

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**Proyecto de Investigación como requisito previo para la obtención
del Título Profesional Superior de Ingeniero Civil**

TEMA:

**Diseño de la línea de conducción complementaria, para el sistema de
abastecimiento de agua potable de las parroquias de Aloasí y Machachi del
cantón Mejía, a partir de la concesión de las aguas Velo de Novia, sector los
Ilinizas.**

Autor: Luís A. Bohórquez León

Tutor: Ing. Wilson Montenegro V.

Quito, diciembre del 2013

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ingeniero **Wilson Montenegro V.**, tutor designado por la Universidad Internacional del Ecuador UIDE para revisar el Proyecto de Investigación con el tema: “Diseño de la línea de conducción complementaria, para el sistema de abastecimiento de agua potable de las parroquias de Aloasí y Machachi del cantón Mejía, a partir de la concesión de las aguas Velo de Novia, sector los Ilinizas”, como requisito previo para la obtención del Título Profesional Superior de Ingeniero Civil, del estudiante, **Luís Alfonso Bohórquez León**, alumno de Ingeniería Civil, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos de fondo y los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Comité Examinador designado por la Universidad.

Quito, diciembre del 2013

EL TUTOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ing. Wilson Montenegro V.', written over a horizontal line.

Ing. Wilson Montenegro V.

C.I. 170817591-2

AUTORIA DEL TRABAJO DE INVESTIGACION

Yo, Luís Alfonso Bohórquez León, declaro que el trabajo de investigación denominado: “Diseño de la línea de conducción complementaria, para el sistema de abastecimiento de agua potable de las parroquias de Aloasí y Machachi del cantón Mejía, a partir de la concesión de las aguas Velo de Novia, sector los Ilinizas”, es original, de mi autoría y exclusiva responsabilidad legal y académica, habiéndose citado las fuentes correspondientes y en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Cedo los derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, sin restricción de ningún género o especial.

Quito, diciembre del 2013

Luís A. Bohórquez León

C.I. 170440056-1

DEDICATORIA

A mi madre Lucía, a mi Abuela Eloisa, a mi hermano Alberto, donde quiera que se encuentren, a su memoria.

A mi padre, por su responsabilidad con sus hijos.

A mi esposa Carmita, la que con mucho esfuerzo y cariño me supo comprender en los momentos difíciles y largas noches de estudios.

A todos mis hermanos, que fueron un estímulo para seguir adelante.

A mis hijas que siempre estuvieron a mi lado.

A toda la familia por creer en mí.

A mis largas noches de insomnio, a las cuales me adapte, para buscar un mejor mañana.

AGRADECIMIENTO

En un sencillo gesto de agradecimiento, como creyente, agradezco primeramente a mi Dios todopoderoso, por haberme permitido cumplir una de las metas que con cariño y dedicación me propuse.

A la Universidad Internacional del Ecuador, que me ha dado la oportunidad para continuar los estudios, a los catedráticos que compartieron sus conocimientos y me acompañaron durante el todo el camino, brindándome siempre su orientación con ética y profesionalismo, apoyando día a día la culminación de la carrera.

Agradezco de igual manera a mi tutor y lectores quienes me orientaron en todo momento en la realización de este proyecto. A todos los que creyeron en mí, a todos los amigos, compañeros de facultad y de trabajo que me apoyaron, a Marco por compartir su experiencia.

INDICE GENERAL

TEMA:.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORIA DEL TRABAJO DE INVESTIGACION.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
INDICE GENERAL.....	vi
INDICE DE TABLAS.....	xii
INDICE DE CUADROS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
INTRODUCCION.....	xv
CAPITULO I.....	1
1. EL PROBLEMA.....	1
Prognosis.....	2
1.1 EL OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1.1 Caracterización general.....	3
• Ubicación geográfica.....	3
• Límites.....	3
• División política.....	4
• Superficie y población.....	4
• Actores sociales.....	5
• Clima.....	5
• Ecosistemas.....	6
• El agua.....	7
• El suelo.....	8
• Geología y geomorfología.....	8
• Topografía.....	8
• Problemática ambiental.....	9
• La vivienda.....	11
• Infraestructura y acceso a servicios básicos.....	11
• Incidencia sobre el componente abiótico.....	13
• Tratamiento de desechos sólidos.....	13
• Infraestructura y acceso a servicios sociales.....	14
• Espacio público y equipamientos.....	15
• Gestión integral de riesgos.....	16
• Redes viales.....	17
1.1.2 Delimitación de la investigación.....	19
• Unidades de observación.....	19
1.1.3 Delimitación Espacial.....	19
1.1.4 Delimitación Temporal.....	19
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
1.4 SISTEMATIZACIÓN.....	20

1.5 OBJETIVOS.....	21
1.5.1 Objetivo General	21
1.5.2 Objetivos específicos	21
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	22
1.6.1 Justificación Teórica.....	23
1.6.2 Justificación Práctica.....	24
1.6.3 Justificación Relevancia Social.....	25
1.7 HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER.....	25
1.7.1 Hipótesis o idea a defender.....	25
1.7.2 Variable Independiente	25
1.7.3 Variable Dependiente.....	25
CAPÍTULO II.....	26
2. EL MARCO REFERENCIAL	26
2.1 MARCO REFERENCIAL.....	26
2.1.1 Marco Teórico	28
2.1.1.1 Fuentes de Abastecimiento	29
2.1.1.2 Sistemas de Conducción.....	30
2.1.1.3 Sistema de Abastecimiento	31
2.1.1.4 Captación	32
2.1.1.5 Cárcamo.....	32
2.1.1.6 Golpe de ariete.....	33
2.1.1.7 Cota piezométrica	33
2.1.1.8 Válvulas, uso y ubicación	33
2.1.1.9 Válvulas de expulsión de aire.....	34
2.1.1.10 Cámaras rompe presión.....	34
2.1.1.11 Válvulas de desagüe	34
2.1.1.12 Anclajes.....	35
2.1.1.13 Pasos elevados	35
2.1.2 Marco Conceptual	35
2.1.2.1 Aforo.....	35
Aforo volumétrico	36
Materiales y equipo:	36
2.1.2.2 Análisis de la calidad del agua	37
Análisis fisicoquímico	37
Análisis bacteriológico.....	37
Recolección de muestras	38
Tipo de muestras:	39
Material	39
Técnica de muestreo.....	39
Volumen de la muestra	40
Cerrado y precintado.....	40
Rotulación	40
Datos del solicitante:	40
Datos del agua:	41
Acondicionamiento y conservación	41
2.1.2.3 Levantamiento Topográfico.....	41
Equipos Topográficos.....	41

GPS.....	42
Estación Total	42
Metodología de trabajo en campo	42
2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL	43
CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.....	44
TÍTULO I	44
ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL ESTADO	44
Capítulo primero.....	44
Principios fundamentales	44
Art. 3.-	44
TÍTULO II	45
DERECHOS.....	45
Capítulo segundo	45
Derechos del buen vivir.....	45
Sección primera	45
Agua y alimentación	45
Art. 12.-	45
Sección séptima.....	45
Salud.....	45
Art. 32.-	45
TÍTULO II	46
DERECHOS.....	46
Capítulo sexto	46
Derechos de libertad	46
Art. 66.-	46
TÍTULO V	46
ORGANIZACIÓN TERRITORIAL DEL ESTADO	46
Capítulo cuarto.....	46
Régimen de competencias.....	46
Art. 264.-	46
Capítulo I.....	47
Gobierno Autónomo Descentralizado Regional	47
Sección Segunda	47
Del Consejo Regional.....	47
Artículo 34.- Atribuciones del consejo regional.-	47
Capítulo III.....	47
Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal	47
Sección Primera.....	47
Naturaleza Jurídica, Sede y Funciones.....	47
Artículo 55.-.....	47
Capítulo IV	48
Del Ejercicio de las Competencias Constitucionales.....	48
Artículo 132.- Ejercicio de la competencia de gestión de cuencas hidrográficas.-	48
Artículo 137.-	49
Capítulo VIII	51
Régimen Patrimonial.....	51

Sección Cuarta.....	51
Reglas Especiales Relativas a los Bienes de Uso Público y Afectados al Servicio Público.....	51
Artículo 432.-.....	51
TÍTULO IX.....	52
DISPOSICIONES ESPECIALES DE LOS GOBIERNOS	52
METROPOLITANOS Y MUNICIPALES	52
CAPÍTULO IV.....	52
Tasas Municipales y Metropolitanas	52
CAPÍTULO V.....	52
De las Contribuciones Especiales de Mejoras de los.....	52
Gobiernos Municipales y Metropolitanos.....	52
Artículo 584.-.....	52
LEY DE AGUAS, CODIFICACION.....	53
Codificación 16, Registro Oficial 339 de 20 de Mayo del 2004.	53
TITULO I.....	53
DISPOSICIONES FUNDAMENTALES	53
Art. 14.-	53
Art. 15.-	53
CAPÍTULO III.....	54
3. METODOLOGÍA	54
Enfoque de la Investigación	54
MÉTODOS.....	54
INDUCTIVO	54
DEDUCTIVO.....	54
ANALÍTICO.....	55
3.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN	55
Bibliográfica.....	55
De Campo.....	55
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	56
Delimitación.....	56
Población y muestra.....	56
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACION.....	57
3.4 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....	57
3.4.1 Cálculo del caudal.....	58
3.4.2 Resultados del análisis del agua.....	58
3.4.3 Periodo de Diseño (n)	62
3.4.4 Población actual (Pa)	62
3.4.5 Población Futura (Pf).	62
3.4.6 Dotación (D)	63
3.4.7 Caudal medio diario (cmd)	64
3.4.8 Caudal máximo diario (CMD)	65
3.4.9 Caudal para la línea de impulsión (Q imp.)	65
3.4.10 Caudal Máximo Horario (CMH)	65
3.4.11 Caudal para captación (Q cap.).....	66

3.4.12 Volumen de Almacenamiento (VA)	66
3.4.13 Caudal de bombeo (Q bom)	67
3.4.14 Línea de Impulsión y conducción	68
Calculo del Volumen del Cárcamo	68
Determinación de cotas y longitudes de las tuberías	69
Cálculo de los diámetros, velocidades y caudal en los conductos.	70
Fórmula de Hanzen - Willams	70
Cálculo de los diámetros de impulsión.	70
Fórmula de Darcy - Weisbach	71
Cálculo de los diámetros de impulsión.	72
Pérdidas de carga	73
Pérdidas de carga totales.....	74
Altura dinámica total (TDH)	74
Selección de la Bomba.....	74
Cálculo de NPSHD y volumen final del Cárcamo.....	75
Altura Piezométrica en la salida de la bomba (P.D.)	77
Cota Piezométrica estática (Cpz est)	77
Cálculo del Golpe de Ariete.....	77
Sobrepresión para el acero	78
Sobrepresión para el pvc	78
Presión en la tubería de Impulsión (Himp.)	79
Línea estática tubería de conducción.....	80
Cota Piezométrica	80
Presión	80
3.5 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	81
3. 6 VERIFICACION DE LA HIPOTESIS O IDEA A DEFENDER	82
CAPITULO IV.....	83
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
4.1 CONCLUSIONES.....	83
4.2 RECOMENDACIONES	85
CAPÍTULO V.....	87
5. PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN	87
5.1 INSTITUCIÓN EJECUTORA.....	87
5.2 ANALISIS DE FACTIBILIDAD	87
5.3 MODELO OPERATIVO DE EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA	87
5.3.1 Especificaciones técnicas	87
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	88
Campamentos.....	88
Replanteo.....	89
Desbroce y limpieza.....	89
Replantillo	90
Hormigones.....	91
Juntas de dilatación	94
Material: Juntas de construcción	95
Encofrados	96
Drenes.....	97
Impermeabilización	98

Material: Cemento	99
Material: Acero de refuerzo	100
Material: Aditivos	101
Especificaciones técnicas particulares	102
Desviación y control de fuentes de abastecimiento	102
Equipo: Bombas	104
Equipo: motores eléctricos	105
Desarenadores y sedimentadores	107
Excavación de zanjas.....	108
Bases y anclajes de hormigón, para tubería y accesorios	112
Instalación de tuberías de agua potable.....	113
Instalación de válvulas y accesorios	118
Limpieza, desinfección y pruebas	121
Relleno de excavación de zanjas	124
Material: Tubería de hierro fundido	125
Material: Tubería de cloruro de polivinilo (P.V.C.) rígido	127
Material: Válvulas de compuerta con bridas con o sin volante	128
Material: Válvulas de retención con bridas	129
Material: Válvulas de aire	130
Material: Uniones tipo Gibault	130
Bridas	131
Material: Empaque para bridas	131
Material: Pernos para bridas	132
Válvula de compuerta de HF	133
Limpieza y desalojo de materiales	135
5.3.2 Análisis de precios unitarios	136
5.3.3 Presupuesto	136
5.3.4 Cronograma de obra	136
5.4 EVALUACIÓN DE IMPACTO	137
5.4.1 Evaluación de impacto social	137
5.4.2 Evaluación de impacto económico	138
5.4.3 Evaluación de impacto financiero	140
5.4.4 Evaluación de impacto ambiental	141
5.4.5 Evaluación y monitoreo	145
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	146
TABLAS	148
ANEXOS	163

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Diagrama de Moody	149
Tabla N° 2 Longitudes equivalentes	150
Tabla N° 3: Selección de la Bomba	151
Tabla N° 4: Disminución de la presión atmosférica	152
Tabla N° 5: Presión de vapor de agua	152
Tabla N° 6: Tablas de coeficientes del método 3 del código ACI	153
Tabla N° 6.1: Coeficientes para momentos negativos en losas	153
Tabla N° 6.2: Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas.....	154
Tabla N° 6.3: Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas.....	155
Tabla N° 7: Esfuerzos permisibles del acero.....	156
Tabla N° 8: Coeficientes para fórmulas de vigas de sección rectangular.....	157
Tabla N° 9: Coeficientes para cálculo de la fuerza de tensión anular producidos por la presión hidrostática interna del agua en los tanques circulares.....	158
Tabla N° 10: Coeficientes para cálculo de momentos flexionantes producidos por la presión hidrostática interna del agua en los tanques circulares.....	159
Tabla N° 11: Coeficientes para cálculo del esfuerzo cortante en tanques circulares.....	160
Tabla N° 12: Tabla de coeficientes de momentos del método 2 del ACI.....	161
Tabla N° 13: Dotaciones recomendadas	162

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Análisis del problema.....	2
Cuadro N° 2: Coordenadas del área de estudio.....	56
Cuadro N° 3: Viviendas y predios habitados	56
Cuadro N° 4: Determinación de caudales	58
Cuadro N° 5: Reporte de análisis físico químico del agua.....	58
Cuadro N° 6: Reporte de análisis físico químico del agua.....	59
Cuadro N° 7: Reporte de análisis de pesticidas	60
Cuadro N° 8: Interpretación de los reportes del análisis físico químico del agua	61
Cuadro N° 9: Cálculo de la población futura	63
Cuadro N° 10: Determinación de longitudes de tubería.	69
Cuadro N° 11: Cálculo de diámetros de impulsión (Hazen Williams).....	70
Cuadro N° 12: Cálculo de diámetros de impulsión (Hazen Williams).....	71
Cuadro N° 13: Cálculo de diámetros de impulsión (Darcy Weisbach).....	72
Cuadro N° 14: Cálculo de diámetros de impulsión (Darcy Weisbach).....	72

RESUMEN

Las parroquias de Machachi, Aloasí, se han venido abasteciendo del líquido vital de las vertientes de San Francisco y Puchig, cuyo caudal se ha afectado por el mal uso del recurso. El agua potable es una necesidad primordial en las parroquias mencionadas, debido a que la falta de esta, obliga a sus moradores a consumir agua de mala calidad, causando muchas enfermedades gastrointestinales y de la piel, que afectan directamente a la salud de los habitantes, en especial de la niñez. El objetivo principal del estudio es cambiar el nivel de vida de la población y mejorar las condiciones sanitarias de los ciudadanos que residen en las parroquias de Machachi y Aloasí, esto permitirá mejorar la situación socioeconómica, de la población. Diseñando la línea de conducción complementaria para estas parroquias. La captación de la vertiente de las aguas Velo de Novia en la quebrada tundurrumi, permitirá bombear el agua a través de una línea de impulsión, a la cota más alta del proyecto, para luego conducirla a gravedad, hasta los tanques de almacenamiento. Para el dimensionamiento hidráulico de este sistema se realizó una memoria de cálculo donde se detallan de acuerdo a las normas y códigos de la construcción, todos los parámetros necesarios, para un dimensionamiento óptimo y factible de ejecución. Este proyecto está considerado por el GAD Municipal del cantón Mejía, como la alternativa de solución para el abastecimiento en cantidad y calidad de agua potable para las parroquias de Aloasí y Machachi.

Palabras clave: Líquido vital, Agua de mala calidad, Línea de conducción complementaria, alternativa de solución.

INTRODUCCION

Las parroquias de Machachi, Aloasí en la actualidad presentan un elevado nivel de crecimiento poblacional, por tanto, El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Mejía dentro de su accionar ha previsto la implementación y ampliación de los servicios básicos para satisfacer las necesidades inherentes de los seres humanos y dar cumplimiento a la razón de ser de las entidades públicas que es la generación de servicios básicos que satisfagan los requerimientos poblacionales, apoyando en todo momento la implementación del trabajo de investigación que se presenta en esta tesis de grado para la consecución del título de ingeniero civil.

La carencia de líquido vital es un problema que aqueja a la comunidad mundial, pero lo extraño es que el Ecuador siendo un territorio con amplias reservas ecológicas y biodiverso le aqueje este problema propio de territorios agrestes. El cantón Mejía en su contexto posee un territorio mego diverso, que paulatinamente ha ido degenerando por la inconsciencia en el uso y manejo de los recursos por parte de las comunidades que ancestralmente han quemado humedales de los páramos para producir lluvia.

Por tanto es necesario y emergente tratar de generar un abastecimiento del líquido vital para las comunidades afectadas alternativo, conjuntamente con la determinación de las causas del problema en mención para que las autoridades tomen las medidas necesarias para tratar el problema en su forma estructural.

El trabajo de investigación que se presenta a continuación pretende ser un aporte para la mejorar la calidad de vida de las poblaciones a intervenir, abordando temas de interés social y comunitario para el aseguramiento del buen vivir según lo establece la Constitución y las normativas internacionales.

En el capítulo uno se plantea el problema a resolver, se exponen los objetivos, y se hace referencia a las justificaciones, teórica, práctica y social del proyecto, así como a la hipótesis o idea a defender, identificando la variable independiente y la dependiente.

En el segundo capítulo se encuentra el marco referencial donde se analiza se observa y revisa los conocimientos previos de las condiciones del proyecto del tema de la investigación, el marco teórico, donde se fundamenta el proceso de la investigación y el conceptual, donde se definen términos que ayudarán a comprender el problema planteado en el capítulo uno. Así como la fundamentación legal donde se enumeran las distintas normas y leyes emitidas para la dotación, regulación y control del agua.

La metodología, los tipos de investigación, la población y muestra, así como las técnicas e instrumentos para la recolección de la información para la elaboración del diseño de la nueva red complementaria, el procesamiento de datos para el análisis de los resultados y la verificación de la hipótesis se reflejan en el tercer capítulo.

