UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTIN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA INGENIERIA SANITARIA

"VERIFICACION HIDRAULICA - APLICACIÓN DEL SISTEMA ISO 14001 Y PROGRAMACION EN RITMO CONSTANTE PARA LA OBRA: AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL SECTOR EL TRIUNFO QUE COMPRENDE OCHO ASENTAMIENTOS HUMANOS – DISTRITO LA JOYA, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA"

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO

PRESENTADO POR:

JOSEPH BALDIR ZUÑIGA ANCASI

AREQUIPA, PERÚ

2017

INDICE

RESUMEN **01**

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **02**

IMPORTANCIA Y JUSTIFICACION DEL ESTUDIO **02**

OBJETIVOS **03**

ANTECEDENTES **04**

CAPITULO I **06**

1. ASPECTOS GENERALES **06**
1.1. Ubicación y área de Influencia del Proyecto 06
1.2. Clima 07
1.3. Topografía 07
1.4. Suelos 08
1.5. Vías de acceso y comunicación 08
1.6. Viviendas 09
1.7. Educación 09
1.8. Salud 09
1.9. Actividad Económica 10
1.10. Servicios Públicos 10

2. ALCANCES DEL PROYECTO **11**
2.1. AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 11
2.2. ESTUDIO DE LA DEMANDA 11
2.3. CONSUMOS 17
2.4. VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO 19
2.5. VARIACIONES DE CONSUMO 19
2.6. PERIODO DE DISEÑO 19
2.7. PROYECCION DE LA DEMANDA DE AGUA 20
2.8. PROYECCIO DEMANDA PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO 22

CAPITULO II SISTEMA DE AGUA POTABLE **24**

1. ANTECEDENTES **24**
2. DESCRIPCION DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PROYECTADO **25**
3. DISTRIBUCIÓN DE ASENTAMIENTOS HUMANOS POR SUBSISTEMAS Y ZONAS DE PRESIÓN PROYECTADAS **27**
4. CONSIDERACIONES GENERALES DE VERIFICACION DE DISEÑO **28**

4.1. VERIFICACION DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN 29

4.2. VERIFICACION DE DIMENSIONAMIENTO DE RESERVORIOS 35
4.3. VERIFICACION DE LA LINEA DE ADUCCION 41
4.4. VERIFICACION DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN 49
4.4.1. VERIFICACION DEL DISEÑO DE LAS REDES 50
4.4.2. CONFORMACIÓN Y LÍMITES DEL SISTEMA DE AGUA 51
4.4.3. CONSIDERACIONES PARA LA VERIFICACION DEL DISEÑO 54
a) Tipo de Red 54
b) Configuración de la red de Distribución 55
c) Caudal De Diseño 55
d) Determinación de Caudales 56
e) Ecuación 61
4.4.4. MODELOS COMPUTACIONALES 63
4.4.4.1. Modelamiento de las redes de agua potable 63

5. OBSERVACIONES AL PROYECTO 69

CAPITULO III SISTEMA DE REDES DE AGUAS RESIDUALES 72

1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PROYECTADO 72

1.1. ÁREAS DE DRENAJE 72
1.1.1. Colectores Principales 73
1.1.2. Red de Colectores 73
1.1.3. Cámaras de Inspección 73
1.1.4. Emisor

2. TIPOS DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO DEL PROYECTO 74

2.1. Localización de colectores 74

3. PARÁMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO 75
3.1. ECUACIONES PARA EL DISEÑO 75
2.1.1. Ecuación de Manning 75
2.1.2. Ecuación de continuidad 76
2.1.3. Sección llena 77
2.1.4. Sección parcialmente llena 77

2.1.5. Relaciones de tirantes, velocidades y caudales 78
2.1.6. Tensión Tractiva 80
2.1.7. Pendiente mínima 81
2.1.8. Velocidad mínima 81
2.1.9. Velocidad máxima 82
2.1.10. Tirante máximo de agua 82
2.1.11. Velocidad crítica 82
2.1.12. Capacidad máxima de conducción 82
2.1.13. Recubrimiento de tuberías de alcantarillado 82

2.2. CÁMARAS DE INSPECCIÓN 83

4. CONSIDERACIONES DE VERIFICACION DE DISEÑO 85

a) Tipo de Red 85

b) Configuración de la red de Distribución 85

c) Caudal De Diseño 86

d) Determinación de Caudales 86

5. VERIFICACION DEL DISEÑO DE LAS REDES, COLECTORES Y EMISORES DE LAS AREAS DE DRENAJE AD-1 Y AD-2 89

6. OBSERVACION AL PROYECTO 90

CAPITULO IV SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL ISO 14001 EN LA OBRA DE SANEAMIENTO 92

1. INTRODUCCIÓN 92
2. FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL 97
2.1. Compromiso inicial (cuando se va a implantar un SGA) 98

3. GESTIÓN AMBIENTAL ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN 100
3.1. ASPECTOS GENERALES 100
3.2. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL EXPEDIENTE TECNICO 100
3.2.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN 100
3.2.2. COMPONENTES, INSTALACIONES, PROCESOS CONSTRUCTIVOS Y OPERATIVOS DEL PROYECTO, MATERIALES, EQUIPOS Y MAQUINARIAS 101
3.2.3. CONDICIONES AMBIENTALES Y SOCIALES 103
4. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL 14001 EN EL PROYECTO 107
4.1. REQUISITOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA GESTIÓN AMBIENTAL EN LA OBRA DE SANEAMIENTO 108

4.1.1. REQUISITOS GENERALES (Requisito 4.1) 109
4.1.2. POLÍTICA AMBIENTAL (Requisito 4.2) 109
4.1.3. PLANIFICACIÓN (REQUISITO 4.3) 110
4.1.3.1. Identificación de aspectos ambientales (Requisito 4.3.1) 110
4.1.3.2. Requisitos legales y otros requisitos (requisito 4.3.2) 148
4.1.3.3. Objetivos, metas y programas (requisito 4.3.3) 148

4.1.4. IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN (Requisito 4.4) 151
4.1.4.1. Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad (Requisito 4.4.1) 151
4.1.4.2. Competencia, formación y toma de conciencia (Requisito 4.4.2) 155
4.1.4.3. Comunicación (Requisito 4.4.3) 156
4.1.4.4. Documentación (Requisito 4.4.4) 157
4.1.4.5. Control de documentos (Requisito 4.4.5) 157
4.1.4.6. Control operacional (Requisito 4.4.6) 159
4.1.4.7. Preparación y respuesta ante emergencias (Requisito 4.4.7) 162

4.1.5. VERIFICACIÓN (Requisito 4.5) 168
4.1.5.1. Seguimiento y medición (Requisito 4.5.1) 168
4.1.5.2. Evaluación del cumplimiento legal (Requisito 4.5.2) 168
4.1.5.3. No conformidad, acción correctiva y acción preventiva (Requisito 4.5.3) 171
4.1.5.4. Control de los registros (4.5.4) 172
4.1.5.5. Auditoría interna (Requisito 4.5.5) 173
4.1.5.6. Revisión por la dirección (Requisito 4.6) 174

CAPITULO V PROGRAMACION DE OBRA USANDO LA TEORIA DE RESTRICCIONES - CADENA CRÍTICA 176

1. INTRODUCCION 176
2. DEFINICION FUNDAMENTOS E IMPORTANCIA DE LA PROGRAMACION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO 177
3. PROGRAMACION CONVENCIONAL USANDO EL CAMINO CRITICO 181
4.1. Métodos usados 181

4. TEORÍA DE LAS LIMITACIONES 182
5.1. LA TOC Y LAS CONDICIONES PARA UNA BUENA GESTIÓN 183
5.2. EL SISTEMA DBR (DRUM, BUFFER, ROPE) 186
5. PROGRAMACIÓN USANDO LA CADENA CRÍTICA 188

6. MÉTODO DE CADENA CRÍTICA VS. MÉTODO DE CAMINO CRÍTICO 191

7. IMPLEMENTACION DE LA TEORIA DE RESTRICCIONES Y CADENA CRITICA AL PROYECTO **193**

8.1. METODOLOGÍA PARA PLANIFICAR LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA Y ALCANTARILLADO 195

9. RESUMEN DE LA APLICACIÓN DE LA CADENA CRITICA **221**

CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **223**

CONCLUSIONES 223

RECOMENDACIONES 230

BIBLIOGRAFIA **232**

ANEXOS

- ANEXO 1 SISTEMA DE AGUA POTABLE
- ANEXO 2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO
- ANEXO 3 SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL ISO 14001
- ANEXO 4 SISTEMA DE PROGRAMACION EN RITMO CONSTANTE

PLANOS

- PLANO DE UBICACION
- PLANOS HIDRAULICOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
- PLANOS HIDRAULICOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

RESUMEN

Se evaluó en el desarrollo de la presente tesis el diseño haciendo la verificación hidráulica de los sistemas de agua y alcantarillado, así mismo la discusión de problemas medio ambientales que pueden evitarse instaurando un sistema de gestión ISO 14001 y finalmente problemas de retraso de obra de 613 días calendario, frente a los 240 días calendarios del proyecto original, mediante la aplicación de programación en ritmo constante, para el proyecto: "AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL SECTOR EL TRIUNFO– DISTRITO LA JOYA, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA", ubicado en el distrito la Joya, trabajos que fueron ejecutados entre los años 2009 y 2013,

En la verificación hidráulica de acuerdo a los estudios realizados se eligió el método de crecimiento parabólico para determinar la población al año 20 y partiendo de datos de proyecciones de demanda de agua y alcantarillado es que se empezó realizando la verificación hidráulica de las líneas de conducción, aducción, distribución y dimensionamiento del reservorio. Habiendo sido verificado todos estos elementos es que llegan a cumplir en su dimensionamiento a excepción de un último tramo de tubería de distribución de agua, ubicado finalizando el proyecto (carretera panamericana), donde se hace necesario la presencia de una válvula reguladora de presión que disminuya 6 nodos donde la presión más alta es de 59.1 para pasarla a 39.1 metros de columna de agua. En la verificación del sistema de alcantarillado la altura de todos los buzones son correctas y adecuadas para que el flujo del agua discurra, del mismo modo la capacidad de las tuberías es correcta. Sin embargo se encontró el problema de contrapendiente que aparece en el buzón Bz-1421 con cota más alta en casi 30 m. respecto al buzón Bz-1041, por donde seguía la dirección del flujo, para solucionar este problema se convirtió el Bz-1421 en buzón de arranque siguiendo dos direcciones, en la dirección al Bz- Bz-1115 (opuesta a la dirección del Bz – 1041) y en dirección al Bz-1041.

Para la instauración del sistema de gestión ISO 14001 se tiene como premisa que la industria de la construcción existen distintos factores que hacen que los residuos aumenten, como la maquinaria, mano de obra, materiales y métodos; todos estos ocasionan costos ambientales que dañaran el medio ambiente del área de influencia directa e indirecta de una obra.

El sector de la construcción al mantener una relación muy estrecha con el medio ambiente, al crear infraestructura que bien contribuyen a mejorar el desarrollo social y económico de los países o bien proporciona medios físicos para mejorar o proteger el medio ambiente, también supone un importante consumo de recursos, muchos de los cuales son no renovables, generando una gran cantidad de residuos siendo una fuente de contaminación del aire y el agua etc.

La norma ISO 14001, es aplicable a todo tipo de organizaciones. En el caso del sector de la construcción, la aplicación de estas normativas, presenta dificultades especiales debidas, sobre todo al carácter al mismo tiempo efímero que ubicuo de la actividad.

La aplicación de esta norma se hizo a la etapa de ejecución del proyecto del Triunfo, utilizando el método del balance de materia, donde se aprecia en forma sistémica las actividades desarrolladas en esta obra de saneamiento.

Se tiene que las actividades mas representativas a aplicar esta metodología resultan ser las actividades de instalación de redes de agua y construcción de buzones de alcantarillado, donde se observa que las que podrían generan mayores aspectos ambientales significativos durante la ejecución de los trabajos son las actividades de eliminación de material y excavaciones.

Mediante la instauración del programa de gestión ambiental se tiene las actividades que generan aspectos ambientales negativos al ambiente (elemento de las actividades, productos o servicios de una empresa que actúa o puede interactuar con el medio ambiente) que son:

- Generación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.
- Generación de lubricantes y consumo de productos químicos.
- Generación de daños a la propiedad.
- Generación de gases de combustión.
- Generación de polvo.
- Generación de ruido.

Los mismos que hacen referencia a los objetivos y metas del sistema de gestión alineadas a su vez con la política medio ambiental de la empresa.

Para el desarrollo de las medidas de cada aspecto ambiental se tiene un control operacional que se lleva a cabo mediante la verificación que comprende un adecuado seguimiento, control y cumplimiento legal.

Este sistema de gestión ambiental permite por tanto mejorar las actividades de infraestructura que salvaguardan el medio ambiente.

Para la aplicación de la Programación en ritmo constante se parte del concepto de programación que es una prefiguración pormenorizada de la marcha futura de la obra. La Programación de Obras permite establecer cómo se realizará la obra, y asignar los recursos necesarios para cada trabajo.

Una gran mayoría de proyectos suelen presentar los siguientes problemas:

- Se supera el tiempo previsto.
- Se supera el presupuesto.
- Se modifiquen los contenidos originales, como consecuencia de los dos problemas anteriores.

La cadena crítica es un método de Gestión de Proyectos basado en el enfoque sistémico de la Teoría de las Restricciones. Tiene en cuenta el incorrecto manejo de la

incertidumbre que hace que la mayoría de los proyectos no se terminen en el tiempo esperado, con el costo esperado y con la calidad esperada.

La aplicación de la programación en ritmo constante, se aplicó al sistema de agua potable y al sistema de alcantarillado del expediente técnico del Triunfo.

Se aplicó a estos dos sistemas en vista que aquí es donde se desarrollan actividades lineales, que duran en el tiempo un periodo largo (más de 100 días).Pudiéndose tomar como actividades repetitivas es que se resultaría conveniente realizar la programación en Ritmo Constante, con la finalidad de optimizar la duración del proyecto y la distribución de recursos.

De acuerdo a la metodología usada se siguieron seis pasos.

- Convertir días útiles a días calendario
- Determinar el buffer o amortiguador de plazo del proyecto (sistema del agua se utilizó un buffer de 35 % y para el caso del sistema de alcantarillado se utilizó un buffer de 34 %).
- Determinar la actividad más restrictiva: se tiene que para el sistema de agua potable son 9 las actividades restrictivas, ordenadas estas por grupos las que marcaran el ritmo a las que se encuentren en relación directa a estas. Para el sistema de alcantarillado se tienen 10 actividades restrictivas.
- Se definió la duración de las actividades más restrictivas
- Se subordino todas las duraciones tiempo proyecto (Tp) de todas las tareas a duración (Tp) de la tarea más restrictiva
- Se elevó las restricciones

Finalmente se tuvo:

Se tiene tres tipos de tiempos: tiempo inicial sin ritmo, tiempo en ritmo y tiempo final sin ritmo.

Para el sistema de agua potable:

- Plazo reajustado programado: TIsr + TR + TFsr
- Plazo reajustado programado: 8 + 86 + 26 = 120 días
- 120 días laborables = 140días calendario

Para el sistema de desagüe, se muestra en la figura 5.12:

- Plazo reajustado programado: TIsr + TR + TFsr
- Plazo reajustado programado: 12 + 102 + 8 = 122 días laborables

122 días laborables = 142 días calendario

Por tanto de acuerdo a la programación realizada la obra debería de terminar 64 y 62 días antes del tiempo estipulado en el tiempo para el sistema de agua y alcantarillado respectivamente.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema se sustenta en la necesidad de verificar el dimensionamiento hidráulico de obras de saneamiento así como mejorar los procedimientos convencionales de programación, que no responden a tiempos reales y generan problemas en los procesos constructivos, retrasos, multas, etc. y a su vez generan problemas ambientales los mismos que no se ajustan a ningún plan, que de acuerdo a la envergadura de los mismos se debiera de practicar procedimientos de normatividad mundial como es el ISO 14001.

IMPORTANCIA Y JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

Los proyectos al estar en fase de inversión requieren ser evaluados por el ejecutor, cuya labor está a cargo de un profesional de ingeniería. En proyectos de agua y desagüe los ingenieros sanitarios son responsables que estos proyectos se desarrollen siguiendo los parámetros de ingeniería en calidad, respetando calendarios y diseños de un expediente técnico, que será plasmado en un informe de compatibilidad. Entonces se hace necesario realizar una verificación hidráulica en vista que los metrados, presupuestos, calendarios responden a un buen cálculo hidráulico.

Los sistemas de gestión ambiental son un conjunto de estrategias compuestas por políticas, planes de acción y mejora continua, que al implementarse en las organizaciones mejoran el desempeño ambiental de sus actividades, previenen y disminuyen su impacto en el medio ambiente. Las industria de construcción civil genera muchos residuos y contaminación ambiental los mismos que no son tratados adecuadamente.

La construcción supone un nuevo enfoque, grandes impactos en los recursos, los residuos productos de las actividades constructivas, las emisiones, el paisaje la integración, el desarrollo económico del entorno, la biodiversidad, etc. Es así que una construcción sustentable tiene una gran importancia en proyectos de planificación urbana y edificación. Por tanto es necesario considerar criterios de sostenibilidad en proyectos de construcción como en su ejecución.

La importancia de evaluar el nivel de cumplimiento ambiental en base al sistema de gestión ambiental en proyectos de saneamiento reside en conocer el estado actual de implementación de acciones para mitigar el impacto ambiental por las actividades generadas. Por ello se evalúa el nivel de cumplimiento ambiental con base en el sistema de gestión ambiental ISO 14001 – 2004.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar la verificación hidráulica, así como mejorar la eficiencia en la programación de obra y control de contaminación en la obra de saneamiento “AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL SECTOR EL TRIUNFO – DISTRITO LA JOYA, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA”.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar una adecuada verificación hidráulica en las redes de agua y desagüe.
- Desarrollar una metodología de planificación en ritmo constante para el presente proyecto de saneamiento.
- Desarrollar la instauración de como debió desarrollarse un sistema de gestión ambiental ISO 14001 para la etapa de construcción del proyecto el Triunfo.

ANTECEDENTES

El crecimiento vertiginoso en los últimos años de la población urbana del Sector El Triunfo, perteneciente al distrito de La Joya, está ocasionando una mayor demanda de agua potable a la prevista.

En el año 2007 la capacidad y la cobertura de las infraestructuras existentes de los servicios de agua potable, alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales del Sector El Triunfo era insuficiente para atender a la población asentada en esta parte del distrito de La Joya, lo que ocasionaba restricciones en el servicio de agua, largos períodos horarios de desabastecimiento, inadecuadas formas de evacuación de las aguas servidas; obligando a la población a proveerse por otros medios de agua no segura que adicionalmente debe ser manipulada para su utilización; así como de no permitir mayores aportes al sistema de alcantarillado.

La Municipalidad Distrital de La Joya en su afán de mejorar y ampliar la cobertura de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado encargo a la consultora AQUAPRO S.R.LTDA. la elaboración de los estudios del Expediente Técnico del Proyecto ***"Ampliación y Mejoramiento de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Sector El Triunfo que comprende los Asentamientos Humanos: El Triunfo, El Triunfo II, El Cruce La Joya Los Rosales, Marko Jara, La Victoria, Buen Jesús, San Juan y Santa Lucia – Distrito La Joya, Provincia y Región Arequipa".***

El proyecto denominado: "Ampliación y Mejoramiento de los sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Sector el Triunfo que comprende los Asentamientos Humanos: el Triunfo, el triunfo II, el Cruce la Joya, los Rosales, Marko Jara, la Victoria, Buen Jesús, San Juan y Santa Lucia-Distrito La Joya, Provincia y Región Arequipa". Tiene un código de meta Nº "0051-0034-0013-0041, Resoluciones de Alcaldía: N° 674 – 2009 / MDLJ, N° 928 – 2009 / MDLJ, N° 007 – 2010 / MDLJ. Un presupuesto base de S/. 9' 231,689.96

En el presente expediente existe el CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRA, el cual es muy general no haciendo referencia a todas las partidas del expediente técnico, entonces la cantidad de días que se plantea en el expediente de 240 no responde a algún tipo de cálculo, resultando ser una programación del tipo tradicional sin haber tomado consideraciones como rendimientos y metrados para elaborar las duraciones de cada actividad para cada sector del proyecto. El plazo base de ejecución de obra se desagrega:

- Sistema Alcantarillado y P. Tratamiento : 220 Días Calendario.
- Reservorio de Almacenamiento : 113 Días Calendario.
- Línea de Conducción y sistema Agua potable : 240 Días Calendario.

Finalmente la obra se ejecutó entre los años 2009 al 2013 bajo dos periodos del gobierno local que sumados son 613 días calendarios.

- Fecha de inicio : 01 de Diciembre del 2009
- Fecha de culminación : 05 de agosto del 2013.

El expediente cuenta con una declaración de ambiental de 21 hojas que tiene carácter de declaración Jurada, y por tanto su veracidad es explicita, que generaliza muchas aspectos importantes para poder llevar a cabo las medidas a tomar frente a la ocurrencia de impactos ambientales, no reconociéndolos a su vez claramente.

CAPITULO I

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. Ubicación y área de Influencia del Proyecto

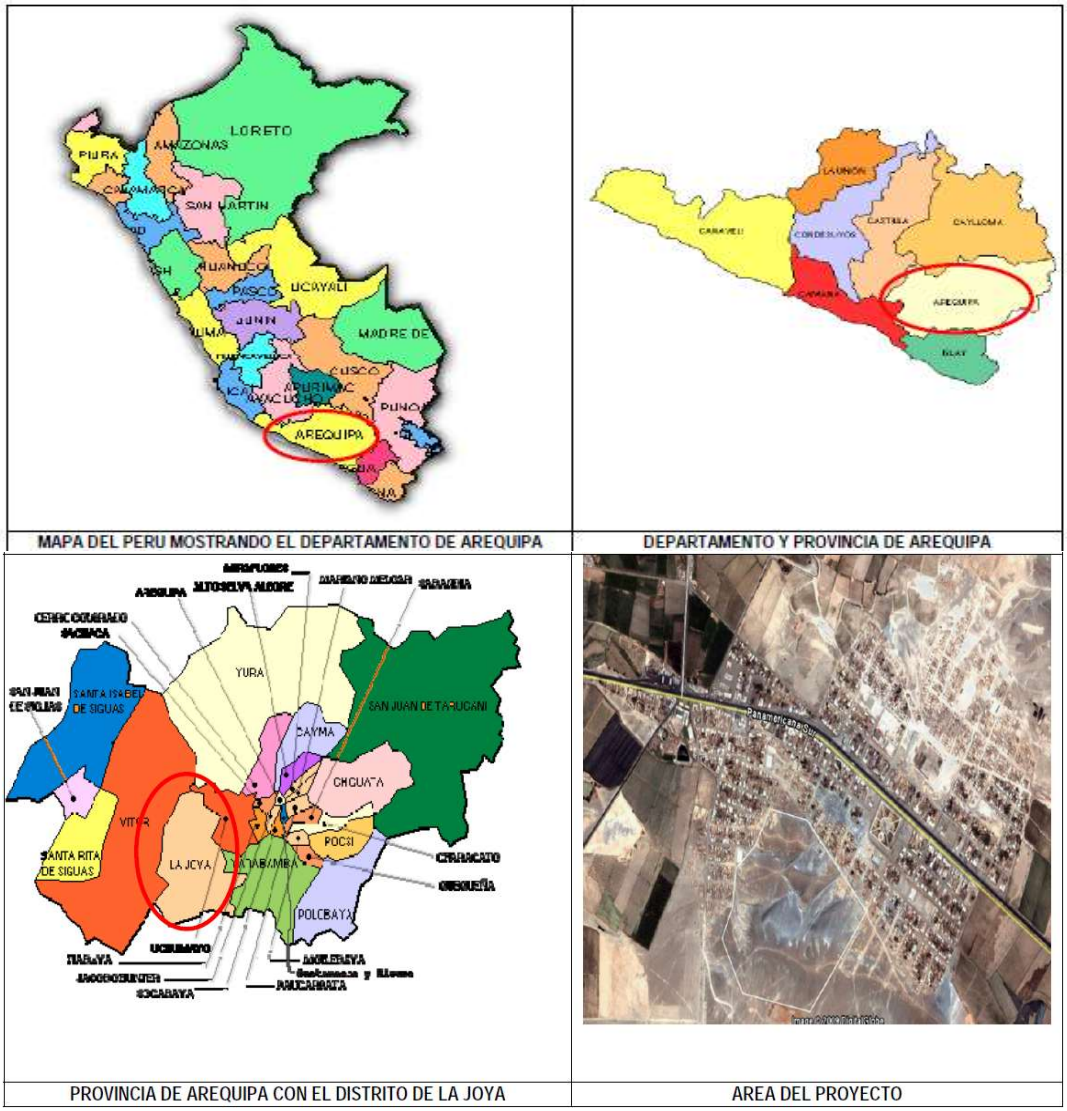
El proyecto está comprendido dentro del ámbito territorial del distrito de La Joya, el cual pertenece a la Provincia y Región Arequipa.

El distrito de La Joya se encuentra ubicado entre las coordenadas:

- Longitud Oeste : 71° 92' 43"
- Latitud Sur : 16° 58' 38"

En la figura 1.1 se visualiza la localización del Proyecto en el ámbito nacional, regional, provincial y distrital.

Figura 1.1: Localización del Proyecto



MAPA DEL PERU MOSTRANDO EL DEPARTAMENTO DE AREQUIPA | DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE AREQUIPA

PROVINCIA DE AREQUIPA CON EL DISTRITO DE LA JOYA | AREA DEL PROYECTO

Su altitud es de 1,540 m.s.n.m., valor situado en el centro de la Plaza principal de la ciudad.

En el área del proyecto la altitud se varía entre los 1,460 m.s.n.m. y los 1,610 m.s.n.m.

Los límites del distrito de La Joya son:

- Noreste: Con el distrito de Uchumayo.
- Sur: Con la provincia de Islay.
- Oeste: Con el distrito de Vítor
- Este: Con el distrito de Yarabamba.

El área del proyecto está comprendida dentro del Sector denominado “El Triunfo” y está conformada por 08 Asentamientos Humanos:

- A.H. El Triunfo.
- A.H. El Triunfo II.
- A.H. El Cruce La Joya Los Rosales.
- A.H. Marko Jara.
- A.H. La Victoria.
- A.H. Buen Jesús.
- A.H. San Juan
- A.H. Santa Lucía

1.2. Clima

El clima de La Joya es templado, desértico y con amplitud térmica moderada. La media anual de temperatura máxima y mínima es 26.5°C y 9.8°C, respectivamente. La precipitación media acumulada anual para el periodo es 3.1 mm.

1.3. Topografía

La topografía del núcleo urbano de la ciudad es relativamente accidentada con pendiente moderada en dirección Este a Oeste pero accidentadas en las afueras del sector. El relieve accidentado se acentúa si se avanza en dirección sur. Incluso se aprecian elevaciones de la cota de terreno. Topográficamente el Sector el Triunfo se encuentra ubicada en la cota 1540.00 (Cota de la Plaza Principal).

Los Procesos urbanos han seguido la tónica del resto de Arequipa: ocupación del terreno mediante invasiones del área sin planificación urbana, sin estudio de suelos, sin planes urbanos viales. Tales son los casos de los AA.HH Los Rosales, Buen Jesús, EL Triunfo II, San Juan y Santa Lucia.

1.4. Suelos

El suelo predominante en el área del proyecto presenta una cobertura superficial del tipo areno limoso hasta una profundidad promedio de 0.50 m. Las capas más profundas son de diversos tipos así tenemos que: En la zona de emplazamiento del Reservorio proyectado, se tiene un material granular con presencia de finos clasificado según el sistema SUCS como “GM”; en el área de paso de las líneas de aducción y en el área urbana de los AA.HH. La Victoria, Los Rosales, Santa Lucia, Villa San Juan, El Triunfo, Buen Jesús esta capa es predominantemente material con fino con muy baja plasticidad clasificada como “SM”; en los AA.HH. El Triunfo II y Marko Jara hay alternancia entre materiales arenosos con grava con poco fino y materiales gravoso arenosos; para el caso del tramo del emisor proyectado esta capa es predominantemente grava mal graduada con mezcla de arena con poca presencia de material fino, su clasificación es “GP-GM”; finalmente en la planta de tratamiento de aguas residuales proyectada, a una profundidad promedio de dos metros se tiene presencia de materiales del tipo arenoso, gravas mal graduadas y limos orgánicos con ligera plasticidad.

1.5. Vías de acceso y comunicación

Vía Terrestre

Por carretera asfaltada (Variante de Uchumayo) hasta la zona denominada kilómetro 48 y a partir de esta zona por la Panamericana Sur hasta llegar al Sector El Triunfo ubicado en el kilómetro 985. Este trayecto toma un tiempo aproximado de 1 hora en transporte urbano.

Los medios de transporte existentes son los siguientes:

- Empresa de Transportes Cruz del Sur
- Empresa de Transportes Oltursa
- Empresa de Transportes Flores
- Empresa de Transportes CIVA
- Empresa de transportes Cromotex
- Empresa de Transportes Ormeño
- Empresa de Transporte Tepsa, etc.

La ruta Arequipa – El Cruce (Sector El Triunfo) se cubre con buses de transporte público como lo son:

- Empresa de Transportes Del Carpio.
- Empresa de Transportes Señor de la Joya.
- Empresa de Transportes La Santillana.

En el Sector El Triunfo se pueden captar con regularidad señales nacionales de televisión así como la señal privada de cable, radios de transmisión local y regional y nacional.

Asimismo llegan al área del proyecto con regularidad periódicos de circulación nacional y regional provenientes de la Ciudad de Arequipa.

En el área de influencia del Proyecto se cuenta con telefonía fija a cargo de TELEFÓNICA DEL PERÚ; teléfonos móviles MOVISTAR y CLARO y radio telefonía móvil NEXTEL.

1.6. Viviendas

Las características de las viviendas del Sector El Triunfo son:

- Material noble (paredes de ladrillos con techo de concreto o calamina
- Material rústico (estera, madera, adobe o tapia, otro).

En el primero de los casos, estos materiales se presentan mayormente en casas independientes con ciertos años de asentamiento en el lugar, mientras los últimos se dan en viviendas recientemente ocupadas.

La densidad de habitantes por vivienda según el presente Estudio es de 5.23 personas por vivienda.

1.7. Educación

En el Sector El Triunfo funcionan 7 instituciones educativas correspondientes a: 3 centros educativos de nivel inicial, 1 centro educativo de nivel primario, 2 centros educativos de nivel secundario y 2 centros educativos particulares. Algunos pobladores han optado por enviar a sus hijos a centros educativos ubicados en la Ciudad de La Joya, por considerarlos a estos de mayor nivel educativo con respecto a los centros educativos ubicados en el Sector El Triunfo.

La educación en el Distrito de La Joya que incluye el Sector El Triunfo se maneja de una forma muy adecuada para los niveles inicial, primario y secundario; sin embargo para desarrollar estudios profesionales los estudiantes acuden a los centros de educación superior de la ciudad de Arequipa.

1.8. Salud

En el área del proyecto existe el Puesto de Salud El Cruce, el cual brinda atención integral en el Sector El Triunfo mediante los servicios de: consultas externas, atención de emergencias, actividades preventivo-promocionales y prevención de enfermedades.

El ámbito de atención del Puesto de Salud El Cruce cubre los centros poblados de El Triunfo, El Cruce La Joya Los Rosales, La Victoria, Marko Jara, Reformatorio, Leche Gloria, Florida y Km.48.

1.9. Actividad Económica

La mayor proporción de la población se dedica a actividades extractivas especialmente la agricultura y en menor grado, pero no menos importante, la ganadería

La superficie de tierras agrícolas del Distrito de La Joya son muy provechosas para distintas cédulas de cultivo como: ajos, alcachofa, alfalfa, cebolla, páprika, tuna para la obtención de la cochinilla.

En la ganadería, el Distrito de La Joya posee las siguientes estadísticas en ganadería: ganado vacuno 54.18%, ganado ovino-caprino 21%, ganado equino 9%, producción pecuaria 11.64%, camélidos 4.18% y crianza de animales menores.

Dentro de los de transformación: manufactura comercio y construcción; y finalmente entre los servicios, se tiene turismo, educación, salud, servicios a la población, administración pública, etc.

1.10. Servicios Públicos

- Energía Eléctrica
- Telefonía fija y móvil
- Internet
- Conexión a TV por Cable
- Transporte
- Agua Potable (red de agua para el A.H. El Triunfo y a través de piletas para el A.H. El Cruce Los Rosales y El Triunfo II)
- Alcantarillado (A.H. El Triunfo)

2. ALCANCES DEL PROYECTO

El expediente técnico denominado: "AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL SECTOR EL TRIUNFO QUE COMPRENDE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS: EL TRIUNFO, EL TRIUNFO II, EL CRUCE LA JOYA LOS ROSALES, MARKO JARA, LA VICTORIA, BUEN JESUS, SAN JUAN Y SANTA LUCIA – DISTRITO LA JOYA, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA", comprende los siguientes componentes:

- Línea de conducción
- Planta de tratamiento de aguas residuales
- Reservorio de almacenamiento
- Sistema de agua potable
- Sistema de alcantarillado

Para el presente trabajo de tesis se cubrirá la los siguientes componentes:

- Línea de conducción
- Reservorio de almacenamiento
- Sistema de agua potable que comprende las redes de aducción y distribución
- Sistema de alcantarillado que comprende las redes convencionales y condominiales y emisores.

2.1. AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

El área del proyecto comprende al Sector el Triunfo y está conformado, actualmente por 08 Asentamientos humanos denominados: El Triunfo, El Triunfo II, El Cruce La Joya Los Rosales, Marko Jara, La Victoria, Buen Jesús, San Juan y Santa Lucia.

2.2. ESTUDIO DE LA DEMANDA

2.2.1. POBLACION

La población del Proyecto está constituida por la población urbana del Sector El Triunfo, correspondiente al Distrito de La Joya. El Sector El Triunfo está conformado por ocho (08) Asentamiento Humanos, según la relación siguiente:

- A.H. El Triunfo
- A.H. El Triunfo II
- A.H. El Cruce La Joya Los Rosales
- A.H. Marko Jara
- A.H. La Victoria
- A.H. Buen Jesús
- A.H. San Juan
- A.H. Santa Lucía

Según el censo de población, en el año 1981, el Distrito de La Joya tenía 13,262 habitantes, en 1993 ya contaba con 14,844 y en el 2007 la población total fue de 24,192 Habitantes; como lo indica la tabla 1.1. La dinámica de la población total es significativamente diferenciada al analizar por ámbitos geográficos urbana y rural, vale decir presenta diferencias significativas en su crecimiento de censo a censo. Las tasas de crecimiento de la población total son: 0.94 % anual en el periodo inter-censal de 1,981 – 1993, 3.55 % para el período 1993 – 2007 para todo el distrito La Joya

Para el sector el Triunfo que comprende los ocho asentamientos en estudio la tasa es de 3.36% que se explicara más adelante.

Tabla 1.1 Compendio de población censada

COMPENDIO ESTADÍSTICO REGIONAL 2008 - 2009

2.5 AREQUIPA: DISPOSITIVO LEGAL DE CREACIÓN, SUPERFICIE Y DENSIDAD POBLACIONAL, SEGÚN PROVINCIAS Y DISTRITOS, 1981, 1993 y 2007

Provincia y Distrito	Dispositivo Legal de Creación			Superficie (km²) 1/	Densidad Poblacional (hab./Km²) 2/	Región Natural	Población Censada		
	Nombre	Número	Fecha				1 981	1 993	2 007
Arequipa				**63 345,39**	**18,2**		**708 561**	**918 799**	**1 152 303**
Arequipa				**10 430,39**	**82,9**		**498 210**	**676 790**	**864 250**
Arequipa	-	-	Época Indep.	2,80	21971,1	Sierra	48 801	77 209	61 519
Alto Selva Alegre	D. Ley	25849	16 Nov 1992	6,98	10414,9	Sierra	59 222	53 405	72 696
Cayma	-	-	Época Indep.	246,31	303,6	Sierra	22 150	47 257	74 776
Cerro Colorado	Ley	12075	26 Feb 1954	174,90	647,1	Sierra	44 621	61 865	113 171
Characato	-	-	Época Indep.	86,00	78,2	Sierra	2 885	3 429	6 726
Chiguata	-	-	Época Indep.	460,81	5,8	Sierra	1 836	2 113	2 686
Jacobo Hunter	Ley	25225	Época Indep.	20,37	2262,7	Sierra	594	39 180	46 092
José L. Bustamante y R.	Ley	26455	23 May 1995	10,83	7055,4	Sierra	42 981	62 739	76 410
La Joya	Ley	11795	23 Mar 1952	670,22	36,1	Costa	13 262	14 844	24 192
Mariano Melgar	Ley	15194	27 Ago 1965	29,83	1748,0	Sierra	39 770	47 428	52 144
Miraflores	Ley	S/N	02 Ene 1957	28,68	1767,9	Sierra	48 014	50 590	50 704

INEI, Sistema estadístico Nacional Arequipa Compendio estadístico 2008 - 2009

2.2.2. METODOS DE ANALISIS

- **Método de Crecimiento Aritmético**

Este método considera que la variación de la población en el tiempo es constante, así se puede escribir que:

$$\frac{dP}{dt} = r$$

Integrando la ecuación anterior se tiene:

$$\int dP = \int_{t_0}^{t} r\ dt$$

$$P = P_0 + r(t - t_0)$$

- **Método Geométrico**

En este método se considera que la tasa de crecimiento es una función exponencial del tiempo de la forma:

$$\frac{dP}{dt} = K\ r^t$$

Donde K= Po Ln r. Integrando la ecuación

$$\int dP = \int_{t_0}^{t} K\ \ r^t\ \ dt$$

$$P = P_0 r^{(t - t_0)}$$

- **Método de la Parábola de Segundo Grado**

Este método se usa para poblaciones que se encuentran en el estado inicial o periodo de asentamiento, su ecuación es:

$$Y_i = AX_i^{\ 2} + BX_i + C$$

Donde Yi es la población futura, ***A, B, C*** constantes a calcular, X el número de años medidos a partir de un año de referencia. El sistema a resolver es:

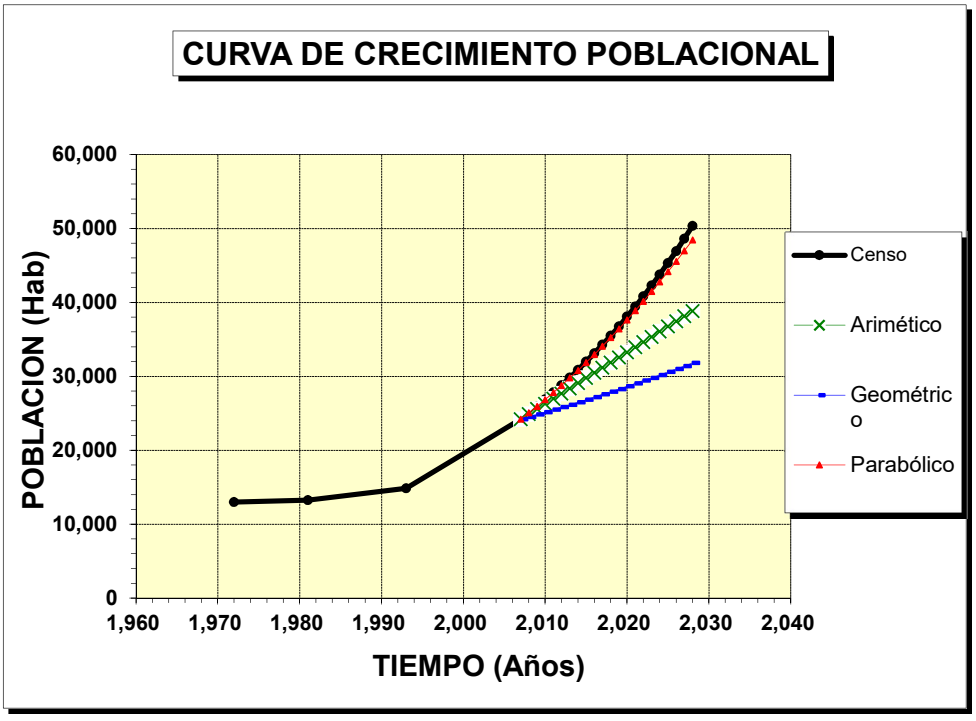
$$A\Sigma X_i^4 + B\Sigma X_i^3 + C\Sigma X_i^2 = \Sigma Y_1 X_i^2$$
$$A\Sigma X_i^3 + B\Sigma X_i^2 + C\Sigma X_i = \Sigma Y_i X_i$$
$$A\Sigma X_i^2 + B\Sigma X_i + nC = \Sigma Y_i$$

A continuación se presenta la tabla 1.2 que hace referencia al desarrollo de los métodos de crecimiento poblacional. Del mismo modo en la figura 1.2 se nota que la mejor curva que se asemeja a la curva del censo es la curva parabólica. El desarrollo de cada método se adjunta en los anexos del sistema de agua potable: crecimiento poblacional.

Tabla 1.2: Crecimiento poblacional por diferentes métodos

N°	Año	Censo	Aritmético	Geométrico	Parabólico	Curva Elegida
Base	2,008	25,050	24,888	24,509	25,045	**25,045**
1	2,009	25,940	25,585	24,830	25,928	**25,928**
2	2,010	26,860	26,282	25,156	26,842	**26,842**
3	2,011	27,814	26,979	25,486	27,785	**27,785**
4	2,012	28,801	27,676	25,820	28,759	**28,759**
5	2,013	29,824	28,373	26,159	29,762	**29,762**
6	2,014	30,883	29,070	26,502	30,796	**30,796**
7	2,015	31,979	29,767	26,850	31,860	**31,860**
8	2,016	33,114	30,464	27,202	32,954	**32,954**
9	2,017	34,290	31,161	27,559	34,078	**34,078**
10	2,018	35,507	31,858	27,921	35,232	**35,232**
11	2,019	36,768	32,555	28,287	36,416	**36,416**
12	2,020	38,073	33,252	28,658	37,630	**37,630**
13	2,021	39,425	33,949	29,034	38,874	**38,874**
14	2,022	40,824	34,646	29,415	40,148	**40,148**
15	2,023	42,274	35,343	29,801	41,453	**41,453**
16	2,024	43,774	36,040	30,192	42,787	**42,787**
17	2,025	45,328	36,737	30,588	44,151	**44,151**
18	2,026	46,937	37,434	30,989	45,546	**45,546**
19	2,027	48,604	38,131	31,396	46,971	**46,971**
20	2,028	50,329	38,827	31,808	48,425	**48,425**

Figura 1.2: Curva de crecimiento poblacional



2.2.3. DENSIDAD DE VIVIENDA

La densidad poblacional es de 5.23 hab/lote, determinado a partir de la Encuesta Socio Económica desarrollada en Octubre del 2008 en el expediente técnico. La población que comprende los ocho asentamientos a intervenir al Año 0 (2008) es de 9,341 habitantes.

2.2.3.1. Crecimiento Población

Se ha estimado utilizando la tasa de crecimiento. De acuerdo a la tabla 1.2 donde se analizó la tasa de crecimiento para todo el distrito La Joya, calculada tomando en consideración los datos de los censos nacionales de población de los años 1,981, 1993 y 2007, se tiene que la tasa de crecimiento final es la mejor curva que resulte después de haberlas analizado correctamente por cada método. Se eligió la mejor curva de crecimiento que es la parabólica. Por tanto esta tasa equivale a una tasa de 3.36 % anual. La tabla 1.3 muestra la población futura proyectada, desde el año 0 (2008) hasta el año 20 horizonte del proyecto (2028), para los ocho asentamientos del proyecto a intervenir.

Tabla 1.3: Proyección de la población para los ocho asentamientos

AÑO		Población (hab)
0	2008	9341
1	2009	9655
2	2010	9979
3	2011	10315
4	2012	10661
5	2013	11019
6	2014	11390
7	2015	11772
8	2016	12168
9	2017	12577
10	2018	12999
11	2019	13436
12	2020	13887
13	2021	14354
14	2022	14836
15	2023	15335
16	2024	15850
17	2025	16383
18	2026	16933
19	2027	17502
20	2028	18090

b) Cobertura de los servicios

Para efectuar las proyecciones de demanda de agua y desagüe, previamente se estableció las variables en el año base.

Luego se desarrolló las proyecciones de las coberturas de los servicios, teniendo en cuenta la capacidad económica de la población del Sector El Triunfo, basadas en las cuales se han estimado las coberturas anuales que se presentan en la tabla Nº 1.5. Además de las variables correspondientes a las coberturas de la demanda de agua, para el sector doméstico medido y no medido, coberturas de las conexiones comerciales, industriales y estatales, se estimó que las pérdidas físicas de agua en el sistema del sector El Triunfo son del 50.0%, indicador que se ha estimado teniendo en cuenta los volúmenes de pérdidas en el sistema como se aprecia en la tabla 1.4.

La recuperación de pérdidas se plantea gradualmente en el horizonte temporal del proyecto, teniendo en cuenta proporciones conservadoras puesto que los habitantes del Sector El Triunfo carecen de educación sanitaria referida a la utilización adecuada de los servicios y la relación agua potable-salud; siendo la meta del 25% alcanzable al año 20, en la que se incluyen la recuperación como efecto de la aplicación del Proyecto.

Tabla 1.4: Datos para las proyecciones de la demanda de agua y desagüe

LOCALIDAD	Sin Proyecto	Con Proyecto
POBLACIÓN ACTUAL (habitantes)	9,341	
TASA CRECIMIENTO ANUAL DE POBLACIONAL (%)	3.36%	
DENSIDAD POR LOTE (hab/lote)	5.23	5.596
PORCENTAJE DE PÉRDIDAS	50.00%	25%
APORTE DE AGUAS RESIDUALES	80%	80%
POBLACIÓN ACTUAL CON CONEXIONES AGUA (red pública) (hab)	5,000	
POBLACIÓN ACTUAL ABASTECIDA CON PILETAS (hab)	439	
POBLACIÓN ACTUAL CON CONEXIONES DESAGÜE (red pública) (hab)	3,834	
OFERTA ACTUAL DE TRATAMIENTO DE AGUA (capacidad de producción del sistema) (lt/sg)	12.0	
OFERTA ACTUAL DE TRATAMIENTO DE DESAGUES (capacidad de tratamiento del sistema) (lt/sg)	2.5	
OFERTA ACTUAL DE VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO(m3)	190	
NUMERO PROMEDIO DE VIVIENDAS ABASTECIDAS POR CADA PILETA	84	0

Tabla Nº 1.5: Proyecciones de cobertura de los servicios de agua y desagüe

AÑO	COBERTURA AGUA (%)		COBERTURA ALCANTARILLADO (%)	PÉRDIDAS DE AGUA (%)	MICROMEDI-CION (%)
	CONEXIONES	PILETAS			
0 (*)	53.5%	4.7%	41.0%	50.0%	0.0%
1	80.00%	0.00%	70.00%	50.0%	50.0%
2	80.80%	0.00%	70.80%	35.0%	51.6%
3	81.50%	0.00%	71.60%	34.0%	53.2%
4	82.30%	0.00%	72.40%	33.0%	54.7%
5	83.00%	0.00%	73.20%	32.0%	56.3%
6	83.80%	0.00%	74.00%	30.0%	57.9%
7	84.50%	0.00%	74.70%	29.0%	59.5%
8	85.30%	0.00%	75.50%	28.0%	61.1%
9	86.00%	0.00%	76.20%	27.0%	62.6%
10	86.80%	0.00%	77.10%	26.0%	64.2%
11	87.50%	0.00%	77.90%	25.0%	65.8%
12	88.30%	0.00%	78.70%	25.0%	67.4%
13	89.00%	0.00%	79.50%	25.0%	68.9%
14	89.70%	0.00%	80.30%	25.0%	70.5%
15	90.50%	0.00%	81.10%	25.0%	72.1%
16	91.20%	0.00%	81.90%	25.0%	73.7%
17	92.00%	0.00%	82.60%	25.0%	75.3%
18	92.70%	0.00%	83.40%	25.0%	76.8%
19	93.50%	0.00%	84.20%	25.0%	78.4%
20	95.00%	0.00%	85.00%	25.0%	80.0%

c) Población servida

La población servida para el año base, está constituida por la población total multiplicada por la cobertura correspondiente. Así tenemos que para el año 2,008 la población servida con agua potable es de 5,000 habitantes, habiendo sido la cobertura del 53.5%.

Las proyecciones de las viviendas conectadas o servidas con conexión se realizaron bajo el supuesto de que su crecimiento en el horizonte de evaluación del Proyecto será en el mismo ritmo que la tasa de crecimiento de la población y que, las familias que hoy se abastecen a través de conexiones de vecino, acequia o manantial y de otras fuentes (46.5% de viviendas) bajarán al 20.0% el primer año de operación del Proyecto hasta llegar al 5% al horizonte de planeamiento del proyecto.

2.3. CONSUMOS

Para la estimación del consumo de agua para los asentamientos Humanos El Triunfo I, El Triunfo II, El Cruce La Joya Los Rosales, Marko Jara, La Victoria, Buen Jesús, San Juan y Santa Lucia en La Situación Sin Proyecto, el expediente técnico considero los siguientes aspectos:

- Un primer aspecto es que, el servicio de agua de los asentamientos humanos involucrados en el proyecto, no cuenta con micro medidores, las categorías comerciales están establecidas para propósitos de cobro de tarifas, en el que no se tomaba en cuenta el nivel de consumo; por lo que no se contaba con información de consumo de conexiones medidas o sin medición. Existían 84 piletas públicas conectadas a red pública.
- Al no existir información de consumo micro medido; para la estimación del consumo de agua en la situación sin proyecto, el proyectista considero los volúmenes de consumo micro medido de agua del distrito de la Joya.
- Se estableció el consumo promedio de las conexiones medidas y no medidas con condiciones similares a los asentamientos humanos involucrados en el proyecto: Los criterios de selección que se optaron son: el consumo per cápita (lppd); densidad por vivienda, su localización y su altitud (m.s.n.m).

En la situación con Proyecto, los criterios y supuestos que se consideraron para efectuar las proyecciones de la demanda fueron:

- Las demandas per cápita de las categorías doméstica, comercial, industrial, estatal y social, para el sector micro medido y sin medición en la situación con Proyecto, se consideran los valores de consumo resultantes del análisis hecho en campo por parte de la consultora que elaboro el expediente técnico
- Para estimar el consumo per cápita de los conectados con y sin micro medidor se ha tomado el indicador de 5.59 hab/vivienda, ver tabla 1.4

Estos niveles de consumo per cápita (l/habitante/d) y por conexión (m3/mes/conexiones) se aprecian en la tabla 1.6

Tabla 1.6 Datos de consumo por conexión según categorías

DATOS DE CONSUMO POR CONEXIÓN SEGÚN CATEGORIAS		
	(m3/mes/cnx)	(l/hab/dia)
DOMESTICO		
CONSUMO UNITARIO C/MEDIDOR	15	95.60
CONSUMO UNITARIO S/MEDIDOR	17.79	113.38
COMERCIAL		
CONSUMO UNITARIO C/MEDIDOR	22.02	
CONSUMO UNITARIO S/MEDIDOR	26.12	
INDUSTRIAL		
CONSUMO UNITARIO C/MEDIDOR	20	
CONSUMO UNITARIO S/MEDIDOR	47.1	
ESTATAL		
CONSUMO UNITARIO C/MEDIDOR	91.35	
CONSUMO UNITARIO S/MEDIDOR	94.19	
SOCIAL		
CONSUMO UNITARIO C/MEDIDOR	91.35	
CONSUMO UNITARIO S/MEDIDOR	95.92	
PILETAS		
CONSUMO POR PILETA C/MEDIDOR	0	
CONSUMO POR PILETA S/MEDIDOR	260	

Los consumos micro medidos, se establecieron teniendo en cuenta la proporción de agua que se ahorra en el sector doméstico medido respecto a los no medidos del mismo sector; extrapolando este indicador para las categorías comercial, industrial y estatal, bajo el supuesto de que el comportamiento de la demanda de agua por las conexiones comerciales, industriales y estatales tendrán el mismo que los domésticos.

En consecuencia, el consumo total de agua, se define de la siguiente forma:

DTt = DDt + DCt + DEt

Donde:

- DTt = Demanda Total de agua en el año "t"
- DDt = Demanda Doméstica con conexiones domiciliarias en el año "t"
- DCt = Demanda Comercial con conexiones domiciliarias en el año "t"
- DIt = Demanda Industrial con conexiones domiciliarias en el año "t"
- DEt = Demanda Estatal con conexiones domiciliarias en el año "t"

2.4. VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

El expediente técnico considero volúmenes de regulación y contra incendio.

Para el volumen de regulación, no se contaba con información del diagrama de masa que refleja las variaciones de consumo durante el día, por lo que se consideró lo establecido en el reglamento de edificaciones que considera el 25% del consumo promedio diario.

Con respecto al volumen contra incendio se sabe que el uso del suelo del sector el triunfo es básicamente para vivienda, que en concordancia con lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones es de 50 m3 como valor mínimo.

2.5. VARIACIONES DE CONSUMO

- **Coeficiente de Variación de Consumo Diario**

  Se adoptada el recomendado por el Reglamento Nacional de Edificaciones de K1=1.3.

- **Coeficiente de Variación de Consumo Horario**

  Se adoptada el recomendado por el Reglamento Nacional de Edificaciones, valor de K2=1.8 – 2.5. Se considerara un valor de 2.5 por tratarse de una zona que se encuentra ubicada en la costa y no es de tipo saneamiento rural.

2.6. PERIODO DE DISEÑO

El período de evaluación de un PIP comprende el período de ejecución del proyecto (que puede ser mayor a un año) más un máximo de diez (10) años de generación de beneficios. Dicho período deberá definirse en el perfil y mantenerse durante todas las fases del Ciclo del Proyecto. (Directiva General del SNIP, Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01).

Para proyectos de poblaciones o ciudades, así como para proyectos de mejoramiento y/o ampliación de servicios en asentamientos existentes, el período de diseño será fijado por el proyectista utilizando un procedimiento que garantice los períodos óptimos para cada componente de los sistemas. (OS.100 consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria).

Usualmente los periodos de diseño de los componentes de los sistemas de agua potable y alcantarillado se establecen asociándolos a la duración de su vida útil. Se usara un periodo de diseño de 20 años.

2.7. PROYECCION DE LA DEMANDA DE AGUA

La demanda doméstica de agua está conformada por demandantes del servicio correspondientes al sector medido y no medido y cada una de ellas tiene un nivel de consumo diferente.

Para el sector no medido se determina utilizando el consumo promedio de 113.38 l/habitante/d (17.79 m3/conexión mensual), hallado por el consultor y se considera que estos usuarios al no contar con micro medidor tenderán a demandar y consumir la máxima cantidad de agua, dado que el precio marginal es igual a cero; se ha proyectado teniendo en cuenta el número de conexiones sin medidor y el consumo promedio por conexión estimado para el caso.

La demanda para el sector medido se determina utilizando el consumo promedio de 95.60 l/habitante/d (15.00 m3/conexión mensual), hallado por el consultor y se considera que estos usuarios tenderán a reducir su consumo, dado que el precio marginal considerado por cada m3 de consumo adicional de agua afectará su economía familiar. Esta demanda la proyectaron teniendo en cuenta el número de conexiones con medidor y el consumo medido promedio por conexión.

La demanda de agua para las categorías comercial e industrial las proyectó teniendo en cuenta una tasa de crecimiento gradual de estos servicios que se dará como consecuencia del proyecto.

La demanda para la categoría estatal se realizó teniendo en cuenta la tasa de crecimiento de la población del área de influencia, bajo el supuesto de que los usuarios de estas conexiones, paulatinamente se colocarían micro medidores, teniendo en cuenta la ubicación de las instituciones estatales y centros educativos con conexiones de agua potable (las del centro de la localidad serán las primeras).

La demanda total de agua está conformada por la sumatoria de las demandas: doméstica con conexión medida y sin medición, comercial, industrial y estatal, también con y sin medición. La demanda total se estima sumando las demandas parciales por categoría de consumo. La demanda de caudales hasta el horizonte del proyecto se presenta en la Tabla Nº 1.7 que se obtiene a partir de los valores del tabla 1.4 (dato habitantes por lote) y el tabla 1.6 (consumos según categorías).

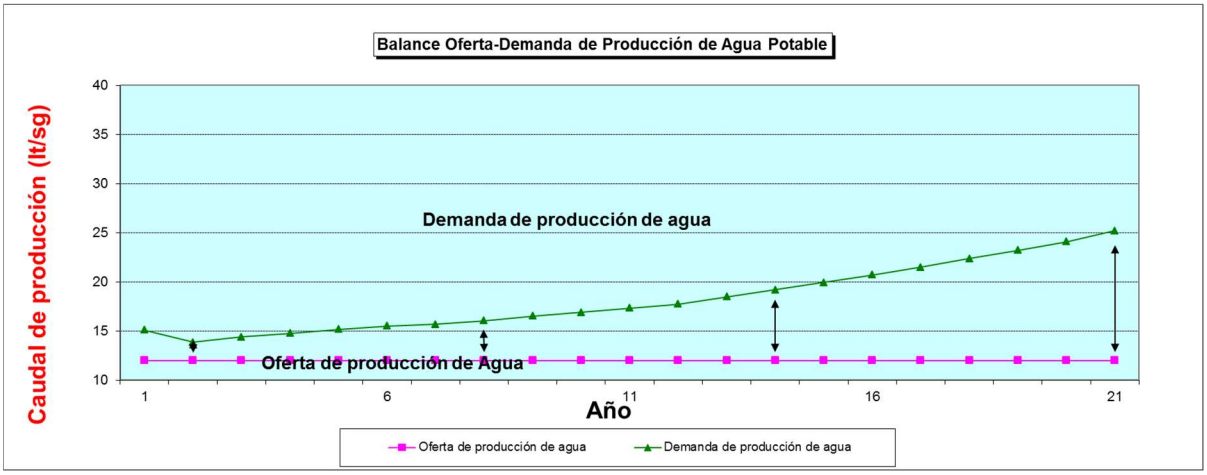
Tabla Nº 1.7 Demanda de agua potable

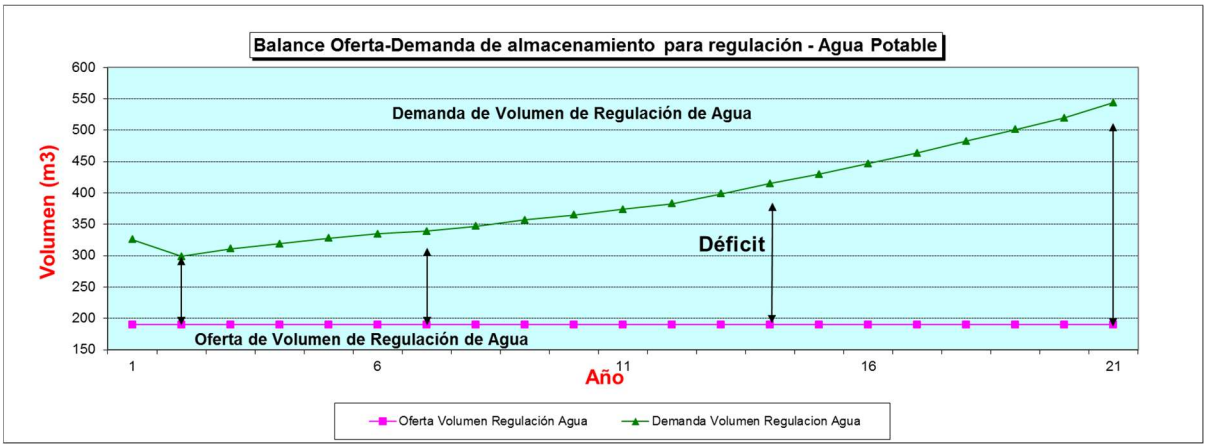
AÑO	POBLACION	COBERTURA (%)			POBLACION SERVIDA CON CONEXION (hab)	VIVIENDAS SERVIDAS CON CONEXION (unidades)	VIVIENDAS SERVIDAS POR CATEGORÍAS																	
		CONEX.	PILETAS	OTROS MEDIOS (*)			CONEXIONES DOMÉSTICAS			CONEXIONES COMERCIALES			CONEXIONES INDUSTRIALES			CONEXIONES ESTATALES			CONEXIONES SOCIALES			TOTAL CONEXIONES			
							C/MED.	S/MED.	TOTAL	C/MED	S/MED	TOTAL	C/MED	S/MED	TOTAL	C/MED.	S/MED.	TOTAL	C/MED.	S/MED.	TOTAL	C/MED	S/MED	TOTAL	%MICROMED.
0	9,341	53.5%	4.7%	41.8%	5,000	956	0	956	956	0	16	16	0	1	1	0	3	3	0	0	0	0	976	976	0.00%
1	9,655	80.0%	0.0%	20.0%	7,724	1,380	680	700	1,380	17	0	17	1	0	1	3	0	3	0	0	0	701	1,401	1,401	50.0%
2	9,979	80.8%	0.0%	19.2%	8,063	1,441	733	708	1,441	17	0	17	1	0	1	3	0	3	0	0	0	754	708	1,462	51.6%
3	10,314	81.5%	0.0%	18.5%	8,406	1,502	788	714	1,502	18	0	18	2	0	2	3	0	3	0	0	0	811	714	1,525	53.2%
4	10,661	82.3%	0.0%	17.7%	8,774	1,568	847	721	1,568	18	0	18	2	0	2	4	0	4	0	0	0	871	721	1,592	54.7%
5	11,019	83.0%	0.0%	17.0%	9,146	1,634	910	724	1,634	18	0	18	2	0	2	4	0	4	0	0	0	934	724	1,658	56.3%
6	11,389	83.8%	0.0%	16.2%	9,544	1,706	977	729	1,706	18	0	18	3	0	3	4	0	4	0	0	0	1,002	729	1,731	57.9%
7	11,772	84.5%	0.0%	15.5%	9,947	1,778	1,047	731	1,778	19	0	19	3	0	3	4	0	4	0	0	0	1,073	731	1,804	59.5%
8	12,168	85.3%	0.0%	14.7%	10,379	1,855	1,122	733	1,855	19	0	19	3	0	3	5	0	5	0	0	0	1,149	733	1,882	61.1%
9	12,577	86.0%	0.0%	14.0%	10,816	1,933	1,201	732	1,933	19	0	19	3	0	3	5	0	5	0	0	0	1,228	732	1,960	62.6%
10	13,000	86.8%	0.0%	13.2%	11,284	2,017	1,285	732	2,017	19	0	19	3	0	3	5	0	5	0	0	0	1,312	732	2,044	64.2%
11	13,437	87.5%	0.0%	12.5%	11,757	2,101	1,373	728	2,101	19	0	19	3	0	3	5	0	5	0	0	0	1,400	728	2,128	65.8%
12	13,888	88.3%	0.0%	11.7%	12,263	2,192	1,468	724	2,192	19	0	19	3	0	3	6	0	6	0	0	0	1,496	724	2,220	67.4%
13	14,355	89.0%	0.0%	11.0%	12,776	2,283	1,565	718	2,283	20	0	20	4	0	4	6	0	6	0	0	0	1,595	718	2,313	68.9%
14	14,837	89.7%	0.0%	10.3%	13,309	2,378	1,668	710	2,378	20	0	20	4	0	4	6	0	6	0	0	0	1,698	710	2,408	70.5%
15	15,336	90.5%	0.0%	9.5%	13,879	2,480	1,780	700	2,480	20	0	20	4	0	4	6	0	6	0	0	0	1,810	700	2,510	72.1%
16	15,851	91.2%	0.0%	8.8%	14,456	2,583	1,895	688	2,583	20	0	20	4	0	4	6	0	6	0	0	0	1,925	688	2,613	73.7%
17	16,384	92.0%	0.0%	8.0%	15,073	2,694	2,020	674	2,694	20	0	20	4	0	4	7	0	7	0	0	0	2,051	674	2,725	75.3%
18	16,935	92.7%	0.0%	7.3%	15,699	2,806	2,149	657	2,806	21	0	21	4	0	4	7	0	7	0	0	0	2,181	657	2,838	76.8%
19	17,504	93.5%	0.0%	6.5%	16,366	2,925	2,287	638	2,925	21	0	21	4	0	4	7	0	7	0	0	0	2,319	638	2,957	78.4%
20	18,092	95.0%	0.0%	5.0%	17,187	3,071	2,450	621	3,071	21	0	21	4	0	4	7	0	7	0	0	0	2,482	621	3,103	80.0%

PILETAS PÚBLICAS				CONSUMO DE AGUA (l/día)							DEMANDA AGUA				VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO				LPPD lit/pob/día
				POR CONEXIONES DOMICILIARIAS							En litros/segundo								
VIVIENDAS	PILETAS			DOMESTICO	COMERCIAL	INDUSTRIAL	ESTATAL	SOCIAL	SUB TOTAL CONSUMO CONEXIONES	SUB TOTAL CONSUMO PILETAS	TOTAL	QPromedio	QMax diario	QMax horario	Promedio en m3/día	Volumen de Regulacion V.R.=25%QP (m3)	Volumen Contra Incendio (m3)	Volumen Reserva VR=7%QMD (m3)	Volumen TOTAL (m3)	
	C/MED	S/MED	TOTAL																
588	0	7	7	566,908	13,931	1,570	9,419	0	591,828	60,667	652,495	15.10	19.64	37.76	1,305	326	50	119	495	261.00
0	0	0	0	755,100	12,478	667	9,135	0	777,380	0	777,380	13.84	17.99	34.61	1,196	299	50	109	458	154.84
0	0	0	0	786,344	12,478	667	9,135	0	808,624	0	808,624	14.40	18.72	36.00	1,244	311	50	113	474	154.29
0	0	0	0	817,402	13,212	1,333	9,135	0	841,082	0	841,082	14.75	19.17	36.87	1,274	319	50	116	485	151.60
0	0	0	0	851,053	13,212	1,333	12,180	0	877,778	0	877,778	15.16	19.71	37.91	1,310	328	50	119	497	149.32
0	0	0	0	884,332	13,212	1,333	12,180	0	911,057	0	911,057	15.51	20.16	38.77	1,340	335	50	122	507	146.49
0	0	0	0	920,797	13,212	2,000	12,180	0	948,189	0	948,189	15.68	20.38	39.19	1,355	339	50	123	512	141.93
0	0	0	0	956,983	13,946	2,000	12,180	0	985,109	0	985,109	16.06	20.88	40.15	1,387	347	50	126	523	139.49
0	0	0	0	995,669	13,946	2,000	15,225	0	1,026,840	0	1,026,840	16.51	21.46	41.27	1,426	357	50	130	537	137.41
0	0	0	0	1,034,576	13,946	2,000	15,225	0	1,065,747	0	1,065,747	16.90	21.97	42.24	1,460	365	50	133	548	134.98
0	0	0	0	1,076,576	13,946	2,000	15,225	0	1,107,747	0	1,107,747	17.33	22.52	43.31	1,497	374	50	136	560	132.66
0	0	0	0	1,118,204	13,946	2,000	15,225	0	1,149,375	0	1,149,375	17.74	23.06	44.34	1,533	383	50	139	572	130.35
0	0	0	0	1,163,332	13,946	2,000	18,270	0	1,197,548	0	1,197,548	18.48	24.02	46.20	1,597	399	50	145	594	130.21
0	0	0	0	1,208,274	14,680	2,667	18,270	0	1,243,891	0	1,243,891	19.20	24.95	47.99	1,659	415	50	151	616	129.82
0	0	0	0	1,255,030	14,680	2,667	18,270	0	1,290,647	0	1,290,647	19.92	25.89	49.79	1,721	430	50	157	637	129.30
0	0	0	0	1,305,100	14,680	2,667	18,270	0	1,340,717	0	1,340,717	20.69	26.90	51.73	1,788	447	50	163	660	128.80
0	0	0	0	1,355,484	14,680	2,667	18,270	0	1,391,101	0	1,391,101	21.47	27.91	53.67	1,855	464	50	169	683	128.31
0	0	0	0	1,409,682	14,680	2,667	21,315	0	1,448,344	0	1,448,344	22.35	29.06	55.88	1,931	483	50	176	709	128.12
0	0	0	0	1,464,101	15,414	2,667	21,315	0	1,503,497	0	1,503,497	23.20	30.16	58.01	2,005	501	50	182	733	127.69
0	0	0	0	1,521,834	15,414	2,667	21,315	0	1,561,230	0	1,561,230	24.09	31.32	60.23	2,082	520	50	189	759	127.19
0	0	0	0	1,593,253	15,414	2,667	21,315	0	1,632,649	0	1,632,649	25.20	32.75	62.99	2,177	544	50	198	792	126.66

La figura 1.3 muestra el balance de oferta de producción de agua potable de 12 lit/seg y una demanda proyectada de 25.2 lit/seg al año veinte. Para el volumen de regulación la oferta es de 190 m3 y la demanda a año veinte es de 544 m3.

Figura 1.3 Balance de oferta demanda agua potable y almacenamiento





2.8. PROYECCIO DEMANDA PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

La demanda de evacuación de aguas servidas doméstica de agua está conformada por la sumatoria de las demandas doméstica, comercial, industrial y estatal.

En tabla 1.8 se muestra el resultado de los cálculos de la proyección de la demanda para el sistema de alcantarillado, con los parámetros establecidos en los puntos precedentes al presente.

