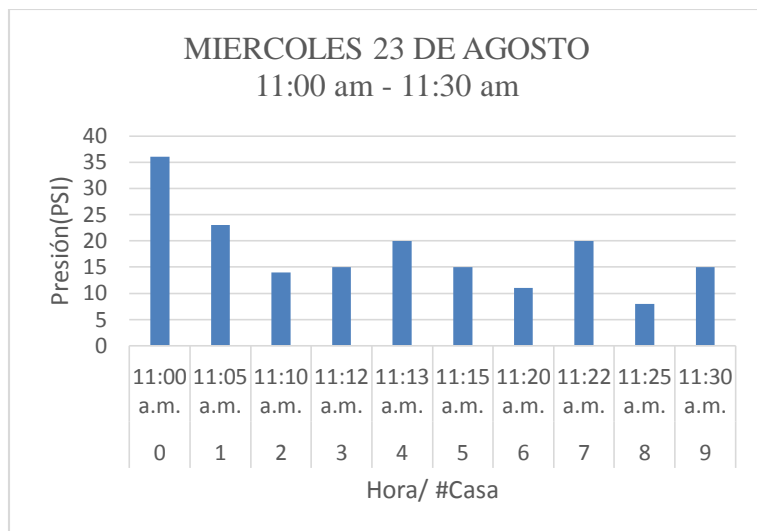
Se puede observar que los consumos el fin de semana son menores comparados con los días entre semana, también cambian las horas picos, un fin de semana las horas de mayor consumo están entre las 10:00 a.m. y las 3:00 p.m., por tanto las presiones en la mañana y en la noche son más altas.

En las gráficas a continuación se muestran las diferencias de presiones que existen entre las distintas casas en el barrio donde se realizó la manometría, en relación con los intervalos de tiempo durante el día.



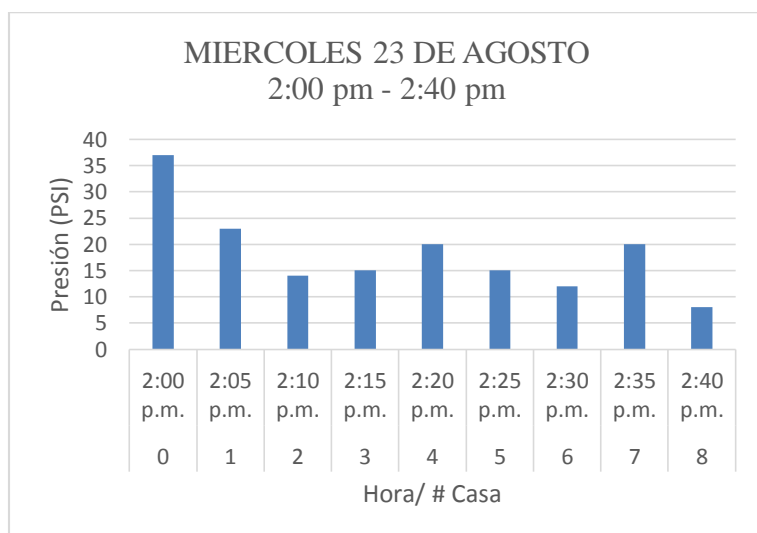
Grafica 21. Comportamiento de las presiones en las casas del barrio.

Fuente: Autores 2017



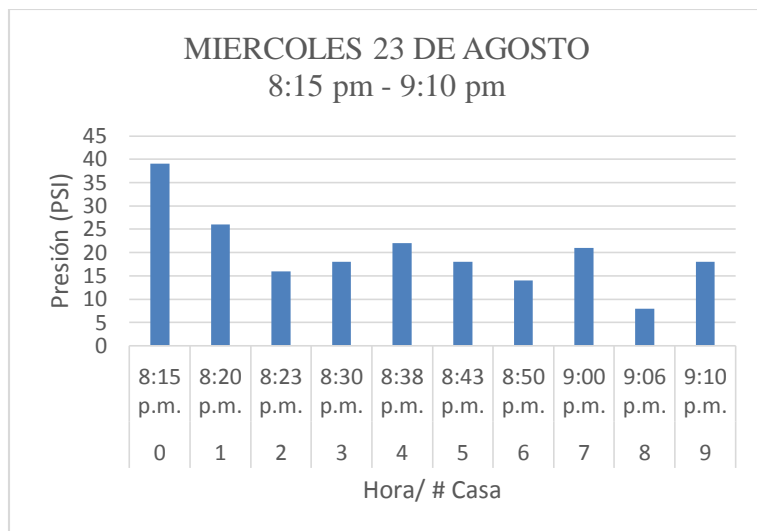
Grafica 22. Comportamiento de las presiones en las casas del barrio.

Fuente: Autores 2017



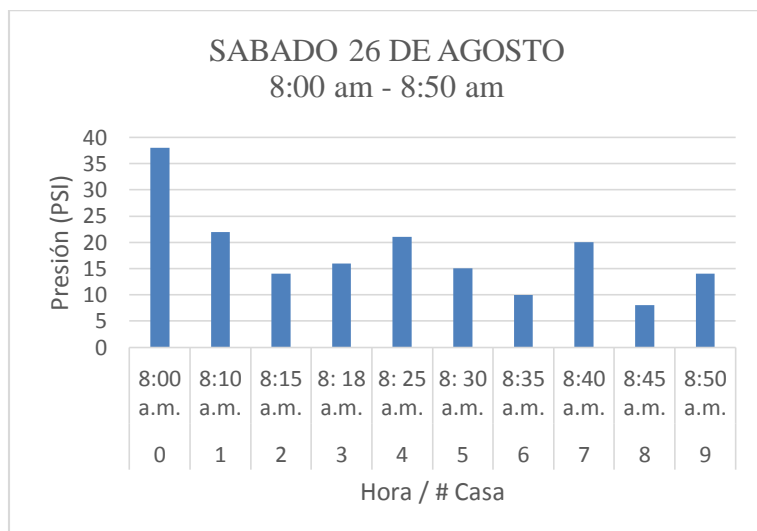
Grafica 23. Comportamiento de las presiones en las casas del barrio.

Fuente: Autores 2017



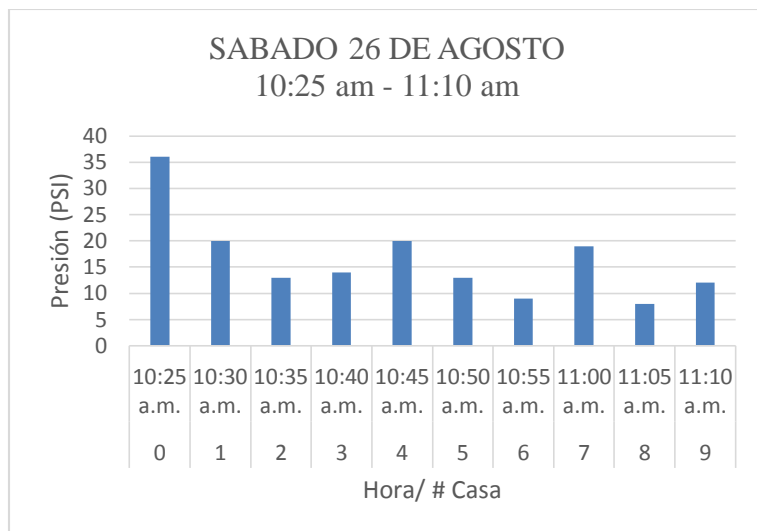
Grafica 24. Comportamiento de las presiones en las casas del barrio.

Fuente: Autores 2017



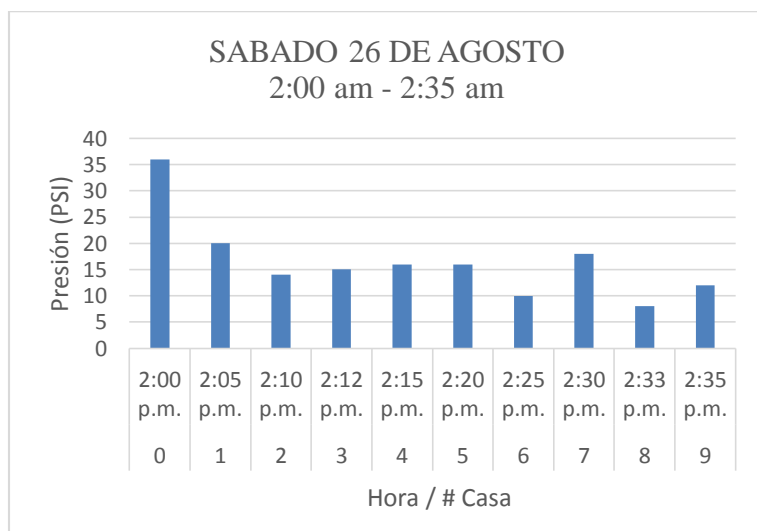
Grafica 25. Comportamiento de las presiones en las casas del barrio.

Fuente: Autores 2017



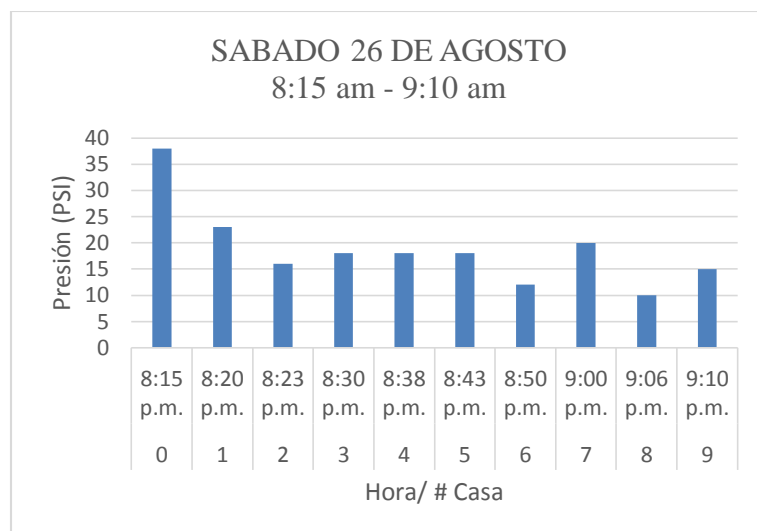
Grafica 26. Comportamiento de las presiones en las casas del barrio.

Fuente: Autores 2017



Grafica 27. Comportamiento de las presiones en las casas del barrio.

Fuente: Autores 2017



Grafica 28. Comportamiento de las presiones en las casas del barrio.

Fuente: Autores 2017

Se tuvo en cuenta en la toma de presiones nueve casas del barrio y una casa en la entrada de este, el grafico de barras muestra claramente que la presión en la entrada al barrio (casa 0) la presión es más alta en cualquier día de la semana, por el contrario las demás casas tienen presiones más bajas debido a que la presión es inversamente proporcional a la inclinación del terreno, las gráficas para este análisis están enfocadas a mostrar cual es el comportamiento de la presión en la red de distribución a medida que el fluido avanza en esta; las casas N° 1 – 4 – 7 – 9 a pesar de que están ubicadas en la parte baja del barrio las presiones disminuyen mientras aumente la distancia a la red de distribución, de igual manera se observa el mismo comportamiento en la parte media del barrio pero con presiones más bajas. Podemos concluir que las presiones disminuyen mientras recorren la red de una cuadra a otra.

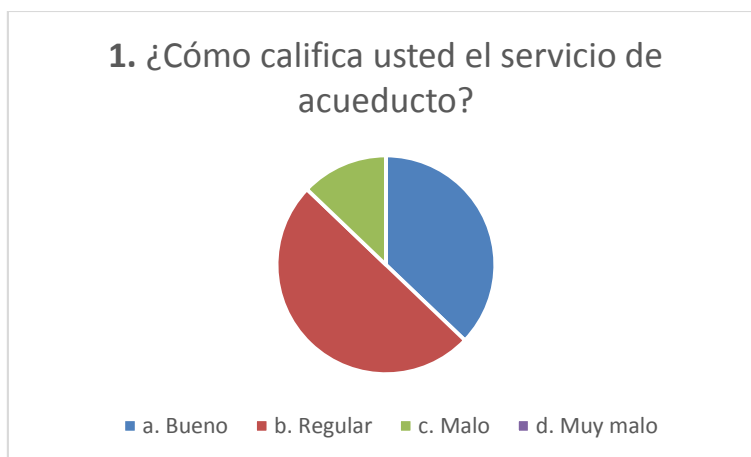
A través de la siguiente encuesta se puede ratificar la problemática presentada, como es el servicio de acueducto en el barrio Los Rosales, su continuidad y sobre todo como es en época de sequía.

A través de la aplicación de la siguiente encuesta a toda la comunidad del barrio Los Rosales que consta de 6 preguntas con respuestas claras y precisas, además un cuadro de observaciones para expresar la base del problema en cuanto al servicio de agua potable, se puede ratificar y evidenciar la problemática que se presenta.

1. ¿Cómo califica usted el servicio de acueducto?			
a. Bueno	b. Regular	c. Malo	d. Muy malo
26	35	9	0

Figura 7. 1ra pregunta de la encuesta.

Fuente: Autores 2017



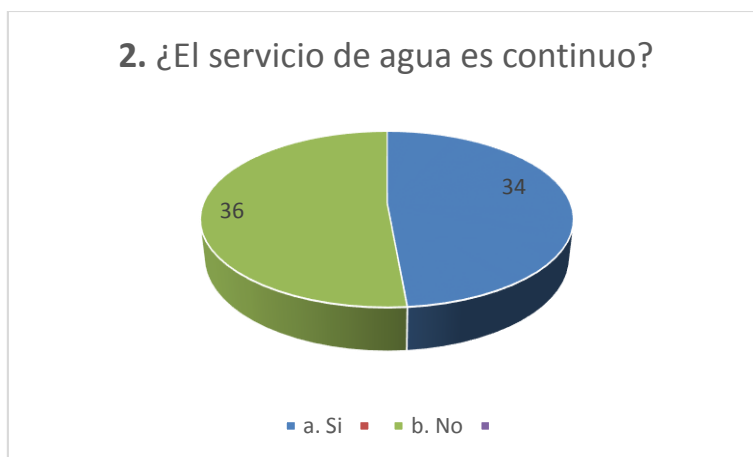
Grafica 29. 1ra pregunta de la encuesta.

Fuente: Autores 2017

2. ¿El servicio de agua es continuo?	
a. Si	b. No
34	36

Figura 8. 2da pregunta de la encuesta.

Fuente: Autores 2017



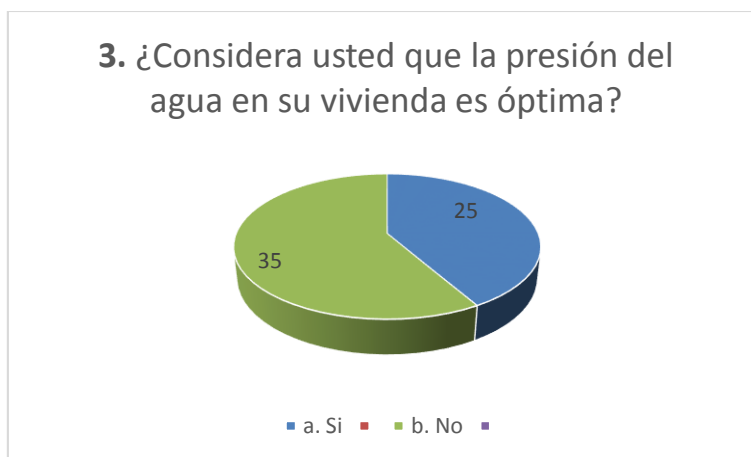
Grafica 30. 2da pregunta de la encuesta.

Fuente: Autores 2017

3. ¿Considera usted que la presión del agua en su vivienda es óptima?	
a. Si	b. No
25	35

Figura 9. 3ra pregunta de la encuesta.

Fuente: Autores 2017



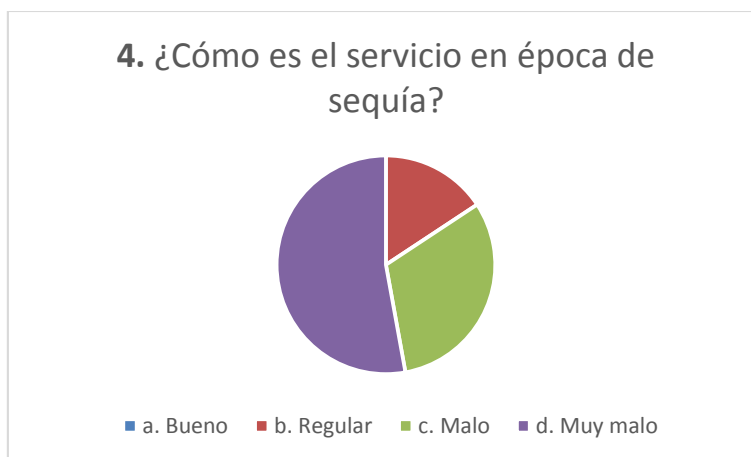
Grafica 31. 3ra pregunta de la encuesta.

Fuente: Autores 2017

4. ¿Cómo es el servicio en época de sequía?			
a. Bueno	b. Regular	c. Malo	d. Muy malo
0	11	22	37

Figura 10. 4ta pregunta de la encuesta.

Fuente: Autores 2017



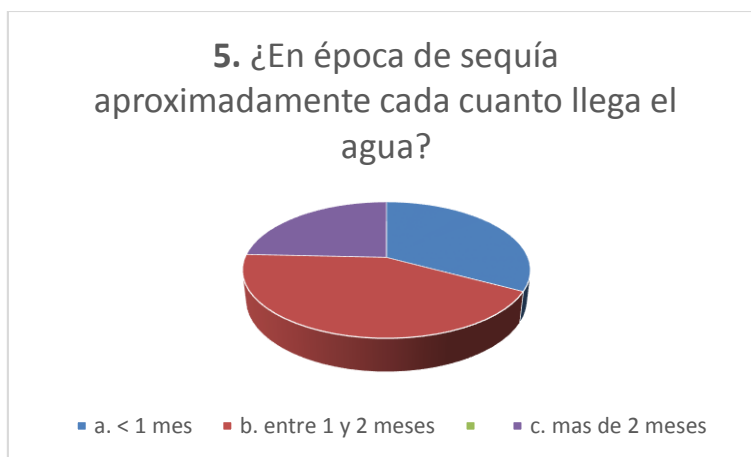
Grafica 32. 4ta pregunta de la encuesta.

Fuente: Autores 2017

5. ¿En época de sequía aproximadamente cada cuanto llega el agua?		
a. < 1 mes	b. entre 1 y 2 meses	c. más de 2 meses
23	30	17

Figura 11. 5ta pregunta de la encuesta.

Fuente: Autores 2017



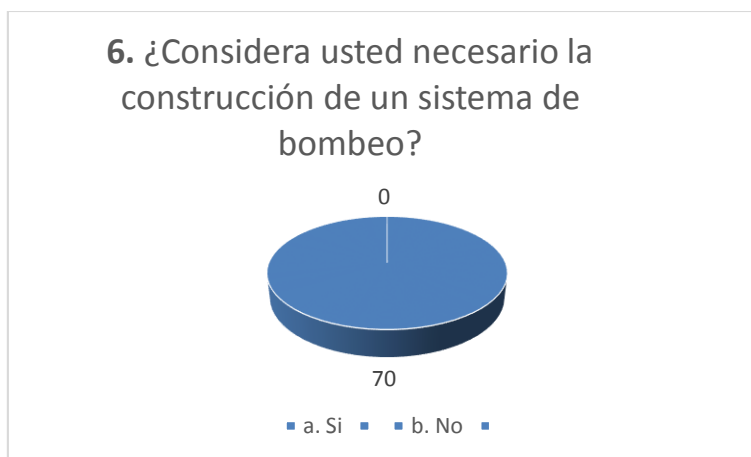
Grafica 33. 5ta pregunta de la encuesta.

Fuente: Autores 2017

6. ¿Considera usted necesario la construcción de un sistema de bombeo?	
a. Si	b. No
0	70

Figura 12. 6ta pregunta de la encuesta.

Fuente: Autores 2017



Grafica 34. 6ta pregunta de la encuesta.

Fuente: Autores 2017

Teniendo en cuenta todo el análisis estadístico de la encuesta realizada y de acuerdo con las observaciones de los usuarios, podemos concluir los siguientes aspectos.

- En época de lluvia no hay problema de agua en la parte baja del barrio, en la parte alta el servicio no es continuo, y en ambos casos las presiones son bajas.
- La zona más alta del barrio es la que se ve más afectada con esta problemática, ya que este líquido no llega continuo en las horas picos alrededor de las 9 a 12 de la mañana.
- En las épocas de racionamiento o seguido es necesario que el barrio se abastezca a través de carro tanques, lo que afecta la calidad de vida de las personas y principalmente personas en estado de incapacidad.

- Un sistema de bombeo para el barrio es la propuesta más inteligente para abastecer una comunidad diariamente, mejorando la calidad de vida y sobre todo brindando agua potable en épocas de escases.

4.2. Estudios técnicos requeridos de acuerdo al reglamento técnico RAS 2017 para el diseño del sistema de bombeo en el barrio los Rosales

Teniendo en cuenta los requerimientos exigidos por el (RAS , 2010) y la Resolución 0330 de 2017 que lo modifica, para el diseño de una estación de bombeo es necesario realizar estudios previos que permitan determinar las condiciones básicas de operación, fijar la capacidad y establecer el régimen de funcionamiento hidráulico y eléctrico que asegure una operación económica del sistema.

Dentro de estos estudios se realizó un estudio topográfico planimétrico y altimétrico con GPS, el estudio de proyecciones de población teniendo como base los censos del DANE y el censo realizado a la comunidad, el estudio de demanda de agua regido por el RAS 2017, la disponibilidad de energía que requiere la estación a través de CENS y el respectivo estudio de suelos.

4.2.1. Estudio topográfico planimétrico y altimétrico con GPS.

Se realizó un levantamiento topográfico planímetro de la zona objeto de estudio, se obtuvo la altimetría del lugar por medio de GPS, a través de la información obtenida se realizaron las respectivas carteras y se llevaron las coordenadas a AutoCAD para elaborar un plano del Barrio los Rosales que nos permitió realizar los diseños.



Figura 13. Plano topográfico planímetro.

Fuente: Autores 2017

Dentro del levantamiento topográfico se trabajaron cuatro deltas, y se tomaron los datos con GPS de los puntos necesarios para el diseño y de los puntos clave para el diseño.

Puntos en el GPS

Entrada a la estación de bombeo

E 1076095

N 1408065

1183 m.s.n.m.

Punto de inicio del levantamiento topográfico

E 1076105

N 1408077

1182 m.s.n.m.

Punto del tanque de almacenamiento en el barrio los Rosales

E 1076136

N1407952

1209 m.s.n.m.

Punto D (Delta)

E 1076126

N 1407968

1206 m.s.n.m.

Punto C (Delta)

E 1076068

N 1408016

1192 m.s.n.m.

Punto B (Delta)

E 1076087

N 1408044

1190 m.s.n.m.

Punto A (Delta)

E 1076100

N 1408077

1188 m.s.n.m.

Punto en la estación de bombeo

E 1076094

N 1408065

1189 m.s.n.m.

Punto en el tanque de abastecimiento de Rio de Oro

E 1076318

N 1408535

1215 m.s.n.m.

4.2.2. Estudio de suelos

Está orientado a la investigación, el análisis de propiedades físicas del suelo de fundación, localización del nivel de agua subterránea o freática, identificación de los problema inherentes al suelo, a la formación geológica, a la topografía de la zona, a las características hidrogeológicas del sitio, capacidad portante, módulo de reacción del suelo de fundación, parámetros de diseño sismo-resistente, parámetros de presión de tierras.

En el 2014 la Empresa ISG, INGENIERIA SUELOS Y GEOTECNIA SAS realizo un estudio geotécnico para un centro de integración ciudadana (CIC), este fue hecho para un lote de 2064.9 m² destinado para tal proyecto, este no se construyó en todo el terreno previamente destinado.

Por lo anterior, el estudio de suelo se realizó en toda la zona, incluyendo el lote que está destinado en este proyecto para la construcción de la estación de bombeo. Este está ubicado precisamente en la parte derecha del plano, exactamente donde se aplicó el sondeo 4.

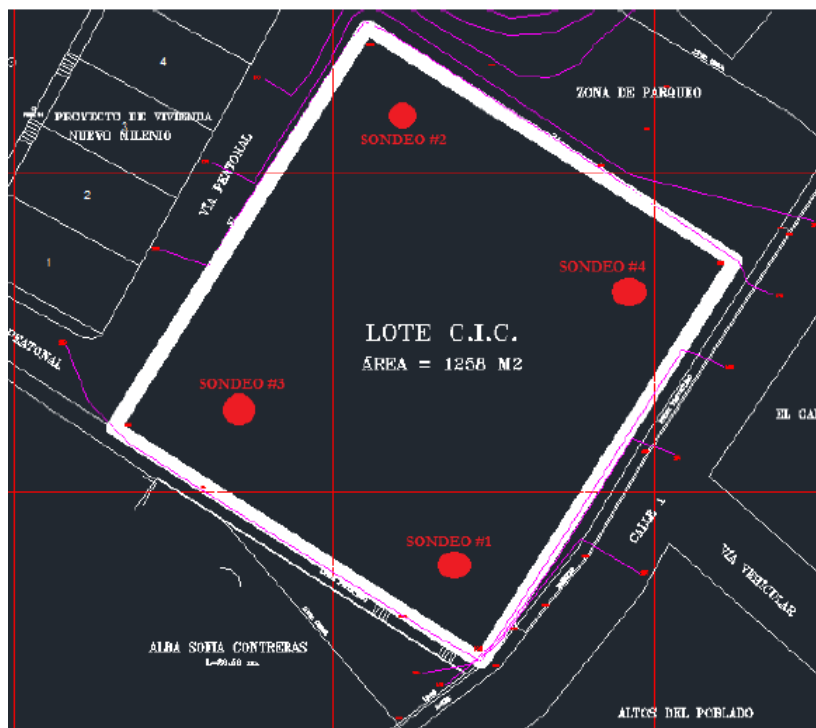


Figura 14. Localización en detalle de la zona de estudio.

Fuente: Empresa ISG, INGENIERIA SUELOS Y GEOTECNIA SAS

El informe contiene los resultados del estudio geotécnico con el fin de establecer las condiciones del subsuelo. La zona de estudio se encuentra ubicada en el Barrio Los Rosales, municipio de Rio de Oro Cesar, para finalmente plantear las respectivas recomendaciones.

La caracterización geo mecánica de los estratos de suelo encontrados, se realizó a través de sondeos con el equipo de penetración estándar SPT, en este caso el sondeo 4. A través de estos se puede establecer las propiedades geo mecánicas de los depósitos que conforman el suelo de

fundación y establecer un diagnóstico de los procesos geodinámicas como asentamientos que ocasionan fallas o inestabilidad en la obra lineal a construir.

Geología regional

Rocas Metamórficas. Ocupan dentro del área de estudio la zona correspondiente a la margen izquierda del Río de Oro y comprende las formaciones Neis de Bucaramanga y ortogneis. Estas formaciones y las ígneas que las acompañan forman el denominado macizo de Santander, del cual, una parte de la región norte cubre el presente estudio.

Oxtoneiss (pDo): Roca metamórfica de alto grado, considerada como la más antigua del área, conformada por neis biotíticos y anfibolíticos y neis cuarzo – feldespáticos, con biotitas, localmente abundantes y granates. Se presenta al sur oeste de la población de Río de Oro, su edad va del Devónico inferior al ordovícico.

Neis de Bucaramanga (pDb): Roca metamórfica compuesta por una secuencia meta sedimentaria de alto grado de metamorfismo, que consiste en paragneis rio lítico, neis calcáreo, neis horblendico, se presenta a lo largo del límite oriental con el departamento Norte de Santander, su edad fue establecida como precámbrica.

Rocas Ígneas. Se encuentran en la parte correspondiente a la margen derecha del río de Oro, al oriente de la zona de implantación del proyecto. Pertenecen al grupo plutónico de

Santander, con rocas intrusivas y volcánicas cuya edad varía del pre-devónico al cretáceo inferior. Su composición varía de tonalitas grises, cuarzo, monzonitas y granitos de color rosado.

Complejo ígneo intrusivo – extrusivo (Jci): Roca ígnea perteneciente a una fase intrusiva cuya composición predominante es cuarzo monzonita y una serie de etapas de volcanismo efusivo explosivo principalmente de carácter ríolítico, aflora en el límite con el departamento Norte de Santander y al nor oriente de la población de Río de Oro, su edad se estima al periodo Jurásico.

Rocas Sedimentarias. Son las que más abundan en el municipio y oscilan en edades que van del cretáceo inferior al reciente. Los sedimentos expuestos que limitan el sector oriental del macizo de Santander, se caracterizan por estar constituidas de areniscas, limolitas gris verdosa a pardas, arcillas ligeramente calcáreas, lutitas grises, con intercalaciones de conglomerados, guijarros de tamaño variado en matriz arenosa. Coliseo Cubierto – Municipio de Sedimentos aluviales recientes (Qalr): Estos depósitos están formados por sedimentos inconsolidados, estos yacen en los cauces de las quebradas, son de forma alargada y conformados principalmente por arenas de grano medio a fino, cantos y guijarros, en las orillas de los cauces y cantos gruesos en los fondos.

Geología local

Depósitos aluviales del río de Oro: Sobre la margen derecha del Río de Oro afloran depósitos aluviales compuestos arenas limosas que contienen gravas subangulosas con espesor superior a los 2.0 metros. Estos depósitos se localizan al oriente del área en estudio.

Depósitos residuales: Sobre la margen izquierda del Río de Oro, se localiza el sitio de implantación del proyecto, donde se encuentran materiales de relleno provenientes del corte realizado en la zona occidental del terreno. Estos depósitos tienen un espesor de 2.5 metros. Se encuentra en este sitio depósitos de origen residual evolucionados de la roca metamórfica presente en el sector norte del municipio.

Estructura y sismicidad.

Las estructuras más notorias en el municipio se generaron a partir de una orogenia producida al final del cretáceo y que tomaron su configuración actual hasta fines del mioceno. De igual manera durante el periodo de mioceno nuevos movimientos Tectónicos dieron como resultado la formación de una serie de fallas de cabalgamiento y el posterior levantamiento de la cordillera oriental. Las fallas de cabalgamiento presentes, en general tienen un rumbo paralelo al de la cordillera oriental, dominado principalmente por la falla de Bucaramanga con rumbo norte –noroeste. Cubierto – Municipio de Río de Oro (Cesar).

En el área las estructuras presentes son variadas por que se exhibe una topografía variada donde los procesos erosivos son los principales agentes modeladores de terreno. El sistema de fallas de Bucaramanga corre a lo largo del flanco occidental de la cordillera oriental. Al norte de Bucaramanga la falla se divide en dos trazas principales: la falla de Bucaramanga que va por el frente montañoso y la falla de el Carmen que penetra a la zona cordillerana y adicionalmente por otras fallas más cortas y subparalelas: el conjunto de áreas geológicas tiene un área de influencia y deformación sobre los macizos rocosos de varios kilómetros de ancho. Las fallas tienen expresión geomorfológica clara a través de tramos rectilíneos nítidos, la falla el Carmen, que pasa muy cerca y al occidente de la población de Río de Oro, la cual es de tipo inverso y buzando al occidente. La otra traza del sistema, en la región de Río de Oro, corre por el frente montañoso y pone en contacto rocas del macizo de Santander con sedimentos del cuaternario, presentes en el valle del Magdalena. Para la falla de Bucaramanga se ha postulado un desplazamiento total en sentido lateral izquierdo, desde el precámbrico hasta el terciario medio, del orden de 110 km. y desplazamientos verticales de la superficie de erosión de la cordillera oriental, entre 1000 y 3000 metros, desplazamientos presentados en los últimos 5 millones de años.

Existen evidencias de actividad cuaternaria de este sistema de fallas en la región la falla del frente montañoso corta y desplaza depósitos cuaternarios del valle del Magdalena, rasgos que son visibles en la zona de Aguachica. En la cercanía de Río de Oro, la falla de Bucaramanga – el Carmen tiene expresión geomorfológicas nítida y allí pone en contacto rocas metamórficas de la formación Bucaramanga con rocas ígneas del complejo intrusivo – extrusivo. En el área de implantación del proyecto no se evidencian las estructuras descritas anteriormente, el sistema de

falla Bucaramanga – El Carmen tiene incidencia a unos 2 Km de la zona de implantación del proyecto– Municipio de Río de Oro (Cesar).

De acuerdo a la Norma Colombiana de diseño y construcción Sismo Resistente NSR-10 la zona correspondiente al municipio de Río de Oro se encuentra ubicada en “zona de amenaza sísmica intermedia”, donde los coeficientes de aceleración sísmica para diseño (A_a) es igual a 0.20 y (A_v) es de 0.15; y el coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para el umbral de daño (A_d) es 0.04. Estos parámetros son generalizados para todo el municipio, sin tener en cuenta comportamientos y efectos locales de propagación de las ondas sísmicas, los cuales se podrán obtener con un estudio de microzonificación sísmica.

De cualquier manera, el sitio específico de fundación del proyecto, por ubicarse en suelo residual de bajo espesor con transición al macizo rocoso; no está sujeto a inconvenientes de efectos de amplificación o resonancia sísmicas, tampoco a fenómenos de licuación del suelo ni efectos topográficos locales.

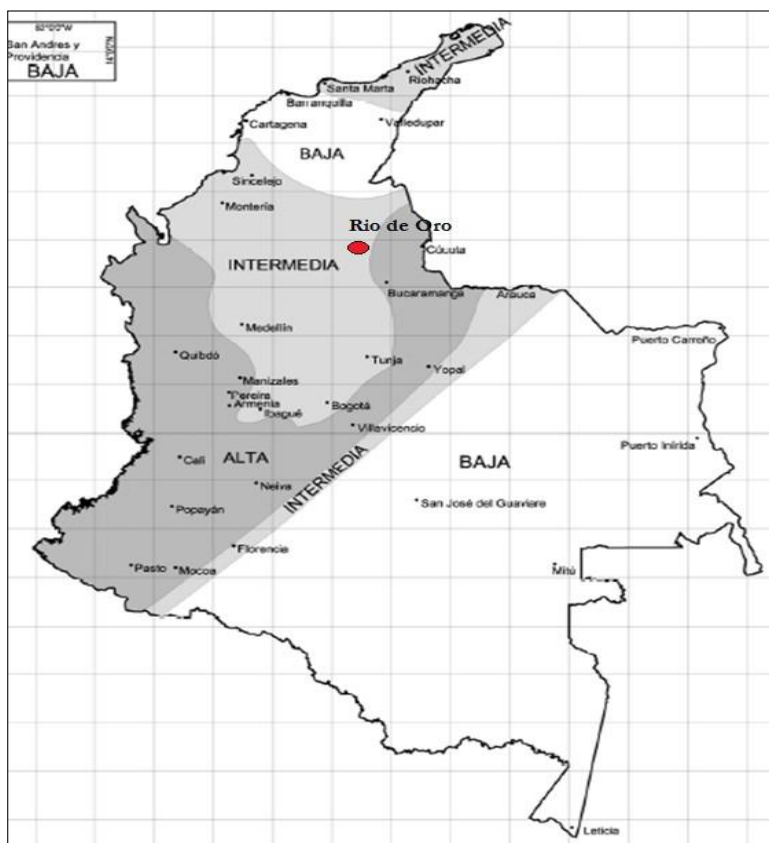


Figura 15. Zona de amenaza sísmica para el municipio de Rio de Oro.

Fuente: NSR-10

Ensayos de Laboratorio.

En el sondeo se realizaron muestreos representativos de los diferentes estratos o capas de suelo, tomando muestras inalteradas para realizar ensayos de Humedad (contenido de agua), Límites de Atterberg (plasticidad), Granulometría (tamaño de grano) con el fin de determinar las propiedades físicas de los suelos explorados. Estos ensayos se realizaron en el laboratorio Ingeniería Suelos y Geotecnia SAS de la ciudad Ocaña. Las muestras obtenidas se describieron e

identificaron en campo y laboratorio para posteriormente realizar el programa de ensayos que se muestra en la tabla.

Tabla 9

Ensayo de laboratorio.

Ensayo	Norma
Granulometría (tamaño de granos)	ASTM D 421-58 y D 422-63
Contenido de humedad	NTC 1495 ASTM D 2216
Límite plástico e Índice de Plasticidad	NTC 1493 ASTM D 4318
Límite Líquido	NTC 1494 ASTM D 4318
Clasificación	NTC 1504 ASTM D 2487
Penetración Estándar	ASTM D-1586-99, INV E-111-07

Fuente: Empresa ISG, INGENIERIA SUELOS Y GEOTECNIA SAS

Perfil Estratigráfico sondeo 4.

El perfil del suelo explorado está conformado de 0.0 a 0.15 m compuesta por un material orgánico color marrón claro; de 0.15 a 0.73 limo de alta plasticidad color café claro con vetas color marrón y naranja; de 0.73 a 3.0 m arcilla de baja plasticidad color ocre claro, con vetas color marrón y venas de óxido negro con puntos blancos; estrato duro, de buena capacidad de carga como suelo de soporte.



Figura 16 y Figura 17. Material encontrado de 0.0 a 1.0 m de profundidad sondeo #4.

Fuente: Empresa ISG, INGENIERIA SUELOS Y GEOTECNIA SAS



Figura 18 y Figura 19. Material encontrado de 1.0 a 2.0 m de profundidad sondeo #4.

Fuente: Empresa ISG, INGENIERIA SUELOS Y GEOTECNIA SAS

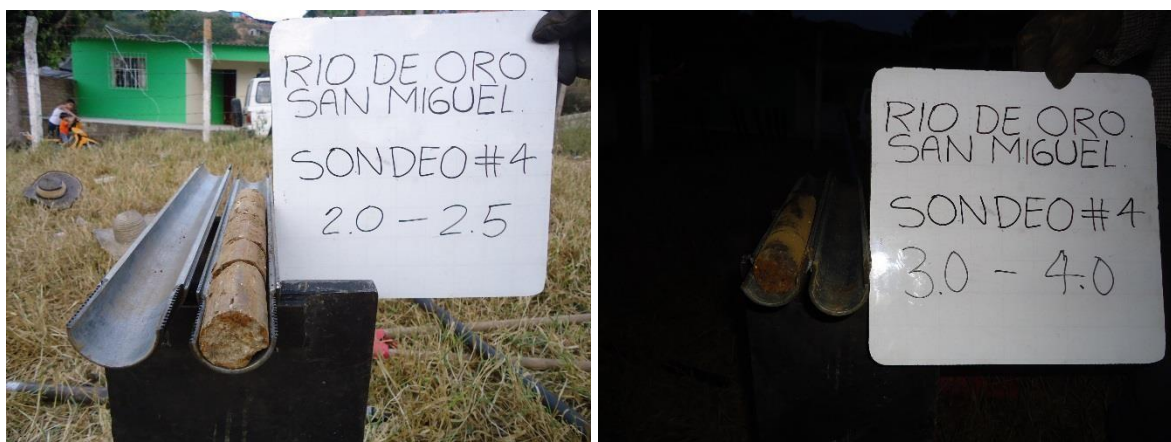


Figura 20 y *Figura 21*. Material encontrado de 2.0 a 4.0 m de profundidad sondeo #4.

Fuente: Empresa ISG, INGENIERIA SUELOS Y GEOTECNIA SAS

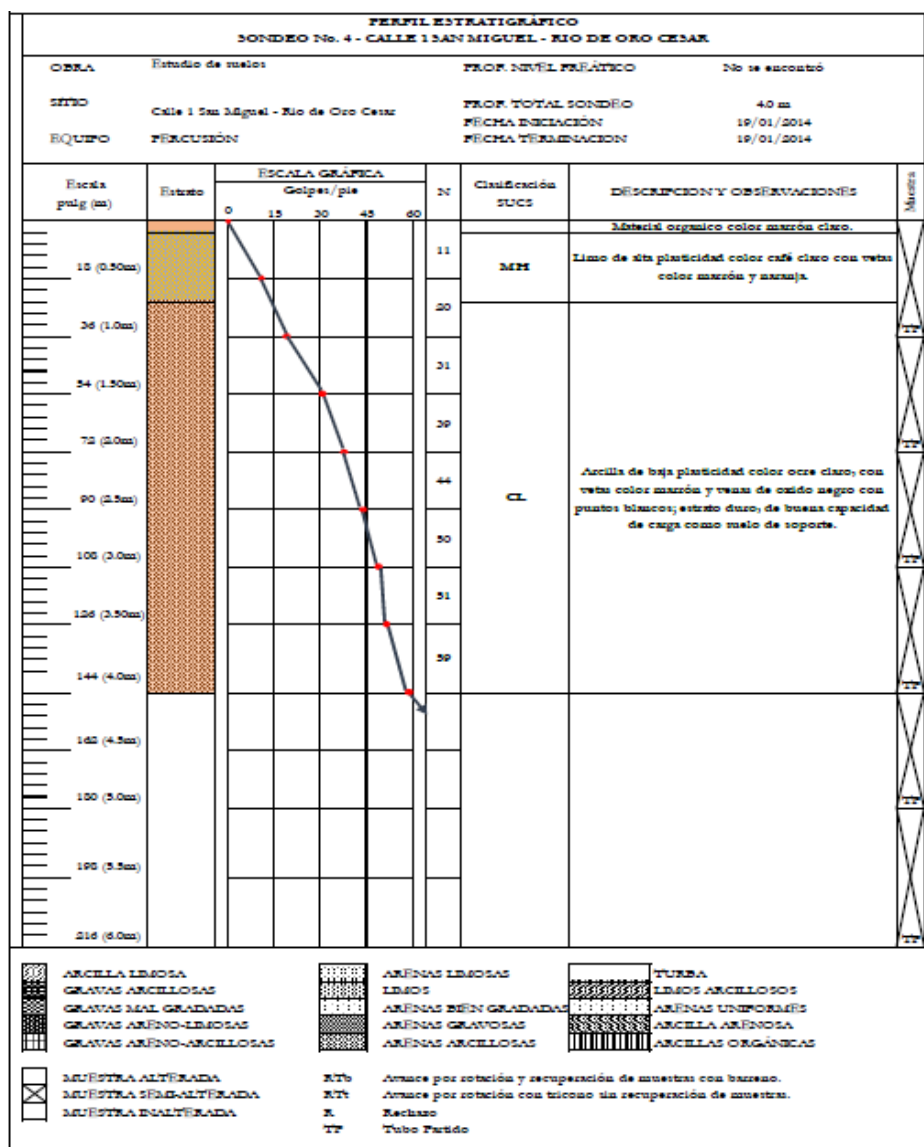


Figura 22. Perfil estratigráfico del sondeo #4

Fuente: Empresa ISG, INGENIERIA SUELOS Y GEOTECNIA SAS

Nivel Piezométrico o de Aguas Freáticas.