Producto del análisis de los resultados en el capítulo cuarto se establecen las conclusiones y recomendaciones.

Finalmente en el quinto capítulo se encuentra la propuesta de la investigación, se indica cual será la institución ejecutora, el análisis de factibilidad del proyecto y el modelo operativo de ejecución de la propuesta, para luego evaluar los impactos, social, económico, financiero y ambiental del mismo, por último se define quien tendrá a su cargo la evaluación y monitoreo de la conducción complementaria para las parroquias de Aloasí y Machachi del cantón Mejía.

CAPITULO I

1. EL PROBLEMA

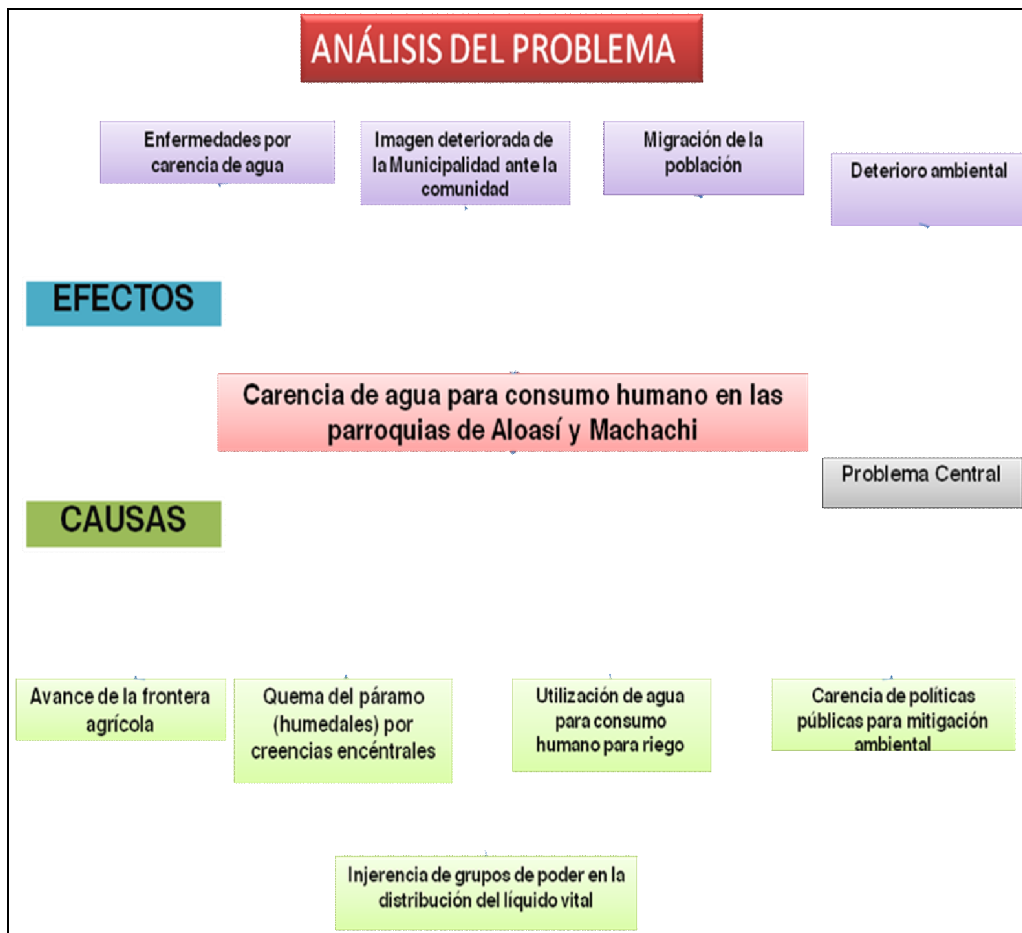
El agua para consumo humano en la actualidad para las parroquias de Aloasí y Machachi, proviene de las vertientes de San Francisco de Mariscal cuyo caudal para dotar a las familias del liquido vital se ha visto afectado por el uso indiscriminado de dicha vertiente para agua de riego de las varias haciendas del sector como son: Santa Elena, San Juan, Miraflores, El Tambo Alto y Bajo, Parcelación los Potreros Altos y Hacienda los Potreros Bajos, además de la deforestación y avance de la frontera agrícola.

Esto sumado a la carencia de medidas de mitigación ambiental establecidas como política pública, por parte del Gobierno Local y el desacato de las autoridades en el cumplimiento de las disposiciones ambientales legales pertinentes, han generado paulatinamente la escasez del liquido vital, constituyéndose en problema para la administración Municipal, entidad que tiene competencia para solventar este servicio.

Actualmente las poblaciones de Machachi y Aloasí consumen 61.95 L/s de agua, teniéndose un déficit de agua de 8.71 L/s. La situación de desabastecimiento de agua hace que actualmente se restrinja la distribución del liquido vital, siendo un factor que incide en la calidad de vida de la población.

La regulación de la provisión para el agua de consumo, está bajo el accionar del GAD Municipal en la zona urbana y en la rural las Juntas Administradoras de Agua Potable de las parroquias en mención. Para encargarse de los sistemas de agua potable y alcantarillado en el cantón Mejía, la administración Municipal aprobó en enero del 2112 la creación EPAA-MEJÍA-EP, constituyéndose en la segunda institución encargada de ejecutar proyectos de agua potable y alcantarillado en el cantón.

Cuadro1: Análisis del Problema



Elaborado por: Luís A. Bohórquez

Prognosis

De no ser atendidos los requerimientos de las comunidades perjudicadas por los problemas señalados, las mismas seguirán sin poder desarrollarse en forma adecuada.

Además la imagen del GAD Municipal se verá perjudicada y posiblemente la comunidad no confiará en los ofrecimientos realizados por las autoridades, lo cual afectará el accionar de dicha organización y el grado de participación de la población en obras por administración directa.

1.1 EL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la línea de conducción complementaria, para el sistema de abastecimiento de agua potable de las parroquias de Aloasí y Machachi, del cantón Mejía, Provincia de Pichincha, es de gran importancia para este sector del país, ya que la ejecución del proyecto permitirá dotar de un suministro de agua potable confiable tanto en calidad como en cantidad al cien por ciento de su población, haciendo que todos sus beneficiarios se sientan cómodos y sobre todo seguros del agua que están consumiendo.

1.1.1 Caracterización general

- **Ubicación geográfica¹**

El cantón Mejía está ubicado al sur-oriente de la Provincia de Pichincha en la República del Ecuador.

- **Límites**

Norte: Cantón Quito y cantón Rumiñahui

Por el noroccidente, confluye con los ríos Pilatón y Toachi.

Sur: La Provincia de Cotopaxi

Por el suroccidente los Ilinizas, la cordillera Occidental, cerros del Chaupi, quebrada y la unión, el Nudo de Tío Pullo. El Rumiñahui y los páramos del Cotopaxi.

Este: La Provincia de Napo

Estribaciones de Tanda-Huanta, Yanahurco, Cimarrones, Páramos de Tambo y Secas. Río Antisana y estribaciones de la cordillera.

Oeste: La provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

¹ GAD Municipal del cantón Mejía - Plan de ordenamiento territorial.

- **División política**

El cantón Mejía está conformado por 8 parroquias; Machachi, parroquia urbana (cabecera cantonal) y 7 parroquias rurales: Alóag, M. Cornejo Astorga (Tandapi), Cutuglagua, Tambillo, Uyumbicho, El Chaupi y Aloasí

- **Superficie y población**

El cantón tiene una superficie de 1426.46 km².

Según el último censo realizado por el INEC, 2010, existen 81335 habitantes, esta población se encuentra distribuida en su territorio, con una densidad de 57 hab. / Km².

La población del cantón según el INEC, está dividida en urbana con 16515 habitantes y rural con 64820 habitantes, realizando una lectura simple se evidencia que la población rural es la predominante con el 80% versus el 20% de la población urbana, sin embargo hay que mencionar que el INEC considera urbana únicamente a la parroquia de Machachi, la cabecera cantonal, mientras que considera a todo el resto de la población, rural.

Los asentamientos humanos en el cantón se encuentran influenciados por la cercanía al Distrito Metropolitano de Quito.

La centralidad mayor en la actualidad está en la ciudad de Machachi, no solo por concentrar la mayor población urbana, 16515 habitantes, o por ser la cabecera cantonal, sino también por ser indudablemente la que concentra la mayor cantidad de actividades, servicios, comercios, y equipamientos del cantón. Hay que considerar que esta centralidad está conformada por un gran núcleo que es Machachi y también por otro pequeño núcleo constituido por Aloasí. Estos dos asentamientos forman y conforman la centralidad mayor, fragmentados por la panamericana Sur.

Si las tendencias de crecimiento de la población continua con la tendencia actual en el año 2025 el cantón Mejía contara con 131073 habitantes, es decir existirán aproximadamente 50000 habitantes más en el territorio.

La densidad del cantón al 2025 casi se duplica, llegamos de 57 a 92 hab. /Km², según las cifras del censo y las proyecciones, pero nuevamente se debe considerar que hay población que reside en el cantón pero no está empadronada en este, lo cual puede incrementar esta cifra.

- **Actores sociales**

En el cantón Mejía, están desarrollando acciones varias instituciones públicas y privadas, siendo las más destacadas:

1. El Gobierno Nacional.
2. El Gobierno Provincial de Pichincha.
3. El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Mejía.
4. La empresa de Agua y Alcantarillado Municipal del cantón Mejía, La empresa Privada, Organizaciones Sociales, Organizaciones no Gubernamentales, etc.

- **Clima**

El clima que se genera en el cantón Mejía, obedece a dos factores importantes como son la topografía y el sistema orográfico. Este último por su altura como por la orientación Norte – Sur, se constituye en un obstáculo para la circulación de los vientos, provocando el ascenso de los vientos marítimos y creando así una zona de alta pluviosidad en las vertientes occidentales y una distribución de microclimas en todo el territorio cantonal. La altitud en la que se encuentra Mejía está entre los 600 y 4750 m.s.n.m.

La zona de clima abrigado con tipo subtropical con temperaturas que varían entre los 18 – 20°C, se encuentra en la Parroquia de M. Cornejo Astorga (Tandapi).

La zona templada fría del piso montano que tiene temperaturas entre 6 °C y 12 °C, se ubica en el sector occidental del cantón y por lo tanto en las estribaciones de la cordillera occidental, en su parte alta. Con características de igual pluviosidad y piso altitudinal se encuentran ubicadas las cabeceras parroquiales de Uyumbicho, Alóag, Tambillo y Machachi.

Otro piso climático es el que pertenece a las elevaciones que superan los 3.000 metros están el cerro Corazón, La Viudita, los nevados Ilinizas y Rumiñahui, el monte Pasochoa, y en el límite con la Provincia de Cotopaxi, está el nevado Cotopaxi. Estas elevaciones proveen de agua a toda la zona del cantón Mejía, tanto para uso humano como para riego por medio de los ríos que de ellos nacen. La temperatura promedio varía entre los 3-6°C.

- **Ecosistemas²**

Bosques protectores y áreas protegidas

En la jurisdicción del cantón se encuentran tres áreas importantes declaradas protegidas por el Ministerio del Ambiente.

Reserva Ecológica los Ilinizas con una extensión de 224,97 (km²) ubicada en las Parroquias Machachi, El Chaupi y Manuel Cornejo Astorga.

Refugio de vida silvestre Pasochoa con una extensión de 49.844 Km² ubicada en las Parroquias de Machachi y Tambillo.

Parte del Parque Nacional Cotopaxi en una extensión de 123,34 Km² ubicado en la Parroquia de Machachi.

² GAD Municipal del cantón Mejía - Plan de ordenamiento territorial.

Además se encuentran, el Bosque protector Subcuenca río Toachi – Pilatón en Manuel Cornejo Astorga y el Bosque protector de Umbría en la Parroquia el Chaupi, que no se encuentran delimitadas.

- **El agua**

Hidrografía

Debido a su ubicación geográfica, el cantón Mejía es travesado por varios ríos, que luego de recoger numerosos afluentes bañan las cuencas, sub cuencas y micro cuencas, la cuales son aprovechadas por los habitantes del cantón para diversos usos.

El cantón cuenta con un número apreciable de ríos que provienen de las vertientes naturales originadas en las elevaciones y páramos del cantón. En el sector oriental se aprecia la sub cuenca del Río San Pedro, perteneciente a la sub cuenca del Río Guayllabamba, el mismo que es alimentado por los deshielos y vertientes de los volcanes , Atacazo, Corazón, Ilinizas, Rumiñahui, Sincholagua, Pasochoa, y Cotopaxi.

Aguas subterráneas (manantiales)

La existencia de manantiales está en relación con una serie de factores, tales como extensión de la cuenca de infiltración o cuenca hidrológica, porcentaje de infiltración del agua lluvia, según la naturaleza de las rocas que constituyen la superficie del terreno, cantidad de aguas de lluvia en la comarca, disposición de los estratos permeables o impermeables en la región, disposición topográfica del relieve y existencia o no existencia de niveles de base.

El territorio del cantón Mejía tiene innumerables fuentes de aguas termales y minerales que forman un inmenso cordón en la cuenca estrecha del río San Pedro, al oriente del valle. La única fuente en explotación es la del agua mineral “Güitig”, de la Tesalia Spring, que es bicarbonatada, magnésica sódica, clorurada, sulfatada débil.

- **El suelo**

Los suelos del cantón son de los siguientes tipos:

1. Suelos arenosos derivados de materiales piroclásticos poco meteorizados, sin evidencia de limo, baja retención de humedad, con más de 1% de materia orgánica, en horizonte superior, de colores oscuros.
2. Suelos negros, profundos, limos o limo arenosos, derivados de materiales piroclásticos, con presencia de arena muy fina y, a veces, con incremento de arcilla en profundidad.
3. Suelos alofánicos derivados de materiales piroclásticos de textura pseudo limosas, con gran capacidad de retención de agua, saturación de bases menores al 50% generalmente de color negro, profundos, suelos limosos de áreas de humedad moderadas.

- **Geología y geomorfología³**

El cantón Mejía está formado por rocas volcánico sedimentarias marinas de composición andesita- basáltica. Sedimentos de edad cretácica. Esta formación se encuentra parcialmente cubierta por rocas volcánico clásticas, conglomerados, lutitas y tobas y rocas sedimentarias marinas. Al este presenta rocas volcánicas continentales del pleistoceno holoceno.

- **Topografía**

El cantón Mejía tiene una orografía variada, que inicia con la hoya de Machachi incluye parte del callejón interandino y parte de la cordillera occidental. La topografía es irregular, por el cruce de los macizos montañosos a los costados centro oriental y occidental del cantón. Presenta parte plana en el centro y dos elevaciones a los costados que establecen el paso de la cordillera en sentido sur – norte con los

³ GAD Municipal del cantón Mejía - Plan de ordenamiento territorial.

volcanes extinguidos: Pasochoa y Rumiñahui al este, Atacazo, Corazón e Ilinizas al oeste. La franja oriental en general es plana, con una pendiente del 3%, interrumpido por rasgos geomorfológicos destacados, al oeste su morfología es abrupta, predominan pendientes mayores de 30%.

- **Problemática ambiental**

Actividades antrópicas

Dentro de las actividades antrópicas, que han producido alteraciones en los recursos agua y suelo están: la agricultura y ganadería, la pesca, la explotación de madera y los asentamientos humanos.

A continuación se detalla los impactos ambientales de cada actividad:

1. La agricultura produce una alteración importante de las condiciones físicas y químicas del agua, ya que en esta actividad se utilizan insumos químicos con propiedades tóxicas lo que presupone una elevada toxicidad, y a través del agua lluvia se escurren a esteros, ríos y otras fuentes de agua. Por lo que la utilización de los plaguicidas dentro de una actividad sostenible, debe considerar los mecanismos de control necesarios a modo de evitar efectos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente.
2. Además la aplicación de fertilizantes y/o agroquímicos en el suelo producen cambios en su pH, bajando la actividad de la micro fauna propia del suelo. Los agroquímicos usados para incrementar la productividad del suelo, los químicos usados en el control de plagas agrícolas y en procesos industriales, traen consigo una serie de problemas ambientales por el exceso de las sustancias químicas, produciendo contaminación a los animales y a los seres

humanos, siendo los peces los principales afectados por estas sustancias. Los ríos y corrientes contaminadas son abrevaderos de animales silvestres y domésticos pudiendo ser causa de mortalidad por muchas enfermedades.

3. La implantación de zonas ganaderas cerca de fuentes de agua, produce su contaminación con las heces de los animales.
4. La disminución del caudal de las fuentes de agua, se ha producido fundamentalmente por la desprotección vegetal que actualmente presentan las cuencas hídricas debido a la explotación del bosque. La ausencia de bosques hace que cada año las lluvias disminuyan y por ende se presenten alteraciones en el ciclo hidrológico y escasez de agua para sus habitantes.
5. Las comunidades no cuentan con plantas de tratamiento de aguas servidas y se vierte directamente las descargas domésticas a las fuentes de agua más cercanas, provocando asentamientos de partículas sólidas que contaminan el suelo que rodea a estos cuerpos de agua.
6. Aunque en el cantón Mejía cuenta con una recolección diferenciada los 5 días de la semana de residuos sólidos, algunos pobladores continúan arrojando basura a las fuentes de agua, especialmente las comunidades alejadas. La falta de un adecuado manejo de residuos sólidos domésticos en las comunidades de las parroquias, hace que la población quemé la basura que produce, especialmente materiales plásticos, lanzando a la atmósfera diversas partículas sólidas y gaseosas que son pueden ser tóxicas (en el caso de envases de agroquímicos) que alteran la calidad del aire y en consecuencia afectan principalmente a los procesos naturales de los seres vivos y al clima.
7. Otro de los factores que afectan al componente suelo es la erosión eólica e hídrica que se produce por la falta de cobertura vegetal en los suelos, para dar

paso a la agricultura, especialmente la producción de cultivos anuales que son los que provocan mayores fenómenos erosivos, al quedar el suelo en determinadas épocas del año, expuesto al viento y lluvia, los cuales arrastran gran cantidad de sedimentos. Todo esto altera casi todo el hábitat natural.

- **La vivienda**

En el cantón existen 21137 unidades de vivienda, de las cuales el 77 % corresponden al tipo de casa o villa, y solo un 4,73 % corresponde al tipo departamento, esto de alguna manera refuerza la ruralidad del territorio, y es en Machachi que por su área urbana y fuerte centralidad presenta el mayor número de departamentos, en segundo lugar Cutuglagua que a pesar de no estar consolidado se pueden evidenciar ya edificaciones de más de dos plantas.

Existe un equilibrio entre las parroquias en lo relacionado al número de personas por vivienda, que se encuentra entre 2,89 y el 3,85 %.

El 60 % de la población posee una vivienda propia, mientras que el 40% restante no la posee en propiedad, este indicador es similar entre las parroquias.

Alrededor del 38% de las viviendas tiene su acceso a través de una calle lastrada, de tierra o es apenas un chaquiñán, esto nos indica una dificultad en la accesibilidad, agravada en la época invernal.