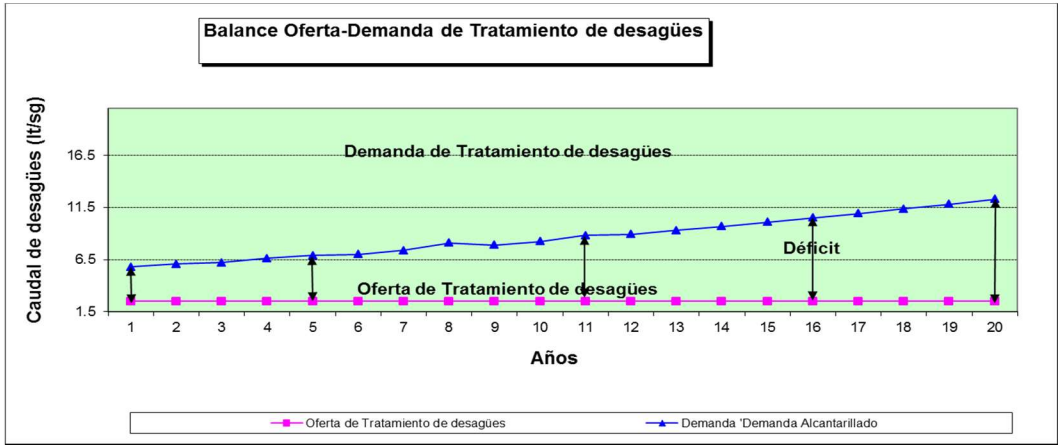
La demanda de evacuación de aguas servidas está calculada considerando que el aporte del agua potable consumida al sistema de alcantarillado alcanza el 80% del total de agua potable.

La figura 1.4 muestra la oferta al año cero de 2.5 lit/seg y una demanda al año veinte de 13.57 litros/ segundo.

Tabla 1.8 Proyección de la demanda total de evacuación de aguas servidas de los componentes alcantarillado y tratamiento de aguas residuales

AÑO	POBLACION TOTAL	COBERTURA (%)	POBLACION SERVIDA C/CONEXION (hab)	NUMERO DE CONEXIONES									CAUDALES DE DISEÑO			LPPD
				DOMÉSTICO	COMERCIAL	INDUSTRIAL	ESTATAL	SOCIAL	TOTAL	lts/seg	lts/dia	m3/día	QP	Qmd	lts/seg	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(11)	(12)	lps	k=1.3 lps	k=2.5 lps	
0	9,341	41.0%	3,834	956	16	1.0	3.0	0.0	976	5.48	473,462.39	473.46	5.48	7.12	13.70	246.980902
1	9,655	70.0%	6,759	1319	17	1.0	3.0	0.0	1,340	6.89	595,271.73	595.27	6.89	8.96	17.22	135.493811
2	9,979	70.8%	7,065	1377	17	1.0	3.0	0.0	1,398	7.16	618,992.53	618.99	7.16	9.31	17.91	134.790687
3	10,314	71.6%	7,385	1436	18	2.0	3.0	0.0	1,459	7.46	644,159.47	644.16	7.46	9.69	18.64	132.159674
4	10,661	72.4%	7,719	1499	18	2.0	4.0	0.0	1,523	7.78	672,241.87	672.24	7.78	10.11	19.45	129.983945
5	11,019	73.2%	8,066	1562	18	2.0	4.0	0.0	1,586	8.08	697,739.47	697.74	8.08	10.50	20.19	127.211437
6	11,389	74.0%	8,428	1630	18	3.0	4.0	0.0	1,655	8.40	725,770.40	725.77	8.40	10.92	21.00	123.020273
7	11,772	74.7%	8,794	1699	19	3.0	4.0	0.0	1,725	8.73	754,106.40	754.11	8.73	11.35	21.82	120.777995
8	12,168	75.5%	9,187	1773	19	3.0	5.0	0.0	1,800	9.10	786,291.20	786.29	9.10	11.83	22.75	118.871352
9	12,577	76.2%	9,584	1848	19	3.0	5.0	0.0	1,875	9.45	816,291.20	816.29	9.45	12.28	23.62	116.674366
10	13,000	77.1%	10,023	1928	19	3.0	5.0	0.0	1,955	9.82	848,216.80	848.22	9.82	12.76	24.54	114.360862
11	13,437	77.9%	10,467	2008	19	3.0	5.0	0.0	2,035	10.18	879,919.20	879.92	10.18	13.24	25.46	112.088048
12	13,888	78.7%	10,930	2095	19	3.0	6.0	0.0	2,123	10.61	916,932.00	916.93	10.61	13.80	26.53	111.855078
13	14,355	79.5%	11,412	2182	20	4.0	6.0	0.0	2,212	11.02	952,406.13	952.41	11.02	14.33	27.56	111.275398
14	14,837	80.3%	11,914	2274	20	4.0	6.0	0.0	2,304	11.44	988,610.93	988.61	11.44	14.87	28.61	110.638569
15	15,336	81.1%	12,437	2371	20	4.0	6.0	0.0	2,401	11.88	1,026,741.33	1,026.74	11.88	15.45	29.71	110.073848
16	15,851	81.9%	12,982	2469	20	4.0	6.0	0.0	2,499	12.33	1,065,048.53	1,065.05	12.33	16.03	30.82	109.387206
17	16,384	82.6%	13,533	2575	20	4.0	7.0	0.0	2,606	12.83	1,108,917.33	1,108.92	12.83	16.69	32.09	109.25563
18	16,935	83.4%	14,124	2682	21	4.0	7.0	0.0	2,714	13.32	1,151,114.13	1,151.11	13.32	17.32	33.31	108.667434
19	17,504	84.2%	14,738	2796	21	4.0	7.0	0.0	2,828	13.83	1,195,300.53	1,195.30	13.83	17.98	34.59	108.137742
20	18,092	85.0%	15,378	2936	21	4.0	7.0	0.0	2,968	14.47	1,250,110.13	1,250.11	14.47	18.81	36.17	108.389486

Figura 1.4 Balance de oferta demanda de tratamiento de desagües



CAPITULO II

SISTEMA DE AGUA POTABLE

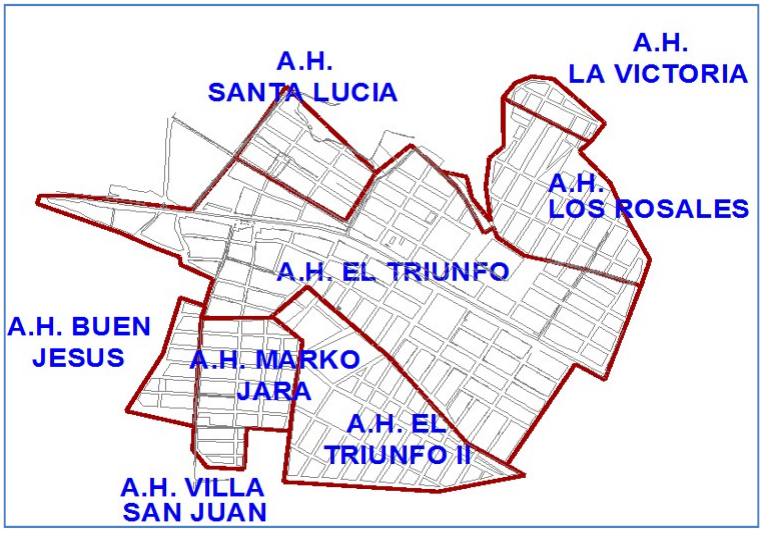
1. ANTECEDENTES

El sistema de distribución de agua potable en el sector el Triunfo funcionaba por gravedad, antes de generarse el expediente técnico de ampliación y mejoramiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado. Su fuente de abastecimiento era las aguas superficiales del río Chili a través del canal de regadío. La Joya o Canal Madre captaban las aguas mediante una estructura de captación conduciendo las aguas a la planta de tratamiento de agua potable existente. La red de distribución era alimentada de dos formas, la primera distribución partía de los sedimentadores y la segunda a través de un reservorio de cabecera, el cual por sus ubicaciones topográficas limitaba las presiones de servicio en zonas cercanas a ella o alejadas a la misma. Asimismo, no contaba con elementos que permitían que se pueda operar adecuadamente el sistema especialmente válvulas de control o de interrupción, originando con ello un desabastecimiento en situaciones de operación o mantenimiento.

Para la solución a estos problemas, se efectuó los cálculos hidráulicos que permitieron determinar la capacidad de las redes existentes para poder plantear posteriormente que trabajos de mejoramiento o ampliación de los ocho asentamientos humanos que se observa en la figura 2.1, se deben efectuar en la red para su funcionamiento adecuado asignadas a la empresa AQUA PRO contratada por la municipalidad distrital de la Joya.

Parte del desarrollo de los objetivos de la presente tesis que se contempla en los alcances es la verificación de los cálculos hidráulicos de la línea de conducción, reservorio, línea de aducción y red de distribución del sector el Triunfo. El proyecto contempla atender al Sector El Triunfo mediante dos Sub Sistemas como indica la figura 2.3. EL Sub Sistema “A” que abastece a los A.A.H.H La Victoria y El Cruce Los Rosales y el Sub Sistema “B” abastece a los A.A.H.H. EL Triunfo, EL Triunfo II, Marko Jara, Buen Jesús, San Juan y Santa Lucía.

Figura 2.1: Sector El Triunfo que comprende ocho asentamientos



2. DESCRIPCION DE SISTEMA DE AGUA POTABLE

El Sistema de Agua Potable del Sector El Triunfo comprende dentro de los objetivos del expediente técnico la ejecución de obras de mejoramiento, ampliación y rehabilitación del sistema existente.

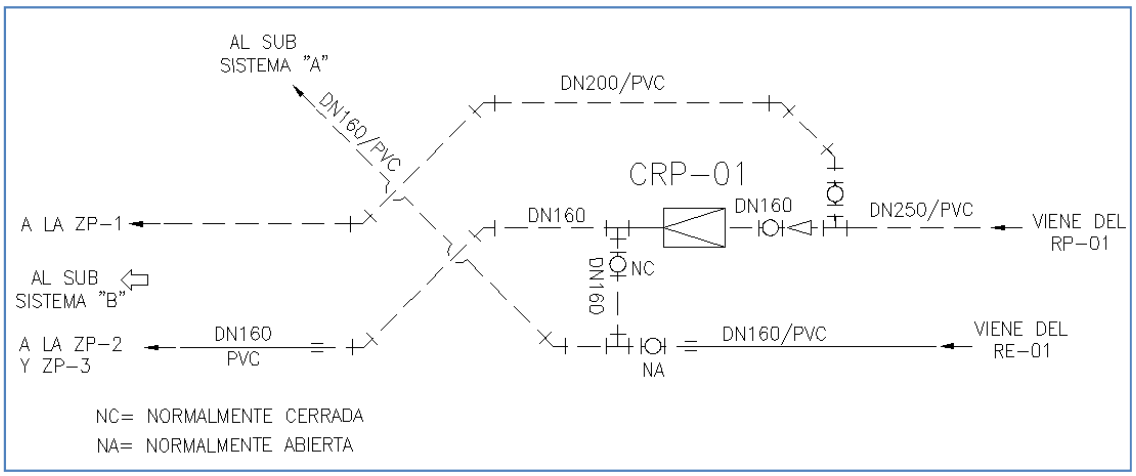
El Proyecto tiene como fuente de abastecimiento las aguas de la Quebrada “Canaura”, aguas que son conducidas a través de la línea de conducción existente, la cual fue construida por el Gobierno Regional de Arequipa. Sustituyendo a la fuente de abastecimiento anterior proveniente de las aguas superficiales del río Chili a través del Canal Madre La Joya, por tanto las estructuras de tratamiento existente quedaron fuera de servicio.

El sistema de agua potable proyectado será enteramente por gravedad y fue dividido en dos **Sub Sistemas** de abastecimientos como indica la figura 2.3 denominados:

- Sub Sistema A
- Sub Sistema B.

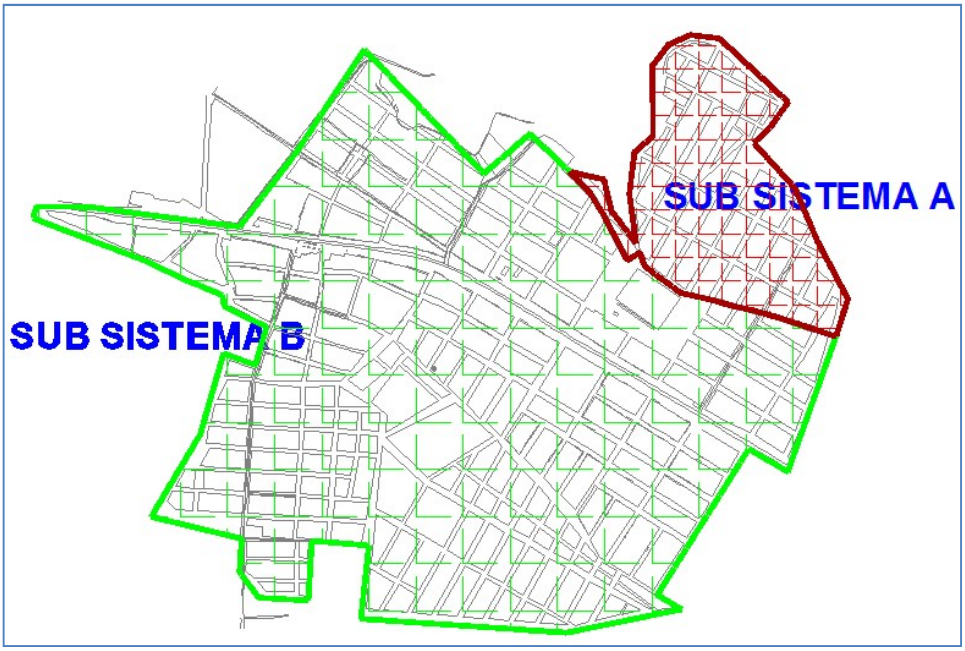
El **Sub Sistema A**, se abastece a partir del Reservorio Existente denominado RE-01 de 150 metros cúbicos de capacidad, del cual se distribuye mediante la Línea de Aducción existente (antes de iniciarse los trabajos del expediente técnico), de DN 150 mm (6”) al A.H. La Victoria y A.H. Los Rosales, dentro de los cuales se han proyectado las redes de distribución correspondientes. En la Línea de Aducción existente se planteó la inserción de una válvula de control a la altura de la CRP-1 perteneciente al Subsistema B, la misma que en operación normal se encuentra abierta, designada como NA de acuerdo a la figura 2.2.

Figura 2.2: Interconexión de sub sistemas



El **Sub Sistema B**, se abastece a partir del Reservorio Proyectado denominado RP-01 que fue diseñado en el expediente técnico con una capacidad de 500 metros cúbicos de capacidad, a partir del cual mediante la Línea de Aducción Proyectada de DN 250 mm (10”), de 1,330.55 m de longitud con tubería PVC DN 250 – PN 10 llega a la Cámara Reductora de Presión CRP-1, la cual se encuentra interconectada con la Línea de Aducción del Sub Sistema A mediante un tramo de tubería PVC DN 150 – PN 10, la cual cuenta con una válvula de control, la misma que en operación normal se encuentra cerrada como indica la figura 2.2. Este Subsistema abastece a los Asentamientos Humanos El Triunfo, El Triunfo II, Marko Jara, Buen Jesús, San Juan y Santa Lucía.

Figura 2.3: Sub sistemas del sector el Triunfo



Debido a la configuración topográfica del área del proyecto y al desnivel estático existente entre la ubicación del reservorio proyectado RP-01 (CF=1,610.00 m.s.n.m), el reservorio existente RE-01 (CF=1582.50 m.s.n.m), y el punto más bajo del área del proyecto (CT=1,500.00 m.s.n.m.), el sistema de agua potable se dividió en tres Zonas de Presión, denominados:

- Zona de Presión 1: ZP-1
- Zona de Presión 2: ZP-2
- Zona de Presión 3: ZP-3

Las zonas de presión del expediente técnico tienen un desnivel estático de 25 m.c.a. (ZP-1) y de 35.0 m.c.a. (ZP-2 y ZP-3), que se verificaran después de haber hecho el análisis en los resultados de la verificación hidráulica que se adjunta en los anexos del sistema de agua potable: resultados Reporte de resultados del software watercad.

Estos desniveles estáticos sumados a las presiones de salida de las cámaras reductoras de presión evitan que la presión de servicio en cualquier punto de la red no sobrepase en lo posible las presiones máximas de reglamento en condición de mínimo consumo. Como resultado del planteamiento técnico, los Sub Sistemas “A” y “B”.

Un asentamiento humano puede pertenecer a un sub sistema o a ambos sub sistemas (como es el caso del A.H. Los Rosales); de igual manera pueden pertenecer a una zona de presión, dos zonas de presión (como es el caso del AA.HH. El Triunfo II, Marko Jara y Villa San Juan) o tres zonas de presión (como es el caso del A.H. El Triunfo) como se observa en la tabla 2.1.

3. DISTRIBUCIÓN DE ASENTAMIENTOS HUMANOS POR SUBSISTEMAS Y ZONAS DE PRESIÓN PROYECTADAS

Tabla 2.1: Distribución de asentamientos humanos por sub sistemas y zonas de presión

Asentamiento Humano	Sub Sistema "A"			Sub Sistema "B"		
	ZP-1	ZP-2	ZP-3	ZP-1	ZP-2	ZP-3
A.H. La Victoria	o	x	o	o	o	o
A.H. Los Rosales	o	x	o	o	x	o
A.H. El triunfo I	o	o	o	x	x	x
A.H. El triunfo II	o	o	o	x	x	o
A.H. Markojara	o	o	o	o	x	x
A.H. La Villa San Juan	o	o	o	o	x	x
A.H. Buen Jesus	o	o	o	o	o	x
A.H. Santa Lucia	o	o	o	o	o	x

X Pertenencia del Asentamiento Humano a la Zona de Presión y Sub Sistema de Abastecimiento.

O No Pertenencia del Asentamiento Humano a la Zona de Presión y Sub Sistema de Abastecimiento.

EL proyecto consta de tres zonas de presión como se observa en la figura 2.4 que a continuación se pasa a explicar:

- **Zona de Presión 1**

Esta zona de presión se realizó mediante un empalme a la línea de aducción proyectada en el expediente, antes de ingresar a la cámara reguladora de presión CRP- 1

- **Zona de Presión 2**

Para el Sub Sistema “A” se construyó mediante la línea de aducción que viene del RE -1.

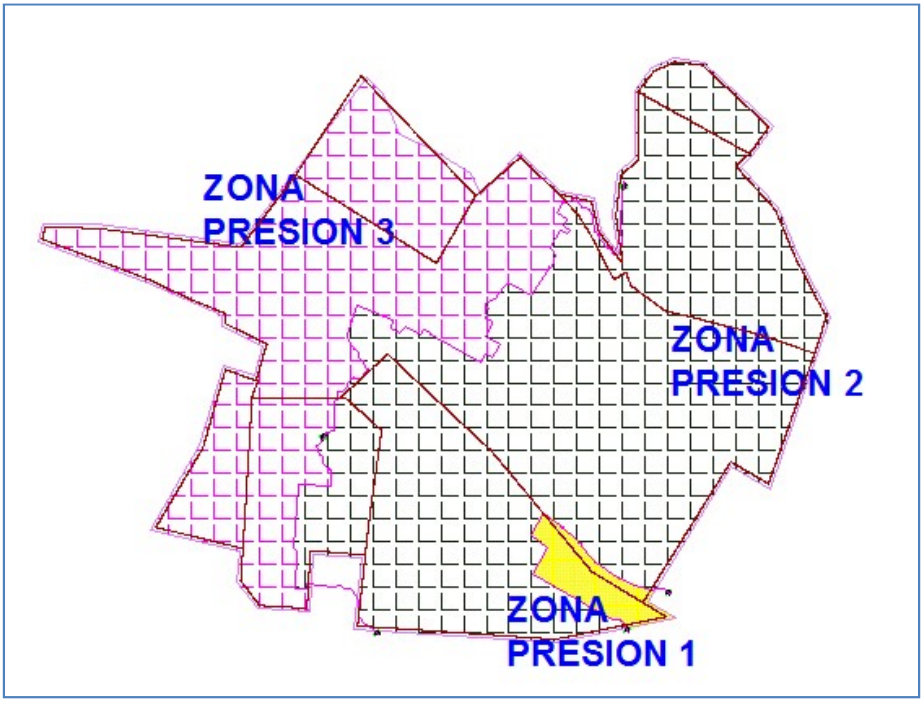
Desde la CRP 1 sale una tubería que sirve para abastecer a las zonas de presión 2 y 3 del Sub Sistema “B”, y además a la zona de presión 2 al Sub Sistema “A” en condiciones especiales, tal como se explica a continuación.

Para el Sub Sistema “A”, la válvula de control normalmente abierta (NA) prevista a ser insertada en la línea de aducción existente se cierra, y se abre la válvula de control normalmente cerrada (NC) instalada en la tubería que interconecta a la línea de aducción existente con la tubería que salga de la CRP 1, lo que permite que el abastecimiento para los AA.HH de este sub sistema sean abastecidos desde el RP-01, como se observa en la figura 2.2.

- **Zona de Presión 3**

Para esta zona se ha diseñado la CRP 3 ubicada en la cota 1535, en la tubería que viene desde la CRP -2.

Figura 2.4 Zonas de presión del proyecto



4. CONSIDERACIONES GENERALES DE VERIFICACION DE DISEÑO

Para la verificación del cálculo hidráulico del Sistema de Agua Potable se tomarán las siguientes consideraciones de diseño que resultan de las tablas 1.4 y 1.7.

- Dotación al año 20 sin perdidas : 94.99 Lit/hab./día
- % pérdidas en la red : 25%
- Cobertura : 95% agua
- Dotación agua con pérdidas : 126.66 Lit/hab./día
- Población Actual (2008) : 9,341 habitantes
- Población Futura (2028) : 18,092 habitantes
- Población Futura servida al 95% : 17,187 habitantes

Los caudales para la verificación de diseño que se emplearan para el Sistema de Agua Potable de acuerdo a la tabla 1.7 son:

- Caudal promedio : 25.2 lit/seg.
- Caudal máximo diario : 32.75 lit/seg.
- Caudal máximo horario : 62.99 lit/seg.

Sub Sistema A

- Qp = 4.34 lit/seg
- Qd = 5.64 lit/seg
- Qh = 10.85 lit/seg

Sub Sistema B

- Qp = 20.86 lit/seg
- Qd = 27.11 lit/seg
- Qh = 52.14 lit/seg

Por tanto para la verificación hidráulica del sistema de Agua Potable, se verificara:

- Línea de Conducción.
- Dimensionamiento de Reservorio
- Línea de aducción
- Redes de distribución

4.1. VERIFICACION DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

El proyecto contemplaba la construcción de una cámara de control que tiene como finalidad derivar las aguas que provienen de “Canauras” hacia el reservorio existente RE-01 y reservorio proyectado RP-01. Hacia la cámara de control ingresa un caudal de 62.99 lt/s (límite del horizonte de diseño al año 20 que corresponde a un caudal máximo horario de acuerdo a la tabla 1.7), repartiendo 10.85 lt/s al RE-01 que abastece al subsistema “A” y 52.14 lt/s al RP-01 que abastece al subsistema “B”.

Con la instalación de las válvulas controladores de caudal y los medidores de caudal es que se regula el caudal de ingreso a los reservorios RE-01 y RP-01 y por consecuencia la demanda de agua de los sub sistemas “A” y “B”.

La fuente de abastecimiento las aguas es de “Canauras”, aguas que son conducidas a través de la línea de conducción existente de DN 160, PVC, PN-7.5, construida por el Gobierno Regional de Arequipa años antes del presente proyecto del Triunfo.

A partir de la Cámara de Control, se instalaron dos líneas de conducción en dirección al reservorio proyectado RP-01 y existente RE-01.

Línea de Conducción al Reservorio Proyectado RP-01

Para el abastecimiento del Sub Sistema “B”, existe de acuerdo al expediente 105.11 ml de tubería de PVC UF, ISO 4422, Clase PN 7.5, de diámetro nominal DN 200 (8”).

En su trayectoria, la línea de conducción atraviesa el canal de regadío y el camino de acceso existentes, atravesando la Caseta de Válvulas (CV) proyectada en el expediente para el reservorio RP-01. Atraviesa por la CV conteniendo en su trayectoria elementos de cierre y regulación (Válvulas de Control y Válvula de Altitud), antes de su descarga en el reservorio RP-01.

Línea de Conducción al Reservorio Existente RE-01

Para el abastecimiento del Sub Sistema “A”, existe de acuerdo al expediente 4.72 ml de tubería de PVC UF, ISO 4422, Clase PN 7.5, de diámetro nominal DN 150, en el tramo comprendido entre la Cámara de Control (CC) y la Cámara de Control de Altitud (CCA) .

Atraviesa por la CCA conteniendo en su trayectoria elementos de cierre y regulación (Válvulas de Control y Válvula de Altitud), antes de su descarga en el reservorio RE-01.

4.1.1. Verificación de la Línea de Conducción al Reservorio Rp-01

Por la ubicación y naturaleza topográfica puede ser de dos tipos: por gravedad y por bombeo (línea de impulsión). Para el presente proyecto se trata de un sistema por gravedad.

Se diseña para el caudal máximo diario es decir 27.11 lit/seg que es el caudal que corresponde para el sub sistema B.

El diseño de la red, emplazará 01 línea de conducción, según los cálculos establecidos, el sistema funciona por GRAVEDAD, ya que la Presión Relativa es Positiva.

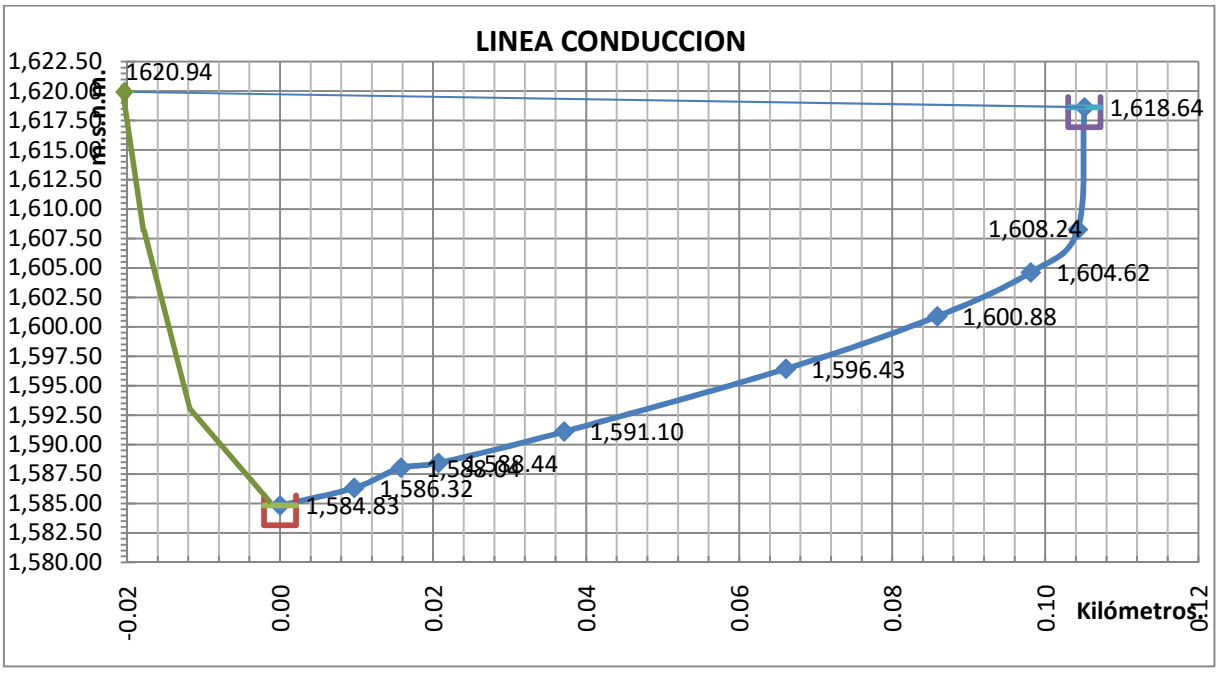
En la tabla 2.2 se describe el recorrido de la tubería expresado por la distancia horizontal y longitud real de tubería resultado de la pendiente entre tramos.

Tabla 2.2 Descripción cotas y distancias de la línea de conducción

DESCRIPCION	PUNTO	COTAS - NIVEL DINAMICO - (m.s.n.m.)	DISTANCIA HORIZONTAL (metros)	DISTANCIA HORIZ. ACUMULADA (Km + m)	LONGITUD DE TUBERIA (metros)
CAMARA DE CONTROL	001	1,584.83 m.s.n.m.	0.00 m	00 Km + 0.00 m	0.00 m
	002	1,586.32 m.s.n.m.	9.69 m	00 Km + 9.69 m	9.80 m
	003	1,588.04 m.s.n.m.	6.12 m	00 Km + 15.81 m	6.36 m
	004	1,588.44 m.s.n.m.	4.90 m	00 Km + 20.71 m	4.92 m
	005	1,591.10 m.s.n.m.	16.43 m	00 Km + 37.14 m	16.64 m
	006	1,596.43 m.s.n.m.	28.99 m	00 Km + 66.13 m	29.48 m
	007	1,600.88 m.s.n.m.	19.74 m	00 Km + 85.87 m	20.24 m
	008	1,604.62 m.s.n.m.	12.23 m	00 Km + 98.10 m	12.79 m
	009	1,608.24 m.s.n.m.	6.14 m	00 Km + 104.24 m	7.13 m
RESERVORIO	010	1,618.64 m.s.n.m.	0.87 m	00 Km + 105.11 m	10.44 m
				LONGITUD TOTAL REAL DE TUBERIA :	**00 Km + 117.79 m**

De acuerdo a estos criterios, se presenta a continuación la sección de la línea de conducción. Se tiene una cota 1+620.94 como cota Piezometrica de la línea (Cpzi) - en punto de empalme como se observa en la figura 2.5.

Figura 2.5 Línea de conducción



Para tener un mejor control de los cálculos a realizar, utilizaremos el método establecidos por HAZEN y WILLIAMS que se presenta a continuación:

TEORIA ESTABLECIDA POR: HAZEM y WILLIAMS

a) CALCULO DE LA TUBERIA

Para el cálculo de las tuberías que están trabajando a presión, se utilizará la Fórmula establecida por HAZEN y WILLIAMS, el cual se presenta a continuación:

$$Q = 0.0004264\ (C)\left(D^{2.63}\right)\left(h_f{}^{0.54}\right)$$

Dónde:

C	:	Coeficiente de Hazen y Williams
D	:	Diámetro de la tubería (*Pulgadas*)
hf	:	Pérdida de carga unitaria - pendiente (*m/Km*)
$Q_{CONDUCCION}$	:	Caudal de conducción (*Lts. /Seg.*)

Según lo detallado en la sección 5.1.2. - Tuberías, contenido en el Ítem 5.1.- Conducción por Gravedad, 5. - Conducción, de la NORMA TECNICA OS-010 - Captación y Conducción de Agua para Consumo Humano, establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones, en el TITULO II - Habilitaciones Urbanas, parte II.3 - OBRAS DE SANEAMIENTO, tenemos lo siguiente:

Según la sección (e), Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla 2.3. Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

Tabla 2.3 Coeficientes de fricción c en la fórmula de Hazen y Williams

TIPO DE TUBERIA	$C\ \left(\sqrt{Pie}/Seg.\right)$	
Tub. de: Acero sin costura	120	ESTABLECIDO DE ACUERDO AL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES
Tub. de: Acero soldado en espiral	100	
Tub. de: Cobre sin costura	150	
Tub. de: Concreto	110	
Tub. de: Fibra de vidrio	150	
Tub. de: Hierro fundido	100	
Tub. de: Hierro fundido con revestimiento	140	
Tub. de: Hierro galvanizado	100	
Tub. de: Polietileno, Asbesto Cemento	140	
Tub. de: Poli(cloruro de vinilo)(PVC)	**150.00**	
Tuberías rectas muy lisas	140	ESTABLECIDO DE ACUERDO A LA TEORIA DE HAZEN Y WILLIAMS (Coeficientes Adicionales)
Tuberías de fundición lisas y nuevas	130	
Tuberías de fundición usadas y de acero roblonado nuevas	110	
Tuberías de alcantarillado vitrificadas	110	
Tuberías de fundición con algunos años de servicio	100	
Tuberías de fundición en malas condiciones	080	
Tuberías de plástico	150	

De acuerdo a los datos iniciales, para el diseño de la red de conducción, se tienen los siguientes parámetros establecidos: se considerará un caudal de conducción de 27.11 Lts.

/Seg., y una pérdida de carga unitaria de 19.53 m/Km., además, la tubería a utilizar en el tramo proyectado, de acuerdo a lo asignado es "TUB. DE: POLI CLORURO DE VINILO) (PVC) ‘‘, para el cual se tomará un Coeficiente de Fricción para la fórmula de Hazen y Williams de 150.00 √Pie/Seg.

Remplazando estos valores en la fórmula establecida por HAZEN y WILLIAMS, y realzando los cálculos correspondientes para calcular el diámetro, tenemos:

La línea de conducción es de material PVC de 200 mm clase 7.5 por lo que el diámetro interior es de 185.4 mm, para lo cual transformando esta cantidad en pulgadas resulta 7.2992"

***D* = 5.82 Pulgadas ~ 5 5/6"** Diámetro de Tubería Asumido: D_A = **7 2/7 "**

Remplazando el valor de diámetro asumido (7 2/7"), en la fórmula establecida por HAZEN y WILLIAMS, nos establece que la tubería establecida (01 línea de conducción), independientemente pueden trasladar un caudal hasta 61.74 Lts. /Seg., y lo requerido es de 27.11 Lts. /Seg., por lo cual, "EL SISTEMA ES ADECUADO" para su funcionamiento.

b. CALCULOS HIDRAULICOS

De acuerdo a los datos planteados, las cotas establecidas para el sistema, será un indicador de la carga disponible, para lo cual tenemos una cota de salida de 1620.94 m.s.n.m., y una cota de llegada de 1,618.64 m.s.n.m.

La carga disponible en el sistema, está dado por:

$$\Delta_H = (Cota\ S_{\text{de Salida}}) - (Cota\ L_{\text{de Llegada}}) = \quad \textbf{2.30 m}$$

Se tiene que tener en cuenta que, el tramo del proyecto tiene una longitud horizontal de 00 Km + 105.11 m, pero, por las diferencias de cota entre cada punto, hace que la longitud de la tubería se incremente, haciendo por tanto una longitud total de tubería de 00 Km + 117.79 m (L = 117.79m.)

La pérdida de carga unitaria, o también conocido como la pendiente, está dada por:

$$h_f = \frac{\Delta_H}{L} = \quad \textbf{19.53 m/Km}$$

La pérdida de carga en el tramo, está dada por:

$$H_f = \underbrace{h_{f\,\phi\,\text{comercial}}}_{\text{HAZEN Y WILLIAMS}} \times L \qquad H_f = \quad \textbf{0.539 m}$$

En la línea de conducción, la presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua. Se determina mediante la ecuación de Bernoulli.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + H_f$$

Dónde:

Z : Cota de cota respecto a un nivel de referencia arbitraria

P/g : Altura de carga de presión "***P*** es presión y ***g*** el peso específico del fluido" (*m*)

V : Velocidad media del punto considerado (*m/Seg.*)

H_f : Es la pérdida de carga que se produce de 1 a 2

Si $V_1 = V_2$ y como el punto inicial está a presión atmosférica, o sea $P_1 = 0$. Entonces:

$$\frac{P_2}{\gamma} = Z_1 - Z_2 - H_f$$

Cálculo de la Presión Residual, la cual se tiene en la tubería, está dado por:

$$P = \Delta_H - H_f$$

P = 1.76 m (presión residual positiva)

Según los cálculos establecidos, el sistema puede funcionar como una red por GRAVEDAD, ya que la Presión Residual es Positiva, por tanto, la Red del Proyecto es adecuada para funcionar adecuadamente.

Además, según los requerimientos iniciales, la línea de conducción requiere de una presión mínima, lo cual está establecido para que el sistema funcione adecuadamente, poniendo en consideración, que la Presión Residual es POSITIVA (+).

CALCULO DE VELOCIDADES

Según lo detallado en la sección 5.1.2. - Tuberías, contenido en el Ítem 5.1.- Conducción por Gravedad, 5. - Conducción, de la NORMA TECNICA OS-010 - Captación y Conducción de Agua para Consumo Humano, establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones, en el TITULO II - Habilitaciones Urbanas, parte II.3 - OBRAS DE SANEAMIENTO, tenemos lo siguiente:

Según la sección (b), La velocidad mínima no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de 0.60 m/Seg.

Según la sección (c), La velocidad máxima admisible será:

- En los tubos de concreto 3 m/Seg.
- En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC 5 m/Seg.

Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima admisible.

A fin de que no se produzcan pérdidas de carga excesivas, puede aplicarse la fórmula de Mougnie para la determinación de las velocidades ideales para cada diámetro. Dicha fórmula aplicable a presiones a la red de distribución de 20 a 50m está dada por:

$$V = 1.50 \left(D + 0.05\right)^{\frac{1}{2}}$$

Dónde:

V : Velocidad del flujo (*m/Seg.*)
D : Diámetro de la tubería (*m*)

Remplazando el valor de diámetro asumido (7 2/7"), lo que equivale a 0.1854 metros, tenemos: V= 0.728 m/s.

Además, establecido el diámetro de diseño, para determinar la velocidad media de flujo, utilizamos la ecuación de continuidad establecido por Hazen y Williams, establecido por la siguiente fórmula:

$$V_m = \frac{4 \times Q_{\text{CONDUCCION}}}{\pi \times D^2}$$

Dónde:

V_m : Velocidad media del agua a través de la tubería (*m/Seg.*)
D : Diámetro de la tubería (*m*)
$Q_{ADUCCION}$: Caudal de aducción ($m^3/Seg.$)

Remplazando el valor de diámetro asumido (0.1854 m.), y un caudal de 0.0271 m³/Seg., tenemos: **V= 1.004 m/Seg.**

Por lo tanto, según los resultados obtenemos que la velocidad ideal para una tubería de 7 2/7", sea de 0.788 m/Seg., y la velocidad media de flujo es MAYOR, con un valor de 1.004 m/Seg., lo que nos indica que la red tiene un DISEÑO ADECUADO.

Según lo establecido por la NORMA TECNICA, la velocidad media del flujo (1.004 m/Seg.), debe de ser MENOR a 5.00 m/Seg., ya que la tubería a utilizar en el tramo proyectado, de acuerdo a lo asignado es de "TUB. DE: POLI CLORURO DE VINILO PVC", por tanto se tiene un DISEÑO ADECUADO según las exigencias del proyecto.

4.2. VERIFICACION DEL DIMENSIONAMIENTO DE RESERVORIOS

Las obras que contemplan el expediente técnico mencionan la construcción de un nuevo reservorio RP-01 y la rehabilitación del reservorio existente RE-01.

4.2.1. **Reservorio Proyectado RP-01**

Este reservorio se abastece el Sub Sistema "B" de agua potable y su función principal es la de regular el volumen de almacenamiento del agua que servirá para cubrir las necesidades sanitarias de los siguientes Asentamiento Humanos:

1. A.H. El Triunfo I
2. A.H. El Triunfo II
3. A.H. Marko Jara
4. A.H. Villa San Juan
5. A.H. Buen Jesús
6. A.H. Santa Lucía

La estructura de concreto armado, de forma circular del tipo apoyado, con un volumen de almacenamiento de 500 m3; cuenta con caseta de válvulas y cloración, cerco perimétrico y camino de acceso para las labores de operación y mantenimiento.

4.2.2. Reservorio Existente RE-01

Este reservorio abastece el Sub Sistema "A" de agua potable y su función principal es la de regular el volumen de almacenamiento del agua que servirá para cubrir las necesidades sanitarias de los siguientes Asentamiento Humanos:

1. A.H. Los Rosales
2. A.H. La Victoria

La estructura corresponde a un reservorio existente ejecutado antes de realizase el expediente del triunfo, por tanto en el expediente del triunfo comprendía obras de rehabilitación del reservorio existente RE-01 de 150 m3 de capacidad.

4.2.3. CAPACIDAD DEL RESERVORIO

La capacidad del reservorio es función de varios factores a considerar: Volumen de regulación, emergencias contra incendios, provisión de reserva para cubrir daños e interrupciones en el Sistema de Aducción

El expediente técnico no considera el volumen de reserva

a) VOLUMEN DE REGULACION

El volumen de regulación será calculado con el diagrama masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda.

Se comprueba la no disponibilidad de esta información, por tanto se adoptó como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación, ver (tabla 1.7).

b) VOLUMEN CONTRA INCENDIOS

En los casos que se considere demanda contra incendio, deberá asignarse un volumen mínimo adicional de 50 m3 para áreas destinadas netamente a vivienda de acuerdo a lo indicado en el reglamento nacional de edificaciones, OS.030 almacenamiento de agua para consumo humano.

El sector el triunfo cuenta con una población futura al año veinte de 17 187 habitantes de población servida, por lo que se hace necesario la presencia y funcionamiento de grifos contra incendio. El expediente técnico cuenta con 18 hidrantes mal distribuidos que no cubren los 300 metros de radio de todo el proyecto.

De acuerdo al reglamento nacional de edificaciones para poblaciones mayores a 10 000 habitantes se considera dos grifos contra incendio. Por tanto se deberá de considerar el funcionamiento de dos grifos contra incendio

Cada hidrante debería de suministrar 15 lit/seg por dos horas, siendo el hidrante de dos bocas, lo que resulta en un volumen de 216 m3. Para dos eventos en simultáneo de incendio.

c) VOLUMEN DE RESERVA

Ante la eventualidad de que en la captación o en la Línea de Aducción puedan ocurrir daños que originaría una situación deficitaria en el suministro de agua, y mientras se realizan operaciones de reparación o mantenimiento para el restablecimiento del servicio, es aconsejable un volumen de agua adicional que de oportunidad a restablecer la conducción hasta el reservorio. En tales casos puede estimarse un periodo de interrupción y un caudal para determinar esta capacidad.

Para las habilitaciones urbanas como es el sector El Triunfo se requerirá un volumen adicional de reserva que sea igual al siete por ciento (7%) del consumo máximo diario. (Ver tabla 1.7).

4.2.4. VERIFICACION DEL VOLUMEN DEL RESERVORIO

a) Volumen de regulación

La estimación del volumen de regulación se hizo de acuerdo a la ecuación

$V_{regulacion}$ = 0.25 Qp

b) Volumen Contra incendio

$V_{contra\ incendio}$ = 216 m^3

c) Volumen de Reserva

$$V_{reserva} = 0.07 \times Qmd$$

Se tiene el reservorio existente RE-01 que reparte un Qp= 4.34 l/s al sub sistema “A”. El reservorio existente tiene un volumen de 150 m3. Para un horizonte de tiempo de 20 años la capacidad del reservorio para la población del sub sistema “A”, tendría un volumen de regulación de 131 m3. Por ser el sub sistema, una zona de uso vivienda y con una población futura de 372 habitantes para el AA. HH. La Victoria y 2652 habitantes para el AA.HH. Los Rosales que sumadas dan 3024 habitantes, no supera los 10 000 habitantes como mínimo

que exige el reglamento para considerar volumen contra incendio. Del mismo modo no considera volumen de reserva por tener válvulas de conexión con la red del subsistema b como se aprecia en la figura 2.2. Finalmente el volumen final del reservorio será de 150 m3.

Para el reservorio proyectado RP-01 que abastece al sub sistema “B” se tiene:

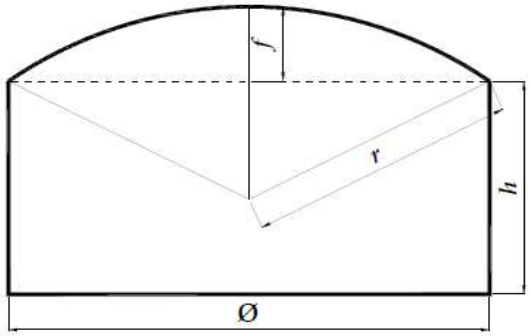
- Qp = 20.85 l/seg = 1801 m3/dia
- Vol. Regulación = Qp (25%) = 450 m3
- Qmd = 1.3 x 20.85 = 27.11 l/seg
- Vol. Reserva = 0.07 x 27.11 x 86400/1000 =164 m3
- Vol. Incendio =216 m3

Entonces el volumen final del reservorio para el sub sistema “B” debería de ser 830 m3, redondeando se tiene 850 m3.

4.2.5. COSTO DE RESERVORIO

La geometría del reservorio como se observa en la figura 2.6 la definen el diámetro, la altura y la flecha del reservorio, si fijamos la capacidad del reservorio, las variables como la flecha, la altura y el radio de la cúpula serán función del diámetro, las ecuaciones que relacionan estas variables son:

Figura 2.6 Geometría de un reservorio circular



$$V_r = \frac{\pi \phi^2 h}{4} \qquad h = \frac{4V_r}{\pi\ \phi^2} \qquad r = \frac{\phi^2 + 4f^2}{8f}$$

Donde la flecha se debe tomar igual a:

$$0.10\phi \le f \le 0.25\phi$$

Los costos de los materiales como son concreto, encofrado, acero, se podrán calcular si conocemos el diámetro, en adelante cuando nos refiramos al diámetro del reservorio nos estaremos refiriendo al diámetro interno del reservorio. Tomando en consideración lo dicho, podemos evaluar los costos de concreto, acero y encofrados si conocemos el volumen y el diámetro del reservorio.

El costo del reservorio será la suma del costo del concreto armado y del área de encofrado, para efectos de evaluación el espesor (***e***) de la pared del reservorio será de 0.25 m y el espesor de la cúpula (***ec***) 0.05 m, los costos de la caseta de válvulas, accesorios se han considerado como el 5% del costo de la estructura. El área de encofrado y del volumen de concreto son.

AREA DE ENCOFRADO

A1= πφh	Area pared interior
A1= π (φ+ *e*)h	Área pared exterior
A1= *2* πrf	Área cúpula
AT = 2 πrf + π(φ+e)h + πφh	Área total

VOLUMEN DE CONCRETO

$$V_P = \frac{\pi h(e^2 + 2eh)}{4}$$ Volumen de la pared

$$V_c = 2\pi r f e_c$$ Volumen de la cúpula

$$V_T = \frac{\pi h(e^2 + 2eh)}{4} + 2\pi r f e_c$$ Volumen total

De acuerdo a (Díaz Solano 2010), con los valores del área y volumen total y con precios de mercado se elaboró la tabla 2.4 costo de reservorio, donde se indican diferentes costos para volúmenes determinados en función del diámetro.

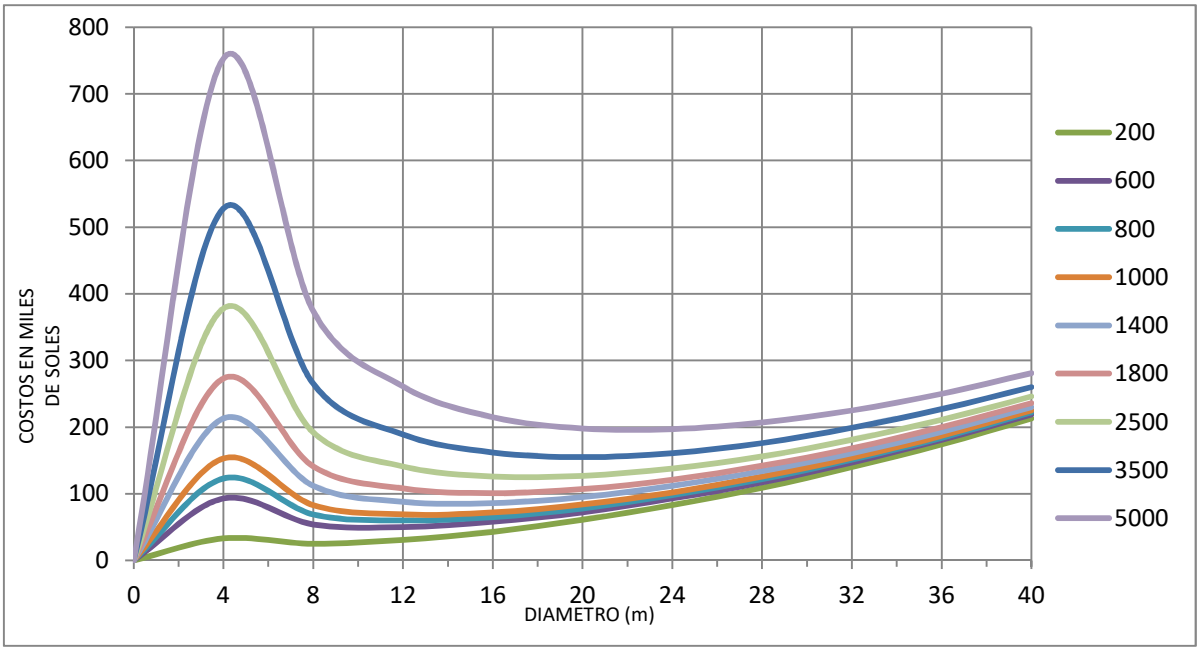
Tabla 2.4 Costo de reservorio (miles de soles)

Volumen (m3)	**Diámetro (m)**										
	0	**4**	**8**	**12**	**16**	**20**	**24**	**28**	**32**	**36**	**40**
200	0	33	25	31	43	61	83	109	140	174	213
600	0	93	54	50	58	72	93	117	147	181	219
800	0	123	69	60	65	78	98	122	151	184	222
1000	0	153	83	69	72	84	102	126	154	187	225
1400	0	213	112	88	86	95	112	134	161	193	230
1800	0	273	141	108	101	107	121	142	168	200	236
2500	0	378	192	141	126	127	138	156	181	211	246
3500	0	528	265	189	162	155	161	176	199	227	260
5000	0	753	374	261	215	198	197	207	225	250	281

FUENTE: DIAZ SOLANO 2010

Con los valores de la tabla 2.4 se ha trazado la figura 2.7, que se muestra a continuación

Figura 2.7 Costos de reservorios en función del diámetro



FUENTE: DIAZ SOLANO 2010

Al analizar la figura 2.7, se encuentra que:

- Los costos son máximos cuando los diámetros son alrededor de 4m.
- Los costos disminuyen antes y después de los 4m, llegando a tener un costo menor, para luego aumentar a medida que el diámetro crece.

Para el reservorio proyectado RP-01 de 850 m3 de acuerdo a la grafica 1 convendría usar un diámetro de 12 metros. Reemplazando en las ecuaciones para hallar las dimensiones del reservorio, se tiene:

$$h = \frac{4V_r}{\pi\,\phi^2}$$

h = 7.07 ≅ 7.10 m.

Flecha de la cúpula:

$0.10\phi \le f \le 0.25\phi$, f=2.00

Radio de la cúpula:

$$r = \frac{\phi^2 + 4f^2}{8f}$$

r = 12.0 m.

Los reservorios serán diseñados para su funcionamiento de cabecera. Tendrán por lo general sección circular, con alturas máximas y mínimas de tirante de agua de 8,00 y 2,50 m respectivamente. (reglamento Sedapal)

4.3. VERIFICACION DE LA LINEA DE ADUCCION

Se da mediante el funcionamiento de dos líneas de aducción en diámetros de DN 160 y DN 250 mm, para la alimentación de los denominados Sub Sistema A y Sub Sistema B respectivamente.

La línea de aduccion de diámetro DN 160 mm es anterior al proyecto y la de diámetro DN 250 mm fue la que se proyectó.

Línea de Aducción del Sub Sistema A

La línea de aducción anterior al proyecto alimenta al Sub Sistema A con DN 160 mm (6") de PVC, a partir de la Caseta de Válvulas del reservorio RE-01. La línea de aducción está conformada además por tuberías proyectadas de PVC-UF, Clase 10, Norma ISO 442, con diámetros de DN 160 (6").

La longitud de la línea de aducción de DN 160 mm que alimenta al Sub Sistema A es de aproximadamente 1,350 m y comprende el tramo existente entre la línea de salida de la Caseta de Válvulas del reservorio RE-01 y la inter conexión con la línea de salida de la CRP-01 proyectada (1,290 m) y el tramo proyectado entre ésta interconexión y el punto de empalme con la red de distribución de los AA.HH. La Victoria y Cruce La Joya Los Rosales (60.00 m), ubicado entre las calles Mariscal Cáceres y Simón Bolívar del A.H. Cruce La Joya Los Rosales.

El caudal máximo horario que abastece a la red de distribución del Sub Sistema A es de 10.853 l/s, para el largo plazo u horizonte del proyecto (Año 2029)

En su trayectoria la línea de aducción de DN 160 mm se atraviesa la línea de aducción del Sub Sistema B antes de su empalme a la red de distribución y se interconecta con la línea de salida de la cámara reductora de presión CRP-1, tal como se aprecia en la figura 2.2 de inter conexión de los Sub Sistemas proyectados.

Línea de Aducción del Sub Sistema B

Se da mediante una línea de aducción de diámetro DN 250 para la alimentación de la red de distribución de agua potable del Sub Sistema B.

Esta línea de aducción es de material PVC UF, Clase 10, Norma ISO 4422 y su trayectoria se ubicará en forma paralela a la línea de aduccion existente de DN 160 mm proveniente del reservorio RE-01.

La longitud de la línea de aducción de alimentación al Sub Sistema B será de 1,330.56 m.

El caudal máximo horario que abastece a la red de distribución es de 52.137 l/s, para el largo plazo u horizonte del proyecto (Año 2029).

En su trayectoria fueron instaladas dos válvulas de aire de DN 50 mm.

4.3.1. VERIFICACION DE LA LINEA DE ADUCCIÓN DE RESERVORIO RP-01 A LA RED – CRP-01

Para la verificación se realizara usando el caudal máximo horario: 52.14 lit/seg

El diseño de la red, emplazará 01 línea de aducción, según los cálculos establecidos, el sistema funciona por GRAVEDAD, ya que la Presión Relativa es Positiva.

En la tabla 2.5 se describe el recorrido de la tubería expresado por la distancia horizontal y longitud real de tubería resultado de la pendiente entre tramos.

Tabla 2.5 Descripción cotas y distancias de la línea de aducción

DESCRIPCION	PUNTO	COTAS - NIVEL DINAMICO - (m.s.n.m.)	DIST. HORIZONTAL (metros)	DISTANCIA HORIZ. ACUMULADA (Km + m)	LONGITUD DE TUBERIA (metros)
RESERVORIO RP-01	001	1,618.64 m.s.n.m.	0.00 m	00 Km + 0.00 m	0.00 m
	002	1,612.44 m.s.n.m.	0.50 m	00 Km + 0.50 m	6.22 m
	003	1,608.20 m.s.n.m.	1.03 m	00 Km + 1.53 m	4.36 m
	004	1,605.95 m.s.n.m.	6.39 m	00 Km + 7.92 m	6.77 m
	005	1,605.15 m.s.n.m.	3.17 m	00 Km + 11.09 m	3.27 m
	006	1,602.50 m.s.n.m.	11.20 m	00 Km + 22.29 m	11.51 m
	007	1,600.16 m.s.n.m.	12.21 m	00 Km + 34.50 m	12.43 m
	008	1,594.17 m.s.n.m.	36.83 m	00 Km + 71.33 m	37.31 m
	009	1,591.11 m.s.n.m.	22.05 m	00 Km + 93.38 m	22.26 m
	010	1,588.68 m.s.n.m.	20.76 m	00 Km + 114.14 m	20.90 m
	011	1,586.00 m.s.n.m.	13.66 m	00 Km + 127.80 m	13.92 m
	012	1,586.27 m.s.n.m.	15.93 m	00 Km + 143.73 m	15.93 m
	013	1,585.98 m.s.n.m.	40.56 m	00 Km + 184.29 m	40.56 m
	014	1,584.63 m.s.n.m.	90.61 m	00 Km + 274.90 m	90.62 m
	015	1,582.68 m.s.n.m.	105.05 m	00 Km + 379.95 m	105.07 m
	016	1,579.49 m.s.n.m.	64.29 m	00 Km + 444.24 m	64.37 m
	017	1,577.34 m.s.n.m.	24.06 m	00 Km + 468.30 m	24.16 m
	018	1,574.93 m.s.n.m.	24.12 m	00 Km + 492.42 m	24.24 m
	019	1,574.32 m.s.n.m.	8.08 m	00 Km + 500.50 m	8.10 m
	003	1,570.60 m.s.n.m.	64.92 m	00 Km + 565.42 m	77.23 m
	020	1,563.62 m.s.n.m.	139.19 m	00 Km + 704.61 m	139.36 m
	021	1,561.60 m.s.n.m.	303.97 m	01 Km + 008.58 m	303.98 m
	022	1,553.81 m.s.n.m.	132.19 m	01 Km + 140.77 m	132.42 m
	023	1,553.21 m.s.n.m.	182.75 m	01 Km + 323.52 m	182.75 m
CRP-01	024	1,553.15 m.s.n.m.	13.57 m	01 Km + 337.09 m	13.57 m

LONGITUD TOTAL REAL DE TUBERIA :	01 Km + 361.33 m

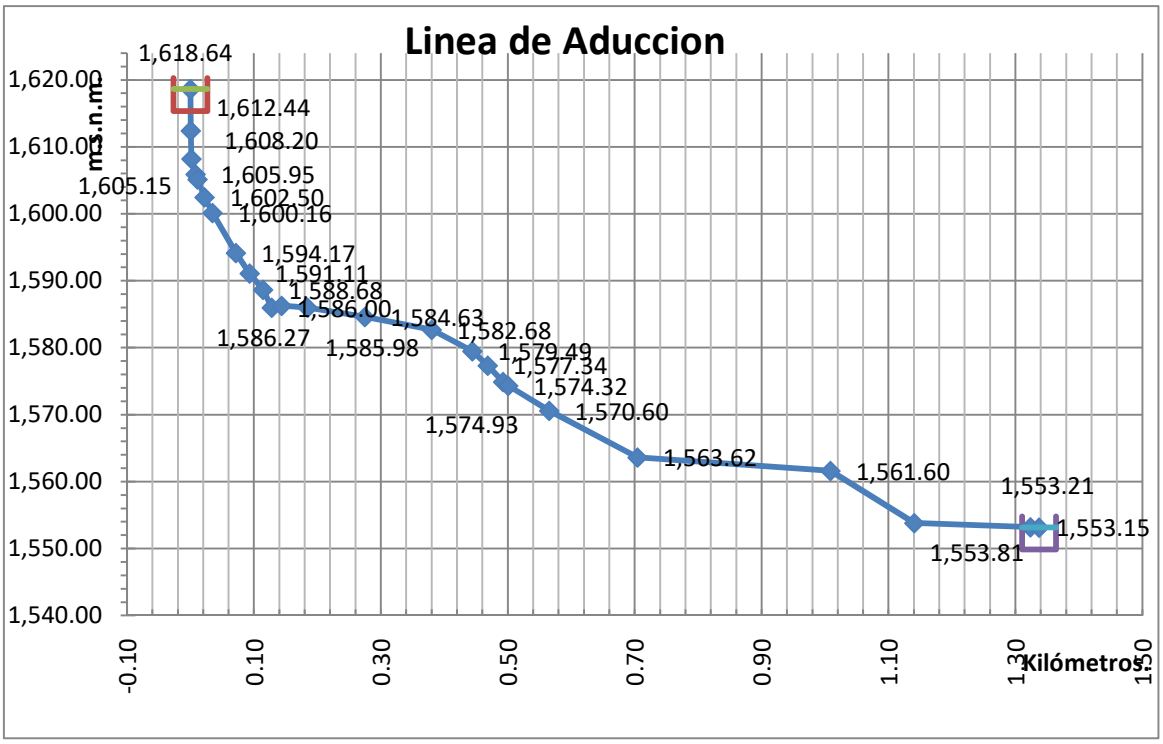
DEL TRAZADO:

Para la ejecución del trazado de la Línea de Aducción, se tomaron en cuenta, aspectos de criterio para su funcionalidad, los cuales paso a presentar:

a. Evitar pendientes mayores del 30% para evitar velocidades excesivas.
b. En lo posible buscar el menor recorrido siempre y cuando esto no conlleve a excavaciones excesivas u otros aspectos.
c. Evitar cruzar por terrenos privados o comprometidos para evitar problemas durante la construcción y en la operación y mantenimiento del sistema.
d. Evitar cruzar por zonas de terreno Roca fija (Peñas), para no generar mayores gastos en voladura de rocas y/o otro sistema de demolición de rocas.
e. Utilizar zonas que sigan o mantengan distancias cortas a vías existentes o que por su topografía permita la creación de caminos para la ejecución, operación y mantenimiento.
f. Evitar zonas vulnerables a efectos producidos por fenómenos naturales y antrópicos.
g. Tener en cuenta la ubicación de las canteras para los préstamos y zonas para la disposición del material sobrante, producto de la excavación.
h. Establecer los puntos donde se ubicarán instalaciones, válvulas y accesorios, u otros accesorios especiales que necesiten cuidados, vigilancia y operación.

De acuerdo a estos criterios, se presenta a continuación la sección de la línea de aducción de acuerdo a la figura 2.8.

Figura 2.8 Línea de aducción



Para tener un mejor control de los cálculos a realizar, utilizaremos el método establecido por HAZEN y WILLIAMS que se presenta a continuación:

TEORIA ESTABLECIDA POR: HAZEM y WILLIAMS

a) CALCULO DE LA TUBERIA

Para el cálculo de las tuberías que estan trabajando a presión, se utilizará la Fórmula establecida por HAZEN y WILLIAMS, el cual se presenta a continuación:

$$Q = 0.0004264\,(C)\left(D^{2.63}\right)\left(h_f{}^{0.54}\right)$$

Donde:

C	:	Coeficiente de Hazen y Williams
D	:	Diámetro de la tubería (*Pulgadas*)
hf	:	Pérdida de carga unitaria - pendiente (*m/Km*)
$Q_{ADUCCION}$	:	Caudal de aducción (*Lts. /Seg.*)

Según lo detallado en la sección 5.1.2. - Tuberías, contenido en el Item 5.1.- Conducción por Gravedad, 5. - Conducción, de la NORMA TECNICA OS-010 - Captación y Conducción de Agua para Consumo Humano, establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones, en el TITULO II - Habilitaciones Urbanas, parte II.3 - OBRAS DE SANEAMIENTO, tenemos lo siguiente:

Según la sección (e), Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla 2.3. Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

De acuerdo a los datos iniciales, para el diseño de la red de aducción, se tienen los siguientes parametros establecidos: se considerará un caudal de conducción de 52.14 Lts. /Seg., y una pérdida de carga unitaria de 48.98 m/Km., además, la tubería a utilizar en el tramo proyectado, de acuerdo a lo asignado es "TUB. DE: POLI(CLORURO DE VINILO)(PVC)", para el cual se tomará un Coeficiente de Fricción para la fórmula de Hazen y Williams de 150.00 √Pie/Seg.

Remplazando estos valores en la fórmula establecida por HAZEN y WILLIAMS, y realzando los cálculos correspondientes para calcular el diámetro, tenemos:

D **= 5.75 Pulgadas ~ 5 3/4''** Diámetro de Tubería Asumido: D_A **= 9 ''**

Se usara un diametro comercial de 8 " clase 10 siendo su diametro interior: 226.2 mm que equivale a 8.92".

Remplazando el valor de diametro asumido (9 "), en la fórmula establecida por HAZEN y WILLIAMS, nos establece que la tuberia establecida (01 línea de aducción), independientemente pueden trasladar un caudal hasta 171.84 Lts. /Seg., y lo requerido es de 52.14 Lts. /Seg., por lo cual, "EL SISTEMA ES ADECUADO" para su funcionamiento."

b. CALCULOS HIDRAULICOS

Para tener una mejor visión del funcionamiento del sistema, se presentará la Línea de Gradiente Hidráulico (L.G.H.), el cual indica la presión de agua a lo largo de la tubería bajo condiciones de operación, lo cual se presenta a continuación:

De acuerdo a los datos planteados, las cotas establecidas para el sistema, será un indicador de la carga disponible, para lo cual tenemos una cota de salida de 1,618.64 m.s.n.m., y una cota de llegada de 1,553.15 m.s.n.m.

La carga disponible en el sistema, está dado por: $\Delta_H = (Cota\ S_{\text{de Salida}}) - (Cota\ L_{\text{de Llegada}}) =$ 65.49m

Se tiene que tener en cuenta que, el tramo del proyecto tiene una longitud horizontal de 01 Km + 337.09 m, pero, por las diferencias de cota entre cada punto, hace que la longitud de la tubería se incremente, haciendo por tanto una longitud total de tubería de 01 Km + 361.33 m (L = 1,361.33m.)

La pérdida de carga unitaria, o también conocido como la pendiente, esta dada por:

$$h_f = \frac{\Delta_H}{L} = \quad 48.98 \text{ m/km}$$

La pérdida de carga en el tramo, esta dada por:

$$H_f = \underbrace{h_{f_{\phi\,\text{comercial}}}}_{\text{HAZEN Y WILLIAMS}} \times L \qquad H_f = \quad \textbf{7.80 m}$$

En la línea de aduccion la presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua. Se determina mediante la ecuación de Bernoulli.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + H_f$$

Donde:

- ***Z*** : Cota de cota respecto a un nivel de referencia arbitraria
- ***P/g*** : Altura de carga de presión "***P*** es presión y ***g*** el peso especifico del fluido" (*m*)
- ***V*** : Velocidad media del punto considerado (*m/Seg.*)
- H_f : Es la pérdida de carga que se produce de 1 a 2

Si $V_1 = V_2$ y como el punto inicial esta a presión atmosférica, o sea $P_1 = 0$. Entonces:

$$\frac{P_2}{\gamma} = Z_1 - Z_2 - H_f$$

Cálculo de la Presión Residual, la cual se tiene en la tubería, esta dado por:

$$P = \Delta_H - H_f \qquad \textbf{P= 57.69 m (presión residual positiva)}$$

Según los cálculos establecidos, el sistema puede funcionar como una red por GRAVEDAD, ya que la Presión Residual es Positiva, por tanto, la Red del Proyecto es adecuada para funcionar adecuadamente.

Además, según los requerimientos iniciales, la línea de conducción requiere de una presión mínima, lo cual esta establecido para que el sistema funcione adecuadamente, poniendo en consideración, que la Presión Residual es POSITIVA (+).

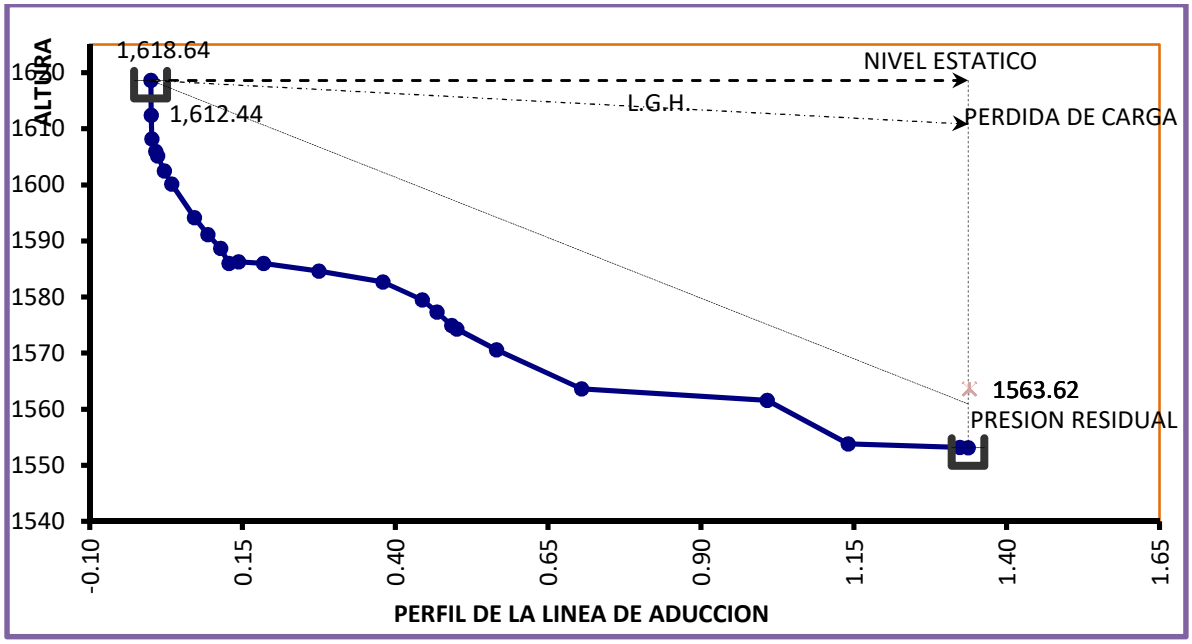
Tabla 2.6 presiones requeridas para el funcionamiento del sistema

PRESION REQUERIDA	DESCRIPCION
PRESION MINIMA	El Sistema, debe de funcionar adecuadamente, teniendo en consideración que, en su punto de salida (final del tramo proyectado), tenga una presión MINIMA establecida.
PRESION MAXIMA	El Sistema, debe de funcionar adecuadamente, teniendo en consideración que, en su punto de salida (final del tramo proyectado), tenga una presión establecida como MAXIMO (en este caso 30.00 m).

Se considera en la presente tesis que la válvula reguladora de presión CRP 1 del proyecto original regule la presión para bajarla a 30 mca frente a lo indica el expediente de 31.5 mca.

De acuerdo a esto, se presenta la representación de la LINEA DE GRADIENTE HIDRAULICO (L.G.H.) de acuerdo a la figura 2.9, que establece la Pérdida de Carga o Energía, y marca la Carga Dinámica o Presión Residual, considerándo que ambas medidas nos establece la Carga Estática existente.