En el estudio realizado no se encontró presencia de aguas subterráneas.

Resultados de los ensayos de campo.

Ensayo de Penetración Estándar.

A continuación se presentan los resultados de los ensayos de penetración estándar (S.P.T.) para el sondeo efectuado, con los valores de N corregido y su ángulo de fricción.

ANGULO DE FRICCIÓN Y VALORES DE N Y N60 - SONDEO #4						
Profundidad	N	h (m)	Espesor Capa	N(60)	Angulo de Fricción	Angulo de Fricción prom.
0.0 - 0.5	11	0,5	0,5	7	29,2	30,05
0.5 - 1.0	20	1,0	1,0	13	30,9	
1.0 - 1.5	31	1,5	0,5	19	32,6	35,52
1.5 - 2.0	49	2,0	1,5	31	35,9	
2.0 - 2.5	44	2,5	0,5	28	35,1	
2.5 - 3.0	50	3,0	0,5	31	35,9	
3.0 - 3.5	51	3,5	0,5	32	36,1	
3.5 - 4.0	59	4,0	0,5	37	37,5	

Figura 23. Valores de N, N corregido y ángulo de fricción interna para el sondeo N°4.

Fuente: Empresa ISG, INGENIERIA SUELOS Y GEOTECNIA SAS

Capacidad de carga

De acuerdo a los resultados de investigación del subsuelo en cuanto a resistencia, compresibilidad, condiciones hidráulicas y teniendo en cuenta las características estructurales del proyecto, se efectuaron los análisis de estabilidad (Capacidad Portante) y deformaciones (Asentamientos).

Capacidad portante.

Para la evaluación de la capacidad de soporte del suelo se utilizaron correlaciones con los resultados del ensayo SPT según correspondiera a suelos cohesivos saturados o suelos granulares.

A continuación se presentan una serie de tablas de la capacidad portante en cada uno de los sondeos realizados ya sea para suelos granulares y suelos cohesivos.

CAPACIDAD DE CARGA - SONDEO # 4 - SUELO COHESIVO									
qa (Capacidad Portante Admisible para cualquier ancho de cimiento)									
Profundidad	Z(m)	N60	ES (KN/m ²)	Condicion del suelo	Cu (KN/m ²)	qadm (Kpa)	qadm (Kg/cm ²)	qadm (Ton/m ²)	Coefficiente de Balastro (Kg/cm ³)
0.0 - 0.5	0,5	7	7040	Húmedo	44,67	76,53	0,78	7,80	1,27
0.5 - 1.0	1,0	13	8960		82,95	142,13	1,45	14,49	2,36
1.0 - 1.5	1,5	19	10880		121,24	207,72	2,12	21,17	3,45
1.5 - 2.0	2,0	31	14720		197,81	338,92	3,45	34,55	5,64
2.0 - 2.5	2,5	28	13760		178,67	306,12	3,12	31,20	5,09
2.5 - 3.0	3,0	31	14720		197,81	338,92	3,45	34,55	5,64
3.0 - 3.5	3,5	32	15040		204,19	349,85	3,57	35,66	5,82
3.5 - 4.0	4,0	37	16640		236,10	404,51	4,12	41,23	6,73

Figura 24. Capacidad portante y coeficiente de balastro del sondeo N°4 para suelos cohesivos.

Fuente: Empresa ISG, INGENIERIA SUELOS Y GEOTECNIA SAS

Parámetros de presión de tierras.

Para calcular coeficiente de presión de tierras se obtuvo el valor de ángulo de fricción interna, de acuerdo al criterio de debilitamiento del suelo. Los valores de K_a , K_o y K_p se calcularon siguiendo el criterio de Rankine, como lo establece la norma NSR – 10.

Tabla 10

Parámetros de presión de tierras del sondeo N°4.

PARAMETROS DE PRESION DE TIERRAS	
Parámetros de presión de tierras	Valor
Angulo de fricción	35,52
Coefficiente de presión de tierras activo (K_a)	0,27
Coefficiente de presión de tierras pasivo (K_p)	3,77
Coefficiente de presión de tierras en reposo (K_o)	0,42

Fuente: Empresa ISG, INGENIERIA SUELOS Y GEOTECNIA SAS

Recomendaciones generales.

La profundidad de cimentación en la zona del sondeo es:

- ✓ Se recomienda durante la construcción proteger las construcciones aledañas para que estas no sean afectadas en su estructura misma.
- ✓ En caso de desnivel de cimentación se recomienda ubicar las zapatas a un mismo por medio de un mejoramiento en ciclópeo.
- ✓ Se debe tener cuidado de no alterar las condiciones de humedad de los suelos a la profundidad de cimentación seleccionada lo anterior debido a las condiciones de plasticidad del suelo que llevarían a una disminución en su capacidad portante al aumentar la humedad del suelo, la capacidad portante disminuye. Por lo cual se recomienda realizar la obra en temporada seca.

Impermeabilización y drenaje.

✓ Los materiales de relleno de las excavaciones para la cimentación deberán ser de características granulares.

Otras recomendaciones.

✓ La construcción de la estructura de cimentación debe hacerse preferiblemente en época de verano para evitar alteraciones y remodelo del suelo.

✓ Los ductos sanitarios que estén enterrados dentro del suelo deben construirse en tubería flexible tipo PVC para evitar roturas.

✓ Los pisos que se proyecten deberán construirse con una malla electro soldada como refuerzo y fundidos sobre una capa de suelo granular de al menos 10 cm de espesor.

Rellenos

✓ Los materiales de escombros y orgánicos provenientes de la excavación no podrán utilizarse en los rellenos compactos y terraplenes estructurales debido a su alto porcentaje de saturación.

Excavaciones.

✓ El material extraído deberá ser retirado inmediatamente y no se permitirá su almacenamiento temporal a menos de 50 cm del borde de la

excavación.

✓ Las excavaciones se mantendrán abiertas el menor tiempo posible, para evitar humedecimientos por lluvia.

4.2.3. Disponibilidad de energía

Dentro del análisis de disponibilidad de energía, se pudo encontrar que la entrega del recurso si es posible por medio de la Empresa Centrales Eléctricas Norte de Santander, a través de un oficio diligenciado a la empresa.

4.2.4. Estudio de población

Para llevar a cabo la proyección de la población del barrio Los Rosales del Municipio de Rio de Oro, se tendrá en cuenta los censos y las proyecciones del DANE hasta el año en que estas se encuentren disponibles, se realizaran las proyecciones a través de los métodos de cálculo, en base al libro elementos de diseño de acueducto y alcantarillado de Ricardo Alfredo López Cualla.

Fue necesario realizar un censo en el barrio Los Rosales a toda la comunidad, debido a la falta de información, y sobre todo para obtener proyecciones más precisas dentro del proyecto.

Se pudo recolectar en general los siguientes datos:

Tabla 11

Poblaciones de DANE

No.	
Suscriptores	90
Lotes baldíos	6
No. Habitantes	368

Fuente. Autores 2017

Usamos tres métodos de cálculo para las proyecciones de la población, con el fin de obtener precisión y confiabilidad en los datos, los métodos de cálculo son: el método aritmético, método geométrico y método exponencial.

La población será proyectada a 25 años, este es el periodo de diseño del sistema de bombeo, exigido por la resolución 0330 de 2017 en el artículo 40, capítulo 1 “Aspectos Generales”

La población total del municipio de Rio de Oro decrece según los censos realizados por el DANE, la causa de que la población total decrezca es porque la población rural del municipio disminuye, aunque la población urbana si aumenta la población total no lo hace, por tanto para la propuesta de diseño se tendrá en cuenta solo la población urbana del municipio.

Tabla 12

Poblaciones de DANE

Poblaciones de DANE		
Año	Población Total (hab)	Población Urbana (hab)
1985	13207	4208
1993	14613	4702
2005	14406	5603

Fuente. Autores 2017

Se realizaron las respectivas proyecciones de la población urbana del municipio, y de allí obtener la población proyectada del barrio los Rosales a través de los tres métodos de cálculo, teniendo en cuenta la información anterior.

- **Método aritmético**

Tomando el rango de censos entre el último censo (2005) y los censos iniciales (1985 - 1993), se determina el incremento poblacional.

$$k_{2005-1985} = \frac{p_{2005} - p_{1985}}{t_{2005} - t_{1985}} = \frac{5603hab - 4208hab}{2005 - 1985}$$

$$k_{2005-1985} = 69.75hab/año$$

$$k_{2005-1993} = \frac{p_{2005} - p_{1993}}{t_{2005} - t_{1993}} = \frac{5603hab - 4702hab}{2005 - 1993}$$

$$k_{2005-1993} = 75.083hab/año$$

Se halla el k_{prom} , así:

$$k_{prom} = 72.416hab/año$$

Para este valor de k_{prom} se proyecta la población a cada uno de los años del proyecto, la primera proyección a los 2 años en el 2017, y de allí cada 5 años hasta llegar al periodo de diseño que son 25 años, según la resolución 2320 del 2009 del RAS2010.

$$p_{2017} = p_{2005} + K * (t_{2017} - t_{2005}) = 5603hab + \frac{72.416hab}{año} * (2017 - 2005)$$

$$p_{2017} = 6472hab$$

$$p_{2022} = p_{2005} + K * (t_{2017} - t_{2022}) = 5603hab + \frac{72.416hab}{año} * (2022 - 2005)$$

$$p_{2022} = 6834hab$$

$$p_{2027} = p_{2005} + K * (t_{2027} - t_{2005}) = 5603hab + \frac{72.416hab}{año} * (2027 - 2005)$$

$$p_{2027} = 7196hab$$

$$p_{2032} = p_{2005} + K * (t_{2032} - t_{2005}) = 5603hab + \frac{72.416hab}{año} * (2032 - 2005)$$

$$p_{2032} = 7558hab$$

$$p_{2037} = p_{2005} + K * (t_{2037} - t_{2005}) = 5603hab + \frac{72.416hab}{año} * (2037 - 2005)$$

$$p_{2037} = 7920hab$$

$$p_{2042} = p_{2005} + K * (t_{2042} - t_{2005}) = 5603hab + \frac{72.416hab}{año} * (2042 - 2005)$$

$$p_{2042} = 8282hab$$

Teniendo en cuenta las proyecciones de todo el municipio, realizamos las respectivas proyecciones del barrio. De acuerdo con el censo realizado por las autoras del proyecto en el 2017, donde se pudo identificar que la población actual en el barrio los Rosales es de 368 hab.

2017		2022
6472hab	Población Rio de Oro	6834hab
368hab	Población Bar. Los Rosales	x
x = 389hab		

Figura 25. Proyección en el barrio para el año 2022

Fuente: Autores 2017.

2017		2027
6472hab	Población Rio de Oro	7196hab
368hab	Población Bar. Los Rosales	x
x = 409hab		

Figura 26. Proyección en el barrio para el año 2027

Fuente: Autores 2017.

2017		2032
6472hab	Población Rio de Oro	7558hab
368hab	Población Bar. Los Rosales	x
$x = 430\text{hab}$		

Figura 27. Proyección en el barrio para el año 2032

Fuente: Autores 2017.

2017		2037
6472hab	Población Rio de Oro	7920hab
368hab	Población Bar. Los Rosales	x
$x = 450\text{hab}$		

Figura 28. Proyección en el barrio para el año 2037

Fuente: Autores 2017.

2017		2042
6472hab	Población Rio de Oro	8282hab
368hab	Población Bar. Los Rosales	x
$x = 430\text{hab}$		

Figura 29. Proyección en el barrio para el año 2042

Fuente: Autores 2017.

- **Método geométrico**

Utilizando la ecuación de este método, se halla la rata de crecimiento para cada rango, así:

$$r_{2005-1985} = \left(\frac{p_{2005}}{p_{1985}} \right)^{\frac{1}{t_{2005}-t_{1985}}} - 1 = \left(\frac{5603hab}{4208hab} \right)^{\frac{1}{2005-1985}} - 1$$

$$r_{2005-1985} = 0.01442$$

$$r_{2005-1993} = \left(\frac{p_{2005}}{p_{1993}} \right)^{\frac{1}{t_{2005}-t_{1993}}} - 1 = \left(\frac{5603hab}{4702hab} \right)^{\frac{1}{2005-1993}} - 1$$

$$r_{2005-1985} = 0.01472$$

La rata promedio de crecimiento es: $r_{prom} = 0.01457$

Según lo anterior, realizamos las respectivas proyecciones:

$$p_{2017} = p_{2005} * (1 + r)^{t_{2017}-t_{2005}} = 5603hab * (1 + 0.01457)^{2017-2005}$$

$$p_{2017} = 6665hab$$

$$p_{2022} = p_{2005} * (1 + r)^{t_{2022}-t_{2005}} = 5603hab * (1 + 0.01457)^{2022-2005}$$

$$p_{2022} = 7165hab$$

$$p_{2027} = p_{2005} * (1 + r)^{t_{2027} - t_{2005}} = 5603hab * (1 + 0.01457)^{2027-2005}$$

$$p_{2027} = 7702hab$$

$$p_{2032} = p_{2005} * (1 + r)^{t_{2032} - t_{2005}} = 5603hab * (1 + 0.01457)^{2032-2005}$$

$$p_{2032} = 8280hab$$

$$p_{2037} = p_{2005} * (1 + r)^{t_{2037} - t_{2005}} = 5603hab * (1 + 0.01457)^{2037-2005}$$

$$p_{2037} = 8901hab$$

$$p_{2042} = p_{2005} * (1 + r)^{t_{2042} - t_{2005}} = 5603hab * (1 + 0.01457)^{2042-2005}$$

$$p_{2042} = 9568hab$$

Según las proyecciones anteriores y el censo realizado. Calculamos las proyecciones en el barrio Los Rosales.

2017		2022
6665hab	Población Rio de Oro	7165hab
368hab	Población Bar. Los Rosales	x
$x = 396\text{hab}$		

Figura 30. Proyección en el barrio para el año 2022

Fuente: Autores 2017.

2017		2027
6665hab	Población Rio de Oro	7702hab
368hab	Población Bar. Los Rosales	x
$x = 425\text{hab}$		

Figura 31. Proyección en el barrio para el año 2027

Fuente: Autores 2017.

2017		2032
6665hab	Población Rio de Oro	8280hab
368hab	Población Bar. Los Rosales	x
$x = 457\text{hab}$		

Figura 32. Proyección en el barrio para el año 2032

Fuente: Autores 2017

2017		2037
6665hab	Población Rio de Oro	8901hab
368hab	Población Bar. Los Rosales	x
x = 491hab		

Figura 33. Proyección en el barrio para el año 2037

Fuente: Autores 2017

2017		2032
6665hab	Población Rio de Oro	9568hab
368hab	Población Bar. Los Rosales	x
x = 528hab		

Figura 34. Proyección en el barrio para el año 2042

Fuente: Autores 2017

- **Método exponencial**

A través de los censos hallamos el k por este método.

$$k_{g\ 1993-1985} = \frac{\ln p_{1993} - \ln p_{1985}}{t_{1993} - t_{1985}} = \frac{\ln 4702 - \ln 4208}{1993 - 1985}$$

$$k_{g\ 1993-1985} = 0.01388$$

$$k_g_{2005-1993} = \frac{\ln p_{2005} - \ln p_{1993}}{t_{2005} - t_{1993}} = \frac{\ln 5603 - \ln 4702}{2005 - 1993}$$

$$k_g_{2005-1993} = 0.01461$$

Se halla el k_g promedio.

$$k_g \text{ promedio} = 0.01425$$

Se calcula la población proyectada teniendo en cuenta el k_g promedio, así:

$$p_{2017} = p_{1985} * e^{k_g * (t_{2017} - t_{1985})} = 4208 * e^{0.01425 * (2017 - 1985)}$$

$$p_{2017} = 6639hab$$

$$p_{2022} = p_{1985} * e^{k_g * (t_{2022} - t_{1985})} = 4208 * e^{0.01425 * (2022 - 1985)}$$

$$p_{2022} = 7129hab$$

$$p_{2027} = p_{1985} * e^{k_g * (t_{2027} - t_{1985})} = 4208 * e^{0.01425 * (2027 - 1985)}$$

$$p_{2027} = 7656hab$$

$$p_{2032} = p_{1985} * e^{k_g*(t_{2032}-t_{1985})} = 4208 * e^{0.01425*(2032-1985)}$$

$$p_{2032} = 8221hab$$

$$p_{2037} = p_{1985} * e^{k_g*(t_{2037}-t_{1985})} = 4208 * e^{0.01425*(2037-1985)}$$

$$p_{2037} = 8829hab$$

$$p_{2042} = p_{1985} * e^{k_g*(t_{2042}-t_{1985})} = 4208 * e^{0.01425*(2042-1985)}$$

$$p_{2042} = 9481hab$$

Con las anteriores proyecciones y el censo realizado en el barrio Los Rosales en el 2017, hacemos las respectivas proyecciones:

2017		2022
6639hab	Población Rio de Oro	7129hab
368hab	Población Bar. Los Rosales	x
x = 395hab		

Figura 35. Proyección en el barrio para el año 2022

Fuente: Autores 2017

2017		2027
6639hab	Población Rio de Oro	7656hab
368hab	Población Bar. Los Rosales	x
x = 424hab		

Figura 36. Proyección en el barrio para el año 2027

Fuente: Autores 2017

2017		2032
6639hab	Población Rio de Oro	8221hab
368hab	Población Bar. Los Rosales	x
x = 456hab		

Figura 37. Proyección en el barrio para el año 2032

Fuente: Autores 2017

2017		2037
6639hab	Población Rio de Oro	8829hab
368hab	Población Bar. Los Rosales	x
x = 489hab		

Figura 38. Proyección en el barrio para el año 2037

Fuente: Autores 2017

2017		2042
6639hab	Población Rio de Oro	9481hab
368hab	Población Bar. Los Rosales	x
x = 526hab		

Figura 39. Proyección en el barrio para el año 2042

Fuente: Autores 2017

Se recogió todas las proyecciones del municipio y del barrio en la siguiente tabla de proyecciones por cada método, para luego hacer un promedio entre las proyecciones del barrio, con el fin de obtener un dato más preciso.

Proyecciones según cada método			
Método de cálculo	Año	Pobl. Rio de Oro	Pobl. Los Rosales
Aritmetico	1985	4208	
	1993	4702	
	2005	5603	
	2017	6472	368
	2022	6834	389
	2027	7196	409
	2032	7558	430
	2037	7920	450

	2042	8282	471
Geométrico	1985	4208	
	1993	4702	
	2005	5603	
	2017	6665	368
	2022	7165	396
	2027	7702	425
	2032	8280	457
	2037	8901	491
	2042	9568	528
Exponencial	1985	4208	
	1993	4702	
	2005	5603	
	2017	6639	368
	2022	7129	395
	2027	7656	424
	2032	8221	456
	2037	8829	489
	2042	9481	526

Figura 40. Proyecciones según cada método.

Fuente: Autores 2017

Año	Población "Los Rosales"
2017	368hab
2022	393hab
2027	419hab
2032	448hab
2037	477hab
2042	508hab

Figura 41. Población en el barrio Los Rosales.

Fuente: Autores 2017

4.2.5. Estudio de demanda de agua

El barrio Los Rosales es una urbanización de viviendas de interés social, en la actualidad habitan 368 personas (90 suscriptores), el nivel socioeconómico del barrio es bajo, estrato1, toda la zona es residencial y dentro del esquema de ordenamiento territorial no se prevén futuras expansiones del barrio en cuanto a su área se refiere. El clima del municipio es templado con una

temperatura aproximada de 22°C, toda la población del barrio está conectada al servicio de agua potable, el servicio se presta las 24 horas, pero como se ha venido indicando el servicio no es continuo debido a la elevación del terreno con respecto al tanque.

- **Dotación neta por habitante**

Según la tabla 1 del Art 43 “Dotación neta máxima” de la resolución 0330 de 2017 Reglamento técnico RAS, y teniendo en cuenta que el barrio se encuentra entre los 1182 m.s.n.m. y 1209 m.s.n.m. La dotación neta es:

$$d_{neta} = \frac{130l}{hab\ dia}$$

- **Dotación bruta**

$$d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%p}$$

El % de pérdidas máximas admisibles no deberá superar el 25%, afirma el Art 44 “Dotación bruta” de la resolución 0330 de 2017.

$$\%p = 25\%$$

$$d_{bruta} = \frac{130l}{1 - 0.25}$$

$$d_{bruta} = \frac{173.333l}{hab\ dia}$$

En el capítulo 2 de la resolución 0330 de 2017, Art. 47 “Caudales de diseño”, la norma exige trabajar los diseños de cualquier sistema con el caudal máximo diario.

- **Caudal medio diario**

$$Q_{md} = \frac{p * d_{bruta}}{86400}$$

$$Q_{md} = \frac{508hab * \frac{120l}{hab\ dia}}{86400}$$

$$Q_{md} = 0.70556l/s$$

- **Caudal máximo diario**

Según el Art.47 de la resolución 0330 del 2017 los factores de mayoración k1 y k2, para las poblaciones menores o iguales de 12500 habitantes, al periodo de diseño, en ningún caso el factor k1 será superior a 1.3 ni el factor k2 superior a 1.6.

$$Q_{MD} = Q_{md} * k_1$$

El valor del coeficiente de consumo máximo diario (k_1) será 1.30 según lo anterior estipulado en la resolución.

$$Q_{MD} = 0.70556l/s * 1.30$$

$$Q_{MD} = 0.91723l/s$$

- **Caudal máximo horario**

$$Q_{MH} = Q_{md} * k_2$$

El valor del coeficiente de consumo máximo diario (k_2) será 1.60 según lo anterior estipulado en la resolución.

$$Q_{MH} = 0.70556l/s * 1.60$$

$$Q_{MH} = 1.1289l/s$$

4.3. Diseño de todos los componentes del sistema de bombeo del sector los Rosales que permita la optimización del sistema de acueducto en esta zona mediante el uso de las especificaciones técnicas ajustadas a la normatividad actual.

Teniendo en cuenta el reglamento RAS 2017 con la resolución 0330 del mismo año, se realizaron los respectivos diseños hidráulicos de la bomba, la tubería de impulsión y de succión, de igual manera los tanques de almacenamiento y de succión. Se realizó el respectivo un análisis del diseño eléctrico necesario para el funcionamiento de la bomba y de los flotadores de los tanques. El diseño estructural de los dos tanques fue basado de la NRS.

4.3.1. Diseño del sistema de bombeo (bomba, tubería de succión, tubería de impulsión, tanque de succión y tanque de almacenamiento)

Buscando una solución a la problemática que presenta el barrio los rosales a causa de las bajas presiones, diseñaremos un sistema de bombeo automático.

Parámetros de diseño

Localización = Barrio los Rosales (Rio de Oro, Cesar)

Nivel de complejidad del sistema = Bajo

Periodo de diseño = 25 años

Número total de horas de bombeo al día = 12

Capacidad de diseño = Según el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) en el numeral B.8.4.2 la capacidad de las estaciones de bombeo cuando éste no se realice en forma continua durante 24 horas corresponderá al QMD multiplicado por el factor de las horas de bombeo; para el presente estudio se tiene:

Porcentaje de utilización de la bomba en el día:

$$\frac{\text{Número de horas de bombeo}}{24} = \frac{12}{24} \times 100\% = 50\%$$

Caudal de diseño:

$$Q_{\text{Diseño}} = \frac{\text{QMD}}{0.5}$$

$$Q_{\text{Diseño}} = \frac{1.32487 \text{ lts/seg}}{0.5}$$

$$Q_{\text{Diseño}} = 2.65 \text{ lts/seg}$$

El caudal máximo diario (QMD) corresponde al proyectado a 25 años.

Año	Población "Los	Caudal medio	Caudal máximo	Caudal máximo

	Rosales" (hab)	diario (lt/s)	diario (lt/s)	horario (lt/s)
2017	368	0,73827	0,95975	1,18123
2022	393	0,78843	1,02495	1,26148
2027	419	0,84059	1,09276	1,34494
2032	448	0,89877	1,16840	1,43802
2037	477	0,95694	1,24403	1,53111
2042	508	1,01914	1,32488	1,63062

Figura 42. Proyección de demanda de consumos

Fuente: Autores 2017

Diseño de la tubería de impulsión

Teniendo en cuenta el numeral B.8.5.4.1 del R.A.S la ecuación que define el diámetro más económico para la tubería de descarga de la estación de bombeo es:

$$De = 1.2 \left[\frac{t}{24} \right]^{0.25} * \sqrt{Q}$$

Dónde:

t = Número de horas de bombeo por día (hora)

Q = Caudal de bombeo (m³/seg)

De = Diámetro económico interno de la tubería (m)

$$De = 1.2 \left[\frac{12}{24} \right]^{0.25} * \sqrt{0.00265}$$

$$D_e = 0.052\text{m} = 52\text{mm}$$

Clase de tubería = RDE 26, tipo 1, grado 1. PAVCO.

$$\text{Presión de trabajo} = 11.25 \text{ kg/cm}^2 = 112.5 \text{ m.c.a}$$

Para el diámetro nominal de 2'' (60 mm):

$$\text{Diámetro externo} = 60.3 \text{ mm}$$

$$\text{Espesor de la pared del tubo} = 2.31 \text{ mm}$$

$$\text{Diámetro interno real} = 60.3\text{mm} - 2.31 \text{ mm} * 2 = 55.70 \text{ mm}$$

Velocidad del fluido en la tubería de impulsión:

$$Q_d = V * A$$

$$V = \frac{0.00265 \text{ m}^3/\text{seg}}{\frac{\pi * (0.0557\text{m})^2}{4}} = 1.1 \text{ m/seg}$$

La velocidad cumple con las especificaciones exigidas por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), quien indica en el numeral B.8.4.8.3 que la velocidad mínima en tuberías de impulsión debe ser de 1m/seg y la máxima de 6m/seg.

$$1\text{m/seg} < 1.1\text{m/seg} < 6\text{m/seg}$$

Diseño de la tubería de succión

El Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), en el numeral B.8.4.8.1 recomienda que el diámetro de la tubería de succión sea mayor que el de la tubería de impulsión en por lo menos 50mm.

Teniendo en cuenta lo anterior se adopta un diámetro nominal de 4’’.

Clase de tubería = RDE 26, tipo 1, grado 1. PAVCO.

Presión de trabajo = $11.25 \text{ kg/cm}^2 = 112.5 \text{ m.c.a}$

Para el diámetro nominal de 4’’ (114 mm):

Diámetro externo = 114.3 mm

Espesor de la pared del tubo = 4.39 mm

Diámetro interno real = $114.3\text{mm} - 4.39 \text{ mm} * 2 = 105.52 \text{ mm}$

Velocidad del fluido en la tubería de succión:

$$Q_d = V * A$$

$$V = \frac{0.00265 \text{ m}^3/\text{seg}}{\frac{\pi * (0.10552\text{m})^2}{4}} = 0.30 \text{ m/seg}$$

La velocidad no cumple con las especificaciones exigidas por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), quien indica en el numeral B.8.4.8.2 que la velocidad mínima en tuberías de succión debe ser de 0.45m/seg y la máxima de 1.30m/seg. Por lo tanto se adopta un diámetro nominal de 3”.

Clase de tubería = RDE 26, tipo 1, grado 1. PAVCO.

Presión de trabajo = $11.25 \text{ kg/cm}^2 = 112.5 \text{ m.c.a}$

Para el diámetro nominal de 3” (88 mm):

Diámetro externo = 88.9 mm

Espesor de la pared del tubo = 3.43 mm

Diámetro interno real = $88.9\text{mm} - 3.43\text{mm} * 2 = 82.04 \text{ mm}$

Velocidad del fluido en la tubería de succión:

$$Q_d = V * A$$

$$V = \frac{0.00265 \text{ m}^3/\text{seg}}{\frac{\pi * (0.08204\text{m})^2}{4}} = 0.50 \text{ m/seg}$$

La velocidad cumple con las especificaciones exigidas por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), quien indica en el numeral B.8.4.8.2 que la velocidad mínima en tuberías de succión debe ser de 0.45m/seg y la máxima de 1.00m/seg

$$0.45\text{m/seg} < 0.50\text{m/seg} < 1.00\text{m/seg}$$

Accesorios y estructuras:

Con el fin de garantizar la protección y el correcto funcionamiento de la estación de bombeo el diseño contemplará los siguientes elementos:

- **Válvula de pie con coladera:** Se instalará una válvula de pie con coladera en la boca de la tubería de succión con el fin de impedir que la tubería de succión se desocupe conllevando así a que la bomba se descebe. Además ayudará a evitar la entrada de cuerpos extraños en la tubería de succión que puedan ocasionar daños en la bomba.

- **Válvula de retención:** Se instalará una válvula de cheque en la tubería de impulsión con el propósito de evitar contraflujos que ocasione daños en la bomba o posibles aplastamientos de las tuberías de succión e impulsión.

- **Válvula de control:** Teniendo en cuenta las recomendaciones exigidas por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), se instalará una válvula de control en la descarga con el fin de facilitar las labores de limpieza y mantenimiento en el sistema de bombeo.

- **Codos:** Según el trazado en planta y perfil de la línea de succión e impulsión se seleccionarán los codos correspondientes a cada punto de la tubería.

- **Reducción excéntrica:** Se instalará una reducción excéntrica en la tubería de succión con el fin de evitar la acumulación de aire en la parte superior de la tubería.

- **Ampliación concéntrica:** Se instalará una ampliación concéntrica en la tubería de impulsión ya que del lado de esta tubería no existen problemas de formación de aire.

Altura dinámica total (hp)

Aplicando la ecuación de Bernoulli entre el tanque de succión (1) y el tanque de descarga (2) se tiene:

$$Z1 + \frac{P1}{\gamma} + \frac{V1^2}{2 * g} - hf - hl + HP = Z2 + \frac{P2}{\gamma} + \frac{V2^2}{2 * g}$$

Dónde:

Z1 = Cabeza de posición en el tanque de succión (m)

Z2 = Cabeza de posición en el tanque de descarga (m)

P1/ γ = Cabeza de presión en el tanque de succión (m)

P2/ γ = Cabeza de presión en el tanque de descarga (m)

V1²/2*g = Cabeza de velocidad en el tanque de succión (m)

V2²/2*g = Cabeza de velocidad en el tanque de descarga (m)

hf = Pérdidas por fricción (m)

hl = Pérdidas localizadas (m)

HP = Altura dinámica total (m)

$$\frac{P1}{\gamma} = 0; \frac{P2}{\gamma} = 0; V1 = 0; V2 = 0$$

$$1187.70\text{m} - hf - hl + HP = 1216.16\text{m}$$

$$HP = hf + hl + 28.46 \quad (1)$$

Pérdidas por fricción:

$$h_f = h_{fs} + h_{fi}$$

$$h_f = \frac{f_s * l_s * V_s^2}{2 * g * D_s} + \frac{f_i * l_i * V_i^2}{2 * g * D_i}$$

Dónde:

h_f = Pérdidas totales por fricción en el sistema (m)

h_{fs} = Pérdidas por fricción en la tubería de succión (m)

h_{fi} = Pérdidas por fricción en la tubería de impulsión (m)

f_s = Factor de fricción en la tubería de succión

f_i = Factor de fricción en la tubería de impulsión

l_s = Longitud de la tubería de succión (m)

l_i = Longitud de la tubería de impulsión (m)

g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

V_s = Velocidad del en la tubería de succión (m/seg)

V_i = Velocidad del en la tubería de impulsión (m/seg)

D_s = Diámetro de la tubería de succión (m)

D_i = Diámetro de la tubería de impulsión (m)

Pérdidas localizadas:❖ **Pérdidas por codos****Tubería de succión:**

$$h_m = 0.25 * \frac{V_s^2}{2 * g} * \Sigma n \sqrt{\frac{\theta}{90}}$$

$$h_m = 0.25 * \frac{V_s^2}{2 * g} * \left[1 \sqrt{\frac{90}{90}} \right]$$

$$h_m = 0.25 * \frac{V_s^2}{2 * g}$$

Tubería de impulsión:

$$h_m = 0.25 * \frac{V_i^2}{2 * g} * \Sigma n \sqrt{\frac{\theta}{90}}$$

$$h_m = 0.25 * \frac{V_i^2}{2 * g} * \left[4 \sqrt{\frac{90}{90}} \right]$$

$$h_m = 1.00 * \frac{V_i^2}{2 * g}$$

❖ **Pérdida por entrada normal al conducto ; k=1.0**

$$h_m = k * \frac{V_s^2}{2 * g}$$

$$h_m = 1.0 * \frac{V_s^2}{2 * g}$$

❖ **Pérdida por válvula de pie con coladera ; k=1.75**

$$h_m = k * \frac{V_s^2}{2 * g}$$

$$h_m = 1.75 * \frac{V_s^2}{2 * g}$$

❖ **Pérdida por reducción excéntrica ; k=0.02**

$$h_m = k * \frac{V_s^2}{2 * g}$$

$$h_m = 0.02 * \frac{V_s^2}{2 * g}$$

❖ **Pérdida por ampliación concéntrica ; k=0.04**

$$h_m = k * \frac{V_i^2}{2 * g}$$

$$h_m = 0.04 * \frac{V_i^2}{2 * g}$$

❖ **Pérdida por salida del conducto ; k=1.0**

$$h_m = k * \frac{V_i^2}{2 * g}$$

$$h_m = 1.0 * \frac{V_i^2}{2 * g}$$

❖ **Pérdida por válvula de cheque ; k=2.5**

Se proyectará 1 válvula de cheque:

1 a la salida de la tubería de impulsión

$$h_m = n * k * \frac{V_i^2}{2 * g}$$

$$h_m = 1 * 2.5 * \frac{V_i^2}{2 * g}$$

$$h_m = 2.5 * \frac{V_i^2}{2 * g}$$

❖ **Pérdida por válvula de control ; k=0.2**

Se proyectarán 2 válvulas de control:

1 a la salida de la tubería de impulsión

1 a la llegada al tanque de descarga

$$h_m = n * k * \frac{V_i^2}{2 * g}$$

$$h_m = 2 * 0.2 * \frac{V_i^2}{2 * g}$$

$$h_m = 0.4 * \frac{V_i^2}{2 * g}$$

❖ **Pérdida por la te, a través de la salida lateral ; k=1.8**

$$h_m = k * \frac{V_i^2}{2 * g}$$

$$h_m = 1.8 * \frac{V_i^2}{2 * g}$$

Pérdidas totales localizadas

Tubería de succión:

$$h_{ms} = 3.0 * \frac{V_s^2}{2 * g}$$

Tubería de impulsión:

$$h_{mi} = 6.7 * \frac{V_i^2}{2 * g}$$

Reemplazando las pérdidas por fricción y pérdidas localizadas en la ecuación de la energía se tiene:

$$HP = \frac{f_s * l_s * V_s^2}{2 * g * D_s} + \frac{f_i * l_i * V_i^2}{2 * g * D_i} + \frac{3.0 * V_s^2}{2 * g} + \frac{6.7 * V_i^2}{2 * g} + 28.46 \quad (2)$$

De la ecuación de Colebrook – White se obtienen los factores de fricción (f_s y f_i):

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left[\frac{K_s}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right]$$

Para la tubería de impulsión:

$$Q_d = V * A$$

$$V_i = \frac{0.00265 \text{ m}^3/\text{seg}}{\frac{\pi * (0.0557\text{m})^2}{4}} = 1.1 \text{ m/seg}$$

$$Re = \frac{1.1\text{m/seg} * 0.0557\text{m}}{1.007 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg}}$$

$$Re = 60844.09 > 4000 \text{ flujo turbulento}$$

$$\frac{1}{\sqrt{f_i}} = -2 * \text{Log} \left[\frac{1.5 \times 10^{-6} \text{ m}}{3.7 * 0.0557 \text{ m}} + \frac{2.51}{60844.09 * \sqrt{f_i}} \right]$$

$$f_i = 0.020$$

Para la tubería de succión:

$$Q_d = V * A$$

$$V_s = \frac{0.00265 \text{ m}^3/\text{seg}}{\frac{\pi * (0.08204\text{m})^2}{4}} = 0.50 \text{ m/seg}$$

$$Re = \frac{0.50\text{m/seg} * 0.08204\text{m}}{1.007 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg}}$$

$$Re = 23306.26 > 4000 \text{ flujo turbulento}$$

$$\frac{1}{\sqrt{f_s}} = -2 * \text{Log} \left[\frac{1.5 \times 10^{-6} \text{ m}}{3.7 * 0.08204 \text{ m}} + \frac{2.51}{40734.86 * \sqrt{f_s}} \right]$$

$$f_s = 0.022$$

Reemplazando los factores de fricción, longitudes, diámetros y velocidades de los conductos en la ecuación (2) se obtiene la altura dinámica total (HP):

$$HP = \frac{f_s * l_s * V_s^2}{2 * g * D_s} + \frac{f_i * l_i * V_i^2}{2 * g * D_i} + \frac{3.0 * V_s^2}{2 * g} + \frac{6.7 * V_i^2}{2 * g} + 28.46 \quad (2)$$

$$HP = \frac{0.022 * 6.50 * (0.5)^2}{2 * 9.81 * 0.08204} + \frac{0.020 * 152 * (1.1)^2}{2 * 9.81 * 0.0557} + \frac{3.0 * (0.5)^2}{2 * 9.81} + \frac{6.7 * (1.1)^2}{2 * 9.81} + 28.46$$

$$HP = 32.30 \text{ m}$$

Con los valores de caudal (42.0GPM) y la altura dinámica total de elevación (32.30m) se selecciona la bomba teniendo en cuenta las curvas características suministradas por la empresa fabricante "HIDROMAC". Con base en la figura No. 1, la cual muestra las características de la bomba seleccionada, esto es, la capacidad de bombeo para diferentes alturas y la eficiencia para diferentes diámetros de rotores, el NPSH requerido y la potencia requerida, se selecciona un rodete de $\varnothing=125\text{mm}$, al cual corresponde una altura dinámica de 32.30m, una eficiencia del 50%, un NPSH requerido de 2.0m y una potencia de 3H