- **Infraestructura y acceso a servicios básicos**

Acceso a agua potable

El cantón tiene en su territorio importantes fuentes de abastecimiento de agua, los problemas de abastecimiento en las parroquias de Aloasí y Machachi se deben al crecimiento de la población que fue ubicándose en las partes altas donde la cota no permite dar el servicio las veinte y cuatro horas del día especialmente en las horas de mayor demanda. Además existen problemas con el tratamiento y la red de

distribución que cumplió con su vida útil, existiendo muchas pérdidas por las continuas reparaciones que se deben realizar.

Según los datos del INEC la gran mayoría de personas del cantón tienen acceso al agua 95.15%, de ellas en la ciudad de Machachi y el 69 % en la ciudad de Aloasí se encuentra abastecido de agua mediante la red pública, pero existe también un importante porcentaje, 25 %, que se abastece de ríos o vertientes, sin el adecuado tratamiento, limitándose a la cloración del agua únicamente.

Machachi, como la cabecera cantonal, se encuentra más bien dotada de este servicio al igual que Uyumbicho, Tambillo y Aloasí; las parroquias de Alóag, Cutuglagua y El Chaupi presentan también un aceptable nivel de dotación de este servicio, mientras que Manuel Cornejo Astorga es la parroquia menos favorecida con solo el 76,83 % con acceso por tubería. Esto se debe por la extensión del territorio y por la dispersión de los asentamientos. Otro de los problemas mencionados es que en las zonas urbanas poco consolidadas, o cercanas a las zonas agrícolas, el agua de la red pública es usada también para actividades agrícolas.

El cantón posee además una planta de tratamiento, que ya ha culminado su vida útil, se está realizando ya los estudios para su intervención.

Si bien la gran mayoría de la población tiene acceso al agua, lo importante es garantizar la calidad de la misma y la distribución equitativa, y permanente, sin embargo no se debe perder de vista el equilibrio que debe existir entre la dotación de agua y la de saneamiento.

Acceso a saneamiento

La cobertura de la red de alcantarillado a nivel cantonal alcanza el 68,22%, y un importante porcentaje el 31,78 no cuenta con este servicio. Si bien este indicador es importante no revela el real estado del cantón, ya que el 68,22% está cubierto

cuantitativamente hablando, pues en los recorridos se evidencia el mal estado de las redes y además que las capacidades han sido desbordadas.

Actualmente el saneamiento es uno de los problemas más graves que afronta el cantón, la red existente requiere una intervención urgente. A pesar de esto sin duda alguna el mayor problema que atraviesa este sistema es la inexistencia del tratamiento adecuado y efectivo que se requiere.

- **Incidencia sobre el componente abiótico**

El cantón no cuenta con un adecuado tratamiento de aguas residuales tanto domésticas, como de producción industrial, florícolas y artesanales y son vertidas estas descargas directamente en los cursos de agua que son abundantes en el territorio, esto degrada la vida acuática de estos cuerpos de agua y afecta el suelo que rodea a los mismos; el tránsito pesado permanente que atraviesa a diario el intercambiador del obelisco de Alóag, esto debido a que es el punto de unión entre las tres regiones del país, provoca la emanación de gran cantidad de gases producto de la combustión incompleta de los automotores afectando directamente al recurso aire.

Con un fuerte crecimiento en los últimos años, una parte importante de las industrias se encuentran localizadas en el sector de Alóag, las mismas fueron instaladas al inicio de forma espontánea en la periferia inmediata al tejido urbano, luego han sido englobadas por el crecimiento urbano, producen graves daños en el vecindario como: ruido, humo, desechos con malos olores, además de la contaminación localizada, las industrias realizan las descargas de sus aguas contaminadas con desechos más o menos tóxicos no biodegradables en gran escala, a través de los ríos.

- **Tratamiento de desechos sólidos**

El cantón cuenta con la planta de reciclaje y tratamiento en Romerillos, El Chaupi, actualmente ingresan aproximadamente 46 toneladas diarias de desechos,

recolectados en todas la parroquias con una cobertura casi total del área urbana, y con una cobertura de alrededor del 60% en el área rural, según información del GAD de Mejía.

- **Infraestructura y acceso a servicios sociales**

Acceso a servicios de salud y educación

Salud

Existe un Consejo de Salud Cantonal que es presidido por el alcalde. Este consejo tiene plena autonomía administrativa permitiéndole coordinar la gestión y ejecución de las políticas y planes de salud cantonal.

La Dirección de Servicios Públicos e Higiene depende del Municipio, por eso tiene la responsabilidad de controlar los locales de expendio de comida, mercancías, bares, y otras actividades de concentración poblacional.

El cantón Mejía está identificado como Área N° 16. Está integrado con ocho Unidades Operativas, una urbana con Jefatura de Área y siete rurales con Centros, Subcentros y Puestos de salud.

En la Jefatura de Área se encuentra un Hospital cantonal que presta cuatro servicios: Pediatría, Gineco-obstétrico, Medicina general y, Cirugía para atención de menor complejidad.

Educación

En Mejía 27195 personas asisten a un establecimiento educativo, y asumiendo que se asiste en dos jornadas, se requerirán 466 aulas, si consideramos que no se debe exceder de 30 alumnos por aula.

Si en el cantón se cuenta con 161 aulas existiría un déficit de 305 aulas, sin embargo de las 27195 personas que estudian solo 13952 lo hacen en Mejía, lo que representa el 51%, es decir la mitad de la población estudiantil se moviliza todos los días fuera del cantón.

Aún si consideramos esta población de 13952, y asumimos que se trabaja en doble jornada, se requeriría de 232 aulas de clase, sin duda esto refleja el déficit de equipamiento educativo.

- **Espacio público y equipamientos**

Resulta paradójico que teniendo el cantón Mejía tanto espacio libre, rodeado de naturaleza y hermosos paisajes no exista la cantidad y calidad adecuada de espacios libres y recreativos dentro de las áreas urbanas

Equipamiento deportivo

Se puede observar la existencia de equipamientos deportivos como canchas especialmente de fútbol, 32, en las que desarrollan sus actividades las ligas barriales existentes en cada parroquia. Existen también varias canchas, complejos deportivos, coliseos y piscinas.

Equipamiento cultural

El cantón Mejía está dotado de diversos equipamientos culturales, considerando la normativa que rige en el DMQ, el número de bibliotecas (8) es el adecuado a nivel cantonal, pero existe un déficit de bibliotecas a menor escala (barrial), que según esta misma normativa deberían ser 15.

Los demás equipamientos no son suficientes para satisfacer las necesidades del cantón y otras son inexistentes como es el caso de los museos y cines, que según la normativa del DMQ, para la población urbana del cantón (alrededor de 30.000 hab.) deberían ser al menos 6 unidades ubicadas estratégicamente en todo el territorio.

Mercados

El cantón Mejía cuenta con tres mercados; el Mercado Mayorista, El mercado Central y el Mercado de Ganado, concentrados en la parroquia de Machachi. A estos mercados acuden las personas de las otras parroquias también para comercializar sus productos y sus animales a la feria de ganado.

Camal Municipal

Funciona en un local readecuado, antes fue la planta hidroeléctrica de Machachi, por lo que su funcionamiento no es el más idóneo. Se faena solo ganado mayor, con un promedio de 59 reses por jornada. Los días de faenamiento son los lunes, miércoles, jueves y sábado.

- **Gestión integral de riesgos**

Desarrollando un recuento histórico de los eventos ocurridos en el cantón, resulta Mejía el cantón más seguro de Pichincha, pues no ha existido desastre alguno, o por lo menos ninguno registrado por la dirección nacional de la defensa civil.

El cantón se encuentra amenazado por movimientos sísmicos, la vulnerabilidad se la ha abordado a través de la calidad de la construcción de las edificaciones, por ejemplo Machachi es menos vulnerable que el resto de parroquias al tener un mayor número de edificaciones realizadas con asistencia técnica. El alto porcentaje de edificaciones del cantón, que podrían superar el 75%, son las más vulnerables.

El riesgo volcánico es alto en las parroquias de Alóag, Cutuglagua, Tambillo y Uyumbicho, pero no se ha encontrado información sobre la vulnerabilidad de estos

asentamientos, sin embargo la falta de planes de contingencia suponen vulnerabilidad.

Con respecto a la amenaza de deslizamientos, Manuel Cornejo Astorga es la más afectada debido a la inadecuada ubicación geográfica sobre la que se asienta.

- **Redes viales**

EL eje principal de esta red, en el cantón, es la troncal de la Sierra E-35 (Panamericana sur), la cual incluye el paso lateral del MDMQ, uniendo Tambillo, Sangolquí, Pifo, El Quinche y Santa Rosa de Cusubamba. Además se tienen dos Corredores Arteriales Transversales: Alóag – Santo Domingo (E20) que comunica con las provincias de la costa, y la Sangolquí – Pifo – Baeza (E20) que enlaza con las provincias orientales.

La conectividad con la red vial provincial y cantonal se realiza sobre la base de los corredores arteriales, corredores transversales y las vías colectoras.

Tipos de vías

La carretera pavimentada de dos o más vías representan el 4.4% del sistema vial del cantón, la constituyen las autovías principales, la troncal de la sierra; la transversal norte; la Quito, Tambillo; y Tambillo Sangolquí.

La gran mayoría de la red la constituyen los caminos de verano, el 47%, lo que representa un problema que dificulta la movilidad especialmente en la época invernal, y disminuye la accesibilidad y conectividad entre las parroquias, dificultando el transporte de personas y mercancías.

La carretera lastrada y angosta, representa el 20.2% del total.

Vías de Primer Orden.

El cantón está atravesado de norte a sur en su parte central, por la carretera panamericana en un tramo que corre a lo largo de 35km., con dos accesos importantes: la vía Alóag – Sto. Domingo con una longitud de 60km y el tramo Tambillo-Sangolquí con una extensión de 6 km. El nodo vial que conforman las vías Alóag-Santo Domingo y Panamericana Sur, presenta un sistema de flujos de alta intensidad de uso y su estructura no facilita un adecuado servicio vehicular por no tener los anchos debidos de manera continua y principalmente por atravesar zonas pobladas generando conflictividad.

Vías de Segundo Orden.

“La zona central del valle de Machachi está atravesada por una vasta y anudada red de caminos secundarios que en muchos casos tienen un carácter casi de tramo urbano; en buena parte están empedrados sirviendo de acceso a 45.000 hectáreas de la zona más fértil del cantón. La zona circundante de Machachi, se sirve de un tramo que provee accesibilidad a las haciendas ganaderas y para el turismo al refugio del Cotopaxi, en una longitud de 35 km., es un camino de verano.

Conexión entre asentamientos

Las características de las conexiones entre asentamientos son las siguientes:

- La vía Panamericana está pensada para conectar al cantón con otros territorios pero no presta las facilidades para la conexión de las parroquias, situación que se evidencia en la difícil accesibilidad a los asentamientos, especialmente a las áreas urbanas que generalmente se lo realiza de manera directa a través de semáforos que permiten cambiar de una autopista a una calle urbana.

- La interconexión entre asentamientos es complicada debido a la dispersión, e inclusive los que se encuentran cerca presentan problemas debido al cruce de vías como el caso Machachi-Aloasí o Tambillo.

1.1.2 Delimitación de la investigación

- **Unidades de observación**

Campo: Situación Social y de integración económica

Área: Ingeniería civil

Aspecto: Problemas de desabastecimiento de agua para consumo humano en las parroquias de Machachi y Aloasí

1.1.3 Delimitación Espacial

La investigación se realizará en la parroquia de El Chaupi vertiente VELO DE NOVIA, SECTOR LOS ILINIZAS DEL CANTÓN MEJÍA, en las coordenadas UTM WGS84 N 9933485.23, E 757242.52 cota 3334.77 metros s.n.m. y en las parroquias de Machachi y Aloasí, todas pertenecientes al cantón Mejía.

1.1.4 Delimitación Temporal

El trabajo de investigación se realizará en el tercer cuatrimestre del año 2013.

1.1.5 Unidades de Observación

- Gobierno A.D. Municipal del cantón Mejía, EPAA-MEJÍA-EP, SENAGUA Y MAE.

- Comunidades pertenecientes a las parroquias a intervenir El Chaupi, Aloasí, Machachi.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existe déficit en el abastecimiento de agua de consumo en las parroquias de Machachi y Aloasí del cantón Mejía.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1. ¿Por qué existe desabastecimiento de agua para consumo humano en las poblaciones de Machachi y Aloasí?
2. ¿Cómo se determina el mejor sistema para el diseño del proyecto de tal forma que se logre eficiencia en la gestión?
3. ¿Cómo se encuentra la red de distribución para cubrir la demanda?
4. ¿Evidenciara el estudio y la evaluación financiera la viabilidad de inversión para la construcción de la captación y línea de conducción complementaría?
5. ¿Cuáles serían los beneficios para la comunidad al momento de implementar los estudios en mención en las localidades determinadas para la intervención?
6. ¿Cómo lograr que los usuarios del agua potable hagan conciencia de no emplearla como agua de riego?

1.4 SISTEMATIZACIÓN

El diseño de la conducción complementaria contribuirá a solucionar el déficit de agua potable en las parroquias de Aloasí y Machachi y optimizara el uso de los recursos

hídricos para dotar de agua potable en cantidad y calidad suficientes, cumpliendo con las normativas, contribuyendo en los sectores a intervenir a que sus habitantes mejoren su calidad de vida

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

Diseñar el sistema de captación, bombeo e impulsión, conducción y almacenamiento, mediante el estudio del aforamiento, población y análisis económico, para dotar de agua potable a las parroquias de Machachi y Aloasí del cantón Mejía.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Estudiar la población presente y futura de acuerdo a la tasa de crecimiento, estableciendo el número de viviendas actuales y futuras de las áreas a ser intervenidas, para determinar el caudal de consumo diario de agua potable.
2. Determinar las variaciones de los caudales mediante aforos, para lograr captar el caudal máximo diario necesario, protegiendo las aguas Velo de Novia de la posible contaminación ambiental, para garantizar su calidad.
3. Diseñar el sistema de captación, bombeo; impulsión, conducción y almacenamiento.
4. Realizar el presupuesto de la obra.

1.6 JUSTIFICACIÓN

En un contexto global de creciente escasez de agua, el Ecuador presenta innegables ventajas ya que es uno de los países mejor dotados de agua en el mundo, sin embargo las crecientes dificultades generadas por su inequitativa distribución, sumados a la problemática determinada por la mala utilización del líquido vital por los habitantes, da como resultado el déficit de agua para las comunidades.

“El derecho humano al agua”, declara el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas, “otorga el derecho a todos al agua suficiente, segura, aceptable, físicamente accesible y asequible para uso personal y doméstico.”⁴

Además, representan los parámetros de un derecho humano que se viola amplia y sistemáticamente en una gran parte de la humanidad. Para unos 1.100 millones de personas, el agua suficiente, segura, aceptable, accesible y asequible para la vida es una esperanza de futuro, no una realidad del presente”.

Sin embargo, la desigualdad de su distribución, así como la contaminación debida a actividades productivas y ante todo a la falta de tratamiento de las aguas servidas, ponen en peligro los derechos humanos, el agua, a la salud, y de la naturaleza.

Ante esta situación urge buscar alternativas que permitan un mejor uso y aprovechamiento del agua desde un enfoque de igualdad y equidad, sustentabilidad y responsabilidad, es decir maximizar los beneficios económicos y sociales resultantes de una gestión equitativa sin causar daños en la sustentabilidad de los ecosistemas.

En el cantón Mejía y específicamente en las parroquias de Machachi y Aloasí, la distribución del agua potable ha llegado a su límite, por lo que los problemas de

⁴ Informe de Desarrollo Humano . (2006).

restricción y suspensión temporal del servicio se vienen incrementando conforme el crecimiento de la población de ambas ciudades.

Actualmente la planta de captación por bombeo de San Francisco tiene un caudal de 64 L/s, desde ahí se la transporta a la planta de tratamiento y potabilización, para luego volver conducirla a los tanques de almacenamiento y distribución en la parroquia de Aloasí. Dicha captación disminuye su volumen en épocas de estiaje, generando problemas de abastecimiento, situación que se agrava cuando el agua potable es utilizada para riego en las mencionadas épocas.

En las parroquias estudiadas el consumo diario de agua potable por habitante esta en el promedio de 120 L/hab./día, siendo inferior al promedio de las principales ciudades del Ecuador como Quito, Guayaquil y Cuenca, que es de 210 a 270 L /día, que es superior al promedio recomendado por la OPS que es de 200 L /día.

La falta de cobertura de agua potable en las parroquias de Machachi y Aloasí, se viene dando desde hace muchos años atrás, la actual administración se encuentra empeñada en buscar una solución definitiva al problema, por lo que ha contratado los estudios del Plan maestro de Agua Potable y Alcantarillado, estudios que se están realizando y determinaran las acciones a seguir para mejorar el abastecimiento.

Una de las acciones para aportar en el mejoramiento del sistema de distribución, es captar la vertiente de las aguas Velo de Novia en el sector de los Ilinizas, la cual puede aportar un caudal de 40 L/s, que sumado a lo que actualmente brinda la vertiente de San Francisco, por bombeo (64 L/s), la del mismo nombre por gravedad (29,9 L/s), la de Puichig (5 L/s) y la de Álvarez (3 L/s), se obtendría un total de 141.9 L/s, para la distribución de agua potable en las parroquias de Machachi y Aloasí.

1.6.1 Justificación Teórica

Los sistemas de agua potable, tienen que estar acorde a las necesidades y requerimientos de la población, por lo tanto se han establecido una serie de

procedimientos de investigación y análisis de resultados, técnicamente definidos en base de normas establecidas, herramientas de investigación y análisis de los diseños que optimicen los recursos financieros y materiales, siguiendo un plan de trabajo concreto que nos lleve a cumplir con los objetivos.

Se aplicarán técnicas científicas y procedimientos normados, análisis técnicos y comprobados a través de la investigación in situ, con muestras de laboratorio obtenidas en campo, validados por fundamentos comprobados que rigen a los diferentes entes de control y regulación a nivel nacional, como es el caso de la Secretaría Nacional del Agua, Subsecretaria de Saneamiento Ambiental, Normas de diseño de sistemas de agua potable para la EMAAP-Q, Ministerio del Ambiente, y Juntas de Aguas principalmente.

1.6.2 Justificación Práctica

Este sistema de captación, bombeo, impulsión, conducción y almacenamiento, de las aguas Velo de Novia, sector los Ilinizas, es una fuente de abastecimiento alternativo, por tal los problemas que surjan deben ser solucionados y/o buscar alternativas de forma técnica con la finalidad de que el desarrollo del proyecto no se detenga. Existe mucho potencial en la ejecución de éste proyecto, en función de la disponibilidad de un caudal base existente y que este en correspondencia con los datos disponibles.

Siendo el agua un elemento indispensable, existe la tentación de obtenerlo a cualquier precio. Así, muchas captaciones de agua han sido ejecutadas sin importar su rentabilidad. Tal forma de proceder es completamente ilógica por lo que no es raro que una solución diferente, pero económicamente más viable acabe por imponerse.⁵

⁵ Jean Pimienta, La captación de aguas Subterráneas, Pág. 97, Editores técnicos Asociados, Barcelona, 1980

1.6.3 Justificación Relevancia Social

Se considera que la implementación del proyecto no solo tiene un contexto social como un ente global, también consigue beneficios individuales pues permiten el desarrollo económico del individuo, la estandarización del estatus social, al tener disponibilidad de un recurso vital como es el agua, y al minimizar el impacto que su escasez o ausencia provoca; la posibilidad de enmarcar en un posterior proyecto macro de potabilización, la utilización de la mano de obra del sector, la concientización de los ciudadanos sobre la protección de los recursos hídricos, su correcto uso y aprovechamiento del agua para consumo humano. Además este proyecto ayudará a minimizar los impactos ocasionados en los costos de salud de los habitantes.