Figura 2.9 Línea de gradiente hidráulico



c. ANALISIS DE LA LINEA DE ADUCCION

Se realiza un análisis general de toda la línea (tramo por tramo), para de esta forma poder verificar las presiones existentes en cada punto, de acuerdo a los criterios establecidos por Hazen y Williams, presentados en la siguiente tabla 2.7:

Tabla 2.7 Análisis de la línea de aducción

DISTANCIA HORIZONTAL (Km + m)	NIVEL DINAMICO - COTA - (msnm)	LONG. TUBERIA (m)	CAUDAL ($m^3/s.$)	PERDIDA DE CARGA UNITARI (m/Km)	DIAMETRO CALCULADO (Pulg.)	DIAMETRO ASUMIDO (Pulg.)	VELOCIDAD CALCULADA (m/Seg.)	VELOCIDAD REAL (m/Seg.)	H_f HASEN WILLIAMS (m)	ALTURA PIESOMETR. - COTA - (msnm)	PRESION (m)
00 Km + 0.00 m	1,618.64	0.00								1,618.640	0.000
00 Km + 0.50 m	1,612.44	6.22	0.05214	996.764	3 "	9 "	10.897 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.036	1,618.604	6.164
00 Km + 1.53 m	1,608.20	4.36	0.05214	971.739	3 "	9 "	10.784 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.025	1,618.578	10.378
00 Km + 7.92 m	1,605.95	6.77	0.05214	332.125	3 5/6"	9 "	6.963 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.040	1,618.539	12.589
00 Km + 11.09 m	1,605.15	3.27	0.05214	244.694	4 "	9 "	6.148 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.019	1,618.520	13.370
00 Km + 22.29 m	1,602.50	11.51	0.05214	230.250	4 1/7"	9 "	5.997 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.067	1,618.453	15.953
00 Km + 34.50 m	1,600.16	12.43	0.05214	188.221	4 1/3"	9 "	5.524 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.073	1,618.380	18.220
00 Km + 71.33 m	1,594.17	37.31	0.05214	160.530	4 1/2"	9 "	5.177 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.218	1,618.162	23.992
00 Km + 93.38 m	1,591.11	22.26	0.05214	137.458	4 3/5"	9 "	4.860 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.130	1,618.032	26.922
00 Km + 114.14 m	1,588.68	20.90	0.05214	116.258	4 3/4"	9 "	4.539 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.122	1,617.910	29.230
00 Km + 127.80 m	1,586.00	13.92	0.05214	192.523	4 2/7"	9 "	5.575 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.081	1,617.829	31.829
00 Km + 143.73 m	1,586.27	15.93	0.05214	-16.947	7 "	9 "	2.071 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.093	1,617.736	31.466
00 Km + 184.29 m	1,585.98	40.56	0.05214	7.150	8 2/5"	9 "	1.457 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.237	1,617.500	31.520
00 Km + 274.90 m	1,584.63	90.62	0.05214	14.897	7 1/4"	9 "	1.965 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.529	1,616.971	32.341
00 Km + 379.95 m	1,582.68	105.07	0.05214	18.559	7 "	9 "	2.149 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.613	1,616.358	33.678
00 Km + 444.24 m	1,579.49	64.37	0.05214	49.558	5 2/3"	9 "	3.207 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.376	1,615.982	36.492
00 Km + 468.30 m	1,577.34	24.16	0.05214	89.005	5 "	9 "	4.071 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.141	1,615.841	38.501
00 Km + 492.42 m	1,574.93	24.24	0.05214	99.422	5 "	9 "	4.259 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.141	1,615.700	40.770
00 Km + 500.50 m	1,574.32	8.10	0.05214	75.281	5 1/5"	9 "	3.802 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.047	1,615.653	41.333
00 Km + 565.42 m	1,570.60	77.23	0.05214	48.165	5 2/3"	9 "	3.170 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.451	1,615.202	44.602
00 Km + 704.61 m	1,563.62	139.36	0.05214	50.084	5 2/3"	9 "	3.221 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.813	1,614.389	50.769
01 Km + 008.58 m	1,561.60	303.98	0.05214	6.645	8 1/2"	9 "	1.414 m/Seg.	1.297 m/Seg.	1.773	1,612.616	51.016
01 Km + 140.77 m	1,553.81	132.42	0.05214	58.828	5 1/2"	9 "	3.439 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.773	1,611.843	58.033
01 Km + 323.52 m	1,553.21	182.75	0.05214	3.283	9 6/7"	9 "	1.061 m/Seg.	1.297 m/Seg.	1.066	1,610.777	57.567
01 Km + 337.09 m	1,553.15	13.57	0.05214	4.421	9 1/4"	9 "	1.198 m/Seg.	1.297 m/Seg.	0.079	1,610.698	57.548

Pérdida de carga en el tramo: **7.942 m**

CALCULO DE VELOCIDADES

Según lo detallado en la sección 5.1.2. - Tuberías, contenido en el Item 5.1.- Conducción por Gravedad, 5. - Conducción, de la NORMA TECNICA OS-010 - Captación y Conducción de Agua para Consumo Humano, establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones, en el TITULO II - Habilitaciones Urbanas, parte II.3 - OBRAS DE SANEAMIENTO, tenemos lo siguiente:

Según la sección (b), La velocidad mínima no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de 0.60 m/Seg.

Según la sección (c), La velocidad máxima admisible será:

- En los tubos de concreto 3 m/Seg.
- En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC 5 m/Seg.

Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima admisible.

A fin de que no se produzcan pérdidas de carga excesivas, puede aplicarse la fórmula de Mougnie para la determinación de las velocidades ideales para cada diámetro. Dicha fórmula aplicable a presiones a la red de distribución de 20 a 50m está dada por:

$$V = 1.50 \left(D + 0.05\right)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V : Velocidad del flujo (*m/Seg.*)
D : Diámetro de la tubería (*m*)

Remplazando el valor de diametro asumido (9 "), lo que equivale a 0.2262 metros, tenemos: **V= 0.788 m/Seg.**

Además, establecido el diámetro de diseño, para determinar la velocidad media de flujo, utilizamos la ecuación de continuidad establecido por Hazen y Williams, establecido por la siguiente fórmula:

$$V_m = \frac{4 \times Q_{\text{CONDUCCION}}}{\pi \times D^2}$$

Donde:

V_m : Velocidad media del agua a través de la tubería (*m/Seg.*)
D : Diámetro de la tubería (*m*)
$Q_{ADUCCION}$: Caudal de aduccion ($m^3/Seg.$)

Remplazando el valor de diametro asumido (0.2262 m.), y un caudal de 0.0521 m³/Seg., tenemos: **V_m = 1.297 m/s.**

Por lo tanto, según los resultados obtenemos que la velocidad ideal para una tubería de 9”, es de 0.788 m/Seg., y la velocidad media de flujo es MAYOR, con un valor de 1.297 m/Seg., lo que nos indica que la red tiene un DISEÑO ADECUADO según las exigencias del proyecto.

Según lo establecido por la NORMA TECNICA, la velocidad media del flujo (1.297 m/Seg.), debe de ser MENOR a 5.00 m/Seg., ya que la tubería a utilizar en el tramo proyectado, de acuerdo a lo asignado es de "TUB. DE: POLI(CLORURO DE VINILO)(PVC)", por tanto se tiene un DISEÑO ADECUADO según las exigencias del proyecto.

4.4. VERIFICACION DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

El proyecto cuenta con dos sub sistemas A y B que se explican a continuación:

Sub Sistema A

La red de distribución del Sub Sistema A está conformada por un conjunto de tuberías proyectadas según el expediente técnico, para el abastecimiento de las habilitaciones urbanas A.H. La Victoria y A.H. Los Rosales. Están dispuestas por las avenidas, calles y pasajes formando circuitos cerrados y ramales.

La red de distribución del Sub Sistema A se inicia en el cruce de las calles Mariscal Castilla y Simón Bolívar del A.H. Cruce La Joya Los Rosales.

La red de distribución del Sub Sistema A está conformado por una sola zona de presión denominada Zona de Presión 2 (ZP-2).

Se instalaron tuberías de PVC-UF, Norma ISO 4422, Clase-10 de DN 63, 75, 90 y 110mm.

Sub Sistema B

La red de distribución del Sub Sistema B está conformada por un conjunto de tuberías existentes y proyectadas según el expediente técnico que darán servicio a las habilitaciones urbanas de los Asentamiento Humanos El Triunfo, El Triunfo II, Marko Jara, Buen Jesús, San Juan y Santa Lucía. Las redes que fueron proyectadas han sido ubicadas a lo largo de las avenidas, calles y pasajes formando circuitos cerrados y ramales.

La red de distribución del Sub Sistema B se inicia en el cruce de las calles Mariscal Castilla y Simón Bolívar del A.H. El Triunfo.

La red de distribución del Sub Sistema B está conformada por tres zonas de presión denominadas, Zona de Presión 1 (ZP-1), Zona de Presión 2 (ZP-2) y Zona de Presión 3.

Se instalarán tuberías de PVC-UF, Norma ISO 4422, Clase 10 de DN 40, 63, 75, 90, 110, 160 y 200 mm.

Para ambos sub sistemas la longitud total de tuberías a instalar será de 43,239.07 metros.

Para la regulación de las presiones en cada zona de servicio o zona de presión, se ha previsto la construcción de tres (03) Cámaras Reductoras de Presión (CRP), todas correspondientes al Sub Sistema B.

El expediente estipulaba las siguientes presiones en las cámaras de acuerdo a la tabla 2.8

Tabla 2.8 Valores de presión de entrada y salida del expediente técnico

Camara Reductora Presion	Presion de Entrada (mca)	Presion de Salida (mca)
CRP -1	58.09	31.5
CRP- 2	38.77	15
CRP- 3	48.94	20

De acuerdo a la verificación realizada se tiene los nuevos valores para las cámaras reductoras de presión como se indica en la tabla 2.9

Tabla 2.9 Valores de presión de entrada y salida de la verificación hidráulica

Camara Reductora Presion	Presion de Entrada (mca)	Presion de Salida (mca)
CRP -1	56.8	30
CRP- 2	25.3	15.5
CRP- 3	43.2	35

Para el caso de la zona de presión ZP-3 ésta será abastecida por la cámara reductora de presión CRP-3 y para el caso de la zona de presión ZP-2 será abastecida por las cámaras reductoras de presión CRP-1 y CRP-2. La zona de presión ZP-1 se alimentará directamente del reservorio proyectado RP-01.

4.4.1. VERIFICACION DEL DISEÑO DE LAS REDES

Al respecto el Reglamento Nacional de Construcción dice lo siguiente:

"Las redes de distribución se proyectarán, en principio, en circuito cerrado formando malla. Su dimensionamiento se realizara en base de cálculos hidráulicos que aseguren caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red.

Para el análisis hidráulico del sistema de distribución podrá utilizarse el método de Hardy Cross o cualquier otro equivalente"

Para la verificación del cálculo hidráulico del Sistema de Agua Potable se tomarán las siguientes consideraciones de diseño de acuerdo a la tabla 1.7:

a) Caudales

Los caudales de diseño que se emplearan para realizar la verificación hidráulica del sistema de Agua Potable son los siguientes:

- Caudal promedio: 25.20 lit/seg
- Caudal diario 32.75 lit/seg
- Caudal horario 62.99 lit/seg

b) Presión

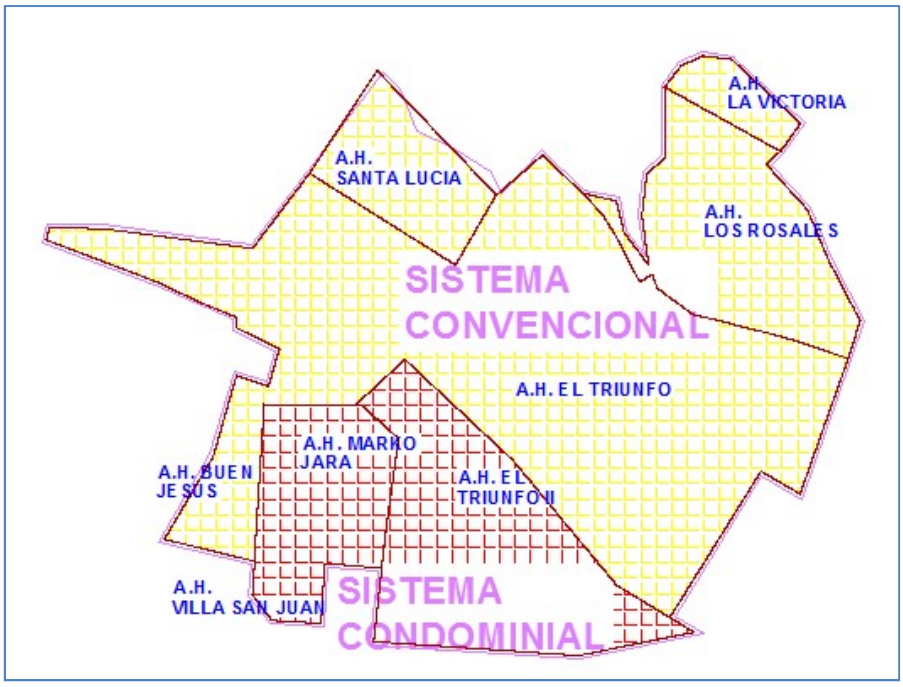
Las presiones según el Reglamento Nacional de Construcción tendrán como presión máxima 50 m. y presión mínima de 10 m de columna de agua en la red de distribución.

Los Sistemas de tuberías que distribuyen el agua en las ciudades pueden ser extremadamente complicados, si consideramos la cantidad de accesorios que tiene el Sistema (Hidrantes, codos, tees, válvulas etc.), para efectos del cálculo se despreciarán las pérdidas de carga producidas por estos accesorios.

4.4.2. CONFORMACIÓN Y LÍMITES DEL SISTEMA DE AGUA

Para las redes de distribución se tiene dos sistemas de distribución, convencionales y condominiales como se aprecia en la figura 2.10, los que de acuerdo al dimensionamiento de cálculos hidráulicos deberá de mantener presiones entre 10 y 50 m. de columna de agua.

Figura 2.10 Sistemas de distribución convencional y condominial



- **Para el sistema convencional** se tiene a los asentamientos: El triunfo I, Los Rosales, Santa Lucia, Buen Jesús, La Victoria.

  Según el RNE el diámetro mínimo de las tuberías principales será de 75mm para uso de vivienda y de 150mm para uso industrial.

  En casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tuberías de 50 mm (2") de diámetro, con una longitud máxima de 100 m si es alimentada por un sólo extremo, o de 200 m si es alimentada por los dos extremos,

siempre que la tubería alimentadora sea de diámetro mayor y se localicen dichos tramos en los límites inferiores de las zonas de presión.

El proyecto que comprende los ocho asentamientos no contempla tuberias de 50 mm para el sistema convencional sin embargo se tiene tuberías de diámetros de 63 mm que cumplen con lo relacionado a las tuberías de 50 mm.

- **Para el sistema condominial** se tiene a los asentamientos: El Triunfo II, Villa San Juan y Marko Jara.

Para los sistemas convencionales las redes de distribución son circuitos cerrados que forman mallas, las que a su vez fueron parte de un sector de abastecimiento.

Las conexiones domiciliarias de agua potable se instalaron en redes menores de 200 mm (8"), sin ninguna conexión en líneas de impulsión, conducción y aducción o en tuberías de diámetro mayor al señalado**.**

Para los Sistemas Condominiales se tiene a la tubería principal de agua potable que es el circuito de tuberías cerrado y/o abierto que abastece a los ramales condominiales. El valor de los diámetros nominales de la tubería principal son de 63, 75, 90 y 110 mm.

Para el mismo sistema condominial se tiene el ramal condominial de agua que es un circuito cerrado de tuberías, encargada del abastecimiento de agua a los lotes que conforman el condominio. El diámetro efectivo del ramal condominial es de 40 mm. El empalme de ramal condominial con la tubería principal se realizará con tubería de diámetro mínimo igual a 63 mm.

CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS DEL SISTEMA DE AGUA

- **Material de las tuberías**

Para los tramos de tuberías principales y secundarias de la red de distribución se uso PVC C-10 según la NTP ISO 4422.

Los accesorios tales como codos, tees, cruces y reducciones son de FFD K-9 en todos los casos según la Norma ISO 2531.

Las válvulas de compuerta en todos los casos son de FFD según la NTP ISO 7259.

- **Clase de tubería**

La clase de tubería está definida por las máximas presiones de trabajo, la máxima presión a que estarán sometidas las tuberías será la presión estática mas la presión debida al golpe de ariete si este se generara. En toda tubería los costos están relacionados con los espesores de la pared de la tubería, grandes presiones inducirán a tener elementos de paredes gruesas obviamente más costosas. Siendo la tubería un elemento sujeto a soportar presiones internas (presiones hidrostáticas y presiones

hidrodinámicas), resulta conveniente conocer y clasificar las distintas clases de tubería en función de esa presión de trabajo como lo indica las tablas 2.10 y 2.11.

Tabla 2.10: Dimensiones de los tubos

Diametro Nominal (mm)	Clase 5		Clase 7.5		Clase 10		Clase 15	
	e (mm)	Peso Tubo (kg)	e (mm)	Peso Tubo (kg)	e (mm)	Peso Tubo (kg)	e (mm)	Peso Tubo (kg)
63	1.6	2.77	2.3	3.94	3	5.08	4.4	7.28
75	1.9	3.92	2.8	5.71	3.6	7.26	5.3	10.43
90	2.2	5.45	3.3	8.07	4.3	10.4	6.6	14.88
110	2.7	8.18	4	11.97	5.3	15.66	7.7	22.24
160	4	13.48	5.8	19.42	7.7	25.21	11.2	36.02
200	4.9	17.61	7.3	25.24	9.6	33.09	14	47.03
250	6.2	26.97	9.1	39.69	11.9	57.58	17.5	73.48
315	7.7	42.85	11.4	61.86	15	79.96	22	114.82

Tabla 2.11: Clase de tubería en función de la presión

CLASE DE TUBERIA	CARGA ESTATICA (metros)	
	PRESION MAXIMA DE PRUEBA	PRESION MAXIMA DE TRABAJO
TUB. CLASE 5	50 m.	35 m.
TUB. CLASE 7.5	75 m.	50 m.
TUB. CLASE 10	100 m.	70 m.
TUB. CLASE 15	150 m.	100 m.

- **Ubicación:**

Todas las calles y avenidas son menores de 10 m. donde se proyectó una línea a un lado de la calzada; a excepción de la carretera panamericana de más de 20 m de ancho donde se proyectó una línea a cada lado de la calzada.

La distancia mínima entre los planos verticales tangentes más próximos entre una tubería de agua para consumo humano y una tubería de aguas residuales, instaladas paralelamente, es de 2m, medido horizontalmente.

De acuerdo a la sección transversal de las calles, las tuberías para agua potable se ubican, respecto a otros servicios públicos, en forma tal que la menor distancia entre ellos, medida entre los planos tangentes respectivos es:

- A tubería de agua potable DN <= 300 mm 0,80 m
- A canalización de regadío 0,80 m
- A cables eléctricos, telefónicos, etc. 1,00 m
- A colectores de desagüe DN <= 350 mm 1,00 m

La mínima distancia libre horizontal medida entre tuberías de agua y alcantarillado ubicadas paralelamente, es de 0,20 m.

En los puntos de cruce de tuberías de alcantarillado con tuberías de agua potable, el diseño contempla el pase de las tuberías de agua por encima de las de alcantarillado, con una distancia libre vertical mínima de 0,10 m.

En la zona condominial por razones de niveles, no fue posible proyectar la tubería de agua potable por encima de la tubería de alcantarillado, por lo que se la instalo por la parte inferior, cuidando que no coincidan las uniones de tuberías (de los tramos que conforman la línea) de ambos servicios.

La distancia entre el límite de propiedad y el plano vertical tangente más próximo al tubo es de 0.60m.

4.4.3. CONSIDERACIONES PARA LA VERIFICACION DEL DISEÑO

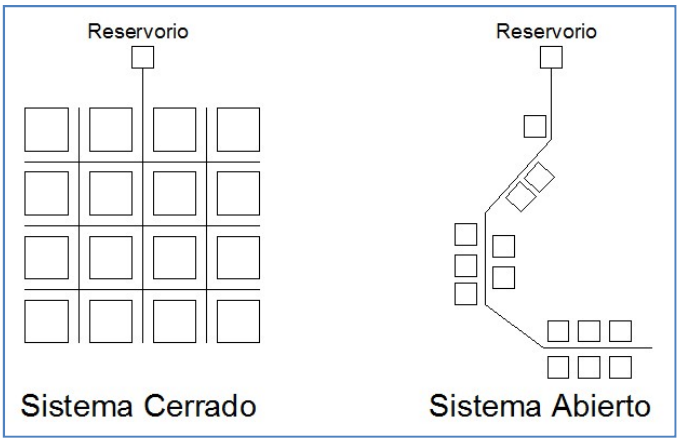
De acuerdo a la topografía, ubicación de la fuente de Abastecimiento y del Reservorio, se establecieron consideraciones generales para la verificación en el diseño de la Red de Distribución.

- Tipo de Red.
- Configuración de la Red.
- Caudal de Diseño.
- Determinacion de Caudales
- Ecuaciones

a) Tipo de Red

Dependiendo de la topografía, disposición de las viviendas y de la ubicación de las fuentes de abastecimiento puede definirse dos tipos de redes de distribución como se indica en la figura 2.11

Figura 2.11 Tipo de red



- **Sistemas abiertos (ramificadas) :** Están constituidas por un ramal troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueden formar pequeñas mallas o ramales ciegos, este tipo de sistema es utilizado cuando la topografía es tal que dificulta, o no permite la interconexión entre ramales. También son útiles en casos donde la población a servir se ha desarrollado linealmente a lo largo de una vía principal.

- **Sistemas cerrados (malladas):** Son constituidas por tuberías interconectadas formando mallas, este tipo de red de distribución es el más conveniente y tratara siempre de lograrse mediante la interconexión de las tuberías a fin de crear un circuito cerrado que permita un servicio más eficiente y permanente.

El sector del Triunfo que comprende los ocho asentamientos se tiene que:

- Sistema cerrado para los AAHH el Triunfo I, La victoria, Rosales, Santa Lucia, Buen Jesús.

- Sistema abierto para los AAHH el Triunfo II, Marko Jara y Villa San juan.

Las redes abiertas y cerradas coinciden con el tipo de sistema convencional y condominial del sistema de agua.

b) <u>Configuración de la red de Distribución</u>

Las redes malladas están constituidas por la matriz de distribución, tuberías principales, las cuales constituirán mallas, cuyos tramos se definirán por los nodos que lo comprenden, por ello se define nodo en base a lo siguiente:

- Intersección de 2 tuberías principales
- Todo punto de alimentación

c) <u>Caudal De Diseño</u>

De acuerdo a lo que indica el reglamento: *"La red de distribución se calculará con la cifra que resulte mayor al comparar el gasto máximo horario con la suma del gasto máximo diario más el gasto contra incendios para el caso de habilitaciones en que se considere demanda contra incendio*".

Se consideran de acuerdo a la población final la combinación mayor de lo que indica el párrafo anterior. Al tener una población final de 18 092 habitantes y 17 187 como población servida al año 20, y por sobrepasar los 10 000 habitantes, cifra que indica el funcionamiento en simultaneo junto con las redes de distribución de dos grifos contra incendio de acuerdo a lo indicado en el RNE.

Los grifos contra incendio tendrán un caudal de 15 lit/seg y un radio de influencia de 300 metros entre grifos.

Se tiene a continuación los caudales con los que se diseñara las redes de distribución:

- Caudal diario 32.75 lit/seg
- Caudal de incendio 30.00 lit/seg
- Caudal horario 62.99 lit/seg

La suma del caudal diario y del caudal de incendio resulta 62.75 lit/seg que resulta ser menor a la del caudal horario. Por tanto se diseñara las redes con el caudal horario de 62.99 lit/seg.

d) Determinación de Caudales

i) Estimación de la Dotación

- **Consumo Domestico**

Se tiene una dotación de 94.99 lppd sin considerar perdidas y considerando pérdidas de agua como indica el proyecto de 25% una dotación de 126.66 lppd (tabla 1.7).

- **Consumo No Domestico**

Según el reglamento nacional de edificaciones se tiene:

Centros educativos: La dotación para Centros educativos está en función de la cantidad de alumnos según el RNE. En los ocho asentamientos en estudio, se cuenta con centros Educativos como indica la tabla 2.12 y que según indica el ministerio de educación en su página web "ESCALE" es que se determinó la cantidad de los mismos.

Tabla 2.12 Alumnos en el sector cruce la joya

Código modular	Nombre de IE	Nivel / Modalidad	Gestión / Dependencia	Dirección de IE	Alumnos (2016)	Docentes (2016)
AA.HH. LA VICTORIA						
1647346	EL PARAISO	Inicial -	Pública - Sector	LA VICTORIA 2	29	1
AA.HH. LOS ROSALES						
1558717	ASOCIACION DE VIVIENDA LOS ROSALES	Inicial - Jardín	Pública - Sector Educación	MZ A ZONA B	39	2
1645001	ASOCIACION DE VIVIENDA LOS ROSALES	Primaria	Pública - Sector Educación	MZ A ZONA B	91	5
AA.HH. BUEN JESUS						
1445011	SEMILLITAS DE MI BUEN JESUS	Inical No Escolarizad	Pública - Sector Educación	EL BUEN JESUS	18	0
AA.HH. MARKO JARA						
1558709	MARKO JARA SCHENONE	Inicial -	Pública - Sector	SECTOR 2	30	2
AA.HH. TRIUNFO II						
1653591	EL TRIUNFO II	Secundaria	Pública - Sector Educación	EL TRIUNFO II AA.HH.	66	6
AA.HH. TRIUNFO I						
0617365	EL CRUCE	Inicial - Jardín	Pública - Sector Educación	EL TRIUNFO MZ LL LOTE 15	124	5
1607324	SANTISIMA VIRGEN DE CHAPI	Inicial -	Privada -	EL TRIUNFO	45	3
1607332	SANTISIMA VIRGEN DE CHAPI	Primaria	Privada -	EL TRIUNFO	161	8
1607340	SANTISIMA VIRGEN DE CHAPI	Secundaria	Particular	EL TRIUNFO	35	11

La estimación de la dotación para centros educativos se hiso para alumnos no residentes, esto quiere decir que la dotación es de 50 litros por alumno.

Centros de salud: La dotación para centros de salud está en función de los números de consultorios que existen como lo indica la tabla 2.13.

Tabla 2.13 Dotación para centros de salud

Local de Salud	Dotacion
Hospitales y clinicas de hospitalizacion	600 l/d por cama
Consultorios medicos	500 l/d por consultorio
Clinicas dentales	1000 l/d por unidad dental

Parques.- La dotación para parques está en función a su área. La dotación de agua para áreas verdes será de 2 l/d por m2. No se requerirá incluir áreas pavimentadas, enripiadas u otras no sembradas para los fines de esta dotación.

Iglesia.- La dotación para las iglesias está en función al número de espectadores, en este caso se proyectó como se fuera el caso de un teatro, y la cantidad de asientos en la iglesia que se encuentra en la zona del Triunfo.

Campo Deportivo.- La dotación para el campo deportivo está en función del número de espectadores, se dota de 1 litro de agua por cada espectador, en el distrito se cuenta con un campo deportivo.

Comercial.- La dotación de agua para locales comerciales dedicados a comercio de mercancías secas, será de 6 L/d por m2.

ii) Métodos para hallar la dotación

- **Método de las bisectrices**

Se trata de determinar el caudal o consumo medio para toda la zona a proyectar y las áreas de influencia de cada nudo con su peso respectivo, a fin de determinar una demanda unitaria. Se entiende por peso en un nudo al porcentaje de ocupación del nudo o desarrollo en el periodo de diseño. Se enumeran los nudos que configuran la red y se determinan las áreas de influencia de cada uno, trazando las mediatrices de los tramo,

- **Método de la medianera**

El otro método para la asignación de los caudales en los nudos consiste en la repartición del caudal por la mitad de ambos extremos de cada tramo. Para ello se calculará la longitud de todas las tuberías del circuito, el caudal unitario se determinará dividiendo el caudal de diseño entre la longitud total de tuberías, el caudal que se asigne a cada nudo será la mitad de la suma de las tuberías que lleguen a cada nudo multiplicado por el caudal unitario.

- **Método de la cantidad de lotes**

El presente método es una adaptación que se hace en la presente tesis para poder determinar el caudal que pasa por cada tramo de tubería y finalmente en cada nodo. Se calculara primero el cauda por tramo de tubería para lo cual se tiene que:

Qc = qu × N°viv × hpl lit/seg

Dónde:

Qu = Qmd*D/ (1-25%)/86400 lit/seg

- qu: Caudal unitario
- qc: Caudal de consumo por tramo
- Qmd: Caudal máximo diario (L/s)
- N°viv: Número de viviendas
- hpl: Habitantes por lote, 5.59 hab, ver tabla 1.4
- D: Demanda de agua sin pérdidas de agua (perdida de agua 25%)

La tabla 2.14 indica cómo se realiza el procedimiento para la determinación de demandas por tramos de nodos para la presente tesis

Tabla 2.14 Determinación de demanda por tramo de nodos

DETERMINACION DE LA DEMANDA POR TRAMO DE NODOS							
Columna 01		Columna 02	Columna 03	Columna 04	Columna 05	Columna 06	Columna 07
TRAMO		VIVIENDAS	DEMANDA (Lppd)	DEMANDA UNITAR (Lpps)	DEMANDA TOTAL (Lpps)	Qi (L/s)	Qi /2 (L/s)
213	191	J10	94.99	0.0037	0.0073	0.0410	0.0205
		J11	94.99	0.0037			

De acuerdo a la tabla 2.14 se tiene que:

- La columna uno es el tramo de tubería entre nodo y nodo asignado.
- La columna dos es el número de viviendas identificadas por nombre de lote que se encuentra entre los nodos de tubería de la columna 1.
- La columna tres es la demanda de agua sin considerar pérdidas de agua expresada en litros por habitante por día, que resulto de dividir el consumo de agua expresado en l/día y la población servida de la tabla 1.7.
- La columna cuatro es la demanda unitaria donde se considera las pérdidas de agua de 25% y se mayora con el coeficiente del caudal horario de 2.5, expresando el valor en lpps.
- La columna cinco es la demanda total del tramo, es decir la suma del número de viviendas del tramo expresada en lpps.
- La columna seis es el caudal unitario que resulta de multiplicar la cantidad de habitantes por lote (ver tabla 1.4) por la demanda total de la columna cinco.

- La columna siete es el caudal final que resulta de dividir entre dos el caudal de la columna seis puesto que entre el nodo uno y el nodo dos el numero de lotes que exista viene a representar el área de influencia en lotes de cada nodo.

Se adjunta en el anexo del sistema de agua potable: caudales en tramos tubería domiciliaria y tubería no domiciliaria, los resultados para los ocho asentamientos humanos.

Para determinar el caudal en cada nodo se deberá de ordenar los valores de la columna 1 y los valores de la columna 7 de tal manera que se determine la demanda final.

Se tiene que para un nodo 1 puede llegar de uno a cuatro caudales de agua, de la misma forma puede salir de uno a cuatro caudales como se explica en la figura 2.12 y tabla 2.15

Figura 2.12: Entrada y/o salida de caudales en cada nodo

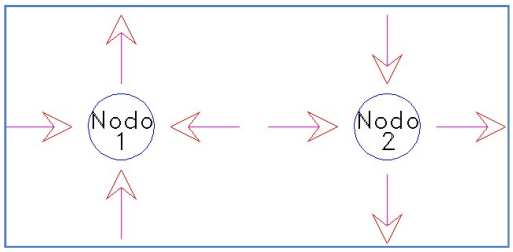


Tabla 2.15: Demanda de tramo de entrada y salida de nodo

NODO	214.000			
CANT.	TRAMO ENTRADA			DEMANDA TRAMO (L/s)
	Inicio	Fin	Nombre	
1	214	355	J 214 - J 355	0.01025362
2	214	187	J 214 - J 187	0.061521722
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-

CANT.	TRAMO SALIDA			DEMANDA TRAMO (L/s)
	Inicio	Fin	Nombre	
1	215	214	J 215 - J 214	0.030760861
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-

Se tiene que para un nodo puede ingresar 4 posibles caudales o salir la misma cantidad de acuerdo a la dirección que se halla considerado.

A continuación teniendo identificados las demandas de tramo de entrada y salida del nodo estas se sumaran, valor que resultara ser por tanto el valor de la demanda de cada nodo, como se muestra en la tabla 2.16.

Tabla 2.16: Demanda de nodo

NODO	TRAMOS CONCURRENTES	DEMANDA (L/s)	DEMANDA TOTAL (L/s)
214.000	J 214 - J 355	0.010	0.103
	J 214 - J 187	0.062	
	-	-	
	-	-	
	J 215 - J 214	0.031	
	-	-	
	-	-	
	-	-	

Finalmente se repetirá el mismo procedimiento para todos los tramos de nodo y nodo y nodos finales, obteniéndose los siguientes valores de la tabla 2.17.

Tabla 2.17: Resumen de demanda de nodo por asentamiento humano

RESUMEN DE LA DEMANDA EN CADA NODO		
AA HH LA VICTORIA		
ITEM	NODO	DEMANDA TOTAL (L/s)
1	187.000	0.082
2	188.000	0.021
3	190.000	0.062
4	191.000	0.031
5	201.000	0.103
6	202.000	0.062
7	206.000	0.072
8	211.000	0.174
9	212.000	0.062
10	213.000	0.021
11	214.000	0.103
12	215.000	0.031
13	276.000	0.195
14	355.000	0.103
15	396.000	0.103
16	502.000	0.051

Se adjunta en los anexos del sistema de agua potable: resumen de demandas de nodo en cada asentamiento los resultados para los ocho asentamientos del proyecto.

e) Ecuación

La Ecuación para el cálculo de la velocidad del agua en cualquier tubería del Sistema de distribución, es la Ecuación de Hazen-Williams.

1. Para el caso de un Sistema Abierto.

Se aplica directamente la fórmula de Hazen Willians.

$Q = 0.000426\ CH\ D^{2.63}S^{0.54}$

Donde:

- Q enL/S
- C (pie/seg) (150 para PVC)
- D en pulgadas
- S(m/km)

2. Para el caso de Circuitos Cerrados.

Método de Hardy-Cross

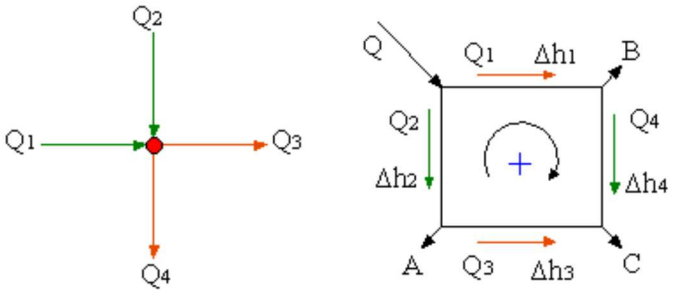
Se asumen los caudales iniciales y debe satisfacer las siguientes condiciones:

- EC. de continuidad en cada nudo.
- hf en un circuito debe ser cero.
- Caudal que ingresa a la red debe ser igual al caudal de salida.

Es un método de aproximaciones sucesivas por el cual se realizan correcciones sistemáticas a los caudales originalmente asumidos (caudales de tránsito por las tuberías) hasta que la red se encuentre balanceada.

En un nudo cualquiera de una red cerrada, la sumatoria de caudales que entran (afluentes +) a un nudo es igual a la suma de caudales que salen (efluentes -) del nodo, también la suma de perdidas a través de una red cerrada es igual a cero como indica la figura 2.14.

Figura 2.14: Esquema de la ley de continuidad de la masa en los nudos



Dónde:

$\Sigma Q = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0$

$\Sigma \Delta h = 0 \Rightarrow \Delta h_1 + \Delta h_2 - \Delta h_3 - \Delta h_4 = 0$

Cuando se emplee la fórmula de Hazen-Williams para el cálculo de pérdidas de carga en las tuberías, el factor de corrección del caudal para cada malla está dado por:

$$\Delta h = r * Q^n$$

$$\Delta h = J * L = \frac{1}{(0.2785 * C)^{1.85}} * \frac{L}{D^{4.87}} * Q^{1.85}$$

$$r = \frac{1}{(0.2785 * C)^{1.85}} * \frac{L}{D^{4.87}}$$

Donde:

- r = Coeficiente de resistencia, cuyo valor depende del tipo de ecuación empleada para el cálculo.
- n = Exponente del caudal, que depende la ecuación de resistencia empleada
- n = 1.851, según la ecuación de Hazen & Williams.
- n = 2.0, según la ecuación de Darcy & Weisbach.
- ΔQ = Variación de caudal en m3/s
- Δh = Pérdida de carga en m/m
- L = Longitud de la tubería en m
- Q = Caudal que pasa por la tubería en m3/s
- C = Coeficiente de rugosidad de la tubería de Hazen-Williams
- D = Diámetro de la tubería en m

El Método de Hardy Cross corrige sucesivamente, iteración tras iteración, los caudales en los tramos, con la siguiente ecuación general:

$$\Delta Q = -\frac{\Sigma \Delta h}{n \sum \frac{\Delta h}{Q}}$$

4.4.4. MODELOS COMPUTACIONALES

Con base en métodos reportados por la literatura técnica y la facilidad de uso se usara el programa Watercad v 8i.

4.4.4.1. Modelamiento de las redes de agua potable

Para el cálculo hidráulico se utilizó el programa de cálculo WATERCAD V 8i, que trabaja en el entorno Bentley Systems.

WATERCAD V 8i utiliza el principio de la continuidad de la masa y energía. Las ecuaciones utilizan un esquema eficiente para la liberalización de los términos no lineales y una rutina eficiente para el cálculo de las matrices, desarrollado por A.R. Curtis y J.K. Reid de la División de Física Teórica de UKAEA Research Group, Harwell, Inglaterra. Este enfoque permite el acomodamiento de tramos cerrados, válvulas reguladoras de presión, válvulas check, componentes de pérdida de carga menor, bombas, y abastecimientos múltiples de una manera muy eficiente.

- **Construcción del modelo**

Para la construcción del modelo se pueden utilizar las herramientas de dibujo que ofrece WaterCAd V8i entre las cuales se puede añadir:

- Tuberías (Pipe)
- Uniones o nodos (Junction)
- Tanques
- Reservorios
- Bombas
- Válvulas

Se creó el modelo en un archivo CAD dibujando los nodos y tramos de tubería a escala para utilizarlos directamente en el programa WaterCad, mediante el aplicativo ***MoldelBuilder***, que nos permite importar el modelo automáticamente es decir las redes de tuberías como se aprecia en la figura 2.15.

Para facilitar el dibujo del modelo, agregamos el fondo a escala en formato DXF de los lotes considerados en el proyecto.

Figura 2.15 Importación de redes al software

Finalmente después de haber realizado la importación se tiene un sistema de nudos y tuberías principales que están compuestos por:

- 603 nodos.
- 678 tramos de tuberías

La numeración y nomenclatura se detalla en el plano (simulaciones Hidráulicas).

- **Ingreso de información**

Una vez dibujado el modelo el siguiente paso es alimentar los elementos del mismo con la información requerida para la simulación tales como:

- Elevaciones
- Rugosidades
- Diámetros
- Longitudes
- Material de la tubería
- Coeficientes de perdida menor
- Niveles de tanque y reservorios

El siguiente paso en nuestro modelo consiste en ingresar los datos de elevación para cada nodo, para lo cual se utilizó el aplicativo **TRex** el cual a partir de curvas de nivel creadas de un archivo CAD como se aprecia en la figura 2.16, permite interpolar las cotas de dichas curvas asignando las elevaciones a cada nodo del modelo como se aprecia en la figura 2.17

Figura 2.16 Topografía del proyecto

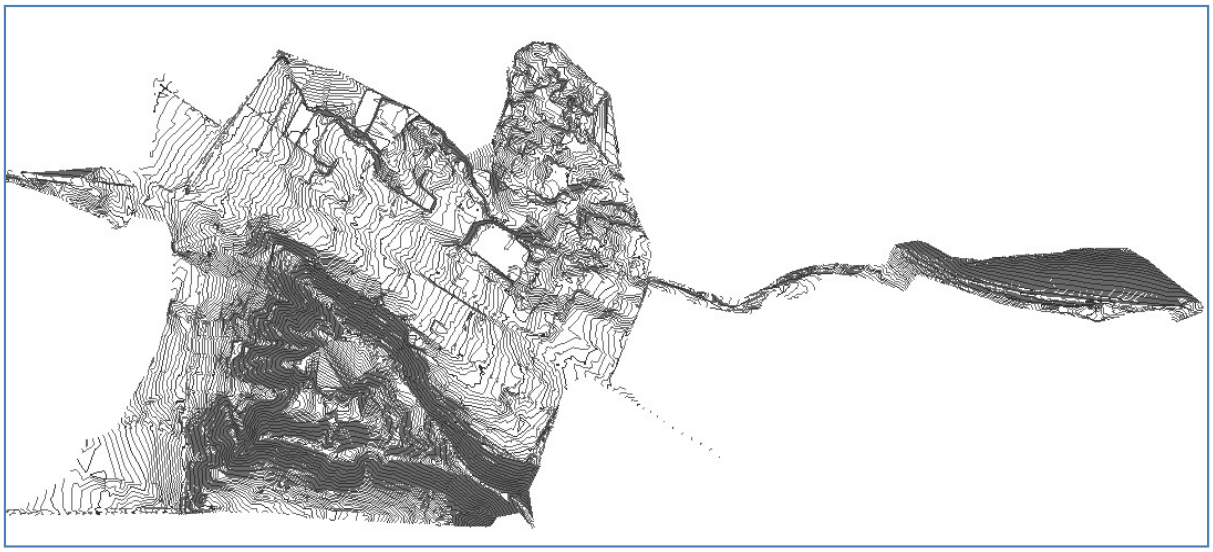
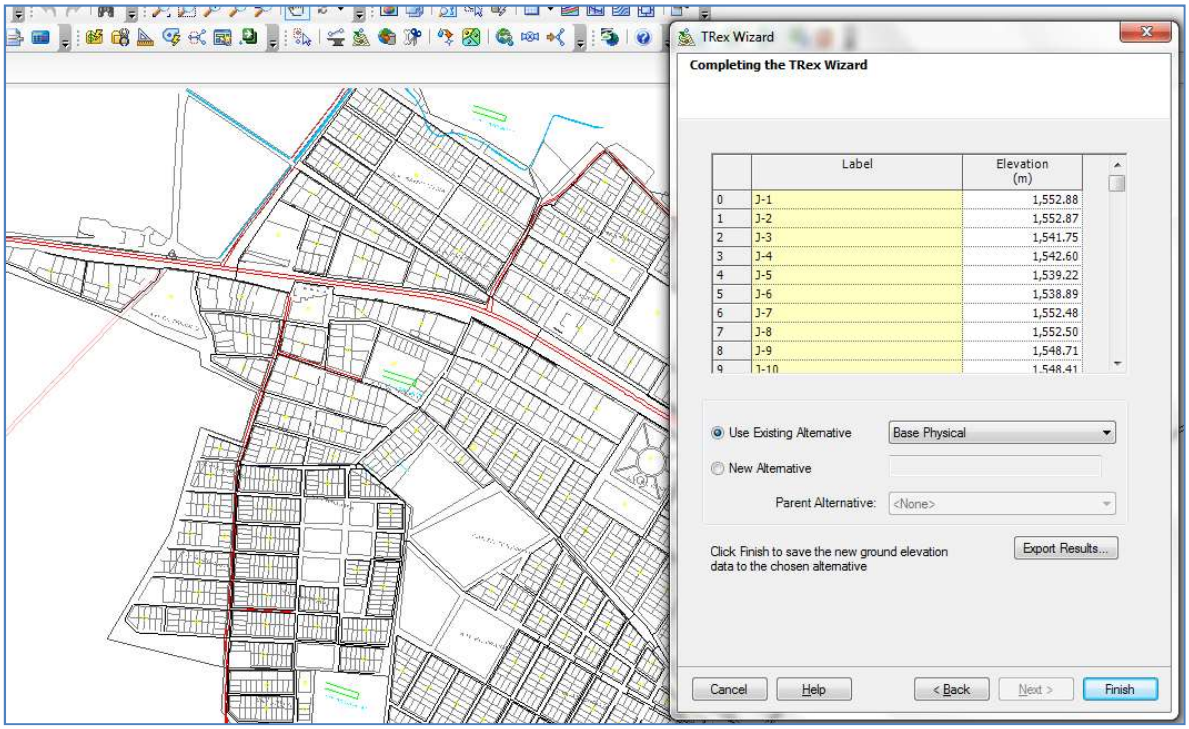


Figura 2.17 Importación de topografía al software



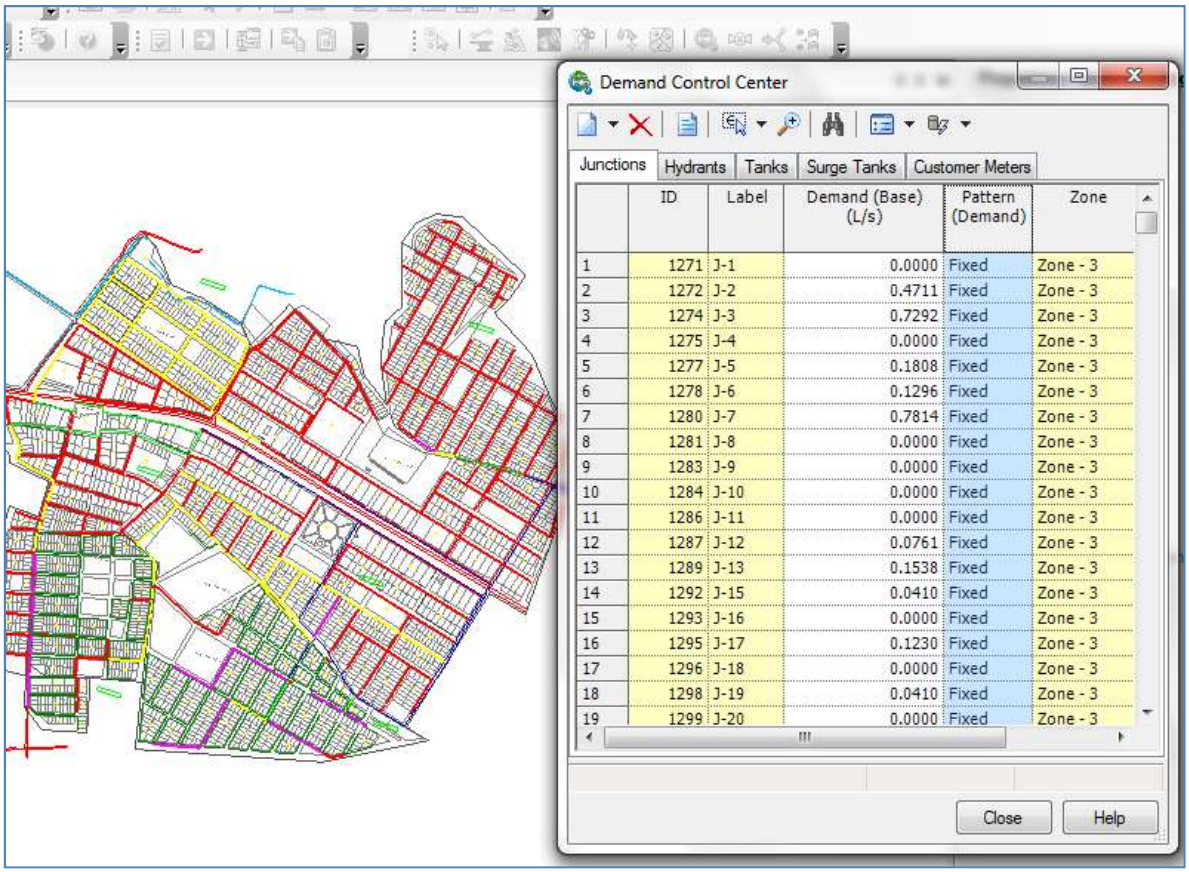
Asignación de cargas los nodos

Para el dimensionamiento de una red mallada se debe encontrar caudales de circulación para cada tramo, basándonos en algunas hipótesis de cálculo con las que podamos determinar un caudal de demanda en cada nodo.

Se tienen diversos métodos para esta determinación como se explico antes, por tanto una vez obtenidas las demandas de cada nodo se ingresaran al programa.

Se ingresa a TOOLS en la pestaña demand control center, seguidamente se pega las demandas en Demand (Base) como se aprecia en la figura 2.18

Figura 2.18 Asignación de demandas al software



	ID	Label	Demand (Base) (L/s)	Pattern (Demand)	Zone
1	1271	J-1	0.0000	Fixed	Zone - 3
2	1272	J-2	0.4711	Fixed	Zone - 3
3	1274	J-3	0.7292	Fixed	Zone - 3
4	1275	J-4	0.0000	Fixed	Zone - 3
5	1277	J-5	0.1808	Fixed	Zone - 3
6	1278	J-6	0.1296	Fixed	Zone - 3
7	1280	J-7	0.7814	Fixed	Zone - 3
8	1281	J-8	0.0000	Fixed	Zone - 3
9	1283	J-9	0.0000	Fixed	Zone - 3
10	1284	J-10	0.0000	Fixed	Zone - 3
11	1286	J-11	0.0000	Fixed	Zone - 3
12	1287	J-12	0.0761	Fixed	Zone - 3
13	1289	J-13	0.1538	Fixed	Zone - 3
14	1292	J-15	0.0410	Fixed	Zone - 3
15	1293	J-16	0.0000	Fixed	Zone - 3
16	1295	J-17	0.1230	Fixed	Zone - 3
17	1296	J-18	0.0000	Fixed	Zone - 3
18	1298	J-19	0.0410	Fixed	Zone - 3
19	1299	J-20	0.0000	Fixed	Zone - 3

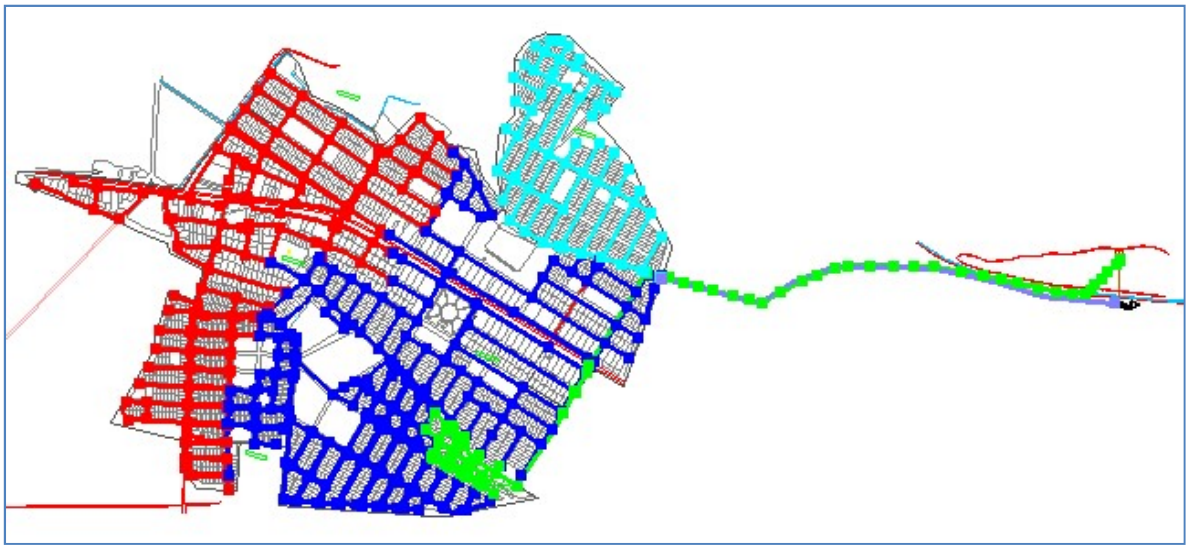
Finalmente se valida el proyecto y se computa.

Al finalizar el análisis hidráulico, el *software* le asigna a cada tubería un símbolo de flecha indicando la dirección del flujo del fluido.

A continuación se debe de agregar las válvulas reguladoras de presión que permitirán poder separar el proyecto en las tres zonas de presión como se aprecia en la figura 2.4.

Se observa en la figura 2.19 las zonas de presión del sistema de agua en watercad:

Figura 2.19 Zonas de presión



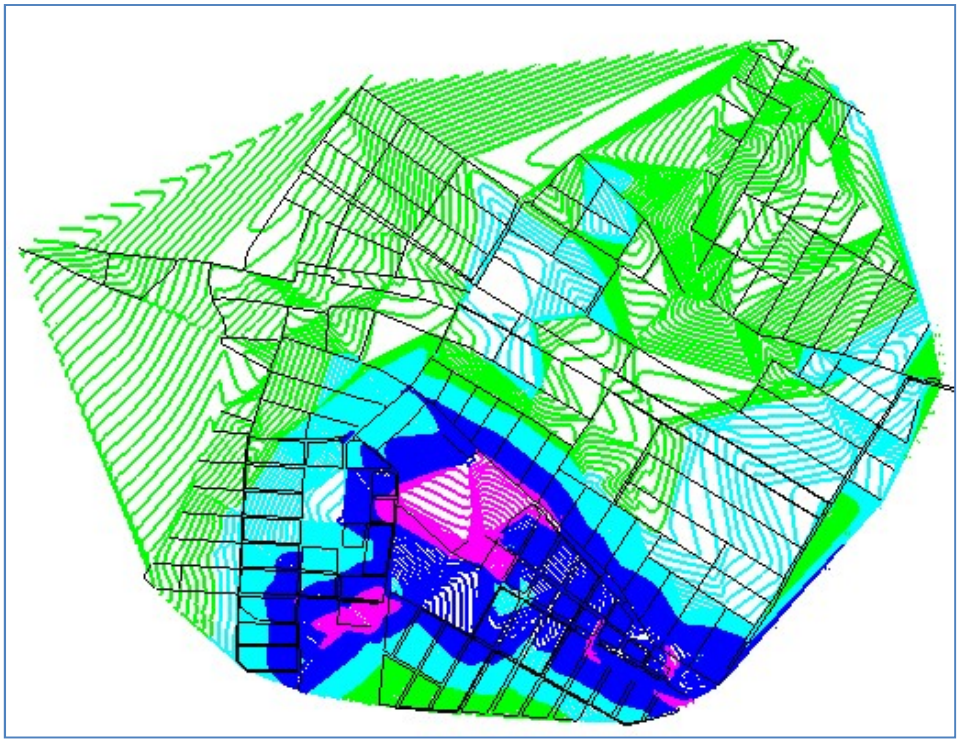
	Pressure Zone	Nodes <Count>	Isolation Elements <Count>	Pipes <Count>	Boundary Pipes <Count>	Length (m)	Fluid Volume (L)	Color
0	Pressure Zone - 1	166	3	200	0	13,842.52	46,180.7	255, 255,
1	Pressure Zone - 2	316	6	371	0	21,030.65	78,604.2	255, 0, 0
2	Pressure Zone - 3	93	2	99	0	3,671.95	76,079.0	255, 0, 25...
3	Pressure Zone - 4	58	2	71	0	4,694.12	14,783.0	255, 0, 25...
4	Pressure Zone - 5	1	1	1	0	1,290.71	21,196.0	255, 128,...

La zona de presión celeste y azul pertenece a una misma zona de presión. La diferencia es que la zona de presión 4 (celeste) se alimenta del reservorio RE-01 y la zona de presión 2 se alimenta del reservorio RP-01. La zona de presión cinco corresponde a la línea de aducción que termina en la válvula de corte VC-5.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede apreciar la ubicación de las presiones de acuerdo a la figura 2.20 donde se aprecia:

- El color verde indica presiones de 35 a 59 mca
- El color celeste indica presiones de 35 a 25 mca.
- El color azul indica presiones de 25 a 15 mca
- El color magenta indica presiones de 15 a 9.7 mca.

Figura 2.20 Presiones del sistema de agua potable



El reporte de resultados incluye:

- Nodos
- Tuberías
- Hidrantes
- Tanques (reservorios)
- Válvulas

Todos los cálculos resultan de ir a la pestaña report element table y la selección de la anterior lista. Los resultados se adjuntan en el anexo del sistema de agua potable: Reporte de resultados del software watercad.

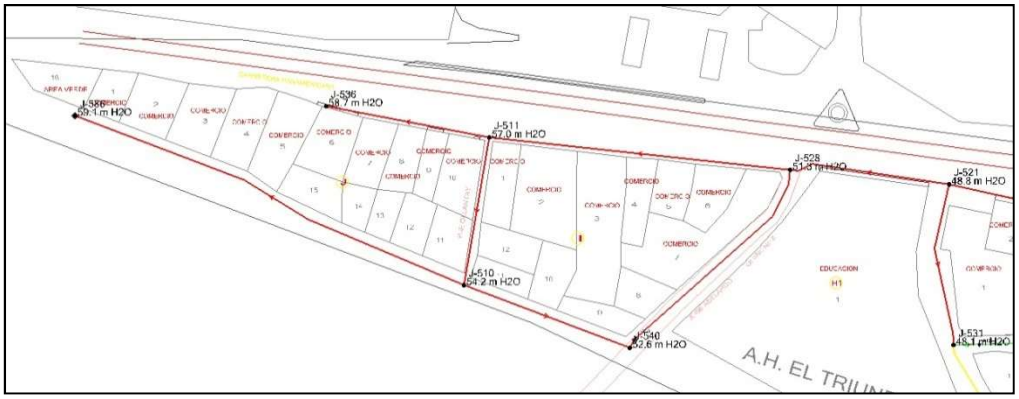
5. OBSERVACIONES AL PROYECTO

Se debe de agregar una válvula reguladora de presión entre la calle Micaela bastidas y la carretera panamericana, después del nudo 521 como aprecia en la figura 2.21, que tiene una presión de 48.8 mca, puesto que seguido de este nodo existen seis nodos con presiones superiores a 50 mca, como indica la tabla 2.18.

Tabla 2.18 Presiones superiores a 50 mca

Nudo	Presión Inicial (mca)
528	51.3
540	52.6
510	54.2
511	57
536	58.7
586	59.1

Figura 2.21 Tramo con presiones superiores a 50 mca



La válvula reguladora de presión a diferencia de las cámaras reductoras de presión 1, 2 y 3 no poseerá un sistema de by pass por lo que se recomienda que esta sea de características más sencillas siempre que logre reducir la presión de agua. Se propone que deba reducir 20 mca, quedando finalmente las presiones como indica la tabla 2.19.

Tabla 2.19 Presiones finales con cámara reguladora de presión

Nudo	Presión Inicial (mca)	Presión Final (mca)
528	51.3	31.3
540	52.6	32.6
510	54.2	34.2
511	57	37
536	58.7	38.7
586	59.1	39.1

Se tiene 18 hidrantes ubicados en tuberías de los siguientes diámetros, según la tabla 2.20:

Tabla 2.20 Diámetro nominal de los hidrantes

Hidrante	Diametro Nominal
H-1	63 mm
H-2	63 mm
H-3	110 mm
H-4	160 mm
H-5	160 mm
H-6	160 mm
H-7	160 mm
H-8	160 mm
H-9	160 mm
H-10	160 mm
H-11	110 mm
H-12	110 mm
H-13	110 mm
H-14	110 mm
H-15	110 mm
H-16	110 mm
H-17	160 mm
H-18	160 mm

De acuerdo al reglamento se indica que los hidrantes deben estar ubicados en tuberías de diámetros de 100 mm, por lo que los hidrantes H1 y H2 no cumplen con este requisito.

Además se debe de reubicar los hidrantes contra incendio para que estos tengan un radio de acción de 300 metros y abarque todo el proyecto.

En la figura 2.22 se muestra el radio de acción de los grifos contra incendio de 300 metros notándose que el radio de todos los grifos no cubre todo el proyecto.

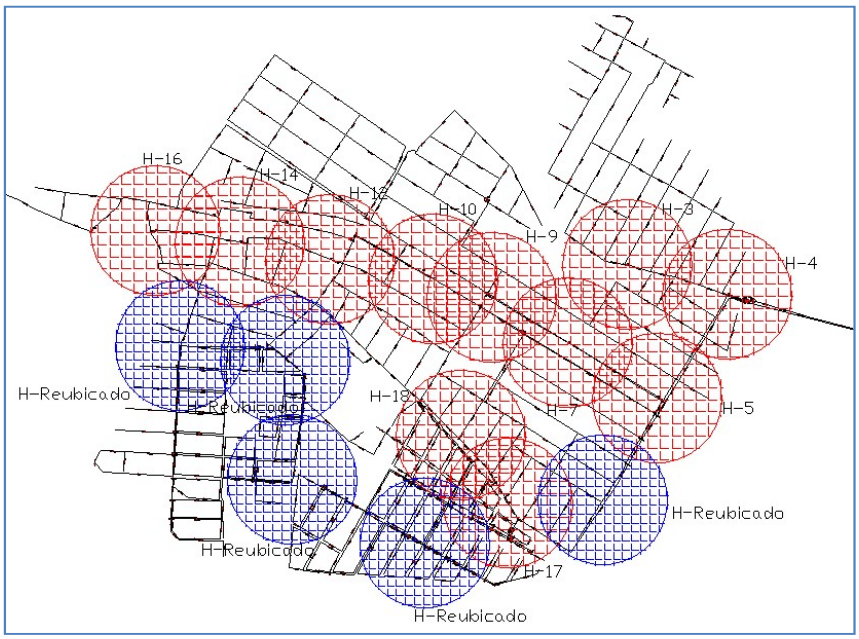
Se propone realizar la modificación de la ubicación de los grifos contra incendio quedando de la siguiente forma de acuerdo a la figura 2.23 que indica la ubicación y cantidad suficiente de los hidrantes que cubren más zonas del proyecto separados cada hidrante por 150 metros de acuerdo a lo indicado en el reglamento y ubicado en tuberías y con diámetro mínimo desde 110 mm. Se retiran los hidrantes.

Los hidrantes H-1, H-2 por ubicarse sobre una tubería de 63 mm no cumple con el diámetro mínimo de 110 mm, por tanto su funcionamiento no es el adecuado, sin embargo pueden funcionar como válvulas de purga o pueden funcionar como hidrantes con un caudal menor de 15 lit/seg, sugiriéndose la mitad.

Figura 2.22 Ubicación de los grifos contra incendio del expediente técnico

Los hidrantes H6, H-8, H-11, H-13 y H-15 no son necesarios por estar muy cerca respecto a los hidrantes H-7, H-12, H-14 y H-16 respectivamente, por lo que su uso se podrá obviar. Por tanto se recomienda reubicar los hidrantes H6, H-8, H-11, H-13 y H-15 hacia la ubicación donde se indica el radio de influencia azul de la figura 2.23. Por ser tuberías de 110mm y 160 mm, en zona convencional y 90 en condominial de acuerdo a lo indicado en el reglamento.

Figura 2.23 Reubicación de los grifos contra incendio



CAPITULO III

SISTEMA DE REDES DE AGUAS RESIDUALES

1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PROYECTADO

La solución técnica planteada para la recolección y evacuación de la totalidad de las aguas servidas de los asentamientos humanos involucrados en el área del proyecto el triunfo, considero sistemas de alcantarillado del tipo convencional y del tipo condominial, como se aprecia en la figura 2.10, los cuales funcionan por gravedad con descargas finales hacia plantas de tratamiento de Aguas Residuales.

El sistema de Alcantarillado del tipo Condominial se encuentra en las zonas del área del proyecto en las cuales existen condiciones especiales para su aplicación, tales como: difícil acceso, topografía variable y tipo de suelo que hicieron difícil la excavación de zanjas a gran profundidad.

El sistema de alcantarillado proyectado, estará definido por 02 áreas de drenaje, como se aprecia en la figura 3.1, denominadas AD-01, que descargará hacia la Planta de tratamiento de Aguas Residuales Proyectada y el área de drenaje AD-02 que descargara hacia la Planta de tratamiento de Aguas Residuales existente.

1.1. ÁREAS DE DRENAJE

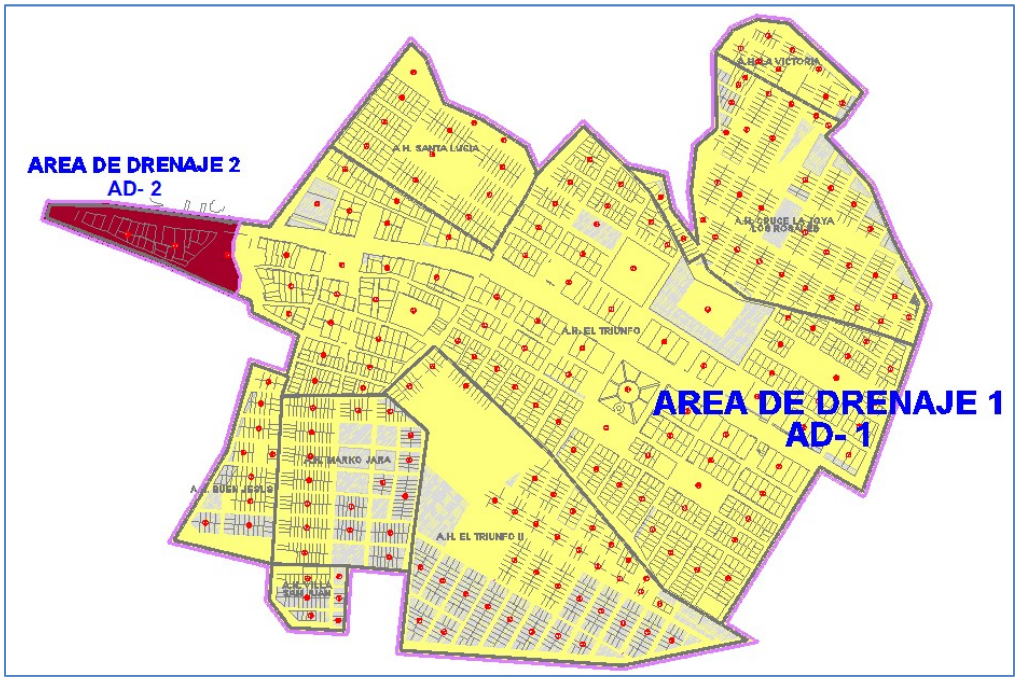
Debido a la configuración topográfica y distribución de los asentamientos humanos del área del proyecto, se han ubicado 02 Áreas de Drenaje, cada una de la cuales orienta su punto de descarga hacia la cota más baja mediante un colector principal; las cuales se describe a continuación:

Área de Drenaje AD-1.- recolecta las descargas de los Asentamiento Humanos: El Triunfo II, El Cruce La Joya Los Rosales, Marko Jara, La Victoria, Buen Jesús, San Juan y Santa Lucia, el sistema de alcantarillado para esta área de drenaje es de tipo condominial y convencional que en conjunto tiene un caudal (caudal Máximo Horario futuro) de 32.948 lps, proyectado al año 20, el cual descarga hacia la Planta de tratamiento nueva.

Área de Drenaje AD-2.- El área de Drenaje AD2 recolecta las descargas de parte del asentamiento humano El triunfo I, el sistema para esta zona es de tipo convencional.

El caudal de diseño considerado para el proyecto es de 0.963 lps (caudal máximo Horario proyectado al año 20)

Figura 3.1 Áreas de Drenaje del Sistema de Alcantarillado Proyectado



1.1.1. Colectores Principales

Para cada área de drenaje se identifica colectores principales. Tal es así que el área de drenaje AD1 considera dos colectores principales, el cual uno de ellos se inicia en la avenida Micaela Bastidas y está constituido por tubería de PVC. Norma ISO 4435 con diámetro nominales 200 mm y el otro colector principal se inicia en la calle 3 y está conformado por tuberías de PVC, Norma ISO 4435, diámetro nominal de 200 mm, ambos colectores se empalman, para a través del nuevo emisor y descarga hacia la planta de tratamiento de agua residuales nueva.

En el área de Drenaje AD2 tiene un colector principal que se desplaza por la Carretera Panamericana Sur.

1.1.2. Red de Colectores

Se implementó redes secundarias en las áreas de drenaje AD-1y AD-2 mediante la instalación de tuberías de PVC-U ISO 4435, Serie 25, 20 y 16.7.respectivamente con diámetro nominal mínimo de 200 mm.

Para el sistema condominial la red estará conformada por tuberías de PVC-UF, de diámetro nominal 110 mm y 160 mm.

1.1.3. Cámaras de Inspección

Se construyeron buzones con profundidad tal que permite un recubrimiento mínimo de 1.00 m sobre la clave de la tubería.

1.1.4. Emisor

El Emisor Proyectado del expediente técnico recibe las descargas del área de drenaje AD1, para un caudal máximo horario de 32.948 lps y descarga hacia la Planta de tratamiento de Aguas residuales proyectada del expediente; este emisor está compuesto por tuberías de PVC, Norma NTP-SO 4435, con diámetros nominales de 250 y 315 mm.

Asimismo el expediente considero la rehabilitación del emisor existente, el cual recibe las descargas finales del área de drenaje AD2 , hasta la Planta de tratamiento de Aguas Residuales Existente , tiene tuberías de PVC-UF, Norma NTP-SO 4435, con diámetros nominales de 200 mm, que transportan un caudal de 0.963 lps

2. TIPOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL PROYECTO

2.1. Localización de colectores

Los desagües de los asentamientos humanos: El Triunfo II, El Cruce La Joya, Los Rosales, Marko Jara, La Victoria, Buen Jesús, San Juan y Santa Lucia Distrito La Joya, tienen sistemas de alcantarillado del tipo convencional y del tipo condominial.

- **Sistema de Alcantarillado Convencional**.- Con respecto a sistemas de tipo convencional las redes de alcantarillado se hicieron por las vías públicas. Los colectores sanitarios se ubican en el centro de la vía, y en avenidas mayores a los 20 m como es el caso de la carretera panamericana de ancho mayor a 40 m se realizó un colector a cada lado de la calzada.

  Con respecto a los niveles relativos en los colectores, las claves de estos están ubicadas:

  - como mínimo 20 cm por debajo de las redes de agua potable
  - como mínimo 20 cm por debajo o por encima de los colectores sanitarios existentes

  La distancia entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente de la tubería debe es igual y/o mayor de 1,5 m. La distancia entre los planos tangentes de las tuberías de agua potable y red de aguas residuales es igual y/o mayor de 2 m.

- **Sistema de Alcantarillado Condominial**.- Con respecto a sistemas de tipo condominial, la tubería principal de alcantarillado se ubica en el medio de la calle y el costado de la calzada.

  El ramal condominial de alcantarillado se ubica en la vereda y paralelo al frente del lote. El eje del ramal de 0.50 m a partir del límite de propiedad. Los ramales condominiales se hicieron en tramos rectos entre cajas condominiales.