HIDROMAC

MALMEDI

Centrifugas

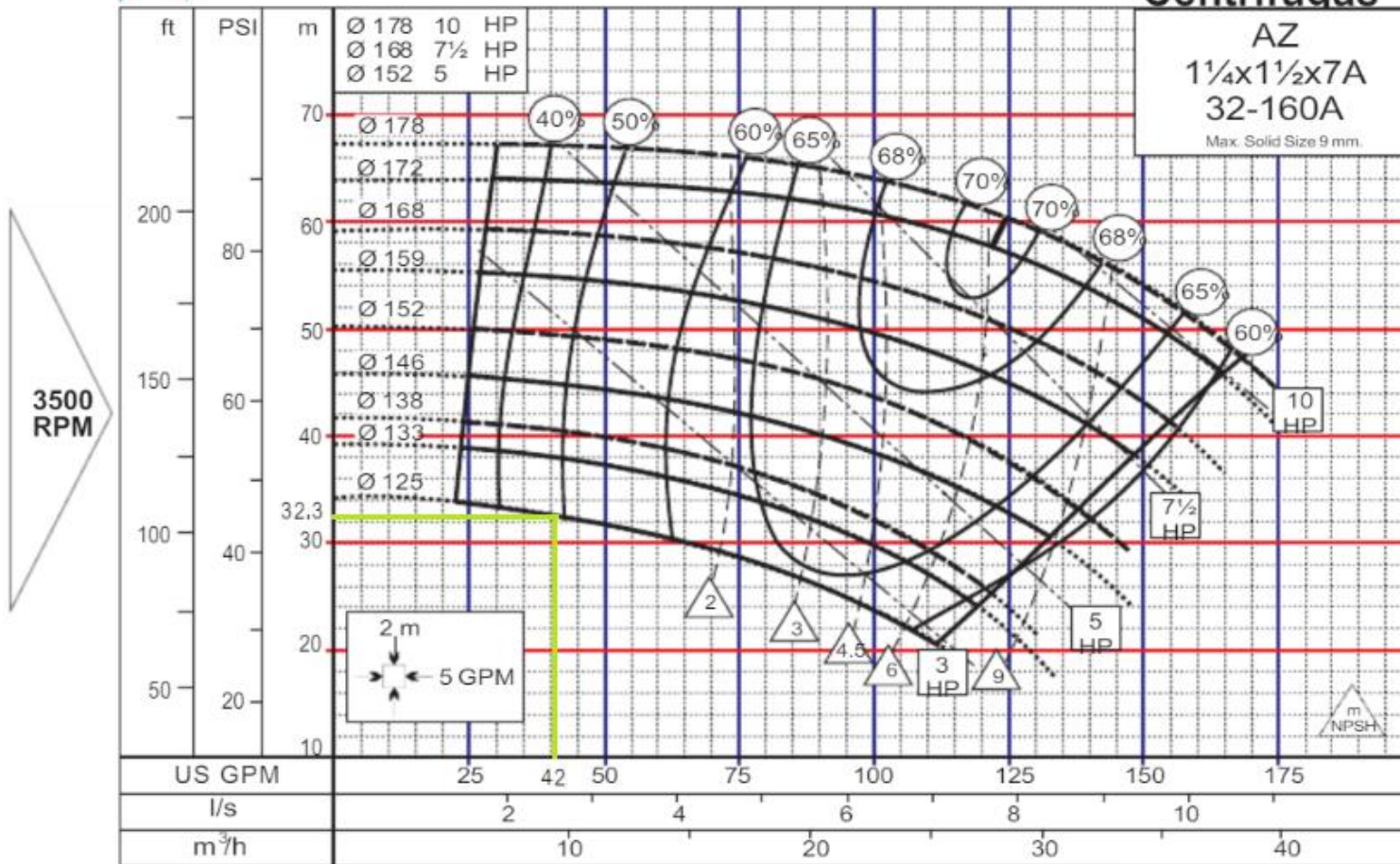


Figura 43. Curva característica de la bomba serie AZ ANSI **Figura 44.** Curva característica de la bomba serie AZ ANSI (11/4x11/2x7A) DIN (32-160A) de la empresa HIDROMAC

Fuente: Autores 2017

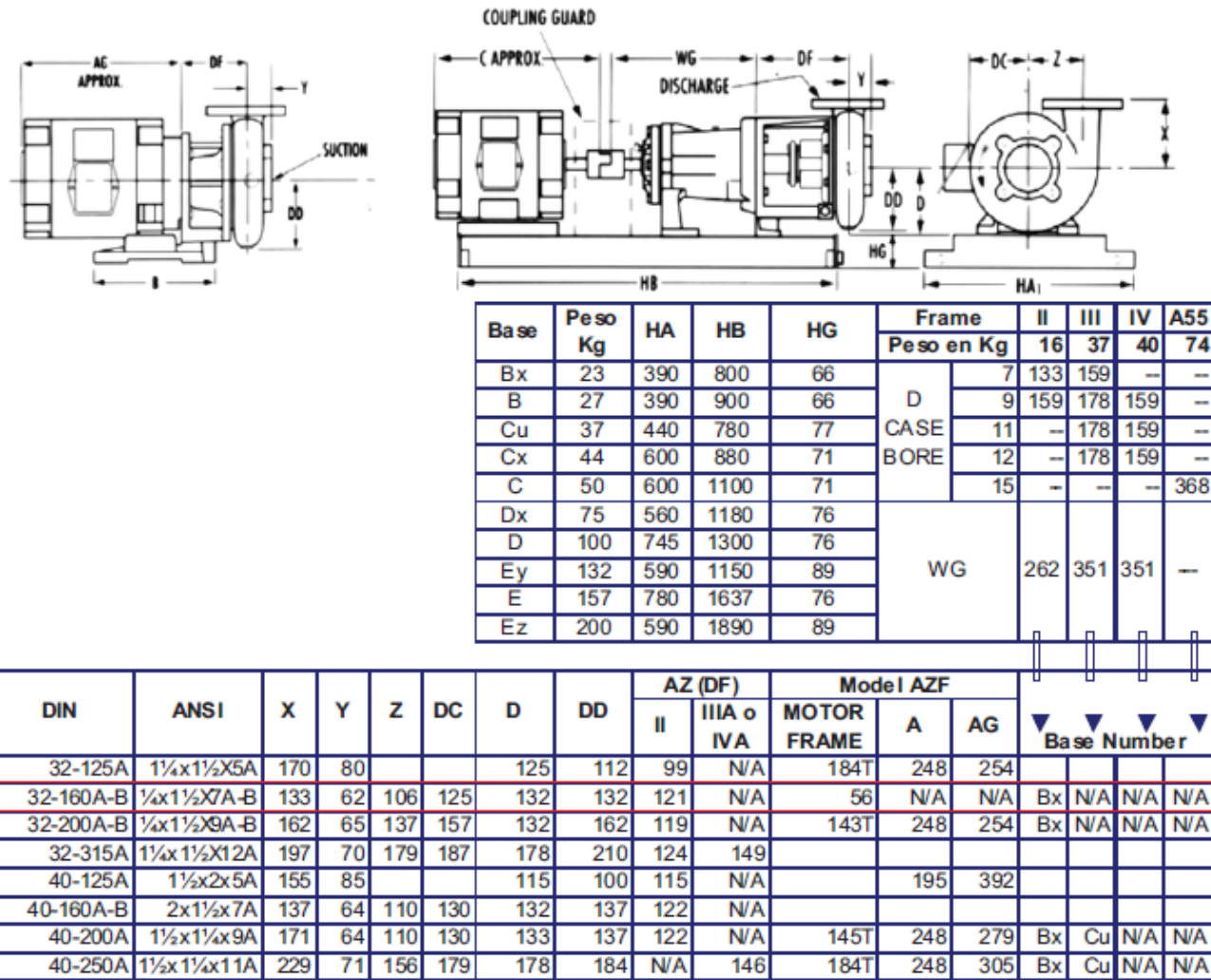


Figura 45. Dimensiones bomba serie AZ ANSI (1¼x1½x7A) DIN (32-160A) de la empresa HIDROMAC

Fuente: Autores2017

Potencia de la bomba (pb)

Según el numeral B.8.5.3.1 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), la potencia requerida por la bomba debe ser la suficiente para obtener la capacidad del sistema bajo la condición de caudal máximo de operación y se calcula con la siguiente ecuación:

$$P_b = \frac{\gamma * Q * HP}{e}$$

Donde:

P_b = Potencia de la bomba (kW)

γ = Peso específica del agua (kn/m³)

Q = Caudal (m³/seg)

HP = Altura dinámica total (m)

e = Eficiencia del bombeo (adim)

$$P_b = \frac{9.81 \text{kn/m}^3 * 0.00265 \text{m}^3/\text{seg} * 32.30 \text{m}}{0.50}$$

$$P_b = 1.70 \text{Kw}$$

Potencia del motor (pm)

Para tener en cuenta las pérdidas mecánicas de transmisión de energía y evitar el recalentamiento del motor de la bomba, se recomienda usar un motor con una potencia de 1.20 veces la potencia de la bomba:

$$P_m = 1.20 \times P_b$$

$$P_m = 1.20 \times 1.70\text{kW}$$

$$P_m = 2.04\text{kW}$$

En caballos de fuerza (horsepower) la potencia del motor es:

$$P_m = \frac{1\text{horsepower}}{0.7457\text{kW}} * 2.04\text{kW}$$

$$P_m = 2.74\text{horsepower}$$

Potencia del motor comercial:

$$P_m = 3\text{horsepower}$$

En síntesis el equipo de bombeo requerido es:

- ❖ Número de unidades: dos (una de reserva)
- ❖ Bomba fabricada por la empresa Colombiana HIDROMAC serie AZ ANSI (11/4x11/2x7A) DIN (32-160A), 3500 RPM, rodete de $\varnothing=125\text{mm}$, diámetro de succión $\varnothing=11/2\text{in}$, diámetro de descarga $\varnothing=11/4\text{in}$.
- ❖ Eficiencia: 50%
- ❖ $\text{NPSH}_{\text{requerido}}$: 2m
- ❖ Potencia: 3HP
- ❖ Caudal: 42GPM
- ❖ Altura dinámica total: 32.3m

Altura piezométrica neta de succión positiva (npsH)

Según el numeral B.8.5.3.2 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), la altura neta de succión positiva disponible se debe calcular con la siguiente ecuación:

$$\text{NPSH}_{\text{disp}} = \frac{P_{\text{atm}}}{\rho \times g} - H_{\text{es}} - h_f - \frac{P_v}{\rho \times g}$$

Donde:

P_{atm} = Presión atmosférica (Pa)

Hes = Altura estática de succión (m)

hf = Pérdidas por fricción (m)

Pv = Presión de vapor (Pa)

p = Densidad del agua (kg/m³)

g = Aceleración de la gravedad (m/s²)

Altura estática de succión (Hes)

Corresponde a la diferencia de alturas entre el eje del rotor de la bomba y el nivel mínimo en el tanque de succión:

$$Hes = 1.50m$$

Pérdidas en la tubería de succión

$$hf = hfs + hms$$

Donde:

hf = Pérdidas totales en la tubería de succión (m)

hfs = Pérdidas por fricción en la tubería de succión (m)

hms = Pérdidas localizadas en la tubería de succión (m)

$$hf = \frac{f_s * l_s * V_s^2}{2 * g * D_s} + \frac{3.0 * V_s^2}{2 * g}$$

$$hf = \frac{0.022 * 6.50 * (0.5)^2}{2 * 9.81 * 0.08204} + \frac{3.0 * (0.5)^2}{2 * 9.81}$$

$$hf = 0.06\text{m}$$

De la ecuación de $NPSH_{\text{disponible}}$ se tiene:

$$NPSH_{\text{disp}} = \frac{101300 \text{ Pa}}{1000\text{kg/m}^3 * 9.8\text{m/seg}^2} - 0.50\text{m} - 0.06\text{m} - \frac{2813.09 \text{ Pa}}{1000\text{kg/m}^3 * 9.8\text{m/seg}^2}$$

$$NPSH_{\text{disp}} = 9.49\text{m}$$

Según el numeral B.8.5.3.2 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) la altura neta de succión positiva requerida por el fabricante debe ser menor que el valor de la altura neta de succión positiva disponible en la instalación en por lo menos un 20%. En ningún caso la diferencia puede ser menor que 0.5m.

$$NPSH_{\text{reque}} < NPSH_{\text{disp}} - 0.20 NPSH_{\text{disp}}$$

$$2\text{m} < 9.49\text{m} - 0.20 * 9.49\text{m}$$

$$2\text{m} < 7.592\text{m} \quad \text{CUMPLE}$$

$$\text{NPSH}_{\text{disp}} - \text{NPSH}_{\text{reque}} > 0.50\text{m}$$

$$9.49\text{m} - 2.0\text{m} > 0.50\text{m}$$

$$7.49\text{m} > 0.50\text{m} \quad \text{CUMPLE}$$

La diferencia entre el $\text{NPSH}_{\text{disponible}}$ y el $\text{NPSH}_{\text{requerido}}$ es de 7.49m y el valor mínimo es de 0.5m. Por lo tanto, no hay riesgos de cavitación por presión de succión.

Número específico de revoluciones

$$ns = \frac{N * \sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

Dónde:

ns = Número específico de revoluciones

N = Revoluciones por minuto (m)

Q = Caudal (m^3/seg)

H = Altura dinámica de impulsión (m)

$$ns = \frac{N * \sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

$$ns = \frac{3500 * \sqrt{0.00265\text{m}^3/\text{seg}}}{(29.74\text{m})^{3/4}}$$

$$n_s = 14.15 \text{ (sistema internacional)}$$

Por otra parte con la altura dinámica de succión $H_s=2.56\text{m}$ y la altura dinámica de impulsión $H_i=29.74\text{m}$, se encuentra en tablas suministradas por el fabricante el valor de n_s límite, el cual debe ser mayor que el valor de n_s calculado, para evitar la cavitación por excesivas revoluciones del motor.

$$n_{s\max} = \frac{2850}{52}$$

$$n_{s\max} = 54.8 \text{ (sistema internacional)}$$

$$n_s < n_{s\max} \text{ CUMPLE}$$

Volumen del pozo de succión

✓ Tiempo de retención

$$\theta = 3 \text{ a } 5 \text{ minutos}$$

$$V = Q * \theta$$

$$V = \frac{0.00265\text{m}^3}{\text{seg}} * 5\text{minutos} * \frac{60 \text{ segundos}}{1\text{minutos}}$$

$$V = 0.795\text{m}^3$$

✓ Área mínima

$$A_{\text{mínima}} = 5 D_s$$

$$A_{\text{mínima}} = 5 * 0.08204 = 0.4102\text{m}^2$$

$$A_{\text{mínima}} = 0.4102\text{m}^2$$

✓ Sumergencia

$$S = 2.0 D_s$$

$$S = 2.0 * 0.08204$$

$$S = 0.16408\text{m}$$

Sin embargo teniendo en cuenta el numeral B.8.4.7.2 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) la sumergencia no puede ser menor de 0.5m, por lo tanto se adopta este valor cumpliendo con las exigencias del reglamento.

$$S_{\text{adoptada}} = 0.50\text{m}$$

✓ Altura de la coladera

Consultando catálogo de coladeras para diámetro nominal de 3'':

$$h_c = 0.20\text{m}$$

✓ Distancia entre el fondo y la boca de la tubería de succión:

$$h_f = 1.5 D_s$$

$$hf = 1.5 * 0.08204$$

$$hf = 0.12\text{m}$$

Sin embargo teniendo en cuenta el numeral B.8.4.7.3 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) la distancia entre el fondo y a boca de la tubería de succión no puede ser menor de 0.25m, por lo tanto se adopta este valor cumpliendo con las exigencias del reglamento.

$$hf_{\text{adoptada}} = 0.25\text{m}$$

- ✓ Distancia entre las paredes del pozo de succión y la tubería de succión:

$$dh = 1.5 D_s$$

$$dh = 1.5 * 0.08204$$

$$dh = 0.12\text{m}$$

Sin embargo teniendo en cuenta el numeral B.8.4.7.3 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) la distancia entre las paredes del pozo de succión y la tubería de succión no puede ser inferior a 0.25m, por lo tanto se adopta este valor cumpliendo con las exigencias del reglamento.

$$dh_{\text{adoptada}} = 0.25\text{m}$$

- ✓ Altura del pozo

$$h_{\text{pozo}} = (\text{Nivelmax} - \text{Nivelmin}) + S + h_c + h_f + B_L$$

$$h_{\text{pozo}} = 1\text{m} + 0.50 + 0.20\text{m} + 0.25\text{m} + 0.30\text{m}$$

$$h_{\text{pozo}} = 2.30\text{m}$$

✓ Área del pozo

$$A_{\text{pozo}} = \frac{\text{Volumen pozo}}{h_{\text{pozo}}}$$

$$A_{\text{pozo}} = \frac{0.795\text{m}^3}{2.30\text{m}}$$

$$A_{\text{pozo}} = 0.35\text{m}^2 > 0.41\text{m}^2$$

Adoptando una sección rectangular con relación (2:1), se tiene:

$$B * L = 0.35\text{m}$$

$$B * 2B = 0.35\text{m}$$

$$B^2 = \frac{0.35\text{m}}{2}$$

$$B = \sqrt{\frac{0.35\text{m}}{2}} = 0.42\text{m}$$

$$L = 2 * 0.42\text{m} = 0.84\text{m}$$

Sin embargo se adoptan como dimensiones finales:

$$B = 2.00\text{m}$$

$$L = 2.00\text{m}$$

$$h_{\text{pozo}} = 2.30\text{m}$$

Cotas y niveles de agua en el pozo de succión:

$$\text{Cota del nivel de agua máximo en el pozo de succión} = 1188.70\text{m}$$

$$\text{Cota del nivel de agua mínima en el pozo de succión} = 1187.70\text{m}$$

$$\text{Cota del fondo de tanque} = 1188.70\text{m} - 2.00\text{m} = 1186.70\text{m}$$

$$\text{Cota de la corona de muros} = 1188.70\text{m} + 0.30\text{m} = 1189.00\text{m}$$

$$\text{Cota boca tubería de succión} = 1187.70\text{m} - 0.50\text{m} = 1187.20\text{m}$$

$$\text{Cota válvula de pie con coladera} = 1187.70\text{m} - 0.50\text{m} - 0.20\text{m} = 1187.00\text{m}$$

Calculo del golpe de ariete

Para la tubería de impulsión

Sobrepresión producida por golpe de ariete:

$$h_a = \frac{C * V}{g}$$

Donde:

h_a = sobrepresión (m.c.a)

V = velocidad del flujo en la tubería de impulsión (m/seg)

C = Celeridad o velocidad de propagación de la onda (m/seg)

La celeridad se puede obtener con la siguiente expresión:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \frac{k * D}{e}}}$$

Donde:

C = Celeridad de la onda (m/seg)

K = Relación entre el módulo de elasticidad del agua y el del material de la tubería. Para

PVC = 18

D = Diámetro interno de la tubería de impulsión (mm)

e = espesor de la pared del conducto (mm)

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \frac{18 * 55.70 \text{ mm}}{2.31\text{mm}}}}$$

$$C = 450.78 \text{ m/seg}$$

Sobrepresión producida por golpe de ariete:

$$h_a = \frac{450.78\text{m/seg} * 1.1\text{m/seg}}{9.81\text{m/seg}^2}$$

$$h_a = 50.55 \text{ m}$$

$P_{\text{diseño}} = 1.3$ (Presión estática + Presión por golpe de ariete)

$$P_{\text{diseño}} = 1.3 (28.46\text{m} + 50.55\text{m})$$

$$P_{\text{diseño}} = 102.713\text{m}$$

Presión que soporta la tubería = $11.25 \text{ kg/cm}^2 = 112.5 \text{ m.c.a} > 102.713\text{m}$.

Para la tubería de succión

Sobrepresión producida por golpe de ariete:

$$h_a = \frac{C * V}{g}$$

Donde:

h_a = sobrepresión (m.c.a)

V = velocidad del flujo en la tubería de succión (m/seg)

C = Celeridad o velocidad de propagación de la onda (m/seg)

La celeridad se puede obtener con la siguiente expresión:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \frac{k * D}{e}}}$$

Donde:

C = Celeridad de la onda (m/seg)

K = Relación entre el módulo de elasticidad del agua y el del material de la tubería. Para PVC = 18

D = Diámetro interno de la tubería de succión (mm)

e = espesor de la pared del conducto (mm)

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \frac{18 * 82.04 \text{ mm}}{3.43 \text{ mm}}}}$$

$$C = 452.42 \text{ m/seg}$$

Sobrepresión producida por golpe de ariete:

$$h_a = \frac{452.42 \text{ m/seg} * 0.5 \text{ m/seg}}{9.81 \text{ m/seg}^2}$$

$$h_a = 23.06 \text{ m}$$

$$P_{\text{diseño}} = 1.3 (\text{Presión estática} + \text{Presión por golpe de ariete})$$

$$P_{\text{diseño}} = 1.3 (28.46 \text{ m} + 23.06 \text{ m})$$

$$P_{\text{diseño}} = 66.98 \text{ m}$$

Presión que soporta la tubería = $11.25 \text{ kg/cm}^2 = 112.5 \text{ m.c.a} > 66.98 \text{ m}$.

Diseño tanque de almacenamiento

Capacidad de regulación:

Para la determinación de la capacidad de los tanques de almacenamiento, en la mayoría de los casos se dificulta debido al inconveniente que hay para conocer las variaciones de la

demanda de la población, ya que en ocasiones no existen los elementos necesarios para hacer las mediciones respectivas.

Sin embargo, ante la situación anterior se puede determinar el volumen requerido teniendo en cuenta la resolución 0330 del 2017-Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) el cual establece en el artículo 81, si no existen datos que describan las curvas de variación del consumo horario, el volumen almacenado será igual a 1/3 del volumen distribuido a la zona que va a ser abastecida en el día de máximo consumo, garantizando en todo momento las presiones adecuadas. En este caso se tiene:

$$\text{Valmacenado (m}^3\text{)} = \frac{\text{QMD}}{3}$$

$$\text{Valmacenado (m}^3\text{)} = \left[\frac{2.65 \text{ lts}}{\text{seg}} \right] * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lts}} * \frac{86400 \text{ seg}}{1 \text{ día}}$$

$$\text{Valmacenado} = 76.32 \text{ m}^3$$

El tanque de almacenamiento dispondrá de los siguientes elementos:

- El tanque será en concreto reforzado semi – enterrado (superficial).

- El tanque contará con una sola caja de válvulas, donde se ubicarán las tuberías de salida hacia la red, tuberías de lavado y rebose con sus respectivas válvulas.
- El módulo y la caja de válvulas, contarán con tapa de acceso en Hierro Forjado (HF) y con la escalera de acceso al interior.
- La placa de cubierta tendrá una pendiente mínima del 2% y estará provista de un sistema de ductos de ventilación que permitan la entrada y salida del aire. Para evitar la contaminación del tanque los ductos se recubrirán con una malla de 5mm. Además los ductos serán tubos verticales con dos codos de 90° conectados con un niple de tal manera que formen una curva de 180°.
- Tubería de paso directo (by pass) para no suspender el servicio a los usuarios cuando se efectúen posibles reparaciones o se realice limpieza al tanque.

Predimensionamiento del tanque

Altura recomendada:

$$h = \frac{c}{3} + k$$

Donde:

h = profundidad útil

c = capacidad del tanque en cientos de m^3

k = constante según capacidad (Ver fig.45)

V (cientos de m^3)	K
< 3	2
4-6	1.8
7-9	1.5
10-13	1.3
14-16	1.0
> 17	0.7

Figura 46. Constante de la capacidad del tanque de almacenamiento

Fuente: Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados Ricardo Alfredo López Cualla

$$h = \frac{0.7632}{3} + 2.0$$

$$h = 2.25 \text{ m}$$

$$h \text{ útil} = 2.25 \text{ m} \quad \text{Altura útil}$$

$$b = 0.30 \text{ m} \quad \text{Borde libre}$$

$$h \text{ total libre} = 2.55 \text{ m} \quad \text{Altura total}$$

$$A = \frac{V}{hu} = \frac{76.32 \text{ m}^3}{2.25 \text{ m}} = 33.92 \text{ m}^2$$

$$A = B * L$$

$$A = 33.92$$

$$B = 5 \text{ m}$$

$$L = 7 \text{ m}$$

Dimensiones finales adoptadas:

Ancho útil B = 5.85 m

Largo útil L = 5.85 m

Altura útil h = 2.25 m

Borde libre b = 0.30 m

Altura total libre = 2.55 m

Volumen útil = 78.7500 m³ > 76.32 m³

Tubería de lavado del tanque:

Considerando la tubería de lavado como un orificio sumergido se tiene:

$$Q = Cd * Ao * (2 * g * h)^{1/2}$$

Donde:

Cd = coeficiente de descarga

Ao = área de la tubería

g = gravedad

h = altura hidráulica sobre la tubería

$h = 2.25m$

$$Ao = \frac{0.00265 \text{ m}^3/\text{seg}}{0.6 \times (2 \times 9.81 \times 2.25m)^{1/2}}$$

$$Ao = 0.00066 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{4 \times \frac{Ao}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{4 \times \frac{0.00066m^2}{\pi}}$$

$$D = 0.029 \text{ m} = 1.14 \text{ pulgadas ; } \quad D \text{ adoptado para la tubería de lavado}$$

$$= 4 \text{ pulgadas}$$

El tiempo de vaciado del tanque se calcula con la siguiente expresión:

$$T = \frac{2 * A * \sqrt{h}}{m * a * \sqrt{2g}}$$

Donde:

T = Tiempo de vaciado (seg)

A = Área superficial del tanque (m²)

$$A = 5.85m * 5.85m = 34.22m^2$$

h = Cabeza sobre el desagüe (m)

h = 2.25 m; obtenido de la altura útil final del tanque

m = Coeficiente de contracción de desagüe (adimensional)

Según el numeral B.9.4.14 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), el coeficiente ‘m’ debe estar entre 0.5 y 0.6, Para este caso se escoge el más crítico m=0.5.

a = Área de la tubería en m²; Øtubería =4’’ RDE 41-Øinterno promedio=108.72 mm

$$a = \left[\frac{\pi}{4} \right] * (0.10872 m)^2 = 0.0093m^2$$

$g =$ Aceleración de la gravedad (m/seg^2)

Reemplazando los valores anteriores en la ecuación de tiempo de lavado del tanque:

$$T = \frac{2 * 34.22m^2 * \sqrt{2.25m}}{0.5 * 0.0093m^2 * \sqrt{2(9.81m/seg^2)}}$$

$$T = 4984.24 \text{ seg}$$

$$T = 1.38 \text{ horas}$$

Según el numeral B.9.4.14 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) el tiempo de vaciado del tanque debe ser menor de 8 horas, por lo tanto el tiempo de vaciado calculado para el tanque cumple con las especificaciones exigidas por el reglamento.

$$T = 1.38 \text{ horas} < 8 \text{ horas} \quad \text{OK}$$

La velocidad de vaciado será:

$$V = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}} \\ = \frac{\left[\frac{\pi}{4}\right] * d^2}{\text{Tiempo}}$$

$$V = \frac{\frac{77.00 \text{ m}^3}{4984.24 \text{ seg}}}{\left[\frac{\pi}{4}\right] * (0.10872\text{m})^2}$$

$$V = 1.66 \text{ m/seg}$$

Caudal de evacuación por la tubería:

$$Q = A * m * (2 * g * h)^{1/2}$$

$$Q = 0.0093 * 0.5 * (2 * 9.8 * 2.25)^{1/2}$$

$$Q = 0.031 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Tubería de rebose:

La tubería debe trabajar parcialmente llena y se calcula utilizando la ecuación de Manning.

Se dimensiona para el doble del caudal de llegada:

$$QMD = 2.65 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{\text{diseño}} = \left[\frac{2.65 \text{ lts/seg}}{2} \right] * 2 = 2.65 \text{ lts/seg}$$

$$J = 0.03 \text{ mm Estimado como pendiente mínima}$$

$$\text{Ø tubería} = 3'' \text{ RDE 32.5} - \text{Ø interno promedio} = 83.42 \text{ mm}$$

$$Q = \left(\pi * \frac{(0.08342)^2}{4} \right) * \left(\frac{1}{0.009} \right) * \left(\frac{0.08342}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * (0.03)^{0.5}$$

$$Q = 0.0079 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} = 7.9 \frac{\text{lts}}{\text{seg}} > 2.65 \text{ lts/seg}$$

Cotas y niveles de agua en el tanque de almacenamiento:

Cota del nivel de agua máximo en el tanque = 1216.16m

Cota del nivel de agua mínima en el tanque = 1215.16m

Cota del fondo de tanque = 1216.16m - 2.25m = 1213.91m

Cota de la corona de muros = 1216.16m + 0.30m = 1216.46m

Cota batea tubería de lavado = 1213.91m

Cota clave tubería de lavado = 1213.91m + 0.10872m = 1214.02m

4.3.2. Diseño eléctrico

A través de visitas de campo se pudo observar que aunque la Empresa Centrales Eléctricas Norte de Santander brinda la disponibilidad de energía, la conexión de energía más cercana a la estación es de una red bifásica, pero la bomba que se diseño es una bomba trifásica.

A través de mediciones con GPS y cinta métrica se pudo dibujar como es el trazado actual de las redes eléctricas.

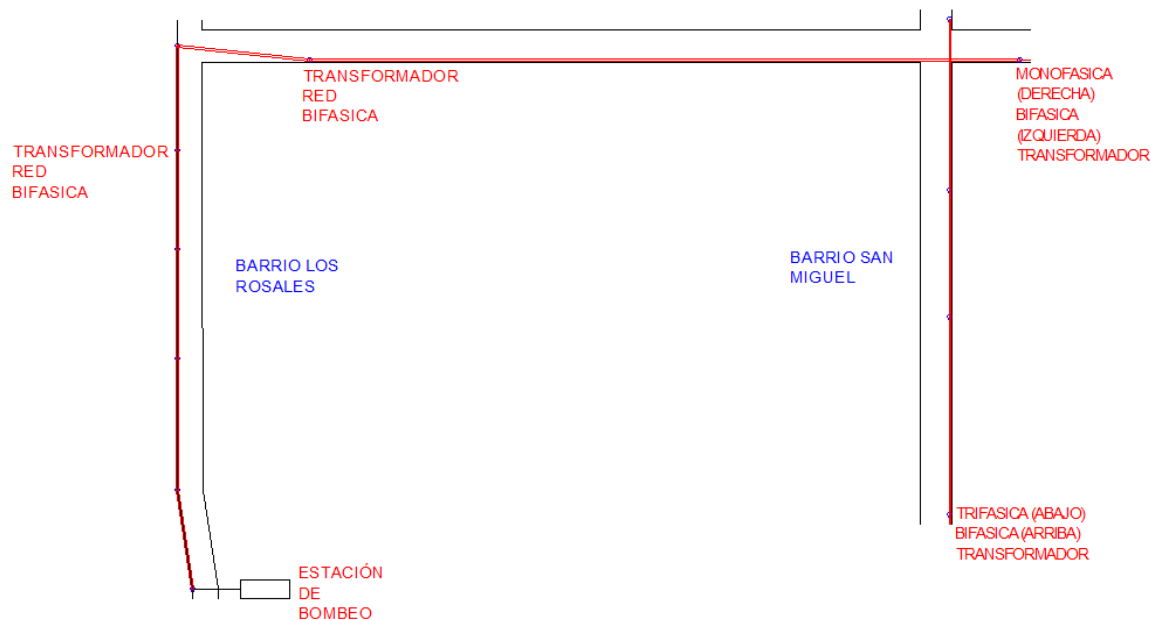


Figura 47. Plano actual redes electricas.

Fuente: Autores 2017

Teniendo en cuenta lo anterior, se tiene dos alternativas ante el problema, la primera era llevar la tercera red hasta la estación, donde existen alrededor de 358ml, la otra solución es instalar un variador, un equipo eléctrico que permite convertir una red bifásica en trifásica, entre otras funciones posibles, ante la evaluación de costo mínimo se pudo deducir que la mejor alternativa es el variador.

Calculo de circuitos al interior de la estación de bombeo

Para la estación de bombeo serán necesarios dos circuitos, uno que alimenta la bomba y otro para los servicios auxiliares de la estación.

•Calculo de circuito para servicios auxiliares

En la estación de bombeo se contará con un toma para servicio de mantenimiento y con un foco para iluminar el espacio de donde se encuentra la bomba, por lo tanto, el circuito de servicios auxiliares contara con una potencia cercana a los 300 W y una tensión de servicio de 120 V. Se asume un factor de demanda de 0,85 debido a que estos aparatos no estarán funcionando todo el tiempo y un factor de potencia de 1 ya que estos solo demandan potencia activa.

A continuación, se muestra el cálculo de la corriente del circuito de servicios auxiliares, la cual nos permitirá saber cuál debe ser el calibre del cable que alimentará este circuito.

$$P = V * I * \cos(\theta)$$

$$I = \frac{(P + P * 0,25) * FD}{V * \cos(\theta)}$$

$$I = \frac{300 * 1,25 * 0,85}{120 * 1}$$

$$I = 2,7 A$$

Para esa corriente se puede utilizar un calibre pequeño, pero se utilizará un calibre 14 AWG el cual tiene una capacidad de 20 A, además estará protegido por un breaker 20A-NGB1-20B (Siemens).

Debido a que la distancia de conexión del toma y del foco son pequeñas (cercana a los 5 m) no se mostrará el cálculo de regulación de tensión.

• **Calculo del circuito ramal que alimenta al variador**

Para este cálculo se toma en cuenta que el motor tiene una potencia de 3 hp lo que equivale a 2237.1 W, con un factor de potencia de 0,9 y si se asume que la bomba está trabajando todo el tiempo se debe trabajar con un factor de demanda de 1, también se tiene que el nivel de tensión es 120/240 V debido a que es un circuito bifásico y el variador seleccionado puede trabajar bajo estas condiciones.

A continuación, se muestra el cálculo de la corriente del circuito ramal que alimenta el variador, la cual nos permitirá saber cuál debe ser el calibre del cable que alimentará este circuito.

$$P = V * I * \cos(\theta)$$

$$I = \frac{(P + P * 0,25) * FD}{V * \cos(\theta)}$$

$$I = \frac{2237,1 * 1,25 * 1}{120 * 0,9}$$

$$I = 25,8 A$$

Con este resultado se selecciona un calibre 10 AWG con una protección de 2 X 30 A bipolar.

•Calculo del circuito que conecta el variador con el motor

Ya que el variador permite realizar la conexión trifásica del motor a partir de una conexión monofásica o bifásica, se podrá poner en funcionamiento de manera eficiente el motor trifásico. Se procede a realizar los cálculos de la corriente que sale del variador hacia el motor para lo cual se utiliza la potencia del motor y su factor de potencia especificados en el ítem anterior, también se tiene un factor de utilización de 1 pero debido a que esta parte del montaje es trifásica se debe calcular la corriente con la tensión trifásica de 208 V.

$$P = V * I * \cos(\theta)$$

$$I = \frac{(P + P * 0,25) * FD}{V * \cos(\theta)}$$

$$I = \frac{2237,1 * 1,25 * 1}{208 * 0,9}$$

$$I = 14,9 A$$

Para esta corriente se puede seleccionar un calibre 14 AWG, pero por cuestiones de una mayor seguridad se selecciona un calibre 12 AWG el cual tiene una capacidad de 25 A, este cambio de calibre se realiza conscientes de que esto puede subir el precio del montaje, pero debido a que esta distancia es muy corta los precios no cambian mucho, por tanto, se asume aumentar en un pequeño porcentaje los gastos, pero mejorar la seguridad.

Calculo de acometida

Para realizar el cálculo de la acometida se debe tener en cuenta la corriente que se está demandando en el interior de la instalación, para lo cual se realiza la suma de las corrientes de cada ramal y se le suma el 25% de la corriente de las cargas continuas. En este caso se debe tener en cuenta el factor de demanda, pero como se asume que la bomba trabaja todo el tiempo este factor es igual a 1.

$$I_{acom} = I_{cauxi} + I_{Cbomba} + 0,25 * I_{Cbomba}$$

$$I_{acom} = 2,7 + (25,8 * 1,25)$$

$$I_{acom} = 34,95 A$$

Para esta corriente se selecciona un cable de calibre 8 AWG, el cual como es para acometida tendrá las siguientes especificaciones: Cable con neutro concéntrico 2x8 +8 (bifásico).

Control de la bomba:

El control de la bomba se realizará mediante unas bolls eléctricas que estarán conectadas en serie entre ellas y conectadas a la salida de 24 V AC del variador, el cual a su vez estará conectado a la entrada DIN0 (STAR/STOP) a continuación se muestra un esquema de conexión:

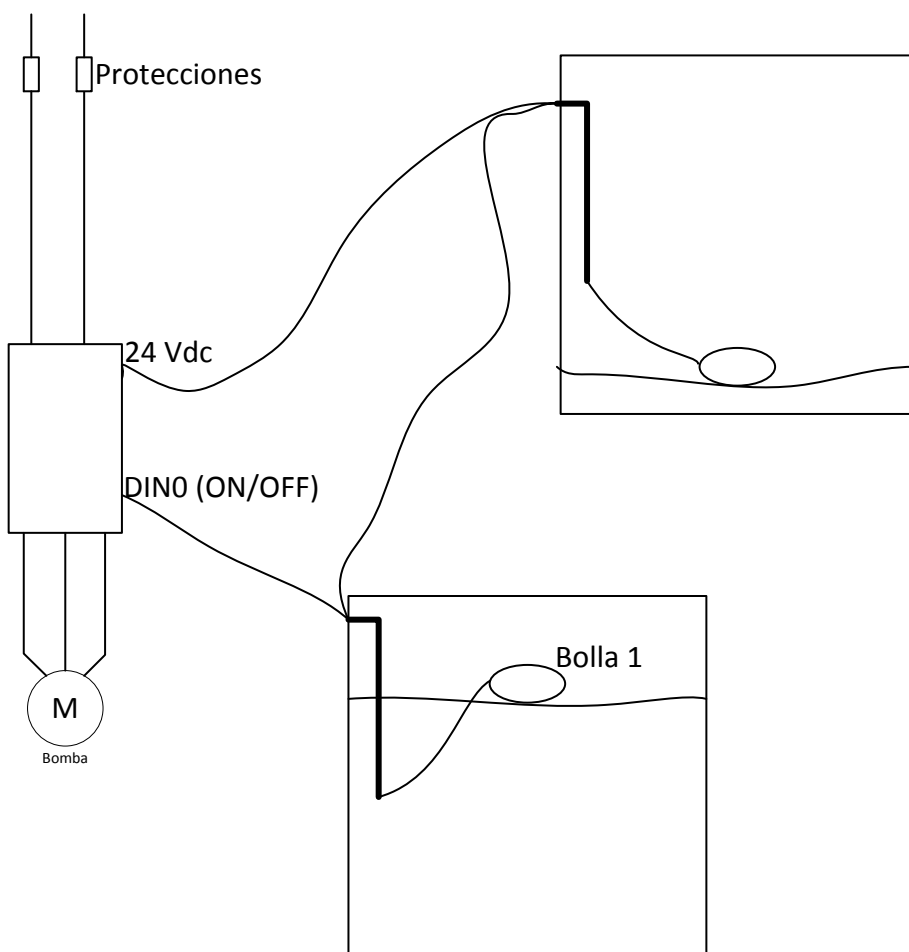


Figura 48. Esquema eléctrico del funcionamiento de los flotadores mecánicos.

En la siguiente tabla se muestra como se realizará el control del encendido y apagado del motor mediante el variador, pero antes es importante explicar que cuando al variador le entran 24 Vdc en la entrada DIN0 este activa la bomba mientras que si en esa misma entrada tiene 0 Vdc desactiva la bomba.

	Bolla 1	Bolla 2
Nivel de agua alto	Activada	Desactivada
Nivel de agua Bajo	Desactivada	Activada

Figura 49. Funcionamiento de las boyas.

Fuente: Autores 2017.

Estado de las bombas dadas las posibles combinaciones en las que pueden estar la bolla 1 y 2.

Bolla 1	Bolla 2	Bomba
Activada	Desactivada	Apagada
Desactivada	Activada	Apagada
Activada	Activada	Prendida

Figura 50. Funcionamiento de las bombas y las boyas.

Fuente: Autores 2017.

Para realizar la conexión de las bolla se utilizará un cable encauchetado calibre 18 (2x18) debido a que esta es una señal de control la cual no maneja altas corrientes.

Circuito	1	2	3
Descripción	Circuito auxiliar, foco y toma corriente	Circuito del Variador al motor	Circuito ramal al variador
Longitud (m)	5	5	5
Carga instalada continua (w)	300	2237,1	2237,1
FP	1	0,9	0,9
Factor de demanda	0,85	1	1
Nivel de tensión	120	208	120
Sistema	Monofásico	Trifásico	Bifásico
Derrateo por 1,25 para carga continua	375	2796,35	2796,35
Carga demandada	318,75	2796,35	2796,35
Tipo de circuito	Ramal	Ramal	Ramal
Porcentaje máximo de caída de tensión	3	10	3
Corriente	2,7	14,9	25,9
Calibre del conductor AWG	14	12	10
Protección	20A-NGB1-20B(Siemens)		30A-NGB1-30B(Siemens)
R (ohm/km)	10,2	1,61	3,9
X (ohm/km)	0,19	0,167	0,164
Z	0,05100885	0,00809319	0,01951723

Caída de tensión	0,13546875	0,11366201	0,46366564
-------------------------	------------	------------	------------

Figura 51. Cálculo de conductores y protecciones de ramales y alimentador

Fuente: Autores 2017

Descripción	Acometida
FP	0,93
Factor de demanda	1
Nivel de tensión	120
Sistema	Bifásico
Tipo de circuito	Acometida
Porcentaje máximo de caída de tensión	5
Corriente	35,021701
Calibre del conductor AWG	8
R (ohm/km)	2,56
X (ohm/km)	0,171
Z	0,0384856
Caída de tensión	1,287427973
Regulación	1,072857

Figura 52. Cálculo de acometida

Fuente: Autores 2017

4.3.3. Diseño de la red de distribución.

Información previa

El servicio de acueducto se realizará por bombeo y será operado por la Cooperativa de servicios públicos del Municipio de Rio de Oro. La fuente de abastecimiento del acueducto es superficial.

El sistema de acueducto cuenta con la estructura de captación la cual consiste en una estación de bombeo, línea de succión e impulsión, almacenamiento y red de distribución.

La cobertura de acueducto en la cabecera municipal del Municipio es del 100%

Introducción software EPANET

Para el cálculo de la red de distribución del presente estudio, la simulación se efectuó en un computador, utilizando el Programa EPANET, el cual es un programa de ordenador que permite realizar simulaciones en periodos prolongados (uno o varios días) del comportamiento hidráulico y de la evolución de la calidad del agua en redes de suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses. EPANET efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos y los niveles en los depósitos.