1.7 HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER

1.7.1 Hipótesis

El diseño de la toma de captación y línea de conducción complementaria optimizara la distribución del agua potable y constituirá un factor determinante, para mejorar la cantidad y calidad del agua potable en las parroquias de Aloasí y Machachi del cantón Mejía.

1.7.2 Variable Independiente

Sistema de captación, conducción y abastecimiento de agua potable.

1.7.3 Variable Dependiente

La calidad de vida de los habitantes.

CAPÍTULO II

2. EL MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO REFERENCIAL

El valle del cantón Mejía es una zona eminentemente agrícola y ganadera en escalas grandes, medianas y pequeñas. En la última década en el sector se ha desarrollado la actividad de la agroindustria como eje fundamental de desarrollo; la capacidad y características especiales de sus suelo, clima y demás factores físicos, han permitido la intensificación y diversificación de los modos de producción incluidos los de exportación; sin embargo la demanda de agua para satisfacer las necesidades humanas, de riego, abrevaderos e industrias es actualmente insuficiente, especialmente en la zona occidental del valle en la faldas iniciales de toda la cordillera del cerro el Corazón, donde se asientan todas las comunidades y barrios rurales, siendo las más afectadas las parroquias de el Chaupi, Aloasí y Alóag respectivamente.

La parroquia de Aloasí se abastece del sistema integral Machachi-Aloasí; sin embargo y en vista de que la ubicación de los taques de reserva se encuentran en cotas críticas, no permiten atender con el servicio a zonas altas de la población, como también a los barrios occidentales que se dedican a las actividades agrícolas y ganaderas.

Estos barrios occidentales se abastecen de agua superficial de las quebradas de Cumbiteo, La Derrumbadera, De Larco y La Virgen con un caudal total de 5.58 L/s, este caudal no abastece totalmente a las necesidades de la población, obligando a los racionamientos diarios y horarios a todos los sectores; según la “Junta Administradora de Agua Potable de los Barrios Occidentales de la Parroquia de Aloasí”, los usuarios del agua están repartidos de la siguiente manera:

Usuarios con medidor: 508

Barrios servidos actualmente: 9

Haciendas servidas: 14

El déficit de agua potable existente desde hace varios años en los barrios occidentales de la parroquias de Aloasí y Machachi, que en épocas de estiaje se torna realmente crítico, ha determinado que el GAD Municipal del cantón Mejía, con la finalidad de dar solución a este problema de la comunidad, proponga la implementación de un proyecto integral que contribuya a mejorar las condiciones de vida de esta población. El proyecto contempla los estudios del Plan Maestro de agua potable y Alcantarillado, que actualmente están ejecutándose, así como la ubicación de las posibles fuentes de captación de agua.

La Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado del cantón Mejía (EPAA-M-EP), ha considerado como prioritario realizar los estudios y diseños de la captación y conducción complementaria para el abastecimiento de agua potable de las parroquias de Aloasí y Machachi, de las aguas Velo de Novia sector los Ilinizas, después de establecer mediante aforos que el caudal disponible es de entre 40 y 50 L /s, de los cuales se obtuvo una concesión de 40 L/s.

Uno de los factores más importantes para implementar un sistema de abastecimiento de agua es la disponibilidad del caudal existente en la fuente, el mismo que tiene que responder a las necesidades presente y futura de una población, además como es un proyecto que obliga por razones topográficas a utilizar una estación de bombeo, obligatoriamente debió determinarse su volumen, en la estación seca, obteniéndose como resultado del aforo un caudal de 45 L/s estableciéndose así, un caudal base disponible a ser considerado en los diseños de la captación y conducción.

El sitio de la posible captación y caudal a captar se localiza en las coordenadas UTM WGS84 N 9933485.23, E 757242.52 cota 3334.77 metros SNM, en la quebrada

denominada “Tundurrumi”, perteneciente a la microcuenca del río Zarapullo; flanco sur del cerro el Corazón; la quebrada se encuentra alimentada por 5 pequeñas quebradas que mantienen el cauce principal.

El área del proyecto y de la zona de influencia tiene condiciones naturales sin intervención antrópica, con predominio de vegetación tipo pajonal y arbórea de mediana altura, en cambio se observa bosque primario y grandes chaparros en los taludes finales de la quebrada; por su formación geológica tipo garganta, genera una influencia directa que transporta una corriente húmeda proveniente del piso climático intertropical, permitiendo un cambio en la cobertura vegetal boscosa y de condiciones atmosféricas especiales.

La topografía del área del estudio corresponde a lo característico de los flacos de montañas, con pendientes moderadas e irregulares, pero favorables para implantar las diferentes estructuras para desarrollar el sistema de agua potable; con pendientes de sur a norte para las líneas de conducción entre las cotas 3596.39 y 3341.39 metros SNM y de oeste a este para las redes de distribución entre las cotas 3400 y 3040 metros SNM.

El clima por encontrarse en la zona templada fría tiene temperaturas entre 6 °C y 12° C, precipitación anual de 967 mm y un máximo promedio en 24 horas de 31,42 mm; siendo los meses de febrero a abril los de mayor intensidad de lluvias. Sin embargo será necesario considerar estaciones meteorológicas vecinas que respondan a características similares como la correspondiente a la de Minitrack, con una precipitación anual de 1147,10 mm y una evapotranspiración potencial de 812 mm.

2.1.1 Marco Teórico

El agua para la existencia humana es de vital importancia, porque hasta ahora uno de los elementos necesarios para subsistir es a través del consumo del líquido vital, para ello, el agua dulce debe poseer ciertas características de calidad establecidas

en las normativas nacionales e internacionales relacionadas con la adecuación del recurso.

2.1.1.1 Fuentes de Abastecimiento

Para la selección de las fuentes de agua, de las que se sirve el hombre para su utilización en forma cotidiana, es importante recordar el **Ciclo Hidrológico** como su origen, o sea los pasos del agua circulando durante el transcurso del tiempo a través de distintos medios, el **punto de partida** es la evaporación del agua en la superficie del océano, esta adquiere el estado gaseoso y circula en la atmósfera con desplazamiento vertical y horizontal. En la atmósfera se condensa y se precipita nuevamente a la superficie como lluvia o granizo, llenando lagos, se infiltra en el terreno y circula dentro de él para aflorar en áreas de menor elevación o retornar en forma subterránea al mar, otra parte se retiene en la vegetación y finalmente se escurre superficialmente y forma cauces, desembocando en lagos o vasos de almacenamiento artificiales. De esta manera, se encuentran disponibles en la naturaleza las siguientes fuentes de abastecimiento de agua:

- a) Agua Superficial
- b) Agua Subterránea
- c) Agua Atmosférica
- d) Agua Salada

Por tanto, se consideran dos grandes fuentes de abastecimiento de agua potable: Las de aguas superficiales y subterráneas.

Las **aguas superficiales** incluyen ríos y lagos (agua dulce), son fácilmente alcanzadas y su contaminación puede ser removida con relativa facilidad. Generalmente son aguas blandas, por sus características físico químicas y por estar abiertas a la atmósfera tienen un alto contenido de oxígeno disuelto. Por la exposición a la que están sometidas en su trayecto, por lo general necesitan de un

tratamiento completo (sedimentación, filtración y desinfección), en el caso de los ríos del país, contienen una alta turbiedad.

Las **fuentes subterráneas** están generalmente mejor protegidas de la contaminación y su calidad es más uniforme. Es menos probable que las aguas subterráneas tengan sabor y olor, o contaminación por actividad biológica a diferencia de las superficiales. Las aguas subterráneas no son corrosivas por el bajo contenido de oxígeno disuelto, necesitando por lo general sólo un proceso de desinfección, excepto cuando entran en contacto con estratos mineralizados que contienen altos contenidos de hierro y manganeso.

2.1.1.2 Sistemas de Conducción

El tipo de sistema de agua está determinado por la fuente de agua que será utilizada para abastecer a la comunidad o población, de acuerdo a esta definición se enumeran los más importantes:

- a) Sistema de Gravedad: Sistema que hace uso de la energía potencial del agua, la cual es captada desde una cota más elevada a la que abastece.

- b) Sistema por Bombes: Sistema por el cual el agua debe ser impulsada por energía externa que puede ser de bombas manuales o mecánicas accionadas por combustible o energía eléctrica, la fuente de abastecimiento puede ser agua subterránea o superficial, depende el tipo de energía que sea utilizada así será el nombre que tome el sistema.

- c) Sistema de Cosecha de agua de Lluvia: Son sistemas que recolectan y almacenan agua de lluvia aprovechándola para consumo humano.

2.1.1.3 Sistema de Abastecimiento

El sistema de abastecimiento de agua esta formado por un conjunto de obras, dotación de equipos y servicios destinados al suministro de agua potable de una población para fines de consumo doméstico, servicios públicos, consumo industrial y otros usos. El agua suministrada por el sistema deberá ser siempre que sea posible, en cantidad suficiente y de la mejor calidad desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico⁶.

Un sistema de abastecimiento público de agua comprende diversas unidades que serán detalladamente estudiadas como sigue:

- Captación.
- Conducciones principales y secundarias de agua cruda.
- Potabilización de acuerdo a su calidad.
- Almacenamiento.
- Distribución.

El sistema de agua potable, de las poblaciones de Machachi y Aloasí conduce agua en cantidades que no satisfacen la demanda de la población, especialmente en las cotas altas, hecho que ocasiona la presencia de enfermedades gastrointestinales, además del uso irracional del agua, debido a que se la utiliza para el riego agrícola y de áreas verdes, jardines públicos, césped del estadio y otros, por lo que el mayor impacto del suministro del servicio de agua potable, se consigue cuando las familias mejoran las condiciones al interior de las viviendas y la utilizan adecuadamente; convirtiéndose en buenos usuarios del mismo, por estas razones el proyecto se fundamenta básicamente en:

- El mejoramiento de la infraestructura del sistema de agua potable, a fin de garantizar un servicio de calidad y cantidad, dentro de los estándares establecidos.

⁶ www.fluidos.eia.co/DETERMINACIONDELADOTACIODELAGUA

- El mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del sector a ser servidos.

2.1.1.4 Captación

Captación de toma lateral

Es la que se construye en uno de los blancos del curso del agua, de forma tal que el agua, ingrese directamente a una caja de captación para su posterior conducción por tubería, se deberá prever la construcción de muros de ala para evitar el desgaste del terreno.

2.1.1.5 Cárcamo

Un cárcamo de bombeo o pozo de succión, es una estructura vertical a superficie libre en donde descarga el conducto de la toma y donde se instalan las bombas para elevar el agua al nivel deseado. Generalmente consiste en un depósito enterrado construido de concreto o mampostería cuyas dimensiones están en función del tamaño del equipo que se vaya a instalar y del procedimiento empleado en su construcción. Además en su diseño se toma en cuenta la facilidad que se debe tener para su inspección y limpieza periódicas.

La necesidad del control que debe ejercer el cárcamo sobre el flujo surge de los requisitos de operación de las bombas, que están diseñadas para funcionar, en general, en condiciones constantes de carga hidráulica, de velocidad de aproximación del líquido a la bomba y de velocidad de rotación del motor. Estas condiciones se cumplen, sólo si el cárcamo presenta características de diseño para la succión, donde se obtenga una altura neta positiva de aspiración disponible mayor que la altura neta positiva de aspiración requerida, que es un dato facilitado por el fabricante de la bomba, ($NPSHD > NPSHR$).

2.1.1.6 Golpe de ariete

Definición:

Una columna de líquido moviéndose tiene inercia, que es proporcional a su peso y a su velocidad. Cuando el flujo se detiene rápidamente, por ejemplo al cerrar una válvula, la inercia se convierte en un incremento de presión. Entre más larga la línea y más alta la velocidad del líquido, mayor será la sobrecarga de presión.

Estas sobrepresiones pueden llegar a ser lo suficientemente grandes para reventar cualquier tipo de Tubería. Este fenómeno se conoce con el nombre de Golpe de Ariete⁷.

2.1.1.7 Cota piezométrica

La línea o cota piezométrica es una indicación de la energía presente en cada punto de la tubería.

La distancia vertical desde la tubería a la línea piezométrica es la medida de carga hidrostática y la diferencia entre la línea piezométrica y el nivel estático representa la carga hidrostática que se ha perdido por fricciones. Puesto que la presión del agua en los interfaces agua -aire es la atmosférica (considerada como referencia cero), cada vez que nos encontremos en un punto con estas características, la línea Piezométrica deberá descender hasta el cero también.

2.1.1.8 Válvulas, uso y ubicación

Cada vez que la conducción se pone en funcionamiento, es necesario expulsar el aire de la tubería para permitir que el tubo pueda llenarse de agua. En ocasiones, esto no es necesario ya que el perfil puede ser tal, que la tubería puede mantenerse llena.

Cuando la conducción se encuentra llena requiere desaguarse, por ejemplo, para realizar alguna reparación de la tubería, es necesario abrir las válvulas de desagüe

⁷ www.grupovalro.com.mx/SOPORTE/TECNICOHIDRAULICO

colocadas en los puntos bajos de la tubería, y en los puntos altos es preciso admitir aire a la tubería.

Para que se logre el llenado y el vaciado de la tubería, se colocan válvulas de admisión y expulsión de aire, las cuales hacen la doble función de expulsar el aire cuando la tubería se está llenando, o admitir aire a la tubería cuando ésta se está vaciando.

Se recomienda colocar válvulas eliminadoras de aire y válvulas de admisión y expulsión de aire en todos los puntos altos de la conducción y en los tramos largos sensiblemente planos a distancias de 400 a 800 m. Las válvulas de desagüe se colocan en los puntos bajos.

2.1.1.9 Válvulas de expulsión de aire

El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua produciendo un aumento de pérdidas de carga y una disminución del área útil de la tubería, para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire automática (ventosas) o manuales. De acuerdo a las normas se sugiere utilizar válvulas de 1 pulgada donde la tubería es de 200 mm.

2.1.1.10 Cámaras rompe presión

Al existir fuerte desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción puede generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar la tubería en este caso se sugiere la instalación de cámaras rompe presión cuando se alcance cada 1.10MPa de presión dinámica o cada 1.00 MPa de presión estática.

2.1.1.11 Válvulas de desagüe⁸

Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada provocan la reducción del área de flujo del agua siendo

⁸ www.scrbd.com-PROCEDIMIENTOS-ACCESORIOS

necesaria la instalación de válvulas de purgas que permita periódicamente limpieza de tramos de tubería.

2.1.1.12 Anclajes

Los anclajes son elementos estructurales que tiene como finalidad el sujetar a la tubería, para evitar desplazamientos, debido a los empujes provocados por los esfuerzos que se tiene a los cambios de dirección tanto horizontal como vertical.

2.1.1.13 Pasos elevados⁹

Cuando la topografía del terreno obliga a cruzar la tubería a través de ríos, quebradas secas u otra depresión en el terreno, una de las opciones es la instalación de un puente colgante, en nuestro caso utilizaremos el puente colgante PC – 20.

2.1.2 Marco Conceptual

Con el propósito de unificar significados de algunos términos que se utilizaran en la presente investigación se definen algunos de ellos (Anexo N° 1), de acuerdo a lo estipulado en las “Normas Para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas residuales Para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes.”, publicado por: La Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias, en Agosto de 1993.

2.1.2.1 Aforo

La hidrometría es la parte de la hidrodinámica que estudia la medición del escurrimiento. Para este fin, es usual emplear un término denominado aforo. Aforar

⁹ Manual operativo tomo V , Planos tipo, Guía de opciones técnicas (GOT).Subsecretaría de Agua potable y Saneamiento Básico (SAPSB), Programa da Agua y Saneamiento para Comunidades Rurales y Pequeños Municipios, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), Agosto-1999.

una corriente significa determinar a través de mediciones, el caudal que pasa por una sección dada y en un momento determinado¹⁰.

Aforo volumétrico

Este método consiste en hacer llegar a la corriente, un depósito o recipiente de volumen (**V**) conocido, y medir el tiempo (**T**) que tarda en llenarse dicho depósito.

Para calcular el caudal, hacer:

Calcular o medir el volumen del depósito o recipiente (**V**).

Con un cronómetro, medir el tiempo (**T**), requerido para llenar el depósito.

Calcular el caudal con la ecuación:

$$Q = V/T$$

Donde:

Q = caudal, en L/s ó m³/s

V = volumen del depósito, en L o m³

T = tiempo en que se llena el depósito, en segundos

Este método es el más exacto, pero es aplicable solo cuando se miden caudales pequeños. Las medidas con recipiente, se deben repetir tres veces, y en caso de tener resultados diferentes, sacar un promedio, ya que se puede cometer pequeños errores al introducir el recipiente bajo el chorro.

Materiales y equipo:

1. Recipiente de volumen conocido.
2. Cronómetro
3. Calculadora
4. Formatos del indicador de cantidad de agua.
5. Libreta de campo y lápiz, para anotar observaciones relevantes que puedan contribuir a explicar los resultados.

¹⁰ www.slaideshare.net-hidrologiaescurrimiento

2.1.2.2 Análisis de la calidad del agua

En las áreas rurales es indispensable que sean respetados los límites mínimos de potabilidad, especialmente sobre las sustancias nocivas y que garantice la calidad bacteriológica de las aguas de abastecimiento, proporcionando agua sanitariamente segura. Los límites sobre la calidad son de carácter general y se proporcionan como aptas para consumo humano. Los límites sobre calidad a observarse serán los contenidos en las normas; para lo cual es necesario efectuar un análisis fisicoquímico, sanitario y bacteriológico, los cuales se describen a continuación:

Análisis fisicoquímico

Las muestras para los exámenes físico-químicos se tomarán en recipientes perfectamente esterilizados y adecuados, preferiblemente de plástico, cuya capacidad mínima debe ser de cuatro litros. En el análisis físico se determina el sabor, color, temperatura, turbidez, sólidos y olor; el análisis químico mide la alcalinidad, la dureza, cloruros, nitritos, nitratos, oxígeno disuelto, amoníaco albuminoideo, contenido de hierro, contenido de manganeso, cloro residual y ph. Los resultados de estos análisis se pueden ver en el cuadro N° 8, en el cual se puede observar que están entre los límites permitidos.

Análisis bacteriológico

Las muestras para los exámenes bacteriológicos se tomaran en envases adecuados, esterilizados, de boca ancha y tapón hermético, cuya capacidad debe ser 100 mililitros. El objetivo principal es proporcionar toda la información relacionada con su potabilidad, es decir, evitar el peligro de ingerir organismos que puedan producir enfermedades .En nuestro país la mayoría de enfermedades son de origen entérico, tales como virales, bacterianas y parasitósicas, es decir, que son producidas por organismos microbiológicos. El objetivo primordial del examen bacteriológico es la detección de la polución fecal, ya que ésta es la que representa

el mayor peligro para la humanidad. Los resultados de estos análisis se pueden ver en el cuadro N° 8 con lo cual se podrá observar que están entre los límites.