3. PARÁMETROS PARA LA VERIFICACION DEL DISEÑO

3.1. Ecuaciones para el diseño

3.1.1. Ecuación de Manning

$$V = \frac{1}{n} R_H^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Dónde:

- V Velocidad, en m/s
- N Coeficiente de rugosidad de Manning adimensional
- RH Radio hidráulico, en m
- S Pendiente, en m/m

Se tienen diferentes valores para el coeficiente de manning de acuerdo al tipo de material como se indica en la tabla 3.1

Tabla 3.1 coeficiente de manning (*n*)

MATERIAL	COEFICIENTE
Concreto Liso	0.010
Concreto Norma	0.013
PVC	0.010
Fierro Fundido	0.010
Arcilla Vitrificada	0.013

Según la guía para el diseño de tecnologías de alcantarillado de la OPS, el coeficiente de rugosidad: Para el diseño de alcantarillas nuevas y en la comprobación de la capacidad de alcantarillas existentes bien construidas, se recomienda emplear un coeficiente de rugosidad de Manning y Kutter-Ganguillet (n) de 0,013.

El valor de n de 0,013, se deberá emplear incluso con tuberías de materiales relativamente lisos como PVC o arcilla vitrificada, la resistencia al flujo de una tubería no depende principalmente de su tipo de material, más bien de un conjunto de factores tales como: la capa de película biológica que se desarrolla en las paredes de las tuberías, el número de conexiones domiciliarías, pozos de registro y otras instalaciones complementarias que perturban el flujo permaneciendo invariables, independientemente del material del conducto.

Por tanto, teniendo en cuenta el grado de incertidumbre inherente al proyecto y construcción de alcantarillas, el valor de n a adoptar para el diseño de todos los sistemas de alcantarillado para la presente tesis es de 0,013.

3.1.2. Ecuación de continuidad

$Q = A \cdot V$

Dónde:

- Q = Caudal, en m3/s
- A = Área de la sección, en m2
- V = Velocidad, en m/s

Los cálculos de las figuras de los sectores y segmentos circulares y relaciones trigonométricas, deben ser obtenidos según la figura 3.2 y 3.3.

Figura 3.2 segmentos circulares y relaciones trigonométricas

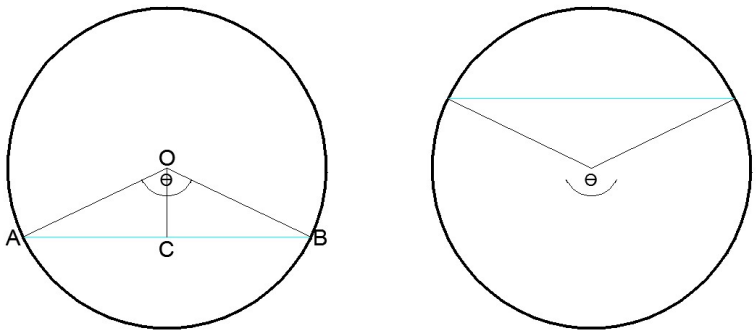
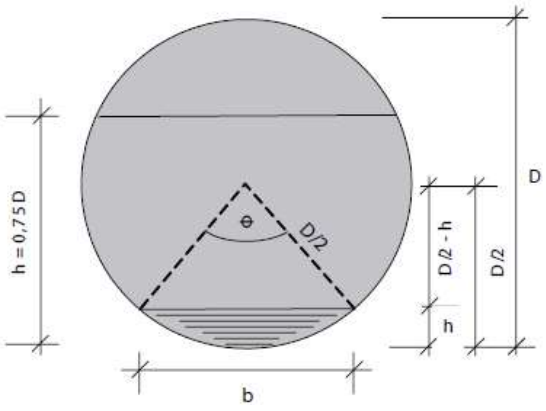


Figura 3.3 - Relaciones geométricas de la sección circular parcialmente llena



Dónde:

- Θ Angulo central: formado por las líneas que unen el centro y los puntos de contacto del agua con el tubo.
- D Diámetro interno
- h Tirante de agua, en m

En la figura 3.2 se forma un triángulo isósceles AOB, el cual puede ser dividido en dos triángulos rectángulos. En el triángulo OCB, OB=D/2

$$\cos\left(\theta/2\right)=\frac{\left(\frac{D}{2}-d\right)}{\left(\frac{D}{2}\right)} \qquad = \qquad \cos\left(\theta/2\right)=1-2\frac{d}{D}$$

Ancho de la corriente:

En el mismo triangulo OCB: $$sen\left(\theta/2\right)=\frac{CB}{\frac{D}{2}} \qquad AB=D\times sen\left(\theta/2\right)$$

AB es el ancho de la corriente, se designa con "T"

$$T=D\times sen\left(\theta/2\right)$$

3.1.3. Sección llena

Las relaciones geométricas para la sección circular son:

- Área:

$$A=\frac{\pi D^2}{4}$$

- Perímetro:

$$P=\pi D$$

- Radio hidráulico:

$$R_H=\frac{D}{4}$$

- Velocidad:

$$V=\frac{0,397}{n}D^{\frac{2}{3}}\cdot S^{\frac{1}{2}}$$

- Caudal:

$$Q=\frac{0,312}{n}D^{\frac{8}{3}}\cdot S^{\frac{1}{2}}$$

3.1.4. Sección parcialmente llena

- Ángulo central θº (en grado sexagesimal):

$$\theta^{o}=2\arccos\left(1-\frac{2h}{D}\right)$$

- Radio hidráulico:

$$R_H = \frac{D}{4}\left(1 - \frac{360\ \text{sen}\theta^o}{2\pi\theta^o}\right)$$

- Velocidad:

$$V = \frac{0{,}397\, D^{2/3}}{n}\left(1 - \frac{360\ \text{sen}\theta^o}{2\pi\theta^o}\right)^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

- Caudal:

$$Q = \frac{D^{8/3}}{7257{,}15 \cdot n \cdot (2\pi\theta^o)^{2/3}}\left(2\pi\theta^o - 360\ \text{sen}\theta^o\right)^{5/3} \cdot S^{1/2}$$

3.1.5. Relaciones de tirantes, velocidades y caudales

- Relación de tirantes:

$$\frac{h}{D} = \frac{1}{2}\left[1 - \cos\left(\frac{\theta^o}{2}\right)\right]$$

- Relación de radios:

$$\frac{R}{R_{II}} = \left(1 - \frac{sen\theta}{\theta}\right)$$

- Relación de velocidades:

$$\frac{V}{V_{II}} = \left(1 - \frac{360\text{sen}\theta^o}{2\pi\theta^o}\right)^{2/3}$$

- Relación de caudales:

$$\frac{Q}{Q_{II}} = \left(\frac{\theta^o}{360} - \frac{\text{sen}\theta^o}{2\pi}\right)\left(1 - \frac{360\ \text{sen}\theta^o}{2\pi\theta^o}\right)^{2/3}$$

De las ecuaciones descritas de sección llena, parcialmente llena, relaciones de tirantes, velocidades y caudales se tiene la tabla 3.2 que son las propiedades hidráulicas de la sección, graficadas en las figuras 3.4 y 3.5.

Tabla 3.2 propiedades hidráulicas de la sección

PROPIEDADES HIDRAULICAS DE LA SECCION				
Q/QII	**h/D**	**Angulo Grad**	**R/RII**	**V/VII**
0.0000002	0.0005000	5.1251	0.001333	0.012112
0.0000004	0.0006250	5.6560	0.001666	0.013890
0.0000006	0.0007500	6.1869	0.001999	0.015668
0.0000008	0.0008750	6.7177	0.002332	0.017446
0.0000010	0.0010000	7.2486	0.002665	0.019224
0.0000092	0.0020000	9.4913	0.005324	0.028453
0.0000173	0.0030000	11.7339	0.007984	0.037683
0.0000255	0.0040000	13.9766	0.010643	0.046912
0.0000336	0.0050000	16.2192	0.013302	0.056141
0.0000552	0.0060000	17.6082	0.015951	0.062848
0.0000768	0.0070000	18.9971	0.018601	0.069556
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
1.0681948	0.9845000	332.2905	1.079997	1.052601
1.0530047	0.9882500	335.8818	1.069588	1.045837
1.0378146	0.9920000	339.4730	1.059180	1.039074
1.0283610	0.9940000	344.6048	1.044385	1.029306
1.0189073	0.9960000	349.7365	1.029590	1.019537
1.0094537	0.9980000	354.8683	1.014795	1.009769
1.0000000	1.0000000	360.0000	1.000000	1.000000

Figura 3.4 Relación hidráulica de velocidades sección parcialmente llena a completamente llena.

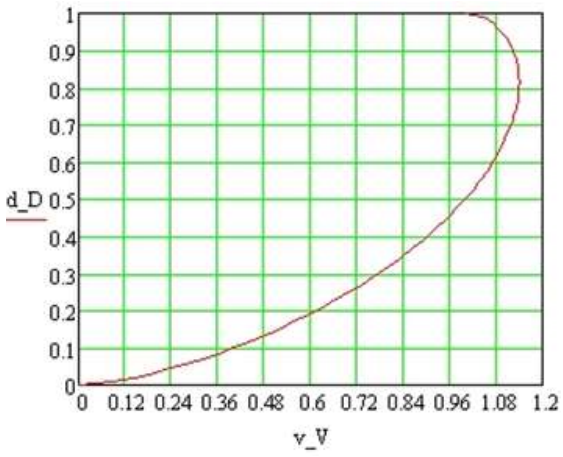
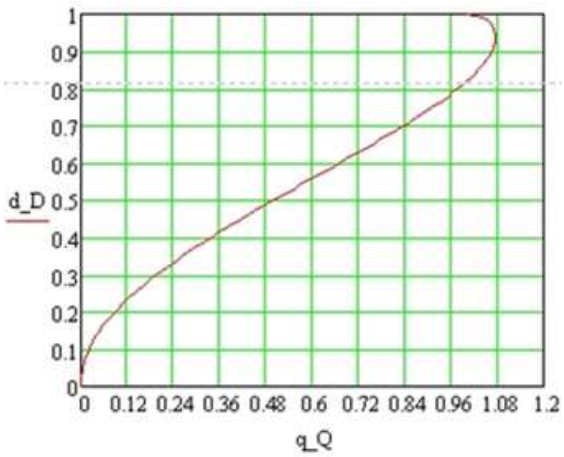


Figura 3.5 Relación hidráulica de caudales sección parcialmente llena a completamente llena.



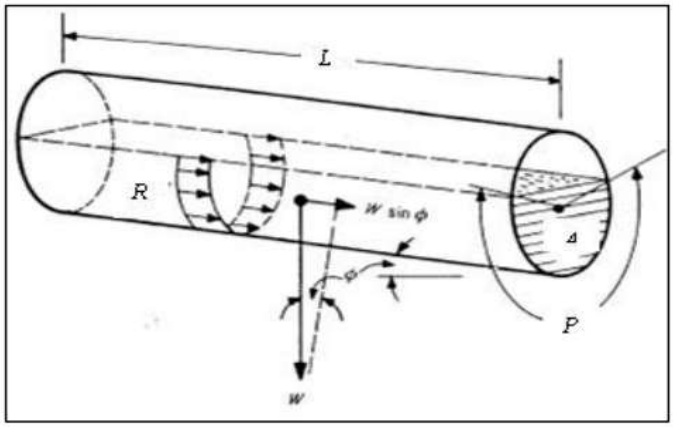
La tabla 3.2 completa se adjunta en los anexos del sistema de alcantarillado: propiedades hidráulicas de sección.

3.1.6. Tensión Tractiva

La tensión tractiva o fuerza de arrastre (τ), es la fuerza tangencial por unidad de área mojada ejercida por el flujo de aguas residuales sobre un colector y en consecuencia sobre el material depositado.

Como se muestra en la figura 3.6, en la masa de aguas residuales de un tramo de colector de longitud L, con área de sección transversal A y perímetro mojado P, la tracción tractiva estará dada por el componente del peso (W) en dirección del flujo dividido por el área mojada:

Figura 3.6 Parámetros para tensión tractiva en un colector circular



$$\tau = \frac{W \operatorname{sen}\phi}{PL}$$

Dónde:

- τ = Tensión tractiva (N/m2 , Pa)
- P = Perímetro mojado (m).
- L = Longitud (m)
- W = Peso (Newton) está dado por: W = ρg AL

Si se considera que A/P es el radio hidráulico, R:

τ = ρ g R senφ

Cuando φ es pequeño, senφ = tanφ, y como la tanφ es la gradiente del colector, S (m/m), la ecuación de tensión tractiva puede ser escrita de la siguiente forma:

$$\tau = \rho \cdot g \cdot R_H \cdot S$$

Dónde:

- τ Tensión tractiva media, en Pa
- ρ Densidad del agua, 1 000 kg/m3
- g Aceleración de la gravedad, 9,81m/s2
- RH Radio hidráulico, en m
- S Pendiente del tramo de tubería, en m/m

Cada tramo debe ser verificado por el criterio de Tensión Tractiva Media (σt) con un valor mínimo σt = 1,0 Pa, calculada para el caudal inicial (Qi), valor correspondiente para un coeficiente de Manning n = 0,013.

Para coeficientes de Manning diferentes de 0,013, los valores de Tensión Tractiva Media y pendiente mínima a adoptar deben ser justificados. Para tuberías de P.V.C. la tensión tractiva mínima adoptada por algunos proyectistas sanitarios es de 0,6 Pa.

Según el reglamento de SEDAPAL indica que la tensión tractiva mínima para los sistemas de alcantarillado será de 1 Pa, en los tramos iniciales la verificación de la tensión tractiva no podrá ser inferior a 0.60 Pa. Con estos valores de tensión tractiva se determinara la pendiente mínima de tubería.

Mara (2000), indica que cuando existen dudas sobre la calidad de la construcción, debido a la calidad de los materiales de construcción, podría ser apropiado un valor mínimo de tensión tractiva de 1.5 Pa.

Para el presente trabajo de tesis se trabajara con una tensión tractiva mínima de 1 Pa y 0.60 Pa en los inicios de tramos.

3.1.7. Pendiente Mínima

La pendiente mínima puede ser determinada por la siguiente expresión:

$$S_o min = 0{,}0055\ Q_i^{-0{,}47}$$

Dónde:

- Somin. = Pendiente mínima (m/m)
- Qi = Caudal inicial (L/s).

3.1.8. Velocidad Mínima

El cálculo de la velocidad es mediante la ecuación de Chezy:

$$V = C\sqrt{R \times S}$$

El valor del coeficiente de descarga de C de Chezy, de acuerdo a Ganguillet – Kutter es:

$$C = \frac{23 + \frac{0.00155}{S} + \frac{1}{n}}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{S}\right) \times \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

Dónde:

- V = Velocidad (m/s)
- C = Coeficiente de descarga de Chezy.
- R = Radio hidráulico (m)
- S = Pendiente (m/m)
- N = Coeficiente de rugosidad

3.1.9. Velocidad Máxima

Es la velocidad que pueden alcanzar las aguas residuales domésticas en los colectores de alcantarillado con cantidades no significativas de sedimentos en suspensión.

La velocidad máxima es función del material del que están hechas las tuberías y no debe de exceder los 5m/s de acuerdo a lo indicado para tuberías de Policloruro de Vinilo PVC y al reglamento.

3.1.10. Tirante Máximo de Agua

Los tirantes de agua deben ser siempre calculados admitiendo un escurrimiento en régimen uniforme y permanente, siendo su valor máximo igual o inferior a 75% del diámetro del colector.

3.1.11. Velocidad Crítica

Cuando la velocidad final (Vf) es superior a la velocidad crítica (Vc), el mayor tirante admisible debe ser 50 % del diámetro del colector, asegurándose la ventilación del tramo.

La velocidad crítica está definida por:

$$V_C = 6 \times \sqrt{g \times R_H}$$

Dónde:

- g Aceleración de la gravedad (m/s2)
- R_H Radio hidráulico (m)

3.1.12. Capacidad máxima de conducción

Las tuberías secundarias serán diseñadas con una altura de flujo máxima equivalente al 75% del diámetro interno de la tubería.

Las tuberías correspondientes al emisor serán diseñadas con una altura de flujo máxima equivalente al 50% del diámetro interno de la tubería.

3.1.13. Recubrimiento de Tuberías de Alcantarillado

Tubería Principal de Alcantarillado (Convencional y condominial)

La tubería principal de alcantarillado se ubicará entre el medio de la calle y el costado de la calzada; a partir de un punto, ubicado como mínimo a 1,30 metro del límite de propiedad y hacia el centro de la calzada. El recubrimiento mínimo medido a partir de la clave del tubo será de 1,00 m para zonas con acceso vehicular y de 0,30 m para zonas sin acceso vehicular y/o en zona rocosa, debiéndose verificar, para cualquier profundidad adoptada, la deformación (deflexión) de la tubería generada por cargas externas. Para toda profundidad de enterramiento de tubería.

Ramal Condominial de Alcantarillado

El ramal condominial de alcantarillado se ubicará en la vereda y paralelo al frente del lote. El eje del ramal se ubicará de preferencia sobre el eje de vereda, o en su defecto, a una distancia de 0,50 m a partir del límite de propiedad.

El recubrimiento mínimo medido a partir de la clave del tubo será de 0,20 m cuando el tipo de suelo sea rocoso.

Cuando el tipo de suelo donde se ubicará el ramal sea semi roca y/o natural, el recubrimiento mínimo será de 0,30 m.

Tabla 3.3 Ubicación y recubrimiento de tuberías de Alcantarillado condominial

TUBERÍA	UBICACIÓN	RECUBRIMIENTO MÍNIMO		DIÁMETRO
		CALLE CON ACCESO VEHICULAR	CALLE SIN ACCESO VEHICULAR	
PRINCIPAL	▪ Entre medio de calle y costado de calzada.	1,00 m	0,30 m	▪ Función de cálculo hidráulico. ▪ Mínimo nominal de 160 mm.
RAMAL CONDOMINIAL	▪ Vereda – terreno rocoso	0,20 m	0,20 m	▪ Función de cálculo hidráulico. ▪ Mínimo nominal de 110 mm.
	▪ Vereda – terreno semiroca y natural	0,30 m	0,30 m	

3.2. CÁMARAS DE INSPECCIÓN

El diámetro interior de los buzones o cámaras de inspección (Di), para sistemas de alcantarillado del tipo convencional, serán de 1.20 metros de diámetro para profundidades de buzón de hasta 3.00 metros de profundidad y de 1.50 metros de diámetro para profundidades mayores a los 3.00 metros con espesores de muros, solados y techo de 0.20 m.

Para sistemas de tratamiento de tipo condominial, adicionalmente a los buzones, se implementaran buzonetas cuyo diámetro será de 0.60 metros.

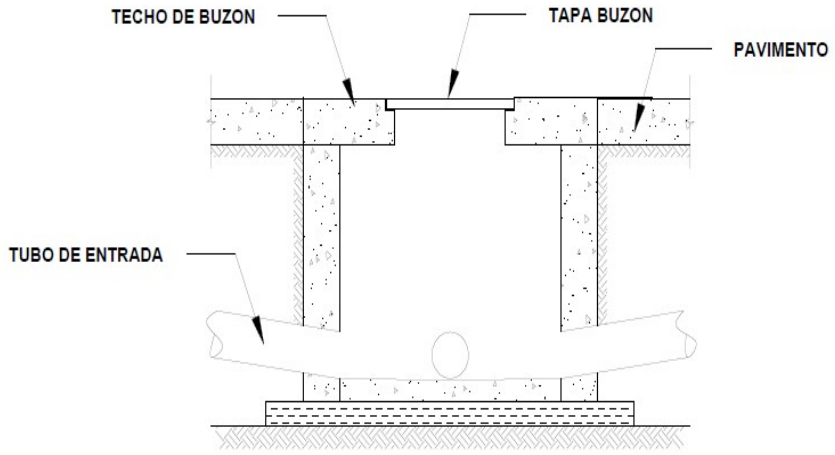
El proyecto tiene tres tipos de cámaras de inspección para el sistema convencional y para el sistema condominial. Buzones de inspección y buzones de emisor para el sistema convencional y buzonetas para el sistema condominial.

- Buzonetas, utilizadas sólo en vías peatonales o con poco espacio disponible para la instalación de tuberías, la profundidad no permite recubrimiento mínimo de 1,00 m sobre la clave del tubo. Se encuentran en los asentamientos El triunfo II y parte Marko Jara y Villa San Juan.

- Buzón Tipo I y II, dependiendo del diámetro del colector y la profundidad de enterramiento mínima de un 1,00 m sobre la clave del tubo. Para todos los asentamientos excepto para El triunfo II, Marko Jara y Villa San Juan. El detalle de este tipo de buzón se aprecia en la figura 3.7.

  - Buzón tipo I: para profundidades menores de 3.00m
  - Buzón tipo II: para profundidades mayores de 3.00m. a 8.00m.

Figura 3.7 detalle de buzón de inspección



La distancia entre cámaras de inspección y limpieza consecutivas está limitada por el alcance de los equipos de limpieza. La separación máxima depende del diámetro de las tuberías, según se muestra en la tabla 3.4.

Tabla 3.4 Distancia en m. de acuerdo al diámetro de tubería

DIAMETRO NOMINAL TUBERIA (mm)	DISTANCIA MAXIMA (m)
100	60
150	60
200	80
250 - 300	100
Diametros mayores	150

BUZONETA

Las buzonetas están ubicadas en el colector principal. Su diámetro es de 0.60m y el espesor del fuste es de 0.15m.

4. CONSIDERACIONES DE VERIFICACION DE DISEÑO

Para la verificación del cálculo hidráulico del Sistema de alcantarillado se tomó las siguientes consideraciones de diseño de acuerdo al cuadro 1.9:

- Dotación al año 20 sin perdidas : 76.22 Lit/hab./día
- Cobertura : 85% agua
- Población Actual (2008) : 9,341 habitantes
- Población Futura (2028) : 18,092 habitantes
- Población Futura servida al 85% : 15,378 habitantes

Los caudales de diseño que se emplearan para el Sistema de alcantarillado son:

- Caudal promedio : 13.57 lit/seg.
- Caudal máximo diario : 17.64 lit/seg.
- Caudal máximo horario : 33.90 lit/seg.

De acuerdo a la topografía, ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales, se establecieron consideraciones generales para la verificación en el diseño.

- Tipo de Red.
- Coeficiente de retorno
- Caudal de Diseño.
- Determinación de Caudales

a) Tipo de Red

Dependiendo de la topografía, disposición de las viviendas y de la ubicación de las fuentes de abastecimiento puede definirse dos tipos de redes de distribución como se indica en la figura 2.5.

El sector del Triunfo que comprende los ocho asentamientos se tiene:

- Sistema cerrado para los AAHH el Triunfo I, La victoria, Rosales, Santa Lucia, Buen Jesús.

- Sistema abierto para los AAHH el Triunfo II, Marko Jara y Villa San juan.

Las redes abiertas y cerradas coinciden con el tipo de sistema convencional y condominial del sistema de agua.

b) Coeficiente de Retorno

Se ha considerado que el valor del coeficiente de retorno será del 80% respecto a la hora de máxima demanda, establecido en la Norma OS. 070 Redes de Aguas Residuales del Reglamento Nacional de Edificaciones.

El volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de recolección y evacuación, está integrado por las aguas residuales domésticas, comerciales, industriales, estatales y sociales. Resultando ser el caudal promedio de:

$$Q = \frac{0.8 \times \text{Población} \times \text{Dotación}}{86400}$$

$$Q = 13.57 \text{ lps}$$

c) Caudal De Diseño

De acuerdo a lo que indica el reglamento: Se determinarán para el inicio y fin del periodo de diseño (Qmh Año20).

El diseño del sistema se realizará con el valor del caudal máximo horario futuro.

- Caudal promedio : 13.57 lit/seg.
- Caudal máximo horario : 33.90 lit/seg.

No se considera en el diseño caudales por infiltraciones (0,00005 lit/seg/m., para anillos de goma), ya que no existe nivel freático; aportes de aguas pluviales al sistema de alcantarillado sanitario, (de bajantes de tejados y patios) que está en un rango de 5% - 10% del caudal máximo horario, porque en la zona existe escasa o casi nula precipitación.

Área de Drenaje 1 AD-01

- Qp = 13.17 lit/seg
- Qh = 32.94 lit/seg

Área de Drenaje 2 AD-02

- Qp = 0.385 lit/seg
- Qh = 0.963 lit/seg

Para la verificación hidráulica del sistema de alcantarillado, se verificara:

- Redes principales (colectores) y secundarias
- Buzones y buzonetas
- Emisores

d) Determinación de Caudales

El método de cálculo a utilizar en el dimensionamiento de los caudales de diseño de las tuberías de los asentamientos humanos Emisores será el método del colector contribuyente.

El caudal de diseño para las tuberías de alcantarillado de acuerdo al método del colector contribuyente estará dado por la siguiente ecuación:

$$Q_D = \left(\frac{Q_s}{L}\right) \times L_i$$

Dónde:

- Q_D = Caudal de diseño (lps)
- Q_S = Caudal de agua residual del tramo (lps)
- L = Longitud total (m)
- L_i = Longitud entre buzones (m)

Todos los tramos de la red se verifico los caudales inicial y final (Qi y Qf). El valor mínimo del caudal a considerar, será de 1,5 L /s. (que corresponde a la descarga de un inodoro de 18 litros).

Para el cálculo de las demandas de tipo no domiciliario se tomaron los cálculos del cálculo del sistema de agua potable y se multiplico por 80% como perdida de agua como se aprecia en tabla 3.5.

Tabla 3.5 Determinación de demandas no domiciliarias

DETERMINACION DE DEMANDA NO DOMICILIARIAS									
Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10
MANZANA	DESCRIPCION	INICIO BUZON	FIN BUZON	CANT. UND.		DEMANDA agua (L/d)	DEMANDA desague (L/d)	DEMANDA (L/s)	DEMANDA TOTAL (L/s)
M	OTROS FINES	1375	1294	611.72	m2	3670.3206	2936.25648	0.034	0.034
	C.E.I.	1375	1240	29.00	alumnos	1450	1160	0.013	0.013
	OTROS FINES			233.57	m2	1401.4038	1121.12304	0.013	0.026

- La columna 1 se refiere a la manzana donde está ubicado el asentamiento.
- La columna 2 se refiere a la descripción de acuerdo al tipo de conexión de tipo no domiciliaria.
- La columna 3 es el buzón de inicio.
- La columna 4 es el buzón de fin.
- La columna 5 es la cantidad expresada de acuerdo a la unidad de la descripción de la columna 2.
- La columna 6 es la unidad de la descripción de la columna 2.
- La columna 7 es la demanda del agua expresada de acuerdo a las dotaciones proporcionadas por el reglamento de acuerdo a la descripción de la columna 2.
- La columna 8 es la demanda del desagüe que multiplica por 80% a la columna 7.
- La columna 9 es la demanda en lit/seg de la columna 8.
- La columna 10 es la acumulación de demandas entre un buzón de inicio y buzón de fin.

Los resultados de todas las demandas no domiciliarias se adjuntan en los anexos del alcantarillado: caudales en tramos de tubería no domiciliaria

Para el cálculo de las demandas de tipo domiciliario se calculó de la siguiente manera de acuerdo a la tabla 3.6:

Tabla 3.6 Determinación de demandas domiciliarias

DETERMINACION DE DEMANDA DOMICILIARIAS										
Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11
AA.HH. / MANZANA	INICIO BUZON	FIN BUZON	LONG. (m)	N° LOTES	POBLACION (hab)	DEMANDA (l/s)	LONG. TOTAL (m)	DEM. UNITARIA (l/s/m)	Demanda Buzon (l/s)	Demanda Buzon Acumulada (l/s)
A	810	53	10	2	11.191275	0.0246811	15.1	0.0016345	0.0163451	0.016345092
	53	45	5.1						0.008336	0.024681089
	523	524	8.4	10	55.956374	0.1234054	102	0.0012099	0.0101628	0.010162801
	524	325	9.9						0.0119776	0.011977587
	325	326	7.7						0.0093159	0.019478702
	326	647	9.2						0.0111307	0.030609389
	647	509	9.5						0.0114936	0.042103034
	509	510	8.3						0.0100418	0.052144849
	510	561	8.6						0.0104048	0.062549622
	561	640	9.2						0.0111307	0.073680309
	640	836	10.2						0.0123405	0.086020853
	887	836	10.5						0.0127035	0.098724355
	887	45	10.5						0.0127035	0.111427856

- La columna 1 se refiere a la manzana o asentamiento humano.
- La columna 2 es el buzón de inicio.
- La columna 3 es el buzón de fin.
- La columna 4 se refiere a la longitud entre cada buzón de inicio y buzón de fin de las columnas 2 y 3.
- La columna 5 se refiere a la cantidad de lotes que hay entre el primer buzón de inicio y el último buzón de fin agrupados hasta que se junta con otro buzón de fin que viene de otra red de buzones.
- La columna 6 es la población que resulta de multiplicar el número de lotes de la columna 5 por la cantidad de habitantes por lote de 5.59 hab/lote del cuadro 1.4.
- La columna 7 es la demanda del desagüe, mayorado por el factor horario de 2.5 y dividido entre 86400, por tanto expresado en l/s. (ver cuadro 1.9)
- La columna 8 es la longitud total sumada de la columna 4 en metros.
- La columna 9 es la demanda unitaria que resulta de la división de la demanda de la columna 7 entre la longitud total de la columna 8.
- La columna 10 es la demanda del buzón que es la multiplicación de la columna 9 por la columna 4.
- La columna 11 es la demanda del buzón acumulada del primer buzón de inicio al último buzón de fin.

Los resultados de todas las demandas no domiciliarias se adjuntan en los anexos del alcantarillado: caudales en tramos de tubería domiciliaria condominial y convencional

5. VERIFICACION DEL DISEÑO DE LAS REDES, COLECTORES Y EMISORES DE LAS AREAS DE DRENAJE AD-1 Y AD-2

Las tablas de cálculos para el diseño se muestra en detalle en los anexos del alcantarillado, a continuación se explica por medio de las tablas 3.7 y 3.8 la metodología que se siguió en la verificación del diseño de los Colectores del sistema de alcantarillado y de los Emisores.

Tabla 3.7 Calculo de líneas de redes, colectores y emisores

Buzon de Inicio				Buzon de Llegada				Longitud del Tramo (m)	Pendiente (m/m)
Buzon N°	Cota Terreno (msnm)	Cota de Fondo (msnm)	Altura (m)	Buzon N°	Cota de Terreno (msnm)	Cota de Fondo (msnm)	Altura (m)		
Columna 01	Columna 02	Columna 03	Columna 04	Columna 05	Columna 06	Columna 07	Columna 08	Columna 09	Columna 10

- Columna 01 Buzón N° de inicio
- Columna 02 Cota terreno de inicio
- Columna 03 Cota de fondo de inicio
- Columna 04 Altura buzón de inicio en m.
- Columna 05 Buzón N° de llegada
- Columna 06 Cota terreno del buzón de llegada
- Columna 07 Cota de fondo del buzón de llegada
- Columna 08 Altura buzón del buzón de llegada en m.
- Columna 09 Longitud tramo en metros entre el buzón de inicio y buzón de llegada
- Columna 10 Pendiente calculada de la diferencia de la cota de fondo del buzón de inicio y del buzón de llegada entre la longitud del tramo de buzones en (m//m).

Tabla 3.8 Calculo de líneas de redes, colectores y emisores

Caudal Tramo		Diámetro de diseño PVC (mm)	Coeficiente de Manning	TIRANTE	Velocidad critica (m/s)	CALCULOS (PARAMETROS RESTRICTIVOS)			
Caudal Real de Paso (lps)	Caudal Diseño del tramo (lps)			h (mm)		Velocidad real (m/s)	Relacion Y/D (%)	Pendiente (%)	Tensión Tractiva (Pa)
Columna 11	Columna 12	Columna 13	Columna 14	Columna 15	Columna 16	Columna 17	Columna 18	Columna 19	Columna 20

- Columna 11 Caudal real de paso (lps), las demandas de agua que llegan al buzón calculadas para cada buzón.
- Columna 12 Caudal real de paso (lps) si el caudal real de paso acumulado no pasa de 1.5 lit/seg, se considera este valor como caudal real de paso.
- Columna 13 Diámetro de diseño (mm) todas la tuberías están diseñadas en material de tipo PVC serie 25.
- Columna 14 Coeficiente de manning, se asume para todas las tuberías de PVC el valor de 0.013.

- Columna 15 Tirante (mm) Resulta de la multiplicación del diámetro interno de tubería entre la relación h/D (que resulta de buscar la relación Q/QII de la tabla 3.2)
- Columna 16 Velocidad critica (m/s) Resulta de la fórmula:

  $$Vc = 6\sqrt{g \times \frac{Am}{Pm}} \qquad \text{O} \qquad Vc = 6\sqrt{g \times R_H}$$

  Donde
  G : gravedad en m/s2
  Am : área mojada en m2
  Pm : perímetro mojado en m
  RH : radio hidráulico

- Columna Nº 17 Velocidad real (m/s) que resulta de la fórmula:

  $$V = \frac{R_H^{2/3} \times \sqrt{S}}{n}$$

  Donde
  RH : radio hidráulico
  N : coeficiente de manning
  S : pendiente (m//m)

- Columna 18 Relación Y/D Resulta del valor luego de buscar la relación Q/QII de la tabla 3.2) en porcentaje %.
- Columna 19 Pendiente (%)
- Columna 20 Tensión tractiva (Pa) Resulta de la formula

  $$\sigma_t = \gamma \times R_H \times S$$

  Donde
  RH : radio hidráulico
  Y : peso específico agua
  S : pendiente (m//m)

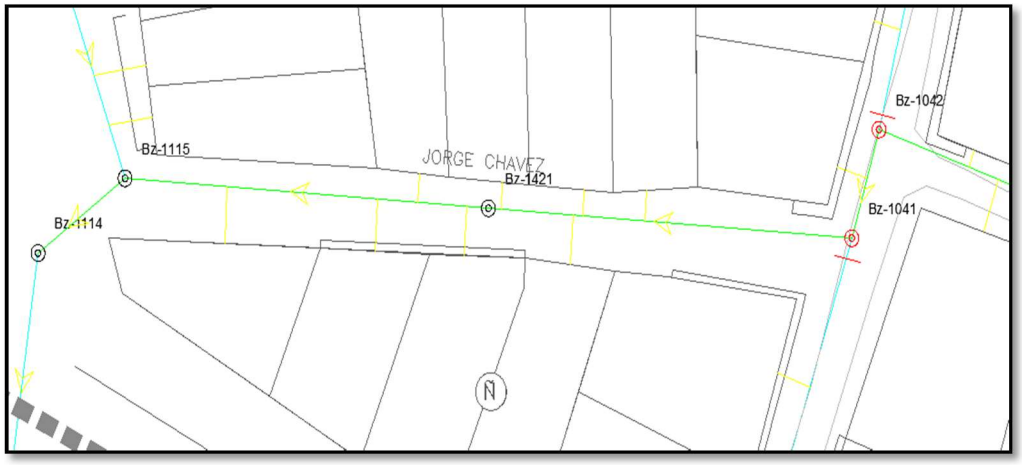
Los resultados del diseño de las áreas de drenaje AD-1 y AD-2 se adjunta en los anexos de alcantarillado: verificación del sistema por áreas de drenaje AD-1 y AD-2

6. OBSERVACION AL PROYECTO

La observación se realiza en el AA HH El Triunfo I entre las manzanas K y Ñ, margen izquierda de la carretera panamericana.

La figura 3.8 muestra el flujo de aguas residuales en dirección de los buzones Bz-1041, Bz-1421 y Bz-1115

Figura 3.8 Dirección de flujo de Buzones en observación



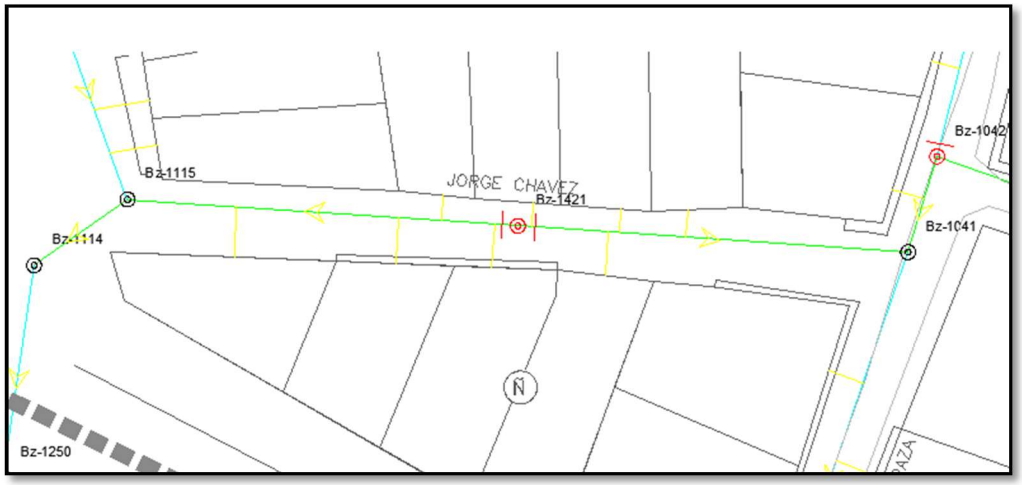
Las cotas de terreno de los buzones en mención son:

Bz-1042	1523.74 msnm
Bz-1041	1521.77 msnm
Bz-1421	1551.95 msnm
Bz-1115	1517.5 msnm

Se observa que el buzón Bz-1421 tiene la cota más alta y le lleva una diferencia de altura de casi 30 m. al buzón Bz-1041. Entonces realizar excavación resultaría ser demasiado grande.

Finalmente se propone convertir al Bz-1421 en buzón de arranque en la dirección al Bz-Bz-1115 y arranque en la dirección del Bz-1041 como se observa en la figura 3.9

Figura 3.9 Buzones corregidos en dirección de cota mayor a menor



Finalmente durante el proceso constructivo se realizó el mismo procedimiento indicado de acuerdo a la visita realizada al campo.

CAPITULO IV

SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL ISO 14001 EN LA OBRA DE SANEAMIENTO

1. INTRODUCCIÓN

A partir de la conferencia de Río de 1992 se ha ido extendiendo la conciencia de que el concepto de desarrollo no puede considerarse como asociado solo a factores económicos sino también a factores ecológicos y sociales. La toma de decisiones para alcanzar este nuevo tipo de desarrollo, que denominamos sostenible, debe tener en cuenta los efectos económicos, sociales y ambientales, visibles a corto plazo en el espacio inmediato en que se producen. También, es preciso contemplar aquellos otros, más difíciles de percibir, que se producirán a largo plazo en entornos alejados de su origen y que afectarán la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras, ello implica un mejor empleo de los recursos humanos, un ahorro y uso racional de los recursos naturales (Peris y Marquina)

Aunque no hay una definición universal que se ajuste a todas las realidades y países, la definición “medio ambiente” desde planteamientos estandarizados de la gestión medioambiental, como en el caso de la norma ISO 14001, requiere cierto grado de consenso (Robert, 1999). Para Bustos (2007) la Gestión Ambiental, sirve para organizar un conjunto de actividades, establecer una línea de acción y conducta que asegure la calidad de vida de las personas y de las generaciones venideras. (Rodriguez, at col, 2016).

El sector construcción es uno de los mayores generadores de residuos (Burgueño et al., 2003), ya que el mantenimiento y demolición de obras edilicias, generan impactos ambientales a lo largo de su ciclo de vida (Mercante et al., 2010). Estos residuos se generan debido a*l* proceso mismo, sin embargo, varían de proyecto en proyecto, dependiendo de su tamaño y de la gestión del mismo (Orellana 2011). (Rodriguez, at col, 2016).

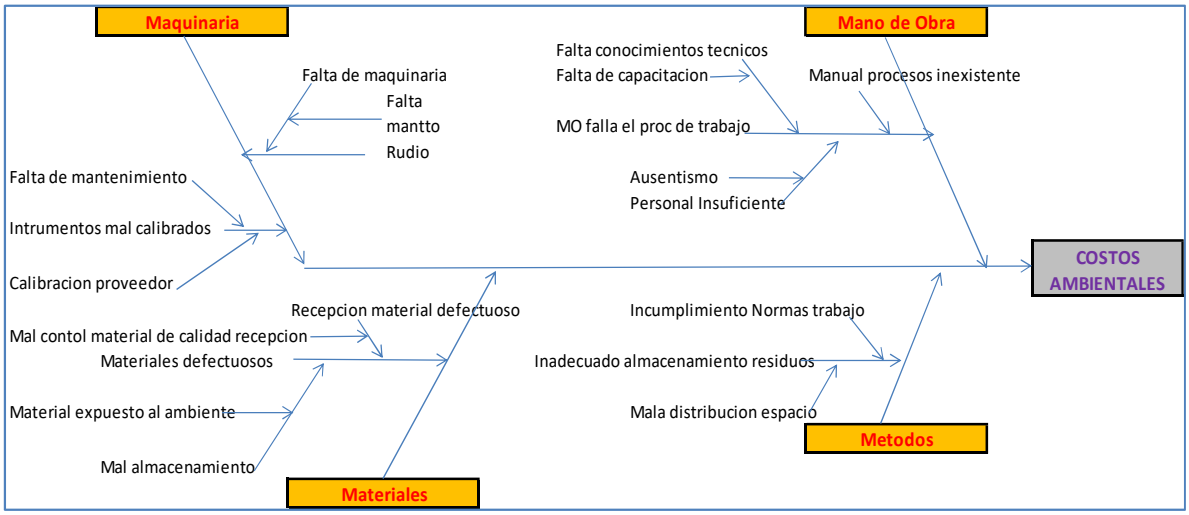
Existen distintos factores que hacen que los residuos aumenten, como se aprecia en la figura 4.1, como la maquinaria, la cual puede ocasionar un mal acabado o los instrumentos de medición que pueden estar mal calibrados generan que las estructuras no cumplan con las especificaciones y características físicas requeridas. El mal estado y funcionamiento de la maquinaria afecta el proceso de manera negativa incrementando la cantidad del producto no conforme (Shewhart, 1997). (Rodriguez, at col, 2016).

Otro factor importante es la mano de obra, si esta no se encuentra calificada o no se compromete con la empresa es muy probable que la cantidad de residuos que se generen aumente con relación a que si cumple con lo anterior. La mano de obra poco calificada, así como la falta de compromiso de los trabajadores se ve reflejada en el resultado de los procesos ya que estos, en su mayoría, son negativos y generan costos innecesarios a la empresa (Morillo, 2005). (Rodriguez, at col, 2016).

Los materiales que llegan en mal estado al proceso productivo debido a su mal transporte, mal almacenamiento o porque no se hizo el adecuado control al momento de recepción,

aumentan la cantidad de residuos en la construcción (Porras et al., 2013). (Rodriguez, at col, 2016).

Figura 4.1: Diagrama de Ishikawa.



Fuente Rodriguez, at col, 2016

Los índices de incumplimiento de normas internas de la empresa son muy altos en el sector construcción y ocasionan importantes costos económicos y sociales (Rubio et al., 2011). El incumplimiento de normas es mayor al principio de la ejecución del proyecto de construcción debido a muchos factores como la falta de conocimiento de los trabajadores, tanto de las normas como de la consecuencia de no cumplirlas que se muestran en la tabla 4.1 (Rodriguez, at col, 2016).

Tabla 4.1: Tabla de indicadores

Causa	Indicador
Incumplimientos de normas de trabajo	N° incumplimientos por mes
Falta de capacitación de los trabajadores	N° incumplimientos por trabajadores / mes
Manual de procesos inexistente	% de procesos estandarizados
Material expuesto al ambiente	N° material dañado

Adaptado de Rodriguez, at col, 2016

EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN Y EL MEDIO AMBIENTE

El sector de la construcción mantiene una relación muy estrecha con el medio ambiente, que presenta una doble vertiente. Por una parte, la relación es positiva, ya que la industria de la construcción crea edificaciones e infraestructuras que bien contribuyen a mejorar el desarrollo social y económico de los países o bien proporcionan los medios físicos para mejorar o proteger el medio ambiente. Por otra parte, la relación es negativa ya que supone un importante consumo de recursos, muchos de los cuales son no renovables, genera una gran cantidad de residuos y es una fuente de contaminación del aire y el agua (Moavenzadeh, 1994; Zeng et al., 2003; FLC, 2004b) (Piñeiro, Pintos, 2009)

Los impactos medioambientales de las actividades de construcción, que han sido estudiados de forma exhaustiva por diversos autores (Ofori, 1992; Griffith, 1994; Hill y Bowen, 1997), no se limitan a la actividad constructora propiamente dicha sino que tienen lugar o están influidos por todas las fases del proceso constructivo: promoción, proyecto, ejecución, uso y mantenimiento y derribo o demolición (García et al., 2004). Por ejemplo, en el caso de los edificios, la mayor parte de los impactos se producen durante su utilización y mantenimiento, siendo también considerables los generados durante su eventual derribo o demolición. Además, las fases de promoción y proyecto son igualmente importantes, pues éstas condicionan todos los impactos que se van a producir en las siguientes fases del proceso constructivo (Piñeiro, Pintos, 2009).

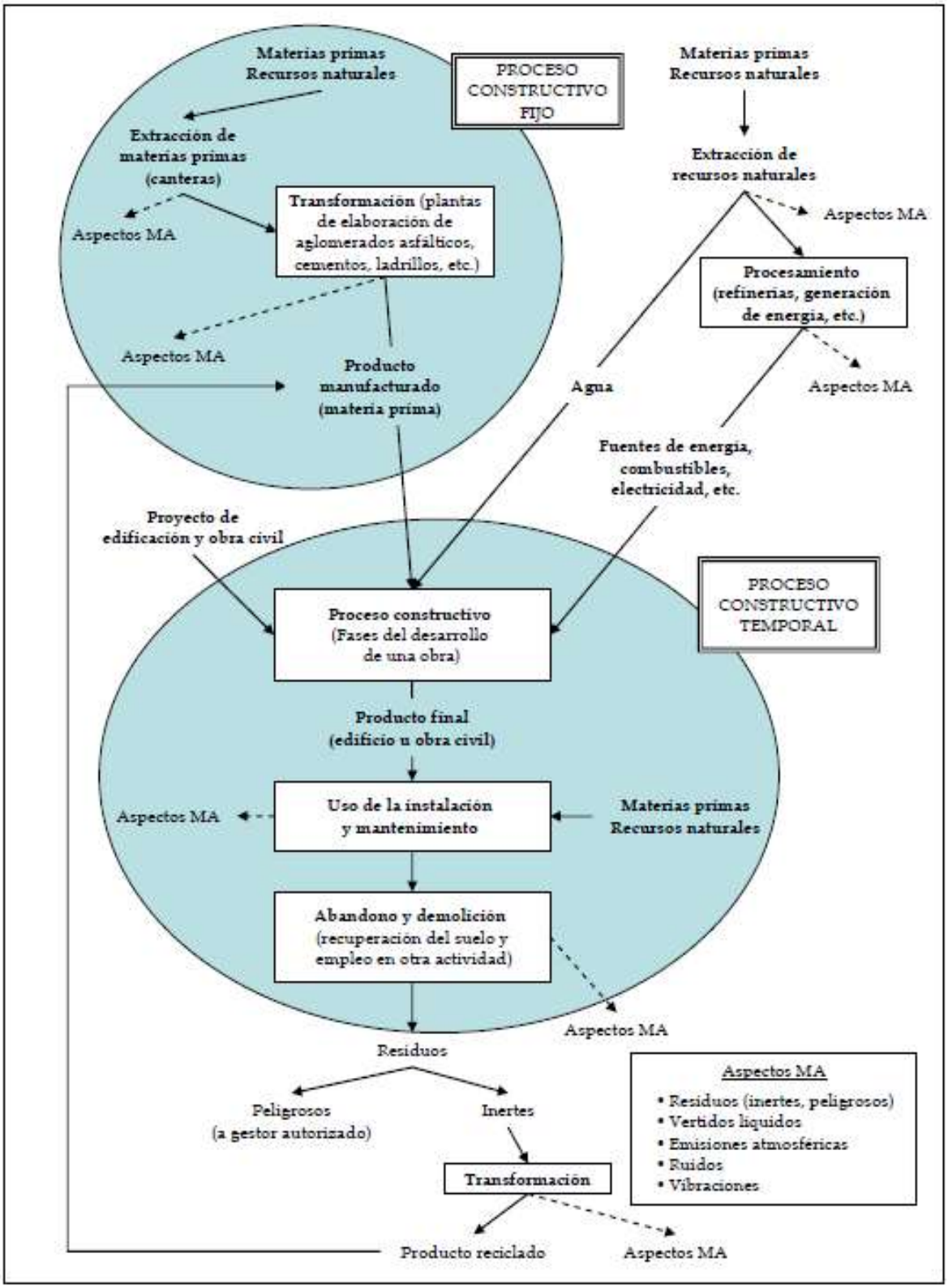
Aunque la norma ISO 14001, son aplicables a todo tipo de organizaciones, es preciso en cada caso adaptarse a las peculiaridades específicas de los diferentes sectores económicos. En el caso del sector de la construcción, la aplicación de estas normativas, presenta dificultades especiales debidas, sobre todo al carácter al mismo tiempo efímero que ubicuo de la actividad. Por ello, sería conveniente precisar cuáles son los aspectos esenciales en los que las empresas constructoras deberían regular meticulosamente para implantar un Sistema de Gestión Ambiental sin desvirtuar el espíritu y rigor de cualquiera de estas normas (Peris y Marquina)

Una de las principales peculiaridades que se encuentran en el sector de la construcción es, la irrepetibilidad de los proyectos que se realiza. Las obras son diversas en dimensiones, emplazamientos, material empleado, y tiempo de ejecución (Peris y Marquina).

Como se verá en el capítulo V se logra llevar muchas de las actividades más importantes a un ritmo constante, de esta manera se puede lograr una cuasi repetitividad en las principales actividades del proyecto en la etapa de ejecución.

En la figura 4.2 se aprecia dos tipos de procesos constructivos: fijos y móviles donde se observa los residuos y aspectos medioambientales que producen y el ciclo de reciclado

Figura 4.2 Procesos constructivos fijos y temporal



Fuente: Adaptado de Peris y Marquina (2002)

El método a usar se basa en el balance de materia y energía que será lo que se realizara también en el presente capítulo de tesis.

Según Peris y Marquina, para continuar, será necesario precisar algunas definiciones:

a) **Proceso**: Conjunto de fases sucesivas de una operación artificial.
b) **Proceso Constructivo** es el conjunto de fases sucesivas necesarias para que una obra civil sea culminada. En los procesos desarrollados en las actividades de Ingeniería Civil son posibles los que se desarrollan indefinidamente de los temporales.
c) **Procesos Constructivo permanentes** : son aquellas instalaciones fijas, en la cual se producen materiales manufacturados de construcción y que servirán de materia prima en un proceso constructivo temporal; culminan con la fabricación de materiales, a veces para su uso en obras de la empresa o para ser puestos en el mercado de otras empresas.
   Es decir, que sus instalaciones están dentro de los límites de un emplazamiento (en espacio y tiempo). En el proceso constructivo fijo se consideran: a plantas de hormigón, plantas de aglomerados asfálticos, plantas de cemento, plantas de elaboración de ladrillos, plantas de hormigón prefabricado, etc.
d) **Los Procesos Constructivos Temporales**: son las obras que ubicadas en cualquier parte cercana o alejada de la sede de la compañía son en realidad el objetivo último de esta ingeniería. Se trata en cierto modo del proceso constructivo en sí. Y, normalmente corresponde a actuaciones temporales en las que el emplazamiento es ocupado hasta la culminación de la obra civil.

Utilizando el método del balance de materia, se pretende modelar y apreciar en forma sistémica las actividades desarrolladas en el sector de la construcción y específicamente en la obra de saneamiento: “AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL SECTOR EL TRIUNFO– DISTRITO LA JOYA, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA”

En este modelo se observa la relación existente entre la actividad ingenieril y el medio ambiente.

Relacionando, la entrada (input), el proceso constructivo en sí (proceso) y, la salida (output), que es el producto final (fijo: producto manufacturado para la construcción; y, temporal: la obra civil terminada) y, además de los subproductos generados que son los aspectos medioambientales (Peris y Marquina)

Un Sistema Normalizado de Gestión Medioambiental sirve de soporte a los sistemas generales de gestión de las organizaciones y resultan útiles en el proceso de toma de decisiones cuya finalidad es lograr objetivos y metas, y analizar sistemáticamente las diversas opciones incorporando el punto de vista medioambiental. También esta herramienta es importante porque aporta información que relaciona a la parte económica y financiera con el medio ambiente de la organización. Sobre todo útil e importante para la toma de decisiones (Peris y Marquina).

Otra peculiaridad del sector se presenta cuando, como es frecuente, se abordan obras de grandes dimensiones, superficiales o lineales que pueden afectar a diversas entidades territoriales, regiones, comunidades autónomas e incluso estados. Las diversas entidades territoriales pueden tener diferentes exigencias ambientales manifestadas en leyes u ordenanzas que pueden complicar el cumplimiento de la normativa (Peris y Marquina).

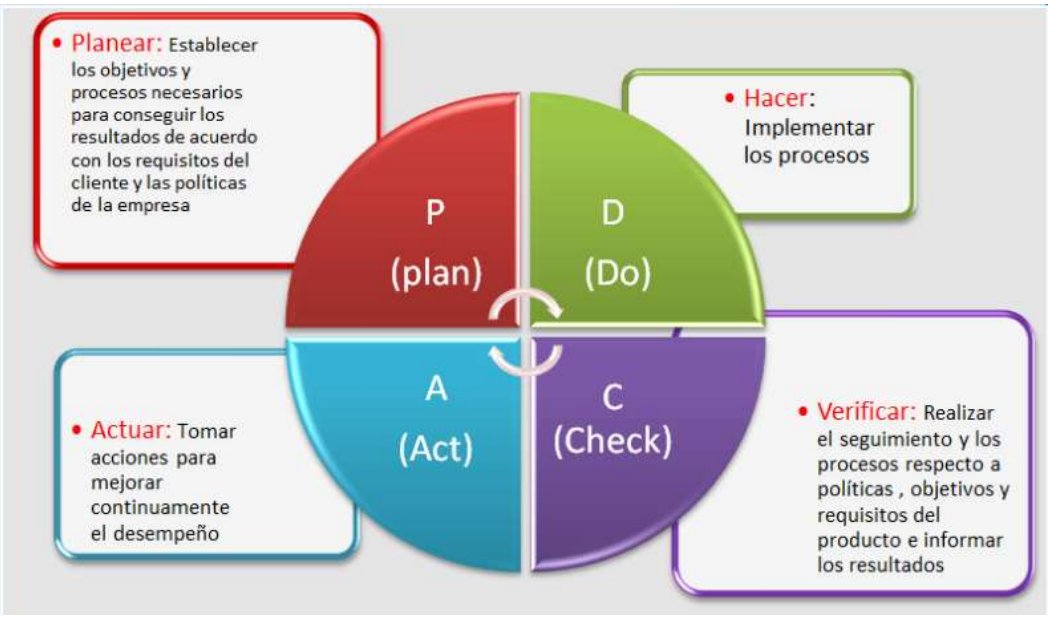
2. FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Las normas tienen carácter voluntario, a diferencia de las disposiciones legislativas, que son de obligado cumplimiento (Ferrer y Muñoa, 2010).

En el proceso de elaboración y aprobación de las mismas participan todas las partes implicadas en cada caso (Campo, Administración, sindicatos, área técnica, etc.).

Cada empresa determina el sistema de gestión ambiental conveniente para desarrollar su actividad productiva, alcanzar los objetivos de mercado y cumplir las exigencias medioambientales que se ha impuesto. Además, dependerá de su tamaño, de la actividad que desarrolle, de sus productos y servicios y de la gestión que venga desarrollando. Por ello, el sistema de gestión ambiental de dos empresas similares no tiene por qué ser homogéneo. Sin embargo, todos los SGA implantados y desarrollados según la metodología ISO 14001 tienen una exigencia común: la mejora continúa del comportamiento ambiental. Para ello, se parte de un modelo circular que consiste en Planificar-Hacer-Comprobar-Revisar la gestión ambiental de la empresa de manera permanente como se aprecia en la figura 4.3 (Ferrer y Muñoa, 2010).

Figura 4.3 Ciclo de Deming



Las etapas del funcionamiento de un sistema de gestión ambiental (SGA) son:

- Planificación.
- Implantación y operación.
- Verificación.
- Revisión.

2.1. COMPROMISO INICIAL Y EVALUACIÓN AMBIENTAL INICIAL

Sabiendo que para la obra de saneamiento en estudio no se generó ninguna implementación de un SGA, se indicara cuales son los primeros pasos para poder realizar esta implementación a continuación de acuerdo los trabajos de Ferrer y Muñoa, 2010.

a. Compromiso inicial (cuando se va a implantar un SGA)

La alta dirección adquiere el compromiso de desarrollar una política ambiental en la empresa. La alta dirección está representada por la gerencia de la empresa.

Las razones y objetivos pueden ser distintos en cada centro de trabajo. Los trabajadores deben comprometerse también y reivindicar su plena participación en el sistema.

Los representantes de los trabajadores nombran un responsable con capacidad, formación y derechos sindicales suficientes para coordinarse con los responsables del sistema designados por la empresa.

b. Evaluación ambiental inicial - análisis medioambiental

El propósito es conocer cuál es la situación de partida de la empresa respecto al medio ambiente, antes de establecer su sistema de gestión ambiental. Consiste en un análisis de las prácticas y procedimientos de gestión ambiental existentes en la empresa, en la identificación y evaluación de sus aspectos ambientales, de los impactos ambientales derivados de éstos y en la determinación de los requisitos legales y los asumidos de manera voluntaria (acuerdos voluntarios, normativa interna, impuestos por contratistas o clientes, etc.) de carácter ambiental aplicables a la misma. Asimismo, se deberá desarrollar una evaluación de los accidentes y situaciones de emergencia que ha sufrido hasta el momento la organización.

La evaluación inicial del proyecto se explica en el ítem 3.

En resumen un sistema de gestión ambiental ISO 14001 según la guía para la intervención de los trabajadores en un sistema de gestión ambiental se tiene:

Primero. Un sistema de gestión ambiental no garantiza una política ambiental responsable ni un adecuado comportamiento ambiental, pero su existencia garantiza que la problemática ambiental se integra en la gestión de la empresa y asegura la participación de los trabajadores.

Segundo. Los trabajadores deben proponer, donde no exista, la implantación de:

- Un sistema de gestión ambiental en la empresa.
- Que el sistema sea normalizado para introducir la mejora continua y el control interno y externo del impacto ambiental.
- Certificar el sistema como mínimo según la norma ISO 14001.

Tercero. La propuesta de implantación del SGA debe adaptarse a la realidad de la empresa teniendo en cuenta:

- El tamaño, los recursos y la situación de la empresa.
- El impacto ambiental de las actividades, productos o servicios.
- El compromiso ambiental de la dirección.

Cuarto. Una vez tomada la decisión de implantar un SGA deben garantizarse los mecanismos que permitan la participación de los trabajadores y sus representantes.

- Deben designarse uno o varios responsables de los trabajadores en el sistema de gestión ambiental, preferentemente representantes de los trabajadores con suficientes derechos reconocidos por la legislación o por la normativa aplicable, incluidos los convenios colectivos (delegados de empresa, delegados de prevención, etc.).
- Se considerará a las centrales sindicales y órganos de representación de los trabajadores como «parte interesada» a todos los efectos.

Quinto. Los criterios que tienen que orientar la participación dentro del sistema de gestión ambiental deberían ser los siguientes:

1º Evaluar el impacto ambiental de la empresa y establecer los aspectos ambientales significativos.

2º Determinar la política sindical sobre medio ambiente de forma autónoma sobre:

- Procesos, actividades y productos.
- Formación e información.
- Empleo.
- Relaciones externas con las Administraciones, ONG, ámbito técnico y científico…

3º Fomentar la participación de toda la plantilla de la empresa. Esto incluye el establecimiento de distintos tipos de incentivos (económicos por objetivos, complementos, promoción profesional, etc.).

3. GESTIÓN AMBIENTAL ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN

3.1. ASPECTOS GENERALES

De acuerdo al expediente técnico no desarrolla ninguna gestión ambiental a su vez no cuenta con un responsable de medio ambiente, en su lugar solo existe un ingeniero de seguridad e higiene.

No existió ninguna gestión de monitoreo y evaluación de la calidad ambiental que contemple:

- Monitoreo de la calidad del agua
- Monitoreo de calidad de aire y emisiones gaseosas
- Monitoreo de ruido ambiental

No existió una gestión del manejo de residuos sólidos que involucre

- Identificación y Segregación de los residuos sólidos
- Recolección
- Transporte interno (EPS-RS)
- Almacenamiento temporal
- Minimización
- Reúso
- Reciclaje
- Transporte fuera del local (EPS-RS Y ECS-RS) y
- Disposición final interno (relleno sanitario) y externo (relleno de seguridad)

Finalmente tampoco existió una gestión de saneamiento ambiental que minimice posibles afectaciones a la salud de los trabajadores por vectores biológicos (Roedores, Insectos, bacterias, etc.)

A continuación se describirá el estudio de impacto ambiental del expediente técnico

3.2. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL EXPEDIENTE TECNICO

3.2.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El expediente técnico: Ampliación y Mejoramiento de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Sector El Triunfo que comprende los Asentamientos Humanos: El Triunfo, El Triunfo II, El Cruce La Joya Los Rosales, Marko Jara, La Victoria, Buen Jesús, San Juan y Santa Lucia – Distrito La Joya, Provincia y Región Arequipa", cuenta con una declaración de ambiental de 21 hojas que tiene carácter de declaración Jurada, y por tanto su veracidad es explicita, que se adjunta en los anexos de gestión ambiental.

De acuerdo a la metodología que desarrollaba el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento y su oficina de medio ambiente, el año 2009, esta declaración presentada por la empresa AQUA TEAM se desarrolla haciendo uso de cuestionarios.

Según los antecedentes de la declaración ambiental indica las etapas que involucraba la ejecución de las obras del proyecto que son:

- Elaboración del Expediente Técnico.
- Ejecución de obra.

La declaración ambiental que se presentó se dio para la elaboración del expediente.

El objetivo principal que tuvo el proyecto en esta declaración fue reducir la alta incidencia de casos de enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas, a través de un adecuado servicio de agua potable y alcantarillado parea proporcionar mejores condiciones de salubridad a los pobladores del sector el Triunfo

3.2.2. COMPONENTES, INSTALACIONES, PROCESOS CONSTRUCTIVOS Y OPERATIVOS DEL PROYECTO, MATERIALES, EQUIPOS Y MAQUINARIAS.

a) COMPONENTES:

1. Sistema de Agua potable

- Línea de conducción
- Reservorios RP-01 de 500 m3 y RE-01 de 150 m3.
- Línea de aducción.
- Redes de distribución.
- Conexiones domiciliarias.

2. Sistema de alcantarillado

- Redes de Alcantarillado.
- Buzones.
- Conexiones domiciliarias.
- Emisor.

3. Sistema de tratamiento

- Planta de tratamiento de aguas residuales proyectada.
- Rehabilitación de la planta de tratamiento de aguas residuales existente.

El área de la zona de estudio es aproximadamente 105 hectáreas

b) PROCESOS INVOLUCRA LA ETAPA CONSTRUCTIVA

Sistema de agua potable

Al nivel de distribución: Instalación de línea de conducción, aducción, redes primarias y redes secundarias.

Al nivel de conexiones: Instalación de conexiones domiciliarias nuevas y rehabilitación de unidades existentes.

Sistema de alcantarillado

Al nivel de redes: Instalación de la red colectora, buzones, emisor nuevo y renovación de emisor existente.

Al nivel de conexiones: Instalación de conexiones domiciliarias nuevas y rehabilitación de unidades existentes.

Al nivel de emisor: Instalación de la línea emisor.

Sistema de tratamiento de aguas residuales

Construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR-1 nueva, que estará conformada por 02 lagunas de estabilización primarias y 02 lagunas secundarias, que incluyen obras de entrada, de interconexión y de salida, además de un cerco perimétrico.

Mejoramiento y rehabilitación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR-2 existente, que estará conformada por 01 laguna de estabilización, y en la que se incluye obras de entrada y de salida, además de un cerco perimétrico.

c) MATERIALES:

Los materiales más representativos son:

- Cemento portland.
- Piedra chancada.
- Arena gruesa.
- Arena fina.
- Hormigón.
- Acero grado 60.
- Tubería PVC para agua potable.
- Tubería PVC para alcantarillado.
- Lubricante para PVC.
- Accesorios de hierro fundido dúctil.
- Madera.
- Geomembrana de HDPE.
- Ladrillo de arcilla cocida.
- Vidrios para ventanas.

d) EQUIPOS Y MAQUINARIAS ELÉCTRICAS, MECÁNICAS O ELECTROMECÁNICAS

- Excavador sobre orugas.
- Tractor sobre orugas.
- Retroexcavador sobre llantas.
- Motoniveladora.
- Rodillo liso.

- Camión volquete.
- Camión cisterna.
- Cargador frontal.
- Compresora.
- Martillos neumáticos.
- Compactadoras manuales.
- Mezcladoras de concreto.
- Vibrador de concreto.
- Grupos electrógenos.

e) INSTALACIONES TEMPORALES

- Oficinas.
- Almacén de materiales.
- Depósito de equipo y maquinaria.

3.2.3. CONDICIONES AMBIENTALES Y SOCIALES

3.2.3.1. CONDICIONES AMBIENTALES:

Efectos dinámicos entre el proyecto y las características del ambiente:

El área de estudio en el distrito de la Joya presenta un clima templado, desértico y con amplitud térmica moderada.

La media anual de temperatura máxima y mínima es 26.5°C y 9.8°C, respectivamente.

La precipitación media acumulada anual para el periodo es 3.1 mm.

Los vientos son de velocidad media y su dirección principal es de Este a Oeste. Tiene precipitaciones pluviales durante los meses de Diciembre a Marzo.

Las características climáticas descritas no impactan mayormente sobre la zona de la obra proyectada. El clima tampoco afectará durante la etapa de operación y mantenimiento.

Debido a que los sistemas proyectados contemplan componentes con tuberías enterradas, obras menores y plantas de tratamiento de mediana envergadura, el proyecto no influye significativamente en el microclima de la zona.

En zonas aledañas al área de estudio, se tienen especies de mamíferos como el zorro andino o zorro gris, reptiles como lagartijas de diversa variedad entre ellas el lagarto de cerro y salamanquejas, entre las aves tenemos gorriones, chihuancos, chorlitos jilgueros, además de aves rapaces como el aguilucho cordillerano, el halcón y el cernícalo, además se cuentan gran variedad de insectos.

La ejecución de obras no tendrá efectos en la biodiversidad por cuanto los asentamientos humanos se encuentran consolidados, además las actividades de la población actualmente no afectan a la biodiversidad.

En cuanto a los efectos de geomorfología (características del suelo, hidrología, zonas de riesgo, principales componentes paisajísticos). Las obras se limitan al área urbana de los Asentamientos Humanos El Triunfo, El Triunfo II, El Cruce La Joya Los Rosales, Marko Jara, La Victoria, Buen Jesús, San Juan y Santa Lucia, por lo que se trata de terrenos ya habilitados donde ya existen viviendas; esto significa que no habrá efectos adversos significativos sobre las características geomorfológicas de la zona, además tampoco habrá impactos negativos sobre las condiciones del suelo, hidrología, zonas de riesgo o componentes paisajísticos.

En el aspecto geodinámico, los sismos son los principales eventos que podrían causar algún daño al proyecto, por lo que se deberá contar con los planes de contingencia correspondientes. (No desarrollados).

Efectos de las actividades del proyecto sobre el ambiente

El material particulado que se emitirá a la atmósfera como producto de las operaciones de excavación, movimiento y transporte, es el polvo proveniente de la tierra manipulada, la emisión de estas partículas está en función de las condiciones climáticas, geológicas y geomorfológicas particulares de la zona de estudio, lo cual varía en función de la estación del año en que se realizan los trabajos.

En la etapa de operación y mantenimiento, dado que los sistemas de agua potable y alcantarillado funcionaran a gravedad, se estima que solamente se realizarán actividades de limpieza, que implicara e empleo de maquinaria vehículos, camiones, etc.) Con la consiguiente emisión de gases producto de la combustión.

En el caso de los gases que se generaran corresponden a los provenientes de los vehículos y maquinaria que serán empleados en la ejecución del proyecto, lo cual también depende de las condiciones climáticas y estado de funcionamiento de las unidades. Cabe mencionar que para mitigar los impactos causados, tanto por las partículas o los gases, se cuentan con un programa de mitigación. (No existe tal programa de mitigación).

Los niveles de ruido que serán producidos debido al funcionamiento de maquinaria y vehículos pesados, sobrepasaran los estándares de calidad de ruido establecidos en la normativa vigente, sin embargo se aplicarán medidas de control que evitarán impactos significativos en la población, además tendrán carácter de temporal. (No hay las medidas de control a aplicar).

No se ha encontrado cobertura vegetal en la zona de construcción del proyecto por lo que las actividades de construcción no implican necesidad de desbroce de áreas verdes, natural o sembrada.

Se generarán efluentes provenientes de las aguas servidas de la población beneficiada, las mismas que serán conducidas hacia la las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Serán tratados en las siguientes componentes del proyecto:

- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR-1 nueva, que estará conformada por 02 lagunas de estabilización primarias y 02 lagunas secundarias, que incluyen obras de entrada, de interconexión y de salida, además de un cerco perimétrico.
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR-2 existente, que estará conformada por 01 laguna de estabilización, y en la que se incluye obras de entrada y de salida, además de un cerco perimétrico.

Los residuos sólidos que se generarán en la etapa de construcción estarán compuestos por desechos domésticos principalmente (botellas de plástico, papeles, cartones, residuos de comida, etc.) y en cantidad aproximada de 52 kg/día. Para su disposición final se hará uso del servicio público municipal. El volumen será de Aproximadamente 0.17 m3/día.

No se generará desechos peligrosos en esta etapa.