EL EPANET fue desarrollado por la División de Recursos Hídricos y Suministros de Agua (anteriormente División de Investigación del Agua Potable) del Laboratorio de Investigación Nacional para la Gestión de Riesgos, de la Agencia del Medio Ambiente de los Estados Unidos (Water Supply and Water Resources Division of the U.S. Environmental Protection Agency's National Risk Management Research Laboratory).

La simulación hidráulica fue realizada mediante un análisis dinámico, es decir, considerando que siempre entra a la red de distribución la misma cantidad de agua.

Proyecto de diseño red de distribución

En el presente informe se encuentran contenidos los parámetros adoptados para los diseños de la red de distribución. Los lineamientos a los que se rige cada uno de los parámetros de diseño adoptados se encuentran contenidos y establecidos por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS, emitido por el ministerio de Desarrollo Económico.

Clase y tipo de tubería a utilizar

La tubería seleccionada debe cumplir los lineamientos del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS “La presión interna de diseño de las tuberías debe calcularse como el mayor valor que resulte entre la presión estática y la máxima sobrepresión ocurrida en el fenómeno del Golpe de Ariete, multiplicada por un factor de seguridad de 1.1”

El valor de la sobrepresión debida al Golpe de Ariete se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$ha = \frac{a \times v}{g}$$

Siendo:

ha = Sobrepresión debida al Golpe de Ariete (m)

a = Velocidad media de propagación de la onda (m/s)

V = Velocidad del flujo (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (m/s²)

CLASE, RDE	a (mts/seg.)
21	368
26	330
32.5	294
41	261

Figura 53. Velocidad de propagación de la onda en tuberías de PVC

Fuente: Autores 2017

Trabajando con PVC-UM RDE 26,0 ($a = 330$ m/s), y una velocidad máxima del fluido de 1.92 m/s, en la redes de distribución, se tiene:

$$h_a = \frac{330m/seg \times 1.36m/seg}{9.8m/seg^2}$$

$$h_a = 45.8m$$

El valor anterior, al ser multiplicado por 1.1, da como resultado 50.38 m; es decir 71.66 psi. Teniendo en cuenta que la presión de servicio de esta clase de tubería es de 160 psi, se concluye que es la recomendada para la construcción de la red de distribución del barrio Los Rosales en el Municipio de Rio de Oro en el Departamento del Cesar.

Coefficiente de Fricción

El coeficiente de fricción, a utilizar en la expresión de Dary & Weisback, para la tuberías de PVC será 0.0015 mm.

Diámetro Mínimo

El diámetro interno mínimo de las tuberías que deben utilizarse en las redes menores de distribución depende del nivel de complejidad del sistema y del uso del agua, según el RAS, es

de 2"; dado que el Barrio Los Rosales para su simulación se conformó en tres mallas principales, obteniéndose tubería de 2" de diámetro con el propósito de mantener las presiones exigidas en todos los puntos de la red.

Presión en la Red

En consideración con lo establecido por el Reglamento Técnico del Sector de Agua y Saneamiento básico RAS y a las presiones requeridas por los micro-medidores para su normal funcionamiento, las de servicio tendrán los siguientes valores:

- ✓ La red de distribución se diseñará teniendo en cuenta los siguientes requerimientos para las presiones de servicio:
- ✓ Presiones mínimas en la red: El RAS en la Resolución 0330 de 2017, establece que la presión mínima en la red debe ser de 10 m.c.a.
- ✓ Presiones máximas en la red menor de distribución: De acuerdo con el RAS, El valor de la presión máxima a tener en cuenta para el diseño de las redes menores de distribución, para todos los niveles de complejidad del sistema, debe ser de 588.6 kPa (60 m.c.a).

Simulación hidráulica: programa “EPANET” para la modulación hidráulica de la red de distribución.

El conjunto de parámetros y datos de entrada que pide el Programa para su corrimiento y salida de resultados finales son: los caudales establecidos por nudo, las longitudes de los tramos, las cotas en los distintos puntos, los diámetros asumidos, la expresión matemática mediante la cual realizará la simulación (Hazen Williams, Darcy Weisbach), los respectivos coeficientes para dichas expresiones matemáticas, (tuberías existentes ó nuevas), números de tramos y nudos y el caudal mínimo de cierre.

Los datos de diseño arrojados para la elaboración de los planos de construcción son los siguientes: para cada tramo, el caudal, las pérdidas unitarias y totales, la velocidad, y lo más importante, la presión en cada nudo, lo cual le permite al diseñador visualizar el comportamiento hidráulico del enmallado simulado en cada corrida, que le indican los tramos deficientes y los sobrados en capacidad, en términos de sección de la tubería. Del análisis de la topografía general de la zona comprendida para la urbanización, con base en las cotas de terreno, se planteó la red de distribución. En la figura se muestra la red de distribución del Barrio Los Rosales.

Los caudales establecidos por nudo, las longitudes de los tramos, las cotas en los distintos puntos y los diámetros asumidos constituyen el conjunto de parámetros y datos de entrada que pide el programa EPANET para la simulación de las tuberías matrices, para finalmente dar los resultados del diseño.

El caudal de diseño base a la Red de Distribución es de 2.65 lps. Para estimar el área de influencia de cada nudo seleccionado para la red, se tomó directamente del plano de Autocad.

DATOS PARA LOS CALCULOS Y LA SIMULACIÓN	
OPCIONES HIDRAULICAS	
Unidades de flujo	lps
Formula de perdidas	Darcy & Weisback
Gravedad Específica	1
Viscosidad Relativa	1
Iteraciones máximas	40
Precisión	0.001

Figura 54. Datos para los cálculos y la simulación.
Fuente: Autores 2017

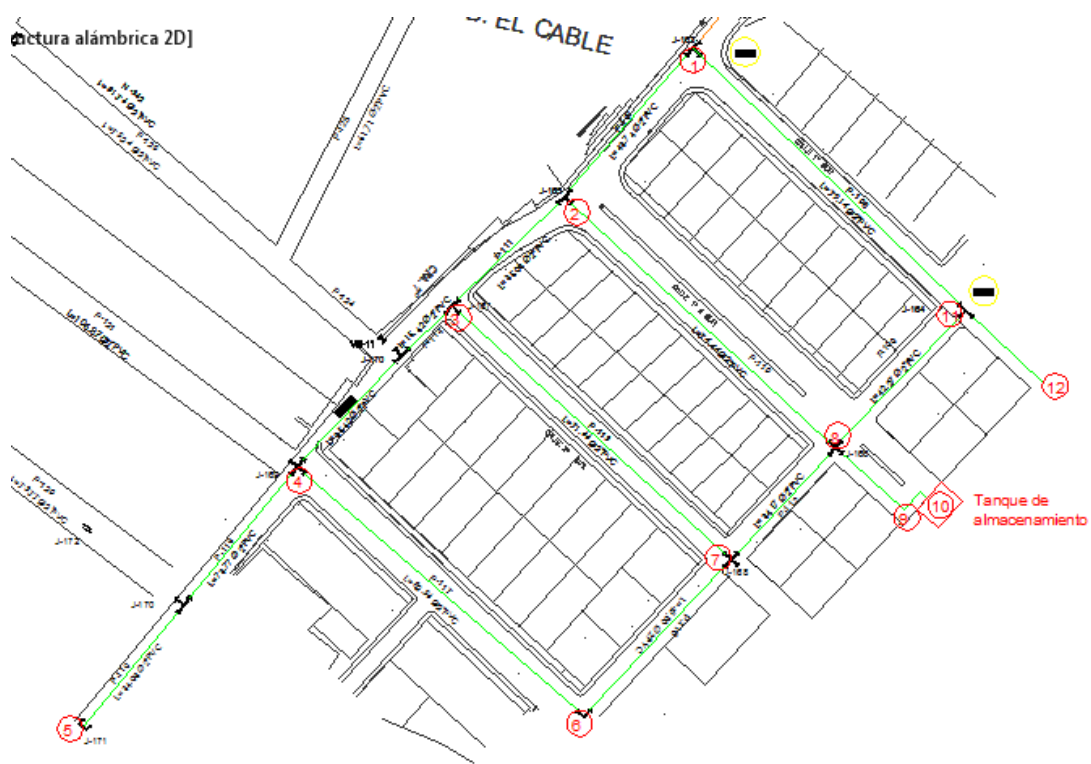


Figura 55. Red de distribución Barrio Los Rosales

Fuente: Autores 2017

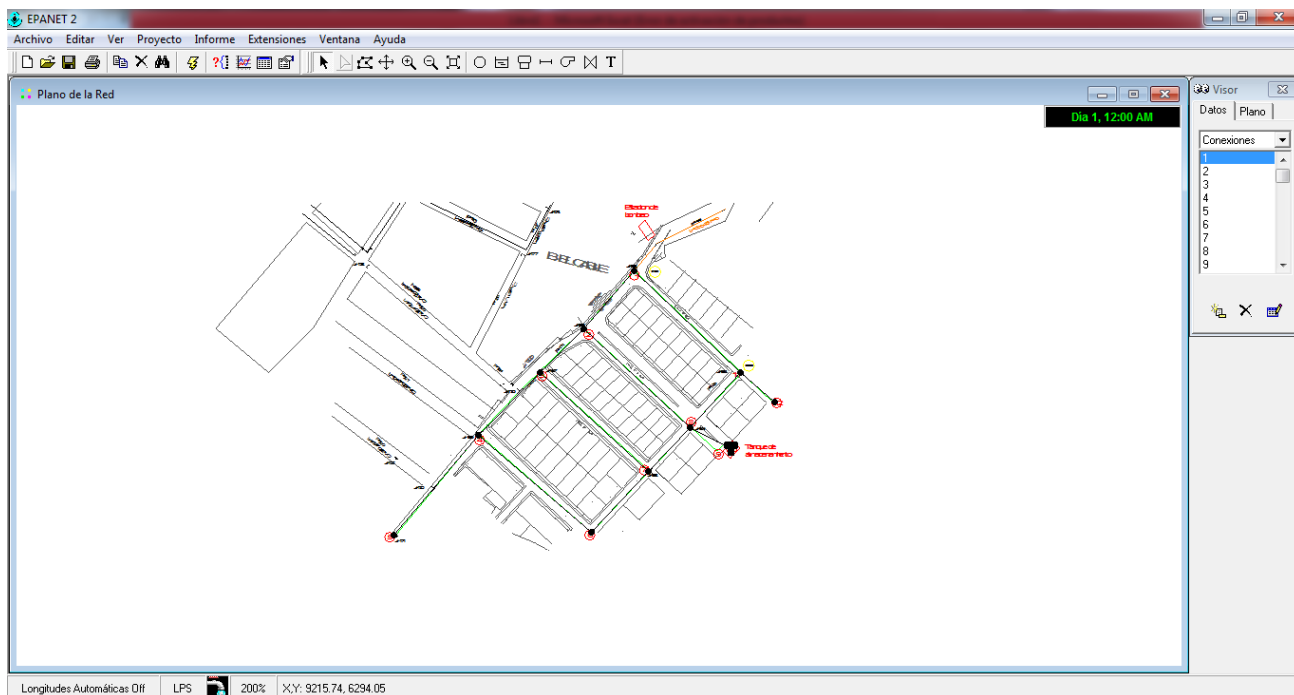


Figura 56. Simulación en EPANET red de distribución Barrio Los Rosales – Municipio de Rio de Oro, Cesar

Fuente: Autores 2017

CALCULO RED CROSS EPANET				
Estado de los nudos de la red				
	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión 1	1207	0.14	1217.11	10.11
Conexión 2	1207	0.14	1217.17	10.17
Conexión 3	1206	0.07	1217.4	11.4

Conexión 4	1204	0.14	1217.25	13.25
Conexión 5	1189.5	0.41	1217.07	27.57
Conexión 6	1190	0.78	1217.06	27.06
Conexión 7	1192	0.61	1217.05	25.05
Conexión 8	1194	0.34	1217.04	23.04
Conexión 9	1195	0.07	1217.04	22.04
Conexión 10	1207	0.07	1217.24	10.24

Figura 57. Diseño hidráulico red de distribución Barrio Los Rosales – Municipio de Rio de Oro, Cesar. Estado de los nudos

Fuente: Autores 2017

CALCULO RED CROSS EPANET							
Estado de las líneas de la red							
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de Fricción
ID Línea	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería 1	28	50.8	0.0000015	2.75	1.36	35.96	0.019
Tubería 2	34.17	50.8	0.0000015	1.07	0.53	6.73	0.024
Tubería 3	45.8	50.8	0.0000015	0.44	0.22	1.44	0.03
Tubería 4	42.27	50.8	0.0000015	0.76	0.38	3.73	0.026
Tubería 5	24.11	50.8	0.0000015	0.07	0.03	0.04	0.038
Tubería 6	74.44	50.8	0.0000015	0.85	0.42	4.55	0.026
Tubería 7	71.66	50.8	0.0000015	0.49	0.24	1.74	0.029
Tubería 8	82.56	50.8	0.0000015	0.3	0.15	0.76	0.034
Tubería 9	107.85	50.8	0.0000015	0.07	0.03	0.04	0.039
Tubería 10	43.74	50.8	0.0000015	-0.15	0.07	0.22	0.04
Tubería 11	79.14	50.8	0.0000015	0.56	0.28	2.17	0.028
Tubería 12	51.24	50.8	0.0000015	-0.1	0.05	0.08	0.029
Tubería 13	35.08	50.8	0.0000015	-0.22	0.11	0.45	0.037

Figura 58. Diseño hidráulico red de distribución Barrio Los Rosales – Municipio de Rio de Oro, Cesar. Estado de las tuberías

Fuente: Autores 2017

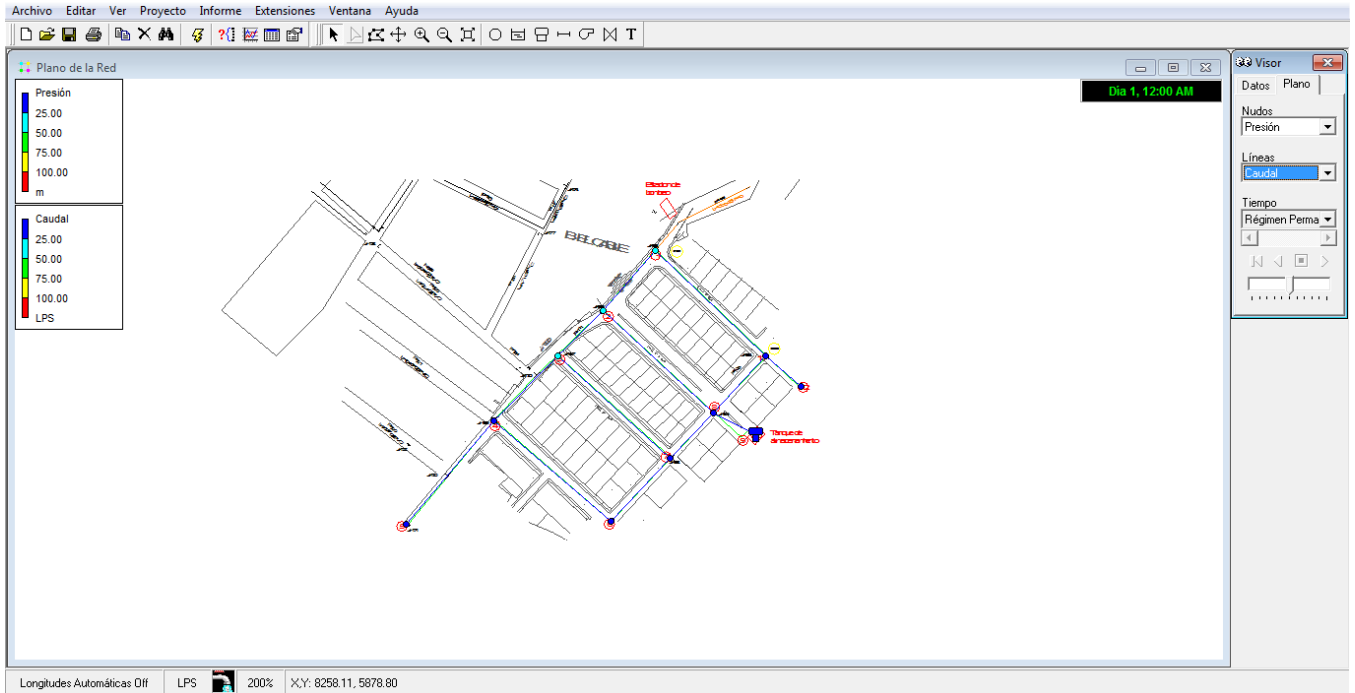


Figura 59 . Resultados simulación red de distribución presión en los nodos y caudal en las tuberías Barrio Los Rosales, Municipio de Rio de Oro, Cesa
Fuente: Autores 2017

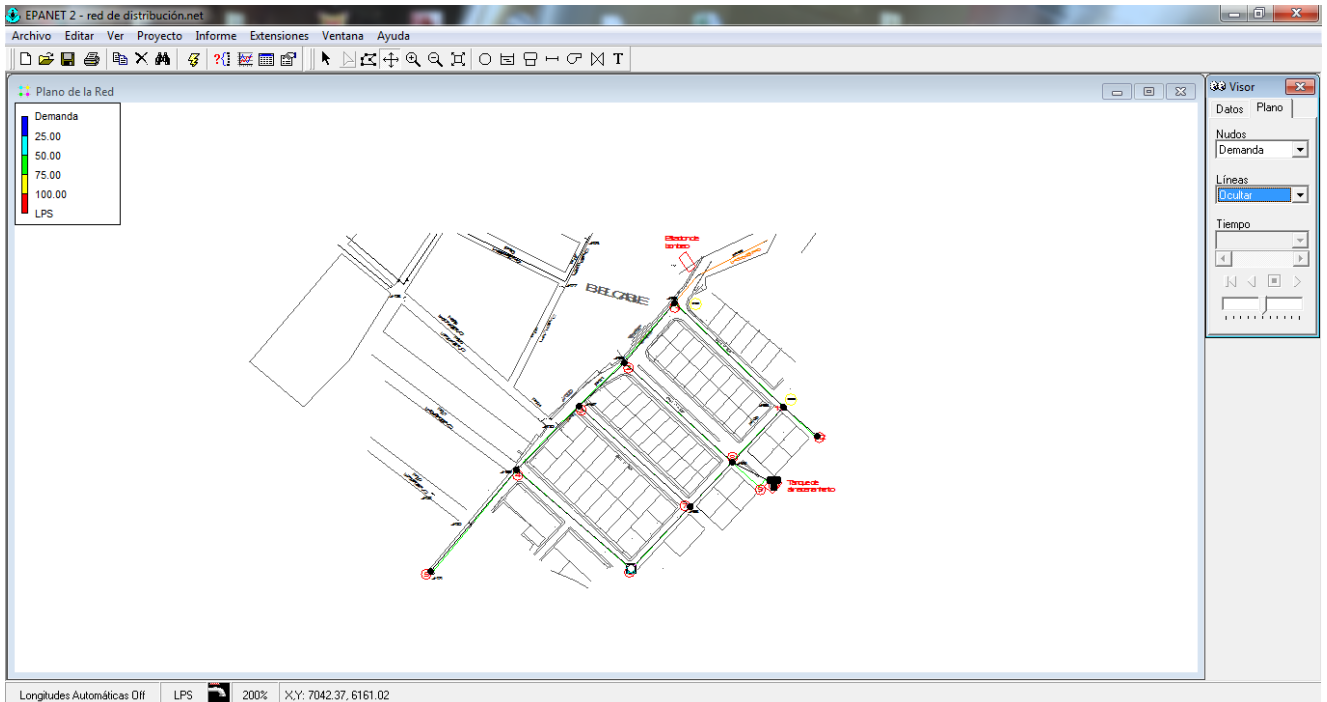


Figura 60. Resultados simulación red de distribución demanda en los nodos Barrio Los Rosales, Municipio de Rio de Oro, Cesar
Fuente: Autores 2017

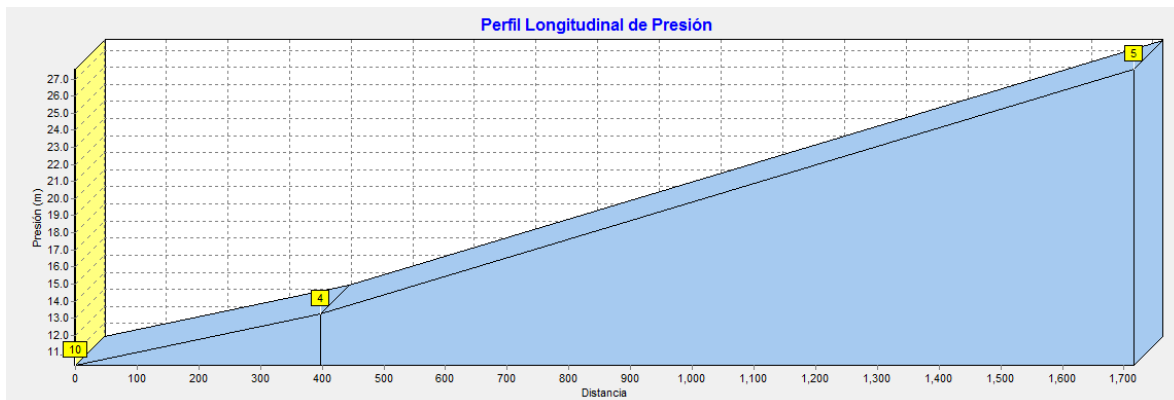


Figura 61. Perfiles longitudinales de presión en los nudos de la red de distribución Barrio Los Rosales Municipio de Rio de Oro, Cesar

Fuente: Autores 2017

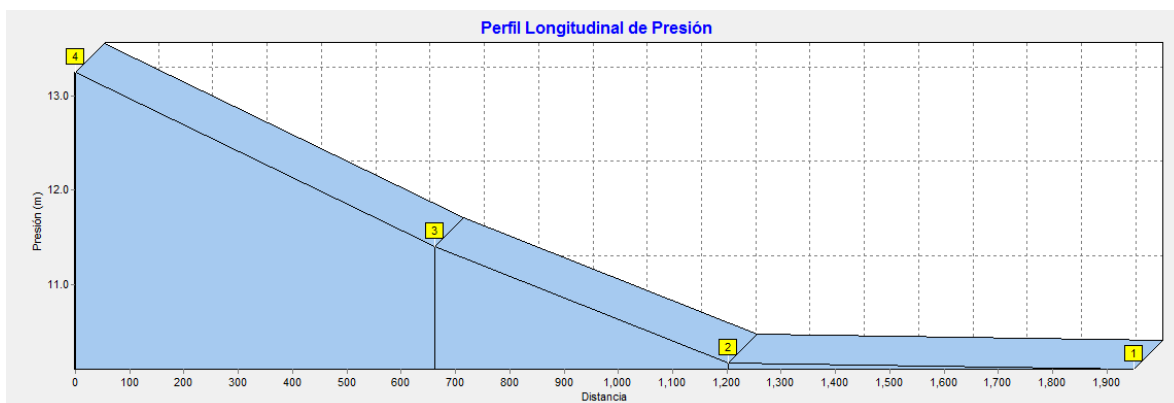


Figura 62. Perfiles longitudinales de presión en los nudos de la red de distribución Barrio Los Rosales Municipio de Rio de Oro, Cesar

Fuente: Autores 2017

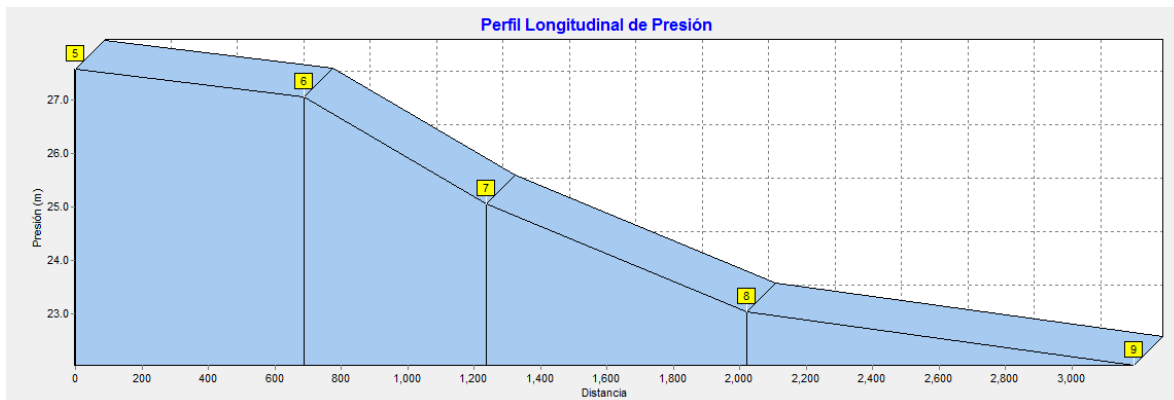


Figura 63. Perfiles longitudinales de presión en los nudos de la red de distribución Barrio Los Rosales Municipio de Rio de Oro, Cesar

Fuente: Autores 2017

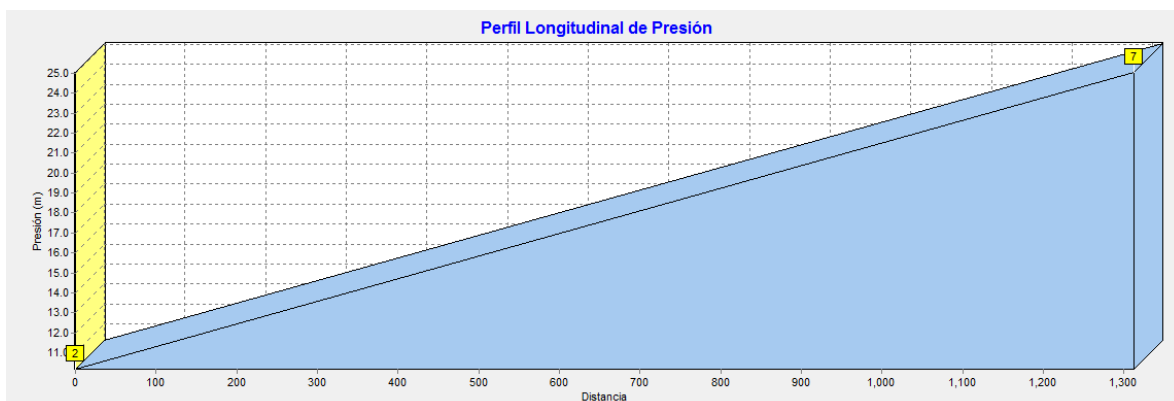


Figura 64. Perfiles longitudinales de presión en los nudos de la red de distribución Barrio Los Rosales Municipio de Rio de Oro, Cesar

Fuente: Autores 2017

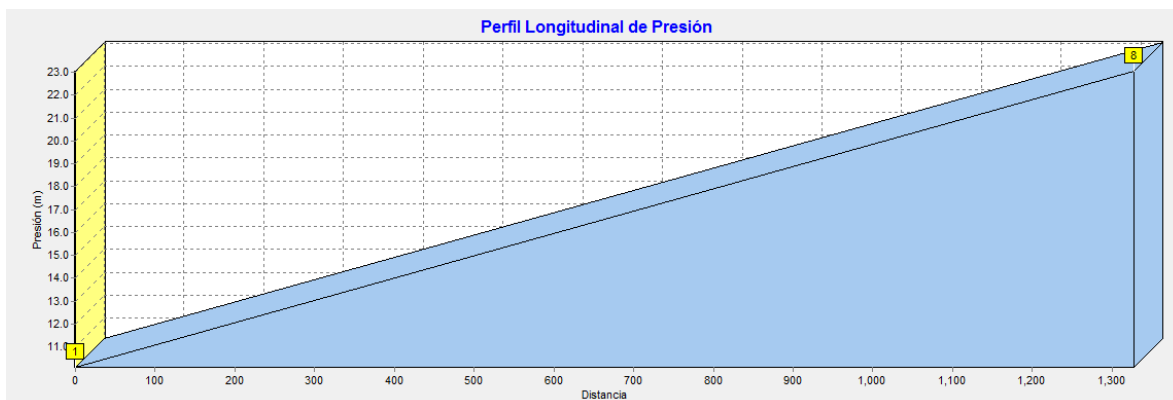


Figura 65. Perfiles longitudinales de presión en los nudos de la red de distribución Barrio Los Rosales Municipio de Rio de Oro, Cesar

Fuente: Autores 2017

Análisis de resultados

La simulación hidráulica fue realizada mediante un análisis estático, es decir, considerando que siempre entraría la misma cantidad de agua a la red de distribución. La red de distribución estará constituida por tuberías de $\varnothing 2''$ de PVC, RDE 26. Diseño hidráulico red de distribución Barrio Los Rosales, se puede apreciar los resultados de la simulación hidráulica, en la cual se obtienen presiones superiores a 10.0 m.c.a y menores a 60 m.c.a, con lo cual se garantiza el servicio a las viviendas y además se cumple con el RAS

4.3.4. Diseño estructural

En este literal se presenta el análisis y diseño de dos tanques en concreto reforzado (tanque de succión y tanque de almacenamiento) teniendo en cuenta el dimensionamiento obtenido del diseño hidráulico. Como documento base para los criterios de análisis y diseño, se utiliza la norma NSR-10. El análisis y diseño de las estructuras, se limita a cargas estáticas externas, como el peso propio, empuje de suelo y agua, por lo general, este tipo de cargas son las que priman en el diseño.

Se cumplió con los siguientes criterios en el diseño.

1.1 Predimensionamiento

Se tuvo en cuenta los espesores mínimos establecidos en la tabla C.9.5(a) de la NSR-10 ya que estos se aplican a los elementos en una dirección que no soportan ni están ligados a particiones u otro tipo de elementos susceptibles a dañarse debido a deflexiones grandes.

TABLA C.9.5(a) — Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones

	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un Extremo continuo	Ambos Extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que NO soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18.5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Figura 66. Espesores mínimos por la norma

Fuente: Autores 2017

1.2 Cargas

Carga muerta

Las cargas muertas se calcularon de acuerdo con el peso propio de todos los elementos considerados a partir de la masa de los materiales según la densidad y las cargas de elementos no estructurales como acabados utilizando para ello los valores mínimos establecidos en el título B, tabla B.3.4.1-3.

Tabla B.3.4.1-3
Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales horizontales – pisos

Componente	Carga (kN/m ²) m ² de área en planta	Carga (kgf/m ²) m ² de área en planta
Pisos y acabados		
Acabado de piso en concreto	0.0200 (por mm de espesor)	20 (por cm de espesor)
Afinado (25 mm) sobre concreto de agregado pétreo	1.50	150
Baldosa cerámica (20 mm) sobre 12 mm de mortero.	0.80	80
Baldosa cerámica (20 mm) sobre 25 mm de mortero.	1.10	110
Baldosa sobre 25 mm de mortero	1.10	110
Bloque de asfalto (50 mm), sobre 12 mm de mortero	1.50	150
Bloque de madera (75 mm) sin relleno	0.50	50
Bloque de madera (75 mm) sobre 12 mm de mortero	0.80	80
Durmientes de madera, 20 mm	0.15	15
Madera densa, 25 mm	0.20	20
Mármol y mortero sobre concreto de agregado pétreo	1.60	160
Piso asfáltico o linóleo, 6 mm	0.05	5
Pizarra	0.030 (por mm de espesor)	30 (por cm de espesor)
Terrazzo (25 mm), concreto 50 mm	1.50	150
Terrazzo (40 mm) directamente sobre la losa	0.90	90
Terrazzo (25 mm) sobre afinado en concreto	1.50	150

Figura 67. Carga muertas según la norma

Fuente: Autores 2017

Carga viva

Las cargas vivas para este tipo de estructuras son aquellas causadas por equipos y trabajadores utilizados en el mantenimiento y personas que tengan acceso a ella, según lo establecido en la NSR-10, B.4.1.2.

Combinación de cargas

El modelo estructural de los tanques se evaluó para las condiciones que presenta cada uno, según lo establecido en la norma NSR-10, se utilizaron las combinaciones de cargas establecidas en el título B.2.4.2 y se enumeran a continuación:

$$1.4 D + F \quad (B.2.4-1)$$

$$1.2 (D + F) + 1.6 (L + H) \quad (B.2.4-2)$$

$$1.2D + 1.6L \quad (B.2.4-3)$$

$$1.2D + 1.0L \quad (B.2.4-5)$$

$$0.9D + 1.6H \quad (B.2.4-6)$$

Especificaciones de materiales

Los materiales con los cuales se realizó el siguiente estudio son:

- Resistencia a la compresión del concreto (f'_c)

Placas y muros: $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21MPa)

- Resistencia a la fluencia del acero (f_y)

Para $\varnothing 3/8$ " $f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ (240 MPa)

Para Ø1/2" $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ (420 MPa)

Malla Electrosoldada # 5 S=0.15m

Diseño a flexión

Para el diseño a flexión de cada elemento estructural se utilizó el método de la resistencia última, teniendo como expresión de diseño la siguiente formula:

$$\phi M_u = \phi * \rho * F_y * (1 - 0,59 * \rho * (\frac{F_y}{F'_c})) b * d^2$$

Donde:

ϕM_u = Momento último de la sección

ϕ = Factor de reducción de resistencia para flexión $\phi = 0,9$

ρ = Relación del área de acero entre al área efectiva de concreto

F_y = Esfuerzo de fluencia del acero

F'_c = Resistencia a la compresión de concreto

b = Ancho del elemento

d = espesor del elemento menos el recubrimiento

La anterior ecuación se simplifica de la siguiente manera:

$$K = \phi * \rho * F_y * (1 - 0,59 * \rho * (\frac{F_y}{F'_c}))$$

$$\phi M_u = k * b * d^2$$

Revisión de cuantías

Cuantía balanceada:

$$\rho_b = 0,85 * B1 * \frac{F_y}{F_{t,c}} \left(\frac{E_{cu} * E_s}{E_{cu} * E_s + F_y} \right)$$

Cuantía mínima de diseño:

La cuantía mínima de diseño según el título C.10.5.1 de la NSR-10, no puede ser inferior a:

$$\rho_{min} \geq \frac{14}{F_y} \text{ para losa aligerada y}$$

$$\rho_{min} = 0.0018 \text{ para losas macizas}$$

Cuantía máxima

$$\rho_{max} = 0,75 * \rho_b$$

Resistencia al corte

De acuerdo al tipo de apoyo y distribución de carga, una sección de una viga o losa puede variar en diferente proporción el momento y cortante.

La mayor parte de las grietas diagonales se formarán en o cerca del eje neutro y se propagarán a partir de este punto. La formación de estas grietas, llamadas de cortante, puede ocurrir cuando el esfuerzo de tensión diagonal en las proximidades del eje neutro alcanza valores similares al de la resistencia a la tensión del concreto.

$$V_d < \phi_{vc} \quad \text{C.11.1.1 NSR-10}$$

La resistencia al cortante se obtiene con la siguiente ecuación:

$$\phi_{vc} = 0,17 \times \phi \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

V_c = Es la resistencia a cortante suministrada por el concreto, de la relación entre el esfuerzo cortante v y el esfuerzo flector f en la parte superior de la grieta de flexión.

V_d = Fuerza cortante mayorada en la sección.

d = Distancia desde la fibra extrema a compresión hasta el centroide del refuerzo a tracción.

M_u = Momento mayorado en la sección.

f'_c = Resistencia nominal del concreto a la compresión, expresada en MPa

Tanque de succión

La estructura a analizar es en concreto reforzado de $f'c = 21\text{MPa}$, $fy = 420\text{MPa}$, con dimensiones internas $2\text{m} \times 2\text{m} \times 2.3\text{m}$; y espesor de elementos de 0.25m . Se contempla para el análisis una carga viva de 2.0kN/m^2 . La estructura se encuentra enterrada, para lo cual se tienen en cuenta los siguientes parámetros geotécnicos:

Peso específico equivalente del terreno: $\gamma = 17.5\text{kN/m}^3$

Coefficiente de empuje activo $Ka = 0,27$

Datos obtenidos por medio del estudio geotécnico de la zona

El diseño de la estructura se realiza separando los elementos (tapa cubierta, muros y losa de fondo) bajo los parámetros de la norma NSR-10.

Diseño estructural de tapa cubierta

- Predimensionamiento

Sabiendo que la tapa cubierta será una losa maciza en una dirección y se encuentra simplemente apoyada por los muros, se tomó:

$$h = \frac{L}{20} = \frac{2,24m}{20} = 0,12 m$$

- Evaluación de cargas

Carga muerta:

Peso propio de losa ----- $0,12m \times 24kn/m^3 = 2,88 KN/m^2$

Acabados ----- = $1,15 KN/m^2$

Impermeabilizante ----- = $0,15 KN/m^2$

Carga muerta total (D) = $4,53 KN/m^2$

Carga viva (L) = $2 KN/m^2$

- Mayoración de cargas

$$W = 1,2 (D) + 1,6 (L)$$

$$W = (1,2 (4,53 KN/m^2) + 1,6 (2 KN/m^2)) * 1m$$

$$W = 8,636 KN/M$$

- Transmisión de carga a la franja

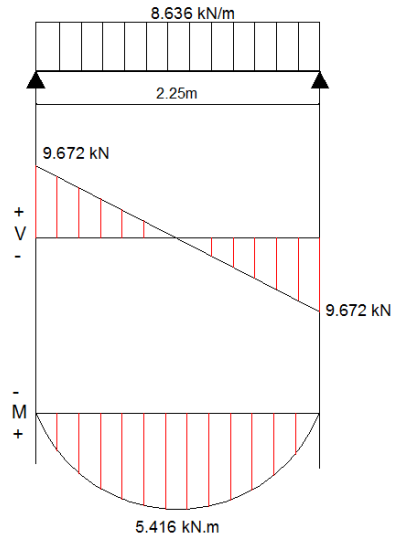


Figura 68. Diagrama de cortante y de momento tapa del tanque de succión

Fuente: Autores 2017

• Revisión por cortante

$$\phi_{vc} = 0,17 \times \phi \times \sqrt{F'c} \times b \times d$$

$$\phi_{vc} = 0,17 \times 0,75 \times \sqrt{21,1} \times 1 \times 0,07$$

$$\phi_{vc} = 40,889$$

$$\frac{9,672}{1,12} = \frac{Vd}{1,05}$$

$$Vd = 9,068$$

$Vd < \phi_{vc}$ No requiere refuerzo por cortante

•Diseño a flexión

$\emptyset Mu$	5,46
K (kN/m)	1105,306
P	0,00303
AS (mm ²)	463,4

Figura 69. Diseño a flexión tapa del tanque de succión

Fuente: Autores 2017

Separación

$$1m \text{-----} \rightarrow 463,4$$

$$X \text{-----} \rightarrow 129$$

$$X = S = 0,27M$$

Revisión de separación

$$- S \leq 3h$$

$$0,27 \leq 3 (0,25)$$

$$0,27\text{m} \leq 0,75\text{m} \quad \text{Cumple}$$

$$- \quad S \leq 50 \text{ cm}$$

$$0,27\text{m} \leq 0,50\text{m} \quad \text{Cumple}$$

$$\text{ACERO} = 1\#4 @ 0,27\text{m}$$

Diseño estructural de muros

•Predimensionamiento: Los muros de contención se consideran empotrados en la base y en voladizo al final del muro.

$$h = \frac{L}{10} = \frac{2,42\text{m}}{10} = 0,25 \text{ m}$$

•Evaluación de cargas

Carga muerta:

Peso propio de losa ----- $0,25\text{m} \times 24\text{kn/m}^3 = 6 \text{ KN/m}^2$

Acabados ----- = $1,15 \text{ KN/m}^2$

Impermeabilizante ----- = $0,15 \text{ KN/m}^2$

Carga muerta total (D) = $7,65 \text{ KN/m}^2$

Empuje de suelo

$$W = \frac{K_a \cdot \gamma \cdot h^2}{2}$$

$$K_a = 0,27$$

$$\gamma = 17,5 \text{ kN/m}^3$$

$$H = 2,42$$

$$W = \frac{0,27 \cdot 17,5 \cdot 2,42^2}{2}$$

$$W = 13,836 \text{ Kn}$$

$$W = \frac{13,836 \text{ KN}}{2,42}$$

$$W_{\text{suelo}} = 5,717 \text{ KN/M}$$

- Mayoración de cargas

Se analiza el tanque vacío como situación más crítica

$$W = 1,2 (D) + 1,6 (H)$$

$$W = 1,2 (7,65) + 1,6 (5,717)$$

$$W = 21,239 \text{ KN/M}$$

- Transmisión de carga a la franja

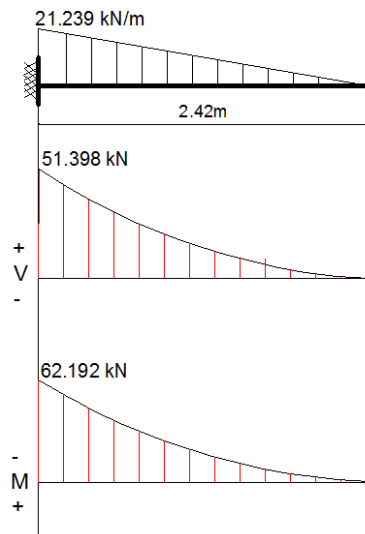


Figura 70. Diagrama de cortante y momento de los muros del tanque de succión

Fuente: Autores 2017

- Revisión por cortante

$$\phi_{vc} = 0,17 \times \phi \times \sqrt{F'c} \times b \times d$$

$$\phi_{vc} = 0,17 \times 0,75 \times \sqrt{21,1} \times 1 \times 0,20$$

$$\phi_{vc} = 105,42$$

$$\frac{51,398}{2,42} = \frac{Vd}{2,24}$$

$$V_d = 47,575$$

$V_d < \phi_{vc}$ No requiere refuerzo por cortante

•Diseño a flexión

ϕM_u	-62,192
K (kN/m)	1919,506
P	0,00542
AS (mm ²)	1155,6

Figura 71. Diseño a flexión muros del tanque

Fuente: Autores 2017

Separamiento

$$1m \text{-----} \rightarrow 1155,6$$

$$X \text{-----} \rightarrow 129$$

$$X = S = 0,11M$$

Revisión de separación

$$- \quad S \leq 3h$$

$$0,11 \leq 3 (0,25)$$

$$0,11\text{m} \leq 0,75\text{m} \quad \text{Cumple}$$

$$- \quad S \leq 50 \text{ cm}$$

$$0,11\text{m} \leq 0,50\text{m} \quad \text{Cumple}$$

$$\text{ACERO} = 1\#4 @ 0,11\text{m}$$

Diseño estructural de losa de fondo

- Predimensionamiento

Losa maciza y se encuentra empotrada en los dos extremos

Se asume el mismo ancho de los muros como espesor mínimo

$$H = 0,25 \text{ m}$$

- Evaluación de cargas

Carga muerta:

$$\text{Peso propio de losa} \text{ ----- } 0,25\text{m} \times 24\text{kn/m}^3 = 6 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Acabados} \text{ ----- } = 1,15 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Impermeabilizante} \text{ ----- } = 0,15 \text{ KN/m}^2$$

Carga muerta total (D) = 7,65 KN/m²

Carga viva: la carga viva establecida es de 2 KN/m²

Empuje de agua

$$W = 10 \text{ kN /m}^3 \times 2\text{m} = 20 \text{ kN/m}^2$$

- Mayoración de cargas

Se analiza el tanque lleno como situación más crítica

$$W = 1,2 (D + F) + 1,6 (L)$$

$$W = 1,2 (7,65 + 20) + 1,6 (2)$$

$$W = 36,38 \text{ KN/M}$$

- Transmisión de carga a la franja

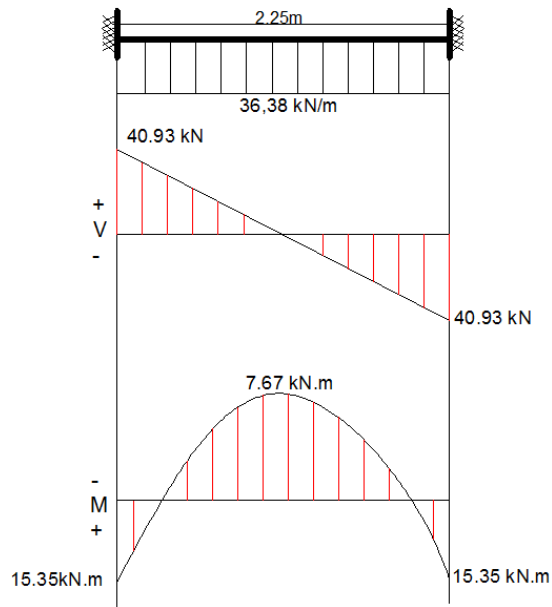


Figura 72. Losa de fondo del tanque de succión

Fuente: Autores 2017

• Revisión por cortante

$$\phi_{vc} = 0,17 \times \phi \times \sqrt{F'c} \times b \times d$$

$$\phi_{vc} = 0,17 \times 0,75 \times \sqrt{21,1} \times 1 \times 0,20$$

$$\phi_{vc} = 105,42$$

$$\frac{40,93}{2,42} = \frac{Vd}{2,24}$$

$$Vd = 37,88$$

$V_d < \phi_{vc}$ Cumple

•Diseño a flexión

ϕM_u	15,35	-7,67
K (kN/m)	383,75	191,75
+ P	0,0018	
+ AS (mm ²)	360	
- P		0,0018
- AS (mm ²)		360

Figura 73. Diseño a flexión de la losa del tanque de succión

Fuente: Autores 2017

Separamiento

1m-----→ 360mm²

X -----→ 129mm²

X= S = 0,35m

Revisión de separación

$$- S \leq 3h$$

$$0,35 \leq 3 (0,25)$$

$$0,35m \leq 0,75m \quad \text{Cumple}$$

$$- S \leq 50 \text{ cm}$$

$$0,35m \leq 0,50m \quad \text{Cumple}$$

ACERO = 1#4 @ 0,35m

Tanque de almacenamiento

La estructura a analizar es en concreto reforzado de $f'c = 21\text{MPa}$, $fy = 420\text{MPa}$, con dimensiones internas $5,85\text{m} \times 5,85\text{m} \times 3\text{m}$; y espesor de elementos de 0.30m . Se contempla para el análisis una carga viva de 2.0kN/m^2 . La estructura esta superficial con la losa de fondo enterrada.