Recolección de muestras¹¹

El objetivo es obtener una muestra representativa del agua para poder determinar a partir de ella su calidad microbiológica y fisicoquímica, de interés sanitario.

Para llevar a cabo la recolección de las muestras de agua en el sitio de la captación y su transporte hasta el laboratorio, es preciso utilizar material y equipo especial, así como seguir una serie de lineamientos que generalmente son especificados por las autoridades de salud y del agua del país, con base en el tipo de análisis requerido. De igual forma, estas establecen las normas de calidad requeridas para los diferentes usos del agua.

Para asegurar que los resultados de los análisis son confiables es necesario seguir un proceso para la toma de muestras tanto para análisis fisicoquímico como bacteriológico.

El muestreo es un factor muy importante para la confiabilidad de los resultados por lo que se requiere tener en cuenta lo siguiente:

a) ¿Qué tipo de fuente se va a muestrear?

- Si el muestreo es una fuente superficial
- De un pozo profundo, tanque o depósito
- Grifo
- Agua cruda (que no ha sufrido ningún tratamiento)
- Agua tratada
- Agua residual

¹¹ www.slaideshare.net-tomademuestradeagua

b) ¿Qué tipo de análisis de desea realizar?

- Físicoquímico
- Bacteriológico
- Contaminación orgánica
- Metales pesados
- Plaguicidas

Tipo de muestras:

En el caso de análisis microbiológicos de aguas, la muestra para analizar debe ser siempre simple, sin que se puedan obtener muestras compuestas ni integradas, de modo que la muestra para el laboratorio sea la obtenida en el punto de muestreo.

Material

Exceptuando el material o aparatos específicos que puedan utilizarse para determinadas tomas especiales, los frascos más adecuados son los de vidrio neutro con tapón esmerilado o roscado, muy limpio y esterilizado.

Los recipientes empleados han de tener una capacidad mínima de 250 ml., si bien es útil disponer de otros de mayor capacidad cuando la técnica analítica así lo exija.

Técnica de muestreo

Las operaciones que comporta la toma de muestras varían según la naturaleza del agua a analizar y el punto de muestreo elegido.

En ríos o cursos de agua será preciso considerar diversos factores, tales como: profundidad, caudal, distancia a la orilla, etc. La muestra se tomará lo más lejos posible de la orilla, procurando no remover el fondo y evitando los remansos o zonas de estancamiento.

Para tomar una muestra del agua de un lago o de un río se sujetará el frasco por el fondo en posición invertida, sumergiéndolo completamente y dándole la vuelta en sentido contrario a la corriente (río) o desplazándolo horizontalmente en la dirección de la boca del frasco (lago).

En manantiales naturales, o fuentes de caudal continuo, sin dispositivos de intermitencia, se tomará la muestra directamente sin adoptar medidas especiales de drenaje.

Volumen de la muestra

El volumen a tomar debe ser el adecuado para que en una sola muestra se puedan efectuar simultáneamente la totalidad de los análisis y estará en función de la técnica analítica a utilizar.

Para el análisis físico químico se tomarán, cuatro litros y para el análisis bacteriológico 100ml.

Cerrado y precintado

Las muestras se cerrarán convenientemente y se precintarán, en su caso, de formas que quede garantizada su inviolabilidad.

Rotulación

Antes de la toma de la muestra se marcará el frasco mediante rotulador resistente al agua, con una referencia que permita su identificación. En todo caso la muestra se acompañará de una ficha o etiqueta en la que se consignen los datos necesarios que, como mínimo, serán los siguientes:

Datos del solicitante:

Nombre de la persona o Entidad y dirección completa.

Datos del agua:

Origen de la muestra (pozo, manantial, grifo, cisterna, río, etcétera).

Dirección o emplazamiento exacto, término municipal y provincia.

Fecha y hora de la captación.

Acondicionamiento y conservación

Una vez tomada la muestra se acondicionará de modo que quede en la oscuridad, debiendo remitirse cuanto antes al laboratorio. Es conveniente iniciar el análisis antes de que transcurran seis horas desde la toma de la muestra.

2.1.2.3 Levantamiento Topográfico¹²

Se entiende por levantamiento topográfico al conjunto de actividades que se realizan en el campo con el objeto de obtener la información necesaria que permita determinar las coordenadas rectangulares de los puntos del terreno, la distancia horizontal y la diferencia de alturas, ya sea directamente o mediante un proceso de cálculo, con las cuales se obtiene la representación gráfica del terreno, con el fin de poder tener una representación ideal para poder realizar los diseños respectivos.

Equipos Topográficos

En el presente trabajo se propone al GPS y a la Estación Total como equipos topográficos a ser utilizados en el levantamiento.

Para la elaboración del trabajo topográfico se utilizaron los siguientes equipos:

- Estacion Total TRIMBLE M3 5".

¹² www.saber.ula.ve/articulo3pdf

- GPS Garmin Etrex vista HCX.
- 2 Porta prismas.
- 2 Prismas.
- 3 Radios Motorola VHF
- Estacas, clavos
- Pintura
- Machetes
- Equipo de Cómputo
- Software Topográfico

GPS

El GPS (Geographic Positional System), o Sistema de Posicionamiento Global es un sistema de posicionamiento terrestre, nos indica las coordenadas X, Y y Z, establecidas por el sistema, la posición la calculan los receptores GPS gracias a la información recibida desde satélites en órbita alrededor de la Tierra.

Estación Total

El mejor método para la realización de un levantamiento topográfico fiable es la utilización de una estación total, ya que este tipo de estaciones realiza todas las mediciones de forma automática sin tener opción a errores de lectura, anotación, cálculo o transcripción, realizándose todo digitalmente a través de programas de computación.

Metodología de trabajo en campo

1.- Reconocimiento del sitio.

2.- Recorrido preliminar para reconocer las características del sitio y las condiciones en que se encuentra el lugar, para determinar la estrategia a seguir, el personal necesario y los materiales a utilizar.

- 3.- Estudio de los posibles trazos de la poligonal.
- 4.- Para llevar a cabo el proyecto de una conducción resulta útil apoyarse sobre cartas topográficas de la zona.
- 5.- Estacado de la poligonal abierta georeferenciada con GPS navegador.
- 6.- Inicio con la georeferencia de la primera estaca al norte magnético.
- 7.- Referencia del punto, Norte, Este y elevación (X, Y, Z)
- 8.- Levantamiento de la faja topográfica y localización directa del eje de la línea de conducción.

Sobre el trazo de la conducción, será necesario obtener un levantamiento topográfico en planimetría y altimetría, marcando las elevaciones del terreno natural a cada 20 metros, en los puntos donde existen cambios importantes de la pendiente del terreno y en los puntos donde cambia el trazo horizontal de la conducción. El estudio topográfico se debe realizar a lo largo de la ruta propuesta por donde tentativamente pasará la tubería de la conducción, tomando los detalles de caminos, quebradas, cercas, etc.

El levantamiento topográfico consistió en la planimetría y altimetría; para el efecto por la diferencia de nivel existente entre la captación y el almacenamiento, se decidió realizar un levantamiento topográfico de primer orden para obtener datos con la mayor precisión posible.

2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

El proyecto, materia del presente estudio, por su naturaleza, se enmarca dentro de los lineamientos de las políticas del GAD Municipal del cantón Mejía y de la Empresa Pública de Agua y Alcantarillado Municipal, consecuencia de ello se encuentra

consignado en el Plan Estratégico Concertado por la Municipalidad, ya que con su ejecución quedaría cubierta la necesidad de agua potable en las poblaciones a intervenir.

En la actualidad no existen estudios de factibilidad para satisfacer la demanda del líquido vital en las poblaciones antes indicadas, solamente el informe No 2012 – 002 – EPAA del Ingeniero Marco Viteri, funcionario de Empresa Pública de Agua y Alcantarillado Municipal del cantón Mejía, donde concluye que es procedente continuar con el proyecto en función de la disponibilidad de un caudal base existente a ser considerado en los diseños, que se encuentra en un rango de entre 40 a 50 L/s.

Por lo expuesto es necesario considerar siempre la normativa legal que se expondrá a continuación.

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

TITULO I

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL ESTADO

Capítulo primero

Principios fundamentales

Art. 3.- Son deberes primordiales del Estado:

1. Garantizar sin discriminación alguna el efectivo goce de los derechos establecidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales, en particular la educación, la salud, la alimentación, la seguridad social y el agua para sus habitantes.

TÍTULO II

DERECHOS

Capítulo segundo

Derechos del buen vivir

Sección primera

Agua y alimentación

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Sección séptima

Salud

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva. La prestación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional.

TÍTULO II
DERECHOS
Capítulo sexto
Derechos de libertad

Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas:

2. El derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios.

TÍTULO V
ORGANIZACIÓN TERRITORIAL DEL ESTADO

Capítulo cuarto
Régimen de competencias

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

A través de Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), se fundamentan los siguientes artículos:

Capítulo I

Gobierno Autónomo Descentralizado Regional

Sección Segunda

Del Consejo Regional

Artículo 34.- Atribuciones del consejo regional.- Son atribuciones del consejo regional las siguientes:

- h) Aprobar la creación de empresas públicas o la participación en empresas de economía mixta, para la gestión de servicios de su competencia u obras públicas regionales, según las disposiciones de la Constitución y la ley. La gestión de los recursos hídricos será exclusivamente pública y comunitaria de acuerdo con las disposiciones constitucionales y legales;
- h) Podrán también ejercer la gestión hídrica empresas de economía mixtas, referidas a la gestión hidroeléctrica, garantizando el derecho humano al agua y la prohibición constitucional de no privatización;

Capítulo III

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal

Sección Primera

Naturaleza Jurídica, Sede y Funciones

Artículo 55.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal.-

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

- d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley;

Capítulo IV

Del Ejercicio de las Competencias Constitucionales

Artículo 132.- Ejercicio de la competencia de gestión de cuencas hidrográficas.-

La gestión del ordenamiento de cuencas hidrográficas que de acuerdo a la Constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados regionales, comprende la ejecución de políticas, normativa regional, la planificación hídrica con participación de la ciudadanía, especialmente de las juntas de agua potable y de regantes, así como la ejecución subsidiaria y recurrente con los otros gobiernos autónomos descentralizados, de programas y proyectos, en coordinación con la autoridad única del agua en su circunscripción territorial, de conformidad con la planificación, regulaciones técnicas y control que esta autoridad establezca.

En el ejercicio de esta competencia le corresponde al gobierno autónomo descentralizado regional, gestionar el ordenamiento de cuencas hidrográficas mediante la articulación efectiva de los planes de ordenamiento la cuenca hidrográfica respectiva con las políticas emitidas en materia de manejo sustentable e integrado del recurso hídrico.

El gobierno autónomo descentralizado regional propiciará la creación y liderará, una vez constituidos, los consejos de cuenca hidrográfica, en los cuales garantizará la participación de las autoridades de los diferentes niveles de gobierno y de las organizaciones comunitarias involucradas en la gestión y uso de los recursos hídricos.

Los gobiernos autónomos descentralizados regionales, en coordinación con todos los niveles de gobierno, implementarán el plan de manejo de cuencas, subcuencas y microcuencas, en sus respectivas circunscripciones territoriales. Los gobiernos autónomos descentralizados provinciales ejecutarán las obras de infraestructura fijadas en el marco de la planificación nacional y territorial correspondiente, y de las políticas y regulaciones emitidas por la autoridad única del agua.

No obstante las competencias exclusivas señaladas, el gobierno central podrá realizar proyectos hídricos multipropósitos que tengan una importancia estratégica, para lo cual deberán considerar los criterios de los gobiernos autónomos descentralizados. Además, vía convenio, se garantizará un retorno económico fijado técnicamente, en beneficio de los gobiernos autónomos descentralizados de las circunscripciones territoriales de donde provengan los recursos hídricos, con la finalidad de mantener, conservar y recuperar la cuenca hidrográfica.

Se prohíbe la adopción de cualquier modelo de gestión que suponga algún tipo de privatización del agua; además, se fortalecerán las alianzas público comunitarias para la cogestión de las cuencas hidrográficas.

Artículo 137.- Ejercicio de las competencias de prestación de servicios públicos.-

Las competencias de prestación de servicios públicos de agua potable, en todas sus fases, las ejecutarán los gobiernos autónomos descentralizados municipales con sus respectivas normativas y dando cumplimiento a las regulaciones y políticas nacionales establecidas por las autoridades correspondientes.

Los servicios que se presten en las parroquias rurales se deberán coordinar con los gobiernos autónomos descentralizados de estas jurisdicciones territoriales y las organizaciones comunitarias del agua existentes en el cantón.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales planificarán y operarán la gestión integral del servicio público de agua potable en sus respectivos territorios, y coordinarán con los gobiernos autónomos descentralizados regional y provincial el mantenimiento de las cuencas hidrográficas que proveen el agua para consumo humano. Además, podrán establecer convenios de mancomunidad con las autoridades de otros cantones y provincias en cuyos territorios se encuentren las cuencas hidrográficas que proveen el líquido vital para consumo de su población.

Los servicios públicos de saneamiento y abastecimiento de agua potable serán prestados en la forma prevista en la Constitución y la ley. Se fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y lo comunitario. Cuando para la prestación del servicio público de agua potable, el recurso proviniere de fuente hídrica ubicada en otra circunscripción territorial cantonal o provincial, se establecerán con los gobiernos autónomos correspondientes convenios de mutuo acuerdo en los que se considere un retorno económico establecido técnicamente.

Las competencias de prestación de servicios públicos de alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, y actividades de saneamiento ambiental, en todas sus fases, las ejecutarán los gobiernos autónomos descentralizados municipales con sus respectivas normativas. Cuando estos servicios se presten en las parroquias rurales se deberá coordinar con los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales.

La provisión de los servicios públicos responderá a los principios de solidaridad, obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad. Los precios y tarifas de estos servicios serán equitativos, a través de tarifas diferenciadas a favor de los sectores con menores recursos económicos, para lo cual se establecerán mecanismos de regulación y control, en el marco de las normas nacionales.

De manera complementaria y sin perjuicio de lo anterior, los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales gestionarán, coordinarán y administrarán los servicios públicos que le sean delegados por los gobiernos autónomos descentralizados municipales.

Vigilarán con participación ciudadana la ejecución de las obras de infraestructura y la calidad de los servicios públicos existentes en su jurisdicción.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales realizarán alianzas con los sistemas comunitarios para gestionar conjuntamente con las juntas administradoras de agua potable y alcantarillado existentes en las áreas rurales de su circunscripción. Fortaleciendo el funcionamiento de los sistemas comunitarios. Los gobiernos autónomos descentralizados municipales podrán delegar las competencias de gestión de agua potable y alcantarillado a los gobiernos parroquiales rurales.

Todas las instancias responsables de la prestación de los servicios deberán establecer mecanismos de control de calidad y los procedimientos de defensa de los consumidores y consumidoras; y las sanciones por vulneración de estos derechos, la reparación e indemnización por deficiencias, daños o mala calidad de bienes y servicios, y por la interrupción de los servicios públicos que no fuera ocasionada por caso fortuito o fuerza mayor.

Capítulo VIII

Régimen Patrimonial

Sección Cuarta

Reglas Especiales Relativas a los Bienes de Uso Público y Afectados al Servicio Público

Artículo 432.- Obras en riberas de ríos y quebradas.- Excepcionalmente y siempre que sea para uso público, se podrá ejecutar, previo informe favorable de la autoridad

ambiental correspondiente y de conformidad al plan general de desarrollo territorial, obras de regeneración, de mejoramiento, recreación y deportivas, en las riberas, zonas de remanso y protección, de los ríos y lechos, esteros, playas de mar, quebradas y sus lechos, lagunas, lagos; sin estrechar su cauce o dificultar el curso de las aguas, o causar daño a las propiedades vecinas.

Las obras que se construyan en contravención de lo dispuesto en el presente artículo, serán destruidas a costa del infractor.

TÍTULO IX

DISPOSICIONES ESPECIALES DE LOS GOBIERNOS

METROPOLITANOS Y MUNICIPALES

CAPÍTULO IV

Tasas Municipales y Metropolitanas

Artículo 568.- Servicios sujetos a tasas.- Las tasas serán reguladas mediante ordenanzas, cuya iniciativa es privativa del alcalde municipal o metropolitano, tramitada y aprobada por el respectivo concejo, para la prestación de los siguientes servicios:

c) Agua potable;

CAPÍTULO V

De las Contribuciones Especiales de Mejoras de los

Gobiernos Municipales y Metropolitanos

Artículo 584.- Distribución del costo de construcción de la red de agua potable.- La contribución especial de mejoras por construcción y ampliación de obras y sistemas de agua potable, será cobrada por la municipalidad o distrito metropolitano

en la parte que se requiera una vez deducidas las tasas por servicios para cubrir su costo total en proporción al avalúo de las propiedades beneficiadas, siempre que no exista otra forma de financiamiento.

LEY DE AGUAS, CODIFICACION

Codificación 16, Registro Oficial 339 de 20 de Mayo del 2004.

TITULO I

DISPOSICIONES FUNDAMENTALES

Art. 14.- Sólo mediante concesión de un derecho de aprovechamiento, pueden utilizarse las aguas, a excepción de las que se requieran para servicio doméstico.

Art. 15.- El beneficiario de un derecho de aprovechamiento de aguas, está obligado a construir las obras de toma, conducción, aprovechamiento y las de medición y control para que discurran únicamente las aguas concedidas, las mismas que no podrán ser modificadas ni destruidas cuando ha concluido el plazo de la concesión, sino con autorización del Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

La unidad de medida de caudal es el litro por segundo o su múltiplo el metro cúbico por segundo. La unidad de medida de volumen es el metro cúbico.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

Enfoque de la Investigación

El presente proyecto se realizará y fundamentará en el paradigma cualitativo, porque los datos para los diseños provienen de una medición y dentro de éste básicamente en la investigación, acción que pretende solucionar una problemática puntual que permitirá satisfacer una necesidad ya expuesta en la formulación del problema.

MÉTODOS

INDUCTIVO

Se basa en la observación de un fenómeno, es decir de un caso particular y posteriormente se realizan las investigaciones que conducen a obtener la generalización. Por tanto permite realizar investigaciones de lo particular a lo general, es decir ir de la parte al todo. Por ejemplo los problemas determinados en proyectos similares.

En esta investigación se lo aplica ya que cada componente de la línea de conducción del agua será examinado particularmente, para llegar al objetivo final. Empezaremos determinando el caudal de aforo, el análisis físico químico del agua, la topografía de la línea de conducción, la captación del agua, el calculo del cárcamo de bombeo, la capacidad de la bomba, el diámetro de la tubería de la conducción y la capacidad de almacenamiento del agua.

DEDUCTIVO

Parte de lo general a lo particular, es decir de lo complejo a lo simple.

En términos muy generales, consiste en establecer enunciados universales ciertos a partir de la experiencia, esto es, ascender lógicamente a través del conocimiento

científico, desde la observación de los fenómenos o hechos de la realidad a la ley universal que los contiene.

Según este método, se admite que cada conjunto de hechos de la misma naturaleza está regido por una Ley Universal. El objetivo científico es enunciar esa Ley Universal partiendo de la observación de los hechos.