Medidas de prevención y de control de efectos negativos del proyecto sobre el ambiente

- Gases: Estos provendrán de la maquinaria pesada y vehículos que intervendrán en la obra. Serán controlados mediante directivas y procedimientos que permitan identificar unidades que no estén en buen estado operativo, con la finalidad se realizara que no empleen hasta que se cumpla con su mantenimiento. (No existen los procedimientos).
- Partículas: Serán generadas en los frentes de trabajo debido a las actividades de excavación, traslado y manipuleo de tierra. Se procederá al humedecimiento del material para evitar la emisión de partículas y el traslado en los vehículos se realizara recubierto por manta o toldo aproximado.
- Ruido: Será generado en los frentes de trabajo debido al funcionamiento de la maquinaria pesada y vehículos utilizados en las actividades de traslado de materiales. Se prohibirá el uso de dispositivos que emitan ruido, como los que van conectados a los sistemas de aire comprimido de las unidades; además se evitara el funcionamiento de la maquinaria por tiempo muy prolongado.
- Vertimientos: Los efluentes generados por acciones fisiológicas de los trabajadores de la obra se evitaran con el empleo de baños portátiles. Se establecerán procedimientos que permitan contrarrestar derrames imprevistos. (No existe el procedimiento).

Se implementarán directivas y procedimientos de trabajo para la gestión de residuos sólidos de la etapa constructiva que permitan gestionar adecuadamente los residuos sólidos, además el componente de mitigación ambiental establecido como parte del presupuesto de obra, contempla su tratamiento correspondiente a su almacenamiento y disposición final. También se ha considerado el aspecto de la capacitación del personal para colaborar con la efectividad de los procedimientos. (No existen tales procedimientos).

El estudio menciona que no se producirán emisiones en esta etapa de construcción, sin embargo podrían generarse malos olores cuando se produzcan alguna fuga de aguas

residuales por avería de las tuberías, lo cual debe ser inmediatamente atendido y solucionado por la Entidad que se encargará de la operación y mantenimiento del sistema proyectado.

3.2.3.2. CONDICIONES SOCIALES Y ECONÓMICAS:

El tipo de zonificación predominante es el residencial R-3.

En el área de influencia del proyecto no se identifican zonas de áreas naturales protegidas. El área del proyecto está destinada solo para habilitación urbana.

No se han detectado indicios de la existencia de zonas de interés arqueológico o monumental, dentro del área de influencia del proyecto.

No se han identificado conflictos relacionados a propietarios particulares, en vista que ellos son los más interesados en la materialización del proyecto.

La ejecución del proyecto impactará de manera positiva, principalmente debido a que habrá oferta de trabajo en la etapa de construcción, y por la presencia de mayor población se generará una mayor demanda de servicios, lo que posibilitará el incremento en las actividades económicas cercanas a la ubicación del proyecto.

La operación del proyecto podría poner en riesgo la calidad del aire, agua, salud e higiene de los trabajadores y de los pobladores, si no se tiene un mantenimiento apropiado de la infraestructura construida y además un manejo apropiado de los residuos sólidos, como es el caso de los lodos que se generen dentro del proceso.

Definitivamente el paisaje se verá afectado por la etapa de construcción de la infraestructura, pero será mayor el beneficio que traerá consigo. El proyecto no solo proveerá obras nuevas, también colabora con soluciones viables para mitigar la contaminación que toda urbanización trae consigo y además contribuye a disminuir las enfermedades del tipo infecto-contagiosas que se genera en una zona donde existe un sistema de agua potable y alcantarillado.

El aspecto sanitario tiene un impacto positivo considerable, la cobertura de agua potable es mejorada, contribuyendo a elevar la calidad de vida y el desarrollo urbano de la población y localidades en cuestión, sentando las bases para un cambio en el valor del suelo. También se impacta en forma positiva en la salud e higiene de la población beneficiada, para así evitar enfermedades propias de zonas donde no existe saneamiento básico; el cambio de uso del suelo aumentará el valor del mismo por lo cual el principal beneficiario será cada habitante del lugar.

4. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL 14001 EN EL PROYECTO

Como se vio en el ítem 3 se revisó la información ambiental del proyecto

La declaración ambiental que presento la empresa AQUA TEAM se dio para la elaboración del expediente.

El presente trabajo de tesis se basara en la etapa de inversión (ejecución de los trabajos de obra), que debieron hacerse en cuanto a la parte de gestión ambiental de la obra.

Dentro de los componentes del ítem 3.2, se tiene:

1. Sistema de Agua potable
2. Sistema de alcantarillado
3. Sistema de tratamiento

La aplicación del sistema de gestión ambiental ISO 14001 en la presente tesis se realizara al sistema de agua potable y al sistema de alcantarillado.

Para el sistema de agua potable se aplicara a las redes de distribución, por las siguientes razones:

- Se aplicara a las redes de distribución en vista que las actividades que se desarrollan en este título suman 110 días calendarios de los 220 días calendarios (tiempo de ejecución del sistema de agua potable), de acuerdo a la programación en ritmo constante del sistema de agua potable que se presenta en el capítulo V de la presente tesis.
- Las partidas referidas al tendido de tuberías en la línea de conducción, línea de aducción, conexiones domiciliarias son las mismas partidas que las de redes de distribución.
- Las partidas referidas al tendido de tuberías en el sistema de alcantarillado comparten muchas partidas similares que las partidas de tendido de tuberías del sistema de agua potable como la excavación, relleno, instalación de tuberías.

Sumados ambos sistemas el tendido de tuberías, representa más del 65% de las actividades representativas para el sistema de agua potable y alcantarillado.

Para el sistema de alcantarillado se aplicara a los buzones, por las siguientes razones:

- Se aplicara a la construcción de buzones en vista que las actividades que se desarrollan en este título suman 110 días calendarios de los 220 días calendarios (tiempo de ejecución del sistema de alcantarillado), de acuerdo a la programación en ritmo constante del sistema de alcantarillado que se presenta en el capítulo V de la presente tesis.

- Las partidas referidas a la construcción de buzones en el sistema de alcantarillado, rehabilitación de buzones, construcción de cajas condominiales, construcción de buzones en los emisores son las mismas partidas que la construcción de buzones del sistema de alcantarillado.
- Las partidas referidas a válvulas de cierre, válvulas de purga, válvulas de aire, cámara reductora de presión del sistema de agua potable comparten muchas partidas similares que las partidas de construcción de buzones del sistema de alcantarillado como obras en acero, encofrados y obras en concreto armado.

Sumados ambos sistemas las partidas de la construcción de buzones, representan un gran porcentaje dentro de las actividades representativas para el sistema de agua y alcantarillado.

El resto de actividades que no compartan partidas similares al tendido de tuberías y construcción de buzones representan un porcentaje mínimo además de ser trabajos muy puntuales como el corte de carretera.

Como se vio en el ítem 3: DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL EXPEDIENTE TECNICO, existe un documento de carácter ambiental que se desarrolló para el proyecto, el mismo que es muy efímero y general en muchos puntos.

No se realizó ningún sistema de gestión ambiental dentro del expediente técnico ni se desarrolló tampoco durante la ejecución de la obra de acuerdo a lo indicado por los responsables de obra.

Dentro de los objetivos de la presente tesis es la aplicación del sistema de gestión ambiental ISO 14001 para la obra del triunfo, sin embargo como la obra fue concluida se desarrollara los requisitos para la norma que debieron de realizarse en la etapa de construcción, que servirá a su vez como guía para otros proyectos de saneamiento.

4.1. REQUISITOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA GESTIÓN AMBIENTAL EN LA OBRA DE SANEAMIENTO

4. REQUISITOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL
   - 4.1. Requisitos generales
   - 4.2. Política ambiental
   - 4.3. Planificación
   - 4.3.1. Aspectos ambientales
   - 4.3.2. Requisitos legales y otros requisitos
   - 4.3.3. Objetivos, metas y programas
   - 4.4. Implementación y operación
   - 4.4.1. Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad
   - 4.4.2. Competencia, formación y toma de conciencia
   - 4.4.3. Comunicación
   - 4.4.4. Documentación
   - 4.4.5. Control de documentos

4.4.6. Control operacional
4.4.7. Preparación y respuesta ante emergencias
4.5. Verificación
4.5.1. Seguimiento y medición
4.5.2. Evaluación del cumplimiento legal
4.5.3. No conformidad, acción correctiva y acción preventiva
4.5.4. Control de los registros
4.5.5. Auditoría interna
4.6. Revisión por la dirección

Para el desarrollo de los requisitos se tiene como base lo indicado en la Norma ISO 14001 y en la guía para la intervención de los trabajadores referida a sistemas de gestión ambiental.

4.1.1. REQUISITOS GENERALES (Requisito 4.1)

«La organización debe establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión ambiental de acuerdo con los requisitos de esta norma y determinar cómo cumplirá estos requisitos...

La organización definirá y documentara el alcance de su sistema de gestión ambiental».

- **Alcance del sistema de gestión ambiental**

Se refiere a la definir y documentar cuál es el **alcance de su sistema de gestión ambiental**. Con ello se fijan los límites de la organización que quedan dentro de la aplicación. Una vez fijado este alcance, todas las actividades, productos y servicios que se encuentren dentro de éste deben ser incluidos en el SGA.

Alcance del sistema de gestión ambiental en la obra de saneamiento

El presente sistema de gestión ambiental se aplica a las instalaciones, actividades del proyecto, tanto las desarrolladas en campo como en las oficinas administrativas, que comprendan:

- Actividades de construcción de línea de conducción
- Actividades de construcción de redes de agua potable
- Actividades de construcción de redes de desagüe
- Actividades de construcción de emisores.
- Actividades administrativas y técnicas de oficina.

4.1.2. POLÍTICA AMBIENTAL (Requisito 4.2)

La política ambiental es un conjunto de principios y declaraciones realizadas por la alta dirección de la empresa en relación con el medio ambiente.

Debe recoger tres compromisos expresos:

- Cumplir con la legislación ambiental aplicable y otros compromisos existentes.
- Mejora continua (una progresiva y permanente mejora de los resultados ambientales de la empresa).
- La prevención, la minimización y el control de la contaminación.

Es un documento público que tiene que haber sido comunicado a todos los empleados y debe estar a disposición de cualquier persona que lo solicite.

Debe actualizarse, fundamentalmente en base a los resultados de las auditorías y de la revisión por parte de la dirección de la empresa.

POLITICA AMBIENTAL

Nuestra empresa dedicada a la consultoría y ejecución de obras civiles de saneamiento, desarrolla la presente política medio ambiental, que en compromiso con el medio ambiente busca evitar toda contaminación realizada en todas las actividades que se desarrollen en campo y oficina, ya que es un el derecho a vivir en un medio ambiente sano libre de contaminación, compatibles con los principios de desarrollo sostenible

Por lo tanto, asumimos como empresa el compromiso ambiental individual y colectivo de manera responsable de todos los trabajadores pertenecientes a nuestra organización y así cumplir los compromisos de esta política ambiental que son los siguientes:

a) Cumplimiento de la normativa y legislación peruana vigente aplicable con nuestros aspectos e impactos ambientales.
b) Prevenir la contaminación ambiental asociados a nuestras actividades, servicios y procedimientos.
c) Capacitación continúa a todo el personal con el objeto de cumplir la política ambiental de la empresa, de tal manera que se eleve su nivel de responsabilidad ambiental.
d) Controlar adecuadamente los aspectos ambientales de las obras que ejecutamos como son residuos generados.
e) Comprometer la participación ciudadana, informando e interiorizando en materias de construcción e intervención con el medio ambiente
f) Realizar el seguimiento periódico estableciendo el cumplimiento de los objetivos y metas ambientales de la presente política
g) Lograr la mejora continúa de todas las actividades ambientales que desarrolle la empresa.

4.1.3. PLANIFICACIÓN (REQUISITO 4.3)

4.1.3.1. Identificación de aspectos ambientales (Requisito 4.3.1)

La norma exige la **identificación de todos los aspectos ambientales y la posterior evaluación de los mismos**, es decir, de aquellos elementos derivados de las actividades, productos o servicios de una organización que **actúan o pueden actuar** sobre el medio ambiente, y determinar cuáles son **significativos**.

> Un **aspecto ambiental** es un elemento de las actividades, productos o servicios de una empresa que actúa o puede interactuar con el medio ambiente.
>
> Por tanto, un aspecto ambiental es aquel que una actividad, producto o servicio genera (emisiones, vertidos, residuos, ruido, consumos, etc.) e incide sobre el medio ambiente.
>
> El **efecto ambiental** es cualquier cambio en el medio ambiente, sea positivo o negativo, resultante de las actividades, productos y servicios de una empresa.
>
> El impacto ambiental es la cuantificación del efecto ambiental.
>
> En resumen:
>
> - Aspecto ambiental es causa (X).
> - Efecto es cambio de comportamiento del medio natural F(X).
> - Impacto es cuantificación de dicho efecto (Y).

Como mínimo, se considera aquellos aspectos ambientales sobre los que la empresa tiene un control directo. Estos son denominados ASPECTOS AMBIENTALES DIRECTOS y para su determinación se tuvo en cuenta:

- Emisiones atmosféricas.
- Generación y gestión de residuos.
- Vertidos.
- Ruido, olores, polvo, vibraciones, impacto visual…
- Utilización y consumo de suelo.
- Empleo de recursos y materias primas.
- Efectos sobre los ecosistemas.
- Factores del medio ambiente local.

La norma ISO 14001 exige que se hayan identificado todos los aspectos ambientales directos, pero no impone una metodología obligatoria

Cuando un aspecto ambiental tiene o puede tener un impacto significativo en el medio ambiente se denomina ASPECTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO. Los aspectos ambientales significativos son tenidos en cuenta en el establecimiento

posterior de los objetivos, metas y programas del SGA de la presente implementación.

Los criterios seleccionados para la determinación de los aspectos ambientales significativos cumplieron las siguientes características:

- Son criterios técnicos, relacionados exclusivamente con el medio ambiente. (no tienen cabida criterios que atiendan a costes económicos, imagen de la empresa o facilidad de la gestión del aspecto ambiental).
- Se pueden valorar y son objetivos. Es decir, que cualquier persona que los analice aplicando la metodología seleccionada obtenga el mismo resultado.
- Permiten valorar la mejora continua.

IDENTIFICACION DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES

Dentro de las etapas de un SGA se debe de realizar la identificación de los aspectos ambientales para lo cual debe de hacerse una revisión medioambiental inicial que está vinculada directamente con la planificación como se aprecia en la figura 4.4.

Figura 4.4 Etapas de un SGA

RMAI: es una identificación y documentación sistemáticas de los impactos (o impactos potenciales) medioambientales significativos asociados directa o indirectamente con las actividades, los productos y los procesos de su organización.

Las características de la RMAI cuentan con dos premisas

- Aceptar que todas las organizaciones tienen un impacto en el medio ambiente.
- La actuación medio ambiental mejorada es el resultado directo del control y la reducción de esos impactos

METODOS

Para la presente tesis se desarrollara el método del índice de riesgo ambiental (IRA) que comprende:

A) Tipo de Impacto Positivo o Beneficioso Negativo o Adverso

La evaluación de aspectos ambientales para determinar cuáles son SIGNIFICATIVOS se hace sólo a aquellos que ***ocasionan impactos negativos***.

B) Consecuencia del Impacto

- AMBIENTAL: si el impacto afecta a ambientes físicos (aire, suelo. Agua subterránea y superficial) o biológicos (flora, fauna, hábitat, ecología, biodiversidad, ecosistemas).
- SOCIAL: si el impacto afecta directamente a la comunidad.
- LEGAL: si el impacto ambiental está vinculado a un requisito legal específico.

C) Severidad de la Consecuencia

Se determina cualitativamente de acuerdo al nivel de severidad de consecuencia (nsc) de impactos ambientales, lo que está considerado en la tabla 4.2 de severidad de consecuencias de impactos ambientales.

Tabla 4.2 Severidad de consecuencia

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.
MENOR	Daño menor a corto plazo y mediano plazo a pequeñas areas de significancia limitada	Interes y quejas menores por parte de la comunidad o los medios de comunicación. Sanciones por parte del ministerio.	Incumplimiento menor de normativa ambiental: accion judicial menor o posible litigio.
MAYOR	Efectos moderados en ambientes biologicos, pero no afecta la funcion del ecosistema (ejemplo desplazamientos de una especie). Impactos relativamente difundidos a mediano y largo plazo.	Interes de los medios de comunicación y/u alta preocupacion por parte de la comunidad local. Critica de ONGs. Dificultades significativas para obtener aprobaciones. Permisos ambientales moderadamente afectados	Serios incumplimientos de normatividad ambiental. Potenciales multas mayores. Investigacion y accion judicial por parte de las autoridades. Litigio mayor.
EXTREMO	Efectos al medio ambiente muy serios con daño al ecosistema. Efectos difundidos a largo plazo en ambientes de alta significancia (el habitat unico)	Serio clamor publico o de los medios de comunicación (cobertura internacional). Campañas dañinas de ONGs. Licencia para operar bajo amenaza. Reputacion severamente dañada. El precio de las acciones puede verse afectado.	Investigacion por parte de las autoridades con acciones judiciales y muchas significativas. Litigios muy serios.

Cuando un impacto ambiental tenga más de un tipo de consecuencia, considerar la de mayor nivel de severidad y pasar a evaluar la frecuencia.

D) Frecuencia.

Para lo cual se debe utilizar la descripción de la Tabla 4.3 siguiente:

Tabla 4.3 Frecuencia de ocurrencia

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
CASI SEGURO	Se espera que ocurra un evento en la mayoria de las circunstancias	Una o mas veces por mes
PROBABLE	El evento probablemente ocurra en la mayoria de las circunstancias	Una vez entre mas de 1 mes hasta 3 meses
MODERADO	El evento debe ocurrir en algun momento	Una vez entre mas de 3 meses hasta seis meses
IMPROBABLE	El evento podria ocurrir en algun momento	Una vez entre mas de 6 meses hasta un año
RARO	El evento puede ocurrir pero solo bajo circuntancias especiales	Una vez de un año

El término frecuencia se aplica específicamente al impacto resultante y no al aspecto ambiental, porque éste tiene a veces una probabilidad de ocurrencia de 100%, como en el caso de una emisión continua.

Evaluación de los aspectos ambientales significativos (AAS)

La evaluación de los aspectos ambientales se realiza para determinar aquellos que son significativos. Un ASPECTO AMBIENTAL es SIGNIFICATIVO (AAS) cuando:

- Va en contra de la Política Ambiental de La empresa, organización o institución.
- Su Índice de Riesgo Ambiental (IRA) es mayor que 10, de acuerdo con la tabla 4.4, que también se conoce como la aplicación de la LEY DEL SERRUCHO.

e) Índice de Riesgo Ambiental (IRA)

Tabla 4.4 Valores del índice de riesgo ambiental (IRA)

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	**BAJO**	**MENOR**	**MODERADO**	**MAYOR**	**EXTREMO**
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

f) Tipo de Actividad:

Considerar el tipo de actividad en que se produce el Aspecto Ambiental:

- **NORMAL**: incluye la operación normal y las operaciones de mantenimiento o paradas programadas de los procesos en la empresa, organización o institución.
- **ANORMAL**: se produce durante las puestas en marcha o paradas de planta
- **EMERGENCIA**: situación que provoca graves efectos en el medio ambiente. Puede ser resultado de derrames de sustancias peligrosas, fallas del proceso, reacciones controladas.

G) Situación Temporal:

Referida también al tiempo en que ocurre, ocurrió u ocurrirá el aspecto ambiental.

- **PASADO**: aspecto producido con anterioridad, pero cuyos impactos ambientales permanecen en el presente (pasivo ambiental).
- **PRESENTE**: aspecto que se produce en la actualidad y que ocasiona un impacto ambiental presente o futuro.
- **FUTURO**: aspecto que se producirá en el desarrollo de actividades futuras y que potencialmente ocasionará un impacto ambiental.

ACTUALIZACION DE LA IDENTIFICACION Y EVALUACION DE LOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES:

Para realizar la actualización de todos los aspectos ambientales significativos que se desarrolle en la obra de saneamiento se deberá realizar una vez al año o bajo las siguientes circunstancias:

- Adquisición de nuevo equipamiento
- Modificaciones o ampliaciones físicas
- Cambio de metodología de operación o adopción de nuevas tecnologías
- Nuevos proyectos de inversión (adicionales de obra, ampliaciones de plazo)
- Recomendación de la Alta Dirección (luego de la revisión general del Sistema de Gestión Ambiental), de la opinión de Consultores Externos o de algún grupo involucrado (“stakeholder”)
- Resultado de inspecciones o auditorias
- Cambios en la normativa legal ambiental o adopción de otros requisitos ambientales
- Cambios en los criterios de significancia
- Los responsables de área o de proyecto realizan la actualización en coordinación con el Asesor Ambiental o el Comité del SGA.

Como se mencionó en los alcances el presente sistema de gestión ambiental se aplicara a las instalaciones, actividades del proyecto, tanto las desarrolladas en campo como en las oficinas administrativas, que comprendan:

- Actividades de construcción de línea de conducción
- Actividades de construcción de redes de agua potable
- Actividades de construcción de redes de desagüe
- Actividades de construcción de emisores.
- Actividades administrativas y técnicas de oficina.

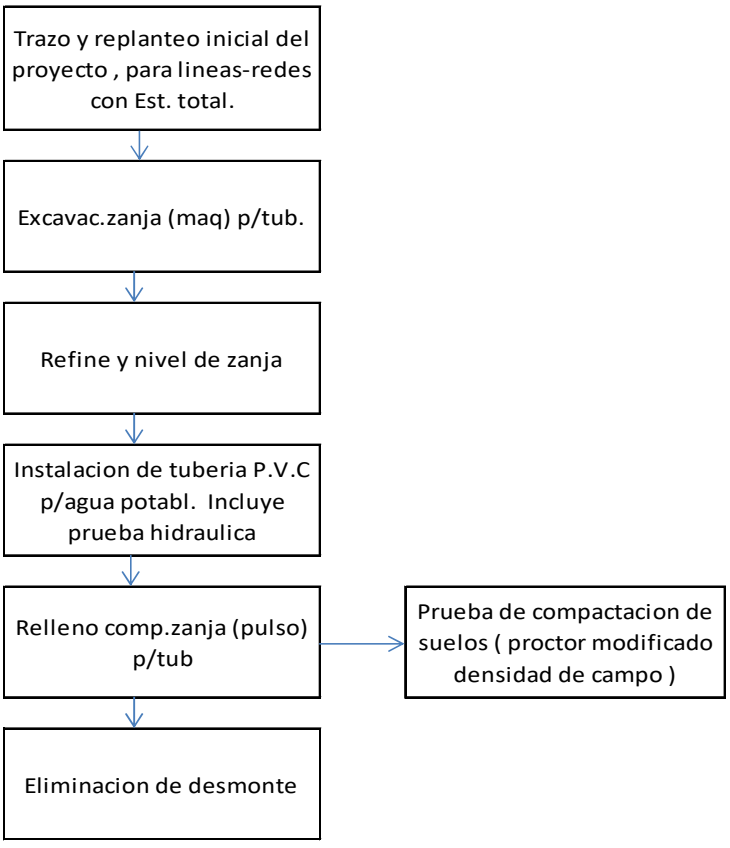
Y dentro de las actividades anteriores se escogió del sistema de agua potable y sistema de alcantarillado la aplicación a:

- Para el sistema de agua potable se aplicara a las redes de distribución.
- Para el sistema de alcantarillado se aplicara a la construcción de buzones.

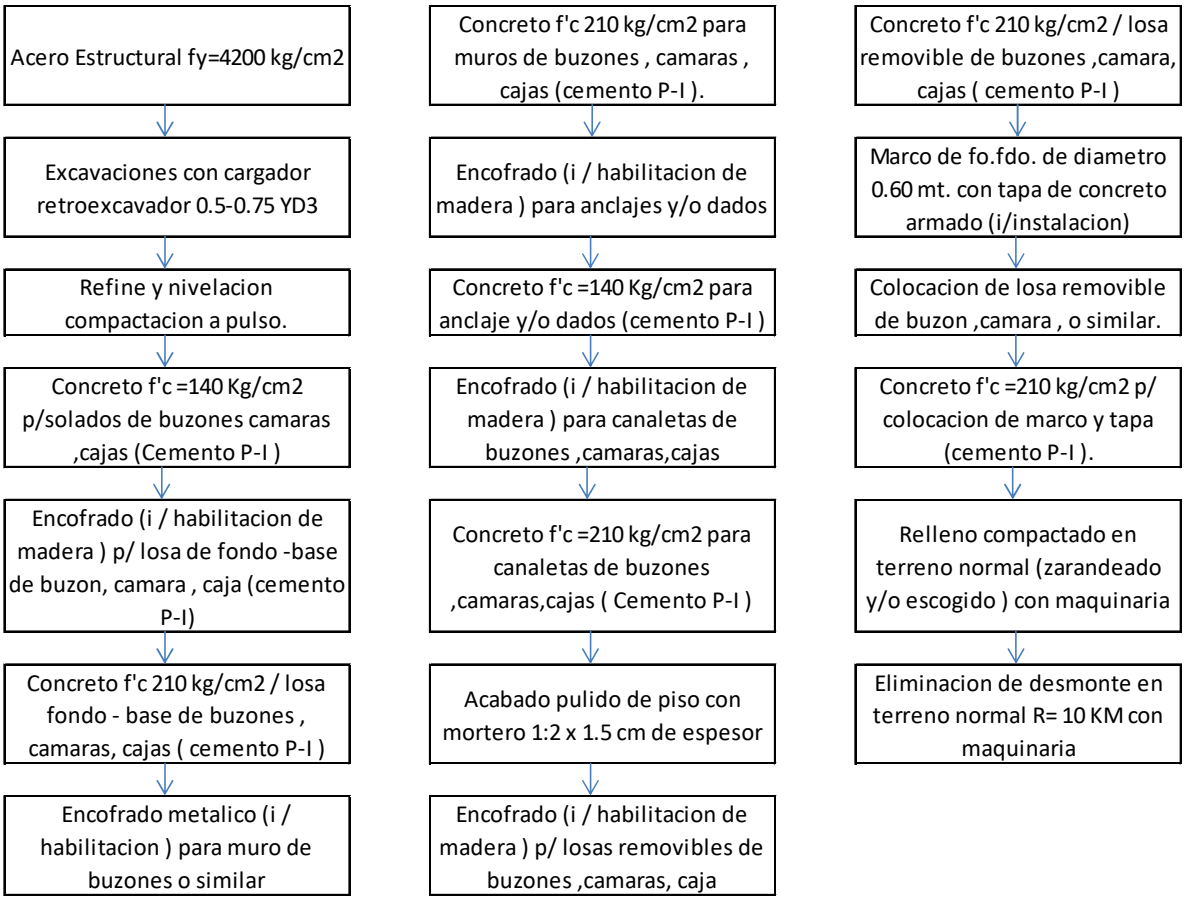
Ambos por las razones explicadas en el ítem 4: Implementación del sistema de gestión ambiental 14001 en el proyecto.

Se presenta por tanto a continuación los flujogramas del proceso constructivo para la construcción redes de agua potable y construcción de buzones, donde se identifican los aspectos e impactos ambientales.

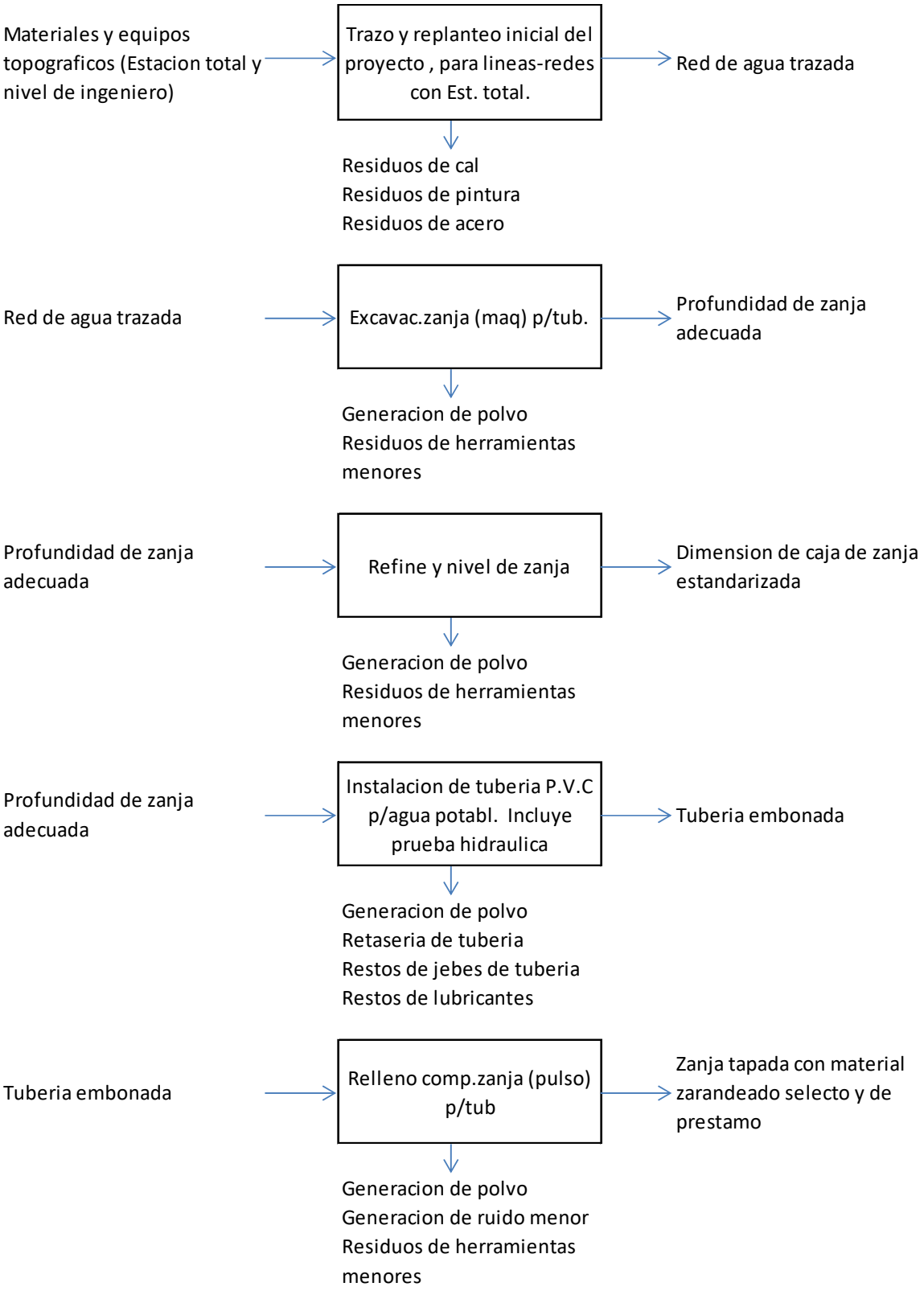
a) Flujograma de Redes de Agua Potable

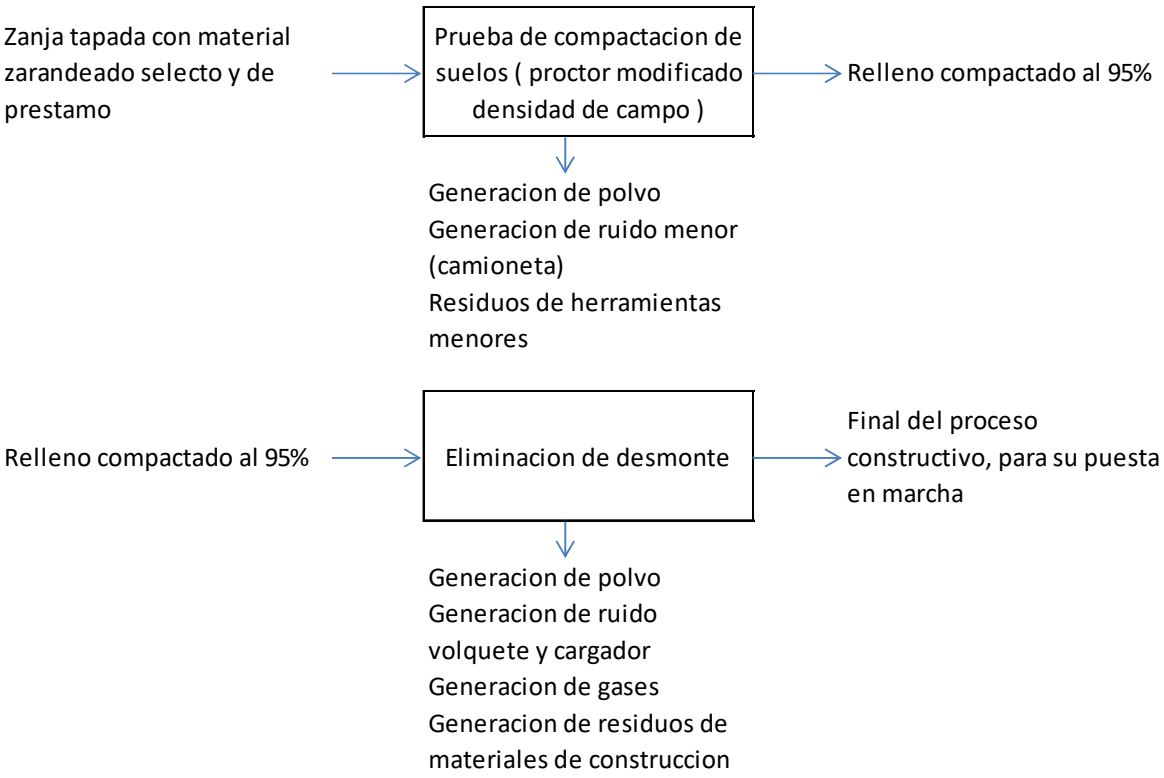


b) Flujograma de construcción de buzones

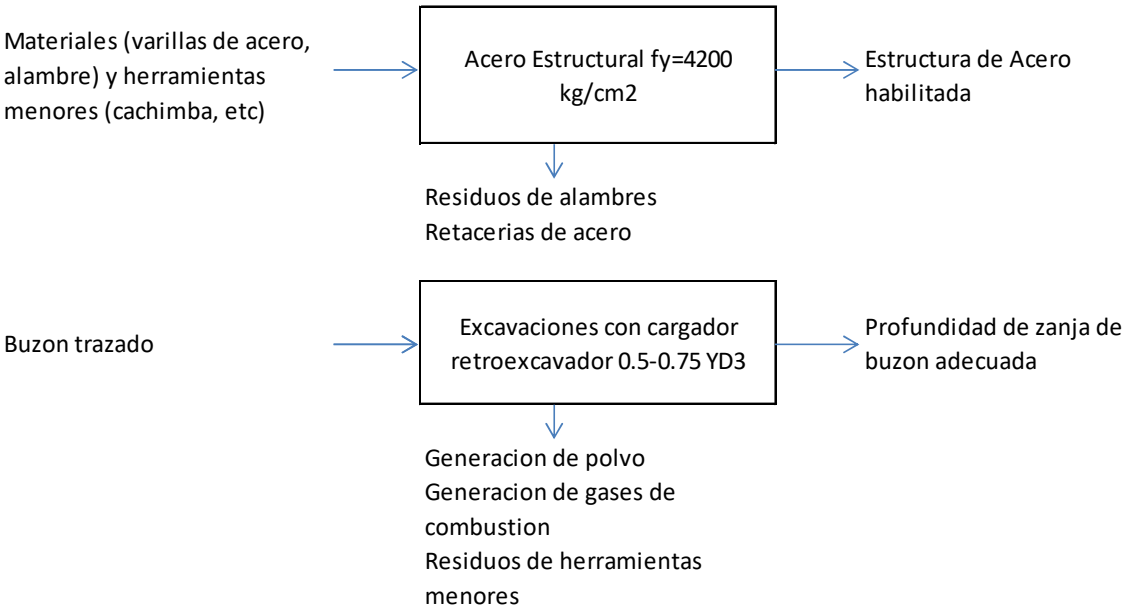


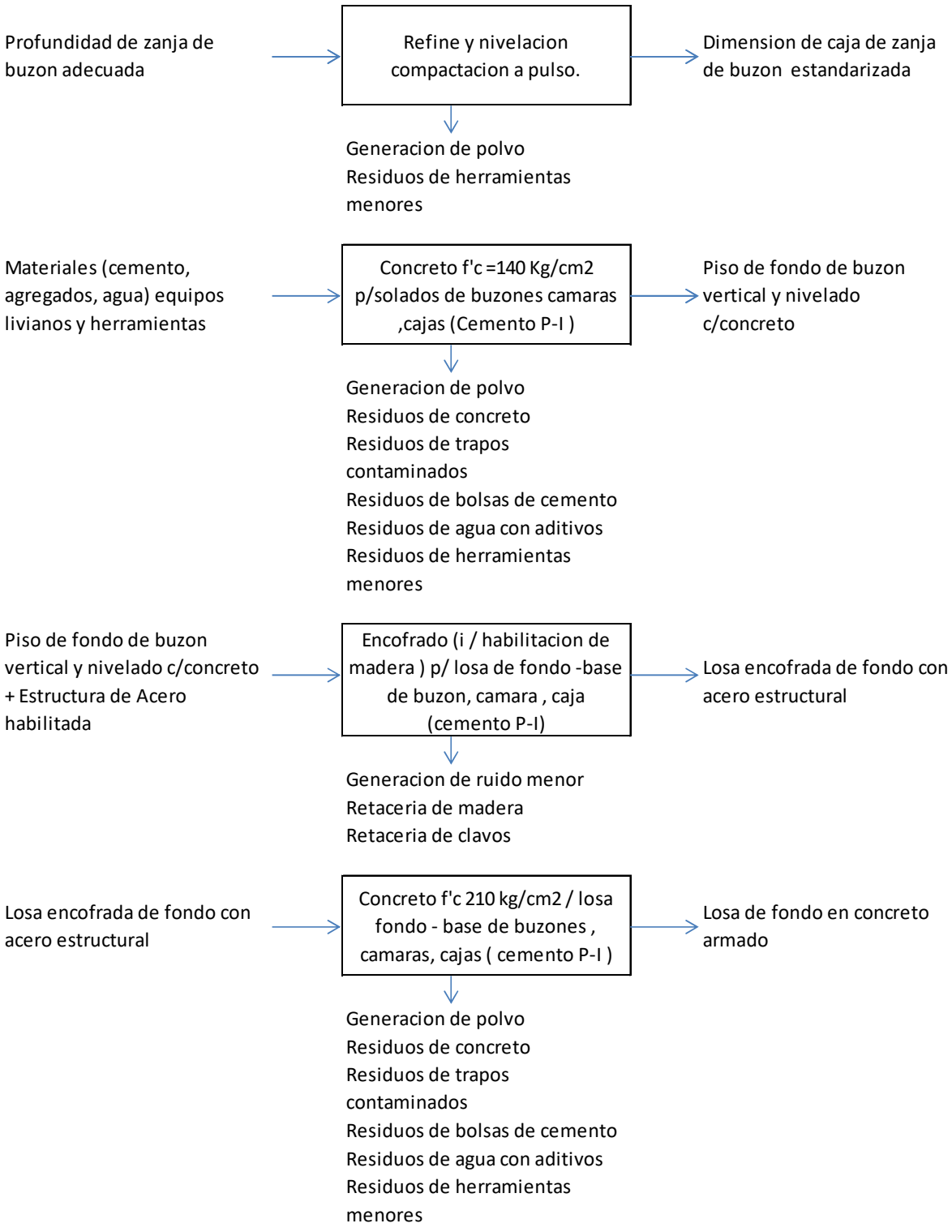
c) Procesos de las actividades de redes de agua

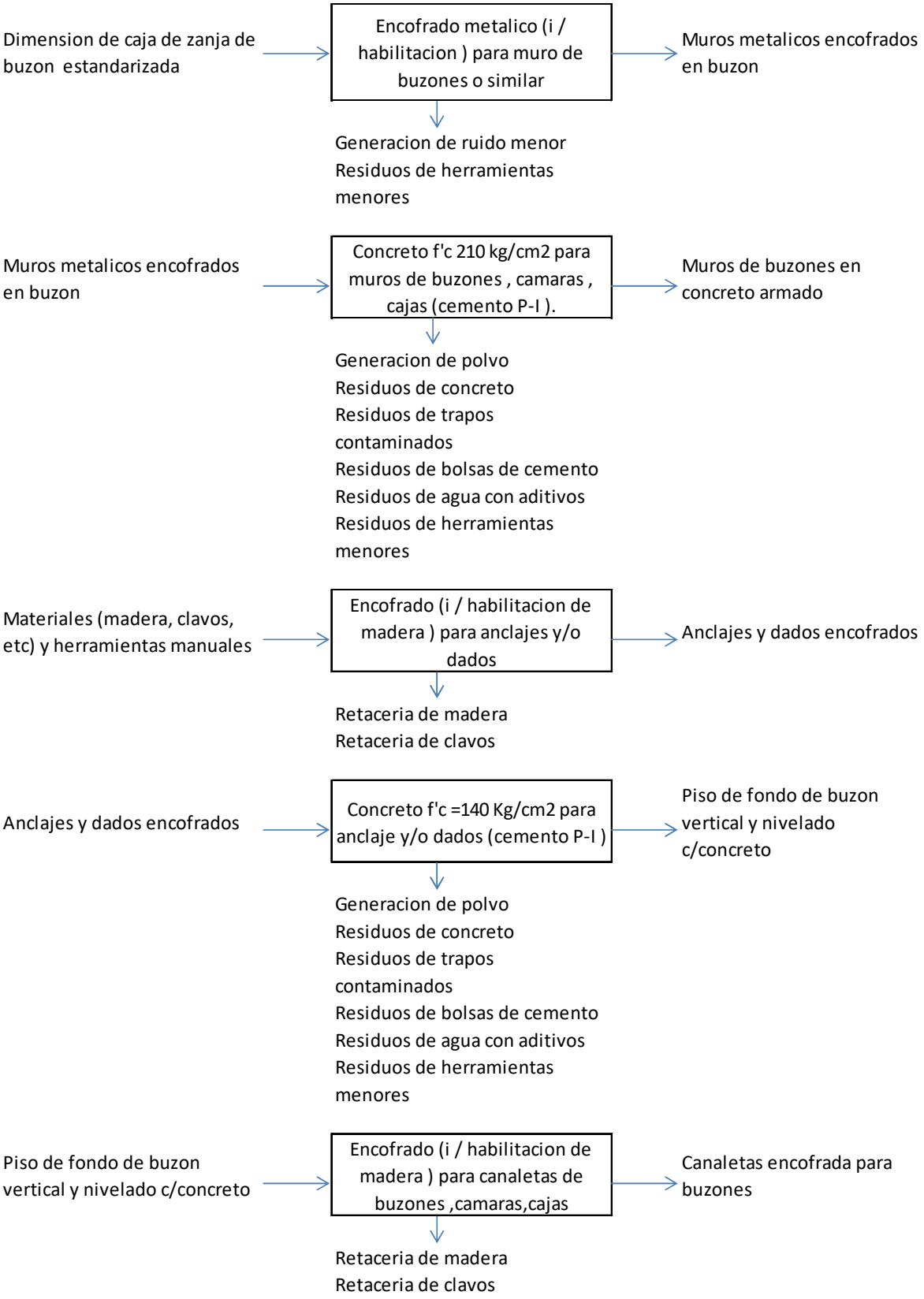


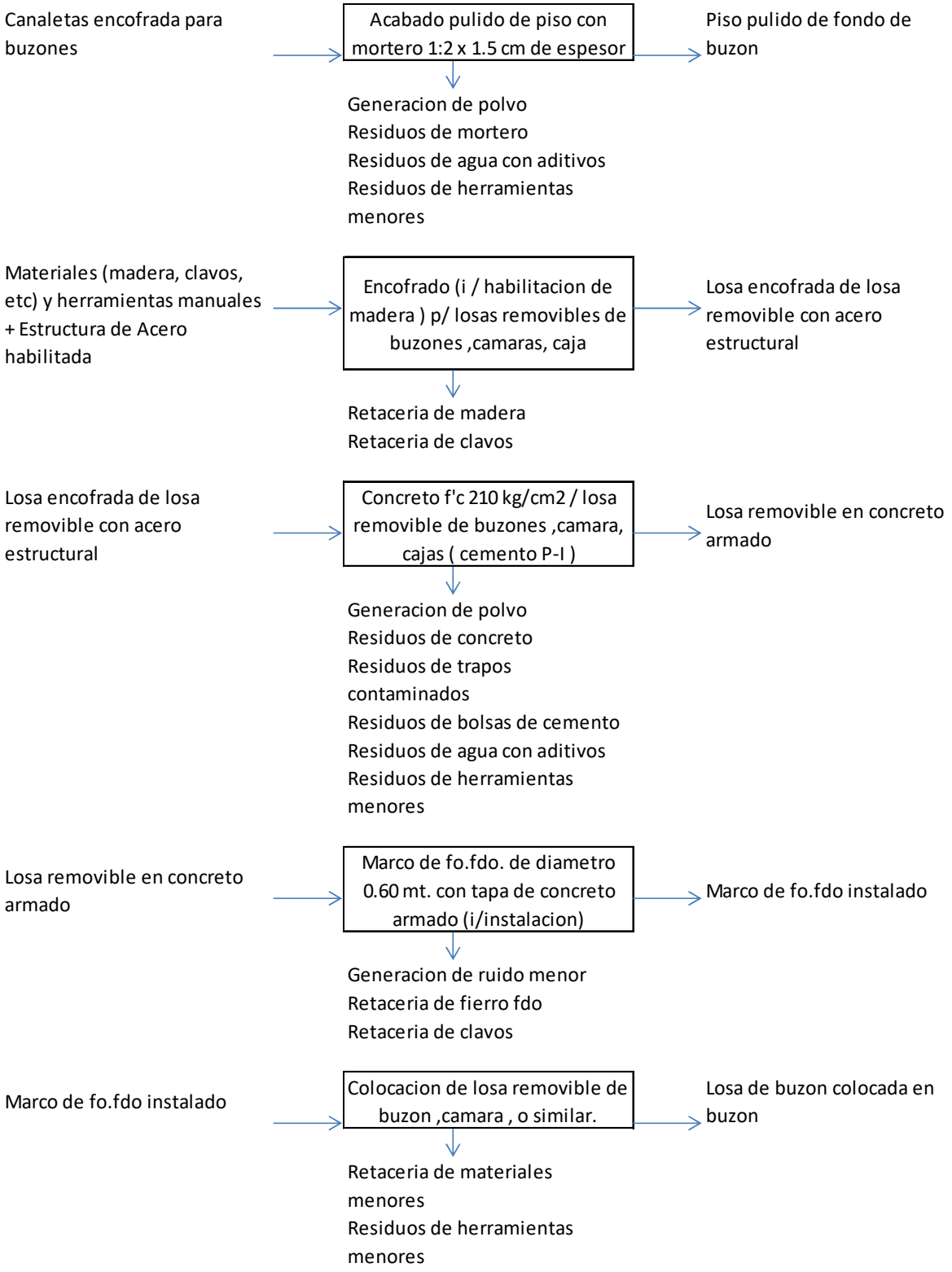


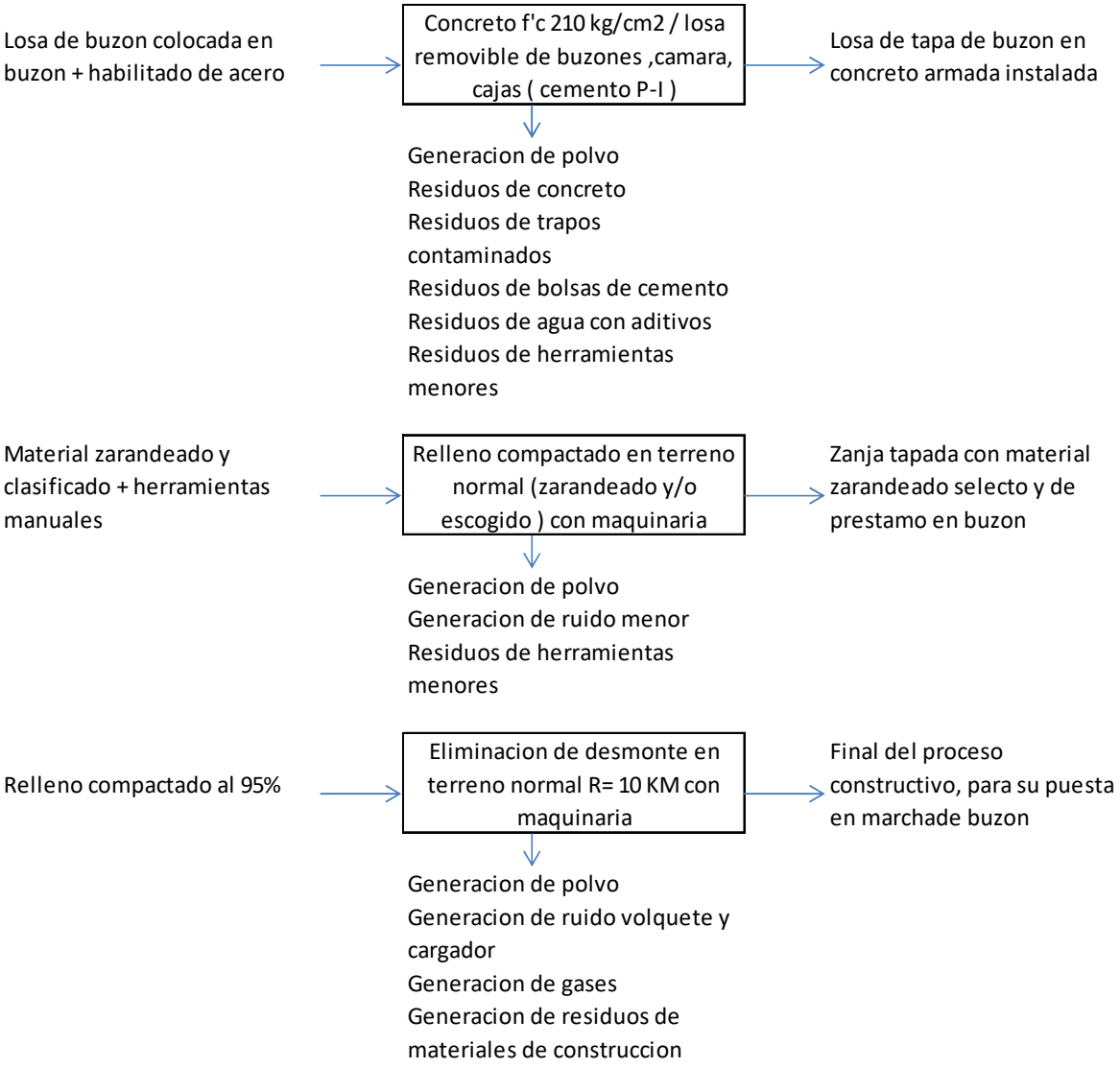
d) Procesos de las actividades de construcción de buzones




Profundidad de zanja de buzon adecuada
Refine y nivelacion compactacion a pulso.
Dimension de caja de zanja de buzon estandarizada
Generacion de polvo
Residuos de herramientas menores
Materiales (cemento, agregados, agua) equipos livianos y herramientas
Concreto f'c =140 Kg/cm2 p/solados de buzones camaras ,cajas (Cemento P-I)
Piso de fondo de buzon vertical y nivelado c/concreto
Generacion de polvo
Residuos de concreto
Residuos de trapos contaminados
Residuos de bolsas de cemento
Residuos de agua con aditivos
Residuos de herramientas menores
Piso de fondo de buzon vertical y nivelado c/concreto + Estructura de Acero habilitada
Encofrado (i / habilitacion de madera) p/ losa de fondo -base de buzon, camara , caja (cemento P-I)
Losa encofrada de fondo con acero estructural
Generacion de ruido menor
Retaceria de madera
Retaceria de clavos
Losa encofrada de fondo con acero estructural
Concreto f'c 210 kg/cm2 / losa fondo - base de buzones , camaras, cajas (cemento P-I)
Losa de fondo en concreto armado
Generacion de polvo
Residuos de concreto
Residuos de trapos contaminados
Residuos de bolsas de cemento
Residuos de agua con aditivos
Residuos de herramientas menores


Dimension de caja de zanja de buzon estandarizada
Encofrado metalico (i / habilitacion) para muro de buzones o similar
Muros metalicos encofrados en buzon
Generacion de ruido menor
Residuos de herramientas menores
Muros metalicos encofrados en buzon
Concreto f'c 210 kg/cm2 para muros de buzones , camaras , cajas (cemento P-I).
Muros de buzones en concreto armado
Generacion de polvo
Residuos de concreto
Residuos de trapos contaminados
Residuos de bolsas de cemento
Residuos de agua con aditivos
Residuos de herramientas menores
Materiales (madera, clavos, etc) y herramientas manuales
Encofrado (i / habilitacion de madera) para anclajes y/o dados
Anclajes y dados encofrados
Retaceria de madera
Retaceria de clavos
Anclajes y dados encofrados
Concreto f'c =140 Kg/cm2 para anclaje y/o dados (cemento P-I)
Piso de fondo de buzon vertical y nivelado c/concreto
Generacion de polvo
Residuos de concreto
Residuos de trapos contaminados
Residuos de bolsas de cemento
Residuos de agua con aditivos
Residuos de herramientas menores
Piso de fondo de buzon vertical y nivelado c/concreto
Encofrado (i / habilitacion de madera) para canaletas de buzones ,camaras,cajas
Canaletas encofrada para buzones
Retaceria de madera
Retaceria de clavos


Canaletas encofrada para buzones
Acabado pulido de piso con mortero 1:2 x 1.5 cm de espesor
Piso pulido de fondo de buzon
Generacion de polvo
Residuos de mortero
Residuos de agua con aditivos
Residuos de herramientas menores
Materiales (madera, clavos, etc) y herramientas manuales + Estructura de Acero habilitada
Encofrado (i / habilitacion de madera) p/ losas removibles de buzones ,camaras, caja
Losa encofrada de losa removible con acero estructural
Retaceria de madera
Retaceria de clavos
Losa encofrada de losa removible con acero estructural
Concreto f'c 210 kg/cm2 / losa removible de buzones ,camara, cajas (cemento P-I)
Losa removible en concreto armado
Generacion de polvo
Residuos de concreto
Residuos de trapos contaminados
Residuos de bolsas de cemento
Residuos de agua con aditivos
Residuos de herramientas menores
Losa removible en concreto armado
Marco de fo.fdo. de diametro 0.60 mt. con tapa de concreto armado (i/instalacion)
Marco de fo.fdo instalado
Generacion de ruido menor
Retaceria de fierro fdo
Retaceria de clavos
Marco de fo.fdo instalado
Colocacion de losa removible de buzon ,camara , o similar.
Losa de buzon colocada en buzon
Retaceria de materiales menores
Residuos de herramientas menores



e) Identificación de aspectos e impactos ambientales en redes de agua potable

Trazo y replanteo inicial del proyecto , para lineas-redes con Est. total.	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Residuos de cal	Contaminacion suelo, afectacion paisaje
Residuos de pintura	
Residuos de acero	
Excavac.zanja (maq) p/tub.	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Generacion de ruido retroexcavadora	Alteracion menor de la poblacion por emision de ruido por equipos pesados
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje

Refine y nivel de zanja	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje
Instalacion de tuberia P.V.C p/agua potabl. Incluye prueba hidraulica	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Retaseria de tuberia	Contaminacion al suelo y paisaje
Restos de jebes de tuberia	Contaminacion al suelo y paisaje
Restos de lubricantes	Modificación de la calidad del suelo por acción de lixiviación de residuos peligrosos
Relleno comp.zanja (pulso) p/tub	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Generacion de ruido menor	Alteracion menor de la poblacion por emision de ruido por equipos menores
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje
Prueba de compactacion de suelos (proctor modificado densidad de campo)	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Generacion de ruido menor (camioneta)	Alteracion menor de la poblacion por emision de ruido por equipos pesados
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje
Eliminacion de desmonte	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Generacion de ruido volquete y cargador	Alteracion menor de la poblacion por emision de ruido por equipos pesados
Generacion de gases	Contaminacion calidad del aire
Generacion de residuos de materiales de construccion	Contaminacion al suelo y paisaje

f) Identificación de aspectos e impactos ambientales en construcción de buzones

Acero Estructural fy=4200 kg/cm2	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Residuos de alambres	Contaminacion suelo, afectacion paisaje
Retacerias de acero	
Excavaciones con cargador retroexcavador 0.5-0.75 YD3	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Generacion de gases de combustion	Contaminacion calidad del aire
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje
Refine y nivelacion compactacion a pulso.	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje
Concreto f'c =140 Kg/cm2 p/solados de buzones camaras ,cajas	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Residuos de concreto	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de trapos contaminados	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de bolsas de cemento	Contaminacion al suelo
Residuos de agua con aditivos	Contaminacion al suelo
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje
Encofrado (i / habilitacion de madera) p/ losa de fondo -base de buzon, camara , caja (cemento P-I)	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de ruido menor	Contaminacion calidad del aire
Retaceria de madera	Contaminacion al suelo
Retaceria de clavos	Contaminacion al suelo

Concreto f'c 210 kg/cm2 / losa fondo - base de buzones , camaras, cajas (cemento P-I)	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Residuos de concreto	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de trapos contaminados	Contaminacion al suelo
Residuos de bolsas de cemento	Contaminacion al suelo
Residuos de agua con aditivos	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje
Encofrado metalico (i / habilitacion) para muro de buzones o similar	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de ruido menor	Contaminacion calidad del aire
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje
Concreto f'c 210 kg/cm2 para muros de buzones , camaras , cajas (cemento P-I).	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Residuos de concreto	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de trapos contaminados	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de bolsas de cemento	Contaminacion al suelo
Residuos de agua con aditivos	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje
Encofrado (i / habilitacion de madera) para anclajes y/o dados	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Retaceria de madera	Contaminacion al suelo
Retaceria de clavos	Contaminacion al suelo

Concreto f'c =140 Kg/cm2 para anclaje y/o dados (cemento P-I)	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Residuos de concreto	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de trapos contaminados	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de bolsas de cemento	Contaminacion al suelo
Residuos de agua con aditivos	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje
Encofrado (i / habilitacion de madera) para canaletas de buzones ,camaras,cajas	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Retaceria de madera	Contaminacion al suelo
Retaceria de clavos	Contaminacion al suelo
Acabado pulido de piso con mortero 1:2 x 1.5 cm de espesor	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Residuos de mortero	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de agua con aditivos	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje
Encofrado (i / habilitacion de madera) p/ losas removibles de buzones ,camaras, caja	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Retaceria de madera	Contaminacion al suelo
Retaceria de clavos	Contaminacion al suelo

Concreto f'c 210 kg/cm2 / losa removible de buzones ,camara, cajas (cemento P-I)	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Residuos de concreto	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de trapos contaminados	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de bolsas de cemento	Contaminacion al suelo
Residuos de agua con aditivos	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje
Marco de fo.fdo. de diametro 0.60 mt. con tapa de concreto armado	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de ruido menor	Contaminacion calidad del aire
Retaceria de fierro fdo	Contaminacion al suelo
Retaceria de clavos	Contaminacion al suelo
Colocacion de losa removible de buzon ,camara , o similar.	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Retaceria de materiales menores	Contaminacion al suelo
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje
Concreto f'c 210 kg/cm2 / losa removible de buzones ,camara, cajas (cemento P-I)	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Residuos de concreto	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de trapos contaminados	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de bolsas de cemento	Contaminacion al suelo
Residuos de agua con aditivos	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje

Relleno compactado en terreno normal (zarandeado y/o escogido)	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Generacion de gases de combustion	Contaminacion calidad del aire
Generacion de ruido menor	Contaminacion calidad del aire
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje
Eliminacion de desmonte en terreno normal R= 10 KM con maquinaria	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Generacion de ruido volquete y cargador	Contaminacion calidad del aire
Generacion de gases	Contaminacion calidad del aire
Generacion de residuos de materiales de construccion	Contaminacion al suelo y paisaje

VALORACION DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES

a. Método de índice de Riesgo Ambiental (redes de distribución de agua)

Trazo y replanteo inicial del proyecto , para lineas-redes con Est. total.

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Residuos de cal	Contaminacion suelo, afectacion paisaje
Residuos de pintura	
Residuos de acero	

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.

Se veridad es	**BAJO**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
RARO	El evento puede ocurrir pero solo bajo circuntancias especiales	Una vez de un año

Se frecuencia	**RARO**

Excavac.zanja (maq) p/tub.

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.
MENOR	Daño menor a corto plazo y mediano plazo a pequeñas areas de significancia limitada	Interes y quejas menores por parte de la comunidad o los medios de comunicación. Sanciones por parte del ministerio.	Incumplimiento menor de normativa ambiental: accion judicial menor o posible litigio.

Se veridad es	**MENOR**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
PROBABLE	El evento probablemente ocurra en la mayoria de las circunstancias	Una vez entre mas de 1 mes hasta 3 meses

Se frecuencia	**PROBABLE**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	**BAJO**	**MENOR**	**MODERADO**	**MAYOR**	**EXTREMO**
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**12**

Refine y nivel de zanja

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.
MENOR	Daño menor a corto plazo y mediano plazo a pequeñas areas de significancia limitada	Interes y quejas menores por parte de la comunidad o los medios de comunicación. Sanciones por parte del	Incumplimiento menor de normativa ambiental: accion judicial menor o posible litigio.

Se veridad es	**MENOR**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
IMPROBABLE	El evento podria ocurrir en algun momento	Una vez entre mas de 6 meses hasta un año

Se frecuencia	**IMPROBABLE**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	BAJO	MENOR	MODERADO	MAYOR	EXTREMO
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**5**

Instalacion de tuberia P.V.C p/agua potabl. Incluye prueba hidraulica

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Retaseria de tuberia	Contaminacion al suelo y paisaje
Restos de jebes de tuberia	Contaminacion al suelo y paisaje
Restos de lubricantes	Modificación de la calidad del suelo por acción de lixiviación de residuos peligrosos

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.
MENOR	Daño menor a corto plazo y mediano plazo a pequeñas areas de significancia limitada	Interes y quejas menores por parte de la comunidad o los medios de comunicación. Sanciones por parte del	Incumplimiento menor de normativa ambiental: accion judicial menor o posible litigio.

Se veridad es	**MENOR**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
IMPROBABLE	El evento podria ocurrir en algun momento	Una vez entre mas de 6 meses hasta un año

Se frecuencia	**IMPROBABLE**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	BAJO	MENOR	MODERADO	MAYOR	EXTREMO
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**5**

Relleno comp.zanja (pulso) p/tub

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Generacion de ruido menor	Alteracion menor de la poblacion por emision de ruido por equipos menores
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.
MENOR	Daño menor a corto plazo y mediano plazo a pequeñas areas de significancia limitada	Interes y quejas menores por parte de la comunidad o los medios de comunicación. Sanciones por parte del	Incumplimiento menor de normativa ambiental: accion judicial menor o posible litigio.

Se veridad es	**MENOR**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
MODERADO	El evento debe ocurrir en algun momento	Una vez entre mas de 3 meses hasta seis meses

Se frecuencia	**MODERADO**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	**BAJO**	**MENOR**	**MODERADO**	**MAYOR**	**EXTREMO**
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**8**

Prueba de compactacion de suelos (proctor modificado densidad de campo)

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Generacion de ruido menor (camioneta)	Alteracion menor de la poblacion por emision de ruido por equipos pesados
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.

Se veridad es	**BAJO**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
PROBABLE	El evento probablemente ocurra en la mayoria de las circunstancias	Una vez entre mas de 1 mes hasta 3 meses

Se frecuencia	**PROBABLE**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	BAJO	MENOR	MODERADO	MAYOR	EXTREMO
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**7**

Eliminacion de desmonte

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Generacion de ruido volquete y cargador	Alteracion menor de la poblacion por emision de ruido por equipos pesados
Generacion de gases	Contaminacion calidad del aire
Generacion de residuos de materiales de construccio	Contaminacion al suelo y paisaje

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.
MENOR	Daño menor a corto plazo y mediano plazo a pequeñas areas de significancia limitada	Interes y quejas menores por parte de la comunidad o los medios de comunicación. Sanciones por parte del	Incumplimiento menor de normativa ambiental: accion judicial menor o posible litigio.
MAYOR	Efectos moderados en ambientes biologicos, pero no afecta la funcion del ecosistema (ejemplo desplazamientos de una especie). Impactos relativamente difundidos a mediano y largo plazo.	Interes de los medios de comunicación y/u alta preocupacion por parte de la comunidad local. Critica de ONGs. Dificultades significativas para obtener aprobaciones. Permisos ambientales moderadamente afectados	Serios incumplimientos de normatividad ambiental. Potenciales multas mayores. Investigacion y accion judicial por parte de las autoridades. Litigio mayor.

Se veridad es	**MAYOR**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
CASI SEGURO	Se espera que ocurra un evento en la mayoria de las circunstancias	Una o mas veces por mes

Se frecuencia	**CASI SEGURO**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	BAJO	MENOR	MODERADO	MAYOR	EXTREMO
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**23**

Método IRA en la construcción de buzones

Acero Estructural fy=4200 kg/cm2	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Residuos de alambres	Contaminacion suelo, afectacion paisaje
Residuos de acero	

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.

Se veridad es	**BAJO**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
PROBABLE	El evento probablemente ocurra en la mayoria de las circunstancias	Una vez entre mas de 1 mes hasta 3 meses

Se frecuencia	**PROBABLE**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	**BAJO**	**MENOR**	**MODERADO**	**MAYOR**	**EXTREMO**
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**7**

Excavaciones con cargador retroexcavador 0.5-0.75 YD3	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Generacion de gases de combustion	Contaminacion calidad del aire
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.
MENOR	Daño menor a corto plazo y mediano plazo a pequeñas areas de significancia limitada	Interes y quejas menores por parte de la comunidad o los medios de comunicación. Sanciones por parte del ministerio.	Incumplimiento menor de normativa ambiental: accion judicial menor o posible litigio.

Se veridad es	**MENOR**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
MODERADO	El evento debe ocurrir en algun momento	Una vez entre mas de 3 meses hasta seis meses

Se frecuencia	**MODERADO**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	BAJO	MENOR	MODERADO	MAYOR	EXTREMO
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**8**

Refine y nivelacion compactacion a pulso.	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.

Se veridad es	**BAJO**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
MODERADO	El evento debe ocurrir en algun momento	Una vez entre mas de 3 meses hasta seis meses

Se frecuencia	**MODERADO**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	BAJO	MENOR	MODERADO	MAYOR	EXTREMO
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**9**

Concreto f'c =140 Kg/cm2 p/solados de buzones camaras ,cajas (Cemento P-I)	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Residuos de concreto	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de trapos contaminados	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de bolsas de cemento	Contaminacion al suelo
Residuos de agua con aditivos	Contaminacion al suelo
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.

Se veridad es	**BAJO**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
IMPROBABLE	El evento podria ocurrir en algun momento	Una vez entre mas de 6 meses hasta un año

Se frecuencia	**IMPROBABLE**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	BAJO	MENOR	MODERADO	MAYOR	EXTREMO
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**2**

Encofrado (i / habilitacion de madera) p/ losa de fondo -base de buzon, camara , caja (cemento P-I)	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de ruido menor	Contaminacion calidad del aire
Retaceria de madera	Contaminacion al suelo
Retaceria de clavos	Contaminacion al suelo

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.

Se veridad es	**BAJO**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
RARO	El evento puede ocurrir pero solo	Una vez de un año

Se frecuencia	**RARO**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	BAJO	MENOR	MODERADO	MAYOR	EXTREMO
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**1**

Concreto f'c 210 kg/cm2 / losa fondo - base de buzones , camaras, cajas (cemento P-I)	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Residuos de concreto	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de trapos contaminados	Contaminacion al suelo
Residuos de bolsas de cemento	Contaminacion al suelo
Residuos de agua con aditivos	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.

Se veridad es	**BAJO**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
IMPROBABLE	El evento podria ocurrir en algun momento	Una vez entre mas de 6 meses hasta un año

Se frecuencia	**IMPROBABLE**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	**BAJO**	**MENOR**	**MODERADO**	**MAYOR**	**EXTREMO**
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**2**

Encofrado metalico (i / habilitacion) para muro de buzones o similar	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de ruido menor	Contaminacion calidad del aire
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.

Se veridad es	**BAJO**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
RARO	El evento puede ocurrir pero solo	Una vez de un año

Se frecuencia	**RARO**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	**BAJO**	**MENOR**	**MODERADO**	**MAYOR**	**EXTREMO**
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**1**

Concreto f'c 210 kg/cm2 para muros de buzones , camaras , cajas (cemento P-I).	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Residuos de concreto	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de trapos contaminados	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de bolsas de cemento	Contaminacion al suelo
Residuos de agua con aditivos	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.

Se veridad es	**BAJO**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
MODERADO	El evento debe ocurrir en algun momento	Una vez entre mas de 3 meses hasta seis meses

Se frecuencia	**MODERADO**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	**BAJO**	**MENOR**	**MODERADO**	**MAYOR**	**EXTREMO**
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**4**

Encofrado (i / habilitacion de madera) para anclajes y/o dados	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Retaceria de madera	Contaminacion al suelo
Retaceria de clavos	Contaminacion al suelo

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.

Se veridad es	**BAJO**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
IMPROBABLE	El evento podria ocurrir en algun momento	Una vez entre mas de 6 meses hasta un año

Se frecuencia	**IMPROBABLE**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	BAJO	MENOR	MODERADO	MAYOR	EXTREMO
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**2**

Concreto f'c =140 Kg/cm2 para anclaje y/o dados (cemento P-I)	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Residuos de concreto	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de trapos contaminados	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de bolsas de cemento	Contaminacion al suelo
Residuos de agua con aditivos	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.

Se veridad es	**BAJO**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
IMPROBABLE	El evento podria ocurrir en algun momento	Una vez entre mas de 6 meses hasta un año

Se frecuencia	**IMPROBABLE**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	BAJO	MENOR	MODERADO	MAYOR	EXTREMO
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**2**

Encofrado (i / habilitacion de madera) para canaletas de buzones ,camaras,cajas	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Retaceria de madera	Contaminacion al suelo
Retaceria de clavos	Contaminacion al suelo

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.