El diseño de la estructura se realiza separando los elementos (tapa cubierta, muros, losa de fondo) bajo los parámetros de la norma NSR-10.

Diseño estructural de tapa cubierta

- Predimensionamiento

Debido a las dimensiones del tanque la tapa se plantea como cubierta aligerada apoyada en un muro que pasa por la mitad de este.

$$h = \frac{L}{12} = \frac{3,075m}{12} = 0,26m \approx 0,30m$$

- Evaluación de cargas

Carga muerta:

Peso propio de losa ----- $0,05m \times 24kn/m^3 = 1,2 \text{ KN/m}^2$

Viguetas ----- $\frac{0,10m \times 0,25m \times 24 \text{ kN/m}^3}{0,75m} = 0,8 \text{ kN/m}^2$

Aligerante removible ----- $= 0,35 \text{ kN/m}^2$

Acabados ----- $= 1,15 \text{ KN/m}^2$

Impermeabilizante ----- $= 0,15 \text{ KN/m}^2$

Carga muerta total (D) = 4 KN/m²

Carga viva (L) = 2 KN/m²

- Mayoración de cargas

$$W = 1,2 (D) + 1,6 (L)$$

$$W = (1,2 (4 \text{ KN/m}^2) + 1,6 (2 \text{ KN/m}^2)) * 1 \text{ m}$$

$$W = 6 \text{ KN/M}$$

• Transmisión de carga a la franja

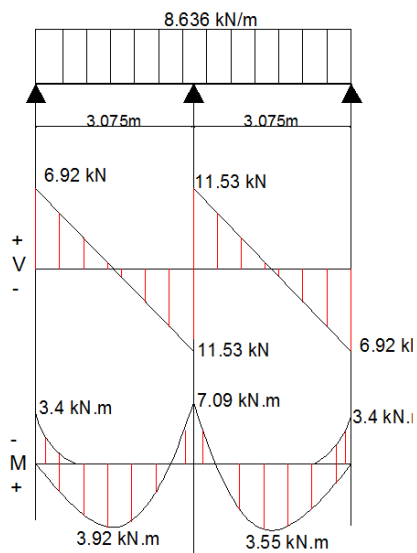


Figura 74. Diagrama de cortante y momento de la tapa tanque de almacenamiento

Fuente: Autores 2017

• Diseño a flexión

ØMu	-2,36	3,92	-7,09	3,546
K (kN/m)	377,6	627,2	1134, 4	567,3 6

-	0,003		0,003	
P	3		3	
-	82,5		82,5	
AS (mm2)	1 #4		1 #4	
+		0,003		0,003
P		3		3
+		82,5		82,5
AS (mm2)		1 #4		1 #4

Figura 75. Diseño por flexión tapa del tanque de almacenamiento

Fuente: Autores 2017

•Revisión por cortante

$$\phi_{vc} = 0,17 \times \phi \times \sqrt{F'c} \times b \times d$$

$$\phi_{vc} = 0,17 \times 0,75 \times \sqrt{21,1} \times 1 \times 0,25$$

$$\phi_{vc} = 14,64$$

$$\frac{11,53}{1,5375} = \frac{Vd}{1,2875}$$

$$Vd = 9,66$$

$$Vd < \phi_{vc} \text{ "no requiere estribos"}$$

Estribos constructivos

Longitud de confinamiento (L_c) = 2h

$$L_c = 2 \times 0,30\text{m} = 0,60\text{m}$$

$$Z1 = \frac{1+L_c}{S_{min}}$$

Separación mínima

$$Vd > \frac{\phi v_c}{2} \quad \text{cumple "revisión de área mínima"}$$

$$A_{min1} = \frac{0,062 \times \sqrt{F'c} \times bw \times S_{min1}}{f_y}$$

$$(71\text{mm}^2) = \frac{0,062 \times \sqrt{21,1} \times 100 \times S_{min1}}{420}$$

$$- \quad S_{min1} = 0,60 \text{ m}$$

$$A_{min2} = \frac{0,35 \times bw \times S_{min2}}{f_y}$$

$$(2 \times 71\text{mm}^2) = \frac{0,35 \times 100 \times S_{min2}}{420}$$

$$- \quad S_{min2} = 0,50\text{m}$$

$$S_{min} = \frac{d}{4} = \frac{0,25}{4}$$

$$- \quad S_{min} = 0,06\text{m}$$

Separamiento máximo

$$S_{max} = \frac{d}{2} = \frac{0,25}{2}$$

$$- \quad S_{max} = 0,12$$

Se escoge el separamiento mínimo de todos los criterios para hallar el número de estribos en la zona de confinamiento (Z1), en este caso el separamiento fue de 0,06m

$$Z1 = \frac{1+Lc}{S_{\min}} = \frac{1+0,60m}{0,06m}$$

$$Z1 = 11 \text{ estribos}$$

En la zona 2 se distribuye los estribos con el separamiento máximo de 0,12m

Diseño estructural de muros

- Predimensionamiento

Losa maciza y se encuentra empotrada con la losa de fondo y en voladizo al final del muro

$$h = \frac{L}{10} = \frac{3m}{10} = 0,3 \text{ m}$$

- Evaluación de cargas

Teniendo en cuenta que el estado más crítico de la estructura es cuando se encuentre lleno de agua, se evalúan las siguientes cargas

Carga muerta:

Peso propio de losa ----- $0.30\text{m} \times 24\text{kn/m}^3 = 7,2 \text{ KN/m}^2$

Acabados ----- = $1,15 \text{ KN/m}^2$

Impermeabilizante ----- = $0,15 \text{ KN/m}^2$

Carga muerta total (D) = $8,85 \text{ KN/m}^2$

Carga viva: la carga viva establecida es de 2 KN/m^2

Empuje del agua

$$W = \frac{\gamma \cdot h^2}{2}$$

$$\gamma = 10 \text{ kN/m}$$

$$H = 3\text{m}$$

$$W = \frac{10 \times 3^2}{2}$$

$$W = 45 \text{ KN}$$

$$W = \frac{45 \text{ KN}}{3}$$

$$W_{\text{agua}} = 15 \text{ KN/M}$$

- Mayoración de cargas

Se analiza el tanque con el empuje activo del terreno como situación más crítica

$$W = 1,2 (D + F) + 1,6 (L)$$

$$W = 1,2 (8,85 + 15) + 1,6 (2)$$

$$W = 31,82 \text{ KN/M}$$

- Transmisión de carga a la franja

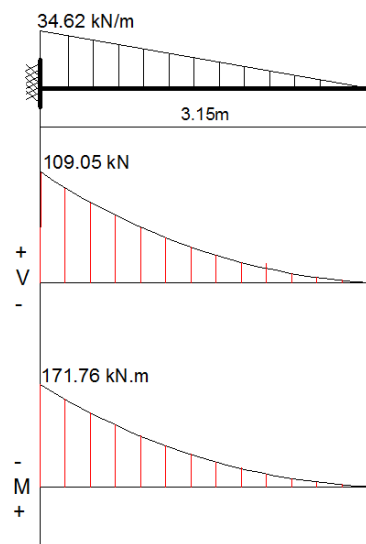


Figura 76. Diagrama de cortante y momento de los muros del tanque de almacenamiento

Fuente: Autores 2017

- Revisión por cortante

$$\phi_{vc} = 0,17 \times \phi \times \sqrt{F'c} \times b \times d$$

$$\phi_{vc} = 0,17 \times 0,75 \times \sqrt{21,1} \times 1000 \times 0,25$$

$$\phi_{vc} = 146,42$$

$$\frac{109,05}{3,15} = \frac{Vd}{2,9}$$

$$Vd = 100,39$$

$$Vd < \phi_{vc} \text{ Cumple}$$

•Diseño a flexión

ϕMu	-171,76
K (kN/m)	2748,16
P	0,008
AS (mm ²)	2000

Figura 77. Diseño a flexión de los muros del tanque de almacenamiento

Fuente: Autores 2017

Separamiento

$$1m \text{-----} \rightarrow 2000$$

$$X \text{-----} \rightarrow 129$$

$$X = S = 0,06M$$

Revisión de separación

$$- \quad S \leq 3h$$

$$0,06m \leq 3 (0,3)$$

$$0,06m \leq 0,90m \quad \text{Cumple}$$

$$- S \leq 50 \text{ cm}$$

$$0,06\text{m} \leq 0,50\text{m} \quad \text{Cumple}$$

$$\text{ACERO} = 1\#4 @ 0,06 \text{ m}$$

Diseño estructural de losa de fondo

- Predimensionamiento

Losa maciza y se encuentra empotrada en los dos extremos

Se asume el mismo ancho de los muros como espesor mínimo

$$H = 0,30 \text{ m}$$

- Evaluación de cargas

Carga muerta:

$$\text{Peso propio de losa} \text{ ----- } 0,30\text{m} \times 24\text{kn/m}^3 = 6 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Acabados} \text{ ----- } = 1,15 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Impermeabilizante} \text{ ----- } = 0,15 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Carga muerta total (D)} = 8,85 \text{ KN/m}^2$$

Carga viva: la carga viva establecida es de 2 KN/m²

Empuje de agua

$$W = 10 \text{ kN /m}^3 \times 3\text{m} = 30 \text{ kN/m}^2$$

- Mayoración de cargas

Se analiza el tanque lleno como situación más crítica

$$W = 1,2 (D + F) + 1,6 (L)$$

$$W = 1,2 (8,85 + 30) + 1,6 (2)$$

$$W = 41,42 \text{ KN/M}$$

- Transmisión de carga a la franja

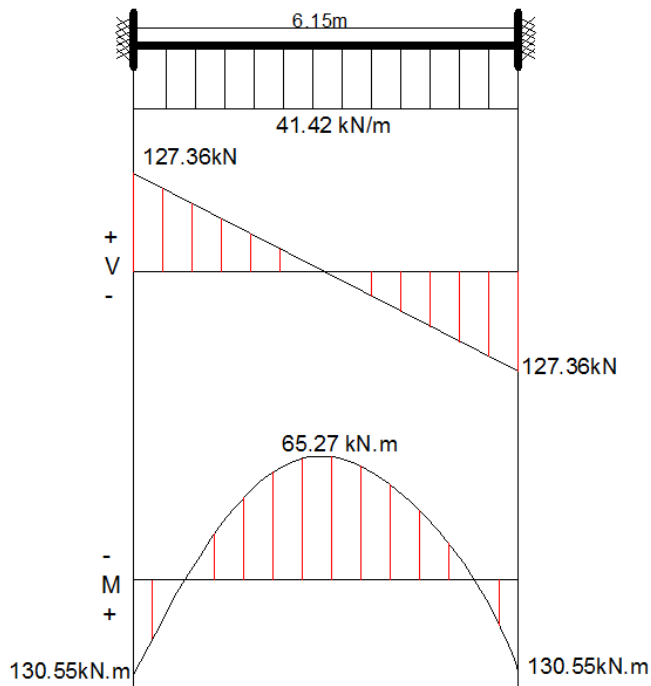


Figura 78. Diagrama de cortante y momento del fondo del tanque de almacenamiento

Fuente: Autores 2017

•Revisión por cortante

$$\phi_{vc} = 0,17 \times \phi \times \sqrt{F'c} \times b \times d$$

$$\phi_{vc} = 0,17 \times 0,75 \times \sqrt{21,1} \times 1 \times 0,25$$

$$\phi_{vc} = 146,42$$

$$\frac{127,366}{3,075} = \frac{Vd}{2,825}$$

$$Vd = 117,01$$

$$Vd < \phi_{vc} \text{ Cumple}$$

•Diseño a flexión

$\emptyset M_u$	-130,55	65,27
K (kN/m)	2088,8	996,32
- P	0,0059	
- AS (mm ²)	1475	
- P		0,00272
- AS (mm ²)		680

Figura 79. Diseño a flexión del fondo del tanque de almacenamiento

Fuente: Autores 2017

Separamiento

1m-----→ 1475mm²

X -----→ 129mm²

X= S = 0,09m

Revisión de separación

- S ≤ 3h

$$0,09 \leq 3 (0,30)$$

$$0,09\text{m} \leq 0,90\text{m} \quad \text{Cumple}$$

$$- \quad S \leq 50 \text{ cm}$$

$$0,09\text{m} \leq 0,50\text{m} \quad \text{Cumple}$$

$$\text{ACERO} = 1\#4 @ 0,09$$

4.4. Estimación de costos mediante un estudio de mercado para el desarrollo del presupuesto de la alternativa de solución.

Cuando hablamos de una estimación de costos, es fundamental conocer el mercado en que se envuelve o rodea el proyecto, ya que es este quien permite desarrollar el estudio de mercado, a través de la estimación de los costos de materiales, de mano de obra y de equipos. Y de esta forma como se desglosa la estructura de trabajo, para llegar a un presupuesto basado en el alcance y tiempo del proyecto. La elaboración del presupuesto y análisis de precios unitarios, se realizó en hojas de cálculo mediante el uso de la herramienta Excel.

El presupuesto de este trabajo tiene una estructura organizada, manejando los recursos humanos de tal forma que los rendimientos sean mayores garantizando la ejecución de la obra en menos tiempos.

Se realizó el estudio de costos en el mercado, y se pudo obtener los siguientes resultados

MATERIAL	UNIDAD	COSTO POR FERRETERIA			COSTO ESPERADO
		FERRETERIA RIO DE ORO	FERRETERIA OCAÑA	COSTUPRECIOS	
Varilla corrugada de 1/2" de 6m	kg	2347,42	2179,75	2531	2266,24
Varilla corrugada de 3/8" de 6m	kg	2380	1785,71	2490	2002,14
Malla electrosoldada cal.10 30*30	m2	4000	3500	3130	3521,67
Alambre negro No.16	kg	4500	4500	2941	4240,17
Puntilla 1" 500g	kg	2500	2500	4739	2873,17
Sikadur-31 sika 0,5kg	kg	65000	63000	60062	62843,67
Antisol rojo empaque de16kg	kg	18000	16000	14994	16165,67
Sika impermeable	kg	13000	12000	11108	12018,00
Triturado de 3/4"	m3	100000	100000	90000	98333,33
Arena de rio	m3	75000	55000	50000	57500,00
Recebo	m3	20000	20000	18000	19666,67
Piedra	m3	70000	70000	60000	68333,33
Ladrillo caravista		900	850	800	850,00
Cemento gris bulto 42,5kg	kg	370	370	545	399,17
Agua	lt	20	15	12	15,33
Lamina termoacustica frescasa 3 1/2"	rollo	175000	168000	165000	168666,67
Flotador universal inreco	und	30000	28500	49000	32166,67
Valvula de cheque bronce 2"	und	350000	356000	299000	345500,00
Tubo PVC presion RDE 26 DE 2" PAVCO	ml	20000	16000	15797	16632,83
Tubo PVC presion RDE 26 DE 3" PAVCO	ml	38000	35000	33749	35291,50
Tee de 2" PAVCO	und	16350	5700	15000	9025,00
Valvula de pie PVC presion de 3"	und	30000	28000	25000	27833,33
Codo de 90° PVC presion 2" PAVCO	und	14000	10000	12796	11132,67
Codo de 90° PVC presion 3" PAVCO	und	7000	17000	103463	29743,83
Codo de 45° PVC presion 2" PAVCO	und	18000	17000	16796	17132,67
Valvula de compuerta acero fundido 2"	und	150000	133000	170000	142000,00
Limpiador remobedor 760 Gr 1/4 PAVCO	und	20000	20000	26586	21097,67
Tela verde de cerramiento	ml	1700	1800	1600	1750,00
Pegante 1/4	und	40000	50000	50000	48333,33
Hidrante	und	1460000	1460000	1460000	1460000,00
Codo de reventilacion	und	10237	8500	9500	8956,17
Estacas	und	550	500	500	508,33
Hilos	ml	350	300	300	308,33

Figura 80. Costos esperados de materiales

Fuente. Autores 2017

Se realizo una descomposicion gerarquica, es decir la estructura de desgloze de trabajo (EDT) para empezar las pautas principales y llegar al alcance del proyecto, el presupuesto se distribuyo en 2 faces con el fin de mejorar el manejo de este.

OBRA:		
SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES		
RIO DE ORO - CESAR		
ITEM	NOMBRE	UND
FASE 1 DEL PROYECTO "ESTACION DE BOMBEO"		
1	PRELIMINARES	
1.1	LOCALIZACION Y REPLANTEO CON EQUIPO DE TOPOGRAFIA	M2
1.2	NIVELACION	M2
1.3	DESMONTE Y LIMPIEZA	M2
1.4	CERRAMIENTO PROVISIONAL	ML
1.5	DEMOLICION DEL PAVIMENTO e=15cm	M2
-		
2	MOVIMIENTO DE TIERRA	
2.1	EXCAVACION MANUAL	M3
2.2	RELLENOS CON MATERIAL SELECCIONADO	M3
2.3	RETIRO DE ESCOMBROS	M3

-		
3	ESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO	
3.1	LOSA ALIGERADA DE CUBIERTA TANQUE DE ALMACENAMIENTO	M2
3.2	MURO TANQUE DE ALMACENAMIENTO	M3
3.3	LOSA DE FONDO TANQUE DE ALMACENAMIENTO	M3
3.4	LOSA MACIZA CUBIERTA TANQUE DE SUCCION	M3
3.5	MURO TANQUE DE SUCCION	M3
3.6	LOSA DE FONDO TANQUE DE SUCCION	M3
3.7	ZANJA DEL PAVIMENTO	M3
3.8	PISO CON MALLA ELECTROSOLDADA e=7cm	M2
3.9	COLUMNETAS	M3
3.10	VIGA DE CIMIENTACION	M3
-		
4	INSTALACION ELECTRICAS	
4.1	SUMINISTRO E INSTALACION ELECTRICA PARA LA BOMBA	GBL
-		
5	CARPINTERIA METALICA	
5.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE ESCALERAS EN ACERO INOXIDABLE	GLB
5.2	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBOS METALICOS Y MALLA DE CERRAMIENTO	GLB
-		

6	INSTALACION HIDRAULICAS	
6.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE SUCCION DE 3" INCLUYE ACCESORIOS	ML
6.2	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE 2" INCLUYE ACCESORIOS	ML
6.3	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODOS DE REVENTILACION	UND
6.4	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE CONTROL DE 2"	UND
6.5	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE CHEQUE DE 2"	UND
6.6	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE PIE CON COLADERA DE 3"	UND
6.7	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBA 3HP	UND
6.8	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE CONTROL 2", INCLUYE CAJA	UND
6.9	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE LAVADO 2"	ML
6.10	SUMINISTRO E INSTALACION DE BYPASS	ML
-		
7	MAMPOSTERIA	
7.1	MURO CARA A LA VISTA DE H=1m	M2
-		
8	CASETA	
8.1	INSTALACION DE CASETA	GLB

-		
-		
FASE 2 DEL PROYECTO "RED DE DISTRIBUCION"		
1	PRELIMINARES	
1.1	LOCALIZACION Y REPLANTEO CON EQUIPO TOPOGRAFICO	M2
1.2	NIVELACION	M2
1.3	DEMOLICION DEL PAVIMENTO HIDRAULICO e=15cm	M2
-		
2	MOVIMIENTO DE TIERRA	
2.1	EXCAVACION MANUAL	M3
2.2	RELLENOS CON MATERIAL SELECCIONADO	M3
2.3	RETIRO DE ESCOMBROS	M3
-		
3	ESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO	
3.1	CONCRETO DE 3000 PSI	M3
-		
4	INSTALACION HIDRAULICAS	
4.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE 2" INCLUYE ACCESORIOS	ML
-		

Figura 81. EDT(Estructura de desgloce de trabajo)

Fuente. Autores 2017

OBRA:					
SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
RIO DE ORO - CESAR					
ITEM	NOMBRE	UND	CANT	P. UNITARIO (\$)	TOTAL(\$)
FASE 1 DEL PROYECTO "ESTACION DE BOMBEO"					
1	PRELIMINARES				
1.1	LOCALIZACION Y REPLANTEO CON EQUIPO DE TOPOGRAFIA	M2	186	\$15.363,52	\$2.857.614,56
1.2	NIVELACION	M2	186	\$1.601,84	\$297.941,71
1.3	DESMONTE Y LIMPIEZA	M2	96	\$574,12	\$55.115,97
1.4	CERRAMIENTO PROVISIONAL	ML	58	\$4.522,33	\$262.295,39
1.5	DEMOLICION DEL PAVIMENTO e=15cm	M2	90	\$27.250,00	\$2.452.500,00
-					
2	MOVIMIENTO DE TIERRA				
2.1	EXCAVACION MANUAL	M3	123,579	\$24.113,24	\$2.979.889,81
2.2	RELLENOS CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	89,998	\$44.545,62	\$4.009.016,61

2.3	RETIRO DE ESCOMBROS	M3	146,68	\$36.477,90	\$5.350.578,27
-					
3	ESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO				
3.1	LOSA ALIGERADA DE CUBIERTA TANQUE DE ALMACENAMIENTO	M2	44,223	\$360.537,18	\$15.944.035,66
3.2	MURO TANQUE DE ALMACENAMIENTO	M3	5,81	\$2.029.508	\$11.791.442,90
3.3	LOSA DE FONDO TANQUE DE ALMACENAMIENTO	M3	14,1	\$997.635,94	\$14.066.666,70
3.4	LOSA MACIZA CUBIERTA TANQUE DE SUCCION	M3	0,75	\$801.070,46	\$600.802,85
3.5	MURO TANQUE DE SUCCION	M3	1,29	\$3.370.208	\$4.347.568,64
3.6	LOSA DE FONDO TANQUE DE SUCCION	M3	1,56	\$313.847,16	\$489.601,58
3.7	ZANJA DEL PAVIMENTO	M3	13,5	\$313.483,89	\$4.232.032,56
3.8	PISO CON MALLA ELECTROSOLDADA e=7cm	M2	48,75	\$285.390,68	\$13.912.795,87
3.9	COLUMNETAS	M3	0,4	\$2.207.811	\$883.124,68
3.10	VIGA DE CIMIENTACION	M3	4,375	\$1.266.849	\$5.542.464,87
-					
4	INSTALACION ELECTRICAS				
4.1	SUMINISTRO E INSTALACION ELECTRICA PARA LA BOMBA	GBL	1	\$2.241.98	\$2.241.982,45

-					
5	CARPINTERIA METALICA				
5.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE ESCALERAS EN ACERO INOXIDABLE	GLB	1	\$519.989,93	\$519.989,93
5.2	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBOS METALICOS Y MALLA DE CERRAMIENTO	GLB	1	\$2.287.502	\$2.287.502,19
-					
6	INSTALACION HIDRAULICAS				
6.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE SUCCION DE 3" INCLUYE ACCESORIOS	ML	2,07	\$87.913,06	\$181.980,03
6.2	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE 2" INCLUYE ACCESORIOS	ML	158	\$19.773,81	\$3.124.262,37
6.3	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODOS DE REVENTILACION	UND	4	\$17.568,04	\$70.272,15
6.4	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE CONTROL DE 2"	UND	2	\$6.889,50	\$13.778,99
6.5	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE CHEQUE DE 2"	UND	2	\$352.389,50	\$704.778,99
6.6	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE PIE CON COLADERA DE 3"	UND	2	\$34.722,83	\$69.445,66

6.7	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBA 3HP	UND	2	\$4.001.722	\$8.003.444,75
6.8	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE CONTROL 2", INCLUYE CAJA	UND	2	\$2.000.955	\$4.001.910,01
6.9	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE LAVADO 2"	ML	14	\$19.611,48	\$274.560,66
6.10	SUMINISTRO E INSTALACION DE BYPASS	ML	8	\$13.836,30	\$110.690,41
-					
7	MAMPOSTERIA				
7.1	MURO CARA A LA VISTA DE H=1m	M2	58	\$75.450,46	\$4.376.126,86
-					
8	CASETA				
8.1	INSTALACION DE CASETA	GLB	1	\$8.259.964	\$8.259.964,40
-					
-					
FASE 2 DEL PROYECTO "RED DE DISTRIBUCION"					
1	PRELIMINARES				
1.1	LOCALIZACION Y REPLANTEO CON EQUIPO TOPOGRAFICO	M2	426,936	\$15.363,52	\$6.559.239,42
1.2	NIVELACION	M2	426,936	\$1.601,84	\$683.881,95
1.3	DEMOLICION DEL PAVIMENTO HIDRAULICO e=15cm	M2	426,936	\$27.250,00	\$11.634.006,00

-					
2	MOVIMIENTO DE TIERRA				
2.1	EXCAVACION MANUAL	M3	426,936	\$24.113,24	\$10.294.809,28
2.2	RELLENOS CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	426,958	\$44.545,62	\$19.019.108,35
2.3	RETIRO DE ESCOMBROS	M3	490,976	\$36.477,90	\$17.909.773,09
-					
3	ESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO				
3.1	ZANJA DEL PAVIMENTO	M3	64,041	\$313.483,89	\$20.075.822,02
-					
4	INSTALACION HIDRAULICAS				
4.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE 2" INCLUYE ACCESORIOS	ML	711,56	\$19.470,94	\$13.854.743,97
-					
-					

Figura 82. Presupuesto

Fuente: Autores 2017

Teniendo en cuenta el manejo del AIU en los proyectos del municipio de Rio de Oro a través de la oficina de planeación, se obtuvo lo siguiente:

Administración: 27%

Imprevistos: 1%

Utilidad: 2%

RESUMEN PRESUPUESTO			
FASE 1 DEL PROYECTO "ESTACION DE BOMBEO"			
1	PRELIMINARES		5.925.467,63
2	MOVIMIENTO DE TIERRA		12.339.484,69
4	ESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO		71.810.536,29
5	INSTALACIONES ELECTRICAS		2.241.982,45
6	CARPINTERIA METALICA		2.807.492,12
7	INSTALACIONES HIDRAULICAS		16.555.124,02
8	MAMPOSTERIA		4.376.126,86
9	CASETA		8.259.964,40
FASE 2 DEL PROYECTO "RED DE DISTRIBUCION"			

1	PRELIMINARES			18.877.127,36
2	MOVIMIENTO DE TIERRA			47.223.690,71
3	ESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO			20.075.822,02
4	INSTALACION HIDRAULICAS			13.854.743,97
	COSTO DIRECTO			224.347.562,52
	ADMINISTRACIÓN			44.869.512,50
	IMPREVISTOS			11.217.378,13
	UTILIDADES			11.217.378,13
	COSTO TOTAL			291.651.831,28

Figura 83. Resumen de presupuesto

Fuente: Autores 2017

Las siguientes figuras muestran las actividades predecesoras de acuerdo a cada fase, así:

FASE 1 DEL PROYECTO "ESTACION DE BOMBEO"		PREDECESOR
1,1	LOCALIZACION Y REPLANTEO CON EQUIPO DE TOPOGRAFIA	
1,2	NIVELACION	1,1
1,3	DESMONTE Y LIMPIEZA	1,2
1,4	CERRAMIENTO PROVISIONAL	1,2
1,5	DEMOLICION DEL PAVIMENTO e=15cm	1,1
2,1	EXCAVACION MANUAL	1,5
2,2	RELLENOS CON MATERIAL SELECCIONADO	6,2
2,3	RETIRO DE ESCOMBROS	1,5 - 2,1
3,1	LOSA ALIGERADA DE CUBIERTA TANQUE DE ALMACENAMIENTO	3,2 - 3,3
3,2	MURO TANQUE DE ALMACENAMIENTO	2,1
3,3	LOSA DE FONDO TANQUE DE ALMACENAMIENTO	2,1
3,4	LOSA MACIZA CUBIERTA TANQUE DE SUCCION	3,5 - 3,6
3,5	MURO TANQUE DE SUCCION	2,1
3,6	LOSA DE FONDO TANQUE DE SUCCION	2,1

3,7	ZANJA DEL PAVIMENTO	2,2
3,8	PISO CON MALLA ELECTROSOLDADA e=7cm	3,10
3,9	COLUMNETAS	2,1
3,10	VIGA DE CIMIENTACION	2,1
4,1	SUMINISTRO E INSTALACION ELECTRICA PARA LA BOMBA	6,7
5,1	SUMINISTRO E INSTALACION DE ESCALERAS EN ACERO INOXIDABLE	3,5 - 3,2
5,2	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBOS METALICOS Y MALLA DE CERRAMIENTO	3,10 - 7,1
6,1	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE SUCCION DE 3" INCLUYE ACCESORIOS	6,7 - 3,5
6,2	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE 2" INCLUYE ACCESORIOS	2,1
6,3	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODOS DE REVENTILACION	3,1 - 3,4
6,4	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE CONTROL DE 2"	6,2 - 6,7
6,5	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE CHEQUE DE 2"	6,2 - 6,7
6,6	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE PIE CON COLADERA DE 3"	6,7 - 3,5
6,7	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBA 3HP	8,1 - 3,8
6,8	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE CONTROL 2", INCLUYE CAJA	3,2
6,9	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE LAVADO 2"	3,2

6,10	SUMINISTRO E INSTALACION DE BYPASS	3,2
7,1	MURO CARA A LA VISTA DE H=1m	3,10
8,1	INSTALACION DE CASETA	2,1
FASE 2 DEL PROYECTO "RED DE DISTRIBUCION"		PREDECESOR
1,1	LOCALIZACION Y REPLANTEO CON EQUIPO TOPOGRAFICO	
1,2	NIVELACION	1,1
1,3	DEMOLICION DEL PAVIMENTO HIDRAULICO e=15cm	1,2
2,1	EXCAVACION MANUAL	1,3
2,2	RELLENOS CON MATERIAL SELECCIONADO	4,1
2,3	RETIRO DE ESCOMBROS	2,1 - 1,3
3,1	CONCRETO DE 3000 PSI	2,2
4,1	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE 2" INCLUYE ACCESORIOS	2,1

Figura 86. Actividades predecesoras según la fase.

Fuente: Autores 2017

Capítulo 5: CONCLUSIONES

El proyecto de la propuesta de diseño de un sistema de bombeo para el barrio los rosales del municipio de Rio de oro, tenía como objeto optimizar el servicio de acueducto mejorando así la calidad de vida de los habitantes del sector mencionado. Los resultados obtenidos por la valoración realizada a la red de distribución actual de agua potable del barrio, demuestran técnicamente el mal funcionamiento del sistema debido a las bajas presiones que se registran en las viviendas las cuales no permiten desarrollar las actividades cotidianas de un hogar, por lo tanto se propone el diseño de una estación de bombeo para mejorar el servicio de acueducto y así mismo la calidad de vida de los habitantes del sector. Debido a las pendientes pronunciadas del barrio, la parte alta de este es la más afectada ya que la red actual no satisface las necesidades debido a la insuficiencia de presiones, por lo cual se señaló como zona de presión crítica en la evaluación y diseño.

Se ejecutaron las actividades propuestas en el proyecto de grado, mediante la compilación de información y estudios realizados a la zona objeto de estudio, dando cumplimiento a los procesos siguiendo las especificaciones técnicas del RAS 2010 y la resolución 0330 del 2017.

La simulación hidráulica de la red de distribución se realizó mediante la implementación del software EPANET, ya que permite buscar estrategias para mejorar las presiones del sistema, mediante este se obtuvo un rango de presiones mayores a 10 m.c.a y menores a 60 m.c.a, con lo cual garantiza el servicio a las viviendas y además se cumple con lo establecido en el RAS.

Todos los diseños hidráulicos de la estación se basan en la misma norma y son guiados a través del libro Sistemas de Acueducto y Alcantarillado de Alfredo Cualla. De igual manera los diseños estructurales se basan en el libro Segura.

El presupuesto del proyecto se trabajó a partir de la estructura de desglose de trabajo, y de los APU que se realizaron para cada ítem, además se realizó el respectivo estudio de mercado con el fin de trabajar con valores reales de la zona. En base a esto se construyó los Diagramas de Gan.

Capítulo 6: RECOMENDACIONES

El diagnóstico de las redes de conducción y de distribución del barrio se realiza en base a los datos presentados por la Empresa EMCAR, y a través de visitas a campo para la medición de presiones, en base a esto se recomienda un estudio más profundo.

Es necesario realizar un mantenimiento periódico a los tanques de succión y de almacenamiento, de igual forma a las bombas y válvulas, durante todo el periodo de vida útil. Cada accesorio debe operarse con una frecuencia mínima de 1 año. Según la resolución 0330 de 2017 la limpieza de los tanques debe ser por lo menos cada 6 meses, pero se debe tener en cuenta que esto no cause detenimientos en el funcionamiento de la estación. Es de gran importancia seguir las especificaciones del artículo 96 de la Resolución 0330 de 2017, donde se exige someter a los tanques de almacenamiento a pruebas que garanticen de estanqueidad, especialmente en la puesta en marcha. Se recomienda que las filtraciones en 24 horas no sean mayores a 0.05% del volumen del tanque.

Es indispensable proteger los tramos que se encuentren expuestos a la intemperie, para evitar las conexiones fraudulentas y sobre todo evitar daños físicos en la estructuras.

Se recomienda que los materiales y equipos se usen de la zona más cercana al proyecto, con el fin de que no haya aumento en la variación de estos precios y por tanto del proyecto.

REFERENCIAS

Agua potable para poblaciones rurales. Sistema de Abastecimiento por Gravedad - Roger Agüero

Pittman-Asociación de Servicios Rurales (SER) 2010

Reglamento Nacional de Construcciones del Perú, 2010.

Manual de HIDRÁULICA J. M Azevedo Netto-Guillermo Acosta Álvarez 1975 editorial

HARLA S.A.

Sistema de Agua Potable por Gravedad para Poblaciones Rurales- Thomas D. Jordan Jr.-

Tecnología Intermedia, 2012

Abastecimiento de Agua –Teoría y Diseño-simón Arocha R-Ediciones Vega S.R.L., 2011.