En el proyecto se lo aplica ya que una vez que se ha realizado el respectivo análisis, de los diferentes cálculos y parámetros de diseño, se llega a las conclusiones para realizar los diseños definitivos del proyecto.

ANALÍTICO

Este método permite al investigador realizar la sistematización de la experiencia de tal forma que el trabajo realizado en campo pueda ser visualizado de forma mucho más didáctica y ser accesible a quienes lo necesiten tanto como herramienta de consulta como para comprobación de la hipótesis de estudio. Se realizarán cuadros, tablas, de tal forma que se pueda realizar una síntesis y sistematización de la información.

3.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Bibliográfica

En la presente tesis se implementará la modalidad bibliográfica porque se recurrirá a fuentes de información obtenidas en libros especializados, códigos de construcción, manuales técnicos, sistemas de información geográfica, Internet y otros.

De Campo

Se realizará investigación de campo es decir in situ para una mejor diagnosis y diseño de las estrategias de solución del problema. Este proceso permitirá obtener datos de cantidad y calidad del agua para el diseño de la captación, así como el levantamiento topográfico para determinar la capacidad de bombeo y conducción de la misma.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Delimitación

La población del presente proyecto está definida por el número de viviendas y predios habitados a ser servidos por el sistema de abastecimiento de agua potable y se encuentran localizados dentro de las coordenadas de los vértices de las áreas de estudio, en el sistema geográfico WGS84, y son las siguientes:

Cuadro Nº 2: Coordenadas del área de estudio

Vértice	ESTE	NORTE	PARROQUIA
1	763741,29	9944431,19	Aloasí
2	768374,83	9944383,83	Aloasí
3	768520,51	9940516,26	Aloasí
4	763741,29	9938416,81	Aloasí
5	770346,65	9945328,22	Machachi
6	770742,46	9945278,75	Machachi
7	770015,63	9941421,59	Machachi
8	769351,62	9941436,09	Machachi

Fuente: Luís A. Bohórquez

Población y muestra

Del conteo realizado en las áreas establecidas, en la información disponible en el catastro Municipal, se determinó que existen 3171 viviendas y predios habitados distribuidos de la siguiente manera:

Cuadro Nº3: Viviendas y predios habitados

SECTOR	Viviendas	Predios	Predios con vivienda	Hab./vivienda INEC - 2010	Pa
Machachi	2277			3.13	7127.01
Aloasí	57			3.04	173.28
Barrios periféricos		1674	837	5	4185.00
Área (ha)	211.03	6237.82		Total	11485.19

Fuente: Luís A. Bohórquez

El número de la población se determinó considerando por cada vivienda y predio los datos proporcionados por el INEC - 2010.

$$Pa = N^{\circ} * h$$

$$Pa = 11486 \text{ habitantes}$$

Pa = Población Actual

h = Número de habitantes por vivienda o predios con vivienda según INEC - 2010

Nº = Número de viviendas y predios con vivienda

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACION

Al indicar los tipos de investigación se establece que serán, bibliográficas y de campo.

El desarrollo de la investigación se inicia con la aplicación de la investigación de campo, donde se obtuvieron datos como el volumen mediante el aforo y la calidad del agua por el análisis físico químico, para el diseño de la captación y carcamo de bombeo. El levantamiento topográfico para determinar la capacidad de bombeo y conducción del agua hasta su almacenamiento, utilizando aparatos de medición como el GPS y la estación total.

En el caso de la bibliográfica, que se relaciona con libros, manuales técnicos, códigos de la construcción, las técnicas de recolección de la información, se las efectúa mediante formulas matemáticas, para realizar los respectivos cálculos y establecer parámetros de diseño.

3.4 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Para el proceso y análisis de los resultados se propone utilizar la información obtenida según el último censo realizado por el INEC 2010, así como la información del catastro Municipal 2012, las recomendaciones contenidas en las "NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES, PARA POBLACIONES MAYORES DE 1000

HABITANTES, Publicado por Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Subsecretaría de Saneamiento Ambiental en Agosto de 1993. Los métodos y técnicas de cálculo establecidos para este tipo de proyectos.

3.4.1 Cálculo del caudal

Cuadro N° 4: Determinación de caudales

Aforo N°	Fecha	Volumen (L)	Tiempo (s)	Caudal (L/s)
1	Mayo – 2011	250	3,79	65,96
2	Nov. – 2011	250	5,56	44,96
3	Enero – 2012	250	2,60	96,15

Fuente: EPAA-M-EP

Aplicando el principio del promedio de los caudales Maximorum y Minimorum, se tendría un caudal base, $Q = 69$ L/s.

Si se considera como norma que existe una disminución del 30% de los caudales en los cauces de las quebradas, acequias y ríos en la estación seca, y se asume que el tercer aforo es representativo para una estación lluviosa, entonces se dispondría de un caudal base, $Q = 48.3$ L/s.

De lo anterior se desprende que el caudal base disponible a ser considerado en los diseños debería encontrarse en un rango de entre 40 a 50 L/s, por lo que se asumirá para el diseño del proyecto un caudal base de 40 L/s.

3.4.2 Resultados del análisis del agua

Informe de resultados

Cuadro 5: Reporte de análisis físico químico del agua, de fecha: 30-05-2012

ITEM	PARAMETROS	UNIDADES	MUESTRA	MÉTODO DE ENSAYO
1	ORGANOCOLORADOS	ug/l	0,006	Cromatografía de Gases*
2	ORGANOFOSFORADOS	ug/l	< 0,02	Cromatografía de Gases*

Fuente: EPAA-M-EP

Cuadro 6: Reporte de análisis físico químico del agua, de fecha: 30- 05- 2012

ITEM	PARAMETROS	UNIDADES	MUESTRA	MÉTODO DE ENSAYO
1	COLOR	U DE COLOR	23	APHA2120B
2	TURBIEDAD	F.T.U.	4,0	NEFELOMETRICO
3	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	5,0	PEE-LASA-FQ-05 APHA-25400
4	ALCALINIDAD F	mg/l-CaCO3	< 0,90	PEE-LASA-FQ-01A APHA-2320B
5	ALCALINIDAD T	mg/l-CaCO3	90,0	PEE-LASA-FQ-001A APHA-2320B
6	CONDUCTIVIDAD	µS/cm	175,90	PEE-LASA-FQ-02 APHA-2510B
7	pH		7,98	PEE-LASA-FQ-23 APHA-4500H+B
8	DUREZA CARBONATADA	mg/l-CaCO3	70,7	CÁLCULO
9	DUREZA NO CARBONATADA	mg/l-CaCO3	0,0	CÁLCULO
10	DUREZA TOTAL	mg/l-CaCO3	70,7	PEE-LASA-FQ-01C APHA-2340C
11	CALCIO	mg/l	20,2	PEE-LASA-FQ-01D APHA-3500Ca-B
12	CLORUROS	mg/l	2,0	PEE-LASA-FQ-01B APHA-4500Cl-B
13	SÓLIDOS DISUELTOS	mg/l	114,3	ELECTROQUIMICO
14	SÓLIDOS TOTALES	mg/l	119,3	APHA 2504 C
15	HIERRO	mg/l	0,029	PEE-LASA-FQ-20 a APHA-3111 B APHA 3500 E
16	MAGNESIO	mg/l	4,9	
17	MANGANESO	mg/l	< 0,01	PEE-LASA-FQ-20 a APHA-3111 B APHA 4500 B
18	N-NITRITOS	mg/l	0,003	
19	N-NITRATOS	mg/l	1,40	PEE-LASA-FQ-23 APHA-4500E
20	N-AMONIACAL	mg/l	0,01	APHA 4500 -NH3C
21	FOSFATOS	mg/l	0,029	PEE-LASA-FQ-09b APHA-4500C
22	SULFATOS	mg/l	< 1	PEE-LASA-FQ-20 a APHA-4500E
23	SODIO	mg/l	10,84	PEE-LASA-FQ-20 a APHA-3111Na B
24	POTASIO	mg/l	1,86	PEE-LASA-FQ-20 a APHA-3111K B

Fuente: EPAA-M-EP

Cuadro 7: Reporte de análisis de Pesticidas de fecha: 30- 05- 2012

ITEM	PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADO	ENSAYO
ORGANOCOLORADOS				
1	-HCH	µg/l	0,006	EPA 8081 A
2	HCB	µg/l	< 0,002	
3	-HCH	µg/l	< 0,002	
4	-HCH (Lindano)	µg/l	< 0,002	
5	-HCH	µg/l	< 0,002	
6	Heptoclor	µg/l	< 0,002	
7	Aldrin	µg/l	< 0,002	
8	Cis-Heptaclorepoxido	µg/l	< 0,002	
9	Trans-Heptaclorepoxido	µg/l	< 0,002	
10	Trans-Clordano	µg/l	< 0,002	
11	Cis-Clordano	µg/l	< 0,002	
12	pp-DDE	µg/l	< 0,002	
13	Dieldrin	µg/l	< 0,002	
14	Endrin	µg/l	< 0,002	
15	pp-DDD	µg/l	< 0,002	
16	op-DDT	µg/l	< 0,002	
17	pp-DDT	µg/l	< 0,002	
18	Tetraconazol	µg/l	< 0,002	
19	Cipermetrina	µg/l	< 0,002	
ORGANOFOSFORADOS				
20	Acetato	µg/l	< 0,02	EPA 8041 A
21	Clorpirifos	µg/l	< 0,02	
22	Diazinón	µg/l	< 0,02	
23	Dimetoato	µg/l	< 0,02	
24	Etil – Paratión	µg/l	< 0,02	
25	Malatión	µg/l	< 0,02	
26	Metamidofos	µg/l	< 0,02	
27	Monocrotofos	µg/l	< 0,02	
28	Profenofos	µg/l	< 0,02	
29	Triclorfon	µg/l	< 0,02	

Fuente: EPAA-M-EP

Interpretación de los análisis físicos químicos

Según los reportes físicos químicos de la muestra de agua de la fuente Velo de Novia, se tiene los siguientes resultados:

Cuadro 8: Interpretación de los reportes físico químico del agua

ITEM	PARAMETROS	UNIDADES	MUESTRA	CONCENTRACIÓN MAXIMA
1	COLOR	U DE	23	15
2	TURBIEDAD	F.T.U.	4,0	5
3	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	5,0	
4	ALCALINIDAD F	mg/l-CaCO ₃	< 0,1	
5	ALCALINIDAD T	mg/l-CaCO ₃	90,0	
6	CONDUCTIVIDAD	µS/cm	175,90	
7	pH		7,98	6.8 – 8.5
8	DUREZA CARBONATADA	mg/l-CaCO ₃	70,7	500
9	DUREZA NO CARBONATADA	mg/l-CaCO ₃	0,0	
10	DUREZA TOTAL	mg/l-CaCO ₃	70,7	300
11	CALCIO	mg/l	20,2	
12	CLORUROS	mg/l	2,0	250
13	SÓLIDOS DISUELTOS	mg/l	114,3	
14	SÓLIDOS TOTALES	mg/l	119,3	1000
15	HIERRO	mg/l	0,029	0,5
16	MAGNESIO	mg/l	4,9	
17	MANGANESO	mg/l	< 0,01	0,1
18	N-NITRITOS	mg/l	0,003	0,1
19	N-NITRATOS	mg/l	1,40	10
20	N-AMONICAL	mg/l	0,01	
21	FOSFATOS	mg/l	0,029	
22	SULFATOS	mg/l	< 1	400
23	SODIO	mg/l	10,84	20
24	POTASIO	mg/l	1,86	
25	ÓRGANOCOLORADOS	ug/l	0,006	< 100
26	ÓRGANOFOSFORADOS	ug/l	< 0,02	< 100

Fuente: EPAA-M-EP

Los resultados de la muestra de agua comparadas con los límites permisibles, tolerables y recomendables indican que el agua cumple con los parámetros físicos químicos para ser utilizada con fines de abastecimiento de agua potable; sin embargo se deberá realizar las correcciones pertinentes como es el del parámetro del color, el mismo que es mayor a lo establecido en la norma, posiblemente se debe la presencia de material vegetal represado y atascado producto de la caída

permanente de ramadas, troncos y hojas, dada la presencia de una foresta natural que se concentra a lo largo del cauce de la quebrada.

Es menester realizar los análisis bacteriológicos para determinar el tipo de desinfección a implementarse.

3.4.3 Periodo de Diseño (n)

Para un sistema de abastecimiento de agua es el tiempo durante el cual la obra dará servicios satisfactorios para la población. Por consiguiente, los dos aspectos principales que intervienen en el período de diseño son la durabilidad de los materiales y su capacidad para prestar un buen servicio para las condiciones previstas.

De acuerdo con las normas la vida útil para obras de captación se encuentra en un rango de entre 25 y 50 años, por lo que para el presente proyecto se adoptara un periodo de diseño de 25 años. Además se considerara que el proyecto se construirá durante el año 2013 y que su funcionamiento pleno se iniciara a partir del año 2014; por consiguiente el año horizonte del proyecto es el 2039.

3.4.4 Población actual (Pa)

La población actual será la población que existe al momento de la elaboración de los estudios de diseño, la misma se determinó al establecer la población y muestra (ver cuadro 3: Viviendas y predios habitados), por lo que para el estudio se considerara una población actual de 11486 habitantes.

3.4.5 Población Futura (Pf).

La población futura del proyecto es el número de habitantes que se tendrá al final del período o etapa de diseño, esta nos permitirá determinar las demandas futuras para

la población y evitar los daños de los componentes del sistema, se debe calcular la población futura considerando los índices de crecimiento determinados por el INEC-2010, en las poblaciones estudiadas, en base al periodo de diseño adoptado y la población actual.

Para la población de diseño (población futura), se utilizó el método geométrico por ser práctico y apropiado para poblaciones en vías de desarrollo, dado por la siguiente fórmula:

$$Pf = Pa * (1+n)$$

Pf = Población futura.

Pa = Población actual.

r = Índice de crecimiento poblacional.

n = Período de diseño.

Cuadro 9: Cálculo de la Población Futura

SECTOR	Pa	Índice i (%)	n (años)	Pf
Machachi	7127	2.3	25	12583.39
Aloasí	173	3.8	25	439.52
Barrios periféricos	4785	1.1	25	5501.41
Total				18524.32

Fuente: Luís A. Bohórquez

Pf = 18525 Habitantes.

3.4.6 Dotación (D)

Se define la dotación como la cantidad de agua que se le proporciona a cada habitante de una población en un día. Se le representa con la letra D y se expresa en litros por habitante por día (L/h/d).

La dotación para una comunidad rural depende de las costumbres de la población, del clima, del tipo y magnitud de la fuente, de la calidad del agua, de la actividad productiva y de la medición del consumo.

Actualmente las poblaciones estudiadas cuentan con un sistema de agua potable, el mismo que no abastece a todos los barrios occidentales de la parroquia de Aloasí y cierta área occidental de Machachi, debido a que el área de cobertura ha crecido.

Para el nivel de servicio en estudio, se recomienda tomar una dotación de 120 L/hab./día ¹³, ya que las áreas a servir están constituidas como áreas rurales y de clima frío, como es el caso de la población existente en los barrios periféricos, (ver cuadro N° 9)

$D = 120 \text{ L/h/d}$ (Ver tabla N° 13)

3.4.7 Caudal medio diario (cmd)

Es la cantidad de agua que requiere una población en un día. Otra definición es el consumo durante un día (24hrs.), la cual se obtiene como promedio de los consumos diarios en el período de un año.

Cuando no se conocen registros, podrá asumirse como el producto de la dotación por el número de habitantes, expresado en L/s:

$$\text{cmd} = D * P_f / 86400$$

$$\text{cmd} = 120 * 18525 / 86400$$

$$\text{cmd} = 25.73 \text{ L/s}$$

¹³ Normas de diseño de la Subsecretaría de Agua Potable, Saneamiento Básico y Residuos Sólidos, para poblaciones mayores de 1000 habitantes. Tabla V.3

3.4.8 Caudal máximo diario (CMD)

Es la demanda máxima que se presenta en un día del año, representada el día de mayor consumo en el año y se calcula con la siguiente fórmula.

$$\text{CMD} = \text{cmd} * k \text{ max.día}$$

Donde: cmd = Caudal medio diario

k max.día = Coeficiente de variación máximo diario, debe establecerse en base a estudios existentes, y aplicarse al proyecto en estudio, en caso contrario se recomienda utilizar los siguientes valores¹⁴.

$$K_{\text{max.día}} = 1.3 - 1.5$$

$$\text{CMD} = 25.73 * 1.3$$

$$\text{CMD} = 33.45 \text{ L/s}$$

3.4.9 Caudal para la línea de impulsión (Q imp.)

El caudal para la línea de impulsión se considerara igual al CMD.

$$Q \text{ imp.} = 33.45 \text{ L/s}$$

3.4.10 Caudal Máximo Horario (CMH)

Se considera como el valor de la demanda máxima que se espera de consumo en una hora. Éste será utilizado para el diseño hidráulico de la red de distribución, es decir, el que determinen los diámetros de tubería que se va a utilizar. Para la determinación de este valor se utilizó la siguiente fórmula:

¹⁴ Normas de diseño de la Subsecretaría de Agua Potable, Saneamiento Básico y Residuos Sólidos, para poblaciones mayores de 1000 habitantes. 4.1.5.1

$$\text{CMH} = \text{cmd} * \text{kmax.hor}$$

Donde: cmd = Caudal medio diario

k max.hor = Coeficiente de variación del consumo máximo horario, debe establecerse en base a estudios existentes, y aplicar por analogía al proyecto en estudio, en caso contrario se recomienda utilizar los siguientes valores¹⁵

$$\text{k max.hor} = (2 \text{ a } 2.3)$$

$$\text{CMH} = 25.73 * 2$$

$$\text{CMH} = 51.46 \text{ L/s}$$

3.4.11 Caudal para captación (Q cap.)

Como la captación se realiza de una fuente superficial el factor de mayoración por fugas se considera 1.2 al valor del caudal máximo diario¹⁶.

$$\text{Q capt} = \text{CMD} * \text{k}$$

Donde: CMD = Caudal máximo diario k = 1.2

$$\text{Q capt} = 33.45 * 1.2$$

$$\text{Q capt} = 40.14 \text{ L/s}$$

Diseño de la captación (Ver anexo N° 2)

3.4.12 Volumen de Almacenamiento (VA)

Para el volumen de almacenamiento se deben considerar los siguientes volúmenes:

Volumen de regulación (VR): Para poblaciones mayores a 5.000 habitantes, se toma como volumen de regulación el 25% del volumen consumido en un día, considerando la demanda media diaria al final del periodo de diseño.

¹⁵ Normas de diseño de la Subsecretaría de Agua Potable, Saneamiento Básico y Residuos Sólidos, para poblaciones mayores de 1000 habitantes. 4.1.5.1

¹⁶ Tabla V.5 Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable

Volumen de protección contra incendios (VI): Para poblaciones de más de 20.000 habitantes futuros se aplicará la fórmula $VI = 50 * (p)^{1/2}$ en m³.

p = Población en miles de habitantes

Volumen de emergencia (VE): Para poblaciones mayores de 5.000 habitantes, se tomará el 25% del volumen de regulación como volumen para cubrir situaciones de emergencia¹⁷.