Se veridad es	**BAJO**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
IMPROBABLE	El evento podria ocurrir en algun momento	Una vez entre mas de 6 meses hasta un año

Se frecuencia	**IMPROBABLE**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	BAJO	MENOR	MODERADO	MAYOR	EXTREMO
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**2**

Acabado pulido de piso con mortero 1:2 x 1.5 cm de espesor	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Residuos de mortero	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de agua con aditivos	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.

Se veridad es	**BAJO**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
IMPROBABLE	El evento podria ocurrir en algun momento	Una vez entre mas de 6 meses hasta un año

Se frecuencia	**IMPROBABLE**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	BAJO	MENOR	MODERADO	MAYOR	EXTREMO
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**2**

Encofrado (i / habilitacion de madera) p/ losas removibles de buzones ,camaras, caja	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Retaceria de madera	Contaminacion al suelo
Retaceria de clavos	Contaminacion al suelo

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.

Se veridad es	**BAJO**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
RARO	El evento puede ocurrir pero solo	Una vez de un año

Se frecuencia	**RARO**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	**BAJO**	**MENOR**	**MODERADO**	**MAYOR**	**EXTREMO**
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**1**

Concreto f'c 210 kg/cm2 / losa removible de buzones ,camara, cajas (cemento P-I)	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Residuos de concreto	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de trapos contaminados	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de bolsas de cemento	Contaminacion al suelo
Residuos de agua con aditivos	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.

Se veridad es	**BAJO**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
IMPROBABLE	El evento podria ocurrir en algun momento	Una vez entre mas de 6 meses hasta un año

Se frecuencia	**IMPROBABLE**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	**BAJO**	**MENOR**	**MODERADO**	**MAYOR**	**EXTREMO**
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**2**

Marco de fo.fdo. de diametro 0.60 mt. con tapa de concreto armado (i/instalacion)	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de ruido menor	Contaminacion calidad del aire
Retaceria de fierro fdo	Contaminacion al suelo
Retaceria de clavos	Contaminacion al suelo

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.

Se veridad es	**BAJO**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
IMPROBABLE	El evento podria ocurrir en algun momento	Una vez entre mas de 6 meses hasta un año

Se frecuencia	**IMPROBABLE**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	**BAJO**	**MENOR**	**MODERADO**	**MAYOR**	**EXTREMO**
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**2**

Colocacion de losa removible de buzon ,camara , o similar.	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Retaceria de materiales menores	Contaminacion al suelo
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.

Se veridad es	**BAJO**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
RARO	El evento puede ocurrir pero solo	Una vez de un año

Se frecuencia	**RARO**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	**BAJO**	**MENOR**	**MODERADO**	**MAYOR**	**EXTREMO**
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**1**

Concreto f'c 210 kg/cm2 / losa removible de buzones ,camara, cajas (cemento P-I)	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Residuos de concreto	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de trapos contaminados	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de bolsas de cemento	Contaminacion al suelo
Residuos de agua con aditivos	Contaminacion al suelo y biodiversidad del suelo
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.

Se veridad es	**BAJO**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
IMPROBABLE	El evento podria ocurrir en algun momento	Una vez entre mas de 6 meses hasta un año

Se frecuencia	**IMPROBABLE**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	**BAJO**	**MENOR**	**MODERADO**	**MAYOR**	**EXTREMO**
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**2**

Relleno compactado en terreno normal (zarandeado y/o escogido) con maquinaria	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Generacion de gases de combustion	Contaminacion calidad del aire
Generacion de ruido menor	Contaminacion calidad del aire
Residuos de herramientas menores	Contaminacion al suelo y paisaje

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.

Se veridad es	**BAJO**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
IMPROBABLE	El evento podria ocurrir en algun momento	Una vez entre mas de 6 meses hasta un año

Se frecuencia	**IMPROBABLE**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	BAJO	MENOR	MODERADO	MAYOR	EXTREMO
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**2**

Eliminacion de desmonte en terreno normal R= 10 KM con maquinaria	
Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
Generacion de polvo	Contaminacion calidad del aire
Generacion de ruido volquete y cargador	Contaminacion calidad del aire
Generacion de gases	Contaminacion calidad del aire
Generacion de residuos de materiales de construccion	Contaminacion al suelo y paisaje

Tabla de severidad de consecuencias de impactos ambientales

Nivel	AMBIENTAL	SOCIAL	LEGAL
BAJO	Sin efecto duradero. Daño limitado a areas minimas de baja significancia	De interes publico limitado a reclamos locales. De observacion por parte del ministerio.	Asunto legal menor. De procesamiento judicial improbable.
MENOR	Daño menor a corto plazo y mediano plazo a pequeñas areas de significancia limitada	Interes y quejas menores por parte de la comunidad o los medios de comunicación. Sanciones por parte del ministerio.	Incumplimiento menor de normativa ambiental: accion judicial menor o posible litigio.
MAYOR	Efectos moderados en ambientes biologicos, pero no afecta la funcion del ecosistema (ejemplo desplazamientos de una especie). Impactos relativamente difundidos a mediano y largo plazo.	Interes de los medios de comunicación y/u alta preocupacion por parte de la comunidad local. Critica de ONGs. Dificultades significativas para obtener aprobaciones. Permisos ambientales moderadamente afectados	Serios incumplimientos de normatividad ambiental. Potenciales multas mayores. Investigacion y accion judicial por parte de las autoridades. Litigio mayor.

Se veridad es	**MAYOR**

Tabla de descripcion de los terminos cualitativos de frecuencia de los impactos ambientales

FRECUENCIA	DESCRIPCION	PERIODO
MODERADO	El evento debe ocurrir en algun momento	Una vez entre mas de 3 meses hasta seis meses

Se frecuencia	**MODERADO**

Tabla de Riesgo Ambiental

IRA	SEVERIDAD				
FRECUENCIA	BAJO	MENOR	MODERADO	MAYOR	EXTREMO
CASI SEGURO	11	16	20	23	25
PROBABLE	7	12	17	21	24
MODERADO	4	8	13	18	22
IMPROBABLE	2	5	9	14	19
RARO	1	3	6	10	15

El IRA es de:	**18**

c. FICHAS DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES SELECCIÓN Y CLASIFICACION

Se presenta en las fichas 1, 2 y 3 las actividades con aspectos ambientales de las redes agua potable y buzones de desagüe que son:

- Eliminación de desmonte
- Excavación zanja (maq) p/tub.
- Eliminación de desmonte en terreno normal R= 10 KM con maquinaria

Ficha 1. Actividad de impacto medio ambiental significativo 1

FICHA DE IDENTIFICACION DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES			
Codigo:		**Fecha:** Marzo del 2017	
Area: Campo		**Actividad:** Excavac.zanja (maq) p/tub.	
Equipo de trabajo:			
Identificacion del Aspecto Ambiental			
Descripcion: Generacion de polvo Residuos de herramientas menores			
Tipo de Actividad	(x) Normal	( ) Anormal	( ) Energia
Situacion temporal	( ) Pasado	(x) Presente	( ) Futuro
Identificacion de Impacto Ambiental relacionado			
Descripcion: Contaminacion calidad del aire Contaminacion al suelo y paisaje			
Tipo de Actividad	( ) Positivo	(x) Negativo	
Consecuencia directa	( ) Ambiental	(x) Social	( ) Legal
Severidad	( ) Bajo ( ) Mayor	(x) Menor ( ) Extremo	( ) Moderado
Frecuencia	( ) Raro ( ) Casi seguro	( ) Improbable	(x) Probable
IRA	12		
_____ Asesor Ambiental		_____ Rep. Equipo de trabajo	

Ficha 2. Actividad de impacto medio ambiental significativo 2

FICHA DE IDENTIFICACION DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES			
Codigo:		**Fecha:**	Marzo del 2017
Area:	Campo	**Actividad:**	Eliminacion de desmonte
Equipo de trabajo:			
Identificacion del Aspecto Ambiental			
Descripcion:	Generacion de polvo Generacion de ruido volquete y cargador Generacion de gases Generacion de residuos de materiales de construccion		
Tipo de Actividad	(x) Normal	( ) Anormal	( ) Energia
Situacion temporal	( ) Pasado	(x) Presente	( ) Futuro
Identificacion de Impacto Ambiental relacionado			
Descripcion:	Contaminacion calidad del aire Alteracion menor de la poblacion por emision de ruido por equipos pesados Contaminacion calidad del aire Contaminacion al suelo y paisaje		
Tipo de Actividad	( ) Positivo	(x) Negativo	
Consecuencia directa	(x) Ambiental	( ) Social	(x) Legal
Severidad	( ) Bajo (x) Mayor	( ) Menor ( ) Extremo	( ) Moderado
Frecuencia	( ) Raro (x) Casi seguro	( ) Improbable	( ) Probable
IRA	23		
	Asesor Ambiental		Rep. Equipo de trabajo

Ficha 3. Actividad de impacto medio ambiental significativo 3

FICHA DE IDENTIFICACION DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES			
Codigo:		**Fecha:**	Marzo del 2017
Area:	Campo	**Actividad:**	Eliminacion de desmonte en terreno normal R= 10 KM con maquinaria
Equipo de trabajo:			
Identificacion del Aspecto Ambiental			
Descripcion:	Generacion de polvo Generacion de ruido volquete y cargador Generacion de gases Generacion de residuos de materiales de construccion		
Tipo de Actividad	(x) Normal	( ) Anormal	( ) Energia
Situacion temporal	( ) Pasado	(x) Presente	( ) Futuro
Identificacion de Impacto Ambiental relacionado			
Descripcion:	Contaminacion calidad del aire Alteracion menor de la poblacion por emision de ruido por equipos pesados Contaminacion calidad del aire Contaminacion al suelo y paisaje		
Tipo de Actividad	( ) Positivo	(x) Negativo	
Consecuencia directa	(x) Ambiental	( ) Social	(x) Legal
Severidad	( ) Bajo (x) Mayor	( ) Menor ( ) Extremo	( ) Moderado
Frecuencia	( ) Raro (x) Casi seguro	( ) Improbable	( ) Probable
IRA	23		
_____ Asesor Ambiental		_____ Rep. Equipo de trabajo	

4.1.3.2. REQUISITOS LEGALES Y OTROS REQUISITOS (REQUISITO 4.3.2)

La empresa y organización ha identificado y registrado los requisitos legales aplicables a los aspectos ambientales identificados antes y también los requisitos voluntarios que suscribe (acuerdos voluntarios, cláusulas de contratos, exigencias de proveedores y clientes, etc.). Por tanto se determina cómo se aplican a los aspectos ambientales.

Se tiene la siguiente normativa a cumplir:

- Constitución Política del Perú, 31-10-1993
- Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, D. Leg. N° 613, 07-09-1990
- Código Penal, Tít. XIII: Delitos contra la Ecología, D. Leg. N° 635, abril-1991
- Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada, D. Leg. N° 757,08-11-1991
- Ley de Creación del Consejo Nacional del Ambiente, Ley N° 26410, 22-12-1994
- Ley de Evaluación del Impacto Ambiental para Obras y Actividades, Ley N° 26786, 12-05-1998.
- Ley Nº 28611, Ley General del Ambiente
- Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, Ley N° 27446, 23-04- 2001
- Ley General de Salud, Ley Nº 26842, 15-07-1997
- Ley General de Residuos Sólidos, Ley N° 27314, 2 1-07-2000
- Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N° 27972, 06-05-2003
- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, DS N° 074-2001, 22-06-2001
- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, D.S. Nº 085- 2003-PCM, 24-10-2003
- Ley Nº 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental
- Reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición (D.S. Nº 003-2013-VIVIENDA)

4.1.3.3. OBJETIVOS, METAS Y PROGRAMAS (Requisito 4.3.3)

La empresa establece los objetivos y metas que cumplen con los compromisos adquiridos en la política ambiental.

- Los OBJETIVOS son fines de carácter general y se cuantificarán cuando sea posible.
- Las METAS son los requisitos detallados de actuación aplicable a la empresa o a partes de ella para cumplir los objetivos generales.

Para establecer los objetivos y metas de la tabla 4.5, se tuvo en cuenta:

- Aspectos ambientales significativos.
- Opciones tecnológicas.
- Recursos económicos.
- Normativa vigente.

OBJETIVOS Y METAS

Tabla 4.5 Objetivos y metas

OBJETIVO	INDICADORES DEL OBJETIVO	META	INDICADORES DE META
Controlar la generacion de gases de combustion	Numero de normativas que se cumplen	Mantener las emisiones controladas debajo de los LMP	% de gases reducidos por debajo de LMP
Controlar la generacion de material particulado	Numero de normativas que se cumplen	Minimizar la emisión de material particulado.	% de material particulado por debajo de los LMP
Reduccion del volumen de residuos generados	Kg de residuos domesticos y peligrosos generados	Programa de minimizacion de residuos	% de reduccion en la generacion de residuos por frente de trabajo
	% de reduccion logrado	Determinar la cantidad de residuos generados	Kg de residuos domesticos y peligrosos generados por frente de trabajo
Mejorar el control de los residuos peligrosos	Numero de registros llevados según origen	Crear un registro de residuos peligrosos	Numero de botaderos autorizados
	Cuadro estadistico de los residuos llevados	Incluir todos los residuos peligrosos en una declaracion ambiental	Dar a conocer la declaracion ambiental a los miembros del proyecto
		Controlar el tiempo de almacenamiento de residuos domesticos peligrosos	Area destinada al almacenamiento de residuos domesticos y peligrosos
Mantener buenas prácticas de manejo de productos quimicos	N° de capacitaciones y procedimientos desarrollados	cumplir con el 100% de criterios establecidos	% de reduccion en la generacion de productos quimicos usados por frente
Minimizar la emisión de ruido	Numero de normativas que se cumplen	Mantener las emisiones controladas debajo de los LMP	% de ruido reducidos por debajo de LMP
Preservación de la propiedad pública.	Contar con especialistas ambientales capacitados	Reducir las molestias a la población	N° de charlas realizadas a los trabajadores de obra
		No causar deterioro de los bienes públicos y privados	N° de bienes publicos y privados sin haber sido deteriorados

PROGRAMA DE GESTION AMBIENTAL

Los objetivos y las metas se integran en el PROGRAMA de gestión ambiental de la tabla 4.6. Se ha determinado las responsabilidades, los medios y el calendario para lograr estos objetivos y metas. El programa de gestión ambiental se revisara periódicamente para integrar los cambios de los objetivos y metas establecidos.

Tabla 4.6 Programa de gestión ambiental

ACTIVIDAD	ASPECTO	OBJETIVO	META	RESPONSABLE	PLAZO DE CONSECUCION
Excavac.zanja (maq) p/tub. Acero estructural Instalacion de tuberia P.V.C Eliminacion de desmonte Obras en metal mecanica	Generación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos (Residuos de herramientas menores, Retacería de tubería, acero alambre, Restos de jebes de tubería, Generación de residuos de materiales de construcción)	Reduccion del volumen de residuos generados	Programa de minimizacion de residuos	Medio Ambiente	Enero - Agosto 2017
			Determinar la cantidad de residuos generados	Administracion	Enero - agosto 2017
		Mejorar el control de los residuos peligrosos	Crear un registro de residuos peligrosos	Administracion	Enero - agosto 2017
			Incluir todos los residuos peligrosos en una declaracion ambiental	Administracion / Medio Ambiente	Junio - 2017 Agosto 2017
			Controlar tiempo de almacenamiento: residuos domesticos peligrosos	Administracion	Marzo - Agosto 2017
Instalacion de tuberia P.V.C p/agua potabl. Incluye prueba hidraulica Obras de concreto	Generación de lubricantes y Consumo de productos químicos	Mantener buenas prácticas de manejo de productos	cumplir con el 100% de criterios establecidos	Medio Ambiente	Enero - Agosto 2017
Excavac.zanja (maq) p/tub.	Generación de daños a la propiedad pública	Preservación de la propiedad pública.	Reducir las molestias a la población	Medio Ambiente	Enero - Agosto 2017
			No causar deterioro de los bienes públicos y privados	Medio Ambiente	Enero - Agosto 2017
Excavac.zanja (maq) p/tub.	Generación de gases de combustión por fuentes fijas y móviles	Mantener las emisiones controladas debajo de los LMP	% de gases reducidos por debajo de LMP	Medio Ambiente	Marzo - Agosto 2017
Eliminacion de desmonte	Generación de polvo	Minimizar la emisión de material particulado.	% de material particulado por debajo de los LMP	Medio Ambiente	Marzo - Agosto 2017
Excavac.zanja (maq) p/tub. Eliminacion de desmonte Obras de concreto Obras de pavimentacion Relleno y compactado	Generación de ruido menor y de equipo pesado	Minimizar la emisión de ruido	Mantener las emisiones controladas debajo de los LMP	Medio Ambiente	Enero - Agosto 2017
				Administracion	Enero - agosto 2017

Una vez definidos los Objetivos, metas y programas aprobados por la alta gerencia se procede a la implementación del Sistema de Gestión Ambiental.

4.1.4. IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN (Requisito 4.4)

4.1.4.1. Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad (Requisito 4.4.1)

Se definen las funciones, los responsables, los recursos humanos, formativos, tecnológicos y financieros para la implantación y funcionamiento del sistema.

La dirección debe asegurarse de la disponibilidad de recursos esenciales para establecer, implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión ambiental. Estos, incluyen los recursos humanos y habilidades especializadas, infraestructura de la organización, y los recursos financieros y tecnológicos.

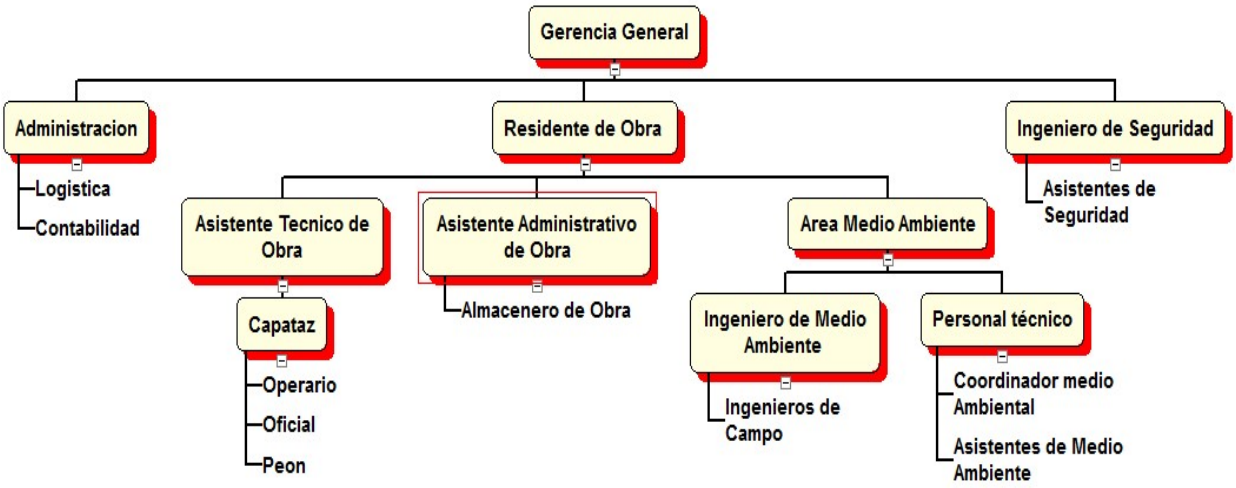
La presente empresa a través de la alta dirección designa un representante de la dirección, quien, independientemente de otras responsabilidades, tiene definidas sus funciones, responsabilidades y autoridad para:

- Asegurar de que el sistema de gestión ambiental se establece, implementa y mantiene de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional;
- Informar a la alta dirección sobre el desempeño del sistema de gestión ambiental para su revisión, incluyendo las recomendaciones para la mejora.

Para implementar esta tarea se debe contar y realizar la estructura orgánica de la empresa: organigrama definido como el mostrado en la figura 4.5

- ENTREGAR RESPONSABILIDADES EN TODOS LOS NIVELES DE LA EMPRESA:
- DEFINIR QUIENES COMPONEN LA ALTA DIRECCIÓN: generalmente lo son el presidente, vicepresidente, gerente adjunto y gerentes:

Figura 4.5 Organigrama



La alta dirección está compuesta por el presidente del directorio que lo representa el gerente (representante legal de la empresa)

En la presente empresa se cuenta con suficiente volumen, recursos y medios por la envergadura de la obra. Se plantea la constitución de una Comisión de Medio Ambiente, con representación de los trabajadores y de la empresa.

RESPONSABILIDADES Y ORGANIZACIÓN A CARGO

1. ***Responsabilidades:***

La alta dirección es responsable de controlar el cumplimiento de las especificaciones contenidas en este documento.

La empresa es responsable de cumplir y hacer cumplir a su personal las especificaciones contenidas en este documento.

Durante la ejecución de la obra si no se mantuviese las especificaciones de estas se hará acreedor a la siguiente sanción:

a) Se asumirá íntegramente el pago de las multas que pudieran aplicar los organismos encargados de administrar la normatividad ambiental. Es decir que se trasladara a la empresa inclusive las multas que se apliquen al propietario. Por este concepto la empresa deberá presentar para la liquidación de la Obra un Certificado o constancia de las municipalidades u organismos afectados de no adeudar pago alguno por concepto de multas o tributos por los trabajos realizados.

2. ***Organización a cargo y responsables:***

2.1. Responsabilidades:

La organización de la seguridad ambiental estará conformado por:

2.1.1. Comité ambiental de Obra

2.1.1.1. Estructuras y organización

El comité ambiental estará conformado por:

a) El Ingeniero de Medio ambiente
b) El Ingeniero residente de la obra en representación de la gerencia de obras.
c) Un representante de los trabajadores

El Ingeniero de medio ambiente presidirá el Comité ambiental de Obra.

2.1.1.2. Constitución del Comité Medio ambiental

Para ser representante del Comité se requiere:

- Ser Trabajador a tiempo completo
- Tener 21 años de edad como mínimo.

- Poseer por lo menos 5to. Año de secundaria.
- Los trabajadores elegirán su representante al Comité.

2.1.1.3. Funciones y responsabilidades

El comité ayudara a crear un ambiente de trabajo seguro recomendando medidas que mejores la efectividad del cumplimiento de los procedimientos ambientales.

Con este propósito, el comité:

a) Determinará que se realicen las inspecciones regulares en los lugares de trabajo de acuerdo.
b) Determinará que se realicen las investigaciones de los accidentes ambientales de acuerdo
c) Participara en las inspecciones e investigaciones.
d) Determinará que se tomen medidas para asegurar que se esté cumpliendo con los procedimientos ambientales establecidos en el presente documento.
e) Dispondrá la toma de medidas por parte de la Gerencia de Obra para eliminar los peligros indefinidos.
f) Revisará las actas de la reunión y el estado de los temas pendientes verificando el cumplimiento de los acuerdos del Comité.

2.1.2. Brigada de Emergencias Ambientales.

2.1.2.1. Construcción de la Brigada de Emergencias Ambientales.

El Comité designara los miembros de la Brigada de Emergencias Ambientales.

2.2. Responsables

Las responsabilidades asociadas a los diferentes tipos de labores pueden ser delegadas parcialmente por la persona responsable, verificando previamente bajo responsabilidad de la primera, su capacidad para el desarrollo de las mismas. En ningún caso será relevado de la responsabilidad total ni del cumplimiento de las regulaciones, las cuales permanecerán con la persona o ente resignado.

2.2.1. Ingenieros:

2.2.1.1. Ingeniero de Medio Ambiente

a) El Ingeniero de medio Ambiente es responsable de todos los aspectos relacionados con el medio ambiente. Los Ingenieros de campo y el Coordinador medio ambiental se reportan directamente al ingeniero de Medio Ambiente.
b) Es responsable de conocer, comprender, asegurar y verificar el cumplimiento de lo establecido en este documento.

En cumplimiento a la carta de la OEA y los artículos 4, 8 y 12 se adaptan las funciones y responsabilidades de La Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente que son las siguientes:

- Prestar apoyo técnico y administrativo a la labor de la Organización para la formulación de políticas de desarrollo sostenible y medio ambiente mediante: (a) asistencia en la identificación de problemas ambientales colectivos; (b) formulación de soluciones para dichos problemas; (e) análisis de sus consecuencias políticas, económicas y sociales; y (d) propuestas de prioridades de acción preventiva y correctiva.
- Prestar apoyo técnico y administrativo en materia de desarrollo sostenible y medio ambiente al área técnica y llevar a cabo sus mandatos conforme se requiera.
- Prestar apoyo técnico y administrativo en su área a charlas, talleres y seminarios al área técnica trabajadora y sociedad.
- Prestar asesoramiento y apoyo técnico a todas las áreas del proyecto que trabajan en actividades relacionadas con el desarrollo sostenible y el medio ambiente.
- Formular, evaluar y ejecutar actividades técnicas acordes con su experiencia y disponibilidad de fondos internos de la obra, en las áreas que incluyen, entre otras, el desarrollo integrado de los recursos hídricos, especialmente en las cuencas; el manejo de los lugares de disposición final (botaderos); la conservación de la diversidad biológica; la mitigación de desastres naturales; y la valoración económica de los recursos naturales.
- Facilitar el intercambio de información relacionada con el desarrollo sostenible y el medio ambiente del proyecto, mediante el acceso a bases de datos y el uso de métodos electrónicos modernos para complementar los sistemas tradicionales de información.
- Promover, colaborar y cooperar con otras instituciones que actúan en su área de competencia tales como el ministerio del ambiente, ANA, OEFA.

2.2.1.2. Ingenieros de Campo

a) Participar en las inspecciones de seguridad con la finalidad de verificar que se de este cumplimiento con el presente documento.
b) Ser un participante activo en las reuniones de seguridad.
c) Cerciorarse que todo el personal conozca las especificaciones del presente documento.

2.2.2. Personal técnico:

2.2.2.1. Coordinador medio Ambiental

Se encargará de coordinar directamente con el ingeniero de medio ambiente con la finalidad de que se dé cumplimiento con las especificaciones técnicas del presente documento. Además coordinará y será el encargado de presentar las charlas que se

realicen como parte de la capacitación a todos los trabajadores comprometidos con la obra a realizar, además de:

- Relacionarse con los trabajadores en cuantos aspectos requieran su participación.
- Marcos y pautas de participación en la toma de decisiones, en especial de aquellas en que legalmente deben intervenir los representantes de los trabajadores y afecten al normal funcionamiento del SGA.

4.1.4.2. Competencia, formación y toma de conciencia (Requisito 4.4.2)

El sistema garantizara la formación adecuada de todos los trabajadores en relación con el impacto ambiental asociado a su puesto de trabajo. En ISO 14001 acota la formación a aquellos puestos de trabajo asociados con aspectos ambientales significativos.

La organización debe establecer y mantener uno o varios procedimientos para que sus empleados o las personas que trabajan en su nombre tomen conciencia de:

a) La importancia de la conformidad con la política ambiental, los procedimientos y requisitos del sistema de gestión ambiental;
b) Los aspectos ambientales significativos, los impactos relacionados reales o potenciales asociados con su trabajo y los beneficios ambientales de un mejor desempeño personal;
c) Sus funciones y responsabilidades en el logro de la conformidad con los requisitos del sistema de gestión ambiental; y
d) Las consecuencias potenciales de desviarse de los procedimientos especificados.

La toma de conciencia y la motivación del 100% del personal que realice los trabajos en la obra de saneamiento deberán ser eficaces.

Al final se espera que el personal de obra haya recibido la formación de:

- Capacitación al 100% del personal en interpretación de la norma.
- Capacitación al 100% del personal en impactos y aspectos ambientales.

La capacitación se realizara al personal de obra y a las posibles sub contratistas que participen del proyecto

Los PROGRAMAS DE CAPACITACION (PCA) se elaboraran, cada tres meses y se registraran en el formato del plan de capacitación de área

Los trabajadores deben proponer:

- Campañas de sensibilización y formación básica para toda la plantilla.
- Planes de formación profesional específicos en los puestos de trabajo asociados a impactos ambientales o riesgos significativos.

ENTRENAMIENTO

Las charlas serán presentadas por el coordinador de medio ambiente. El temario que se propone incluirá como mínimo:

a) Evaluaciones, razones, rutas, puntos de reunión.
b) Derecho a decir no. Circunstancias en las que el trabajador puede negarse a ejecutar una orden de trabajo asignada y procedimiento a seguir en este caso.
c) Entrada a un espacio confinado.
d) Protección de la biodiversidad del medio de trabajo
e) Materiales peligrosos.
f) Limpieza
g) Excavación.
h) Primeras medidas de acción en caso de contaminación por aspectos ambientales significativos
i) Firma del formato de compromiso de cumplimiento.

Se podrá desarrollar cualquier otro tema que se considere pertinente por la alta dirección y área de medio ambiente

4.1.4.3. Comunicación (Requisito 4.4.3)

La presente empresa deberá elaborar y contar con procedimientos destinados a mantener la comunicación interna entre todos los estamentos de la empresa. También debe contar con procedimientos para recibir, documentar y responder a las comunicaciones pertinentes de las partes interesadas externas (comunicación externa).

La organización ha decidido no comunicar externamente información acerca de sus aspectos ambientales significativos por ser un sistema joven en la empresa y requiere de mejor tiempo para sensibilizar a su personal. Se propone la siguiente comunicación interna y externa:

Comunicación Interna:

- Intranet
- Radio
- Vitrinas
- Revistas
- Boletines
- Informes
- Afiches, paneles

Comunicación externa

- Recomendaciones de la supervisión ambiental por alguna institución como es el MINAM, OEFA, referido a la conservación y protección del ambiente.

4.1.4.4. Documentación (Requisito 4.4.4)

El sistema obliga a mantener, en papel o en formato electrónico,

La presente empresa hará la actualización de los siguientes elementos:

- La política ambiental, los objetivos y las metas establecidas por la organización, así como la documentación del sistema, describiendo los elementos principales del mismo, incluyendo su alcance, las responsabilidades y funciones. Es común que la empresa recoja estos elementos en un Manual de Gestión del Sistema.
- Los procedimientos y las instrucciones que los desarrollan.
- Registros de las auditorías y revisiones.
- Registros de «no conformidad», de accidentes e incidentes con repercusión medio ambiental.
- Registros de legislación.
- Registros de formación impartida.
- Registros de las comunicaciones, tanto internas como externas.
- Registros de otras informaciones convenientes para el funcionamiento del sistema y para mostrar la conformidad con la norma.

Para lo cual se tiene la siguiente documentación:

- Manual del sistema: referido al alcance del sistema de gestión ambiental.
- Procedimientos: la manera como realizar los procesos.
- Instrucción: detalles de cómo realizar un proceso puntual.
- Registro: muestra las evidencias y/o resultados referidas a las actividades realizadas

4.1.4.5. Control de documentos (Requisito 4.4.5)

La documentación del sistema debe estar controlada para garantizar que:

- La información y los documentos se revisan y actualizan cuando sea necesario.
- Se incorporan los cambios oportunos a la documentación.
- La información que contienen no sea obsoleta.
- Los documentos son legibles y están disponibles en sus puntos de uso.
- Se hace un uso correcto de la documentación.

Existen dos tipos de documentos:

- **Controlados**: la documentación del SGA incluyendo la política, los objetivos, el programa de gestión ambiental, los procedimientos y las instrucciones de trabajo, que son aprobados antes de su circulación y revisadas periódicamente por el personal adecuado, para asegurar su exactitud y aplicabilidad continua
- **No controlados**: documentos de carácter general que no son modificados o no requieren revisiones. generalmente de tipo administrativo o en pocos casos operativos.

Los documentos deben llevaran un sello o identificación que mencione: “documento controlado”, o “documento no controlado”

Se propone la siguiente codificación:

CODIFICACION DE LOS PROCEDIMIENTOS AMBIENTALES E INSTRUCTIVOS DE TRABAJO

Se suele usar un sistema de codificación que consta de 8 dígitos alfanuméricos cuyos caracteres de izquierda a derecha, indican lo siguiente:

P A - 0 8 - 0 3
1 2 3 4 5 6 7 8

- XX: indica el tipo de documento, según se PA (Procedimiento Ambiental) o IT (Instructivo de trabajo).
- YY: se refiere al número del requisito.
- ZZ: indica el número correlativo de cada procedimiento relacionados con el mismo requisito.

Ejemplo de codificación

P A - 0 8 - 0 3

- PA: Procedimiento ambiental
- 08: Documento relacionado con el requisito
- 03: Tercer procedimiento relacionado con el octavo requisito

CODIFICACION DE LOS FORMATOS DE REGISTRO

Para estos documentos se suele utilizar un sistema de codificación que consta de 11 dígitos alfanuméricos cuyos caracteres, de izquierda a derecha, indican lo siguiente:

F X X - Y Y - Z Z . N
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

F: Indica el tipo de documento, en este caso FORMATO DE REGISTRO
XX-YY-ZZ: es el código del procedimiento o instructivo al cual pertenece el formato de registro o documento.
N: indica el número de orden de cada formato de registro dentro del procedimiento ambiental o instructivo de trabajo con el que está relacionado.

Ejemplo de codificación de formato de registro:

F P A - 1 0 - 0 1 . 1

F: Formato de registro
PA-10-01: El formato está relacionado con el procedimiento PA-10-01.
.1: Es el primer formato de registro relacionado con el procedimiento PA-10-01

La codificación se suele colocar en una sola celda, en la parte inferior derecha del formato de registro.

4.1.4.6. Control operacional (Requisito 4.4.6)

El control operacional planifica las operaciones y actividades de la empresa con impactos ambientales significativos, estableciendo y documentando procedimientos que indiquen las acciones a tomar cuando aparecen desviaciones, incluyendo la comunicación a los proveedores de las exigencias que el sistema les plantea.

La empresa una vez identificados los aspectos ambientales significativos y operaciones lo que viene es planificarlo de acuerdo a su política ambiental, objetivos y metas de manera controlada y según los criterios establecidos en los procedimientos e instrucciones.

A continuación se desarrolla los controles operacionales para actividades de ingeniería que impactan sobre el medio ambiente como propone una adaptación de Candiotti, 2009.

Aspecto ambiental significativo Nº 1: Generación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos (Residuos de herramientas menores, Retacería de tubería, Restos de jebes de tubería, Generación de residuos de materiales de construcción)

Objetivo: Gestionar eficientemente los residuos.

Meta: Manejo adecuado al 100% de los residuos.

Producto de las actividades se genera residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, como complementar el actual trabajo y lograr el objetivo y meta planteada se ha determinado los siguientes criterios operacionales que son:

- Elaborar procedimientos e instrucciones para el manejo de residuos.
- Capacitación al 100% del personal en manejo de residuos.
- El concreto o asfalto producto de la excavación será inmediata retirado de la obra.
- En el caso de tratarse de avenidas de alto tránsito o que la zanja sea de más de 3mt de ancho o tenga más de 2mt de profundidad o el supervisor a si lo indique, todo el material producto de la excavación será inmediatamente retirado de la obra.

- El área de trabajo, áreas aledañas y predios vecinos se mantendrán libres de polvo, escombros, restos de materiales de construcción y desperdicios. Para este efecto se dispondrá de una cuadrilla de limpieza que removerá diariamente los materiales excedentes.
- Se retirara del sitio de trabajo todos los materiales excedentes y estructuras temporales inmediatamente después que no sean necesarios.
- Los desperdicios volátiles serán almacenados en cilindros o contenedores para ser retirados de la obra.
- Los materiales de desechos no serán quemados o enterrados en la obra.
- Acondicionamiento de las infraestructuras de residuos.
- Realizar todo el movimiento interno de residuos peligrosos y no peligrosos a través de una EPS-RS.
- Realizar todo el movimiento residuos de restos de construcción al botadero autorizado por la municipalidad.

Aspecto ambiental significativo Nº 2: Generación de lubricantes y Consumo de productos químicos

Objetivo: Mantener buenas prácticas de manejo de productos

Meta: Cumplir 100% de criterios establecidos.

Producto de las actividades se consume una seria de productos químicos como lubricantes, aditivos entre otros en la instalación de tuberías, obras de concreto, etc., para lograr el objetivo y meta planteada se determina los siguientes criterios operacionales que son:

- Elaborar procedimientos e instrucciones para el manejo de productos químicos.
- Capacitación al 100% del personal involucrado en materiales peligrosos.
- Acondicionamiento de almacén de productos químicos
- Instalación de puntos de acopio temporal in situ, al realizar las actividades.
- Realizar todo el movimiento interno de residuos peligrosos a través de una EPS-RS.

Aspecto ambiental significativo Nº 3: Generación de daños a la propiedad pública.

Objetivo: Preservación de la propiedad pública.

Meta: Reducir las molestias a la población y no causar deterioro de los bienes públicos y privados.

Producto de las actividades que se desarrollan se ocasiona malestar en la población y medio que rodea a los trabajos de obra, para lograr el objetivo y meta planteada se determina los siguientes criterios operacionales que son:

- Se documentará el estado anterior de las propiedades mediante filmación o fotografías.
- Se debe instruir al personal involucrado para que el equipo de construcción y maquinaria pesada sea operada de tal manera que cause en mínimo deterioro a los suelos, vegetales etc., tratando que el material excavado no caiga sobre o cerca de árboles o arbustos.
- Se reemplazaran los árboles o arbustos destruidos por accidentes o negligencia.
- Las áreas de césped afectadas serán repuestas en tan buenas condiciones o mejor de las que se encontraban antes de iniciar los trabajos.
- Se deben tomar las medidas necesarias para evitar durante la excavación la emisión de polvo innecesario, ya descrito. En los casos que se requiera, el material de la excavación deberá humedecerse con agua o cualquier otro método de contención de polvo

Aspecto ambiental significativo N° 04: Generación de gases de combustión por fuentes fijas y móviles

Objetivo: Controlar la generación de gases de combustión

Meta: Mantener las emisiones controladas debajo de los LMP.

- Elaborar procedimiento de monitoreo y emisiones de fuentes fijas y móviles.
- Mantenimiento de vehículos cada 1000km.
- Medición de opacidad mensual de los vehículos.
- Restringir el acceso y circulación dentro de la unidad a vehículos que sobrepasen la opacidad y el monóxido de carbono.
- Uso de vehículos modernos máximo con 5 años de antigüedad.
- Medición de emisiones de gases a grupos electrógenos.

Aspecto ambiental significativo Nº 05: Generación de polvo.

Objetivo: Minimizar la emisión de material particulado.

Meta: Reducir la generación de polvo por debajo de los LMP.

La generación de material particulado en labores de excavación, refine relleno, agregado puesto en situ, transporte de material, obras en concreto, se minimizara de acuerdo a los siguientes criterios operacionales:

- Elaborar procedimiento de Gestión de polvo.
- Se proveerá de sistemas de riego con agua y otro método de control de polvo para zonas aledañas a la excavación.
- Riego de agregados en cancha al momento de inicial cualquier actividad de concreto.

- Riego con solución química a las carreteras para mantener el material adherido y evitar generación de polvo.

Aspecto ambiental significativo Nº 06: Generación de ruido menor y de equipo pesado.

Objetivo: Minimizar la emisión de ruido.

Meta: Reducir la generación de ruido por debajo de los LMP, de acuerdo a lo señalado por la Municipalidad Competente.

Producto de las actividades se tiene ruido por el funcionamiento de equipos pesados (volquete, retroexcavadora, cargador frontal, camiones) y menores como mezcladora, grupos electrógenos, vibradoras, compactadoras, para lograr el objetivo y meta planteada se determina los siguientes criterios operacionales que son:

- Para Ruidos Nocivos: Los producidos en la vía pública, viviendas, establecimientos industriales y/o comerciales y en general en cualquier lugar público o privado que exceda los siguientes niveles:
    - En zonificación Residencial: 80 decibeles
    - En zonificación Comercial: 85 decibeles
    - En zonificación Industrial: 90 decibeles.

- Para Ruidos Molestos: Los producidos en la vía pública, viviendas, establecimientos industriales y/o comerciales y en general en cualquier lugar público o privado, que exceda los siguientes niveles sin alcanzar los señalados como ruidos nocivos:
  De 7: 01 a 22:00 hrs. De 22:01 a 7:00 hrs.
    - En zonificación Residencial: 60 decibeles 50 decibeles
    - En zonificación Comercial: 75 decibeles 60 decibeles
    - En zonificación Industrial: 80 decibeles 70 decibeles
- El equipo de construcción cuyo funcionamiento se requiera por más de dos horas continuas no debe exceder los niveles siguientes:
    - Equipo aparte de camiones pesados, incluyendo herramientas de mano y equipo pesado: 85 decibeles.
    - Camiones pesados: 80 decibeles.

4.1.4.7. Preparación y respuesta ante emergencias (Requisito 4.4.7)

La empresa tiene que identificar las situaciones potenciales de emergencia y los accidentes potenciales que puedan tener impactos en el medio ambiente y cómo responder ante ellos.

Para ello ha previsto procedimientos de preparación y respuesta ante cada situación y éstos tendrán que ser revisados periódicamente y modificados en su caso, en particular después de que ocurra algún accidente o se produzca una situación de emergencia.

Por tanto el programa de medidas preventivas y/o de mitigación ambiental permitirá afrontar las situaciones de emergencia relacionadas con los riesgos ambientales y accidentes que se puedan producir durante la instalación de redes tuberías de agua y desagüe, construcción de buzones y cámaras, etc., para lo cual se deberá formar una Unidad de Contingencias, que estará conformada por el personal que labore en la etapa de construcción, el que será debidamente capacitado.

Se presenta a continuación el planeamiento de emergencias ambientales propuestas, cuyos objetivos son:

- Proteger la salud de los trabajadores.
- Proteger daños al medio ambiente
- Establecer una brigada de emergencias que se encargara de controlar cualquier tipo de emergencia ambiental.
- Establecer los métodos de comunicación hacia el Coordinador de medio ambiente y el Ingeniero de Medio ambiente.
- Evacuar hacia zonas seguras los residuos domésticos y peligrosos y aislar el área afectada por alguna contaminación severa ambiental.
- Coordinar la continuidad y restauración de los trabajos.

Procedimiento de emergencia

Se instruirá a todo el personal que detecte una emergencia para actuar de la siguiente manera: Comunicar por radio al coordinador de medio ambiente, quien a su vez informara al ingeniero de medio ambiente y comunicara a la brigada de emergencias, indicando lo siguiente:

a) Tipo de emergencia.
b) Lugar de la emergencia
c) Existencia de daños al medio físico, biológico...
d) Tipo de contaminación (biológica, física, química, etc.)
e) Dar su nombre y cargo

Se toma las siguientes medidas de contingencia siguiendo algunas recomendaciones de estudios de impacto ambiental de proyectos de saneamiento, en vista que el desarrollo de estos son muy similares cuando se trata de temas como:

- Alteración de niveles de ruido.
- Alteración de la calidad de aire
- Alteración de suelos
- Alteración de relieve terrestre
- Posible ocasión de molestias a la población
- Posible ocasión de incendios
- Posible ocasión de sismos

Para lo cual se tomó algunas recomendaciones de lo escrito en el programa de medidas preventivas y/o de mitigación ambiental de declaraciones y estudios de impacto ambiental.

Posible alteración del nivel de ruido

El objetivo es disminuir o evitar el ruido que provienen de las actividades constructivas, para lo cual se propone:

- No usar sirenas, bocinas fuertes, su uso se hara solo en el caso de emergencias, por tanto el ruido debe de ser el menor posible.

- Se debe de contar con silenciadores en los vehículos y maquinarias para evitar el incremento de ruido cuando se este realizando su movimiento y operación.

- Debe de realizarse el mantenimiento de los equipos y maquinarias.

Posible alteración de la calidad del aire

El objetivo es reducir la emisión de material particulado y gases al medio ambiente, para lo cual se propone:

- Realizar el mantenimiento adecuado a las maquinarias, vehículos y equipos que controlen la emisión de gases de combustión.

- Realizar el regado y/o humedecimiento de la zona de trabajo donde se realizara actividades de excavación para no levantar polvo y material particulado. El agua utilizada será transportado por camines cisternas que serán llenados del cuerpo de agua autorizado por la entidad correspondiente como SEDAPAR o JASS en ningún caso se utilizara agua residual.

- No quemar residuos domésticos, vegetación, arbustos, etc.

- Cubrir las tolvas de los vehículos como volquetes o similar que transporten agregados, a fin de evitar su dispersión. De preferencia, la cubierta será de lona y estará sujeta a las paredes exteriores del contenedor.

- En colegios y centros de salud, se realizará la colocación de pantallas de contención frente a la obra como medida complementarias de mitigación de dispersión de polvos.

Posible contaminación de los suelos

El objetivo es realizar la minimización de la contaminación del suelo, para lo cual se propone:

- Tener recipientes herméticos que almacenen residuos de grasas y aceites lubricantes etc, generados de los trabajos de saneamiento para su mejor manejo y disposición.

- Prohibir el arrojo residuos orgánicos e inorgánicos directamente sobre el suelo,
- Prohibir el vertimiento directo de aguas servidas, residuos de lubricantes, combustibles etc, al suelo.

- Mantenimiento periódicos (una vez al mes) de maquinarias y equipos, con el fin de evitar derrames de combustibles y lubricantes por los mismos.

- Se realizara la remoción del suelo contaminado si ocurriera el derrame de alguna sustancia toxica en el suelo a 10 cm como minimo de profundidad del área afectada por el elemento toxico. Este será alamcenado en un recipiente especial para su disposición posterior.

- Dar charlas al personal de obra relacionados al cuidado del suelo.

Posible modificación del relieve terrestre

El objetivo es evitar la acumulación de residuos o materiales de obra, que afecten el aspecto visual, para lo cual se propone:

- Eliminación de desmonte de las actividades de construcción (material sobrante), en el menor tiempo posible al relleno y/o botadero autorizado por la municipalidad

- Los restos de pavimento veredas u otro de concreto considerados como materiales de construcción deben ser eliminados al botadero autorizado por la municipalidad

- Los acopios de materiales se harán de acuerdo al avance y programación de obra.

Posible ocasión de molestias a la población

El objetivo es evitar las molestias a la población local, para lo cual se propone:

- Informar a la población, acerca de la construcción de la obra de saneamiento.

- Coordinar con las autoridades y entidades representativas de los pobladores y explicarles los alcances del proyecto y sobre la generación de impactos ambientales temporales que son inevitables en este tipo de obras.

- Limitarse estrictamente a realizar las excavaciones que indican los planos

- Utilizar la maquinaria adecuada y verificar que se encuentren en buen estado operativo, sobretodo su sistema de escape, para evitar generación de ruidos mayores a los normales.

- Delimitar el área de la obra a realizar.

- Colocar los letreros y señales de tránsito necesarios para que el tránsito de vehículos y personas sea fluido en todo momento. La obra debe tener señalización nocturna para evitar accidentes de tránsito.

- Evitar que los residuos sólidos que se genere en la construcción de las obras, sean diseminados en el área del proyecto

- Ejecutar las obras en los plazos previstos

- Medidas para minimizar riesgos de accidentes

- La mejor medida de evitar que ocurran accidentes es la prevención, por ello deben acatarse las siguientes disposiciones:

    - Organizar e implementar un servicio oportuno y eficiente de primeros auxilios
    - Se deberá contar con personal capacitado en la operación de los equipos.
    - Los equipos deberán estar en buenas condiciones operativas
    - Se debe proporcionar al personal los equipos necesarios de seguridad (guantes, botas, casco etc.).
    - La empresa deberá dictar charlas de seguridad a su personal
    - Inspeccionar y comprobar el buen funcionamiento de los equipos de seguridad
    - Inspeccionar regularmente el lugar de trabajo, máquinas y equipos.

Posible ocasión de incendios

El objetivo es saber evitar un posible incendio, para lo cual se propone:

- Se deberá de tener el personal idóneo que utilicen y manejen equipos y maquinarias que calientan asfalto.

- Se prohibe el uso de fuegos abiertos, asi como el uso de combustible u otros productos inflamables para tareas de limpieza.

- Clasificación y método de extinción de incendios:
    - Clase A: Materiales comunes como madera, papel, carbón o telas donde el mojar o enfriar es el método para extinguirlo.
    - Clase B: Productos de petróleo inflamables, el método es sofocarlos usando un extintor con polvo seco.
    - Clase C: incendios en o cerca de equipo eléctrico activo, el método es quitar la energía y trasladarlos como Clase A. En caso de no poder quitar la energía, no echar agua y tratarlos como Clase B.

- Se almacenaran adecuadamente, en un lugar ventilado y apartado los líquidos inflamables.

Posible ocasión de sismos

El objetivo es saber que hacer antes, durante y despues que ocurra un posible sismo, para lo cual se propone:

- Antes del sismo
    - Las construcciones provisionales estarán diseñadas de acuerdo al RNE.
    - Señalar e identificar las zonas de seguridad y rutas de evacuación.
    - Dar la capacitación a todo el personal sobre protección y evacuación de sismos.
    - Se debe tener preparado botiquines de primeros auxilios y equipos de emergencia

- Durante el sismo:
    - Paralizar las actividades constructivas.
    - Evacuar al personal de obra.
    - Desplazamiento manteniendo la calma hacia las zonas seguras.

- Después del sismo se debe de:
    - Ante las posibles replicas guardar el sitio en las áreas de seguridad.
    - Traslado a centros de salud mas cercanos al personal herido de forma inmediata.
    - Realizar la verificación y la evaluación de los daños de las instalaciones y equipos.

4.1.5. VERIFICACIÓN (Requisito 4.5)

4.1.5.1. Seguimiento y medición (Requisito 4.5.1)

El sistema exige un seguimiento y una medición periódica de aquellas características fundamentales de las operaciones de la empresa que puedan tener un impacto significativo en el medio ambiente.

El objetivo de este requisito del SGA es que la empresa evalúe cómo está gestionando sus aspectos ambientales y aspectos ambientales significativos, cómo está evolucionando en relación a sus objetivos y metas, y cómo está mejorando su comportamiento ambiental.

La empresa medirá unos parámetros distintos que dependerán, entre otras cuestiones, de:

- Sus aspectos ambientales y de sus impactos ambientales significativos.
- Los requisitos legales ambientales que le son de aplicación.
- Sus objetivos y metas.
- Los requisitos ambientales exigidos por clientes y el mercado.
- Los indicadores ambientales seleccionados para evaluar un determinado impacto.
- La información ambiental que suministra (comunicación interna y externa).

4.1.5.2. Evaluación del cumplimiento legal (Requisito 4.5.2)

La empresa debe evaluar de manera periódica el cumplimiento de todos los requisitos legales ambientales que le son de aplicación y de aquellos otros requisitos que también deba cumplir (compromisos voluntarios, exigencias de contratistas, etc.). Habrá establecido procedimientos para ello y los resultados de las comprobaciones se incluirán en un registro específico.

Se tendrá como premisas las siguientes normativas:

- Normativa legal (en todos sus rangos).
- Convenios adquiridos.
- Compromisos corporativos.
- Norma ISO 14001.

Se propone un programa de monitoreo

El Programa de Monitoreo constituye un documento técnico de control ambiental, en el que se concretan los parámetros, para llevar a cabo el seguimiento de la calidad de los diferentes factores ambientales afectados, así como de los sistemas de control y medida de estos parámetros.

Objetivos

- Evaluar la efectividad de las medidas de manejo ambiental adoptadas.

- Identificar potenciales impactos ambientales no previstos durante el desarrollo del estudio a fin de desarrollar las medidas necesarias para su mitigación, corrección y reducción.

Monitoreo en la Etapa de Construcción

De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación de los impactos ambientales, se ha determinado, que el alcance del Programa de Monitoreo durante la etapa de construcción incluya el análisis de los siguientes factores ambiéntales, que son necesarios para toda obra de saneamiento, por lo que se tomara lo escrito de similar forma a la fuente del requisito 4.4.7.

- Calidad del Aire
- Emisión de Ruido
- Actividades Constructivas

a. Calidad de aire

Su objetivo específico es ejecutar el monitoreo de la calidad de aire en estaciones de monitoreo previamente establecidas y ubicadas dentro de las inmediaciones donde se llevará a cabo el proyecto.

- **Parámetros a ser monitoreados**: Material Particulado en Suspensión (PM10), Dióxido de Azufre (SO2), Dióxido de Nitrógeno (NO2) y Monóxido de Carbono (CO).
- **Puntos de monitoreo**: El monitoreo se realizará en diez puntos para el sistema de agua potable y 10 para el sistema de alcantarillado
- **Frecuencia de monitoreo**: Durante la construcción la frecuencia de monitoreo será mensual y se realizará según las formas y métodos de análisis establecidos en el Decreto Supremo Nº074-2001-PCM (Estándares Nacionales de Calidad del Aire).
- **Límites máximos permisibles**: Con el fin de garantizar la salud pública, los valores obtenidos deben estar por debajo de los señalados en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

(Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico. NE significa no exceder), como se indica en la tabla 4.7.

Tabla 4.7 Estándares de la calidad del aire

CONTAMINANTES	PERIODO	FORMA DEL ESTANDAR		METODO DE ANALISIS[1][1]
		VALOR	FORMATO	
Dióxido de Azufre	Anual	80	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (método automático)
	24 horas	365	NE más de 1 vez al año	
PM-10	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial/ filtración (Gravimetría)
	24 horas	150	NE más de 3 veces/año	
Monóxido de Carbono	8 horas	10000	Promedio móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	1 hora	30000	NE más de 1 vez/año	
Dióxido de Nitrógeno	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimiluminiscencia (Método automático)
	1 hora	200	NE más de 24 veces/año	
Ozono	8 horas	120	NE más de 24 veces/año	Fotometría UV (Método automático)
Plomo	Anual [2][2]			Método para PM10 (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Mensual	1.5	NE más de 4 veces/año	
Sulfuro de Hidrógeno	24 horas [2]			Fluorescencia UV (método automático)

b. Emisión de ruido

El objetivo fundamental de este programa es realizar el monitoreo periódico de los niveles de contaminación acústica en las inmediaciones del proyecto.

- **Parámetros a ser monitoreados**: Se monitorearán los siguientes parámetros: niveles ambientales de ruido de acuerdo a la escala db(A).
- **Puntos de monitoreo:** El monitoreo se realizará en tres puntos para el sistema de agua potable y tres para el sistema de alcantarillado.
- **Frecuencia de monitoreo**: Durante la construcción la frecuencia de monitoreo será mensual. Las horas del día en que deben hacerse los muestreos se establecerán teniendo como base el cronograma de actividades de la empresa.
- **Límites máximos permisibles**: Con el fin de garantizar la salud pública, los valores obtenidos deben estar por debajo de los señalados en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido.

Se presenta a continuación la tabla 4.8 referida a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Tabla 4.8 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Zonas de Aplicación	Niveles de Ruido (LAeqT)	
	Horario Diurno 07:01 - 22:00	Horario Nocturno 22:01 - 07:00
Zona de Protección Especial 50 40	50.00	40.00
Zona Residencial 60 50	60.00	50.00
Zona Comercial 70 60	70.00	60.00
Zona Industrial 80 70	70.00	80.00

c. Actividades constructivas

- Verificar en forma permanente las condiciones de seguridad en las actividades relacionadas con el uso de protección personal.
- Verificar en caso de emergencias la aplicación del plan de contingencias.
- Verificar que los equipos y vehículos cuenten con mantenimiento adecuado.
- Verificar que las áreas de almacenamiento de equipos y maquinarias tengan la extensión necesaria para la maniobrabilidad para que no ocasionen accidentes.
- Verificar que las áreas de almacenamiento de material e insumos se encuentre bien distribuida.
- Verificar la existencia de extintores en el área de trabajo.
- Verificar que las instalaciones cuenten con una adecuada señalización de precaución e identificación.

4.1.5.3. No conformidad, acción correctiva y acción preventiva (Requisito 4.5.3)

Una NO CONFORMIDAD es el incumplimiento de un requisito, y puede ser incumplir un procedimiento, superar un valor límite de emisión de un contaminante, carecer de un registro, o cualquier otro incumplimiento relacionado con el SGA o con el comportamiento ambiental de la organización.

El sistema exige establecer procedimientos para detectar, comunicar y gestionar correctamente los fallos reales o potenciales del sistema, así como para adoptar las medidas preventivas o correctoras necesarias.

Ante una no conformidad que hubiera generado daños ambientales, la empresa deberá repararlos, solucionar las causas que los originaron (acción correctiva) y si fuera posible evitar que la situación se vuelva a producir (acción preventiva).

Las No Conformidades pueden resultar de:

- Auditorias del SGA
- Inspecciones de seguridad, salud y medio ambiente
- Evaluación de riesgos e incidentes ambientales
- Análisis de resultados de monitoreo

Que ocasionaron:

- Incumplimiento del establecimiento de objetivos y metas ambientales;
- Incumplimiento de la evaluación periódica de la conformidad con los requisitos legales.
- Los requisitos de mantenimiento no se cumplieron como estaba programado.
- Los criterios de operación (por ejemplo: límites permitidos) no se cumplieron

La identificación de no conformidades también puede ser parte de las responsabilidades rutinarias, ya que las personas que están más cercanas al trabajo observan los problemas reales o potenciales

4.1.5.4. Control de los registros (4.5.4)

Como se detalló en el apartado de DOCUMENTACIÓN, el sistema obliga a llevar una serie de registros (requisitos legales, formación, comunicación…). Además, la empresa deberá desarrollar uno o varios procedimientos donde se establezcan las cuestiones referidas al almacenamiento, el tiempo de retención, la protección y la disposición de los mismos.

Registros:

- Los registros deben incluir tanto aquellos vinculados a capacitación como los resultados de auditorías y revisiones.
- Los registros deben ser legibles, identificables y dirigidas a la actividad producto o servicio implicado.
- Los registros ambientales deben ser archivados y conservados de tal forma que puedan ser recuperados fácilmente y estén protegidos contra daños, deterioro o pérdida. Para tal efecto deben establecerse los periodos de conservación.
- Los registros son necesarios para la implementación y funcionamiento del SGA, así como para registrar el grado de cumplimiento de los objetivos y metas ambientales.

Los registros ambientales incluyen:

- Permisos de operación
- Datos de monitoreo
- Revisiones gerenciales del SGA
- Información sobre la legislación ambiental aplicable u otros requisitos
- Registro de quejas
- Registros de capacitación
- Información sobre los procesos
- Información sobre los productos, bienes o servicios
- Registros de inspección, mantenimiento y calibración
- Información pertinente sobre los contratistas y proveedores
- Registros de incidentes

- Información sobre planes de contingencia y capacidad de respuesta ante emergencias
- Registro sobre aspectos ambientales significativos (AAS)
- Resultado de auditorías (informes)

4.1.5.5. Auditoría interna (Requisito 4.5.5)

La empresa tiene que realizar auditorías internas para comprobar que el SGA se ha implantado y funciona correctamente y para informar a la dirección de la empresa de los resultados de estas auditorías.

Las auditorías pueden ser:

- Internas. Realizadas por personal de la propia empresa.
- Externas. Realizadas por consultoras o técnicos externos.
- Mixtas. Realizadas por personal interno y externo.

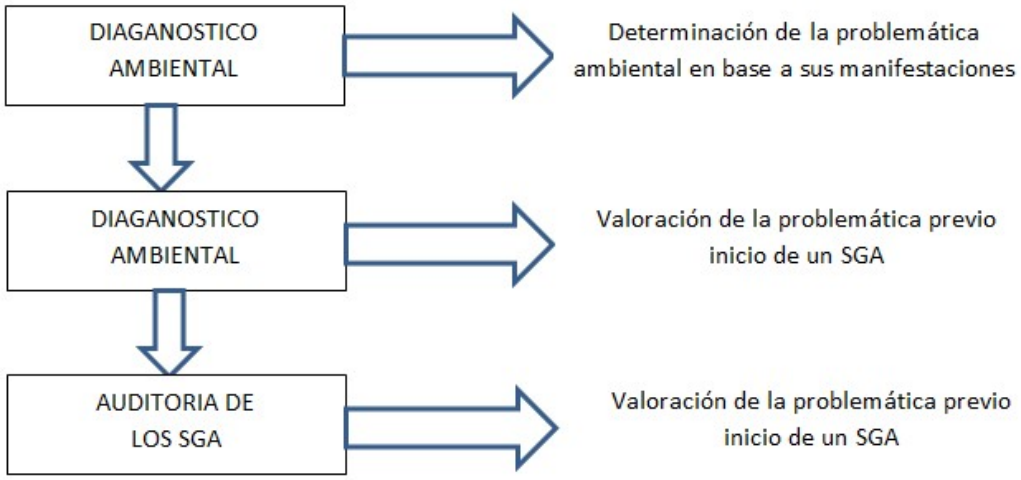
Por tanto es un proceso de verificación sistemático y documentado, orientado a obtener y evaluar evidencias de que el SGA de la empresa se ajusta a los establecido y planificado.

Abarca las actividades y áreas a ser consideradas en el proceso, la frecuencia, las responsabilidades asociadas con la gestión y conducción, la comunicación de los resultados, la competencia del auditor, la forma en que se desarrollara. En la figura 4.6 se muestra la evolución de una investigación ambiental.

Actividades de la Auditoria

- Objetivos y alcances de la auditoria
- Información previa
- Equipo de auditoria y el auditor jefe
- Especificación de documentos pertinentes y desarrollo de criterios de auditoria
- Revisión de la adecuación del SGA documentado para cumplir los criterios de auditoria
- Desarrollo del plan de auditoria e identificación de las tareas de los auditores
- Preparación de documentos de trabajo
- Reunión inicial
- Recopilación de evidencias y documentación de los descubrimientos
- Resultados y no conformidades
- Reunión final y propuesta de acciones correctivas
- Preparación y presentación del informe de auditoria
- Acciones correctivas y terminación de la auditoria

Figura 4.6 Evolución de la investigación ambiental



(Manual de Auditoría Medioambiental, Higiene y Seguridad; Harrison, 1998)

Las conclusiones de la auditoría se recogen en el informe de auditoría, en el cual se dejará constancia de las no conformidades detectadas (basadas en evidencias objetivas tales como registros, informaciones verificables, etc.) y las recomendaciones de mejora.

A partir de la presentación y evaluación de los resultados se pueden tomar tres líneas de actuación:

- Revisar el sistema.
- Informar al público y a las partes interesadas.
- Tramitar la certificación del sistema según la norma o normas elegidas.

Los trabajadores deben colaborar en la realización de las auditorías en la empresa.

La representación sindical debe tener acceso al informe final que se entrega a la dirección de la empresa y valorar sus resultados de forma autónoma.

La presente empresa realizara una sola auditoria al finalizar un mes antes de concluir con los trabajos de obra, con la finalidad de conocer el estado de conformidad de la gestión y las oportunidades de mejora de la empresa, para llevarlas como lecciones aprendidas a otros proyectos.

4.1.6. Revisión por la dirección (Requisito 4.6)

La dirección de la empresa, El gerente de la empresa, a intervalos planificados, revisara el SGA para asegurarse de su adecuación y eficacia y para modificarlo si fuera necesario.

Una vez que la dirección tiene la información, deberá estudiarla y evaluarla, para posteriormente tomar decisiones a fin de mejorar el sistema.

La revisión del sistema se tiene que registrar, documentando la información que se ha analizado y las decisiones que se han adoptado.

Los elementos de entrada para las revisiones por la dirección deben incluir de acuerdo Candiotti, 2009:

a) Los resultados de las auditorías internas y evaluaciones de cumplimiento con los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba;
b) Las comunicaciones de las partes interesadas externas, incluidas las quejas;
c) El desempeño ambiental de la organización;
d) El grado de cumplimiento de los objetivos y metas;
e) El estado de las acciones correctivas y preventivas;
f) El seguimiento de las acciones resultantes de las revisiones previas llevadas a cabo por la dirección;
g) Los cambios en las circunstancias, incluyendo la evolución de los requisitos legales y otros requisitos relacionados con sus aspectos ambientales; y
h) Las recomendaciones para la mejora.

CAPITULO V

PROGRAMACION DE OBRA USANDO LA TEORIA DE RESTRICCIONES - CADENA CRÍTICA

1. INTRODUCCION

Se debe comprender que los proyectos son actividades que, en mayor o menor medida, afectan a todas las empresas. También debemos saber que no permanecen estáticas ante el paso del tiempo, sino que van cambiando con el paso del tiempo. La permanente necesidad de evolución genera constantes cambios, y lleva a tomar decisiones y acciones en busca de modificar su situación.

Por otro lado, la creciente competencia existente en la mayor parte de los mercados ha inducido una evolución en sus actividades, lo que puede sintetizarse en las siguientes premisas: constante crecimiento en el porfolio y reducción de la vida del producto en el mercado. Esto equivale a decir que la gestión pasa a tomar un papel protagónico, ya que supone la diferencia entre la empresa que se destaca desde el punto de vista del cliente y la que no.

En este escenario la gestión de proyectos marca una disciplina transversal pasando por todas las demás disciplinas. Para gestionar debidamente los proyectos de una organización no basta con una decisión, y mucho menos cuando éstas son unilaterales. Al tratarse de una actividad transversal, los problemas, puntos de vista e intereses de los involucrados pueden ser muy diferentes e, incluso, contrapuestos. Por todo esto, es necesario afrontar el problema con un enfoque global en todos los sentidos, teniendo en cuenta todo lo necesario para que sea capaz de responder a las necesidades del mercado de manera eficaz y eficiente.

Debido a esta necesidad, partiremos desde presentar la información básica sobre los proyectos, pasando por los métodos de gestión tradicional hasta los nuevos métodos.

Según (Palacio Carlos, 2010) en la publicación CADENA CRÍTICA DE ELIYAHU GOLDRATT UNA APLICACIÓN PRÁCTICA, Cadena Crítica es un método de Gestión de Proyectos basado en el enfoque sistémico de la Teoría de las Restricciones (TOC Theory of Constraints). Este método revolucionó el modo de administración y programación de proyectos, ya que supera las limitaciones del método del Camino Crítico. Tiene en cuenta el incorrecto manejo de la incertidumbre que hace que la mayoría de los proyectos no se terminen en el tiempo esperado, con el costo esperado y con la calidad esperada. Es el caso típico en el que se busca resolver los problemas agravándolos. Los métodos que se utilizan para contrarrestar los efectos indeseables de la incertidumbre los profundizan. Tareas que deben resolver en forma individual o grupal. El tiempo de los gerentes es muy valioso para las empresas. Pero su valor no se mide por la remuneración que perciben sino por lo que hacen o deja de hacer con ese tiempo y el de sus colaboradores. Los sucesivos ajustes de las empresas en los últimos años, han determinado un aumento en la proporción del tiempo dedicado a tareas operativas en detrimento del tiempo disponible para las tareas de elaboración.

2. DEFINICION FUNDAMENTOS E IMPORTANCIA DE LOS PROYECTOS Y LA PROGRAMACION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

Según (Wilde & Forenza, 2013) La Programación es una prefiguración pormenorizada de la marcha futura de la obra. Es el ordenamiento secuencial de todas las tareas necesarias para ejecutar la obra teniendo en cuenta su interdependencia y la disponibilidad de los factores de producción. La Programación de Obras permite establecer cómo se realizará la obra, y asignar los recursos necesarios para cada trabajo. Permite determinar la duración, fecha de inicio y fin de cada tarea, el tiempo total que insumirá la ejecución de la obra, las tareas más importantes o críticas y las que disponen de flexibilidad en el uso del tiempo.

Apunta a la Racionalización de la Construcción y a optimizar el proceso constructivo.

La calidad no es solo aplicable a un producto sino también al proceso constructivo. Por esto es que planificar y programar son una manera de buscar calidad. Una obra no programada insumirá más tiempo de construcción y será económicamente más costosa ya que no habrá sincronización en su desarrollo, y existirán tareas que comiencen tarde y otras que no podrán iniciarse por no encontrarse finalizadas las precedentes, lo que originará el mantenimiento de recursos ociosos.

Por otra parte, desarrollar una programación significará organizar eficientemente la obra y contar con ventajas financieras al reducir el tiempo de inmovilización de la inversión.

La programación tiene como objetivos:

- Cumplir con el plazo de ejecución
- Cumplir con el precio convenido
- Cumplir con la calidad especificada
- No superar el costo total previsto
- Obtener la utilidad prevista
- Procurar el menor costo financiero
- Conseguir el pleno empleo de la mano de obra
- Conseguir el pleno empleo de maquinaria y equipos
- Evitar tiempos muertos y paralizaciones de obra

Para poder cumplir alguno de los mencionados objetivos el programador puede:

- Abrir Frentes de Trabajo simultáneos
- Favorecer las Tareas Repetitivas

Un proyecto se puede definir como un conjunto de actividades dirigidas a lograr un objetivo específico que tienen, identificados con claridad, un inicio, un desarrollo y un final. (*Definición de E.M. Goldratt, Cadena Crítica*)

- ***Problemas comunes a los proyectos (Zicarelli at col. 2009).***

La gran mayoría de los proyectos suelen presentar los siguientes problemas:

- Se supera el tiempo previsto.
- Se supera el presupuesto.
- Se modifiquen los contenidos originales, como consecuencia de los dos problemas anteriores.

Una excepción a estos problemas es el caso que se explica en el libro Cadena Crítica: el proyecto U-2. El mismo se desarrolló a principios de la década de los 50 en Estados Unidos y consistió en el desarrollo de un avión que pudiese volar más alto que la altura máxima alcanzada por los aviones de combate con el fin de controlar a Rusia respecto a su desarrollo de la bomba atómica.