Título: Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable Rural: cuaderno de referencia para los

técnicos de saneamiento ambiental, código 2.1.3. Autor: Personal: Guillama Rodríguez,

José Luis; Ocegüera Gonzáles, José Luis Fuente: Ciudad de la Habana; OPS, ago. 1996,

143 p. Ilus

Guía para el diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Eliminación de Excretas y

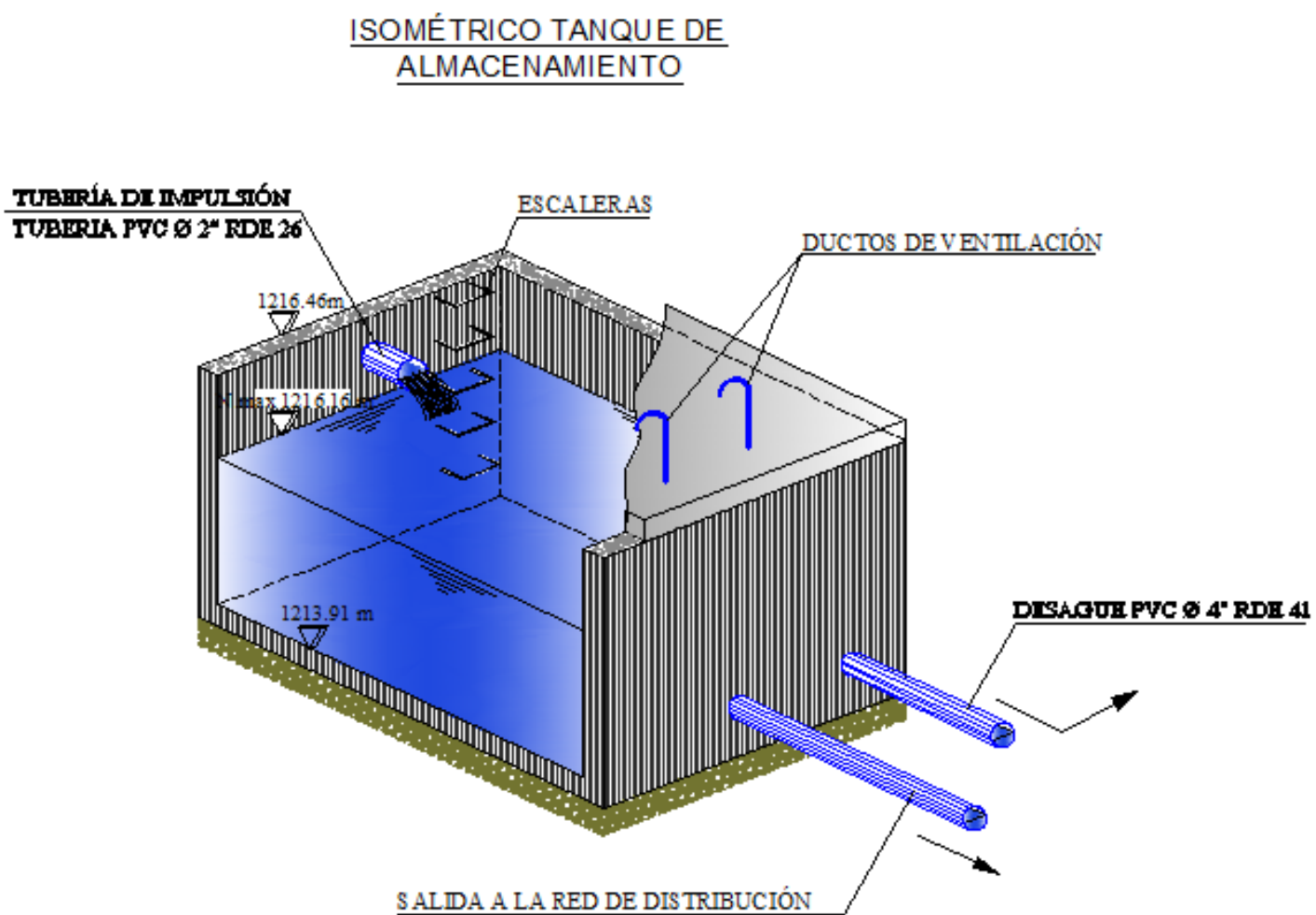
Residuos Líquidos para Localidades del Área Rural. Preparado por: Ing. Marcelo Muñoz

R. Quito 1993. Instituto Ecuatoriano de Obra Pública.

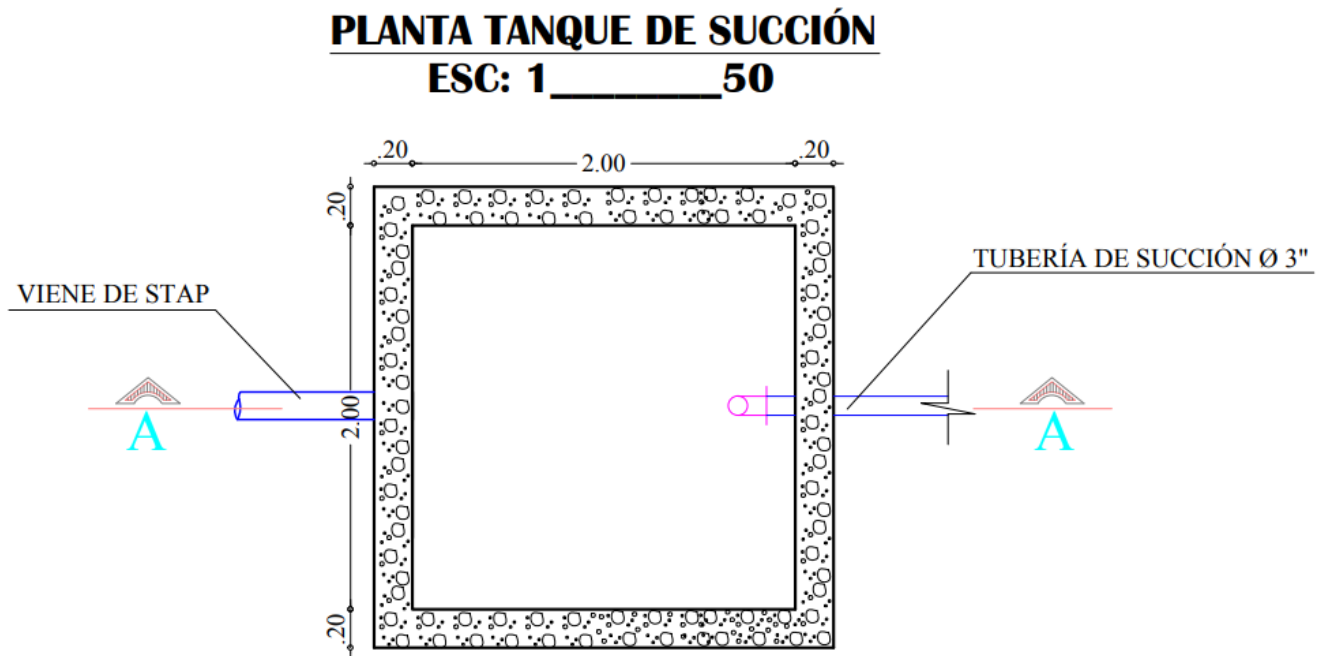
Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Ministerio de

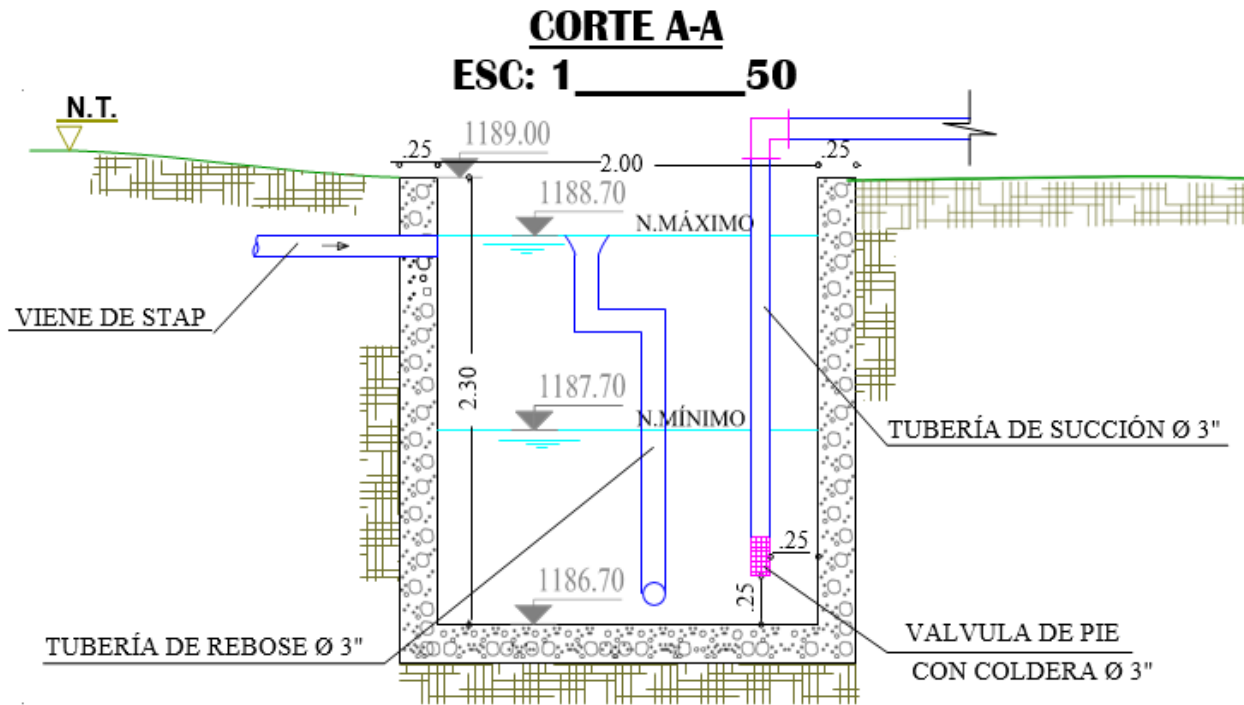
Vivienda, Ciudad y Territorio Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico; 2010

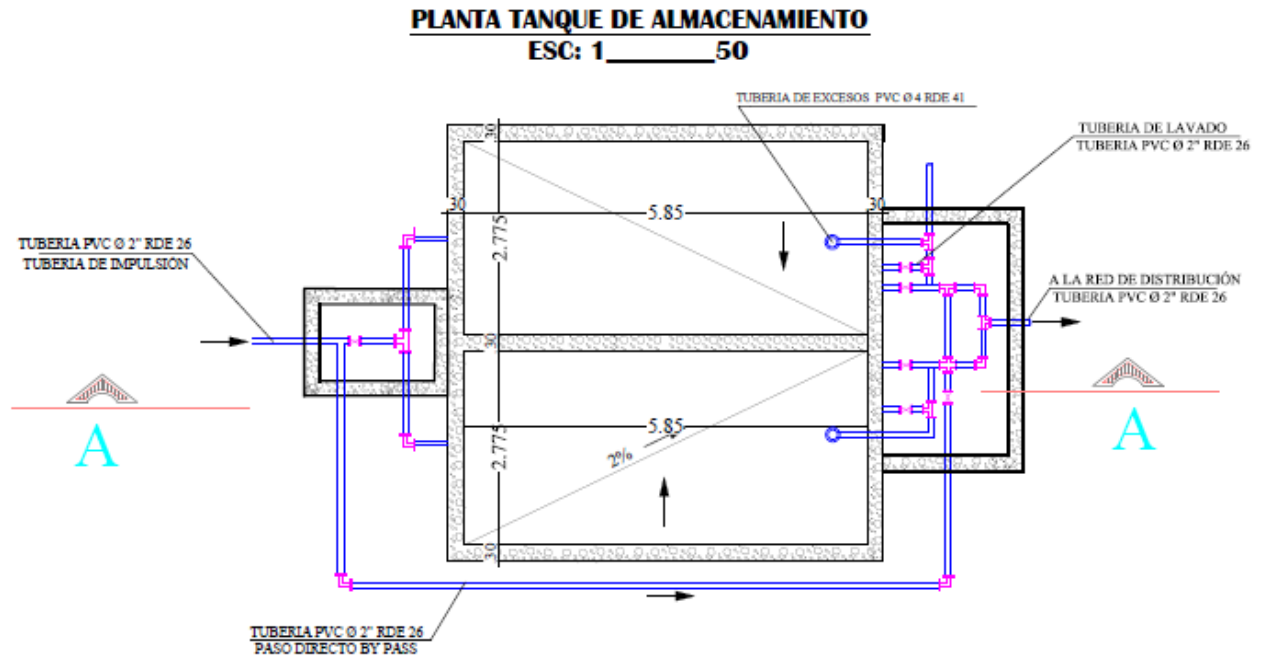
Apéndice

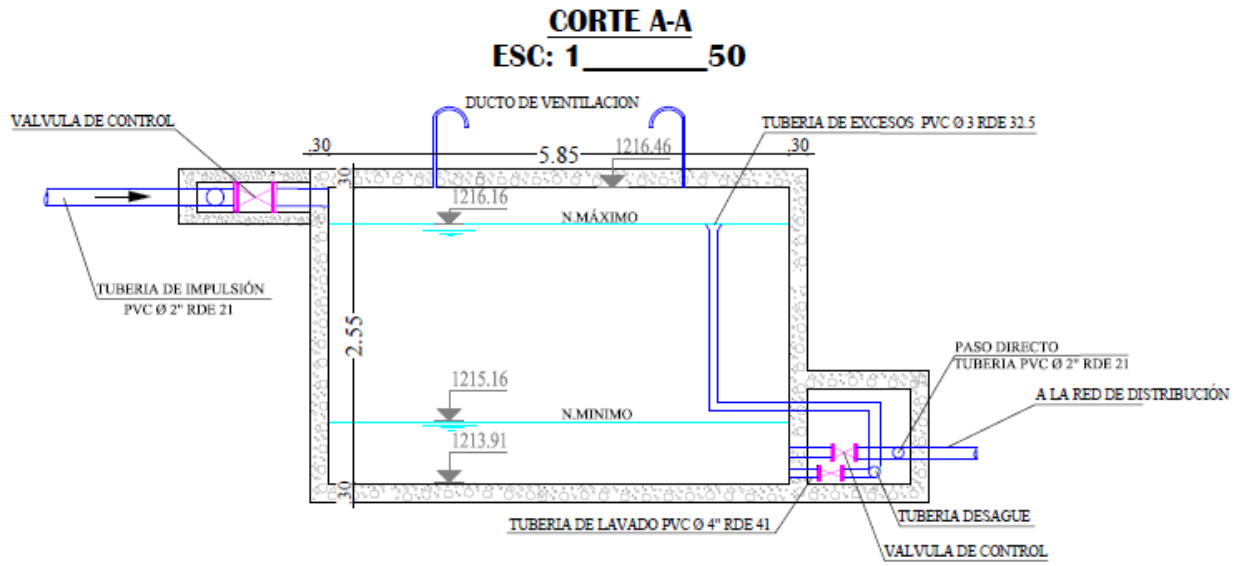
Apéndice 1. Isométrico tanque de almacenamiento.

Apéndice 2. Planta tanque de succión

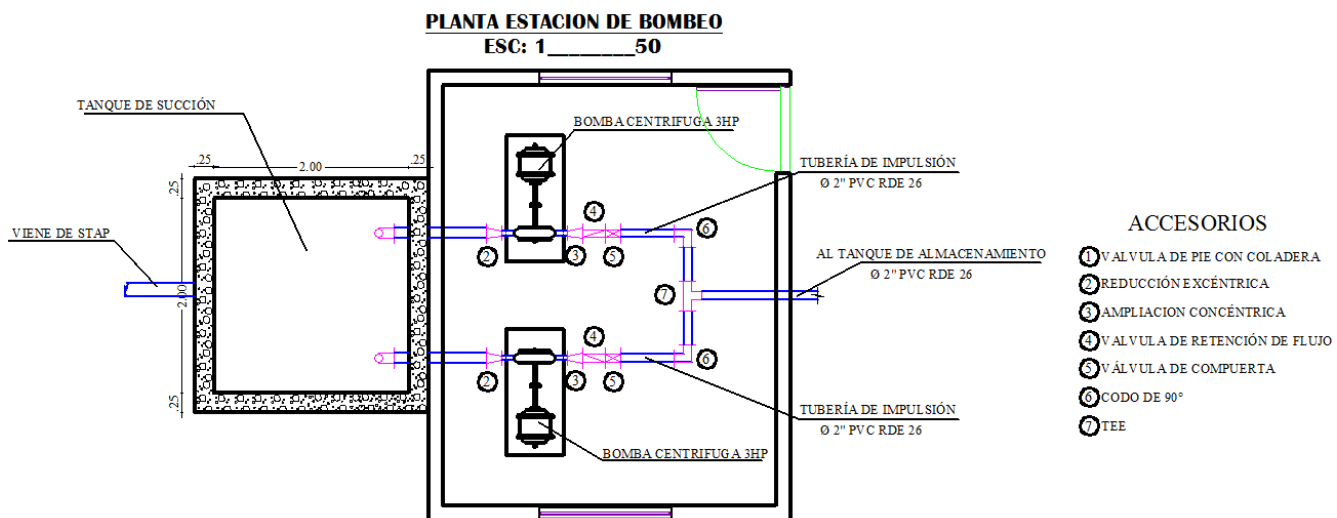


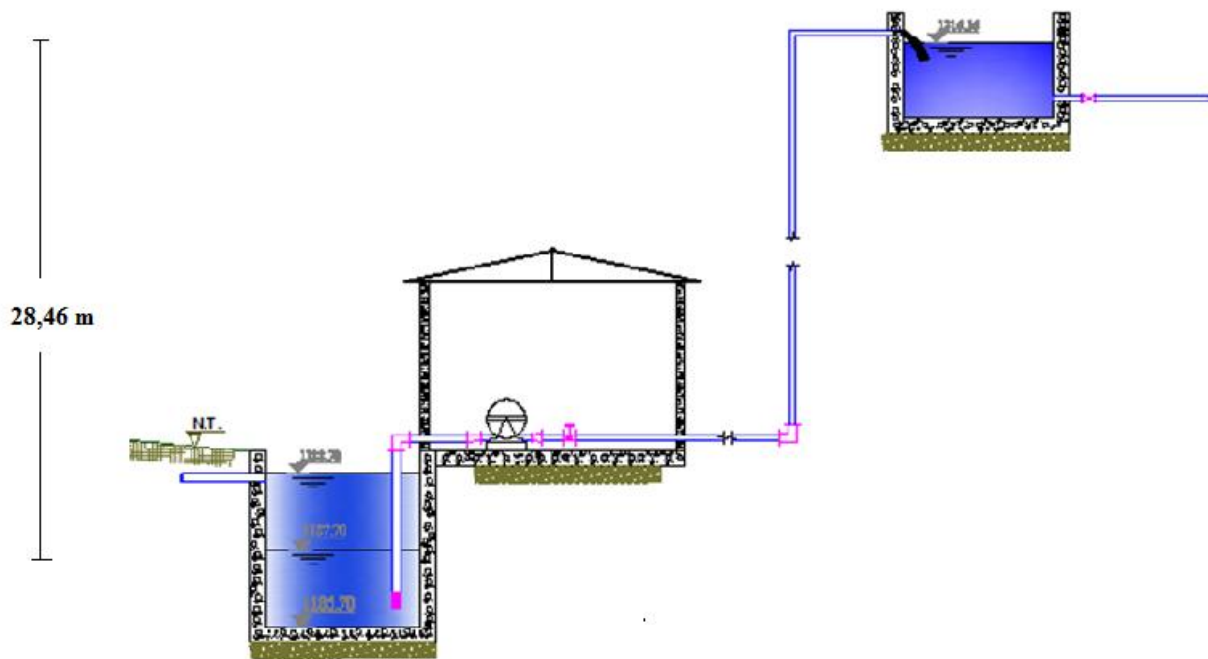
Apéndice 3. Corte A-A tanque de succión

Apéndice 4. Planta tanque de almacenamiento.

Apéndice 5. Corte A del tanque de almacenamiento

Apéndice 6. Planta de la estación de bombeo



Apéndice 7. Estación de bombeo

Apéndice 8. Cartera de campo.

Delta	Punto	Azimut	\angle	Hs	Hm	Hi	Alt.inst= 1,46m
			Vertical	(m)	(m)	(m)	
A	N	0°					
	1	85°52'50"	103°25'10"	0,11	0,055	0	
	2	73°16'50"	104°39'50"	0,1	0,05	0	
	3	59°04'50"	103°56'50"	0,108	0,054	0	
	4	39°51'50"	111°27'00"	0,76	0,745	0,73	
	5	88°13'30"	110°45'00"	0,658	0,64	0,623	
	6	115°37'20"	110°42'30"	0,056	0,028	0	
	7	187°45'30"	95°16'50"	0,07	0,035	0	
	8	207°39'10"	96°20'30"	0,062	0,032	0	
	9	231°41'10"	96°36'20"	0,057	0,028	0	
	10	199°30'10"	87°18'40"	0,425	0,345	0,264	
	11	207°46'00"	88°07'20"	0,164	0,082	0	
	12	216°34'00"	88°06'10"	0,16	0,08	0	
	13	226°38'50"	84°00'00"	1,02	1,08	0,914	
	14	225°33'00"	83°39'50"	1,12	1,041	0,963	
	15	244°47'40"	77°23'30"	3,302	3,208	3,108	

	16	239°24'30"	78°46'30"	3,448	3,325	3,209	
	17	249°49'50"	83°13'20"	3,445	3,328	3,19	
	18	257°51'40"	83°12'40"	2,612	2,495	2,378	
	19	203°02'30"	82°54'00"	1,418	1,269	1,117	
	20	207°23'40"	82°55'00"	1,49	1,342	1,192	
	21	211°57'10"	82°58'20"	1,573	1,425	1,273	
	B	209°21'20"	84°30'20"	0,382	0,188	0	
B	A	0°					Alt.inst= 1,53m
	22	65°26'50"	96°53'30"	0,082	0,042	0	
	23	86°35'40"	96°35'00"	0,07	0,035	0	
	24	118°47'20"	94°07'10"	0,082	0,042	0	
	25	89°36'30"	83°09'30"	0,236	0,118	0	
	26	96°56'00"	82°55'50"	0,238	0,12	0	
	27	104°17'50"	81°21'10"	0,882	0,769	0,64	
	28	135°46'40"	95°11'00"	0,08	0,04	0	
	29	135°46'10"	98°68'30"	0,064	0,034	0	
	30	181°27'30"	100°07'00"	0,056	0,028	0	
	31	164°56'40"	91°05'00"	0,186	0,09	0	
	32	172°58'20"	91°17'30"	0,177	0,09	0	
	33	182°07'50"	91°30'10"	0,167	0,084	0	
	34	177°41'00"	89°20'30"	0,54	0,39	0,245	

	35	183°33'40"	89°52'40"	0,29	0,145	0	
	36	188°48'20"	88°13'00"	1,17	1,026	0,884	
	37	183°26'40"	89°18'40"	0,372	0,188	0	
	38	186°35'30"	89°23'00"	0,38	0,2	0	
	39	190°34'00"	88°26'50"	1,02	0,822	0,642	
	C	181°39'40"	89°13'30"	0,352	0,162	0	
C	B	0°					Alt.inst= 1,37m
	40	205°08'50"	93°14'10"	0,135	0,068	0	
	41	215°38'50"	93°09'50"	0,134	0,065	0	
	42	224°56'30"	93°08'30"	0,138	0,065	0	
	43	201°48'40"	81°45'20"	3,522	3,42	3,282	
	44	207°38'00"	89°34'50"	0,24	0,117	0	
	45	212°42'40"	89°28'10"	0,248	0,124	0	
	46	147°55'30"	87°58'10"	0,108	0,054	0	
	47	125°20'00"	87°48'50"	0,078	0,037	0	
	48	107°26'20"	88°37'20"	0,072	0,034	0	
	49	90°29'30"	88°55'00"	0,078	0,038	0	
	50	76°14'30"	89°18'00"	0,09	0,045	0	
	51	93°43'10"	80°28'40"	0,362	0,182	0	
	52	97°18'40"	80°25'20"	0,358	0,178	0	
	53	101°01'10"	80°26'00"	0,362	0,182	0	

	54	95°53'00"	79°11'20"	0,668	0,365	0,064	
	55	98°02'00"	79°12'20"	0,616	0,32	0,022	
	56	100°18'20"	79°08'10"	0,73	0,438	0,142	
	57	96°19'40"	77°55'50"	1,87	1,524	1,172	
	58	98°14'00"	78°45'30"	0,82	0,465	0,112	
	59	100°06'20"	78°45'30"	0,83	0,48	0,128	
	D	96°51'30"	78°28'20"	1,62	1,23	0,84	
D	C	0°					Alt.inst= 1,42m
	60	45°08'20"	107°38'30"	0,052	0,026	0	
	61	67°06'00"	111°13'20"	0,042	0,021	0	
	62	101°24'10"	113°29'10"	0,04	0,02	0	
	63	73°54'40"	98°19'00"	0,12	0,06	0	
	64	83°56'40"	98°33'40"	0,1	0,055	0	
	65	94°46'20"	98°39'50"	0,116	0,06	0	
	66	317°23'10"	103°48'10"	0,107	0,055	0	
	67	309°09'20"	101°39'30"	0,127	0,068	0	
	68	303°58'50"	100°15'30"	0,14	0,07	0	
	69	288°22'20"	95°47'00"	0,139	0,069	0	
	70	279°23'30"	95°00'50"	0,134	0,069	0	
	71	270°34'10"	94°34'50"	0,134	0,068	0	
	72	271°53'50"	88°31'20"	0,27	0,147	0	

	73	276°30'30"	88°31'00"	0,256	0,12	0
	74	280°59'50"	88°31'50"	0,278	0,145	0
	75	264°49'50"	99°30'20"	0,634	0,61	0,588
	76	214°33'10"	89°43'50"	0,14	0,1	0,06
	77	199°30'20"	88°25'20"	0,318	0,283	0,246
	78	180°44'40"	88°27'30"	0,312	0,278	0,243
	79	203°19'30"	83°53'10"	0,598	0,534	0,47
	80	192°15'20"	83°55'10"	0,582	0,522	0,463
	81	181°51'20"	54°50'20"	0,46	0,4	0,342
	82	193°45'30"	77°45'20"	1,52	1,44	1,362

Apéndice 9. Cartera de oficina

Delta	Punto	ANG OBSRV	AZIMUT	Angulo vertical	Hilo superior (m)	Hilo medio (m)	Hilo inferior (m)	DIST VERT	DIS HOR	NORTE	ESTE	COTA
A	N	0°								1408077	1076100	1188
	1		55°52'50"	103°25'10" "	0,11	0,055	0	- 2,48	10,4 1	1408077,74 8	1076110,38 3	1191,885
	2		73°16'50"	104°39'50" "	0,1	0,05	0	- 2,45	9,36	1408079,69 3	1076108,96 4	1191,86
	3		59°04'50"	103°56'50" "	0,108	0,054	0	- 2,53	10,1 7	1408082,22 6	1076108,72 5	1191,936
	4		39°51'50"	111°27'00" "	0,76	0,745	0,73	- 1,02	2,6	1408078,99 6	1076101,66 7	1189,735
	5		88°13'30"	110°45'00" "	0,658	0,64	0,623	- 1,16	3,06	1408077,09 5	1076103,05 9	1189,98
	6		115°37'20" "	110°42'30" "	0,056	0,028	0	- 1,85	4,9	1408074,88 1	1076104,41 8	1191,282
	7		187°45'30" "	95°16'50"	0,07	0,035	0	- 0,64	6,94	1408070,12 4	1076099,06 3	1190,065
	8		207°39'10" "	96°20'30"	0,062	0,032	0	- 0,68	6,12	1408071,57 9	1076097,16 1190,108	
	9		231°41'10" "	96°36'20"	0,057	0,028	0	- 0,65	5,62	1408073,51 6	1076095,59 1190,082	
	10		199°30'10" "	87°18'40"	0,425	0,345	0,264	0,75	16,0 6	1408061,86 1	1076094,63 8	1189,865
	11		207°46'00" "	88°07'20"	0,164	0,082	0	0,54	16,3 8	1408062,50 6	1076092,36 9	1189,918

	12		216°34'00" "	88°06'10"	0,16	0,08	0	0,53	15,9 8	1408064,16 5	1076090,48	1189,91
	13		226°38'50" "	84°00'00"	1,08	0,997	0,914	1,73	16,4 2	1408065,72 8	1076088,06	1190,193
	14		225°33'0" "	83°39'50"	1.120	1.041	0,963	1,72	15,5 1	1408066,13 9	1076088,92 8	1190.139
	15		244°47'40" "	77°23'30"	3.302	3.208	3.108	4,13	18,4 8	1408069,13	1076083,28	1190.382
	16		239°24'30" "	78°46'30"	3.448	3325	3.209	4,56	25,1 4	1408064,20 6	1076078,35 9	1190.675
	17		249°49'50" "	83°13'20"	3.445	3328	3.190	2,99	25,1 4	1408068,33 2	1076076,40 2	1189.122
	18		257°51'40" "	83°12'40"	2.612	2495	2.378	2,75	23,0 7	1408072,14 9	1076077,44 6	1189.715
	19		203°02'30" "	82°54'00"	1.418	1269	1.117	3,69	29,6 4	1408049,72 5	1076088,39 9	1191.881
	20		207°23'40" "	82°55'00"	1.490	1342	1.192	3,65	29,3 5	1408050,94 1	1076086,49 6	1191.768
	21		211°57'10" "	82°58'20"	1.573	1425	1.273	3,65	29,5 5	1408051,92 7	1076084,36 2	1191.685
	B		209°21'20" "	84°30'20"	0,382	0,188	0	3,64	37,8 5	1408044,01	1076081,44 5	1192,91
	22	72°43'40"	94°48'10"	92°13'40"	0,082	0,042	0	- 0,41	10,4 8	1408043,13 3	1076091,88 8	1194,93
	23	87°21'20"	115°57'00" "	91°56'0"	0,07	0,035	0	- 0,32	9,49	1408039,85 7	1076089,97 8	1194,847
	24	106°55'30" "	148°08'40" "	91°44'20"	0,082	0,042	0	- 0,28	9,19	1408036,20 4	1076086,29 5	1194,8

	25	90°50'30"	118°57'50" "	82°26'50"	0,236	0,118	0	3,64	27,5 2	1408030,68 3	1076105,52 3	1198,084
	26	96°49'40"	126°17'20" "	82°14'50"	0,238	0,12	0	3,7	27,2	1408027,91 2	1076103,36 9	1198,142
	27	103°18'50" "	133°39'10" "	81°59'0"	0,882	0,769	0,64	3,76	26,9 3	1408025,42 1	1076100,93	1197,553
	28	135°6'40"	165°8'00"	95°26'40"	0,08	0,04	0	- 0,73	7,63	1408036,63 6	1076083,40 3	1195,252
	29	153°18'20" "	165°07'30" "	100°3'50"	0,064	0,034	0	-1	5,62	1408038,57 8	1076082,88 8	1195,528
	30	182°51'10" "	210°48'50" "	102°33'30" "	0,056	0,028	0	- 1,06	4,76	1408039,92 2	1076079,00 7	1195,594
	31	164°55'50" "	194°18'00" "	91°35'10"	0,186	0,09	0	- 0,49	17,6 9	1408026,86 8	1076077,07 5	1194,962
	32	173°8'50"	202°19'40" "	91°51'0"	0,177	0,09	0	- 0,54	16,5 8	1408028,67 3	1076075,14 6	1195,012
	33	182°44'0"	211°29'10" "	92°4'10"	0,167	0,084	0	- 0,58	15,9 8	1408030,38 3	1076073,09 9	1195,058
	34	178°8'30"	207°02'20" "	89°54'50"	0,54	0,39	0,245	0,04	29,2	1408018,00 2	1076068,17 1	1194,212
	35	183°43'0"	212°55'00" "	88°0'0"	0,29	0,145	0	0,98	28,1 7	1408020,36 3	1076066,13 7	1195,397
	36	189°3'0"	218°09'40" "	89°17'20"	1,170	1026, 0	0	0,17	13,9	1408033,08 1	1076072,85 6	1193,704
	37	182°36'0"	212°48'00" "	89°35'30"	0,372	0,188	0	0,25	35,6	1408014,08 6	1076062,16 1194,624	
	38	186°22'40" "	215°56'50" "	89°42'40"	0,38	0,2	0	0,18	34,8	1408015,83 8	1076061,01 6	1194,542

	39	190°33'0"	219°55'20" "	89°6'50"	1,02	0,822	0,642	0,52	33,8 9	1408018,01 9	1076059,69 6	1194,26
	C	181°59'10" "	211°01'00" "	89°25'20"	0,352	0,162	0	0,36	35,7	1408013,41 5	1076063,04 9	1194,76
	40	55°55'20"	236°9'50"	93°40'10"	0,135	0,068	0	- 0,86	13,4 5	1408006,36 2	1076052,14 0	1196,922
	41	115°32'10" "	246°39'50" "	93°950"	0,134	0,065	0	- 0,74	13,3 6	1408008,55 9	1076051,04 5	1196,805
	42	164°53'30" ,	255°57'30" "	93°8'30"	0,138	0,065	0	- 0,76	13,7 6	1408010,51 3	1076049,96 3	1196,825
	43	73°30'0"	232°99'40" "	92°30'30"	3.522	3,42	3,82	3,44	23,5 1	1407999,64 7	1076044,57 9	1196,15
	44	107°46'20" "	238°39'00" "	91°25'0"	0,24	0,117	0	0,18	24	1408001,36 5	1076042,81 6	1196,193
	45	93°16'30"	243°43'40" "	80°56'20"	0,248	0,124	0	0,23	24,8	1408002,87 4	1076041,07 4	1196,236
	46	96°55'30"	178°56'30" "	80°53'10"	0,108	0,054	0	0,39	10,7 9	1408003,06 4	1076063,51 1	1196,466
	47	100°34'20" "	156°21'00" "	80°53'50"	0,078	0,037	0	0,3	7,79	1408006,71 6	1076066,43 7	1196,393
	48	95°52'0"	138°27'20" "	79°07'10"	0,072	0,034	0	0,17	7,19	1408008,47 0	1076068,08 0	1196,266
	49	97°44'50"	121°30'30" "	79°5'10"	0,078	0,038	0	0,15	7,8	1408009,77 5	1076069,96 2	1196,242
	50	99°41'10"	113°1530' ,	79°05'10"	0,09	0,045	0	0,11	9	1408010,29 8	1076071,58 1	1196,195
	51	96°21'20"	124°44'10" "	78°59'40"	0,362	0,182	0	5,99	35,2 1	1407993,78 9	1076092,24 7	1201,938

D	52	0°	128°19'40"		0,358	0,178	0	5,96	34,8	1407992,27	1076090,61	
			"							0	2	1201,912
	53	303°49'50"	132°02'10"	101°5'30"	0,362	0,182	0	6,02	35,2	1407990,28	1076089,45	
		"	"							2	6	1201,968
	54	317°7'30"	126°54'00"	105°8'0"	0,668	0,365	0,064	11,3	58,2	1407978,86	1076109,91	
			"					3	7	5	0	1207,095
	55	288°17'20"	129°03'00"	96°42'50"	0,216	0,32	0,022	11,1	57,3	1407977,74	1076107,82	
		"	"					2	2	0	6	1206,93
	56	279°25'50"	131°19'20"	95°51'10"	0,73	0,438	0,142	11,0	56,7	1407976,40	1076105,90	
		"	"					8	1	6	2	1206,772
	57	270°47'0"	127°20'40"	95°32'30"	1.870	1.524	1.172	14,5	66,7	1407973,36	1076116,37	
			"					9	5	1	8	1209
	58	280°29'20"	129°15'00"	88°22'30"	0,82	0,465	0,112	13,8	68,1	1407970,75	1076116,05	
		"	"						1	8	6	1209,465
	59	276°57'40"	131°07'20"	87°59'30"	0,83	0,48	0,128	13,6	67,5	1407969,43	1076114,18	
		"	"					9	3	9	3	1209,34
	D	273°30'50"	127°52'30"	87°51'40"	1.620	1.230	0,84	15,5	74,8	1407967,88	1076122,41	
		"	"					9	8	0	9	1210,490
	60	263°43'10"	220°4'10"	109°42'30"	0,052	0,026	0	-	4,72	1407972,56	1076121,84	
		"	"	"				1,58		5	5	1213,464
	61	155°0'40"	111°21'40"	90°36'20"	0,042	0,021	0	-	3,65	1407971,40	1076123,36	
		"	"					1,52		6	2	1213,409
	62	214°38'50"	170°59'50"	91°43'40"	0,04	0,02	0	-	3,36	1407970,07	1076124,96	
		"	"					1,59		2	5	1213,480
	63	180°42'40"	137°3'40"	92°13'40"	0,12	0,06	0	-	11,7	1407978,79		
		"	"					1,74	5	1	1076126,78	1213,590
	64	183°3'20"	139°24'20"	86°25'30"	0,1	0,055	0	-	9,78	1407976,19	1076127,57	
		"	"					1,49		0	5	1213,345

	65	209°36'30"	165°57'30"	87°13'20"	0,116	0,06	0	-	11,3	1407976,22	1076130,10	
		"	"					1,75	4	1	1	1213,60
	66	229°47'10"	186°8'10"	88°1'20"	0,107	0,055	0	-	10,0	1407967,04	1076112,36	
		"						2,55	9	6	3	1214,405
	67	192°57'30"	149°18'30"	81°36'20"	0,127	0,068	0	-	12,1	1407965,14	1076110,54	
		"	"					2,57	8	6	9	1214,412
	68	51°38'30"	7°59'30"	107°57'20"	0,14	0,07	0	-	13,5	1407963,65	1076109,53	
				"				2,49	6	7	3	1214,330
	69	99°30'10"	55°51'10"	112°3'50"	0,139	0,069	0	-1,4	13,7	1407960,23	1076110,97	
									6	5	8	1213,241
	70	81°48'20"	38°9'20"	96°18'20"	0,134	0,069	0	-	13,3	1407958,85	1076112,64	
								1,17		5	9	1213,011
	71	93°34'0"	49°55'00"	96°14'10"	0,134	0,068	0	-	13,3	1407957,45	1076114,14	
								1,07	1	5	3	1212,912
	72				0,27	0,147	0	0,7	26,9	1407947,14	1076105,15	
									8	3	8	1212,463
	73				0,256	0,12	0	0,66	25,5	1407949,59	1076104,52	
									8	8	7	1212,450
	74				0,278	0,145	0,012	0,68	27,7	1407949,60	1076101,49	
									8	8	3	1212,445
	75				0,634	0,61	0,588	-	4,47	1407964,11	1076120,00	
								0,76		9	3	1212,060
	76				0,14	0,10	0,06	0,04	8	1407960,25	1076124,83	
										3	4	1211,850
	77				0,318	0,283	0,246	0,2	7,19	1407961,82	1076126,29	
										4	4	1211,827
	78				0,312	0,278	0,243	0,19	6,9	1407963,57		
										3	1076127,81	1211,822

	79				0,598	0,534	0,47	1,36	12,6 5	1407956,79 5	1076128,51 3	1212,736
	80				0,582	0,522	0,463	1,26	11,7 7	1407958,84 6	1076129,96 4	1212,648
	81				0,46	0,4	0,342	1,06	7,89	1407962,83 7	1076128,48 6	1212,570
	82				1.520	1.440	1.362	3,35	15,0 9	1407956,04 8	1076131,78 5	1213898, 0

Apéndice 10. APU Localización y replanteo

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR						
Análisis de precios unitarios						
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES				
ITEM:		LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO			UNIDAD :	M2
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Tabla pegachento de 2*20*300	und	\$ 6.600,00	0,05	\$ 330,00		330,000
Puntillas 1"	kg	\$ 2.873,17	0,02	\$ 57,46		57,463
Vara común de 4m	und	\$ 11.600,00	0,04	\$ 464,00		464,000
5% DESPERDICIO	%			\$ 42,57		42,573
					Sub-Total	894,037
II. EQUIPO						
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				\$ 617,34		617,338
Equipo topográfico		\$ 140.000,00	93	\$ 1.505,38		1.505,376
					Sub-Total	2.122,715
III. TRANSPORTES						
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
					Sub-Total	0,000
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1:2:2	\$ 212.802,98	1,85	\$ 393.685,51	74	\$ 5.291,47	5.291,472
1:1	\$ 70.934,33	1,85	\$ 131.228,50	19	\$ 7.055,30	7.055,296
					Sub-Total	12.346,768
					Costo Directo	15.363,519

Apéndice 11. APU Nivelación

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
ITEM:		NIVELACION				UNIDAD :	M2
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.			
Estacas 0.50m	und	\$ 200,00	0,50	\$ 100,00	100,000		
Hilo	ml	\$ 200,00	0,05	\$ 10,00	10,000		
Cal	kg	\$ 900,00	0,005	\$ 4,50	4,500		
5% DESPERDICIO	%			\$ 5,73	5,725		
				Sub-Total	120,225		
II. EQUIPO							
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.			
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				\$ 70,55	70,553		
				Sub-Total	70,553		
III. TRANSPORTES							
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.		
				Sub-Total	0,000		
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.		
1:1	\$ 70.934,33	1,85	\$ 131.228,50	93	\$ 1.411,06	1.411,059	
				Sub-Total	1.411,059		
					Costo Directo	1.601,837	

Apéndice 12. APU Desmonte y limpieza

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR						
Análisis de precios unitarios						
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES				
ITEM:		DESMONTE Y LIMPIEZA e=10cm			UNIDAD :	M2
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
					Sub-Total	0,000
II. EQUIPO						
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.		
HERRAMIENTA MENOR 5%				\$ 27,339		27,339
					Sub-Total	27,339
III. TRANSPORTES						
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
					Sub-Total	0,000
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
0:1	\$ 28.373,73	1,85	\$ 52.491,40	96,00	\$ 546,79	546,785
					Sub-Total	546,785
					Costo Directo	574,125

Apéndice 13. APU cerramiento provisional

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR						
Análisis de precios unitarios						
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES				
ITEM:		CERRAMIENTO PROVISIONAL			UNIDAD :	ML
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Tela de cerramiento 1*2,10	ml	\$ 1.750,00	1,05	\$ 1.837,50	1.837,500	
Puntillas 1" 400gr con cabeza	kg	\$ 2.873,17	0,20	\$ 574,63	574,633	
Alambre negro de amarre	kg	\$ 4.240,17	0,02	\$ 84,80	84,803	
5% DESPERDICIO	%			\$ 124,85	124,847	
				Sub-Total	2.621,784	
II. EQUIPO						
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				\$ 90,50	90,502	
				Sub-Total	90,502	
III. TRANSPORTES						
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
				Sub-Total	0,000	
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
0:2	\$ 56.747,46	1,85	\$ 104.982,80	58,00	\$ 1.810,05	1.810,048
				Sub-Total	1.810,048	
					Costo Directo	4.522,334

Apéndice 14. APU demolición del pavimento hidráulico.