Por lo tanto el volumen de almacenamiento será:

Volumen de almacenamiento: $VA = VR + VE + VI$

$$VA = (cmd * 86,4 * 0,25) + (cmd * 86,4 * 0,25) 0,25 + (p)^{1/2} * 50$$

$$VA = (cmd * 86,4 * 0,25) * 1,25 + (p)^{1/2} * 50$$

$$VA = (25.73 * 86.4 * 0.25) * 1.25 + (18.525)^{1/2} * 50$$

$$VA = 909,91 \text{ m}^3$$

Se adopta un valor de: $VA = 1000 \text{ m}^3$.

En razón de que el caudal para tratamiento es igual al caudal máximo diario más el 10%.

Diseño estructural del almacenamiento (Anexo N° 5)

3.4.13 Caudal de bombeo (Q bom)

El caudal de una línea de impulsión será el correspondiente al consumo del máximo diario para el periodo de diseño. Tomando en cuenta que no resulta aconsejable ni práctico mantener períodos de bombeo de 24 horas diarias, habrá que incrementar el caudal de acuerdo a la relación de horas de bombeo, satisfaciendo así las necesidades de la población para el día completo.

¹⁷ Normas de diseño de la Subsecretaría de Agua Potable, Saneamiento Básico y Residuos Sólidos, para poblaciones mayores de 1000 habitantes. 4.1.7.1, 4.1.7.2

$$Q_{\text{bom}} = \text{CMD} \times 24/N$$

Donde: CMD = Caudal máximo diario N = Número de horas de bombeo

$$Q_{\text{bom}} = 33.45 \times 24 / 18$$

$$Q_{\text{bom}} = 44.60 \text{ L/s}$$

Como la adjudicación del agua es de 40 L/s, el caudal para la línea de impulsión y caudal de bombeo, se considerara igual al CMD, esto es 33,45 L/s, como el almacenamiento adoptado es de 1000 m³, calcularemos el periodo de bombeo:

$$T = V/Q_b$$

Donde:

T = Periodo de bombeo (h), V = Volumen de almacenamiento (m³),

Q_b = Caudal de bombeo (m³/s)

$$T = 1000 / (33,45 \times 3600 / 1000)$$

$$T = 8,30 \text{ h}$$

3.4.14 Línea de Impulsión y conducción

Calculo del Volumen del Cárcamo

El tanque será diseñado para un caudal de 40,14 L/s, que es el caudal de captación, el mismo que se utilizara para almacenar el agua necesaria a ser impulsada por la bomba.

$$V_t = Q \times t_r$$

Donde:

V_t = Volumen del tanque (m³)

Q = Caudal de captación (m³/s)

t_r = Tiempo de retención (s), se adopta 5 minutos considerando que el caudal de captación es mayor que el caudal de bombeo.

$$V_t = 0.04014 * 5 * 60$$

$$V_t = 12,042 \text{ m}^3$$

Dimensiones:

$$\text{Largo: } 3,2 \text{ m} \qquad \text{Ancho: } 1,6 \text{ m} \qquad \text{Altura: } 2,30 \text{ m}$$

$$V_t = 3,2 * 1,6 * 2,30$$

$$V_t = 11,77 \text{ m}^3$$

Determinación de cotas y longitudes de las tuberías

Las cotas y longitudes de las tuberías se determinaran en función de la presión de trabajo de la tubería.

$$L = \text{Longitud total de impulsión} = 1266,65 \text{ m}$$

$$Q = 33.45 \text{ L/s}$$

$$C_{mx} = 3596.39 \text{ m}$$

$$C_m = 3334.77 \text{ m}$$

H = Altura estática

$$H = C_{mx} - C_m$$

$$H = 261.62 \text{ m}$$

Mpa = Presión de trabajo de la tubería. (10,197Kg/cm²)

mca = Metros de columna de agua. ($mca = 101.971 \text{ Kg/cm}^2$)

C_{mx} = Cota máxima = Altura máxima de impulsión (m).

C_m = Cota mínima = $C_{mx} - mca$ (m).

Ca = Cota asumida = Altura determinada en el perfil del terreno (m).

Cuadro N° 10: Determinación de longitudes de tubería

Mpa	mca	C mx	Cm	Ca	L Ac	L pvc
1,25	127,5	3596,39	3468,89	3472,96	560	706,65
1,60	163,2	3596,39	3433,19	3451,91	480	786,65

Fuente: Luís A. Bohórquez

Como se puede observar en el cuadro N° 10 es conveniente utilizar una longitud de tubería de acero de 480 metros.

Cálculo de los diámetros, velocidades y caudal en los conductos.

Para el cálculo se puede utilizar la fórmula de Hazen - Williams o la de Darcy - Weisbach, se analizará con las dos, toda vez que son fórmulas empíricas.

Fórmula de Hazen - Williams

$$Q = 0,28 * C * D^{2,63} * J^{0,54}$$

Donde:

C = Coeficiente que depende de la rugosidad de la tubería.

D = Diámetro interior de la tubería (mm)

Q = Caudal en (m³/s)

J = Pendiente o pérdida de carga por unidad de longitud del conducto (m/m)

Cálculo de los diámetros de impulsión.

A = Área interior de la Tubería (m²)

v = Q/A = Velocidad (m/s)

J = (Q / 0.28 * C * D^{2.63})^(1/0.54)

hf = Pérdida de carga (m)

hf = J * L

Dc = Diámetro comercial (mm) o (in) (1in = 2,54 cm.)

Dc = D/25,4

Tubería de Acero: C = 130

Cuadro N° 11: Cálculo de los diámetros de impulsión (Hazen-williams)

Q m ³ /s	D mm	Área m ²	v m/s	C	J m/m	L Ac m	hf m	Dc in
0,03345	102,3	0,0082	4,070	130	0,15803	480	75,855	4
0,03345	154,1	0,0187	1,723	130	0,02149	480	10,314	6
0,03345	202,7	0,0323	1,037	130	0,00565	480	2,714	8
0,03345	254,5	0,0509	0,658	130	0,00187	480	0,896	10

Fuente: Luís A. Bohórquez

TUBERIA PVC: C = 150

Cuadro N° 12: Cálculo de los diámetros de impulsión (Hazen-williams)

Q m³/s	D mm	Área m²	v m/s	C	J m/m	L pvc m	hf m	Dc mm	Mpa
0,03345	96,8	0,0074	4,545	150	0,15869	786,65	124,832	110	1,6
0,03345	140,8	0,0156	2,148	150	0,02559	786,65	20,127	160	1,6
0,03345	176,0	0,0243	1,375	150	0,00863	786,65	6,789	200	1,6
0,03345	220,0	0,0380	0,880	150	0,00291	786,65	2,290	250	1,6

Fuente: Luís A. Bohórquez

Fórmula de Darcy - Weisbach

$$hf = f \cdot (L/D) \cdot (v^2/2g)$$

f = Coeficiente de fricción (adimensional).

El coeficiente de fricción f es función del número de Reynolds (Re).

Re tiene un valor práctico máximo de 2000 para que el flujo sea laminar, cuando es mayor que 4000 se considera un flujo turbulento, hay incertidumbre sobre el régimen cuando: $2000 < Re < 4000$.

$$Re = v \cdot D / \mu$$

Donde:

D = Diámetro interior de la tubería (m)

Q = Caudal en (m³/s)

A = Área interior de la Tubería (m²)

v = Q/A = Velocidad (m/s)

μ = viscosidad cinemática del agua (a 10° C, μ = 1,038·E-06 m²/s)

g = Aceleración de la gravedad (m/s²)

Para el cálculo de "f" se utilizara la fórmula de Colebrook - White que es válida para todo tipo de flujos y rugosidades. Es la más exacta y universal, pero el problema radica en su complejidad y en que requiere de iteraciones:

$$1/f^{0.5} = -2 \log \left(\frac{\epsilon}{3,7D} + \frac{2,51}{Re \cdot f^{0.5}} \right)$$

Donde:

ε = Rugosidad absoluta de la tubería (mm) (Tabla N° 1)

D = Diámetro interior de la tubería (mm)

Re = Número de Reynolds (adimensional)

f = Coeficiente de fricción (adimensional).

Moody consiguió representar la expresión de Colebrook - White en un ábaco de fácil manejo para calcular "f" en función del número de reynolds (Re), actuando la rugosidad relativa de la tubería ($r = \epsilon/D$) como parámetro diferenciador de las curvas: (Tabla N° 1)

Cálculo de los diámetros de impulsión.

Tubería de Acero

Cuadro N° 13: Cálculo de los diámetros de impulsión (Darcy-weisbach)

Q m³/s	D mm	Área m²	v m/s	Re	f	L Ac m	hf m	Dc in
0,03345	102,3	0,0082	4,070	318318,807	0,02230	480	88,324	4
0,03345	154,1	0,0187	1,723	211239,526	0,02085	480	10,647	6
0,03345	202,7	0,0323	1,037	160703,287	0,00200	480	2,594	8
0,03345	254,5	0,0509	0,658	128028,287	0,00200	480	0,8321	10

Fuente: Luís A. Bohórquez

Tubería PVC

Cuadro N° 14: Cálculo de los diámetros de impulsión (Darcy-weisbach)

Q m³/s	D mm	Área m²	v m/s	Re	f	L pvc m	hf m	Dc mm	Mpa
0,03345	96,8	0,0074	4,545	336357,798	0,0143	786,65	122,364	110	1,6
0,03345	140,8	0,0156	2,148	231222,018	0,0153	786,65	20,108	160	1,6
0,03345	176,0	0,0243	1,375	185015,291	0,0159	786,65	6,847	200	1,6
0,03345	220,0	0,0380	0,880	148012,232	0,0166	786,65	2,342	250	1,6

Fuente: Luís A. Bohórquez

$$Re = v \cdot D / \mu$$

$$Re = 4,07 \cdot 0,1023 / 1.308E-06$$

$$Re = 318318,807$$

$$r = \epsilon / D = 0.15 \text{ (Tabla N° 1)}$$

$$r = 0,15/96,8$$

$$r = 0.0014663$$

Con el Re y r ingresamos al ábaco de Moody para obtener "f"

$$f = 0,0218$$

Con el valor de f realizamos las iteraciones, hasta obtener la igualdad.

$$1/f^{0.5} = -2\log \left(\frac{1}{3,7D} + \frac{2,51}{Re \cdot f^{0.5}} \right)$$

$$1/0.0223^{0.5} = -2\log \left(\frac{0.15}{3,7 \cdot 102,3} + \frac{2,51}{318318,807 \cdot 0.0223^{0.5}} \right)$$

$$6,696495302 = 6.697394344$$

$$f = 0.0223$$

$$hf = f \cdot L \cdot v^2 / D \cdot 2g$$

$$hf = 0.0223 \cdot 480 \cdot 4.07^2 / 0.1023 \cdot 2 \cdot 9.81$$

$$hf = 88,324 \text{ m}$$

De acuerdo a la velocidad y a las pérdidas de carga los diámetros mas convenientes como se observa en los cuadros son ocho pulgadas para la tubería de acero y 200 mm para la tubería de pvc.

Pérdidas de carga

Las pérdidas de carga que se producen por la instalación de accesorios se miden por una longitud equivalente (Leq), expresada en número de diámetros.

$$Leq = L/D \cdot D$$

Donde:

L/D = Proporción de longitud equivalente que depende del tipo de elemento, expresada en numero de diámetros de conducto. (Tabla N° 2)

D = Diámetro interno de la tubería

Succión

$$\text{Tubería } 3.00 \text{ m} \quad Le = 3.00 \cdot 1 = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Codo } 90^\circ \quad Le = 30 \cdot 0,2027 = 6,00 \text{ m}$$

$$\text{Válvula de pie} \quad Le = 75 \cdot 0,2027 = 15,00 \text{ m}$$

Descarga

$$\text{Codo } 90^\circ \quad Le = 30 \cdot 0,2027 = 6,00 \text{ m}$$

Válvula check $Le = 100 * 0,2027 = 20,00 \text{ m}$
Válvula de compuerta $Le = 8 * 0,2027 = 1,60 \text{ m}$
Le total = 51,60 m

Pérdidas de carga totales

$L_{Ac \text{ total}} = L_{Ac} + Leq$
 $L_{Ac \text{ total}} = 480 + 51,60$
 $L_{Ac \text{ total}} = 531.60\text{m}$
 $L_{pvc} = 786,65 \text{ m}$
 $hf = J * L$
 $hf_{Ac} = 0,00565 * 531,60$
 $hf_{Ac} = 3,00 \text{ m}$
 $hf_{pvc} = 0,00981 * 786,65$
 $hf_{pvc} = 7,714\text{m}$
 $hf_{\text{total}} = 10,714 \text{ m}$

Altura dinámica total (TDH)

$TDH = H + hf \text{ (total)}$
 $TDH = 261,62 + 10,704$
 $TDH = 272,324 \text{ m}$

Selección de la Bomba

Para:
 $Q = 33.45 \text{ L/s}$ $1\text{Gal} = 3.785 \text{ L}$ $1\text{M} = 60 \text{ s}$
 $Q = 33.45 * 60 / 3.785$
 $Q = 530.25 \text{ GPM}$
 $TDH = 272,324\text{m}$ $1\text{m} = 3.28083 \text{ ft}$
 $TDH = 272,324 * 3.28083$
 $TDH = 893,45 \text{ ft}$

Con estos datos seleccionamos la Bomba (Ver tabla N° 3)

Marca: Goulds Pumps
Modelo: 3316
Tamaño: L – 4 x 6 – 11
Descarga: 4" (in)
Succión: 6" (in)
Carcasa: 11" (in)
Velocidad: 3560 RPM
Potencia del motor: 200 HP
Eficiencia del Equipo: 65%
NPSHR = 10'
NPSHR = 10/3.28083
NPSHR = 3.05 m

Cálculo de NPSHD y volumen final del Cárcamo¹⁸

$$\text{NPSHD} = \text{Hatm} - (\text{Hvap} + \text{hs} + \text{Hs})$$

Donde:

NPSHD = Carga neta de succión positiva disponible, (m).

Hatm = Presión atmosférica, Cota 3334.77 (m) (véase tabla N° 4).

Hvap = Presión de vapor de agua, para el cálculo 10 C°, (m) (véase tabla N° 5).

hs = Altura estática de succión, (m).

Hs = Pérdida de carga por fricción de accesorios y tubería, (m).

$$h_f = L_{eq} * D$$

$$h_f = J * L$$

Donde:

Leq = Longitud equivalente, D = Diámetro de la tubería (m)

J = Perdida de carga para la tubería de 6 in

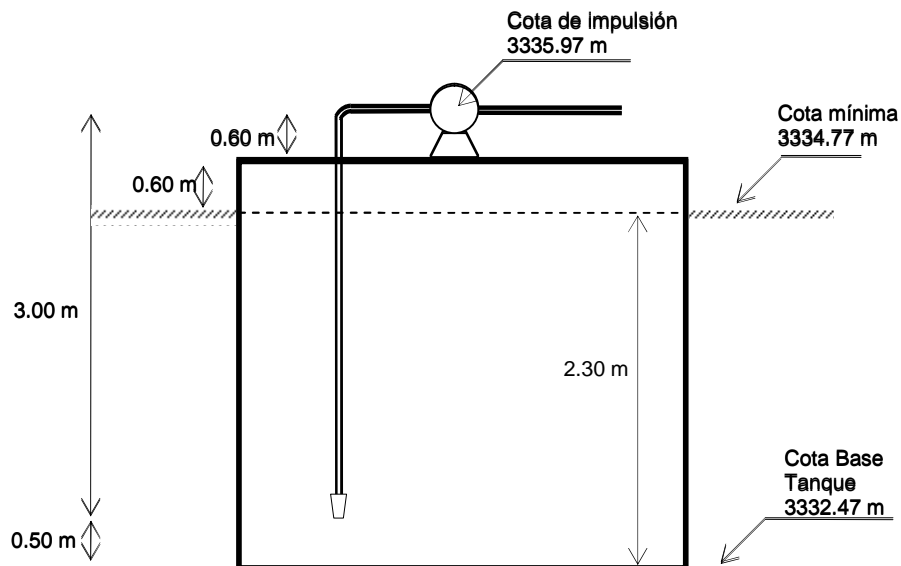
Succión (6 in)

Tubería 3.00 m

$$Le = 3,00 * 1 = 3,00 \text{ m}$$

¹⁸ Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable. Organización Panamericana de Salud. Lima-2005

Codo 90° $Le = 30 * 0,1541 = 4.623 \text{ m}$
 Válvula de pie $Le = 75 * 0,1541 = 11,558 \text{ m}$
 Le Total = 19,1805m
 $H_s = 19,1805 * 0.02149$
 $H_s = 0,412$
 $NPSHD = 6.76 - (0.125 + 3.0 + 0.412)$
 $NPSHD = 3.22 \text{ m}$
 $NPSHR = 3.05 \text{ m}$
 $NPSHD > NPSHR$



Dimensiones:

Largo: 3.20 m Ancho: 1.60 m Altura: 2.90 m

$$V_t = 3.2 * 1.6 * 2.9$$

$$V_t = 14.85 \text{ m}^3$$

V agua = Volumen de agua retenida en el cárcamo.

Dimensiones:

Largo: 3.20 m Ancho: 1.60 m Altura: 2.30 m

$$V_{\text{agua}} = 3.2 * 1.6 * 2.3$$

$$V_{\text{agua}} = 11.77 \text{ m}^3$$

Diseño estructural del cárcamo (Ver anexo N° 4)

Altura Piezométrica en la salida de la bomba (P.D.)

$$\text{Potencia} = Q * \text{Hpz} / 4500 * \text{Ef}$$

$$\text{Hpz} = \text{Potencia} * 4500 * \text{Ef} / Q$$

Donde:

$$Q = \text{Caudal (L/m)}$$

Ef = Eficiencia de la bomba

$$\text{Hpz} = 200 * 4500 * 0.65 / (33.45 * 60)$$

$$\text{Hpz} = 291.48 \text{ m}$$

Cota Piezométrica estática (Cpz est)

$$(\text{Cpz est}) = \text{Cota de impulsión} + \text{Hpz}$$

$$\text{Cpz est} = 3335.97 + 291.48$$

$$\text{Cpz est} = 3627.45 \text{ m}$$

Cálculo del Golpe de Ariete

Las principales causas de este fenómeno son:

1. La apertura y el cierre rápidos de una válvula.
2. El arranque y la parada de una bomba.
3. La acumulación y el movimiento de bolsas de aire dentro de las Tuberías.