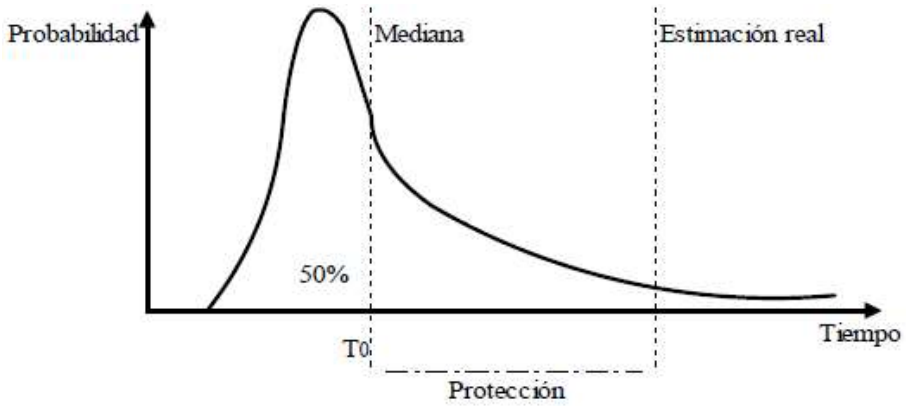
El tiempo de desarrollo de un nuevo avión requiere más de diez años desde concepción hasta que sea realmente operativo. Sin embargo, el U-2 ya estaba operativo volando y tomando fotografías tan solo ocho meses después de iniciado su desarrollo.

Se puede concluir que este caso es importante debido a sus antecedentes ya que de alguna forma se evitaron los errores genéricos que se producen en casi todos los proyectos.

- ***Márgenes de seguridad (Zicarelli at col. 2009).***

Según (Zicarelli at col. 2009) para proteger el proyecto se utilizan márgenes de seguridad en las estimaciones de las etapas del proyecto. Para analizar las estimaciones se puede utilizar la siguiente curva de probabilidad de la figura 5.1.

Figura 5.1 Márgenes de probabilidad



La mediana de la distribución determina que existe un 50% de probabilidad de que se termine en o antes del tiempo T0. Además, cuanto mayor sea la incertidumbre mayor será la cola de la curva, esto significa que a medida que se requiera mayor probabilidad en la

estimación, el tiempo de duración estimado de la etapa se encontrará más distante para poder cubrir la probabilidad deseada.

La diferencia entre la mediana y la estimación real de la duración de la etapa constituye el margen de seguridad que establecemos. Cuanto mayor sea la incertidumbre esta diferencia será mayor.

Como se puede observar en la figura 5.1, las estimaciones se sitúan en un rango por encima del 80% de probabilidad, siendo el tiempo estimado para el 50% de probabilidades muy inferior al tiempo estimado para una probabilidad del 80%. Cuando hacemos estimaciones se incluye un gran margen de seguridad de manera de obtener una alta probabilidad de terminar la etapa a tiempo, ya que no tomaríamos la estimación del 50% de probabilidades que nos da la mediana.

- ***Formas de incorporar los márgenes de seguridad (Zicarelli at col. 2009).***

- La estimación de tiempo se realiza con base en la experiencia más negativa, es decir, al final de la curva de distribución. Esto llevo a establecer márgenes excesivamente altos. Sin embargo el personal de un proyecto suelen no darse cuenta de cuánto tiempo significa el margen de seguridad asignado a la estimación superior al 50% de probabilidad.
- A mayor cantidad de niveles jerárquicos más alta será la estimación, debido a que cada nivel añade su propio factor de seguridad. Un ejemplo es cuando un jefe de proyecto le pide a cada persona que realice su propia estimación sobre su tarea y luego suma todas las estimaciones de estas personas agregándole finalmente su propio margen de seguridad.
- Además, quienes hacen las estimaciones las protegen de una posible reducción global exigida por la alta dirección. Esto ocurre porque la alta dirección no queda conforme con la estimación final y desean terminar el proyecto antes, exigiendo una reducción de la duración. Como esta situación es conocida por todo el personal, protegen sus estimaciones de esta posible reducción desde el principio.

Los tres mecanismos anteriores llevan a que se añada demasiados márgenes de seguridad a cada etapa. Aun así se producen retrasos en los proyectos ya que la mayor parte de esta protección por etapa se pierde, descuidando así el rendimiento del proyecto como un todo.

- ***Desperdicios del tiempo de los márgenes de seguridad (Zicarelli at col. 2009)***

- <u>El síndrome del estudiante:</u>

  Nos dice que el inicio de cada actividad se posterga hasta el último momento, causando que resultados no puedan obtenerse hasta alcanzar el plazo máximo fijado para cada tarea o, en el peor de los casos, que lleguen con retraso.

- La Ley de Parkinson:

  Prueba que por norma general, el trabajo se expande hasta cubrir todo el tiempo asignado para su consecución.

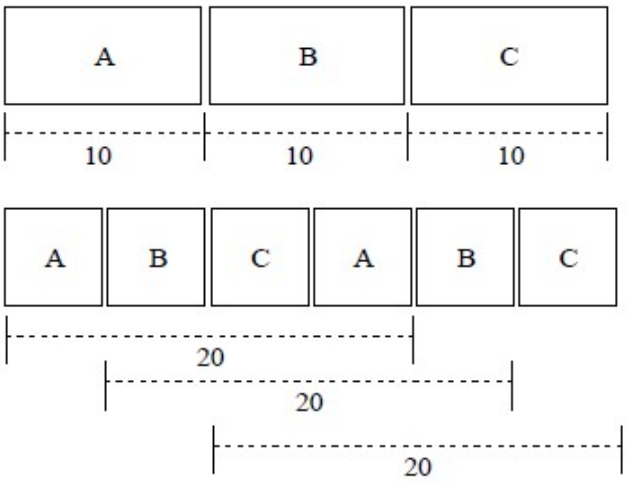
  La solución es aplicar el método de la cadena crítica, que define el plazo mínimo en que un proyecto puede terminarse e impone las restricciones que consiguen forzar a no perder alineación con esa secuencia de actividades de menor duración. De esta forma se consigue superar los obstáculos más habituales que pueden terminar abocando un proyecto al fracaso.

- Tareas múltiples (multitasking)

  Las áreas que deben realizar tareas múltiples de varias etapas y se encuentran bajo presión para poder satisfacer a todos lo que demanden de su trabajo produce un alto impacto en el tiempo de terminación de cada etapa debido a que debe intercalar en su tiempo de trabajo los distintas tareas de cada etapa y además requiere tiempo de preparación en cada una de ellas. Este tipo de desperdicio suele ocurrir cuando existen múltiples proyectos que requieren tareas de un sector específico y único de la organización.

  En la figura 5.2 se muestra a tres etapas A, B y C que requieren diez días de trabajo continuado. Si la persona realiza el trabajo secuencial el tiempo de terminación de cada etapa es de diez días. Pero si se trata de satisfacer las tres tareas al mismo tiempo trabajando en cada etapa durante cinco días y luego se pasa a otra etapa, el tiempo de terminación de cada etapa se duplica. Además habría que contabilizar el tiempo requerido para preparar cada etapa.

Figura 5.2 Etapas de un proceso constructivo multitasking



3. PROGRAMACIÓN CONVENCIONAL USANDO EL CAMINO CRITICO

PERT y CPM son dos métodos para la determinación de la ruta crítica de las actividades de un proyecto. La idea es mostrar un proyecto en forma gráfica y relacionar sus componentes en tal forma que permita determinar cuáles actividades son cruciales para la finalización del proyecto. Para lograr tal fin los proyectos deben tener las siguientes características.

- Se deben tener actividades bien definidas y su competición debe marcar la finalización del proyecto.
- Separadamente dentro de una secuencia dada. Las actividades deben ser independientes en el sentido en que deben comenzar, detenerse y conducirse
- Las actividades deben estar ordenadas (se siga a otra en una secuencia dada).

3.1. MÉTODOS USADOS

- **PERT (Program Evaluation and Review Technique).**

- PERT fue elaborado para mejorar los tiempos de actividades que eran inciertos en el proyecto misil Polaris.
- Proporciona a la gerencia, información sobre los problemas reales y potenciales que pueden presentarse en la terminación de un proyecto en relación con el logro de sus objetivos, la fecha esperada de terminación del proyecto y las posibilidades de lograrlo, y en donde se encuentran las actividades más críticas y menos críticas en el proyecto total.

- **CPM (Critical Path Method)**

- Fue desarrollado en los Estados Unidos de América, como parte de un programa de investigación de operaciones para la firma Dupont y Remington Rand.
- Es un proceso administrativo (planeación, organización, dirección y control) de todas y cada una de las actividades componentes de un proyecto que debe desarrollarse durante un tiempo crítico y al costo óptimo.
- El CPM ofrece la opción de agregar recursos para reducir los tiempos de ciertas actividades. Por lo tanto, una característica distintiva del CPM es identificar cambios entre tiempo y costo para varias actividades.

Ambas técnicas fueron desarrolladas por dos grupos diferentes casi simultáneamente (1956–1958) y están básicamente orientados en el tiempo en el sentido que ambos llevan a la determinación de un programa de tiempo.

Aunque los dos métodos fueron desarrollados casi independientemente, ambos son similares.

- **DIFERENCIAS ENTRE PERT Y CPM**

- La principal diferencia entre PERT y CPM es la manera en que se realizan los estimados de tiempo. PERT supone que el tiempo para realizar cada una de las actividades es una variable aleatoria descrita por una distribución de probabilidad. CPM supone una compensación entre el tiempo y el costo mientras PERT se basa en tiempos. La tabla 5.1 muestra ambas diferencias:

Tabla 5.1 Diferencia entre el método CPM y PERT

CPM	PERT
Deterministico A medida que el proyecto avanza, estos estimados se utilizan para controlar y monitoreas el progreso Si ocurre algun retardo en el proyecto, se hacen esfuerzos por lograr que el proyecto quede de nuevo en programa cambiando la asigancion de recursos Considera que las actividades son continuas e interdependientes, siguen un orden cronologico y ofrece parametros del momento oportuno del inicio de la actividad. Considera tiempos normales y acelerados de una determinada actividad, según la cantidad de recursos aplicados en la misma	Probabilistico Considera que la variable de tiempo es una variable desconocida de la cual solo se tienen datos estimativos El tiempo esperado de finalizacion de un proyecto es la suma de todos los tiempos esperados de las actividades sobre la ruta critica. Suponiendo que las distribuciones de los tiempos de las actividades son independientes, (una suposicion fuertemente cuestionable), la varianza del proyecto es la suma de las varianzas de las actividades en la ruta critica. Considera tres estimativos de tiempos: el mas probable, tiempo optimista, tiempo pesimista

En conclusión se puede decir que CPM es idéntico al PERT en concepto y metodología. La diferencia principal entre ellos es simplemente el método por medio del cual se realizan estimados de tiempo para las actividades del proyecto. Con CPM, los tiempos de las actividades son determinísticos. Con PERT, los tiempos de las actividades son probabilísticos.

Las versiones computarizadas combinan las características de ambos.

4. TEORÍA DE LAS LIMITACIONES

Según (Rodriguez y Valdez 2008), la teoría de restricciones fue descrita por primera vez por Eliyahu Goldrat al principio de los 80 y desde entonces ha sido ampliamente utilizada en la industria. Es un conjunto de procesos de pensamiento que utiliza la lógica de la causa y efecto para entender lo que sucede y así encontrar maneras de mejorar. Está basada en el simple hecho de los procesos multitarea, de cualquier ámbito, solo se mueven a la velocidad del paso más lento. La manera de acelerar el proceso es utilizar un catalizador es el paso más lento y lograr que trabaje hasta el límite de su capacidad para acelerar el proceso completo. La teoría enfatiza la dilucidad, los hallazgos y apoyos del

principal factor limitante. En la descripción de esta teoría, estos factores limitantes se denominan restricciones o “cuellos de botella”.

Por supuesto las restricciones pueden ser un individuo un equipo, una pieza de un aparato o una política local, o la ausencia de alguna herramienta o pieza de algún aparato.

4.1. LA TOC Y LAS CONDICIONES PARA UNA BUENA GESTIÓN

Según (Zicarelli at col. 2009), para realizar una buena gestión se deben cumplir dos condiciones absolutamente necesarias: los directivos deben controlar los costos y al mismo tiempo proteger el *throughput*, es decir asegurarse de que los productos correctos lleguen a los clientes correctos de tal forma que éstos estén dispuestos a pagar por ellos. Ambas condiciones son absolutamente necesarias y no se puede quedar satisfecho si solo se cumple una de ellas. Un ejemplo que no cumple una buena gestión, es sobre un directivo que ha hecho un excelente trabajo controlando los costos reduciéndolos en un veinte por ciento pero dejó insatisfechos a la mitad de sus clientes.

Cada una de las condiciones anteriores implica una forma de gestión diferente, siendo tan diferentes entre sí, que conducen a que entren en conflicto.

Formas de gestión

Según (Zicarelli at col. 2009), una de las formas de gestión se la llama “mundo del costo” e implica controlar los costos. Implica que toda mejora local de un área automáticamente se convierte en la mejora de toda la organización. Esto significa que para lograr la mejora global de la organización se requiere provocar muchas mejoras locales. Un ejemplo es considerar a la empresa como una cadena y a cada departamento un eslabón específico y donde a medida que se reduce el peso (costo) de cada eslabón toda la cadena se hace más ligera en esa misma cantidad.

La otra filosofía de gestión, que contradice a la anterior, es la llamada “mundo del valor” e implica proteger el *throughput*. Siguiendo con el ejemplo de la empresa como cadena, en esta forma de gestión los eslabones son importantes como así también los vínculos entre ellos que determinan la resistencia de la cadena.

El conflicto entre el “mundo del costo” y el “mundo del valor” se puede explicar a través del término “el síndrome de fin de mes”. Éste consiste en que al principio de cada mes algunas empresas suelen controlar los costos reduciendo horas extras y optimizar procesos de producción. Mientras, que cuando llega el fin de mes se hace todo lo posible para por despachar los productos, ya sea pagando horas extras o enviando pedidos de pocas unidades, es decir descuidando los costos.

Como se puede observar en “el síndrome de fin de mes” a principio de mes se gestiona según la forma del “mundo del costo” y llegando al final del mes se gestiona según “el mundo del valor”. Sin embargo, de este tipo de empresas cada vez

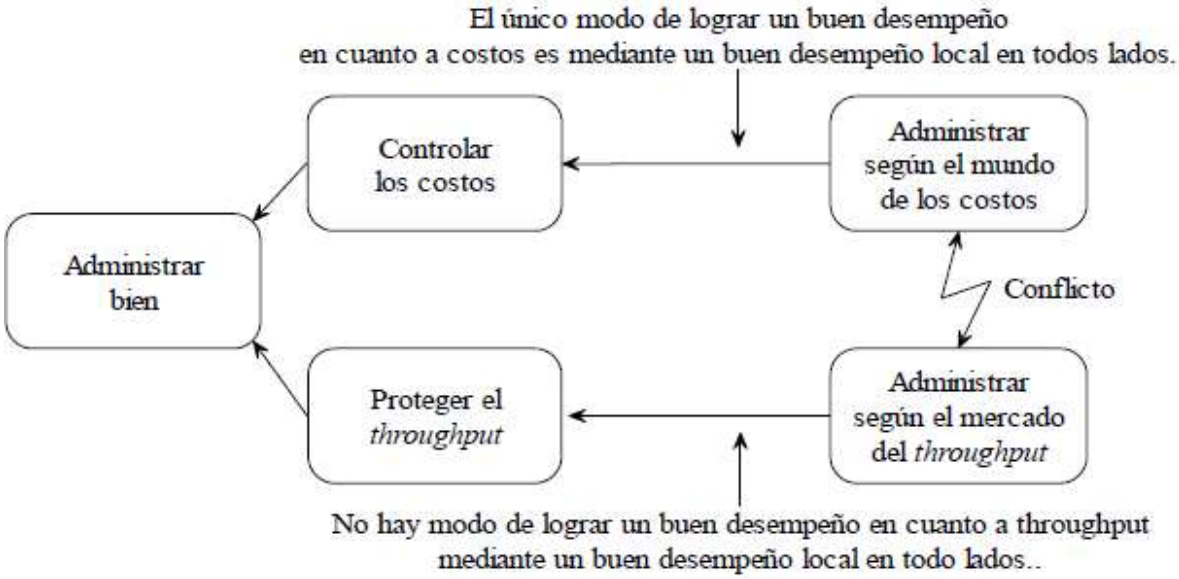
sobreviven menos ya que las exigencias de los clientes son mayores y proteger el *throughput* se vuelve cada vez más difícil.

Definición del problema en la TOC

Según (Zicarelli at col. 2009). La TOC adopta la definición aceptada en las ciencias exactas. Un problema no está definido con precisión hasta que no puede ser planteado como un conflicto entre dos condiciones necesarias.

El gráfico 5.3 muestra el conflicto entre la forma de gestión basada en costo y la basada en valor.

Figura 5.3 Conflicto entre la gestión del costo y valor



Según la TOC, en uno de sus fundamentos, si se encuentra un conflicto entonces significa que estamos ante una indicación de que alguien ha utilizado un supuesto falso, que puede ser invalidado y, en consecuencia, eliminar el conflicto.

Cuando encontramos un cuello de botella y le subordinamos al recurso no-cuello de botella, de manera que reduzca su eficiencia local, no lo hacemos para proteger el *throughput*, sino para controlar los costos de acumulación de inventarios. De esta forma se contradice con el supuesto de que el único modo de lograr un buen desempeño en cuanto a costos es mejorando la eficiencia local en todas las áreas de la empresa, ya que estamos reduciendo la eficiencia.

La TOC considera que los problemas más comunes que afrontan hoy en día los directivos de las empresas son sólo síntomas que provienen de un único problema central. Este problema es una limitación y está representado por la utilización del supuesto del “mundo del costo” en la gestión por gran parte de los directivos y sistemas de la empresa.

Importancia de la focalización

Un directivo que no sabe cómo focalizarse no será capaz de controlar con éxito sus costos ni controlar ni proteger eficazmente el *throughput.*

Focalización en el "mundo del costo"

En este caso se puede utilizar el principio de Pareto, que consiste en centrarse en solucionar el veinte por ciento de los problemas importantes para lograr generar el ochenta por ciento de los beneficios. Este principio es una norma estadística que se aplica a sistemas donde las variables son independientes. Sólo es válida en este caso ya que cada área (eslabón) se gestiona de forma individual.

Focalización en el "mundo del valor"

Los vínculos son importantes y las variables son dependientes a diferencia del caso anterior por lo tanto no se pude aplicar el principio de Pareto.

Como proceso, TOC se estructura en pasos iterativos enfocados a la restricción del sistema.

Restricción es todo aquello que impida el logro de la meta del sistema o empresa

Se identifican 2 tipos de restricción:

- Las restricciones físicas que normalmente se refieren al mercado, el sistema de manufactura y la disponibilidad de materias primas.
- Las restricciones de política que normalmente se encuentran atrás de las físicas, por ejemplo, reglas, procedimientos, sistemas de evaluación y conceptos.

La secuencia de los pasos iterativos de mejora depende del tipo de restricción que se analice.

Se utiliza la metodología de la TOC que incluye cinco pasos:

1. Identificar la o las limitaciones del sistema.

   Esta limitación puede ser física, por ejemplo, un cuello de botella, es decir un determinado recurso que no tiene suficiente capacidad para satisfacer la demanda. En este caso para poder fortalecer se debe ayudar a que el cuello de botella produzca más, por ejemplo, añadiendo más capacidad.

   También se puede encontrar que la limitación sea una política de gestión equivocada. En este caso fortalecer requiere sustituir la política.

2. Decidir cómo explotar el cuello de botella.

Si la tasa de producción de toda la planta viene fijada por la capacidad del cuello de botella, un minuto ganado en un cuello de botella es un minuto ganado en todo el sistema. Por lo tanto, no interesa que se pare el cuello de botella. La forma de explotar este recurso es evitar, a toda costa, que se pare.

Puede ocurrir que la capacidad del sistema no sea suficiente para fabricar todos los productos que se demandan, y habrá que elegir los más beneficiosos para la empresa. Al contrario de lo que puede parecer, no siempre el producto con mayor beneficio unitario es el elegido. Si existen varios productos que comparten este recurso que representa un cuello de botella, el producto elegido será el que aproveche mejor el tiempo.

3. Subordinar todo lo demás a la decisión anterior.

Si el cuello de botella limita la producción total del sistema no existe razón alguna para producir más en los procesos que no son cuellos de botella.

4. Elevar la capacidad de la o las limitaciones

Si se quiere aumentar la producción de todo el sistema es necesario aumentar la capacidad del cuello de botella, por ejemplo, comprar más máquinas o contratar más personal.

5. Regresar al primer paso

Suponiendo que se haya conseguido aumentar la capacidad del cuello de botella, ya no será necesario seguir mejorando el mismo recurso. No hay que dejarse llevar por la inercia y se debe buscar el siguiente cuello de botella.

4.2. EL SISTEMA DBR (DRUM, BUFFER, ROPE)

Según (Rodriguez y Valdez 2008), es un proceso iterativo que podríamos describir simplificadamente de la siguiente manera:

- Programar las entregas de productos a los clientes utilizando las fechas de entrega.
- Programar las restricciones de capacidad considerando los programas de entrega y los ropes de despacho.
- Optimizar los programas de las restricciones de capacidad.
- Programar el lanzamiento de las materias primas y componentes teniendo en cuenta los programas de las restricciones y las ropes internas y de ensamblaje.

Los detalles del proceso de programación de la producción dependen de cada caso en particular y deben ser tenidos en cuenta en caso de una implementación manual.

Cabe destacar que no se programa toda la planta sino solo los puntos críticos mínimos que aseguran el control del sistema.

Esta forma de proceder tiene varias ventajas, entre ellas:

- Se reduce significativamente el tiempo de programación de las operaciones sin perder el control.
- Se minimiza la probabilidad de reprogramaciones porque se minimiza la transmisión de las fluctuaciones aleatorias.

4.2.1. BASES DEL MODELO DBR

Según (Rodriguez y Valdez 2008), en todas las plantas hay algunos recursos con capacidad restringida. El método DBR reconoce que dicha restricción dictara la velocidad de producción de toda la planta. El principal recurso con restricción de capacidad será tratado como “el tambor (drum)” que es el que marcara la velocidad de producción de toda la planta. También se necesitara establecer “un amortiguador, (buffer)” de inventario frente al factor limitativo. Este amortiguador protegerá el throughput de la planta de cualquier perturbación que se produzca en los factores no cuellos de botella. Y finalmente para asegurarse que el inventario no crezca más allá del nivel dictado por el amortiguador deberá limitarse la velocidad a la cual se liberan materiales a la planta. Debe amarrarse “una cuerda” (rope) desde el cuello de botella a la primera operación; en otras palabras la velocidad a la cual se liberaran materiales a la planta será gobernada por la velocidad a la cual está produciendo el cuello de botella.

En lugar de los tradicionales inventarios de seguridad basados en cantidades de material, los buffer recomendados por TOC están basados en tiempo de proceso. Es decir, en lugar de tener una cantidad adicional de material, se hace llegar el material llega a los puntos críticos con una cierta anticipación.

La liberación de materias primas y materiales a la planta, esta entonces “atada” a la programación Drum, ningún material puede entregarse a la planta antes de lo que la “longitud de la soga” permite, de este modo cada producto es “tirado por la soga” a través de la planta. Esto sincroniza todas las operaciones al ritmo del Drum lográndose un flujo de materiales rápido y uniforme a través de la compleja red de procesos de una fábrica.

El método de programación DBR (Drum-Buffer-Rope) puede llevar a beneficios sustanciales en la cadena de suministros asegurando que la planta esté funcionando a la máxima velocidad con el mínimo de inventarios y alcanzando a satisfacer demandas inesperadamente altas.

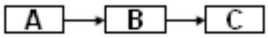
5. PROGRAMACIÓN USANDO LA CADENA CRÍTICA

El método de la Cadena Crítica toma su nombre del concepto definido como “la cadena más larga considerando tanto dependencias de tareas como de recursos, y se basa en el camino crítico considerando, además, las limitaciones de recursos. A diferencia de otras técnicas empleadas en la administración de proyectos, como Gantt o PERT / CPM, que llevan utilizándose desde antes de la década de los sesenta, esta metodología, la de la cadena crítica, es relativamente joven. Eliyahu M. Goldratt publicó en 1997 su obra más conocida, "Critical chain", donde se expone en qué consiste este método, basado en la teoría de las limitaciones.

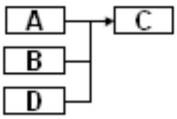
Dependencias entre actividades:

Según (Zicarelli at col. 2009), es evidente que el comienzo de una determinada tarea está condicionado por la finalización de la(s) que le precede(n), lo que puede dar lugar a las situaciones diferentes que respectivamente se definen como:

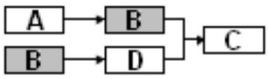
Linealidad - Existencia de una única predecesora.



Integración - Cuando hay más de una predecesora. Tiene una mayor probabilidad de retrasarse, pues bastará con que una sola de las predecesoras se retrase. La probabilidad de que una actividad se retrase será pues tanto mayor cuantas más predecesoras haya, siendo lo esperable en un proyecto que éste encierre múltiples situaciones de ambos tipos.



Tareas Múltiples Existe un dependencia adicional entre tareas, la debida a la dependencia de disponibilidad de recursos, lo que puede suponer una dependencia entre tareas que a nivel de contenidos no tienen relación alguna entre sí.



Planificación en entornos de proyecto único:

Según (Zicarelli at col. 2009), para la planificación de un proyecto único gestionado de acuerdo con esta metodología es que las tareas individualmente deben ser despojadas de su protección para concentrar ésta en determinados puntos, buffers, con el fin de dotarle de una mayor fortaleza a la hora de hacer frente a posibles desviaciones, siendo así

necesaria una menor protección global. Estos buffers serán diferentes en función de su objetivo, lo que determinará su ubicación.

Buffer del proyecto (BP):

Se ubica inmediatamente después de la última tarea del proyecto. Su objetivo es proteger el plazo del proyecto frente a las desviaciones que puedan producirse en actividades pertenecientes a la cadena crítica.

Buffer de alimentación (BA):

Tiene dos posibles ubicaciones: inmediatamente antes de cada tarea del camino crítico que vaya precedida de alguna(s) tarea(s) no crítica(s) o al final de un camino no crítico. Su objetivo es proteger a la cadena crítica ante posibles desviaciones de actividades no críticas.

Buffer de recurso (BR):

Afecta a aquellas actividades de la cadena crítica, pues se trata de una reserva de capacidad de las mismas para garantizar que el recurso estará disponible cuando la cadena crítica lo requiera.

Planificación en entornos de proyectos múltiples:

Según (Zicarelli at col. 2009), el elemento de definición de un ambiente de administración de múltiples proyectos es por la existencia de múltiples proyectos en progreso al mismo tiempo que requieren de recursos que son compartidos. El dilema siempre es decidir “quien toma el recurso y cuando”, además del número de proyectos que se puede tener corriendo al mismo tiempo. Bajo el enfoque de Cadena Crítica, todo el trabajo realizado en los proyectos corre sincronizado con los demás mediante la selección de recursos sincronizados estratégicamente. De ésta forma el sistema como un todo es tomado en cuenta al aceptar y planear un nuevo proyecto mejor que ver cada proyecto por separado como si estuviera aislado.

Un entorno multi proyecto tiene objetivos propios y de rango superior al de los proyectos individuales. Por lo tanto, las reglas para su gestión deben ser diferentes. En el caso de la Cadena Crítica la clave para la gestión de este tipo de entorno la constituye la capacidad global del sistema, que viene dada por la limitación del mismo: el recurso más cargado (El denominado “DRUM”). Bajo las premisas de la TOC todo el sistema debe ser organizado en función de la limitación, lo que equivale a decir que la capacidad de realizar proyectos será determinada por el drum, que, con el fin de realizar un óptimo uso del mismo, constituirá además el mecanismo de secuenciación de los proyectos. El resto de los recursos serán gestionados a continuación, teniendo en cuenta que deben tener capacidad al estar menos cargados que el drum.

Por otro lado, la consideración de la problemática multiproyecto exige la incorporación de protecciones adicionales:

Buffer de capacidad (BC):

Se ubica entre la última tarea que el drum debe realizar en un proyecto y la primera que debe realizar en el siguiente. Esto supone en la mayoría de los casos un cierto solapamiento entre proyectos, pero a nivel del drum se generará una secuencia con inserciones de buffers de capacidad.

Buffer de alimentación del drum (BAD):

Aplicando la misma idea que en el resto de los buffers, su ubicación será inmediatamente anterior a las actividades del drum que vayan precedidas por otras actividades, con el fin de protegerlo de desviaciones sufridas por éstas.

Ejecución

Según (Zicarelli at col. 2009), la administración de proyectos bajo el enfoque de cadena crítica es un sistema de administración por excepción – las decisiones son tomadas con base al estado del buffer contra el estado de la cadena crítica de todos los proyectos en el sistema. El estado de cualquier proyecto fácilmente puede ser visto y comparado con los demás usando herramientas visuales de fácil lectura. Entonces las decisiones de asignación de recursos son tomadas mediante un sistema lógico más que emocional.

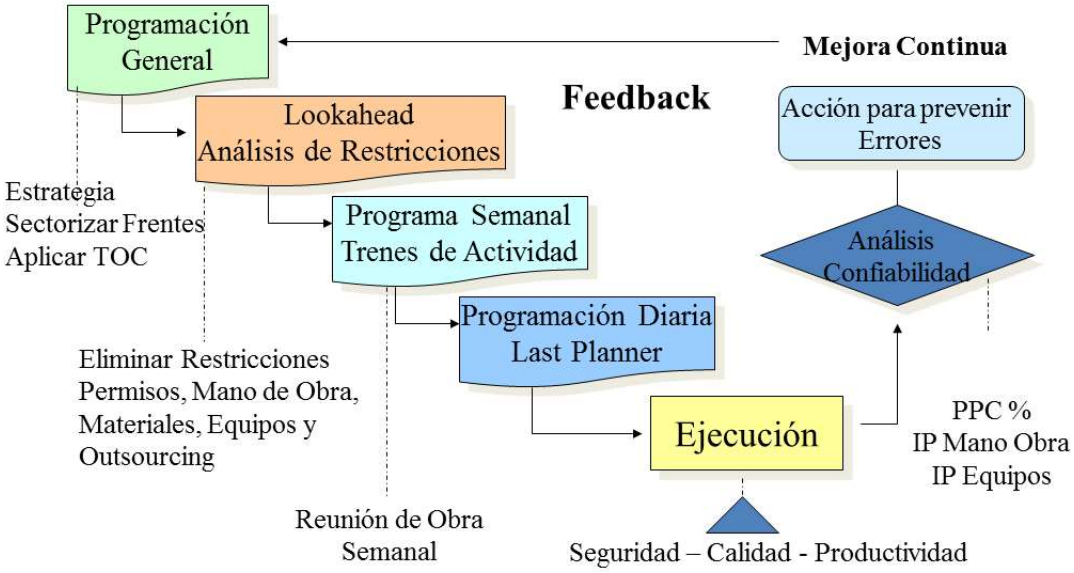
La ejecución de los proyectos se apoya en dos puntos: los reportes o actualizaciones del estado de los trabajos y la gestión de los buffers.

Para que el sistema funcione debidamente es básico disponer de la información necesaria y cuando es necesaria. Por lo tanto, tanto la frecuencia como el contenido de los reportes deben ser establecidos. La frecuencia dependerá de los plazos manejados por los proyectos, pero en áreas de una mejor toma de decisiones se requiere una frecuencia alta de actualización, lo que en general se traduce en un reporte diario o semanal. Sin embargo, únicamente se deberá actualizar el estado de aquellas actividades que están en ejecución, consistiendo tan solo en dar la estimación de la fecha de finalización de esas tareas, que además deben ser pocas en coherencia con el criterio de minimizar la multitarea.

A partir de la información dada por la actualización de las tareas el sistema evalúa la situación atendiendo a dos factores: el grado de avance de la cadena crítica y el porcentaje de consumo del buffer. Un mayor progreso de la primera frente a la segunda implicará que la ejecución avanza según unos parámetros positivos y la situación inversa significará lo contrario.

Finalmente se puede integrar la programación general del desarrollo de un proyecto o programa con la producción de obra tal como lo indica la figura 5.4

Figura 5.4 Relación de la programación general con el programa de producción de obra



Fuente Ponencia de Ing. W.R. Castillejo y D. Valdez Cáceres en congreso PMI Panamá (2005).

6. MÉTODO DE CADENA CRÍTICA VS. MÉTODO DE CAMINO CRÍTICO

Según (Zicarelli at col. 2009), el método de camino critico se basa en la gestión tradicional de los proyectos y el de cadena critica considera los aspectos humanos inherentes al planificar, programar y ejecutar los proyectos. La diferencia se aprecia en la tabla 5.2.

Tabla 5.2 Comparación entre el método de camino crítico y cadena critica

Camino Critico	Cadena Critica	Beneficios obtenidos de cadena critica
Gestion del Multitasking		
Multitasking	Minimizar el multitasking definiendo prioridades	Se minimiza el terrible coste que genera el Multitasking. Solo con esto se puede lograr que el periodo del proyecto se minimice un 40%.
Gestion de Recursos		
Tendencia a retener los recursos	Resuelve los problemas de conflictos de recursos	Los recursos que son cuellos de botellas son identiicados y se trabaja sobre la debida programacion de ellos para prevenir conflictos.
Gestion de Incertidumbre		
Se ejecutan cambios en las prioridades y se realiza una nueva programacion como respuesta a la incertidumbre	Se administra la incertidumbre monitoreando el impacto de los eventos a traves del consumo del buffer del proyecto	El itinerario del proyecto y sus prioridades no se modifican. La gente no se confunde ni se pierde, sino que se siente preparada, la moral aumenta y las personas se encuentran involucradas y comprometidas en el proyecto. El impacto de un proyecto sobre todos los demas es minimo. La organizacion en su totalidad se estabiliza en un entorno productivo en lugar de un ambiente de caos.

Camino Critico	Cadena Critica	Beneficios obtenidos de cadena critica
Duracion de las tareas		
Las duraciones de las tareas estan programadas considerando el peor escenario	Las duraciones de las tareas son programadas considerando el promedio de su tiempo de ejecucion	Las duraciones de las tareas no contemplan el margen de seguridad de forma individual, ya que este sera agregado al final del camino critico, es decir al final del proyecto. Riesgo, estrés y esfuerzo son compartidos equitativamente sobre todos los recursos y tareas. La duracion de los proyectos es minimizada y las personas pueden ejecutar las tareas de forma mas rapida y con menos estres. Las jerarquias inefectivas entran en desuso
Margen de tiempo de seguridad		
A cada tarea se le asigna un margen de tiempo de seguridad	Se protege la culminacion del proyecto definiendo buffers (el tiempo es un recurso mas)	El margen de seguridad no se le asigna de forma individual ni a tareas ni a personas. Sino a traves de los buffers, este tiempo puede ser compartido por todos. El margen de seguridad es conservado y usado de forma mas racional en todo el proyecto. Esto es enfocado a la satisfaccion del cliente, ya que los proyectos se ejecutarian a tiempo
Enfoque		
Enfasis en el progreso de las tareas	Enfasis en el progreso del proyecto	La micro gestion y administracion es evitada. Todos estan enfocados en el objetivo principal del proyecto
Programacion de la tareas		
La programacion de las tareas es definida como ASAP (as soon as posible)	La programacion de las tareas es definida de acuerdo a su necesidad de comenzar	Los recursos criticos y limitados no estan conectados a las tareas no criticas, lo cual bloquea y retrasa la ejecucion o avance de las actividades realmente criticas. Los recursos cuello de botella son usados basados en la prioridad no en first come, first serve.
Ejecucion de las tareas		
El comienzo y final de las tareas son programadas por intervalos de tiempo (horas/ dias)	El inicio de las tareas se ejecuta tan pronto su predecesor ha finalizado. Por lo cual las tareas se deben finalizar tan rapido como se pueda	El proyecto es gestionado y dirigido como una carrera de relevo. Las personas se concentran mas en conseguir los objetivos y los proyectos se ejecutan mas rapido y con menos costes.

7. IMPLEMENTACION DE LA TEORIA DE RESTRICCIONES Y CADENA CRITICA AL PROYECTO

El proyecto lleva por nombre: “AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL SECTOR EL TRIUNFO QUE COMPRENDE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS: EL TRIUNFO, EL TRIUNFO II, EL CRUCE LA JOYA LOS ROSALES, MARKO JARA, LA VICTORIA, BUEN JESUS, SAN JUAN Y SANTA LUCIA – DISTRITO LA JOYA, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA”,

Está comprendido dentro del ámbito territorial del distrito de La Joya, el cual pertenece a la Provincia y Región Arequipa.

En el área del proyecto la altitud se varía entre los 1,460 m.s.n.m. y los 1,610 m.s.n.m.

El área del proyecto está comprendida dentro del Sector denominado “El Triunfo” y está conformada por 08 Asentamientos Humanos:

- A.H. El Triunfo.
- A.H. El Triunfo II.
- A.H. Los Rosales.
- A.H. Marko Jara.
- A.H. La Victoria.
- A.H. Buen Jesús.
- A.H. San Juan
- A.H. Santa Lucía

El proyecto tiene tres componentes:

- Sistema de Agua potable
- Sistema de alcantarillado
- Sistema de tratamiento

La aplicación de la programación en ritmo constante, es decir la teoría de restricciones y cadena crítica, para el presente capítulo se aplicara al sistema de agua potable y al sistema de alcantarillado.

Se aplicara a estos dos sistemas en vista que aquí es donde se desarrollan actividades lineales, que duran en el tiempo un periodo largo (más de 100 días). Pudiéndose tomar como actividades repetitivas es que se resultaría conveniente realizar la programación en Ritmo Constante, con la finalidad de optimizar la duración del proyecto y la distribución de recursos.

Las actividades que se desarrollan en proyectos lineales como saneamiento donde estas actividades sean duraderas en el tiempo podrán ser repetidas las veces necesarias hasta su culminación y tendrán condiciones de construcción y terminación similares y/o iguales.

El Sistema de Agua Potable proyectado estuvo conformado por los siguientes componentes:

- Línea de conducción
- Reservorios RP-01 de 500 m3 y RE-01 de 150 m3.
- Línea de aducción.
- Redes de distribución.
- Conexiones domiciliarias.

El Sistema de alcantarillado proyectado estuvo conformado por los siguientes componentes:

- Redes de Alcantarillado.
- Buzones.
- Conexiones domiciliarias.
- Emisor.

Como ya se mencionó se aplicara el método de la cadena critica a las obras lineales de mayor duración para ambos sistemas

De acuerdo a la programación de obra del expediente técnico se tiene:

- Líneas de conducción y obras provisionales 240 días calendarios
- Reservorio de almacenamiento 113 días calendarios
- Sistema de agua potable 220 días calendarios.
- Planta de Tratamiento Residuales 220 días calendarios
- Sistema de alcantarillado 220 días calendarios

Se adjunta en los anexos Programación de obra el cronograma del expediente original.

De acuerdo al presupuesto de obra del expediente técnico se tiene:

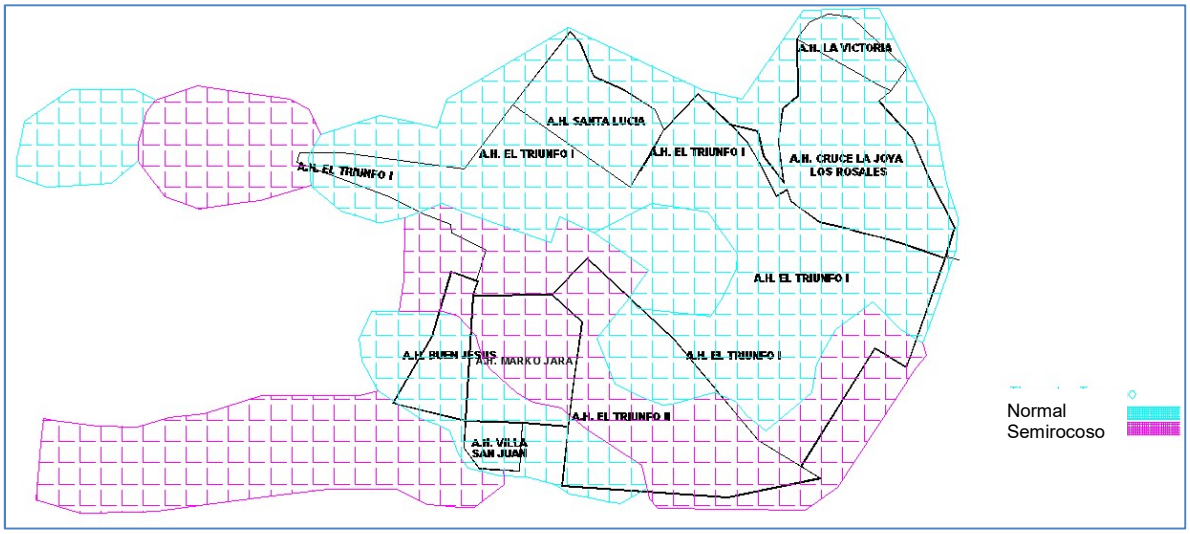
- Líneas de conducción	S/. 247 547.45
- Reservorio de almacenamiento	S/. 500 050.83
- Sistema de agua potable	S/. 1 588 924.73
- Planta de Tratamiento Residuales	S/. 2 207 350.14
- Sistema de alcantarillado	S/. 2 937 622.86
Parcial (costo directo)	S/. 7 481 496.01
Gastos generales (22%)	S/. 1 645 929.12
IGV (19%)	S/. 1 734 210.78
COSTO TOTAL	**S/. 10 861 635.91**

Son Diez millones ochocientos sesenta y un mil seiscientos treinta y cinco con 91/100 Nuevos Soles al mes de junio del 2009.

Se adjunta en los anexos Programación de obra los presupuestos de obra del expediente original.

Para la implementación de la cadena crítica se reagrupo las partidas del presupuesto original de tal forma que la nueva distribución para el sistema de agua potable y alcantarillado se agruparon a dos tipos de materiales: terreno normal y terreno semi rocoso, sin modificar la cantidad de partidas ni el presupuesto final. Se adjunta en los anexos de la programación dicha reagrupación de los presupuestos para el sistema de agua potable y sistema de alcantarillado. En la figura 5.5 se muestra los tipos de terreno que se presentan en el proyecto.

Figura 5.5 Distribución de terrenos del proyecto



7.1. METODOLOGÍA PARA PLANIFICAR LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA Y ALCANTARILLADO

De acuerdo a (Rodriguez y Valdez 2008), plantea los siguientes pasos a seguir:

PRIMER PASO: Convertir días útiles a días calendario

- Como un mes = 30 días calendario / 25 días útiles, luego factor de conversión de días calendarios a días útiles = 1.20.
- Entonces los 220 días calendario que se usara para las redes agua y alcantarillado se convierten en 184 días útiles.

SEGUNDO PASO: Determinar el buffer o amortiguador de plazo del proyecto

Para efectos prácticos en construcción, se fija el buffer definiendo un rango:

- 10% de 184 = 19 días útiles.
- 20% de 184 = 37 días útiles
- 34% de 184 = 62 días útiles
- 35% de 184 = 64 días útiles
- 40% de 184 = 74 días útiles

Para el caso del sistema del agua se utilizó un buffer de 35 % y para el caso del sistema de alcantarillado se utilizó un buffer de 34 %.

TERCER PASO: Determinar la actividad más restrictiva (primer paso de TOC: identificar la restricción)

En construcción la actividad más restrictiva corresponde a la actividad que requiere mayor trabajo (expresado en horas hombre HH u horas maquina HM).

Se elaboró la hoja de planificación y programación, con la finalidad de calcular la cantidad de horas hombre y horas máquina, mediante la fórmula:

- N° HH = rendimiento * metrado de cada tarea
- N° HM = rendimiento * metrado de cada tarea

Posteriormente esta hoja de planificación servirá para determinar las cuadrillas diarias de cada tarea y su duración.

Se aplica de la siguiente manera, de acuerdo a la tabla 5.3, para el sistema de agua y alcantarillado:

Tabla 5.3 Cantidad HH, HM, Producción y Tiempo del Proyecto Sistema Agua Potable

Item	Descripción	Unidad	Presupuesto			Rendimiento=Nºrecursos asignados x 8 Horas/Ru	Numero de Hombres	Numero de Maquinas	HH	HM	RU	Tiempo Unitario(días)
			Metrado	Precio	Parcial				Horas Hombre	Horas Maquina	Produccion Diaria	(Tu=Metrado/Ru)
Columna 01	Columna 02	Col 03	Col 04	Col 05	Col 06	Col 07	Col 08	Col 09	Col 10	Col 11	Col 12	Col 13
02.02.01.09	Instalacion de tuberia P.V.C p/agua potabl. Incluye prueba hidraulica											
02.02.01.09.01	Instalacion de tuberia P.V.C p/agua potabl. DN 63 mi	m	4,848.72	1.93	9,358.03	0.04	3.10	-	176.84	-	680.00	7.13
02.02.01.09.02	Instalacion de tuberia P.V.C p/agua potabl. DN 75 mi	m	165.77	2.01	333.20	0.04	3.10	-	6.05	-	680.00	0.24
02.02.01.09.03	Instalacion de tuberia P.V.C p/agua potabl. DN 90 mi	m	1,361.73	2.24	3,050.28	0.04	3.10	-	58.63	-	576.00	2.36
02.02.01.09.04	Instalacion de tuberia P.V.C p/agua potabl. DN 110 n	m	1,059.40	2.30	2,436.62	0.04	3.10	-	45.61	-	576.00	1.84
02.02.01.09.05	Instalacion de tuberia P.V.C p/agua potabl. DN 160 n	m	1,608.42	3.42	5,500.80	0.05	3.10	-	83.10	-	480.00	3.35
02.02.01.09.06	Instalacion de tuberia P.V.C p/agua potabl. DN 200 n	m	269.79	3.66	987.43	0.06	3.10	-	16.16	-	414.00	0.65
02.02.01.10	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal											
02.02.01.10.01	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 63-90	m	6,376.22	13.99	89,203.32	0.57	6.10	1.00	3,660.70	600.11	85.00	75.01
02.02.01.10.02	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 100-1	m	2,667.82	15.57	41,537.96	0.61	6.10	1.00	1,627.37	266.78	80.00	33.35
02.02.01.10.03	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 200-2	m	269.79	18.59	5,015.40	0.69	6.10	1.00	185.30	30.38	71.05	3.80

- La columna 01 se refiere al ítem de la actividad.
- La columna 02 se refiere a la descripción de la actividad, la partida.
- La columna 03 se refiere a la unidad.
- La columna 04 se refiere al metrado de la partida.
- La columna 05 se refiere al precio de la partida.
- La columna 06 se refiere al resultado parcial después de multiplicar la columna 4 x la columna 5.
- La columna 07es el rendimiento resultado de multiplicar la columna 8 entre la columna 12 dividido entre una jornada de trabajo de 8 horas.
- La columna 08 es la cantidad de horas hombre resultado de los costos unitarios.
- La columna 09 es la cantidad de horas maquina resultado de los costos unitarios.

- La columna 10 es resultado de multiplicar el rendimiento por el número de hombres por una jornada entre la producción diaria.
- La columna 11 es resultado de multiplicar el rendimiento por el número de máquinas por una jornada entre la producción diaria.
- La columna 12 es la producción diaria de los análisis de costos unitarios.
- La columna 13 es el tiempo resultado del metrado entre la producción diario.

Después de haber analizado todo el presupuesto de obra del sistema de agua potable es que se identifica dentro de cada título las partidas que son el cuello de botella, es decir aquellas que son las que más recursos humanos requieren y por tanto tiempo. Se presenta el ejemplo de la partida: 02.02.01.10.01Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 63-90 mm de 1.26 a 1.50 m Prof que de acuerdo a la tabla 5.3 cuenta con 3660.70 hh y un tiempo de 75.01 días que es el mayor tiempo dentro del título general 02.02 suministro e instalación de tubería, y del título superior 02.02.01 Terreno normal (sistema convencional).

Por tanto como tiene 75.01 días esta actividad que es cuello de botella se la llevara a 53 días que marcara el tiempo en ritmo para todas las demás actividades que estén dentro del título 02.02.01terreno normal (sistema convencional). El tiempo adoptado resulta del criterio de cada persona. Para el resto de tiempos de las demás actividades se verá en el cuarto paso.

» ***Las actividades más restrictivas en el sistema de agua potable son:*** *Las que indican la mayor cantidad de horas hombre en trabajos lineales, según la tabla 5.4*

Tabla 5.4 Actividades lineales más restrictivas del sistema de agua potable

ITEM	DESCRIPCION TITULO / PARTIDA	CANT. HORAS HOMBRE
1	**2. RED DE DISTRIBUCION SISTEMA CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL**	
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO NORMAL (CONVENCIONAL)	
	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 63-90 mm de 1.26 a 1.50 mts Prof.	3,660.700
2	**2. RED DE DISTRIBUCION SISTEMA CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL**	
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO SEMIROCOSO (CONVENCIONAL)	
	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semiroca DN 63mm de 1.26 a 1.50 mts Prof.	819.065
3	**2. RED DE DISTRIBUCION SISTEMA CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL**	
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO NORMAL (CONDOMINIAL)	
	Excavac.zanja (pulso) p/tub. terr-normal DN 15 - 40 de 0.60 - 1.00 mts prof.	166.987
4	**2. RED DE DISTRIBUCION SISTEMA CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL**	
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO SEMIROCOSO (CONDOMINIAL)	
	Tuberia de PVC -U SP PN 10 DN 40 mm incl. elemento de union +2% desperdicios	654.031
5	**12. CONEXIONES DOMICILIARIAS**	
	Conexión Domiciliaria agua Potable en Terreno Normal L= 8.00	
	Excavac.zanja (pulso) p/tub. terr-normal DN 15 - 40 de 0.60 - 1.00 mts prof	2,745.299
6	**12. CONEXIONES DOMICILIARIAS**	
	Conexión Domiciliaria agua Potable en Terreno Semirocoso L= 8.00	
	Excavac.zanja (pulso) p/tub. terr-semirocoso DN 15 - 40 de 0.60 - 1.00 mts prof	466.844
7	**12. CONEXIONES DOMICILIARIAS**	
	Conexion Domiciliaria agua Potable Condominial DN 15 mm T.S.R	
	Instalaciones de caja y tapa de medidor DN 15-20 mm en T.N	141.867
8	**12. CONEXIONES DOMICILIARIAS**	
	Rehabilitacion de Conexión Domiciliaria agua Potable en Terreno Normal	
	Instalaciones de caja y tapa de medidor DN 15-20 mm en T.N	793.333
9	**12. CONEXIONES DOMICILIARIAS**	
	Rehabilitacion de Conexión Domiciliaria agua Potable en Terreno Semirocoso	
	Instalaciones de caja y tapa de medidor DN 15-20 mm en T.S.R	225.867

» ***Las actividades más restrictivas en el sistema de alcantarillado son:*** *Las que indican la mayor cantidad de horas hombre en trabajos lineales, según la tabla 5.5*

Tabla 5.5 Actividades lineales más restrictivas del sistema de alcantarillado

ITEM	DESCRIPCION TITULO / PARTIDA	CANT. HORAS HOMBRE
1	**1. RED DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL**	
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO NORMAL D= 200 - 250 mm	
	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 200-250 de 1.26 a 1.50 mts Prof	3,463.124
2	**1. RED DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL**	
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO SEMIROCOSO D= 200 - 250 mm	
	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semiroca DN 200-250 de 1.26 a 1.50 mts Prof.	802.797
3	**1. RED DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL**	
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO NORMAL D= 110 - 160 mm	
	Excavac.zanja (pulso) p/tub. terr-normal DN 110 - 160 de 0.60 - 1.00 mts prof.	290.509
4	**1. RED DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL**	
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO SEMIROCOSO D= 110 - 160 mm	
	Excavac.zanja (pulso) p/tub. terr-semirocoso DN 110 - 160 de 0.60 - 1.00 mts prof.	533.549
5	**2. EMISOR PROYECTADO**	
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO SEMIROCOSO D= 250 mm	
	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semiroca DN 200-250 de 1.26 a 1.50 mts Prof.	980.920
6	**2. EMISOR PROYECTADO**	
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO SEMIROCOSO D= 315 mm	
	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semiroca DN 300-350 de 2.01 a 2.50 mts Prof	213.607
7	**3. EMISOR A REHABILITAR**	
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO NORMAL D= 200 mm	
	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 200-250 de 1.26 a 1.50 mts Prof	160.377
8	**3. EMISOR A REHABILITAR**	
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO SEMIROCOSO D= 200 mm	
	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semiroca DN 200-250 de 1.26 a 1.50 mts Prof.	222.799
9	**4. CONEXIONES DOMICILIARIAS**	
	Conexión Domiciliaria de alcantarillado en T- Normal DN 110/200 mm; L= 8.00 ; H=1.5 m	
	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 100-150 de 1.26 a 1.50 mts Prof.	2,669.360
10	**4. CONEXIONES DOMICILIARIAS**	
	Conexión Domiciliaria de alcantarillado en T- Semiroc DN 110/200 mm; L= 8.00 ; H=1.5 m	
	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semiroca DN 100-150 de 1.26 a 1.50 mts Prof.	1,004.990

Estas actividades tanto del sistema de agua potable como las del alcantarillado son las que representan los cuellos de botellas y marcaran el paso en el proyecto.

CUARTO PASO: Definir la duración de la actividad más restrictiva (segundo paso de la TOC: explotar la restricción)

Se muestra a continuación en la tabla 5.6 y tabla 5.7 los nuevos tiempos que marcaran a las partidas que son cuellos de botella para los sistemas de agua y alcantarillado.

» ***Las duraciones de actividades más restrictivas para el sistema de agua potable son:***

Tabla 5.6 Tiempos proyectados de partidas cuellos de botella para el sistema de agua

ITEM	DESCRIPCION TITULO / PARTIDA	TIEMPO (dias)	
		Expediente	Proyectado
1	**2. RED DE DISTRIBUCION SISTEMA CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL**		
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO NORMAL (CONVENCIONAL)		
	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 63-90 mm de 1.26 a 1.50 mts Prof.	75.01	53
2	**2. RED DE DISTRIBUCION SISTEMA CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL**		
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO SEMIROCOSO (CONVENCIONAL)		
	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semiroca DN 63mm de 1.26 a 1.50 mts Prof.	16.78	13
3	**2. RED DE DISTRIBUCION SISTEMA CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL**		
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO NORMAL (CONDOMINIAL)		
	Excavac.zanja (pulso) p/tub. terr-normal DN 15 - 40 de 0.60 - 1.00 mts prof.	2.07	4
4	**2. RED DE DISTRIBUCION SISTEMA CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL**		
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO SEMIROCOSO (CONDOMINIAL)		
	Tuberia de PVC -U SP PN 10 DN 40 mm incl. elemento de union +2% desperdicios	8.09	4
5	**12. CONEXIONES DOMICILIARIAS**		
	Conexión Domiciliaria agua Potable en Terreno Normal L= 8.00		
	Excavac.zanja (pulso) p/tub. terr-normal DN 15 - 40 de 0.60 - 1.00 mts prof	33.98	29
6	**12. CONEXIONES DOMICILIARIAS**		
	Conexión Domiciliaria agua Potable en Terreno Semirocoso L= 8.00		
	Excavac.zanja (pulso) p/tub. terr-semirocoso DN 15 - 40 de 0.60 - 1.00 mts prof	5.78	9
7	**12. CONEXIONES DOMICILIARIAS**		
	Conexion Domiciliaria agua Potable Condominial DN 15 mm T.S.R		
	Instalaciones de caja y tapa de medidor DN 15-20 mm en T.N	3.17	6
8	**12. CONEXIONES DOMICILIARIAS**		
	Rehabilitacion de Conexión Domiciliaria agua Potable en Terreno Normal		
	Instalaciones de caja y tapa de medidor DN 15-20 mm en T.N	17.71	10
9	**12. CONEXIONES DOMICILIARIAS**		
	Rehabilitacion de Conexión Domiciliaria agua Potable en Terreno Semirocoso		
	Instalaciones de caja y tapa de medidor DN 15-20 mm en T.S.R	5.04	7

Las partidas de item 3,6,7 y 9 no cumplen con partidas en ritmo constante siendo su tiempo minimo para que puedan cumplir el señalado en la columna de tiempo proyectado.

» ***Las duraciones de actividades más restrictivas para el sistema de alcantarillado son:***

Tabla 5.7 Tiempos proyectados de partidas cuellos de botella para el sistema de alcantarillado

ITEM	DESCRIPCION TITULO / PARTIDA	TIEMPO (dias)	
		Expediente	Proyectado
1	**1. RED DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL**		
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO NORMAL D= 200 - 250 mm		
	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 200-250 de 1.26 a 1.50 mts Prof	70.97	63
2	**1. RED DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL**		
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO SEMIROCOSO D= 200 - 250 mm		
	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semiroca DN 200-250 de 1.26 a 1.50 mts Prof.	18.45	16
3	**1. RED DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL**		
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO NORMAL D= 110 - 160 mm		
	Excavac.zanja (pulso) p/tub. terr-normal DN 110 - 160 de 0.60 - 1.00 mts prof.	3.6	6
4	**1. RED DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL**		
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO SEMIROCOSO D= 110 - 160 mm		
	Excavac.zanja (pulso) p/tub. terr-semirocoso DN 110 - 160 de 0.60 - 1.00 mts prof.	6.6	7
5	**2. EMISOR PROYECTADO**		
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO SEMIROCOSO D= 250 mm		
	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semiroca DN 200-250 de 1.26 a 1.50 mts Prof.	20.1	15
6	**2. EMISOR PROYECTADO**		
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO SEMIROCOSO D= 315 mm		
	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semiroca DN 300-350 de 2.01 a 2.50 mts Prof	4.38	6
7	**3. EMISOR A REHABILITAR**		
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO NORMAL D= 200 mm		
	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 200-250 de 1.26 a 1.50 mts Prof	3.29	6
8	**3. EMISOR A REHABILITAR**		
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA TERRENO SEMIROCOSO D= 200 mm		
	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semiroca DN 200-250 de 1.26 a 1.50 mts Prof.	4.57	6
9	**4. CONEXIONES DOMICILIARIAS**		
	Conexión Domiciliaria de alcantarillado en T- Normal DN 110/200 mm; L= 8.00 ; H=1.5 m		
	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 100-150 de 1.26 a 1.50 mts Prof.	54.7	45
10	**4. CONEXIONES DOMICILIARIAS**		
	Conexión Domiciliaria de alcantarillado en T- Semiroc DN 110/200 mm; L= 8.00 ; H=1.5 m		
	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semiroca DN 100-150 de 1.26 a 1.50 mts Prof.	20.59	15

Las partidas de item 3,4,6,7 y 8 no cumplen con partidas en ritmo constante siendo su tiempo minimo para que puedan cumplir el señalado en la columna de tiempo proyectado.

A continuación se esquematiza mediante la figura 5.6, 5.7 y se tiene el plazo contractual final y el plazo para programar la obra de acuerdo a las actividades en ritmo y sin ritmo para los sistemas de agua potable y alcantarillado.

Figura 5.6 Plazo contractual y programado con y sin ritmo constante sistema de agua potable

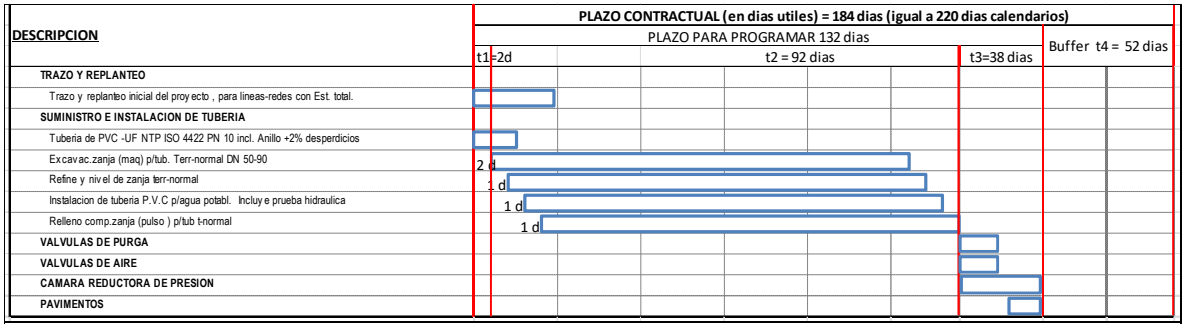
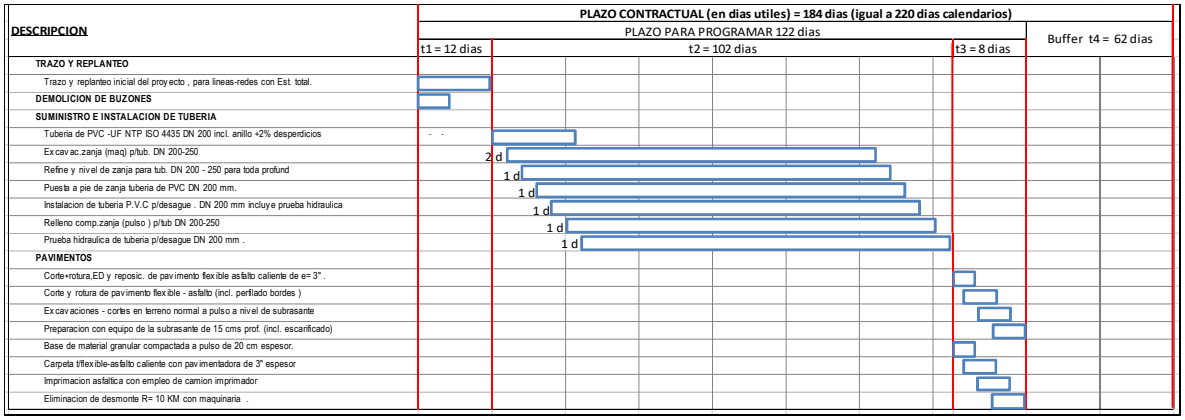
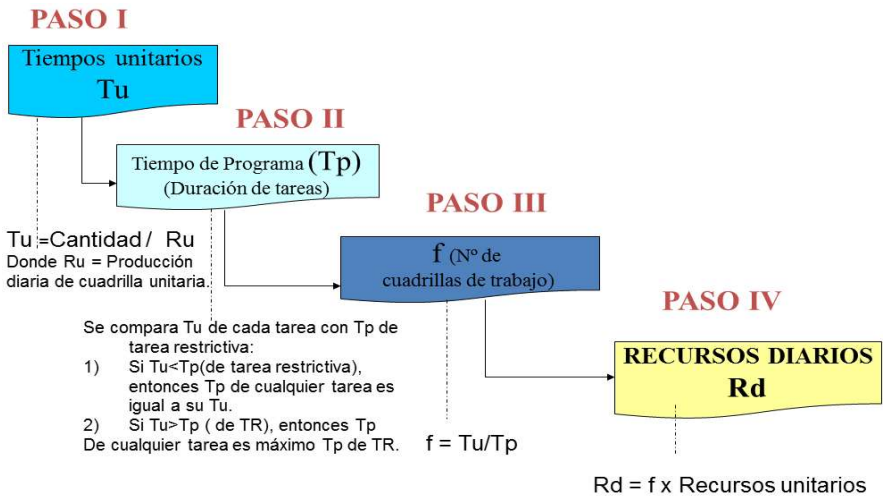


Figura 5.7 Plazo contractual y programado con y sin ritmo constante sistema de alcantarillado



QUINTO PASO: Subordinar todas las duraciones tiempo proyecto (Tp) de todas las tareas a duración (Tp) de la tarea más restrictiva y hallar los factores de multiplicidad como se muestra en la tabla 5.8. La figura 5.8 muestra el procedimiento a seguir en este quinto paso

Figura 5.8 Pasos a seguir que subordinan las duraciones Tp



Fuente: Exposición Walter Rodríguez -Doris Valdez Cáceres congreso PMI Panamá 2005.

Tabla 5.8 Factores de multiplicidad para cada actividad

Item	Descripción	Und.	Presupuesto			Numero de Hombres	Numero de Maquinas	HH	HM	RU	Tiempo Unitario(días)	f	D
			Metrado	Precio	Parcial			Horas Hombre	Horas Maquina	Produccion Diaria	(Tu=Metrado/Ru)	Factor Multiplicidad	Duracion
Columna 01	Columna 02	Col 03	Col 04	Col 05	Col 06	Col 07	Col 08	Col 09	Col 10	Col 11	Col 12	Col 13	Col 14
02.02.01.09	Instalacion de tuberia P.V.C p/agua potabl. Incluye prueba hidraulica											-	53.00
02.02.01.09.01	Instalacion de tuberia P.V.C p/agua potabl. DN 63 mm incluye prueb	m	4,848.72	1.93	9,358.03	-	-	-	-	680.00	7.13	0.15	48.00
02.02.01.09.02	Instalacion de tuberia P.V.C p/agua potabl. DN 75 mm incluye prueb	m	165.77	2.01	333.20	-	-	-	-	680.00	0.24	0.01	48.00
02.02.01.09.03	Instalacion de tuberia P.V.C p/agua potabl. DN 90 mm incluye prueb	m	1,361.73	2.24	3,050.28	-	-	-	-	576.00	2.36	0.05	48.00
02.02.01.09.04	Instalacion de tuberia P.V.C p/agua potabl. DN 110 mm incluye prue	m	1,059.40	2.30	2,436.62	-	-	-	-	576.00	1.84	0.04	48.00
02.02.01.09.05	Instalacion de tuberia P.V.C p/agua potabl. DN 160 mm incluye prue	m	1,608.42	3.42	5,500.80	-	-	-	-	480.00	3.35	0.07	48.00
02.02.01.09.06	Instalacion de tuberia P.V.C p/agua potabl. DN 200 mm incluye prue	m	269.79	3.66	987.43	-	-	-	-	414.00	0.65	0.01	48.00
02.02.01.10	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal											-	53.00
02.02.01.10.01	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 63-90 mm de 1.26 a 1	m	6,376.22	13.99	89,203.32	-	-	-	-	85.00	75.01	1.47	51.00
02.02.01.10.02	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 100-150 de 1.26 a 1.5	m	2,667.82	15.57	41,537.96	-	-	-	-	80.00	33.35	0.65	51.00
02.02.01.10.03	Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 200-250 de 1.26 a 1.5	m	269.79	18.59	5,015.40	-	-	-	-	71.05	3.80	0.07	51.00

- La columna 01 se refiere al ítem de la actividad.
- La columna 02 se refiere a la descripción de la actividad, la partida.
- La columna 03 se refiere a la unidad.
- La columna 04 se refiere al metrado de la partida.
- La columna 05 se refiere al precio de la partida.
- La columna 06 se refiere al resultado parcial después de multiplicar la columna 4 x la columna 5.
- La columna 07 es la cantidad de horas hombre resultado de los costos unitarios reajustados con factor de multiplicidad.
- La columna 08 es la cantidad de horas maquina resultado de los costos unitarios reajustados con factor de multiplicidad.
- La columna 09 es resultado de multiplicar el rendimiento por el número de hombres por una jornada entre la producción diaria.
- La columna 10 es resultado de multiplicar el rendimiento por el número de máquinas por una jornada entre la producción diaria.
- La columna 11 es la producción diaria de los análisis de costos unitarios.
- La columna 12 es el tiempo resultado del metrado entre la producción diario.
- La columna 13 es el factor de multiplicidad resultado de dividir la columna 12 entre la columna 14.
- La columna 14 es el tiempo que resulta del cuarto paso. Las partidas que no entraron en ritmo constante pueden permanecer con el mismo tiempo de la columna 12.

En la hoja de programación se subordinaron los Tp de las actividades al Tp de la actividad más restrictiva, teniendo dos alternativas:

Si Tu de cualquier tarea > Tp de la actividad restrictiva

→ Tp = Tp de la actividad más restrictiva.

Si Tu de cualquier tarea < Tp de la actividad restrictiva

→ Tp = Tp de cada actividad restrictiva.

SEXTO PASO: Elevar la restricción

Significa que se buscara alternativas en la etapa de programación con la finalidad de encontrar un ritmo de trabajo común. En la hoja de planificación y programación se aprecia que tareas de producción continúa como excavaciones y rellenos tienen duraciones muy diferentes lo que dificulta establecer un ritmo común. Por tanto se debe:

Reconstruir las cuadrillas unitarias para establecer un ritmo común, por ejemplo un avance físico de 88 metros por cada día, lo que significa una duración de cada tarea productiva de 88 días.

En este caso se trabajara con un tiempo de trabajo Tp principal para cada actividad cuello de botella. En consecuencia se va a recalcular los factores de cuadrilla teniendo en cuenta que f= Tu/Tp, siendo Tu en tiempo unitario de cada tarea y Tp la duración final de cada tarea, como indica la tabla 5.9 y 5.10.