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR						
Análisis de precios unitarios						
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES				
ITEM:		DEMOLICION DEL PAVIMENTO HIDRAULICO e=15cm			UNIDAD :	M2
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
					Sub-Total	0,000
II. EQUIPO						
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.		
Cortadora de disco con operario		\$ 276.000,00	16	\$ 17.250,00		17.250,000
Desembombador con operario		\$ 2.000.000,00	200	\$ 10.000,00		10.000,000
					Sub-Total	27.250,000
III. TRANSPORTES						
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
					Sub-Total	0,000
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
					Sub-Total	0,000
					Costo Directo	27.250,000

Apéndice 15. APU excavación manual

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:	SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES						
ITEM:	EXCAVACION MANUAL					UNIDAD :	M3
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.			
					Sub-Total	0,000	
II. EQUIPO							
Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.			
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				\$ 1.148,25	1.148,249		
					Sub-Total	1.148,249	
III. TRANSPORTES							
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.		
					Sub-Total	0,000	
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.		
1:2	\$ 99.308,06	1,85	\$ 183.719,91	8,00	\$ 22.964,99	22.964,988	
					Sub-Total	22.964,988	
					Costo Directo	24.113,238	

Apéndice 16. APU Relleno con material seleccionado

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR						
Análisis de precios unitarios						
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES				
ITEM:		RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO			UNIDAD :	M3
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Recebo	m3	\$ 19.666,67	1,30	\$ 25.566,67	25.566,667	
Agua	lt	\$ 15,33	40	\$ 613,33	613,333	
5% DESPERDICIO	%			\$ 1.309,00	1.309,000	
				Sub-Total	27.489,000	
II. EQUIPO						
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				\$ 574,12	574,125	
Canguro		\$ 80.000,00	16	\$ 5.000,00	5.000,000	
				Sub-Total	5.574,125	
III. TRANSPORTES						
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
				Sub-Total	0,000	
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1:2	\$ 99.308,06	1,85	\$ 183.719,91	16,00	\$ 11.482,49	11.482,494
				Sub-Total	11.482,494	
					Costo Directo	44.545,619

Apéndice 17. APU Retiro de escombros

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:	SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES						
ITEM:	RETIRO DE ESCOMBROS					UNIDAD :	M3
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
					Sub-Total	0,000	
II. EQUIPO							
Descripción		Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.					\$ 65,61	65,614	
					Sub-Total	65,614	
III. TRANSPORTES							
Material		Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
Escombros		1,30	5,0	6,5	\$ 5.400,00	\$ 35.100,00	
					Sub-Total	35.100,000	
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador		Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
0:1		\$ 28.373,73	1,85	\$ 52.491,40	40,00	\$ 1.312,29	
					Sub-Total	1.312,285	
					Costo Directo	36.477,899	

Apéndice 18. APU Losa aligerada de cubierta del tanque de almacenamiento

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
ITEM:		TAPA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO				UNIDAD :	M3
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.			
Concreto impermeabilizante	m3	288.384,35	1,00	288.384,35	288.384,348		
Formaleado	m2	5.796,50	1	5.796,50	5.796,499		
Acero	kg	5.844,51	5,56	32.495,46	32.495,457		
5% DESPERDICIO	%			16.333,82	16.333,815		
				Sub-Total	343.010,119		
II. EQUIPO							
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.			
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				612,3996891	612,400		
Vibrador eléctrico		70000	15	4666,666667	4.666,667		
				Sub-Total	5.279,066		
III. TRANSPORTES							
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.		
				Sub-Total	0,000		
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.		
1:2	\$ 99.308,06	1,85	183.719,91	15,00	12.247,99	12.247,994	
				Sub-Total	12.247,994		
				Costo Directo	360.537,179		

Apéndice 19. APU Concreto impermeabilizante de 3000PSI

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR						
Análisis de precios unitarios						
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES				
ITEM:		CONCRETO IMPERMEABILIZADO DE 3000PSI			UNIDAD :	M3
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Cemento	kg	399,17	350,00	139.708,33	139.708,333	
Arena	m3	57.500,00	0,56	32.200,00	32.200,000	
Triturado	m3	98.333,33	0,84	82.600,00	82.600,000	
Agua	lt	15,33	180,00	2.760,00	2.760,000	
Impermeabilizante	kg	12.018,00	1,00	12.018,00	12.018,000	
5% DESPERDICIO	%			13.464,32	13.464,317	
				Sub-Total	282.750,650	
II. EQUIPO						
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				196,8427572	196,843	
Mescladora		60000	40	1500	1.500,000	
				Sub-Total	1.696,843	
III. TRANSPORTES						
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
				Sub-Total	0,000	
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
0:3	\$ 85.121,19	1,85	157.474,21	40,00	3.936,86	3.936,855
				Sub-Total	3.936,855	
				Costo Directo	288.384,348	

Apéndice 20. APU encofrado

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:	SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES						
ITEM:	ENCOFRADO					UNIDAD :	M2
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.			
					Sub-Total	0,000	
II. EQUIPO							
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.			
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				109,3570873		109,357	
Formaleta metálica 1*1		1300	1	1300		1.300,000	
Parales metálicos		1100	0,5	2200		2.200,000	
					Sub-Total	3.609,357	
III. TRANSPORTES							
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.		
					Sub-Total	0,000	
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.		
0:2	\$ 56.747,46	1,85	104.982,80	48,00	2.187,14	2.187,142	
					Sub-Total	2.187,142	
					Costo Directo	5.796,499	

Apéndice 21. APU Figurado y armado de refuerzo

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
ITEM:		FIGURADO Y ARMADO DE ACERO DE REFUERZO				UNIDAD :	KG
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Varilla de 1/2"		kg	2.002	1,05	2.102,25		2.102,247
Alambre negro de amarre		kg	4.240	0,06	254,41		254,410
Varilla de 3/8"		kg	2002,14	1,05	2.102,25		2.102,247
5% DESPERDICIO		%			222,95		222,945
					Sub-Total		4.681,849
II. EQUIPO							
Descripción		Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.					34,99426795		34,994
Cizalla			40000	225	177,7777778		177,778
Dobladora			50000	200	250		250,000
					Sub-Total		462,772
III. TRANSPORTES							
Material		Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
					Sub-Total		0,000
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador		Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
0:3		\$ 85.121,19	1,85	157.474,21	225,00	700	699,885
					Sub-Total		699,885
					Costo Directo		5.844,507

Apéndice 22. APU Muro del tanque de almacenamiento

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
ITEM:		MURO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO				UNIDAD :	M3
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.			
Concreto impermeabilizante	m3	288.384,35	1,00	288.384,35	288.384,348		
Formaleado	m2	5.796,50	2	11.593,00	11.592,998		
Acero	kg	3.794,75	316,74	1.201.929,69	1.201.929,691		
5% DESPERDICIO	%			75.095,35	75.095,352		
				Sub-Total	1.577.002,389		
II. EQUIPO							
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.			
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				15810,66323	15.810,663		
Vibrador eléctrico		70000	0,581	120481,9277	120.481,928		
				Sub-Total	136.292,591		
III. TRANSPORTES							
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.		
				Sub-Total	0,000		
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.		
1:2	\$ 99.308,06	1,85	183.719,91	0,58	316.213,26	316.213,265	
				Sub-Total	316.213,265		
				Costo Directo	2.029.508,244		

Apéndice 23. APU Figurado y armado de acero de refuerzo

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR						
Análisis de precios unitarios						
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES				
ITEM:		FIGURADO Y ARMADO DE ACERO DE REFUERZO			UNIDAD :	KG
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Varilla de 1/2"	kg	2.266	1,05	2.379,55	2.379,549	
Alambre negro de amarre	kg	4.240	0,03	127,21	127,205	
5% DESPERDICIO	%			125,34	125,338	
				Sub-Total	2.632,091	
II. EQUIPO						
Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				34,99426795	34,994	
Cizalla		40000	225	177,7777778	177,778	
Dobladora		50000	200	250	250,000	
				Sub-Total	462,772	
III. TRANSPORTES						
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
				Sub-Total	0,000	
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
0:3	\$ 85.121,19	1,85	157.474,21	225,00	700	699,885
				Sub-Total	699,885	
					Costo Directo	3.794,749

Apéndice 24. APU Piso del tanque de almacenamiento

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR						
Análisis de precios unitarios						
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES				
ITEM:		PISO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO			UNIDAD :	M3
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Concreto impermeabilizante	m3	288.384,35	1,00	288.384,35	288.384,348	
Acero	kg	3.794,75	142,30	540.007,90	540.007,902	
5% DESPERDICIO	%			41.419,61	41.419,612	
				Sub-Total	869.811,862	
II. EQUIPO						
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				3722,794463	3.722,794	
Vibrador eléctrico		70000	1,41	49645,39007	49.645,390	
				Sub-Total	53.368,185	
III. TRANSPORTES						
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
				Sub-Total	0,000	
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
0:2	\$ 56.747,46	1,85	104.982,80	1,41	74.455,89	74.455,889
				Sub-Total	74.455,889	
					Costo Directo	997.635,936

Apéndice 25. APU Tapa del tanque de succión

Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
ITEM:		TAPA DEL TANQUE DE SUCCION				UNIDAD :	M3
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Concreto impermeabilizante		m3	288.384,35	1,00	288.384,35		288.384,348
Formaleteado		m2	5.796,50	1	5.796,50		5.796,499
Acero		kg	3.794,75	63,21	239.877,44		239.877,442
5% DESPERDICIO		%			26.702,91		26.702,914
					Sub-Total		560.761,203
II. EQUIPO							
Descripción		Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.					6998,85359		6.998,854
Vibrador eléctrico			70000	0,75	93333,33333		93.333,333
					Sub-Total		100.332,187
III. TRANSPORTES							
Material		Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
					Sub-Total		0,000
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador		Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
0:2		\$ 56.747,46	1,85	104.982,80	0,75	139.977,07	139.977,072
					Sub-Total		139.977,072
					Costo Directo		801.070,462

Apéndice 26. APU Muro del tanque de succión

Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
ITEM:		MURO DEL TANQUE DE SUCCION				UNIDAD :	M3
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Concreto impermeabilizante		m3	288.384,35	1,00	288.384,35		288.384,348
Formaleteado		m2	3.794,75	1	3.794,75		3.794,749
Acero		kg	13.608,88	185,86	2.529.346,80		2.529.346,805
5% DESPERDICIO		%			141.076,30		141.076,295
					Sub-Total		2.962.602,196
II. EQUIPO							
Descripción		Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.					14241,85323		14.241,853
Vibrador eléctrico			70000	0,645	108527,1318		108.527,132
					Sub-Total		122.768,985
III. TRANSPORTES							
Material		Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
					Sub-Total		0,000
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador		Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1:2		\$ 99.308,06	1,85	183.719,91	0,65	284.837,06	284.837,065
					Sub-Total		284.837,065
					Costo Directo		3.370.208,246

Apéndice 27. APU Piso del tanque de succión

Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
ITEM:		PISO DEL TANQUE DE SUCCION				UNIDAD :	M3
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Concreto impermeabilizante		m3	5.796,50	1,00	5.796,50		5.796,499
Acero		kg	3.794,75	48,24	183.073,85		183.073,850
5% DESPERDICIO		%			9.443,52		9.443,517
						Sub-Total	198.313,867
II. EQUIPO							
Descripción		Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.					3364,833457		3.364,833
Vibrador eléctrico			70000	1,56	44871,79487		44.871,795
						Sub-Total	48.236,628
III. TRANSPORTES							
Material		Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
						Sub-Total	0,000
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador		Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
0:2		\$ 56.747,46	1,85	104.982,80	1,56	67.296,67	67.296,669
						Sub-Total	67.296,669
						Costo Directo	313.847,164

Apéndice 28. APU Zanja de pavimento

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR								
Análisis de precios unitarios								
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES						
ITEM:		ZANJA DEL PAVIMENTO					UNIDAD :	M3
I. MATERIALES EN OBRA								
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.			
Concreto 3000 PSI		M3	280.008,94	1,00	280.008,94		280.008,935	
5% DESPERDICIO		%			14.000,45		14.000,447	
					Sub-Total		294.009,382	
II. EQUIPO								
Descripción		Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.			
Herramienta menor 5% Vr. M.O.					680,444099		680,444	
Vibrador eléctrico			70000	13,5	5185,185185		5.185,185	
					Sub-Total		5.865,629	
III. TRANSPORTES								
Material		Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.		
						Sub-Total	0,000	
IV. MANO DE OBRA								
Trabajador		Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.		
1:2		\$ 99.308,06	1,85	183.719,91	13,50	13.608,88	13.608,882	
						Sub-Total	13.608,882	
					Costo Directo		313.483,893	

Apéndice 29. APU concreto de 3000 PSI

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:	SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES						
ITEM:	CONCRETO DE 3000PSI					UNIDAD :	M3
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.			
Cemento	kg	399,17	350,00	139.708,33	139.708,333		
Arena	m3	57.500,00	0,56	32.200,00	32.200,000		
Triturado	m3	98.333,33	0,84	82.600,00	82.600,000		
Agua	lt	15,33	180,00	2.760,00	2.760,000		
Antisol	kg	16.166	0,25	4.041,42	4.041,417		
5% DESPERDICIO	%			13.065,49	13.065,488		
				Sub-Total	274.375,238		
II. EQUIPO							
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.			
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				196,8427572	196,843		
Mescladora		60000	40	1500	1.500,000		
				Sub-Total	1.696,843		
III. TRANSPORTES							
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.		
				Sub-Total	0,000		
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.		
0:3	\$ 85.121,19	1,85	157.474,21	40,00	3.936,86	3.936,855	
				Sub-Total	3.936,855		
					Costo Directo	280.008,935	

Apéndice 30. APU piso con malla electro soldada

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR						
Análisis de precios unitarios						
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES				
ITEM:		PISO EN CONCRETO CON MALLA ELECTROSOLDADA			UNIDAD :	M3
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Cemento	kg	399,17	300,00	119.750,00	119.750,000	
Arena	m3	57.500,00	0,48	27.600,00	27.600,000	
Triturado	m3	98.333,33	0,95	93.416,67	93.416,667	
Agua	lt	15,33	170,00	2.606,67	2.606,667	
Malla electrosoldada	m2	3.522	1,00	12.168,67	12.168,667	
5% DESPERDICIO	%			12.777,10	12.777,100	
				Sub-Total	268.319,100	
II. EQUIPO						
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				696,3145153	696,315	
Mescladora		60000	24,5	2448,979592	2.448,980	
				Sub-Total	3.145,294	
III. TRANSPORTES						
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
				Sub-Total	0,000	
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1:5	\$ 184.429,25	1,85	341.194,11	24,50	13.926,29	13.926,290
				Sub-Total	13.926,290	
					Costo Directo	285.390,684

Apéndice 31. APU Columnas

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR						
Análisis de precios unitarios						
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES				
ITEM:		COLUMNETAS			UNIDAD :	M3
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Concreto 2500 PSI	m3	261.175,70	1,00	261.175,70	261.175,698	
Figurado y armado de acero	kg	5.844,51	148,4	867.324,78	867.324,780	
Formateado	m2	5.796,50	20,00	115.929,98	115.929,977	
5% DESPERDICIO	%			62.221,52	62.221,523	
				Sub-Total	1.306.651,977	
II. EQUIPO						
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				26245,70096	26.245,701	
Vibrador eléctrico		70000	0,2	350000	350.000,000	
				Sub-Total	376.245,701	
III. TRANSPORTES						
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
				Sub-Total	0,000	
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
0:2	\$ 56.747,46	1,85	104.982,80	0,20	524.914,02	524.914,019
				Sub-Total	524.914,019	
					Costo Directo	2.207.811,698

Apéndice 32. APU Concreto 2500PSI

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
ITEM:		CONCRETO DE 2500PSI				UNIDAD :	M3
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.			
Cemento	kg	399,17	300,00	119.750,00	119.750,000		
Arena	m3	57.500,00	0,48	27.600,00	27.600,000		
Triturado	m3	98.333,33	0,95	93.416,67	93.416,667		
Agua	lt	15,33	170,00	2.606,67	2.606,667		
5% DESPERDICIO	%			12.168,67	12.168,667		
				Sub-Total	255.542,000		
II. EQUIPO							
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.			
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				196,8427572	196,843		
Mescladora		60000	40	1500	1.500,000		
				Sub-Total	1.696,843		
III. TRANSPORTES							
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.		
				Sub-Total	0,000		
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.		
0:3	\$ 85.121,19	1,85	157.474,21	40,00	3.936,86	3.936,855	
				Sub-Total	3.936,855		
				Costo Directo	261.175,698		

Apéndice 33. APU viga de cimentación

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR						
Análisis de precios unitarios						
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES				
ITEM:		VIGA DE CIMETACION			UNIDAD :	M3
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Concreto 2500 PSI	m3	261.175,70	1,00	261.175,70	261.175,698	
Figurado y armado de acero	kg	5.844,51	148,4	867.324,78	867.324,780	
5% DESPERDICIO	%			56.425,02	56.425,024	
				Sub-Total	1.184.925,502	
II. EQUIPO						
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				2385,972815	2.385,973	
Vibrador eléctrico		70000	2,2	31818,18182	31.818,182	
				Sub-Total	34.204,155	
III. TRANSPORTES						
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
					Sub-Total	0,000
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
0:2	\$ 56.747,46	1,85	104.982,80	2,20	47.719,46	47.719,456
					Sub-Total	47.719,456
				Costo Directo		1.266.849,113

Apéndice 34. APU Instalación eléctrica de la bomba

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO: SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES							
ITEM: INSTALACION ELECTRICA DE LA BOMBA						UNIDAD :	GLB
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.			
Acometida cable con neutro concentrico 2*8+8 Bifasi	ML	7.950,00	15,00	119.250,00		119.250,000	
Contador bifasico Trifilar	UND	202.000,00	1,00	202.000,00		202.000,000	
Caja con contador	UND	36.950,00	1,00	36.950,00		36.950,000	
Cable para circuito ramal al variador encauchetado 3*	ML	6.700,00	5,00	33.500,00		33.500,000	
Cable cal.14AWGpara circuito auxiliar (foco y toma c	ML	850,00	1,00	850,00		850,000	
Cable encauchetado 4*12 para circuito variador moto	ML	5.400,00	1,00	5.400,00		5.400,000	
Proteccion para circuito auxiliar 20A-NGB1-20B(sien	UND	8.000,00	1,00	8.000,00		8.000,000	
Proteccion para circuito bomba bipolar 2*(30A-NGB	UND	33.550,00	1,00	33.550,00		33.550,000	
Variador de velocidad sinamics G110	UND	1.314.200,00	1,00	1.314.200,00		1.314.200,000	
Foco	UND	5.000,00	1,00	5.000,00		5.000,000	
Interruptor encendedor del foco	UND	3.000,00	1	3.000,00		3.000,000	
Toma corriente	UND	4.000,00	1,00	4.000,00		4.000,000	
Tubo galvanizado	ML	2.684,00	25,00	67.100,00		67.100,000	
Cable de control encauchetado 2*18	ML	1.200	170,00	204.000,00		204.000,000	
5% DESPERDICIO				101.840,00		101.840,000	
				Sub-Total		2.138.640,000	
II. EQUIPO							
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.			
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				4921,06893		4.921,069	
				Sub-Total		4.921,069	
III. TRANSPORTES							
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.		
						0,000	
					Sub-Total	0,000	
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.		
1:2	\$ 212.802,98	1,85	393.685,51	4,00	98.421,38	98.421,379	
					Sub-Total	98.421,379	
				Costo Directo		2.241.982,448	

Apéndice 35. APU Suministro e instalación de escaleras en acero inoxidable

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
ITEM:		SUMINISTRO E INSTALACION DE ESCALERAS EN ACERO INOXIDABLES				UNIDAD :	GLB
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Barras para las escaleras en acero inoxidable		und	15.000,00	21,00	315.000,00	315.000,000	
Tornillos		und	800,00	84	67.200,00	67.200,000	
					Sub-Total	382.200,000	
II. EQUIPO							
Descripción		Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.					6561,42524	6.561,425	
					Sub-Total	6.561,425	
III. TRANSPORTES							
Material		Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
							0,000
					Sub-Total	0,000	
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador		Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1:1		\$ 70.934,33	1,85	131.228,50	1,00	131.228,50	131.228,505
					Sub-Total	131.228,505	
					Costo Directo	519.989,930	

Apéndice 36. APU suministro e instalación de tubos metálicos y malla eslabonada

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
ITEM:		SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBOS METALICOS Y MALLA ESLABONADA				UNIDAD :	GLB
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Tubos metalicos 3"		und	16.000,00	12,00	192.000,00	192.000,000	
Soldadura		puntos	2.000,00	36	72.000,00	72.000,000	
Malla eslabonada		ml	5.000,00	12,00	60.000,00	60.000,000	
Concreto en los tubos metalicos		m3	299.194,04	138,933	41.567.925,78	41.567.925,782	
5% DESPERDICIO		%			2.094.596,29	2.094.596,289	
					Sub-Total	2.094.596,289	
II. EQUIPO							
Descripción		Tipo	Tarifa/dia	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.					9185,995337	9.185,995	
					Sub-Total	9.185,995	
III. TRANSPORTES							
Material		Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
							0,000
					Sub-Total	0,000	
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador		Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1:1		\$ 99.308,06	1,85	183.719,91	1,00	183.719,91	183.719,907
					Sub-Total	183.719,907	
						Costo Directo	2.287.502,191

Apéndice 37. APU Concreto de 3000PSI para las columnas de los tubos metalicos

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
ITEM:		CONCRETO DE 3000 PSI PARA LA COLUMNAS DE LOS TUBOS METALICOS				UNIDAD :	M3
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.			
Cemento	kg	399,17	350,00	139.708,33	139.708,333		
Arena	m3	57.500,00	0,48	27.600,00	27.600,000		
Triturado	m3	98.333,33	0,95	93.416,67	93.416,667		
Agua	lt	15,33	180,00	2.760,00	2.760,000		
5% DESPERDICIO	%			13.174,25	13.174,250		
				Sub-Total	276.659,250		
II. EQUIPO							
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.			
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				787,3710288	787,371		
Mescladora		60000	10	6000	6.000,000		
				Sub-Total	6.787,371		
III. TRANSPORTES							
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.		
						0,000	
				Sub-Total	0,000		
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.		
0:3	\$ 85.121,19	1,85	157.474,21	10,00	15.747,42	15.747,421	
				Sub-Total	15.747,421		
				Costo Directo	299.194,042		

Apéndice 38. APU suministro e instalación de tubería de succión 3" incluye accesorios

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR						
Análisis de precios unitarios						
PROYECTO:	SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
ITEM:	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE SUCCION 3"				UNIDAD :	ML
	INCLUYE ACCESORIOS					
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Tuberia pvc 3"	ml	35.291,50	1,00	35.291,50		35.291,500
Codo de 90° de 3"	und	29.743,83	0,48309	14.368,95		14.368,948
Limpiador	ml	1.406,51	0,02	28,13		28,130
Pegante	ml	3.222,22	0,02	64,44		64,444
Reducción concentrica	und	16.000	0,48	7.728,00		7.728,000
5% DESPERDICIO	%			2.874,05		2.874,051
				Sub-Total		60.355,074
II. EQUIPO						
Descripción	Tipo	Tarifa/dia	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				1312,285048		1.312,285
				Sub-Total		1.312,285
III. TRANSPORTES						
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
					Sub-Total	
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1:1	\$ 70.934,33	1,85	131.228,50	5,00	26.245,70	26.245,701
					Sub-Total	26.245,701
				Costo Directo		87.913,060

Apéndice 39. APU suministro e instalación de tubería de impulsión 2" incluye accesorios

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR						
Análisis de precios unitarios						
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES				
ITEM:		SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE IMPULSION 2"			UNIDAD :	ML
		INCLUYE ACCESORIOS				
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Tuberia pvc 2"	ml	16.632,83	1,00	16.632,83	16.632,833	
Codo de 90° de 2"	und	11.132,67	0,02532	281,88	281,879	
Limpiador	ml	1.406,51	0,02	28,13	28,130	
Pegante	ml	3.222,22	0,02	64,44	64,444	
Ampliación concentrica	und	16.000,00	0,01	112,00	112,000	
Tee de 2"	und	9.025	0,01	57,13	57,128	
5% DESPERDICIO	%			853,22	853,221	
				Sub-Total	18.029,636	
II. EQUIPO						
Descripción	Tipo	Tarifa/dia	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				83,0560157	83,056	
				Sub-Total	83,056	
III. TRANSPORTES						
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
				Sub-Total		
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1:1	\$ 70.934,33	1,85	131.228,50	79,00	1.661,12	1.661,120
				Sub-Total	1.661,120	
				Costo Directo	19.773,812	

Apéndice 40. APU suministro e instalación de codos de re ventilación

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
ITEM:		SUMINISTRO E INSTALACION DE CODOS DE REVENTILACION				UNIDAD :	UND
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Codo de reventilacion		und	8.956,17	1,00	8.956,17	8.956,167	
					Sub-Total	8.956,167	
II. EQUIPO							
Descripción		Tipo	Tarifa/dia	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.					410,0890775	410,089	
					Sub-Total	410,089	
III. TRANSPORTES							
Material		Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
						Sub-Total	
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador		Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1:1		\$ 70.934,33	1,85	131.228,50	16,00	8.201,78	8.201,782
						Sub-Total	8.201,782
					Costo Directo		17.568,037

Apéndice 41. APU suministro e instalación de válvulas de control de 2"

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
ITEM:		SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE CONTROL DE 2"				UNIDAD :	UND
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.			
Valvula de control de 2"	und	142.000,00	1,00	142.000,00	142.000,000		
					Sub-Total	0,000	
II. EQUIPO							
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.			
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				328,071262	328,071		
					Sub-Total	328,071	
III. TRANSPORTES							
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.		
					Sub-Total		
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.		
0:1	\$ 28.373,73	1,85	52.491,40	8,00	6.561,43	6.561,425	
					Sub-Total	6.561,425	
					Costo Directo	6.889,497	

Apéndice 42. APU suministro e instalación de válvula de cheque de 2"

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
ITEM:		SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE CHEQUE DE 2"				UNIDAD :	und
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.			
Valvula de cheque de 2"	und	345.500,00	1,00	345.500,00	345.500,000		
					Sub-Total	345.500,000	
II. EQUIPO							
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.			
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				328,071262	328,071		
					Sub-Total	328,071	
III. TRANSPORTES							
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.		
					Sub-Total		
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.		
0:1	\$ 28.373,73	1,85	52.491,40	8,00	6.561,43	6.561,425	
					Sub-Total	6.561,425	
					Costo Directo	352.389,497	

Apéndice 43. APU suministro e instalación de válvula de pie con coladera de 3”

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR						
Análisis de precios unitarios						
PROYECTO:	SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
ITEM:	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE PIE CON COLADERA DE 3"				UNIDAD :	UND
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Valvula de pie con coladera de 3"	und	27.833,33	1,00	27.833,33	27.833,333	
					Sub-Total	27.833,333
II. EQUIPO						
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				328,071262	328,071	
					Sub-Total	328,071
III. TRANSPORTES						
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
					Sub-Total	
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
0:1	\$ 28.373,73	1,85	52.491,40	8,00	6.561,43	6.561,425
					Sub-Total	6.561,425
					Costo Directo	34.722,830

Apéndice 44. APU muro cara vista de H=1m

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
ITEM:		MURO CARA A LA VISTA DE H=1m				UNIDAD :	m ²
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.			
Ladrillo caravista	und	950,00	55,00	52.250,00	52.250,000		
Mortero de pega	m ³	234.012,21	0,0197	4.610,04	4.610,041		
5% DESPERDICIO	%			2.843,00	2.843,002		
				Sub-Total	59.703,043		
II. EQUIPO							
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.			
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				749,8771703	749,877		
				Sub-Total	749,877		
III. TRANSPORTES							
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.		
				Sub-Total			
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.		
0:2	\$ 56.747,46	1,85	104.982,80	7,00	14.997,54	14.997,543	
				Sub-Total	14.997,543		
				Costo Directo	75.450,463		

Apéndice 45. APU Mortero de pega

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR						
Análisis de precios unitarios						
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES				
ITEM:		MORTERO DE PEGA			UNIDAD :	M3
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Cemento	kg	399,17	364	145.296,67	145.296,667	
Arena	m3	57.500,00	1,16	66.700,00	66.700,000	
Agua	lt	15,33	220,00	3.373,33	3.373,333	
5% DESPERDICIO	%			10.768,50	10.768,500	
				Sub-Total	226.138,500	
II. EQUIPO						
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				374,9385852	374,939	
				Sub-Total	374,939	
III. TRANSPORTES						
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
				Sub-Total		
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
0:1	\$ 28.373,73	1,85	52.491,40	7,00	7.498,77	7.498,772
				Sub-Total	7.498,772	
				Costo Directo	234.012,210	

Apéndice 46. APU Instalación de caseta

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
ITEM:		INSTALACION DE LA CASETA				UNIDAD :	GLB
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.			
Muros	m2	75.450,46	35,00	2.640.766,21	2.640.766,210		
Cubierta	m2	411.604,65	12	4.939.255,74	4.939.255,741		
Puerta metálica	und	200.000	1,00	200.000,00	200.000,000		
5% DESPERDICIO	%			389.001,10	389.001,098		
				Sub-Total	8.169.023,049		
II. EQUIPO							
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.			
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				4330,540659	4.330,541		
				Sub-Total	4.330,541		
III. TRANSPORTES							
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.		
				Sub-Total			
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.		
0:2	\$ 56.747,46	1,85	104.982,80	5,00	20.996,56	20.996,561	
1 Soldador	\$ 70.934,33	1,85	131.229	2,00	65.614,25	65.614,252	
				Sub-Total	86.610,813		
				Costo Directo	8.259.964,402		

Apéndice 47. APU Cubierta

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:	SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES						
ITEM:	CUBIERTA					UNIDAD :	m ²
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.			
Teja termoacustica	m ²	168.666,67	1	168.666,67	168.666,667		
Tornillos 2"	und	700,00	20,00	14.000,00	14.000,000		
Cercha metálica	und	150.000,00	0,08	12.495,00	12.495,000		
5% DESPERDICIO	%			9.758,08	9.758,083		
				Sub-Total	204.919,750		
II. EQUIPO							
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.			
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				9842,138	9.842,138		
				Sub-Total	9.842,138		
III. TRANSPORTES							
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.		
				Sub-Total			
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.		
1:1	\$ 70.934,33	1,85	131.228,50	1,00	131.228,50	131.228,505	
1 Soldador	\$ 70.934,33	1,85	131.229	2,00	65.614,25	65.614,252	
				Sub-Total	196.842,757		
				Costo Directo	411.604,645		

Apéndice 48. APU Suministro e instalación de tubería de 2" incluye accesorios

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR						
Análisis de precios unitarios						
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES				
ITEM:		SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA 2" INCLUYE ACCESORIOS			UNIDAD : ML	
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Tuberia pvc 2"	ml	16.632,83	1,00	16.632,83	16.632,833	
Codo de 90° de 2"	und	11.132,67	0,00422	46,98	46,980	
Limpiador	ml	1.406,51	0,02	28,13	28,130	
Pegante	ml	3.222,22	0,02	64,44	64,444	
Cruz de 2"	und	11.500,00	0,0014	16,22	16,215	
Tapón	und	10.000,00	0,00281	28,10	28,100	
Tee de 2"	und	9.025	0,0098	88,81	88,806	
5% DESPERDICIO	%			843,06	843,060	
				Sub-Total	17.748,569	
II. EQUIPO						
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				82,0178155	82,018	
				Sub-Total	82,018	
III. TRANSPORTES						
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
				Sub-Total		
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1:1	\$ 70.934,33	1,85	131.228,50	80,00	1.640,36	1.640,356
				Sub-Total	1.640,356	
					Costo Directo	19.470,943

Apéndice 49. APU Suministro e instalación de válvula de control de 2" incluye caja

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR						
Análisis de precios unitarios						
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES				
ITEM:		SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE CONTROL 2", INCLUYE CAJA			UNIDAD :	UND
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
suministro e instalacion de caja		und	785.960,00	1,00	785.960,00	785.960,000
valvula de control		und	142.000,00	4	568.000,00	568.000,000
5% DESPERDICIO		%			67.698,00	67.698,000
					Sub-Total	1.421.658,000
II. EQUIPO						
Descripción		Tipo	Tarifa/dia	Rendimiento	Valor-Unit.	
Herramienta menor 5% Vr. M.O.					27585,57158	27.585,572
					Sub-Total	27.585,572
III. TRANSPORTES						
Material		Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.
					Sub-Total	
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador		Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.
1:2		\$ 99.308,06	1,85	183.719,91	0,33	551.711,43
					Sub-Total	551.711,432
				Costo Directo		2.000.955,003

Apéndice 50. APU suministro e instalación de tubería de lavado de 2"

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
ITEM:		SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE LAVADO 2"				UNIDAD :	ML
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.			
Tubería de 2"	und	16.632,83	1,00	16.632,83	16.632,833		
Limpiador	und	21.097,67	0,02	421,95	421,953		
Pegante	und	48.333,33	0,02	966,67	966,667		
5% DESPERDICIO	%			901,07	901,073		
				Sub-Total	18.922,526		
II. EQUIPO							
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.			
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				32,8071262	32,807		
				Sub-Total	32,807		
III. TRANSPORTES							
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.		
				Sub-Total			
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.		
0:1	\$ 28.373,73	1,85	52.491,40	80,00	656,14	656,143	
				Sub-Total	656,143		
				Costo Directo	19.611,476		

Apéndice 51. APU suministro e instalación de bypass

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR						
Análisis de precios unitarios						
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES				
ITEM:		SUMINISTRO E INSTALACION DE BYPASS			UNIDAD :	ML
I. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
Tubería de 2" bypass	und	11.132,67	1,00	11.132,67		11.132,667
Limpiador	und	21.097,67	0,02	421,95		421,953
Pegante	und	48.333,33	0,02	966,67		966,667
5% DESPERDICIO	%			626,06		626,064
				Sub-Total		13.147,351
II. EQUIPO						
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.		
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				32,8071262		32,807
				Sub-Total		32,807
III. TRANSPORTES						
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
					Sub-Total	
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
0:1	\$ 28.373,73	1,85	52.491,40	80,00	656,14	656,143
					Sub-Total	656,143
			Costo Directo			13.836,301

Apéndice 52. APU suministro e instalación de la bomba

MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR							
Análisis de precios unitarios							
PROYECTO:		SISTEMA DE BOMBEO PARA EL BARRIO LOS ROSALES					
ITEM:		SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBA				UNIDAD :	UND
I. MATERIALES EN OBRA							
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.			
Tubería de 2" bypass	und	4.000.000,00	1,00	4.000.000,00	4.000.000,000		
					Sub-Total	4.000.000,000	
II. EQUIPO							
Descripción	Tipo	Tarifa/día	Rendimiento	Valor-Unit.			
Herramienta menor 5% Vr. M.O.				82,0178155	82,018		
					Sub-Total	82,018	
III. TRANSPORTES							
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.		
					Sub-Total		
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.		
1:0	\$ 70.934,33	1,85	131.228,50	80,00	1.640,36	1.640,356	
					Sub-Total	1.640,356	
					Costo Directo	4.001.722,374	

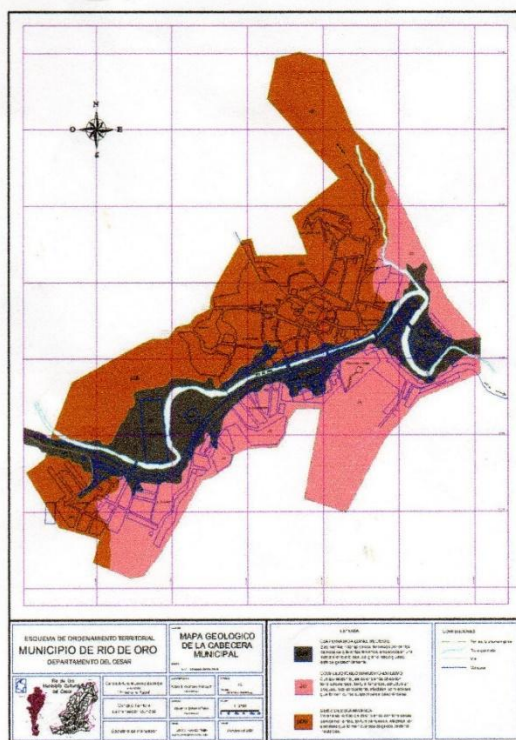
Apéndice 53. Certificado de suelos y geología

Libertad y Orden		Alcaldía Municipal	
Código: 04	Serie: Certificaciones	Página: 1 de 1	Subserie: 00
		SP - 000 06/09/2017	

LA SUSCRITA SECRETARÍA DE PLANEACION MUNICIPAL DE RIO DE ORO – CESAR.

CERTIFICA

Que revisado el Esquema de Ordenamiento Territorial "E.O.T", del municipio de Rio de Oro – Cesar, aprobado mediante acuerdo N° 015 del 22 de Diciembre del año 2000, el área urbana donde se encuentra ubicado el barrio denominado Los Rosales según plano N°1/2 mapa geológico de la cabecera municipal cuenta con las siguientes convenciones.



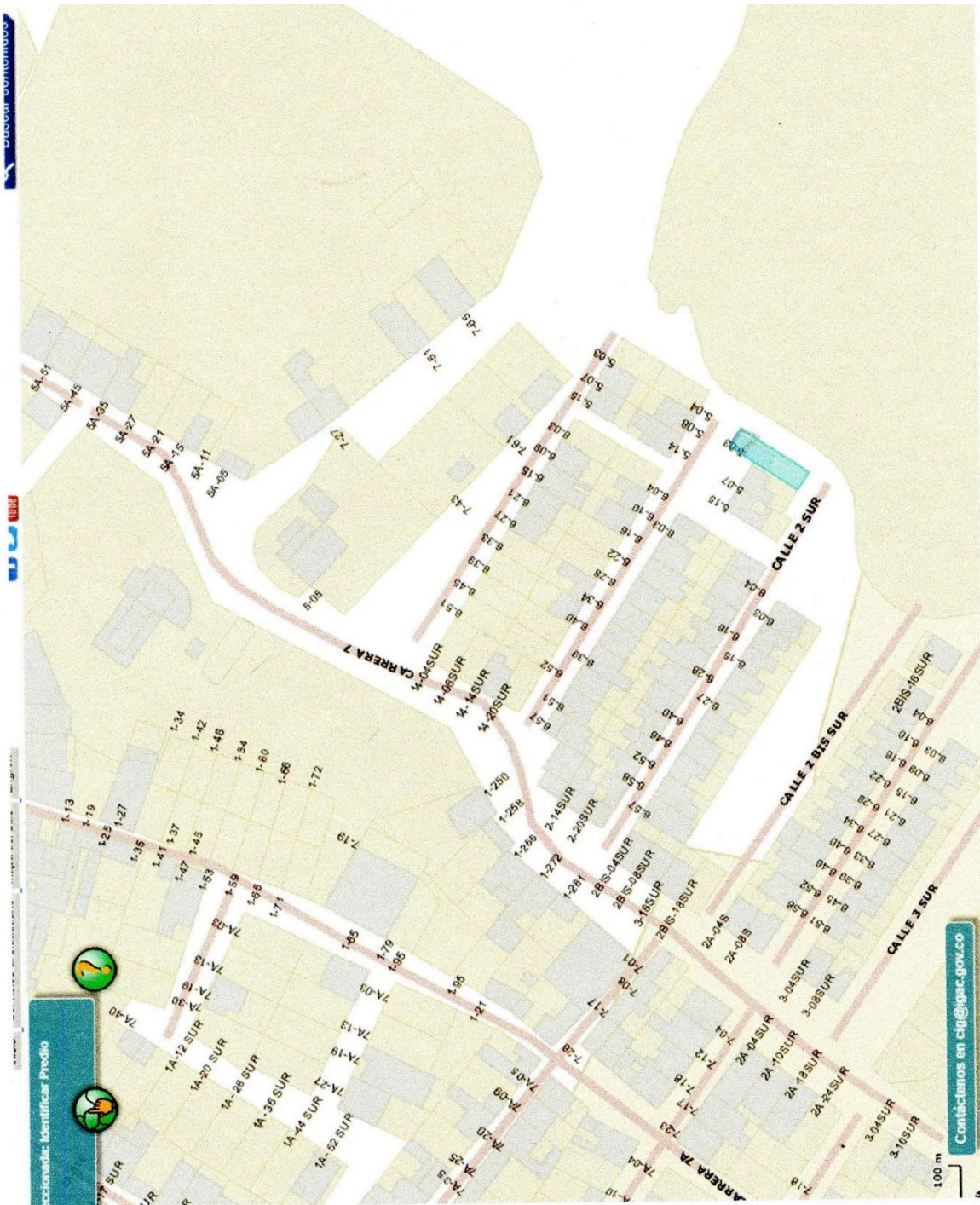
Color Rosado: Jci: COMPLEJO IGNEO INTRUSIVO EXTUSIVO.
Cuarzo – Monzonita, de color blanco pálido con tonalidades rosa, textura fanerítica, estructura en bloques, roca competente, afectada por diaclasas que forman cuñas susceptibles a desprenderse.

Para constancia de lo anterior se expide y se firma a los Seis (06) días del mes de Septiembre de 2017.

[Handwritten Signature]
DEIDER JOSÉ PALIÑO NORIEGA.
 Secretaría de Planeación Municipal.
 Río de Oro – Cesar.



Apéndice 54. Catastro del barrio los Rosales



Apéndice 55. Certificado de uso de suelo de los predios

 Libertad y Orden	REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL CESAR MUNICIPIO DE RIO DE ORO Nit. 892300123-1	 Río de Oro Estamos Cumpliendo <small>Enfocados en el Desarrollo Municipal</small>		
Código: 04	Serie: Certificaciones	Pagina : 1 de 1	Subserie: 00	SP - 000 10/08/2017

LA SUSCRITA SECRETARÍA DE PLANEACION MUNICIPAL DE RIO DE ORO – CESAR.

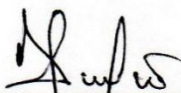
CERTIFICA

Que revisado el Esquema de Ordenamiento Territorial "E.O.T", del municipio de Río de Oro – Cesar, aprobado mediante acuerdo N° 015 del 22 de Diciembre del año 2000, el uso potencial del suelo de predio ubicado en la Manzana 065, dirección Carrera 7, Barrio Los Rosales, con coordenadas **E 1076105 – N 1408077** y matrícula inmobiliaria 196 - 46558 es compatible con el uso del suelo asignado en el "E.O.T" y se encuentra en el plano N°1/4 Mapa de Uso Actual del Suelo Cabecera Municipal y en el plano N° 2/4 Mapa de Esquema de Zonificación y Uso del Suelo con las siguientes convenciones.

COLOR AMARILLO. Zona de uso Residencial.

COLOR VIOLETA. ZR - 3. Zona Residencial.

Para constancia de lo anterior se expide y se firma a los Diez (10) días del mes de Agosto de 2017.



DEIDER JOSÉ PATIÑO NORIEGA.
 Secretaria de Planeación Municipal.
 Río de Oro – Cesar.



Apéndice 56. Certificado de uso de los suelos de los predios

 Libertad y Orden	REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL CESAR MUNICIPIO DE RIO DE ORO Nit. 892300123-1	 Río de Oro Estamos Cumpliendo <small>Estado Aliviado Manages Peace</small> Alcaldía Municipal		
Código: 04	Serie: Certificaciones	Pagina : 1 de 1	Subserie: 00	SP – 000 10/08/2017

LA SUSCRITA SECRETARÍA DE PLANEACION MUNICIPAL DE RIO DE ORO – CESAR.

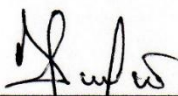
CERTIFICA

Que revisado el Esquema de Ordenamiento Territorial “E.O.T”, del municipio de Río de Oro – Cesar, aprobado mediante acuerdo N° 015 del 22 de Diciembre del año 2000, el uso potencial del suelo de predio ubicado en la Manzana 065, dirección Carrera 7, Barrio Los Rosales, con coordenadas **E 1076105 – N 1408077** y matrícula inmobiliaria 196 - 46558 es compatible con el uso del suelo asignado en el “E.O.T” y se encuentra en el plano N°1/4 Mapa de Uso Actual del Suelo Cabecera Municipal y en el plano N° 2/4 Mapa de Esquema de Zonificación y Uso del Suelo con las siguientes convenciones.

COLOR AMARILLO. Zona de uso Residencial.

COLOR VIOLETA. ZR - 3. Zona Residencial.

Para constancia de lo anterior se expide y se firma a los Diez (10) días del mes de Agosto de 2017.



DEIDER JOSÉ PATIÑO NORIEGA.
 Secretaria de Planeación Municipal.
 Río de Oro – Cesar.



Apéndice 57. Certificado del censo poblacional


 Libertad y Orden	REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL CESAR MUNICIPIO DE RIO DE ORO Nit. 892300123-1	 Río de Oro Estamos Cumpliendo Carlos Adriano Manjares Paredes Alcalde Municipal 2015 - 2019		
Código: 04	Serie: Certificaciones	Pagina : 1 de 1	Subserie: 00	SP – 000 01/09/2017

**LA SUSCRITA SECRETARÍA DE PLANEACION MUNICIPAL
DE RIO DE ORO – CESAR.**

CERTIFICA

Que revisado los archivos de estratificación socioeconómica y de nomenclatura que reposan en esta secretaría, el barrio denominado **LOS ROSALES** ubicado al sur oeste del municipio cuenta con una población de **368 habitantes**, los cuales se encuentran distribuidos en **90 suscriptores** al servicio de agua potable y saneamiento básico, con **6 lotes** sin construir.

Para constancia de lo anterior se expide y se firma al Primer (01) día del mes de Septiembre de 2017.



DEIDER JOSÉ PATIÑO NORIEGA.
 Secretaría de Planeación Municipal.
 Río de Oro – Cesar.



Apéndice 58. Certificado de disponibilidad de energía



Centrales Eléctricas del Norte de Santander S.A. E.S.P.

Ocaña, 26 de septiembre de 2017

20171030032583

Señora
SANDRA PAOLA JAIMES RUEDA
Carrera 4 número 27a 87 Barrio San Rafael
Teléfono 311 756 75 98
Ocaña, Norte de Santander

ASUNTO: Respuesta al Radicado No. 20171020025146 del 18 de septiembre de 2017

Estimada señora: Sandra Paola Jaimes Rueda,

Para CENS es muy importante escuchar las necesidades de sus clientes y usuarios quienes son la razón de ser de esta empresa, motivo por el cual atendemos sus solicitudes con toda la responsabilidad que merecen.

Le comunicamos que, con el objetivo de garantizarle sus derechos, enmarcados en la normatividad vigente, el Tecnólogo E Comercial Regional de CENS S.A. E.S.P., en uso de las facultades concedidas en la ley 142 de 1994 y decisión empresarial número 7280-029-2015, luego de haber realizado un análisis detallado de su caso, expone lo siguiente:

La Señora Sandra Paola Jaimes Rueda, presentó en CENS S.A. E.S.P., una solicitud escrita el 18 de septiembre de 2017, radicado con el número 20171020025146, en el que obrando como potencial usuario del servicio de energía eléctrica del inmueble ubicado Carrera 8ª 10-46 barrio La Amargura de la Ciudad de Ocaña del que solicita Disponibilidad del Servicio para el inmueble ubicado en mención.

Teniendo en cuenta y en atención a su solicitud, le confirmamos que para la dirección solicitada existe disponibilidad del servicio de energía, siempre y cuando cumpla con lo estipulado en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del Municipio respectivo y en especial con:

- No estar incluido en zona de alto riesgo.
-
- El inmueble a construir no debe encontrarse dentro de servidumbres o debajo de líneas de conducción de energía eléctrica.
-
- Debe cumplir con los retiros obligados a quebradas, ríos, poliductos, líneas férreas y demás disposiciones.
-

Debe cumplir con las fajas de retiro de vías definidas en la ley 1228 de 2008 o en las normas

Cúcuta Av. Anzoátegui 39-220, Sevilla PBX (7) 522-4444 - Fax (7) 578-0900	Ocaña - Norte de Santander Calle 7, 25-151 Av. Francisco Ferrnández de Colindres PBX (7) 950-0300 - Fax (7) 951-1300	Tolu - Norte de Santander Cra. 4, 8-17 El Carmen PBX (7) 986-3278 - Fax (7) 986-3300	Palmira - Norte de Santander Cra. 3, Calle 7, Esquina PBX (7) 968-1197 - Fax (7) 968-8107	Aguachica - Cesar Calle 70, 14-17 Esquina PBX (0) 963-4574 - Fax (0) 963-2536
---	---	--	---	---

Centrales Eléctricas del Norte de Santander S.A. E.S.P.

www.cens.com.co



Centrales Eléctricas del Norte de Santander S.A. E.S.P.

que la modifiquen o sustituyan.

Adicionalmente le informamos lo contenido en la resolución 90708 del 30 de agosto de 2013 del Ministerio de Minas y Energía, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE):

... **"Artículo 13 Distancias de Seguridad:** "Los constructores y en general quienes presenten proyectos a las curadurías, oficinas de planeación del orden territorial y demás entidades responsables de expedir las licencias o permisos de construcción, deben manifestar por escrito que los proyectos que solicitan dicho trámite cumplen a cabalidad con las distancias mínimas de seguridad establecidas en el RETIE".

Por lo anterior estimada señora: Sandra Paola Jaimes Rueda, para continuar con el proceso, usted debe realizar la solicitud de "Factibilidad del servicio de energía", entregando la información solicitada en <http://www.cens.com.co/clientes/es-es/nuestrosservicios/pedidosdeenergía/factibilidaddelservicio.aspx>, a través de los canales: WEB, contacto telefónico 018000-414-115, o la oficina de Atención al Cliente más cercana y validando los requisitos y condiciones detalladas en el mismo.

En la respuesta a la solicitud de "Factibilidad del servicio de energía", se determinará el nivel de tensión en el cuál usted deberá conectarse a la red de energía más cercana.

Si su instalación no aplica para factibilidad de servicio de energía, usted deberá presentar la "Solicitud del Servicio de Energía".

La presente certificación de disponibilidad del servicio no reemplaza la factibilidad y demás trámites que deben surtirse hasta su conexión y solo se limita a la disponibilidad para el proyecto.

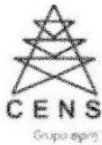
Esperamos el buen desarrollo de su proyecto y acompañarlo hasta la culminación del mismo.

Así pues, reiterar que CENS S.A E.S.P., tiene la mejor disposición para desempeñar su labor dentro del cabal acatamiento a las leyes y a la normatividad vigente, así como por mantener un trato justo y equilibrado para la totalidad de sus usuarios.

Atentamente,

LUIS EMIRO AMAYA PINO

Tecnólogo E Comercial Regional



Centrales Eléctricas del Norte de Santander S.A. E.S.P.

**GUIA RECIBIDO
SOPORTE CLIENTES PRUEBA DE ENTREGA**

REMITENTE: CENS S.A. E.S.P.		20171030032583
Nombre : Sandra Paola Jaimes Ruedas		NOMBRE DE QUIEN ENTREGA:
Dirección: Carrera 4 número 27 ^a -87 San Rafael		
Teléfono: 311 756 75 98		Registro o C.C.:
Municipio: Ocaña, Norte de Santander		TIPO DE COMUNICACIÓN (marque con una X)
Fecha de Envío	Hora	Aviso:
Medidor:	RUTA:	Citación:
Radicado inicial: 20171020025146 del 18/09/2017		Acto aditivo :
RECIBIDO:		Rta General
		20171030032583
Nombre:		
C.C.:		CAUSAS DE DEVOLUCIÓN: (marque con una X)
Teléfono:		Casa sola:
Fecha de entrega:		Casa vacía:
OBSERVACIONES:		Dir. Errada
		Dir. No existe
		Cliente No permanece
		Faltan datos en dirección
		Se trasladó
		Fuerza mayor
		Se negó a recibir
		Zona alto riesgo
		No hay quien reciba
		se desconoce el cliente

**GUIA RECIBIDO
SOPORTE CLIENTES PRUEBA DE ENTREGA**

REMITENTE: CENS S.A. E.S.P.		20171030032583
Nombre : Sandra Paola Jaimes Ruedas		NOMBRE DE QUIEN ENTREGA:
Dirección: Carrera 4 número 27 ^a -87 San Rafael		
Teléfono: 311 756 75 98		Registro o C.C.:
Municipio: Ocaña, Norte de Santander		TIPO DE COMUNICACIÓN (marque con una X)
Fecha de Envío	Hora	Aviso:
Medidor:	RUTA:	Citación:
Radicado inicial: 20171020025146 del 18/09/2017		Acto aditivo :
RECIBIDO:		Rta General
		20171030032583
Nombre:		
C.C.:		CAUSAS DE DEVOLUCIÓN: (marque con una X)
Teléfono:		Casa sola:
Fecha de entrega:		Casa vacía:
OBSERVACIONES:		Dir. Errada
		Dir. No existe
		Cliente No permanece
		Faltan datos en dirección
		Se trasladó
		Fuerza mayor
		Se negó a recibir
		Zona alto riesgo
		No hay quien reciba
		se desconoce el cliente

Apéndice 59. Manometría



Apéndice 60. Resultados del manómetro

Apéndice 61. Resultados del manómetro

Apéndice 62. Levantamiento topográfico

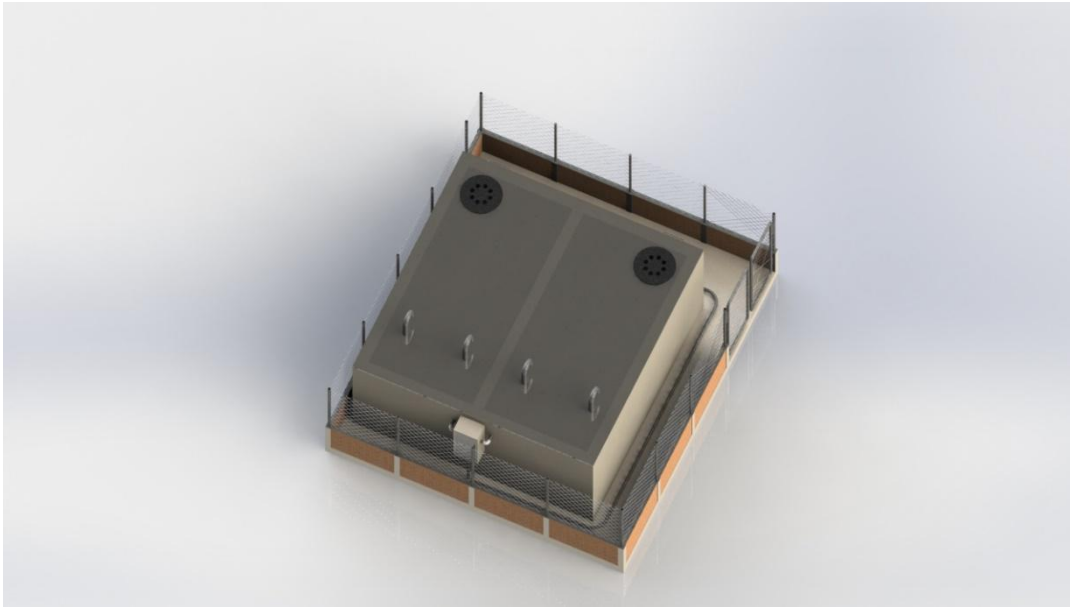
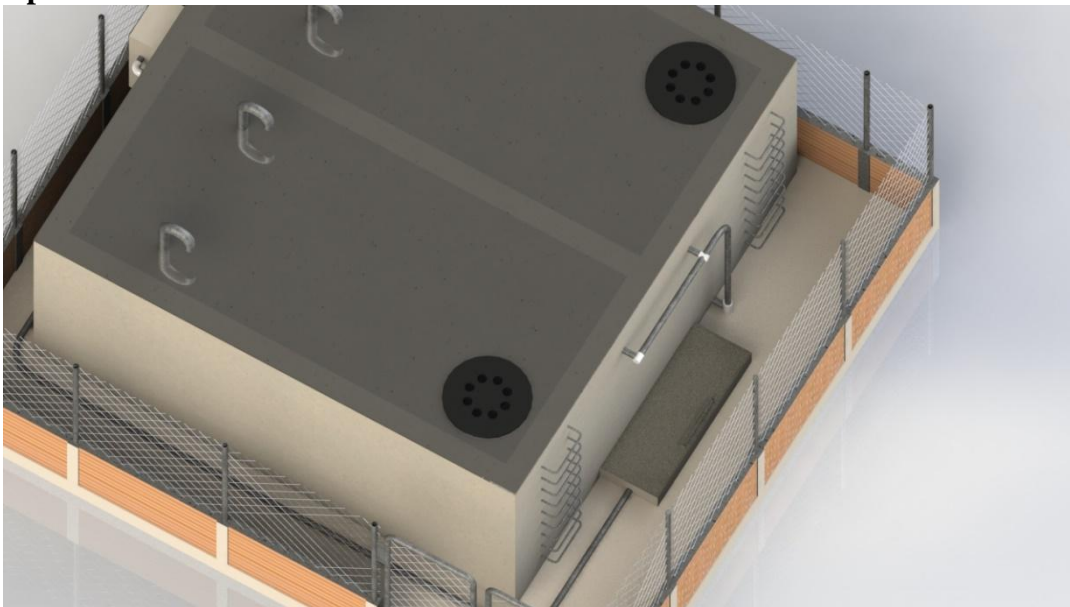
Apéndice 63. Levantamiento topográfico

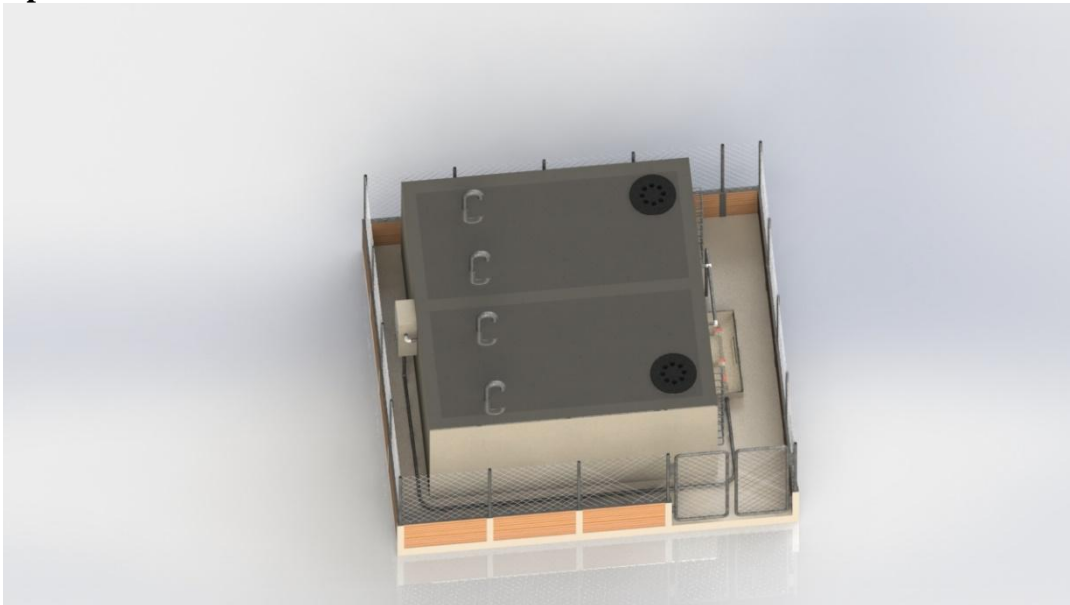
Apéndice 64. Levantamiento topográfico

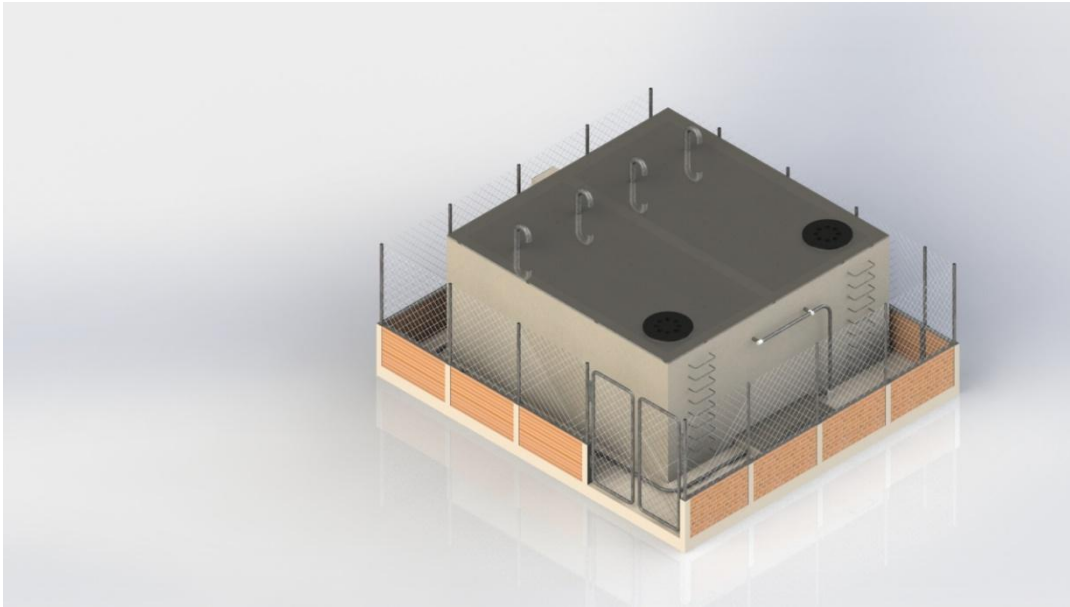
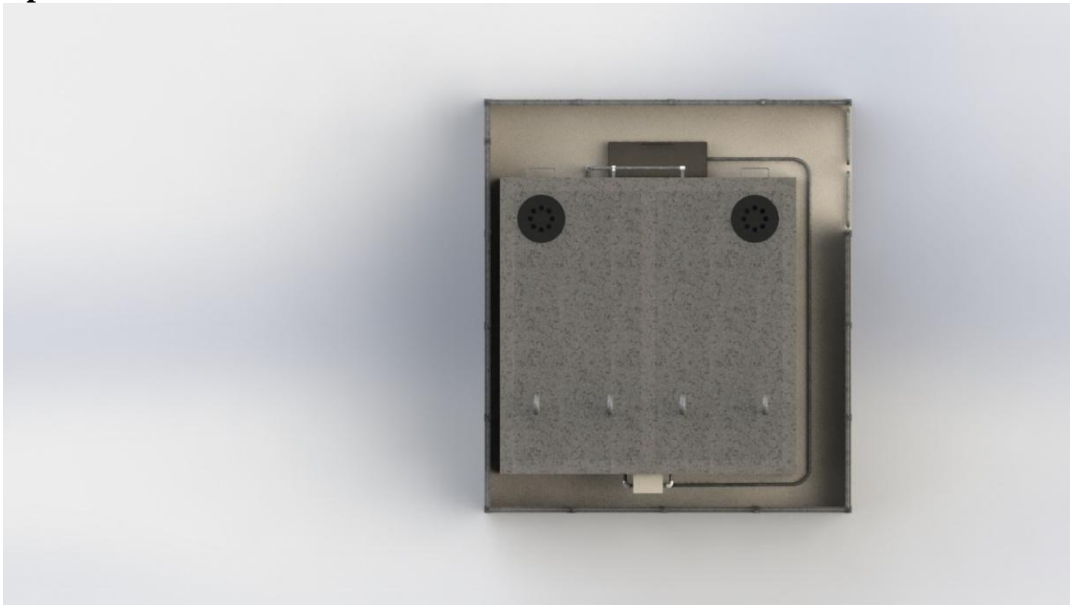
Apéndice 65. Levantamiento topográfico

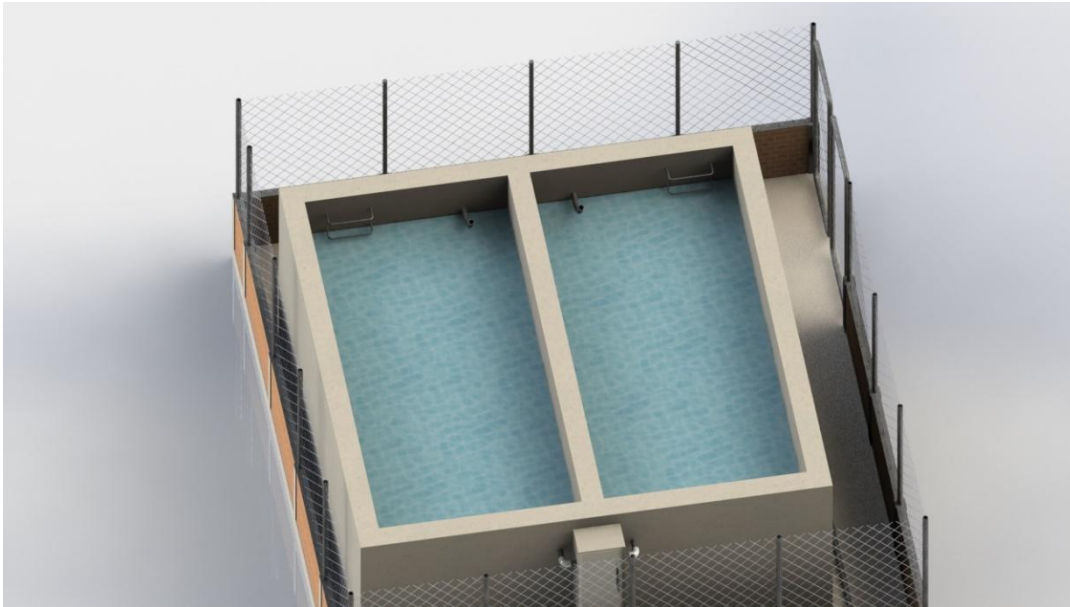
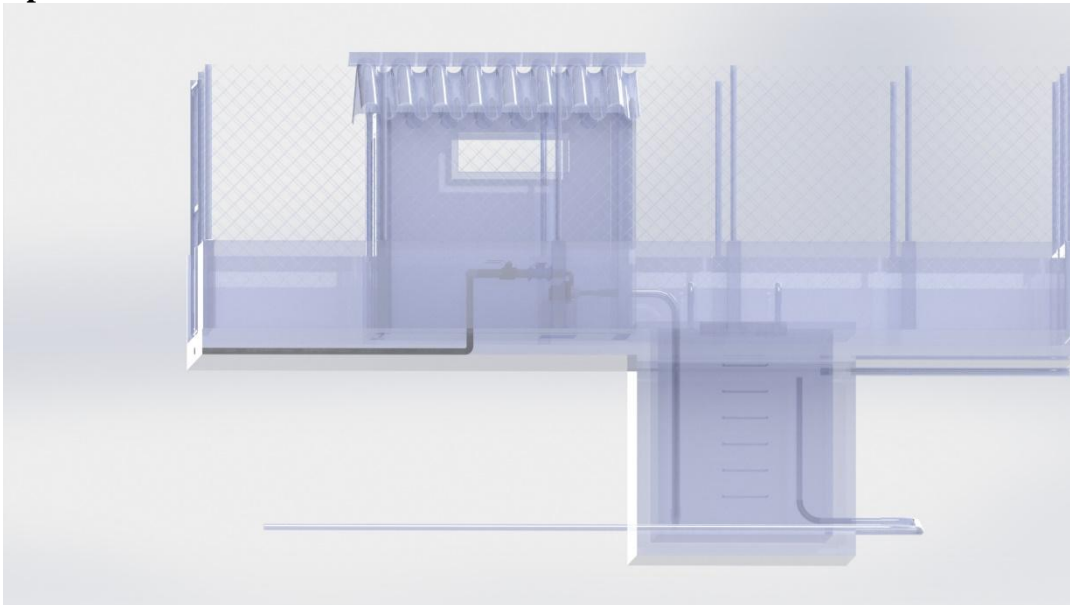
Apéndice 66. Levantamiento topográfico

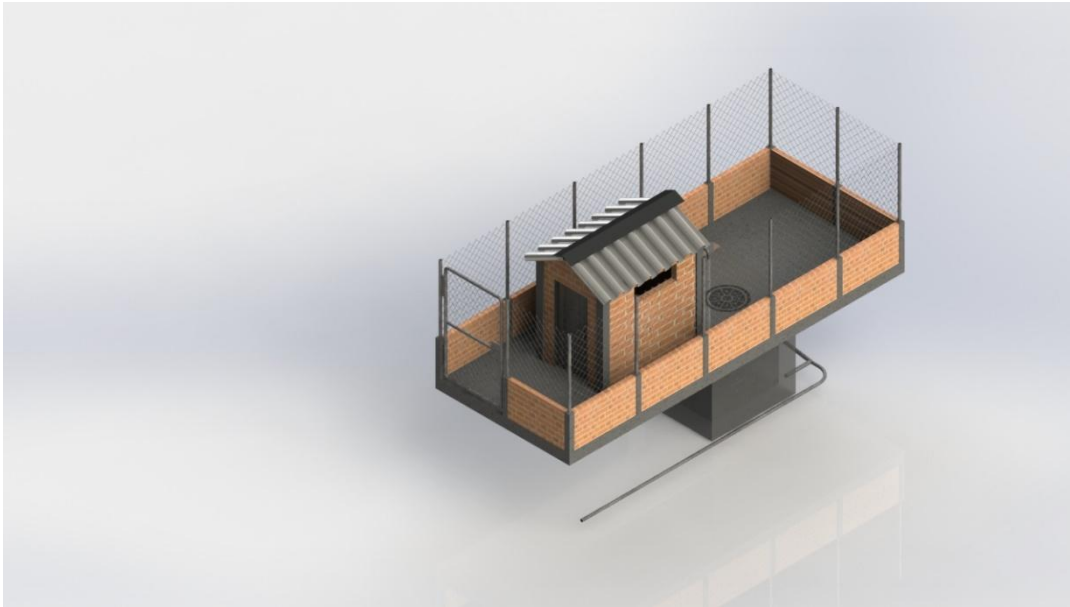
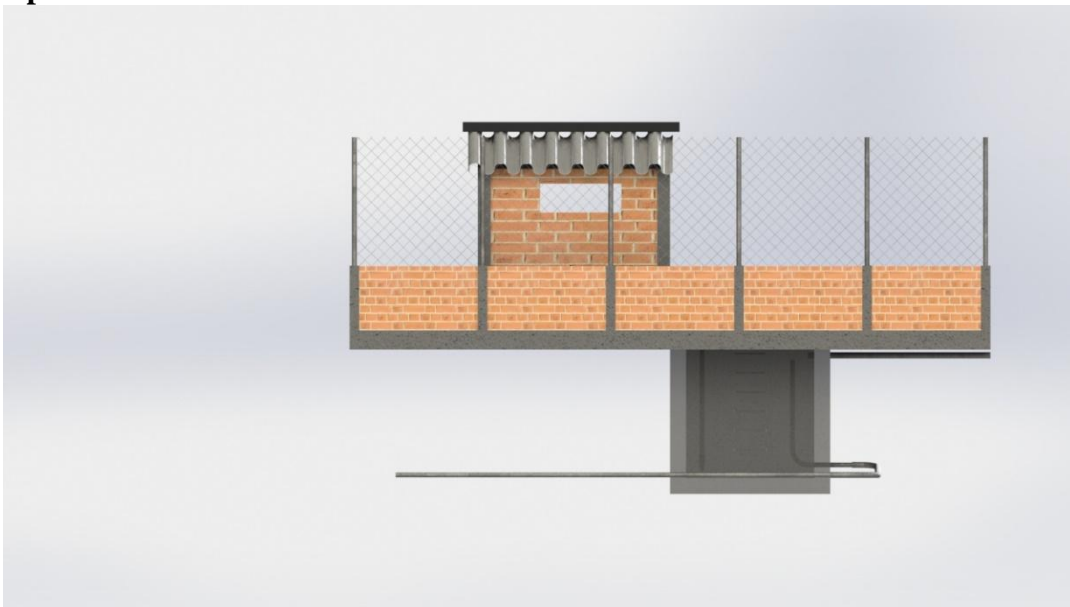


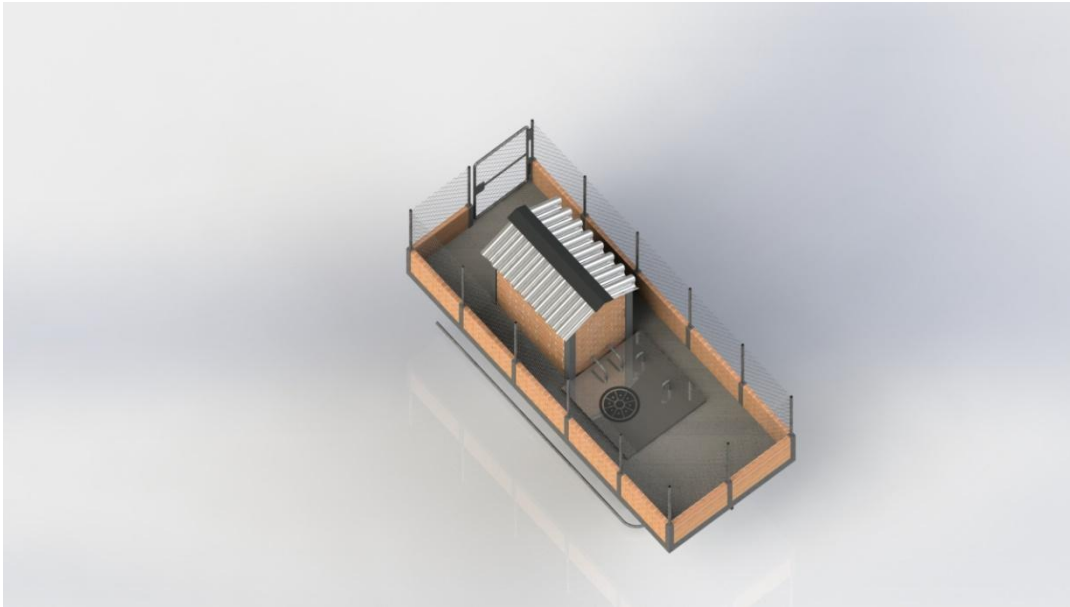
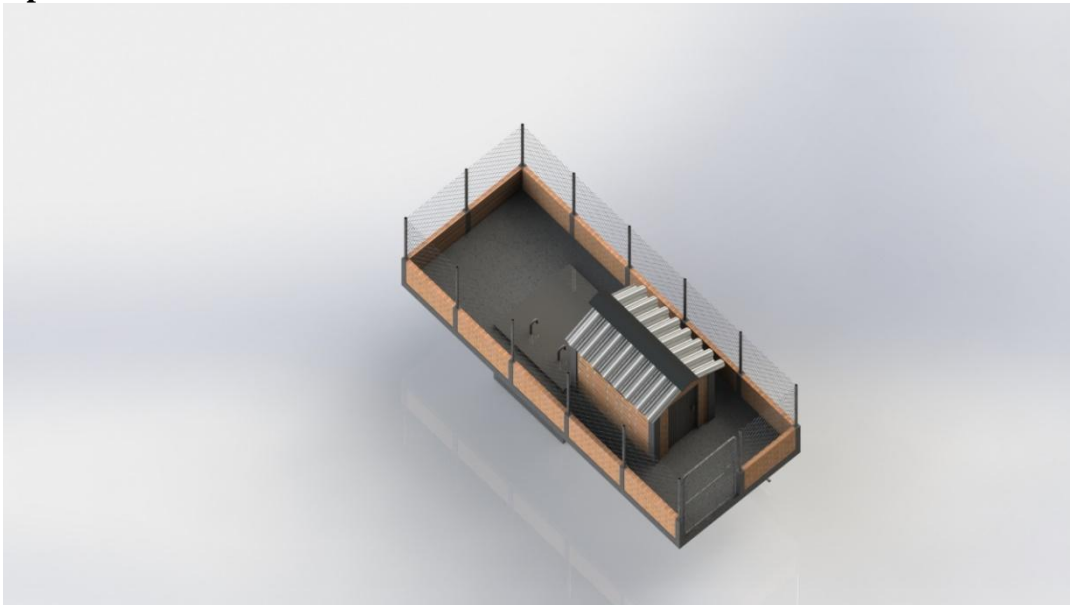
Apéndice 67. Diseño del sistema de bombeo**Apéndice 68.** Diseño del sistema de bombeo

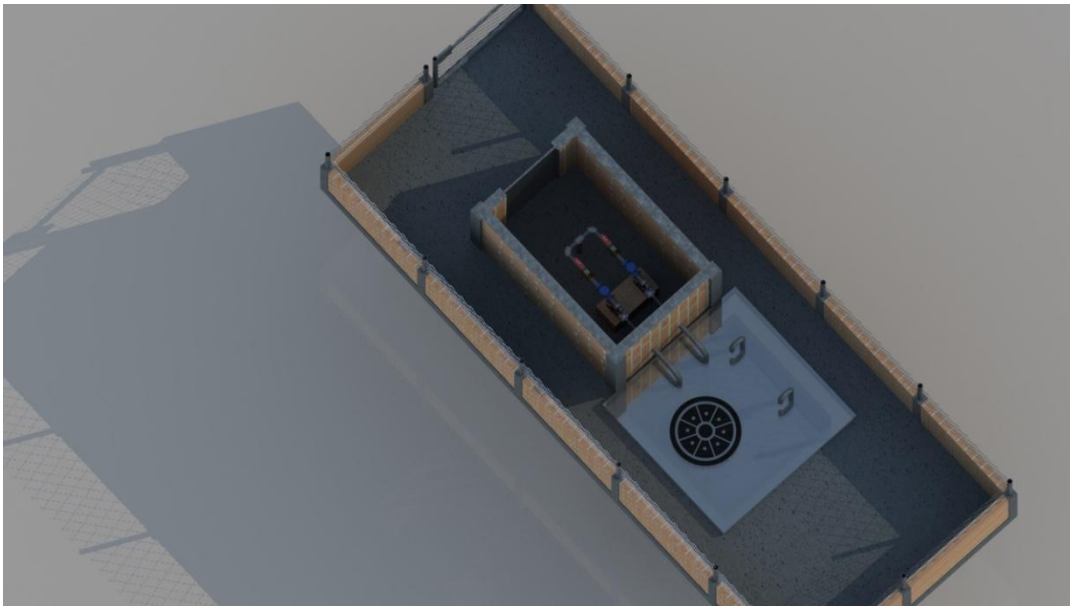
Apéndice 69. Diseño del sistema de bombeo**Apéndice 70.** Diseño del sistema de bombeo

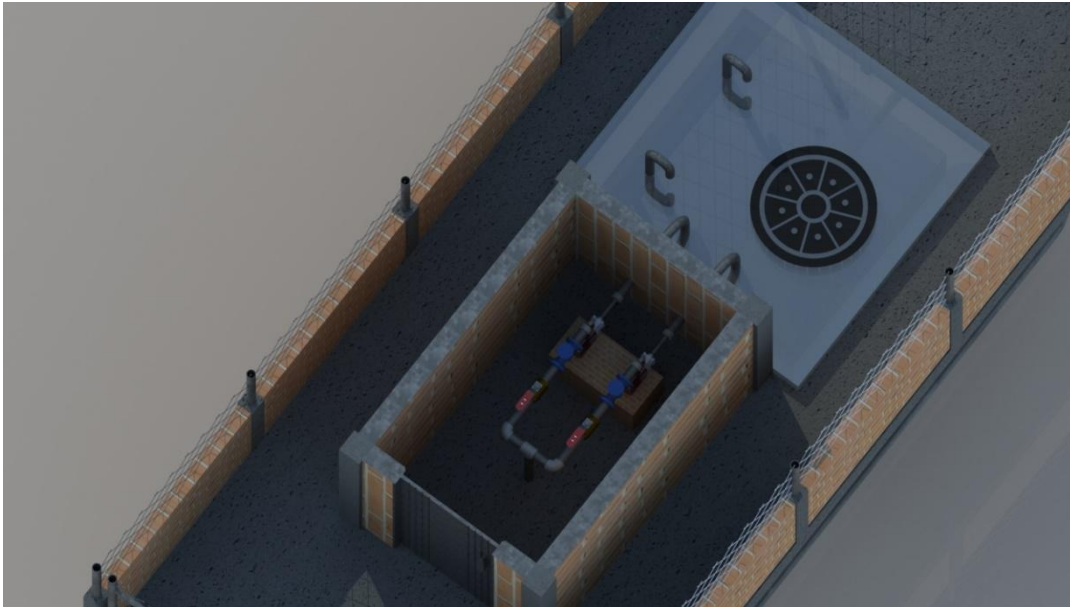
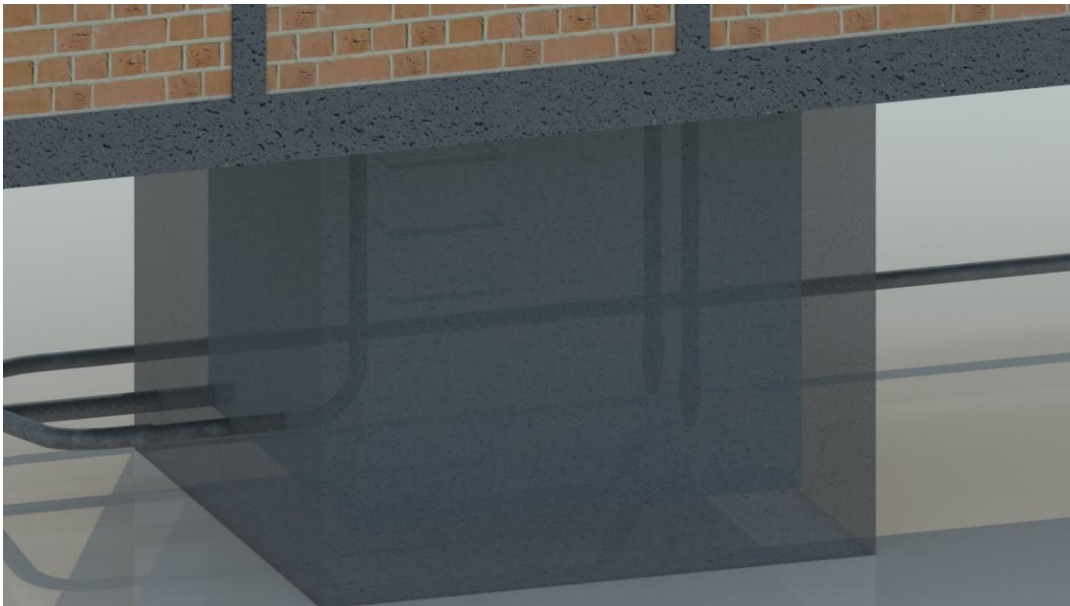
Apéndice 71. Diseño del sistema de bombeo**Apéndice 72.** Diseño del sistema de bombeo

Apéndice 73. Diseño del sistema de bombeo**Apéndice 74.** Diseño del sistema de bombeo

Apéndice 75. Diseño del sistema de bombeo**Apéndice 76.** Diseño del sistema de bombeo

Apéndice 77. Diseño del sistema de bombeo**Apéndice 78.** Diseño del sistema de bombeo

Apéndice 79. Diseño del sistema de bombeo**Apéndice 80.** Diseño del sistema de bombeo

Apéndice 81. Diseño del sistema de bombeo**Apéndice 82.** Diseño del sistema de bombeo

Apéndice 83. Diseño del sistema de bombeo