Figura 5.9 Ritmo constante sistema de agua potable

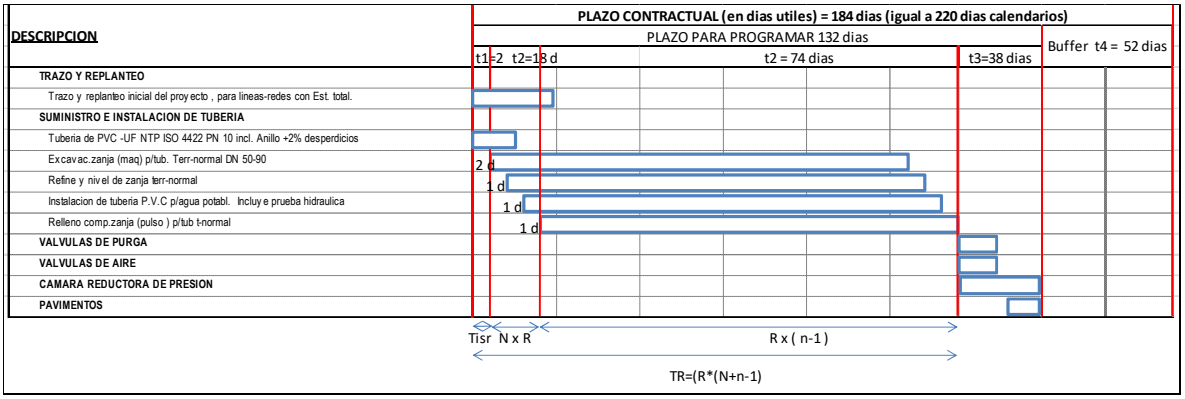
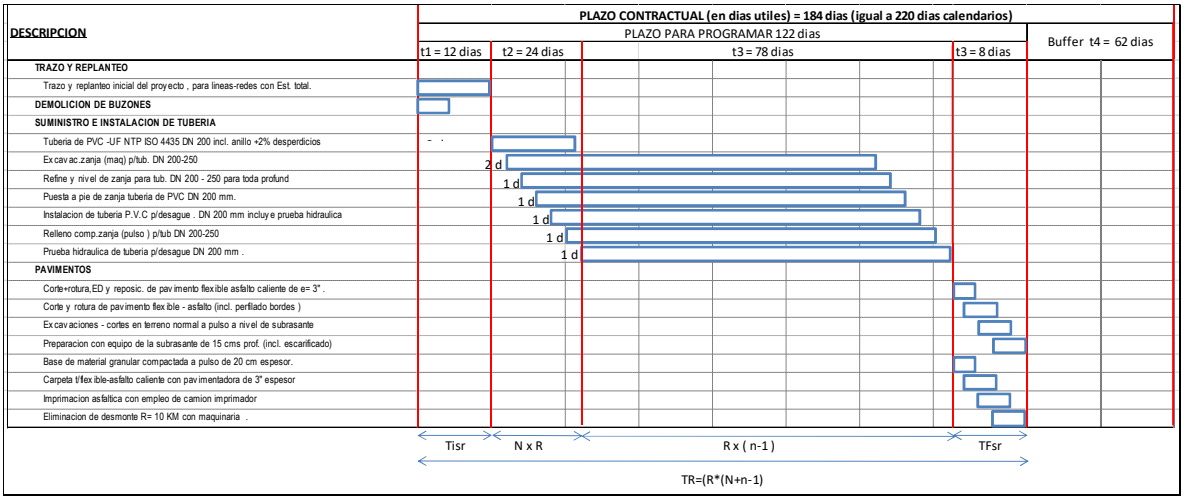


Figura 5.10 Ritmo constante sistema de alcantarillado



De las figuras 5.9 y 5.10 se puede deducir la fórmula del ritmo, donde el plazo de las tareas en ritmo es de:

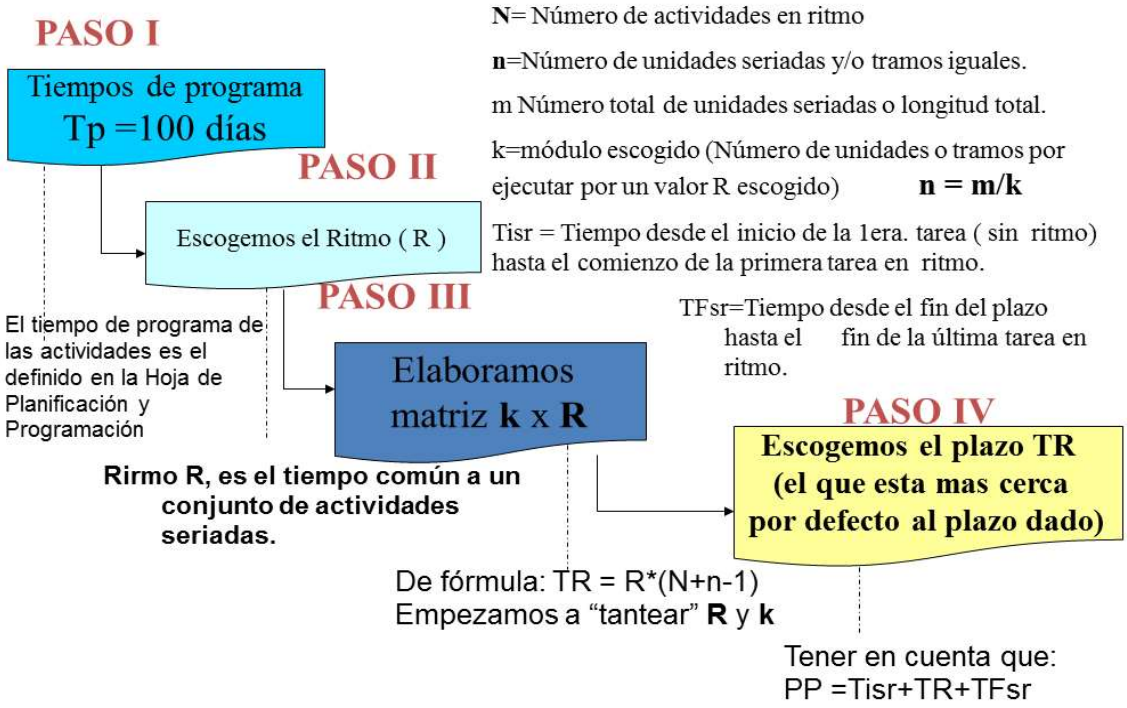
$$TR = R \times (N + n - 1)$$

Dónde**:**

R : Ritmo o tiempo común de las tareas
N : Numero de tareas en ritmo
n=m/k
m : Total de la obra por ejecutar
k : Modulo o longitud de tramo por ejecutar

La metodología para llevar a cabo el séptimo paso se aprecia en la figura 5.11.

Figura 5.11 Procedimiento del séptimo paso



Fuente: Walter Rodríguez Castillejo y Doris Valdez Cáceres congreso PMI Panamá 2005.

Se tienen las siguientes actividades que entraran en ritmo constante en el sistema de agua potable bajo los títulos:

2. Red de distribución sistema convencional y condominial

2.2. Suministro e instalación de tubería

2.2.1. Terreno normal (sistema convencional)

- Tubería de PVC -UF NTP ISO 4422 PN 10 incl. Anillo +2% desperdicios
- Excavac.zanja (maq) p/tub. Terr-normal
- Refine y nivel de zanja terr-normal
- Instalación de tubería P.V.C p/agua potabl. Incluye prueba hidráulica
- Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal
- Eliminación de desmonte en terreno normal

2.2.2. Terreno Semi Rocoso (Sistema Convencional)

- Tubería de PVC -UF NTP ISO 4422 PN 10 incl. Anillo +2% desperdicios
- Excavac.zanja (maq) p/tub. Terr-semirocoso
- Refine y nivel de zanja terr-semirocoso para toda profund
- Instalación de tubería P.V.C p/agua potabl. incluye prueba hidráulica
- Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semiroca
- Eliminación de desmonte en terreno semiroca para toda prof.

2.2.3. Terreno Normal (Sistema Condominial)

- Tubería de PVC -U SP PN 10 DN 40 mm incl. elemento de unión +2% desperdicios
- Excavac.zanja (pulso) p/tub. terr-normal DN 15 - 40 de 0.60 - 1.00 mts prof.
- Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 15 - 40 mm para toda profund
- Instalación de tubería P.V.C p/agua potabl. DN 40 mm incluye prueba hidráulica
- Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 15 - 40 mm de 0.60 a 1.00 mts Prof
- Eliminación de desmonte (pulso + v) en terreno normal D= 10 Km p/tub. DN 15 - 40 para toda prof.

2.2.4. Terreno Semirocoso (Sistema Condominial)

- Tubería de PVC -U SP PN 10 DN 40 mm incl. elemento de unión +2% desperdicios
- Excavac.zanja (pulso) p/tub. terr-semirocoso DN 15 - 40 de 0.60 - 1.00 mts prof
- Refine y nivel de zanja terr-semirocoso para tub. DN 15 - 40 mm para toda prof
- Instalación de tubería P.V.C p/agua potabl. DN 40 mm incluye prueba hidráulica
- Relleno comp. zanja (pulso) p/tub t-semirocoso DN 15 -40 de 0.60 -1.00m Prof.
- Eliminación de desmonte (pulso + v) en terreno semirocoso D= 10 Km p/tub. DN 15 – 40

12. Conexiones domiciliarias

12.1. Conexiones de agua potable

12.1.2. Conexión domiciliaria agua potable en terreno normal l= 8.00

- Trazo y replanteo inicial para conexiones domiciliarias
- Excavac.zanja (pulso) p/tub. terr-normal DN 15 - 40 de 0.60 - 1.00 mts prof
- Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 15 - 40 mm para toda profund.
- Instalación de Abrazaderas para conexión en tuberías DN 110 -160 mm
- Instalación de tubería P.V.C p/agua potabl. DN 15 - 20 mm incluye prueba hidráulica
- Instalación de tubería de concreto UR DN 100 mm para forro de conex. domc.
- Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 15 -40 de 0.60 a 1.00 mts Prof.
- Construcción de Losa de concreto fc 175 kg/cm2 de 1.00 x 1.00 x 0.10 m
- Instalaciones de caja y tapa de medidor DN 15-20 mm en T.N
- Eliminación de desmonte (pulso + v) en terreno normal D= 10 Km p/tub. DN 15 - 40 para toda prof

12.1.3. Conexión Domiciliaria agua Potable en Terreno Semirocoso L= 8.00

- Trazo y replanteo inicial para conexiones domiciliarias
- Excavac.zanja (pulso) p/tub. terr-semirocoso DN 15 - 40 de 0.60 - 1.00 mts prof
- Refine y nivel de zanja terr-semirocoso para tub. DN 15 - 40 mm para toda profund
- Instalación de Abrazaderas para conexión en tuberías DN 110 -160 mm
- Instalación de tubería P.V.C p/agua potabl. DN 15 - 20 mm incluye prueba hidráulica
- Instalación de tubería de concreto UR DN 100 mm para forro de conex. domc.
- Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semirocoso DN 15 -40 -0.60 a 1.00m Prof.
- Construcción de Losa de concreto fc 175 kg/cm2 de 1.00 x 1.00 x 0.10 m
- Instalaciones de caja y tapa de medidor DN 15-20 mm en T.N
- Eliminación de desmonte (pulso + v) en terreno semirocoso D= 10 Km p/tub. DN 15 – 40

12.1.4. <u>Conexión Domiciliaria agua Potable Condominial DN 15 mm T.S.R</u>

- Trazo y replanteo inicial para conexiones domiciliarias
- Refine y nivel de zanja terr-semirocoso para tub. DN 15 - 40 mm para toda profund
- Instalación de Abrazaderas para conexión en tuberías DN 110 -160 mm
- Instalación de tubería P.V.C p/agua potabl. DN 15 - 20 mm incluye prueba hidráulica
- Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semirocoso DN 15 -40 de 0.60-1.00 m Prof.
- Construcción de Losa de concreto fc 175 kg/cm2 de 1.00 x 1.00 x 0.10 m
- Instalaciones de caja y tapa de medidor DN 15-20 mm en T.N
- Eliminación de desmonte (pulso + v) en terreno semirocoso D= 10 Km p/tub. DN 15 – 40

12.1.5. Rehabilitación de Conexión Domiciliaria agua Potable en Terreno Normal

- Trazo y replanteo inicial para conexiones domiciliarias
- Excavac.zanja (pulso) p/tub. terr-normal DN 15 - 40 de 0.60 - 1.00 mts prof
- Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 15 - 40 mm para toda profund
- Instalación de Abrazaderas para conexión en tuberías DN 110 -160 mm
- Instalación de tubería P.V.C p/agua potabl. DN 15 - 20 mm incluye prueba hidráulica
- Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 15 - 40 mm de 0.60 a 1.00 mts Prof
- Construcción de Losa de concreto fc 175 kg/cm2 de 1.00 x 1.00 x 0.10 m
- Instalaciones de caja y tapa de medidor en T.N

12.1.6. Rehabilitación de Conexión Domiciliaria agua Potable en Terreno Semirocoso

- Trazo y replanteo inicial para conexiones domiciliarias
- Excavac.zanja (pulso) p/tub. terr-semirocoso DN 15 - 40 de 0.60 - 1.00 mts prof
- Refine y nivel de zanja terr-semirocoso para tub. DN 15 - 40 mm para toda profund
- Instalación de Abrazaderas para conexión en tuberías DN 110 -160 mm
- Instalación de tubería P.V.C p/agua potabl. DN 15 - 20 mm incluye prueba hidráulica
- Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semirocoso DN 15 -40 de 0.60-1.00 m Prof.
- Construcción de Losa de concreto fc 175 kg/cm2 de 1.00 x 1.00 x 0.10 m
- Instalaciones de caja y tapa de medidor en T.N
- Eliminación de desmonte (pulso + v) en terreno semirocoso D= 10 Km p/tub. DN 15 - 40

Se tienen las siguientes actividades que entraran en ritmo constante en el sistema de alcantarillado debajo los títulos:

1. **Red de alcantarillado convencional y condominial**

   Suministro e instalación de tubería

   Terreno normal d= 200 - 250 mm

- Excavac.zanja (maq) p/tub. Terr-normal DN 200-250
- Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 200 - 250 para toda profund
- Puesta a pie de zanja tubería de PVC DN 200 mm.
- Instalación de tubería P.V.C p/desagüe. DN 200 mm incluye prueba hidráulica
- Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 200-250
- Prueba hidráulica de tubería p/desagüe DN 200 mm.
- Eliminación de desmonte en terreno normal D= 10 Km p/tub. DN 200-250 para toda prof.

Terreno Semirocoso D= 200 - 250 Mm

- Excavac.zanja (maq) p/tub. Terr-semirocoso DN 200-250
- Refine y nivel de zanja terr-semirocoso para tub. DN 200 - 250 para toda profund
- Puesta a pie de zanja tubería de PVC DN 200 mm.
- Instalación de tubería P.V.C p/desagüe. DN 200 mm incluye prueba hidráulica
- Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semirocoso DN 200-250
- Prueba hidráulica de tubería p/desagüe DN 200 mm.
- Eliminación de desmonte en terreno semiroca D= 10 Km p/tub. DN 200-250 mm para toda prof

Terreno Normal D= 110 - 160 Mm

- Excavac.zanja (pulso) p/tub. terr-normal DN 110 - 160 de 0.60 - 1.00 mts prof.
- Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 110 - 160 para toda profund
- Puesta a pie de zanja tubería de PVC
- Instalación de tubería P.V.C p/desagüe incluye prueba hidráulica
- Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 110-160 de 0.60 a 1.00 mts Prof.
- Prueba hidráulica de tubería p/desagüe
- Eliminación de desmonte en terreno normal D= 10 Km p/tub. DN 110-160 para toda prof.

TERRENO SEMIROCOSO D= 110 - 160 mm

- Excavac.zanja (pulso) p/tub. terr-semirocoso DN 110-160 de 0.60 - 1.00 m prof.
- Refine y nivel de zanja terr-semirocoso para tub. DN 110-160 mm para toda prof
- Puesta a pie de zanja tubería de PVC
- Instalación de tubería P.V.C p/desagüe incluye prueba hidráulica
- Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semiroca DN 110-160 de 0.60 - 1.00 m Prof.
- Prueba hidráulica de tubería p/desagüe
- Eliminación de desmonte en terreno semiroca D= 10 Km p/tub. DN 110-160 mm para toda prof.

2. EMISOR PROYECTADO

Suministro e instalación de tubería

Terreno semirocoso diámetro 250

- Excavac.zanja (maq) p/tub. Terr-semirocoso DN 200-250
- Refine y nivel de zanja terr-semirocoso para tub. DN 200 - 250 para toda profund
- Entibado corrido de protección de zanjas hasta 4.00 prof. T.S.R

- Puesta a pie de zanja tubería de PVC DN 250 mm.
- Instalación de tubería P.V.C p/desagüe. DN 250 mm incluye prueba hidráulica
- Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semiroca DN 200-250
- Prueba hidráulica de tubería p/desagüe DN 250 mm.
- Eliminación de desmonte en terreno semiroca D= 10 Km p/tub. DN 200-250 mm para toda prof

TERRENO SEMIROCOSO DIAMETRO 315

- Excavac.zanja (maq) p/tub. terr-semirocoso DN 300-350
- Refine y nivel de zanja terr-semirocoso para tub. DN 300-350 mm para toda profund.
- Puesta a pie de zanja tubería de PVC DN 300 mm.
- Instalación de tubería P.V.C p/desagüe. DN 315 mm incluye prueba hidráulica
- Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semiroca DN 300-350
- Prueba hidráulica de tubería p/desagüe DN 300 mm
- Eliminación de desmonte en terreno semiroca D= 10 Km p/tub. DN 300-350 para toda prof.

3. EMISOR A REHABILITAR

Suministro e instalación de tubería

Terreno normal d= 200

- Excavac.zanja (maq) p/tub. terr-normal DN 200-250 de 1.26 a 1.50 mts prof.
- Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 200 - 250 para toda profund
- Puesta a pie de zanja tubería de PVC DN 200 mm.
- Instalación de tubería P.V.C p/desagüe. DN 200 mm incluye prueba hidráulica
- Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 200-250 de 1.26 a 1.50 mts Prof
- Prueba hidráulica de tubería p/desagüe DN 200 mm.
- Elimin. de desmonte en terreno normal D= 10 Km p/tub. DN 200-250 toda prof.

TERRENO SEMIROCOSO D= 200

- Excavac.zanja (maq) p/tub. Terr-semirocoso
- Refine y nivel de zanja terr-semirocoso para tub. DN 200 - 250 toda profund
- Puesta a pie de zanja tubería de PVC DN 200 mm.
- Instalación de tubería P.V.C p/desagüe. DN 200 mm incluye prueba hidráulica
- Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semiroca DN 200-250
- Prueba hidráulica de tubería p/desagüe DN 200 mm.
- Eliminación de desmonte en terreno semiroca D= 10 Km p/tub. DN 200-250 mm para toda prof

4. CONEXIONES DOMICILIARIAS

Conexión Domiciliaria de alcantarillado en T- Normal DN 110/200 mm; L= 8.00; H=1.5 m

- Excavac.zanja (maq) p/tub. terr-normal DN 100-150 de 1.26 a 1.50 mts prof.
- Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 100 - 150 para toda profund.
- "Conexión Domiciliaria en T- Normal tub. PVC UF. ISO 4435 S-25 , DN 110/200 mm ; H=1.50 m"
- Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-normal DN 100-150 de 1.26 a 1.50 mts.
- Prueba hidráulica de tubería p/desagüe DN 110 mm
- Eliminación de desmonte en terreno normal D= 10 Km p/tub. DN 100-150 para toda prof

Conexión Domiciliaria de alcantarillado en T- Semirocoso DN 110/200 mm; L= 8.00; H=1.5 m

- Excavac.zanja (maq) p/tub. terr-semirocoso DN 160-200 de 1.26 -1.50 m prof.
- Refine y nivel de zanja terr-semirocoso para tub. DN 100 - 150 para toda profund.
- "Conexión Domiciliaria en T- Semirocoso tub. PVC UF. ISO 4435 S-25 , DN 110/200 mm; H=1.50 m"
- Relleno comp.zanja (pulso) p/tub t-semiroca DN 100-150 de 1.26 -1.50 m Prof.
- Prueba hidráulica de tubería p/desagüe DN 110 mm
- Eliminación de desmonte en terreno semiroca D= 10 Km p/tub. DN 110-160 mm para toda prof.

Para todas las partidas que fueron seleccionadas como cuellos de botella e identificadas las partidas que acompañan a estas partidas que entraran en ritmo es que se elegirá la mejor combinación de la matriz R x k, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$TR = R*(N+n-1)$$

Donde:

R : Ritmo o tiempo comun de las tareas
N : Numero de tareas en ritmo
n=m/k
m : Total de la obra por ejecutar
k : Modulo o longitud de tramo por ejecutar

Las siguientes figuras para el sistema de agua potable y alcantarillado tienen un cuadro de doble entrada donde el producto de R y k resulta la cantidad de metros lineales que deben de ejecutarse por día.

Tiempo en ritmo del Sistema de Agua Potable

Tiempo en Ritmo

TITULO : 2. RED DE DISTRIBUCION SISTEMA CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA
TERRENO NORMAL (CONVENCIONAL)

TR = R *(N+n-1)

Desarrollo:

N :	4.00	tareas	
m :	9,313.83	m	
n	50.00	tramos de	186 m

TR		k1 50	k2 186	k3 177
R1	1.00	189.28 dias	53.07 dias	55.62 dias
R2	2.00	378.55 dias	106.15 dias	111.24 dias
R3	3.00	567.83 dias	159.22 dias	166.86 dias
R4	4.00	757.11 dias	212.3 dias	222.48 dias

Tiempo de ejecucion

Tprogramado :	68	Dias calendarios
TEjecucion :	58	Dias laborables
Tiempo inicial sin Riti	5.00	Dias laborables
Tuberia	2.00	dias
Tiempo de R	3.00	dias
Buffer:	0	
Tiempo Final sin Ritm	0	Dias laborables
Tiempo Ritmo	53.00	Dias laborables

Tomando del cuadro la combinacion TR(1,2)

Tiempo Ritmo	53.07 dias	Dias laborables

Tiempo en Ritmo

TITULO : 2. RED DE DISTRIBUCION SISTEMA CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA
TERRENO SEMIROCOSO (CONVENCIONAL)

TR = R *(N+n-1)

Desarrollo:

N :	4.00	tareas	
m :	2,594.62	m	
n	10.00	tramos de	259 m

TR		k1 33	k2 259	k3 99
R1	1.00	81.62 dias	13.02 dias	29.21 dias
R2	2.00	163.25 dias	26.04 dias	58.42 dias
R3	3.00	244.87 dias	39.05 dias	87.62 dias
R4	4.00	326.5 dias	52.07 dias	116.83 dias

Tiempo de ejecucion

Tprogramado :	28	Dias calendarios
TEjecucion :	24	Dias laborables
Tiempo inicial sin Ritm	8.00	Dias laborables
Tuberia	5.00	dias
Tiempo de R	3.00	dias
Buffer:	0	
Tiempo Final sin Ritmo	3	Dias laborables
Tiempo Ritmo	13.00	Dias laborables

Tomando del cuadro la combinacion TR(1,2)

Tiempo Ritmo	13.02 dias	Dias laborables

Tiempo en Ritmo

TITULO : **2. RED DE DISTRIBUCION SISTEMA CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL**
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA
TERRENO NORMAL (CONDOMINIAL)

TR = R *(N+n-1)

Desarrollo:

N : 4.00 tareas
m : 195.90 m
n 1.00 tramos de 196 m

TR		k1 88	k2 196	k3 295
R1	1.00	5.23 dias	4 dias	3.66 dias
R2	2.00	10.45 dias	8 dias	7.33 dias
R3	3.00	15.68 dias	12 dias	10.99 dias
R4	4.00	20.9 dias	16 dias	14.66 dias

Tiempo de ejecucion

Tprogramado : 6 Dias calendarios
TEjecucion : 5 Dias laborables
Tiempo inicial sin Rit 3.00 Dias laborables
Tuberia - dias
Tiempo de R 3.00 dias
Buffer: 0
Tiempo Final sin Ritm 1 Dias laborables
Tiempo Ritmo 1.00 Dias laborables

Tomando del cuadro la combinacion TR(1,2)

Tiempo Ritmo 4 dias Dias laborables

Tiempo en Ritmo

TITULO : **2. RED DE DISTRIBUCION SISTEMA CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL**
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA
TERRENO SEMIROCOSO (CONDOMINIAL)

TR = R *(N+n-1)

Desarrollo:

N : 4.00 tareas
m : 728.50 m
n 1.00 tramos de 730 m

TR		k1 5	k2 730	k3 70
R1	1.00	148.7 dias	4 dias	13.41 dias
R2	2.00	297.4 dias	8 dias	26.81 dias
R3	3.00	446.1 dias	11.99 dias	40.22 dias
R4	4.00	594.8 dias	15.99 dias	53.63 dias

Tiempo de ejecucion

Tprogramado : 8 Dias calendarios
TEjecucion : 7 Dias laborables
Tiempo inicial sin Ri 3.00 Dias laborables
Tuberia dias
Tiempo de R 3.00 dias
Buffer:
Tiempo Final sin Riti 0 Dias laborables
Tiempo Ritmo 4.00 Dias laborables

Tomando del cuadro la combinacion TR(1,2)

Tiempo Ritmo 4 dias Dias laborables

NOTA: Los cinco dias no se ajusta al tiempo real de 1 dia en la programacion en ms project

Tiempo en Ritmo

TITULO : 12. CONEXIONES DOMICILIARIAS

Conexión Domiciliaria agua Potable en Terreno

Normal L= 8.00

TR = R *(N+n-1)

Desarrollo:

N : 8.00 tareas

m : 2,888.00 m

n 22.00 tramos de 131 m

TR		k1 60	k2 131	k3 250
R1	1.00	55.13 dias	29.05 dias	18.55 dias
R2	2.00	110.27 dias	58.09 dias	37.1 dias
R3	3.00	165.4 dias	87.14 dias	55.66 dias
R4	4.00	220.53 dias	116.18 dias	74.21 dias

Tiempo de ejecucion

Tprogramado : 43 Dias calendarios

TEjecucion : 36 Dias laborables

Tiempo inicial sin Rit 7.00 Dias laborables

trazo dias

Tiempo de R 7.00 dias

Buffer:

Tiempo Final sin Ritm 0 Dias laborables

Tiempo Ritmo 29.00 Dias laborables

Tomando del cuadro la combinacion TR(1,2)

Tiempo Ritmo 29.05 dias Dias laborables

Tiempo en Ritmo

TITULO : 12. CONEXIONES DOMICILIARIAS

Conexión Domiciliaria agua Potable en Terreno

Semirocoso L= 8.00

TR = R *(N+n-1)

Desarrollo:

N : 9.00 tareas

m : 520.00 m

n 1.00 tramos de 520 m

TR		k1 270	k2 520	k3 750
R1	1.00	9.93 dias	9 dias	8.69 dias
R2	2.00	19.85 dias	18 dias	17.39 dias
R3	3.00	29.78 dias	27 dias	26.08 dias
R4	4.00	39.7 dias	36 dias	34.77 dias

Tiempo de ejecucion

Tprogramado : 15 Dias calendarios

TEjecucion : 13 Dias laborables

Tiempo inicial sin Rit 8.00 Dias laborables

trazo dias

Tiempo de R 8.00 dias

Buffer:

Tiempo Final sin Ritm 0 Dias laborables

Tiempo Ritmo 5.00 Dias laborables

Tomando del cuadro la combinacion TR(1,2)

Tiempo Ritmo 9 dias Dias laborables

NOTA: Los nueve dias no se ajusta al tiempo real de 5 dia en la programacion en ms project

Tiempo en Ritmo

TITULO : 12. CONEXIONES DOMICILIARIAS

Conexion Domiciliaria agua Potable Condominial DN 15 mm T.S.R

$$TR = R *(N+n-1)$$

Donde:

R : Ritmo o tiempo comun de las tareas

N : Numero de tareas en ritmo

n=m/k

m : Total de la obra por ejecutar

k : Modulo o longitud de tramo por ejecutar

Desarrollo:

N : 6.00 tareas

m : 38.00 m

n 2.00 tramos de 19 m

TR		k1 38	k2 19	k3 78
		1	2	0.48717949
R1	**1.00**	6 dias	7 dias	5.49 dias
R2	**2.00**	12 dias	14 dias	10.97 dias
R3	**3.00**	18 dias	21 dias	16.46 dias
R4	**4.00**	24 dias	28 dias	21.95 dias

Tiempo de ejecucion

Tprogramado :	9	Dias calendarios
TEjecucion :	8	Dias laborables
Tiempo inicial sin Rit	5.00	Dias laborables
trazo	-	dias
Tiempo de R	5.00	dias
Buffer:	0	
Tiempo Final sin Ritm	1	Dias laborables
Tiempo Ritmo	2.00	Dias laborables

Tomando del cuadro la combinacion $TR_{(1,2)}$

Tiempo Ritmo	6 dias	Dias laborables

NOTA: Los seis dias no se ajusta al tiempo real de 2 dia en la programacion en ms project

Tiempo en Ritmo

TITULO : **12. CONEXIONES DOMICILIARIAS**
Rehabilitacion de Conexión Domiciliaria agua Potable en Terreno Normal

TR = R *(N+n-1)

Desarrollo:

N : 7.00 tareas
m : 693.00 m
n 4.00 tramos de 173 m

TR		k1 12	k2 173	k3 39
R1	1.00	63.75 dias	10.01 dias	23.77 dias
R2	2.00	127.5 dias	20.01 dias	47.54 dias
R3	3.00	191.25 dias	30.02 dias	71.31 dias
R4	4.00	255 dias	40.02 dias	95.08 dias

Tiempo de ejecucion

Tprogramado : 21 Dias calendarios
TEjecucion : 18 Dias laborables
Tiempo inicial sin Rit 8.00 Dias laborables
trazo 2.00 dias
Tiempo de R 6.00 dias
Buffer: 0
Tiempo Final sin Ritr 0 Dias laborables
Tiempo Ritmo 10.00 Dias laborables

Tomando del cuadro la combinacion TR(1,2)

Tiempo Ritmo 10.01 dias Dias laborables

Tiempo en Ritmo

TITULO : **12. CONEXIONES DOMICILIARIAS**
Rehabilitacion de Conexión Domiciliaria agua Potable en Terreno Semirocoso

TR = R *(N+n-1)

Desarrollo:

N : 7.00 tareas
m : 241.00 m
n 1.00 tramos de 241 m

TR		k1 12	k2 241	k3 39
R1	1.00	26.08 dias	7 dias	12.18 dias
R2	2.00	52.17 dias	14 dias	24.36 dias
R3	3.00	78.25 dias	21 dias	36.54 dias
R4	4.00	104.33 dias	28 dias	48.72 dias

Tiempo de ejecucion

Tprogramado : 13 Dias calendarios
TEjecucion : 11 Dias laborables
Tiempo inicial sin Ri 7.00 Dias laborables
trazo 1.00 dias
Tiempo de R 6.00 dias
Buffer: 0
Tiempo Final sin Riti 0 Dias laborables
Tiempo Ritmo 4.00 Dias laborables

Tomando del cuadro la combinacion TR(1,2)

Tiempo Ritmo 7 dias Dias laborables

NOTA: Los siete dias no se ajusta al tiempo real de 4 dia en la programacion en ms project

Tiempo en ritmo del Sistema de Alcantarillado

Tiempo en Ritmo

TITULO 1. RED DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL

SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA

TERRENO NORMAL D= 200 - 250 mm

TR = R *(N+n-1)

Desarrollo:

N : 6.00 tareas

m : 10,834.88 m

n 58.00 tramos de 187 m

TR		k1 90	k2 187	k3 290
R1	1.00	125.39 dias	62.94 dias	42.36 dias
R2	2.00	250.78 dias	125.88 dias	84.72 dias
R3	3.00	376.16 dias	188.82 dias	127.08 dias
R4	4.00	501.55 dias	251.76 dias	169.45 dias

Tiempo de ejecucion

Tprogramado TOTAL : 81 Dias calendarios

Tejecucion TOTAL : 68 Dias laborables

Tiempo inicial sin Ritr 5.00 Dias laborables

Inicio de obra - dias

Tiempo de R 5.00 dias

Buffer: -

Tiempo Final sin Ritm - Dias laborables

Tiempo Ritmo 63.00 Dias laborables

Tomando del cuadro la combinacion TR(1,2)

Tiempo Ritmo 62.94 dias Dias laborables

Tiempo en Ritmo

TITULO 1. RED DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL

SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA

TERRENO SEMIROCOSO D= 200 - 250 mm

TR = R *(N+n-1)

Desarrollo:

N : 6.00 tareas

m : 2,738.24 m

n 11.00 tramos de 249 m

TR		k1 249	k2 600	k3 900
R1	1.00	16 dias	9.56 dias	8.04 dias
R2	2.00	31.99 dias	19.13 dias	16.08 dias
R3	3.00	47.99 dias	28.69 dias	24.13 dias
R4	4.00	63.99 dias	38.25 dias	32.17 dias

Tiempo de ejecucion

Tprogramado : 25 Dias calendarios

TEjecucion : 21 Dias laborables

Tiempo inicial sin Rit 5.00 Dias laborables

Tuberia - dias

Tiempo de R 5.00 dias

Tiempo Final sin Ritr - Dias laborables

Tiempo Ritmo 16.00 Dias laborables

Tomando del cuadro la combinacion TR(1,2)

Tiempo Ritmo 16 dias Dias laborables

Tiempo en Ritmo

TITULO : 1. RED DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA
TERRENO NORMAL D= 110 - 160 mm

TR = R *(N+n-1)

Desarrollo:

N : 6.00 tareas
m : 224.00 m
n 1.00 tramos de 224 m

TR		k1 224	k2 300	k3 450
R1	1.00	6 dias	5.75 dias	5.5 dias
R2	2.00	12 dias	11.49 dias	11 dias
R3	3.00	18 dias	17.24 dias	16.49 dias
R4	4.00	24 dias	22.99 dias	21.99 dias

Tiempo de ejecucion

Tprogramado : 7 Dias calendarios
TEjecucion : 6 Dias laborables
Tiempo inicial sin Rit 5.00 Dias laborables
Tuberia - dias
Tiempo de R 5.00 dias
Buffer:
Tiempo Final sin Ritm 0 Dias laborables
Tiempo Ritmo 1.00 Dias laborables

Tomando del cuadro la combinacion TR(1,2)

Tiempo Ritmo 6 dias Dias laborables

NOTA: Los seis dias no se ajusta al tiempo real de 1 dia en la programacion en ms project

Tiempo en Ritmo

TITULO : 1. RED DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA
TERRENO SEMIROCOSO D= 110 - 160 mm

TR = R *(N+n-1)

Desarrollo:

N : 6.00 tareas
m : 433.88 m
n 2.00 tramos de 217 m

TR		k1 109	k2 217	k3 326
R1	1.00	8.98 dias	7 dias	6.33 dias
R2	2.00	17.96 dias	14 dias	12.66 dias
R3	3.00	26.94 dias	21 dias	18.99 dias
R4	4.00	35.92 dias	28 dias	25.32 dias

Tiempo de ejecucion

Tprogramado : 8 Dias calendarios
TEjecucion : 7 Dias laborables
Tiempo inicial sin Rit 5.00 Dias laborables
Tuberia dias
Tiempo de R 5.00 dias
Buffer:
Tiempo Final sin Ritm 0 Dias laborables
Tiempo Ritmo 2.00 Dias laborables

Tomando del cuadro la combinacion TR(1,2)

Tiempo Ritmo 7 dias Dias laborables

NOTA: Los siete dias no se ajusta al tiempo real de 2 dia en la programacion en ms project

Tiempo en Ritmo

TITULO : 2. EMISOR PROYECTADO
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA
TERRENO SEMIROCOSO D= 250 mm

TR = R *(N+n-1)

Desarrollo:

N :	7.00	tareas	
m :	1,578.99	m	
n	7.00	tramos de	215 m

TR		k1 135	k2 175	k3 215
R1	1.00	17.7 dias	15.02 dias	13.34 dias
R2	2.00	35.39 dias	30.05 dias	26.69 dias
R3	3.00	53.09 dias	45.07 dias	40.03 dias
R4	4.00	70.78 dias	60.09 dias	53.38 dias

Tiempo de ejecucion

Tprogramado :	24	Dias calendarios
TEjecucion :	21	Dias laborables
Tiempo inicial sin Ritr	6.00	Dias laborables
Tuberia	-	dias
Tiempo de R	6.00	dias
Buffer:	0	
Tiempo Final sin Ritm	0	Dias laborables
Tiempo Ritmo	15.00	Dias laborables

Tomando del cuadro la combinacion TR(1,2)

Tiempo Ritmo	15.02 dias	Dias laborables

Tiempo en Ritmo

TITULO : 3. EMISOR A REHABILITAR
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA
TERRENO NORMAL D= 200 mm

TR = R *(N+n-1)

Desarrollo:

N :	6.00	tareas	
m :	233.50	m	
n	2.00	tramos de	351 m

TR		k1 117	k2 234	k3 351
R1	1.00	7 dias	6 dias	5.67 dias
R2	2.00	13.99 dias	12 dias	11.33 dias
R3	3.00	20.99 dias	17.99 dias	17 dias
R4	4.00	27.98 dias	23.99 dias	22.66 dias

Tiempo de ejecucion

Tprogramado :	9	Dias calendarios
TEjecucion :	8	Dias laborables
Tiempo inicial sin Ri	5.00	Dias laborables
Tuberia	-	dias
Tiempo de R	5.00	dias
Buffer:	0	
Tiempo Final sin Riti	0	Dias laborables
Tiempo Ritmo	3.00	Dias laborables

Tomando del cuadro la combinacion TR(1,2)

Tiempo Ritmo	6 dias	Dias laborables

NOTA: Los seis dias no se ajusta al tiempo real de 3 dias en la programacion en ms project

Tiempo en Ritmo

TITULO : 2. EMISOR PROYECTADO
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA
TERRENO SEMIROCOSO D= 315 mm

TR = R *(N+n-1)

Desarrollo:

N :	6.00	tareas	
m :	224.13	m	
n	1.00	tramos de	224 m

TR		k1 224	k2 448	k3 672
R1	1.00	6 dias	5.5 dias	5.33 dias
R2	2.00	12 dias	11 dias	10.67 dias
R3	3.00	18 dias	16.5 dias	16 dias
R4	4.00	24 dias	22 dias	21.33 dias

Tiempo de ejecucion

Tprogramado :	12	Dias calendarios
TEjecucion :	10	Dias laborables
Tiempo inicial sin Ritr	5.00	Dias laborables
Tuberia	-	dias
Tiempo de R	5.00	dias
Buffer:	0	
Tiempo Final sin Ritm	0	Dias laborables
Tiempo Ritmo	5.00	Dias laborables

Tomando del cuadro la combinacion $TR_{(1,2)}$

Tiempo Ritmo	6 dias	Dias laborables

NOTA: Los seis dias no se ajusta al tiempo real de 5 dias en la programacion en ms project

Tiempo en Ritmo

TITULO : 3. EMISOR A REHABILITAR
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA
TERRENO SEMIROCOSO D= 200 mm

TR = R *(N+n-1)

Desarrollo:

N :	6.00	tareas	
m :	468.72	m	
n	4.00	tramos de	469 m

TR		k1 117	k2 234	k3 469
R1	1.00	9.01 dias	7 dias	6 dias
R2	2.00	18.01 dias	14.01 dias	12 dias
R3	3.00	27.02 dias	21.01 dias	18 dias
R4	4.00	36.02 dias	28.01 dias	24 dias

Tiempo de ejecucion

Tprogramado :	10	Dias calendarios
TEjecucion :	9	Dias laborables
Tiempo inicial sin Ri	5.00	Dias laborables
Tuberia	-	dias
Tiempo de R	5.00	dias
Buffer:	0	
Tiempo Final sin Riti	0	Dias laborables
Tiempo Ritmo	4.00	Dias laborables

Tomando del cuadro la combinacion $TR_{(1,2)}$

Tiempo Ritmo	6 dias	Dias laborables

NOTA: Los seis dias no se ajusta al tiempo real de 4 dias en la programacion en ms project

Tiempo en Ritmo

TITULO : 4. CONEXIONES DOMICILIARIAS

Conexión Domiciliaria de alcantarillado en T- Normal DN 110/200 mm; L= 8.00 ; H=1.5 m

TR = R *(N+n-1)

Desarrollo:

N : 5.00 tareas

m : 4,376.00 m

n 19.00 tramos de 236 m

TR		k1 45	k2 236	k3 135
R1	1.00	101.24 dias	22.54 dias	36.41 dias
R2	2.00	202.49 dias	45.08 dias	72.83 dias
R3	3.00	303.73 dias	67.63 dias	109.24 dias
R4	4.00	404.98 dias	90.17 dias	145.66 dias

Tiempo de ejecucion

Tprogramado :	64	Dias calendarios
TEjecucion :	55	Dias laborables
Tiempo inicial sin Ritr	8.00	Dias laborables
Excavacion	-	dias
Tiempo de R	8.00	dias
Buffer:	0	
Tiempo Final sin Ritm	2	Dias laborables
Tiempo Ritmo	45.00	Dias laborables

Tomando del cuadro la combinacion TR(1,2)

Tiempo Ritmo 45.08 dias Dias laborables

Tiempo en Ritmo

TITULO : 4. CONEXIONES DOMICILIARIAS

Conexión Domiciliaria de alcantarillado en T- Semirocoso DN 110/200 mm; L= 8.00 ; H=1.5 m

TR = R *(N+n-1)

Desarrollo:

N : 5.00 tareas

m : 832.00 m

n 11.00 tramos de 75 m

TR		k1 7	k2 17	k3 75
R1	1.00	122.86 dias	52.94 dias	15.09 dias
R2	2.00	245.71 dias	105.88 dias	30.19 dias
R3	3.00	368.57 dias	158.82 dias	45.28 dias
R4	4.00	491.43 dias	211.76 dias	60.37 dias

Tiempo de ejecucion

Tprogramado :	24	Dias calendarios
TEjecucion :	20	Dias laborables
Tiempo inicial sin Riti	4.00	Dias laborables
Tuberia	-	dias
Tiempo de R	4.00	dias
Buffer:		
Tiempo Final sin Ritr	1	Dias laborables
Tiempo Ritmo	15.00	Dias laborables

Tomando del cuadro la combinacion TR(1,2)

Tiempo Ritmo 15.09 dias Dias laborables

8. RESUMEN DE LA APLICACIÓN DE LA CADENA CRITICA

En resumen se tiene:

Para el sistema de agua potable, se muestra en la figura 5.12:

- *Plazo reajustado programado: TIsr + TR + TFsr*
- *Plazo reajustado programado: 8 + 86 + 26 = 120 días*
- *120 días laborables = 140 días calendario*

Figura 5.12 Resumen de la programación final para el sistema de agua potable

Id	Item	Nombre de tarea	Duración Calendarios	Comienzo	Fin
1		PROYECTO DE TESIS PREGRADO	140 días	sáb 07/01/17	vie 26/05/17
2		Inicio de Obra	0 días	sáb 07/01/17	sáb 07/01/17
3		*SISTEMA DE AGUA POTABLE*	140 días	sáb 07/01/17	vie 26/05/17
4	01	LINEA DE ADUCCION TRAMO :RP-01 - RED DE DISTRIBUCION	21 días	sáb 07/01/17	vie 27/01/17
70	02	RED DE DISTRIBUCION SISTEMA CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL	110 días	sáb 07/01/17	mié 26/04/17
71	02.01	TRAZO Y REPLANTEO	110 días	sáb 07/01/17	mié 26/04/17
74	02.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA	110 días	sáb 07/01/17	mié 26/04/17
153	03	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS	12 días	jue 09/03/17	lun 20/03/17
218	04	EMPALMES A REDES EXISTENTES	3 días	jue 16/03/17	sáb 18/03/17
238	05	GRIFOS CONTRA INCENDIO	6 días	lun 20/03/17	sáb 25/03/17
242	06	VALVULAS DE CIERRE	15 días	mié 12/04/17	mié 26/04/17
267	07	VALVULAS DE PURGA	9 días	jue 27/04/17	vie 05/05/17
285	08	VALVULAS DE AIRE	9 días	jue 27/04/17	vie 05/05/17
313	09	CAMARA REDUCTORA DE PRESION	30 días	jue 27/04/17	vie 26/05/17
340	10	PAVIMENTOS	8 días	vie 19/05/17	vie 26/05/17
349	11	VARIOS	100 días	mar 17/01/17	mié 26/04/17
352	12	CONEXIONES DOMICILIARIAS	100 días	mar 17/01/17	mié 26/04/17
353	12.01	CONEXIONES DE AGUA POTABLE	100 días	mar 17/01/17	mié 26/04/17
461		Termino de Obra	0 días	vie 26/05/17	vie 26/05/17

Para el sistema de desagüe, se muestra en la figura 5.13:

- *Plazo reajustado programado: TIsr + TR + TFsr*
- *Plazo reajustado programado: 12 + 102 + 8 = 122 días laborables*
- *122 días laborables = 142 días calendario*

Figura 5.13 Resumen de la programación final para el sistema de alcantarillado

Id	Item	Nombre de tarea	Duración Calendarios	Comienzo	Fin
1		PROYECTO DE TESIS PREGRADO	142 días	lun 02/01/17	mar 23/05/17
2		Inicio de Obra	0 días	lun 02/01/17	lun 02/01/17
3	01	*RED DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL Y CONDOMINIAL*	142 días	lun 02/01/17	mar 23/05/17
4	01.01	TRAZO Y REPLANTEO	132 días	lun 02/01/17	sáb 13/05/17
7	02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA	118 días	lun 16/01/17	sáb 13/05/17
8	02.01	TERRENO NORMAL D= 200 - 250 mm	81 días	lun 16/01/17	jue 06/04/17
48	02.02	TERRENO SEMIROCOSO D= 200 - 250 mm	25 días	vie 07/04/17	lun 01/05/17
84	02.03	TERRENO NORMAL D= 110 - 160 mm	7 días	sáb 29/04/17	vie 05/05/17
100	02.04	TERRENO SEMIROCOSO D= 110 - 160 mm	8 días	sáb 06/05/17	sáb 13/05/17
116	03	CONSTRUCCION DE BUZONES	104 días	mié 18/01/17	lun 01/05/17
171	04	REHABILITACION DE BUZONES	9 días	jue 13/04/17	vie 21/04/17
187	05	CONSTRUCCION DE CAJAS CONDOMINIALES	15 días	sáb 29/04/17	sáb 13/05/17
189	06	DEMOLICION DE BUZONES	6 días	lun 02/01/17	sáb 07/01/17
195	07	RETIRO DE RED DE COLECTORES EXISTENTES	46 días	lun 02/01/17	jue 16/02/17
200	08	EMPALMES DE TUBERIA A BUZON	7 días	sáb 22/04/17	vie 28/04/17
202	09	PAVIMENTOS	9 días	lun 15/05/17	mar 23/05/17
211	10	VARIOS	118 días	lun 16/01/17	sáb 13/05/17
214	11	EMISOR PROYECTADO	36 días	lun 16/01/17	lun 20/02/17
282	12	EMISOR A REHABILITAR	19 días	mar 21/02/17	sáb 11/03/17
367	13	CONEXIONES DOMICILIARIAS	101 días	jue 02/02/17	sáb 13/05/17
406		Fin de Obra	0 días	lun 22/05/17	lun 22/05/17

De acuerdo a la programación de obra inicial del expediente se tiene:

- Sistema de agua potable 220 días calendarios.
- Sistema de alcantarillado 220 días calendarios.

El buffer o amortiguador de plazo del proyecto resulto del análisis final de los tiempos útiles obtenidos para las actividades de agua y alcantarillado.

Se fijó el mejor buffer a partir de los184 días útiles resultado de los 220 días calendario:

- 10% de 184 = 19 días útiles.
- 20% de 184 = 37 días útiles
- 34% de 184 = 62 días útiles.
- 35% de 184 = 64 días útiles.
- 40% de 184 = 74 días útiles

Para el caso del sistema de agua potable se utilizó un buffer de 35 % lo que resulta en un tiempo útil de:

- 184 días útiles – 64 días útiles = 120 días útiles.

Para el caso del sistema de alcantarillado se utilizó un buffer de 34 % lo que resulta en un tiempo útil de:

- 184 días útiles – 62 días útiles = 122 días útiles.

Por tanto de acuerdo a la programación realizada la obra debería de terminar 64 y 62 días antes del tiempo estipulado en el tiempo del expediente original.

La programación final de obra se adjunta en los anexos de programación de obra.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

- Nodos

Del reporte de nodos se ha obtenido que los nodos que registran las presiones más bajas están en los asentamientos humanos Marko Jara y el Triunfo II como se indica en la tabla 6.1

Cuadro 6.1 Presiones más bajas del sistema de agua potable

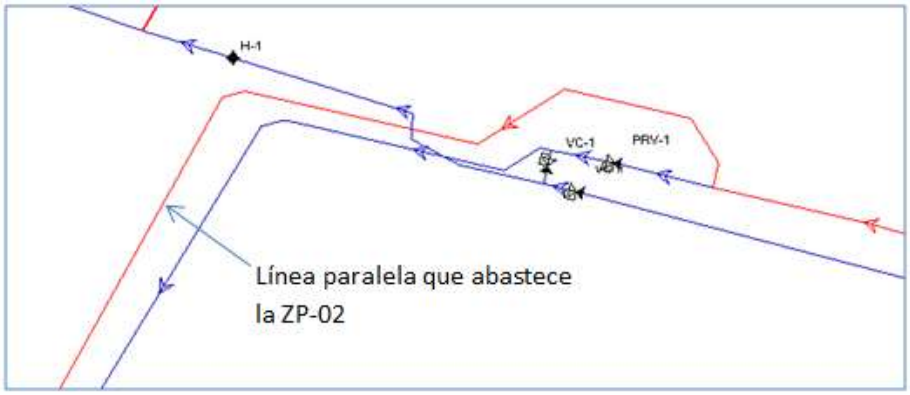
Nodo	Presión (mca)	Asent. Humano
J-150	9.7	El Triunfo II
J-155	10.6	El Triunfo II
J-337	10.7	Marko Jara

El siguiente nodo que sigue en el orden de presiones baja tiene una presión 11.6 ubicada en el asentamiento el triunfo I.

Las presiones altas se encuentran en dos ubicaciones:

- En la línea de aducción del reservorio proyectado RP-01 hasta la cámara reductora CRP-2, debido a la accesibilidad del terreno y al área de influencia del reservorio RP-1 hay nodos que provienen de la línea de aducción que no se regulan en la primera válvula reguladora de presión PRV-1 (ver figura 2.2), con el propósito de que llegue suficiente agua a la zona de presión 2, que tiene alturas elevadas. En tal sentido se existe una línea paralela como se aprecia en la figura 6.1

Figura 6.1 Línea de conducción paralela que abastece a ZP-02



- Las otras presiones altas se encuentran al finalizar la carretera panamericana alcanzando presiones de hasta 59.1 metros de columna de agua como se indica en la tabla 6.1 a continuación:

Tabla 6.1 Presiones altas en la parte final del proyecto

Nudo	Presión Inicial (mca)
528	51.3
540	52.6
510	54.2
511	57
536	58.7
586	59.1

El resto de los nudos en todos los asentamientos humanos registran presiones entre los 10mca y 50 metros de columna de agua.

- Tuberías

Los tramos de tuberías que soportan valores de velocidad bajas es debido a:

- El modelo se lo considera como un modelo estático, a posterior cuando se entre a la etapa de operación los tramos aumentarán su velocidad dependiendo del consumo.
- Las mallas consideradas y/o circuitos tienen diámetros como mínimo de 63 mm, en sistemas convencionales y 40 mm en sistemas condominiales. En tanto al cumplir con lo estipulado por el Reglamento Nacional de Edificaciones, es que desarrollan velocidades menores a 0.6 m/s que podrían generar problemas de sedimentación, por tanto estas válvulas servirán para la limpieza y mantenimiento.
- El expediente técnico hace referencia a la instalación de dos válvulas de purga de DN 200 y DN 110, cuya ubicación no se encontraron en planos ni memorias.
- Se recomienda que la ubicación de estas válvulas de purga sean en:
    - Calle Los Rosales frente de la manzana F del AA HH Los Rosales que tiene una cota de 1535 msnm.
    - Calle Pedro Vilcapaza frente de la manzana A del AA HH Villa San Juan que tiene una cota de 1517.5 msnm.

  Ambos puntos están en los límites del proyecto por lo que purgar el agua no ocasionaría problemas ninguna vivienda cercana.

En el reporte de tuberías se ve ciertos caudales negativos, esto debido a que el flujo en la tubería está yendo en dirección contraria al sentido que fue dibujada el tramo de tubería.

En la verificación de la línea de conducción se tiene que de acuerdo al expediente técnico indica una tubería de material PVC de 200 mm clase 7.5 que de acuerdo al caudal de 27.11 Lts. /Seg., de diseño y una pérdida de carga unitaria de 19.53 m/Km., pueden trasladar un caudal de hasta 61.74 Lts. /Seg., y lo requerido es de 27.11 Lts. /Seg., por lo cual, "EL SISTEMA ES ADECUADO" para su funcionamiento

En la verificación de la línea de aducción se trabaja con una tubería de material PVC de 200 mm clase 10 siendo su diámetro interior: 226.2 mm = 8.92" que puede trasladar un caudal hasta 171.84 Lts. /Seg., y lo requerido es de 52.14 Lts. /Seg., por lo cual, "EL SISTEMA ES ADECUADO" para su funcionamiento."

La velocidad calculada es de 1.297 m/s suficiente por encima del valor mínimo de 0.60 m/s e inferior a 5 m/s.

- Reservorios

El volumen de regulación es correcto es decir 25% del caudal promedio expresado en m3/día, para el reservorio RP-01 y RE-01

El volumen de agua contra incendios el expediente indica un volumen mínimo de 50 m3, sin embargo por ser una población que supera los 10 000 habitantes al año 20 (17187 hab de población servida), se hace necesario la presencia de dos grifos contra incendio, para el sub sistema B, es decir el reservorio RP-01.

Cada hidrante debería de suministrar 15 lit/seg por dos horas, siendo el hidrante de dos bocas, lo que resulta en un volumen de 216 m3

Para el volumen de reserva se tiene el siete por ciento (7%) del consumo máximo diario expresado en m3/día,

Se tiene el reservorio existente RE-01 que reparte un Qp= 4.34 l/s al sub sistema “A”. El reservorio existente tiene un volumen de 150 m3. Para un horizonte de tiempo de 20 años la capacidad del reservorio para la población del sub sistema “A”, tendría un volumen de regulación de 131 m3. Por ser el sub sistema, una zona de uso vivienda y con una población futura de 372 habitantes para el AA. HH. La Victoria y 2652 habitantes para el AA.HH. Los Rosales que sumadas dan 3024 habitantes, no supera los 10 000 habitantes como mínimo que exige el reglamento para considerar volumen contra incendio. Del mismo modo no considera volumen de reserva. Finalmente el volumen final del reservorio será de 150 m3. No considera volumen de reserva.

Para el reservorio proyectado RP-01 que abastece al sub sistema “B” se tiene:

- Qp = 20.85 l/seg = 1801 m3/dia
- Vol. Regulación = Qp (25%) = 450 m3
- Qmd = 1.3 x 20.85 = 27.11 l/seg
- Vol. Reserva = 0.07 x 27.11 x 86400/1000 =164 m3
- Vol. Incendio =216 m3

Entonces el volumen final del reservorio para el sub sistema “B” debería de ser 830 m3, redondeando se tiene 850 m3.

Para el reservorio proyectado RP-01 de 850 m3 convendría usar un diámetro de 12 m y 7.10 m. El expediente indica un diámetro de 5.5 m y una altura de 6.3 m.

El reservorio RP-01 puede llegar a abastecer en todo el proyecto en caso de algún problema de funcionamiento o mantenimiento del reservorio RE-01 cerrando la válvula que se encuentra cerca de la cámara CRP-01.

Al bajar el nivel del agua por debajo del nivel máximo del reservorio a 1.5 metro el sistema opera bajando la presión en 0.8 metros de columna de agua.

- CRP

Se tiene a lo largo de las redes de distribución para los dos sub sistemas A y B tres cámaras reguladoras de presión que según el expediente técnico como indica la tabla 6.2 regulaba las siguientes presiones:

Tabla 6.2 Presiones de inicio y salida de las válvulas reguladoras de presión

Camara Reductora Presion	Presion de Entrada (mca)	Presion de Salida (mca)
CRP -1	58.09	31.5
CRP- 2	38.77	15
CRP- 3	48.94	20

Después de haber realizado la verificación hidráulica se tiene que estas válvulas pueden regularse y trabajar de acuerdo a la tabla 6.3 de la siguiente manera:

Tabla 6.3 Presiones de inicio y salida de las válvulas reguladoras de presión

Camara Reductora Presion	Presion de Entrada (mca)	Presion de Salida (mca)
CRP -1	56.8	30
CRP- 2	25.3	15.5
CRP- 3	43.2	35

Lo que garantiza que todos los nodos en las redes de tuberías principales y secundarias cumplen con el reglamento, es decir valores entre 10 – 50 mca.

- Hidrantes

Los hidrantes no están activamente con un caudal de 15 lit/seg en vista de ello solo estos se pondrán en uso de acuerdo a la operación del sistema, cerrando válvulas de control que conduzcan agua a los hidrantes.

Se debe de reubicar los hidrantes con el fin que estos tengan un área de influencia de 300 m y puedan superponerse ligeramente estos en todos los asentamientos, como se observó en la figura 2.18.

- Válvulas

En referencia a las válvulas de control, la red de distribución esta provista de válvulas de interrupción que aíslan sectores de redes no mayores de 500 m de longitud.

Existen válvulas de interrupción en la frontera del AAHH el triunfo I en la margen derecha para posibles ampliaciones.

CONCLUSIONES DEL SISTEMA DE AGUA ALCANTARILLADO

- Buzones

Todo el sistema funciona por gravedad distribuidos para las dos plantas de tratamiento, para lo cual se verifico los buzones con las alturas necesarias que cumplan este propósito.

Según la verificación final realizada se tiene:

Altura	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1	1.05	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3
Cantidad	956	15	10	8	7	4	3	6	1	5	2	481	5	3

Altura	1.35	1.4	1.45	1.5	1.55	1.6	1.65	1.7	1.75	1.8	1.85	1.9	1.95	2
Cantidad	6	5	7	3	3	7	4	1	3	2	2	4	2	4

Altura	2.05	2.1	2.15	2.2	2.25	2.3	2.45	2.5	2.55	2.6	2.65	2.7	2.75	2.85
Cantidad	3	2	3	1	3	5	4	3	1	1	3	1	1	1

Altura	2.95	3	3.1	3.15	3.2	3.3	3.35	3.4	3.45	3.6	3.65	3.7	3.85	3.95
Cantidad	2	2	3	1	1	1	2	2	5	1	1	1	1	1

Altura	4	4.05	4.1	4.2	4.3	4.35	4.4	4.5	4.55	4.6	5	5.05	5.3	5.4
Cantidad	2	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Altura	5.45	5.95	6.25	6.35	6.45	6.5	7	7.25
Cantidad	1	1	1	1	1	1	1	1

Se tiene un total de 1641 buzones. Donde la mayor cantidad de buzones son los que corresponden a los Asentamientos Humanos El Triunfo, Marko Jara y Villa San Juan en sus zonas condominiales.

El buzón de mayor profundidad se encuentra en el Asentamiento Humano Santa Lucia con 7.25 m, el siguiente buzón más alto se encuentra en el emisor de la ZD – 02 con 6.50 m.

- Tuberías

El diámetro de todo el sistema convencional es de 200 mm, del sistema condominial es de 40 mm para las redes secundarias, 160 mm para los colectores y para el emisor diámetros de 250 mm y 315 mm.

En conclusión se cumplen con todos los parámetros hidráulicos para el alcantarillado en cuanto a cobertura, pendiente y velocidad al haber realizado la verificación hidráulica, salvo el corregido entre las manzanas K y Ñ del AA.HH. El triunfo I.

CONCLUSIONES DEL SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL ISO 14001

- No se desarrolló ningún sistema de gestión ambiental durante la ejecución de los trabajos
- La empresa que ejecuto la obra de saneamiento debió mantener el Sistema de Gestión ambiental implementado; resultado de las lecciones aprendidas de algún proyecto anterior realizado por la empresa donde se inició la implementación, para lo cual debe establecer una secuencia estructurada, ordenada, integrada y lógica para alcanzar los objetivos y metas ambientales.
- Se debió realizar la sensibilización y capacitación a todos los involucrados, personal de la empresa y subcontratistas que realicen trabajos en la obra.
- Se debió hacer dos revisiones ambientales a lo largo de la duración de la obra referidos a los aspectos ambientales para mantener actualizado los controles del Sistema de Gestión Ambiental.
- Los controles operacionales se establecen para cada aspecto ambiental significativo de tal forma que controlaran situaciones en las que su ausencia podría llevar a desviaciones de la política, los objetivos y metas ambientales.
- La empresa debió de actualizar permanentemente su matriz de requisitos legales y su respectiva evidencia de cumplimiento tanto administrativo como operativo.
- Se debió realizar un adecuado seguimiento y monitoreo del presente Sistema de Gestión joven, realizando el cumplimiento de las no conformidades encontradas y realizar la auditoria antes de finalizados los trabajos de ejecución de la obra.
- El presente trabajo es una propuesta a seguir para otras obras de saneamiento que deseen obtener un mejor desempeño ambiental implementando un Sistema de Gestión Ambiental bajo los lineamientos de la norma ISO 14001:2004.

CONCLUSIONES DE LA PROGRAMACION EN RITMO CONSTANTE

- La teoría de restricciones constituye una filosofía administrativa compuesta por un conjunto de métodos de causa efecto que permite controlar mejor el tiempo de ejecución de obra y los recursos.
- No existe una programación de obra para cada partida de los componentes en el expediente original.
- Es posible desarrollar la programación usando el método de la cadena crítica y teoría de restricciones para partidas que estén agrupadas en un numero tal que su duración sea mayor al número de partidas que se agrupen.
- El tipo de buffer usado para el sistema de agua potable y alcantarillado fue el buffer de proyecto ubicado inmediatamente después de la última tarea del proyecto. Que protegió el plazo del proyecto frente a las desviaciones que puedan producirse en actividades pertenecientes a la cadena crítica.
- Después de haber realizado la programación con cuadrillas en simultáneo o unas después de otras de acuerdo a la programación en ritmo constante se puede determinar con mayor precisión el buffer asumido al principio.
- La mejor combinación de realizar de la elección del ritmo de tareas en común (R) y la longitud de tramo a ejecutar, deberá de coincidir con el número de tareas que entran en ritmo.
- Se logró programar el sistema de agua potable para que este termine 80 días calendarios antes y para el sistema de alcantarillado 78 días calendarios antes de lo indicado en el expediente original.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

- Se recomienda colocar válvulas de purga en zonas bajas del sistema de agua potable para que se realice la limpieza y el mantenimiento.
- Se debe de realizar el cálculo manual de las demandas de agua y desagüe, pues permite controlar de manera adecuada las variables de consumo en conexiones domiciliarias y no domiciliarias, de acuerdo al reglamento nacional.
- El uso correcto de programas de cálculo como el watercad permite obtener resultados de cálculos rápidos y precisos.
- Se recomienda desarrollar el manual de operación y mantenimiento del sistema de agua y desagüe.
- Se recomienda desarrollar la educación sanitaria por parte de la JASS a la población.
- De darse alguna ampliación futura en el servicio de agua potable a poblaciones que se vean formando en la vecindad de los asentamientos del presente proyecto, se tendría que ampliar la tubería principal de aducción y desarrollar un nuevo cálculo que determine la máxima capacidad que se pueda dotar a estas nuevas asociaciones, después deberá de generarse una nueva red de sistema de agua y desagüe.
- El reservorio proyectado debió ser calculado con un volumen de agua contra incendio necesario para la población futura.
- En la etapa de operación del sistema de agua sería conveniente realizar el control del consumo de agua de la población para ajustar la regulación del reservorio y en la cámara de cloración que tiene el reservorio proyectado y existente la cantidad de cloro a inyectar al reservorio.

RECOMENDACIONES DEL SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL ISO 14001

- Para implementar un Sistema de Gestión Ambiental es recomendable realizar una revisión inicial ambiental en todos los procesos de la empresa y realizarlo con personal competente y que tenga una experiencia en el proceso de implementación.
- La identificación de aspectos ambientales debe ser realizada por todo el personal técnico y obrero, en vista que todos conocen de los procesos constructivos de obra.
- Para realizar un buen seguimiento y desempeño del sistema es necesario trabajar con indicadores que puedan demostrar el cumplimiento de los objetivos, metas establecidas en la política.
- Es importante concientizar y sensibilizar a todo el personal para que estén comprometidos con el proceso de implementación y enfocados en la prevención de la contaminación y la mejora continua de los procesos constructivos.

RECOMENDACIONES DE LA PROGRAMACION EN RITMO CONSTANTE

- Se recomienda que todos los proyectos de saneamiento de envergadura de larga duración en la ejecución deban trabajar con la programación de Cadena Crítica donde como se vio se obtiene mejoras en la gestión de obra, además de mejorar la programación de recursos y el control del tiempo del proyecto.
- Se recomienda que la alta gerencia se comprometa a realizar la metodología de la cadena crítica, este proceso debe de realizarse con capacitación y conocimiento del tema que incluya una comunicación con todos los involucrados del proyecto, con el fin de obtener los beneficios esperados.

BIBLIOGRAFIA

- http://www.bdigital.unal.edu.co/15205/1/9803-17385-1- PB.pdf (método geométrico)
- INEI, Sistema estadístico Nacional Arequipa Compendio estadístico 2008 - 2009
- Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01 Anexo SNIP 10.
- Abastecimiento de agua y alcantarillado, vierendel, 1991.
- Reglamento Nacional de Edificaciones - Perú
- Abastecimientos de Agua, Arrocha Simon, 1977
- Catálogo NTP-ISO 4422, Tuberías y Accesorios a presión de PVC., 2004.
- Mecánica de los fluidos. Libros McGraw-Hill, Cuarta Edicion, 1977
- Hidráulica de tuberías, Saldarriaga J. 1998.
- Watercad v8i for windows User´s Guide. Bentley. 2010.
- Sewercad v8i for windows User´s Guide. Bentley. 2010.
- Reglamento de elaboración de proyectos de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas de lima metropolitana y callao, SEDAPAL, 2005
- ABASTECIMIENTO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE MODERNIZANDO EL APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA EN LA ASIGNATURA DE INGENIERÍA SANITARIA I, MAGNE Marlo, 2008.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS, JORGE GUIBO DIRECTOR DE INVERSIONES (2011) Curso formulación y evaluación en PIP del sector saneamiento. Lima- Perú
- TESIS: Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado para la localidad de omas -yauyos – lima, Garcia Karin, Retamozo Eduardo, 2015.
- TECNICAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL MODIFICACIONES A LA NORMA NB – 688, Alcides Franco, 2002
- Expediente tecnico del proyecto “Ampliacion y mejoramiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado del sector el triunfo que comprende los asentamientos humanos: el Triunfo, el Triunfo II, el cruce la Joya los Rosales, Marko Jara, la Victoria, Buen Jesus, san juan y santa lucia – distrito la Joya, provincia y Region Arequipa”, 2008.

- Diagnóstico para la implementación de un sistema de gestión ISO 14001 para reducir los costos ambientales de un proyecto de construcción civil, Rodríguez, Stein-Sebastian, Villarruel-Pastor, Gutiérrez, Zavaleta, 2016
- Tesis de maestria UNI, Sistemas de gestión ambiental ISO 14.000 y EMAS en la ingeniería civil, Eduardo Peris Mora y Luis Enrique Marquina Picón, 1997.
- ISO Sistemas Gestión Ambiental ISO 14001, Requisitos con orientación para su uso, 2004
- Ley General del Ambiente N° 28611.
- Gerencia de proyectos con ms Project 2007, Walter Rodriguez, Doris Valdez, 2007.
- Cadena crítica, Eliyahu M. Goldratt, 1997.
- Bustos, F. (2007). Manual de gestión y control ambiental. RN Industria Gráfica, Quito.
- Roberts, H. y Robinson, G. (1999). ISO 14001 EMS: Manual de sistemas de gestión medioambiental. Editorial Paraninfo.
- Orellana, L. P. (2011). Construcción del Desarrollo Rural en Chile: Apuntes para abordar el tema desde una perspectiva de la Sociedad Civil. Revista Mad, (17), 90-112.
- Mercante, I., Martinengo, P., Llamas, S., Rojo, J. y Poncio, F. (2010). Aspectos Ambientales de Obras Civiles de Edificación. Gestión de Residuos de Construcción. En III Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos, Brasil.
- Shewhart, W. A. (1997). Control económico de la calidad de productos manufacturados. Edi. 1, Ediciones Díaz de Santos, Madrid.
- Morillo, M. y Morillo, M. C. (2005). Análisis de la cadena de valor industrial y de la cadena de valor agregado para las pequeñas y medianas industrias. Universidad de los Andes.
- Porras, Á., León, Ó. y Cortés, N. L. G. (2013). Unidad Logística de Recuperación de Residuos de Construcción y Demolición: Estudio de Caso Bogotá DC. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 23(2), 95-118.
- Rubio, M., Menéndez, A., Martínez, G. y Rubio, J. (2011). Gestión de prevención de riesgos laborales en las obras de ingeniería civil. Revista Ingeniería de Construcción, 19(3), 171-175.
- Moavenzadeh, F. (1994): Global construction and the environment: strategies and opportunities, Willey, New York.

- Zeng, s.x.; tam, c.m.; deng, z.m. Y tam, v.w.t. (2003): “ISO 14000 and the construction industry: Survey in China”, Journal of Management in Engineering, july, pp. 107-115.
- FLC (FUNDACIÓN LABORAL DE LA CONSTRUCCIÓN) (2004a): Implantación de la gestión medioambiental ISO 14001, Tornapunta Ediciones, S.L., Madrid.
- Piñeiro, Pintos, 2009, Prácticas ambientales en el sector de la construcción. El caso de las empresas constructoras españolas, 183 – 200.
- Ofori, G. (1992): “The environment: The fourth construction project objective?”, Construction Management and Economics, Vol. 16, No. 2, pp. 141-145.
- Hill, r.c. Y Bowen, p. (1997): “Sustainable construction: Principles and a framework for attainment”, Construction Management and Economics, Vol. 15, No. 3, pp. 223-239.
- García valcarce, a.; sánchez-ostiz gutiérrez, a.; gonzález martínez, p.; conrado galnares, e. Y lópez martínez, j.a. (2004): Manual de dirección y organización de obras, CIE Dossat 2000, Madrid.
- Peris Mora, Marquina Picón, I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente: Sistemas de gestión ambiental ISO 14.000 y EMAS en la ingeniería civil, 1777- 1791.
- Ferrer Márquez y Ángel Muñoa Blas, 2010, Sistemas de gestión ambiental.
- Candiotti mendoza sthiven, 2009 tesis de maestria: Implementacion del sistema de gestión ambiental ISO 14001 : 2004 en compañía minera condestable S.A.
- Cadena crítica de eliyahu goldratt una aplicación práctica, Carlos Palacio
- La Meta, Eliyahu Goldratt. 1984
- Impacto de la gestión en obra utilizando la programación de la cadena crítica en la construcción civil, Garcia Brenda, Ruiz Carlos, 2015
- Cadena crítica: un aporte de la teoría de las restricciones a las técnicas tradicionales de la gerencia de proyectos, Manrique, m. (2001).
- CPM y PERT métodos de planeación programación y control, Portugal German, 1966