Al cerrar una válvula, la sobrepresión máxima que se puede esperar se calcula así:

$$P = a * v / g$$

Con:

$$a = 1420 / (1 + (K/E) (Dint/e))^{(1/2)}$$

En donde:

P = Sobrepresión máxima en metros de columna de agua, al cerrar bruscamente la válvula.

a = Velocidad de la onda (m/s).

v = Cambio de velocidad del agua (m/s).

g = Aceleración de la gravedad = 9.81 m/s²

$K = \text{Módulo de compresión del agua} = 2.06 * 10^4 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$

$E = \text{Módulo de elasticidad de la Tubería}$

$E = 2.81 * 10^4 \text{ (Kg/cm}^2\text{) para PVC}$

$E = 2.1 * 10^6 \text{ (Kg/cm}^2\text{) para Acero}$

$D_{int} = \text{Diámetro interior de la tubería (mm)}$

$e = \text{espesor de la tubería (mm)}$

Velocidad de la onda para el acero:

Acero Cédula 40

$D_{exterior} = 219,1 \text{ mm } e = 8,18 \text{ mm}$

$a = 1420 / (1 + (2,06 * 10^4 / 2,1 * 10^6) (202,74 / 8,18))^{0.5}$

$a = 1273,59 \text{ m/s}$

Velocidad de la onda para el pvc:

PVC – 1,60 Mpa

$D_{exterior} = 200 \text{ mm } e = 12,0 \text{ mm}$

$a = 1420 / (1 + (2.06 * 10^4 / 2.81 * 10^4) (176 / 12))^{0.5}$

$a = 414,22 \text{ m/s}$

Sobrepresión para el acero

$P = a * v / g$

$v = Q / A$

$A = D_{int}^2 / 4$

$A = 0.03228 \text{ m}^2$

$v = 0.03345 / 0.03228$

$v = 1.037 \text{ m/s}$

$P = 1273.59 * 1.037 / 9.81$

$P = 134.63 \text{ mca}$

Sobrepresión para el pvc

$P = a * v / g$

$v = Q / A$

$$A = D_{int}^2 / 4$$

$$A = 0.0243 \text{ m}^2$$

$$v = 0.03345/0.0243$$

$$v = 1.375 \text{ m/s}$$

$$P = 414,22 * 1.375/9.81$$

$$P = 58,06 \text{ mca}$$

Presión en la tubería de Impulsión (Himp.)

$$H_{imp} = H_{pz} + P$$

$$H_{imp} = 291,48 + 134,63 = 426,11 \text{ m Acero}$$

$$H_{imp} = 291,48 + 58,06 = 349,54 \text{ m PVC}$$

La tubería de PVC no está en capacidad de soportar una presión de 350 m, puesto que su presión de trabajo permite una presión máxima de 163,2 mca.

La tubería de acero está en capacidad de soportar una presión de 426 m, puesto que su presión de trabajo permite una presión máxima de 844 mca.

Bajo estas consideraciones se podría utilizar una combinación de las tuberías de pvc y de acero, bajo los siguientes parámetros:

PVC

$$\text{Cota de impulsión: } 3335,97 \text{ m}$$

$$\text{Cota presión máxima: } 3335,97\text{m} + 349,54 \text{ m}$$

$$\text{Cota presión máxima} = 3685,51 \text{ m}$$

$$\text{Presión tubería PVC máxima a soportar (163,2 Mpa)} = 163,2 - 58,06 = 105,14 \text{ m}$$

$$\text{Cota tubería PVC} = 3685,51\text{m} - 105,14\text{m} = 3580,37 \text{ m}$$

$$3580,37 > 3335,97 \text{ (no aplica)}$$

Acero

$$\text{Cota de impulsión: } 3335,97 \text{ m}$$

$$\text{Cota presión máxima: } 3335,97\text{m} + 426,11 \text{ m}$$

$$\text{Cota presión máxima} = 3762,08 \text{ m}$$

$$\text{Presión tubería Acero máxima a soportar (844 Mpa)} = 844 - 134,63 = 709,37 \text{ m}$$

$$\text{Cota tubería Acero} = 3762,08 - 709,37 = 3052,71 \text{ m}$$

$$3052,71 < 3335,97$$

Línea estática tubería de conducción

Carga estática libre = Cota piezométrica - Cota máxima

Carga estática libre = 3627,45 – 3596,39

Carga estática libre = 31,06 m

Cota Piezométrica

Cota piezométrica (Cpz) = Cpz est - hf (m)

Donde:

(Cpz) = Cota piezométrica (m)

Cpz est = Cota piezométrica estática (m)

hf = Sumatoria de las pérdidas de carga (m)

Cpz = 3627.45 - hf

Cálculos línea de impulsión y conducción a gravedad (Ver Anexo N° 5)

Presión

En la línea de conducción, la presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua.

Presión Dinámica (Pd)

Es la que indica la cantidad de presión total que guarda relación con la velocidad del fluido en la tubería.

Presión Estática (Pe)

Es la que tiene un fluido, independientemente de la velocidad del mismo, es la fuerza que ejerce el fluido perpendicular a la superficie.

Se las calcula con las siguientes expresiones:

Pe = Cota estática – Cota del terreno (mca)

Pd = Pe - hf

Se recomienda que la presión estática máxima no sea mayor al 80% de la presión nominal de trabajo de las tuberías a emplearse, debiendo ser compatibles con las presiones de servicio de los accesorios y válvulas a emplearse.

3.5 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los caudales que se calcularon para abastecer las poblaciones de Aloasí y Machachi, estuvieron basados en las Normas Para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes, el cual toma como referencia los consumos diarios para usos domésticos y las dotaciones de aguas necesarias para satisfacer los consumos correspondientes a : Riego de jardines y áreas verdes, para instalaciones y servicios anexos a las edificaciones, restaurantes, bares, lavanderías, oficinas, comercios, lavado de carros y otros, El caudal suministrado es suficiente para cubrir las demandas de la población en una proyección a 20 años.

El estudio del caudal de la vertiente de donde se abastecerá la población arrojó como resultado 45 l/s en la temporada de sequía en Noviembre del 2012. Esto es suficiente para cubrir la demanda de las poblaciones que requieren este servicio ya que para el diseño se asume un caudal base de 40 l/s, asegurando el buen funcionamiento del sistema de bombeo.

En el cuadro N° 10 se puede apreciar que para la impulsión se escogió dos tramos de tubería, un tramo en acero con un diámetro de ocho pulgadas, para satisfacer las necesidades entre ellas el golpe de ariete, y otro tramo en tubería de pvc de 1,6 Mpa para satisfacer las necesidades en función de la presión de trabajo de la misma, con un diámetro de 200mm. De esta manera se puede garantizar el buen funcionamiento del sistema y a su vez ser lo más eficiente posible, es decir, que el sistema pueda cumplir con las demandas de las poblaciones y consumir la menor energía posible.

Con los diámetros de la tuberías seleccionados, el caudal requerido de 33.45 l/s viaja a una velocidad dentro de la tubería de 1,037 m/s, para el acero y 1,375 m/s para el pvc, las cuales se encuentran dentro del rango establecido y no genera tantas

pérdidas si se compara con un diámetro de 100 mm (4 pulgadas), el cual también manejaría el caudal requerido con una velocidad que se encuentra dentro de los valores aceptables; pero genera más pérdidas por fricción que el diámetro anteriormente nombrado.

Los resultados de los cálculos que se realizaron para obtener el valor de la potencia que debe tener la bomba, para poder cumplir con los requerimientos del sistema determinan que se utilizara una bomba de 200 HP, con una succión de 6 pulgadas y una descarga de 4 pulgadas, para un caudal de 33,45 l/s, potencia suficiente para impulsar el agua a la cota de 3596,39 m y desde esta conducirla a gravedad, hasta los tanques de almacenamiento. También se determino la carga neta de succión disponible así como la requerida para asegurar que no exista cavitación de la bomba. La bomba se instalara sobre la losa superior de un cárcamo cuyo volumen de agua retenida es de 11,77 m³, suficiente para mantener el bombeo en el periodo establecido.

En el Anexo N° 6, que es la línea de impulsión y conducción a gravedad se determinan los diámetros de la tubería así como la ubicación de válvulas de aire, cajas rompe presiones y de drenaje de la tubería, asegurando de esta manera el buen funcionamiento de la conducción.

3. 6 VERIFICACION DE LA HIPOTESIS O IDEA A DEFENDER

Después de haber realizado los respectivos análisis de los resultados y la interpretación de los mismos, se determina que ejecutando el diseño de la línea de conducción complementaria se optimizara la distribución del agua potable y constituirá un factor determinante, para mejorar la cantidad y calidad del agua potable en las parroquias de Aloasí y Machachi del cantón Mejía, consecuentemente elevara el nivel de vida de los habitantes.

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La calidad del agua de consumo y su abastecimiento es un asunto de importancia, en nuestro País, al igual que en todo el mundo, por este motivo El GAD Municipal del cantón de Mejía a través de su Empresa de Agua Potable y Alcantarillado se ha propuesto emprender obras de abastecimiento de agua potable para garantizar la provisión del líquido vital a todas las parroquias del cantón.

4.1 CONCLUSIONES

Con la ejecución del presente estudio se lograra dar solución el problema de agua potable, para ello se busco la alternativa más económicamente viable, escogiendo el material adecuado para la conducción y así en un futuro evitar problemas, como se evidencia en el diseño de la línea de impulsión y conducción al determinar las distintas presiones de trabajo de la tubería de acuerdo al cálculo de las presión dinámica en las mismas, (Ver Anexo N° 6).

La presente investigación ha permitido plantear una de las soluciones viables, ante el problema de desabastecimiento de agua potable de las parroquias de Aloasí y Machachi, contribuyendo a mejorar las condiciones de salud, educación, economía y convivencia social de la población.

La investigación realizada, presenta la mejor alternativa desde el punto de vista técnico, económico y social, incluye a todas las áreas desabastecidas de agua potable de las Parroquias en estudio, para brindarles un servicio excelente en cantidad y calidad, toda vez que del análisis físico – químico del agua se determina que cumple con las normas para el consumo sin un mayor tratamiento (Ver cuadros N° 5, 6, 7,8).

El caudal de la vertiente (45 l/s) en la temporada de sequía es suficiente para satisfacer y asegurar la demanda para el abastecimiento de agua a las poblaciones durante todo el año.

La captación del agua la realizamos por medio de una captación de toma lateral (Ver Anexo N° 2), gracias al caudal y las condiciones topográficas que tenemos en el lugar desde donde tomaremos el agua.

La vertiente se encuentra a 3334,77m de altura, para conducirla se la debe impulsar a la cota 3596.39 metros de altura, utilizando una bomba de 200 HP, como única alternativa, como lo evidencia la topografía del terreno.

De acuerdo a los parámetros de diseño y considerando la diferencias de altura se colocaran cinco tanques rompe presiones y diez válvulas extractoras de aire cuando haya cambio de dirección en los tramos con pendiente positiva, así como ocho válvulas de desague, para prever el buen funcionamiento de toda la conducción.

Las tuberías propuestas en este trabajo para la impulsión, tienen como objetivo principal no generar muchas pérdidas de carga ya que de esta manera estaremos reduciendo el consumo de energía eléctrica y el desgaste de la bomba.

Se selecciono una bomba centrífuga ya que este tipo de máquina es relativamente pequeña, fácil de transportar, fácil de conseguir y su funcionamiento e instalación es simple en comparación con otro tipo de bomba.

Con la ejecución del proyecto se incrementaran los caudales para el abastecimiento y distribución del agua potable, aumentando la calidad de vida de los habitantes de las Parroquias de Aloasí y Machachi cumpliendo así con los objetivos del GAD Municipal del cantón mejía y de la Empresa Municipal de agua potable y alcantarillado.

4.2 RECOMENDACIONES

En el lugar donde realizamos la captación, se ubicaran cercas vivas para protección de la vertiente, especialmente para evitar el ingreso de animales.

Se deberá construir un desarenador después de la captación y antes de la tubería de entrada al cárcamo de bombeo (Ver anexo N° 3), ya que el agua de la vertiente es turbia por la gran cantidad de arena y sedimentos que se acumulan cuando llueve; lo que puede ocasionar un desgaste prematuro de las partes de la bomba.

Cuando se realice la construcción, aplicar estrictamente las especificaciones contenidas en los planos, para garantizar la calidad y el buen funcionamiento del sistema de impulsión y conducción del agua. La colocación de los cinco tanques rompe presión en la línea de conducción responde a la necesidad de disminuir el exceso de presión en la línea de conducción, lo cual permite que esta trabaje adecuadamente y cumpla las normas.

En el presupuesto de construcción deberá tomarse en cuenta una bomba adicional para el caso de daños eventuales de la misma.

Una vez finalizada la construcción de las instalaciones, se brinde el mantenimiento correspondiente, con el objeto de obtener obras duraderas y en buen estado en todo tiempo.

Para el cárcamo de impulsión, bomba, tubería de impulsión y conducción, es recomendable hacer una limpieza mensual, para que todas las condiciones de diseño se mantengan a lo largo de la vida útil del mismo.

Se deberá colocar un medidor de caudales tanto en la impulsión como en la entrada del almacenamiento, para monitorear posibles fugas en la tubería.

Revisar cada tres meses el estado de las tuberías a lo largo de la impulsión y conducción y verificar que no existan fugas.

Todas las unidades componentes del sistema, tramos de tubería y accesorios, tienen previsto la limpieza de los mismos, que puede realizarse independientemente o como grupo.

Mantener en buen estado la vía de acceso que conecta la carretera principal con la caseta de bombeo ubicada en la vertiente, para un fácil acceso a la hora de cualquier eventualidad.

Se recomienda la construcción del proyecto, de acuerdo con el estudio de viabilidad financiera (Ver Anexo N° 11), debido a los problemas existentes en el sistema actual y de este modo mejorar el servicio.

Se debe tomar en cuenta la seguridad del personal que laborará en la construcción, ya que si no se toma en cuenta las normas de seguridad adecuadas, podría ocurrir un accidente.

Realizar una campaña de concientización sobre el consumo de agua, a los habitantes de las parroquias de Machachi y Aloasí, para que el sistema tenga un mejor funcionamiento y se optimice el uso del recurso.

Pero cabe recalcar que es indispensable tomar las medidas necesarias, para que los usuarios hagan conciencia del costo del agua y el uso adecuado que se le debe dar, ya que cada vez es un recurso más escaso y por el que se generan disputas permanentes.

CAPITULO V

5. PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 INSTITUCIÓN EJECUTORA

El proyecto se realizara con la Empresa Pública de Agua y Alcantarillado del cantón Mejía.

5.2 ANALISIS DE FACTIBILIDAD

El proyecto es factible de realizarlo, ya que se cuenta con el apoyo de la Empresa de Agua Potable y alcantarillado, y también con recursos provenientes de la Municipalidad del cantón Mejía, a la vez con esta nueva captación y conducción se espera brindar el servicio de agua potable, las 24 horas del día, por lo que la inversión esta plenamente justificada, además que la Empresa de Agua recuperara la inversión, con el cobro del servicio, es decir el proyecto es rentable, como lo demuestra el respectivo análisis de factibilidad (ver Anexo N° 11).

5.3 MODELO OPERATIVO DE EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA

5.3.1 Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas, son un conjunto de requerimientos que se exigen en los proyectos y se incluyen en los contratos para definir muy claramente y con precisión cual es el alcance del concepto de los trabajos a ejecutarse en determinado proyecto.

Las especificaciones que encontramos a continuación, están tomadas de las especificaciones técnicas de la EMAAP-Q.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Campamentos

Definición

Campamentos son las construcciones provisionales y anexos que el Constructor debe realizar con el fin de proporcionar alojamiento y comodidad para el desarrollo de las actividades de trabajo del personal técnico, administrativo y de trabajadores en general.

Especificaciones

El Constructor construirá por su cuenta las edificaciones provisionales que necesite para sus oficinas, para uso de la supervisión, para el alojamiento de sus empleados y trabajadores, las cuales serán de su propiedad. Los planos del campamento deberán someterse a la aprobación del ingeniero Fiscalizador. El campamento deberá estar dotado, de ser posible, con abastecimiento de agua potable y red de canalización, las descargas de ésta no deberá hacerse en lugares inconvenientes de los que pueden resultar focos de contaminaciones.

El Constructor deberá disponer permanentemente en sus campamentos de un local adecuado, dotado de medicinas, muebles y útiles indispensables y personal idóneo para que oportunamente y de una manera eficaz se presten los primeros auxilios en caso de accidentes, de conformidad a las estipulaciones del IESS.

El Constructor suministrará un abastecimiento de agua suficiente, cuya calidad sea conveniente para el uso doméstico del personal y habitantes de los campamentos.

Medición y pago

La construcción de los campamentos y sus anexos, puede estar incluido en el rubro de obras provisionales o considerado independientemente, para fines de pago se considerará en metros cuadrados.

Conceptos de trabajo

Los trabajos se liquidarán de acuerdo al siguiente concepto: Campamentos y anexos .

Replanteo

Definición

Replanteo es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a las indicaciones de los planos respectivos, como paso previo a la construcción.

Especificaciones

Todos los trabajos de replanteo deben ser realizados con aparatos de precisión, tales como teodolitos, niveles, cintas métricas, etc., y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo, no debiendo ser menor de dos en estaciones de bombeo, lagunas de oxidación y obras que ocupen un área considerable de terreno

Medición y pago

El replanteo tendrá un valor de acuerdo al desglose del precio unitario en metros cuadrados y kilómetros.

Conceptos de trabajo

Este trabajo será liquidado de acuerdo a lo siguiente: Replanteo.

Desbroce y limpieza

Definición

Este trabajo consiste en efectuar alguna, algunas o todas las operaciones siguientes: cortar, desenraizar, quemar y retirar de los sitios de construcción, los árboles, arbustos, hierbas o cualquier vegetación comprendida dentro del derecho de vía, las áreas de construcción y los bancos de préstamos indicados en los planos o que orden desbrozar el ingeniero Fiscalizador de la obra.

Especificaciones

Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.

Toda la materia vegetal proveniente del desbroce deberá colocarse fuera de las zonas destinadas a la construcción en los sitios donde señale el ingeniero Fiscalizador.

Medición y pago

El desbroce se medirá tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación de dos decimales.

Conceptos de trabajo

Los trabajos de desbroce que efectúe el Constructor, serán estimados y liquidados según el siguiente concepto de trabajo: Desbroce y limpieza

Replantillo

Definición

Cuando a juicio del ingeniero Fiscalizador de la obra el fondo de las excavaciones donde se instalarán tuberías no ofrezcan la consistencia necesaria para sustentarla y mantenerlos en su posición en forma estable o cuando la excavación haya sido hecha en roca u otro material que por su naturaleza no haya podido afinarse en grado tal para que la tubería tenga el asiento correcto, se construirá un replantillo de 10 cm., de espesor mínimo. Hecho de piedra triturada o cualquier otro material adecuado para dejar una superficie nivelada para una correcta colocación de la tubería.

Especificaciones

El replantillo se apisonará hasta que el rebote del pisón señale que se ha logrado la mayor compactación posible, para lo cual en el tiempo del apisonado se humedecerán los materiales que forman el replantillo para facilitar la compactación.

La parte central de los replantillos que se construyan para apoyo de tuberías de hormigón será construida en forma de canal semicircular que permitirá que el cuadrante inferior de la tubería descansa en todo su desarrollo y longitud sobre el replantillo.

Los replantillos se construirán inmediatamente antes de tender la tubería

Medición y pago

La construcción de replantillos será medida para fines de pago en m², con aproximación de un decimal, con excepción de replantillos de hormigón simple o armado, los que se medirán en m³., con aproximación de un decimal.

La construcción del replantillo se pagará al Constructor a los precios unitarios estipulados en el contrato.

Conceptos de trabajo

Estos trabajos se liquidarán de acuerdo a los siguientes conceptos:

Replantillo común.

Replantillo de hormigón simple.

Replantillo de hormigón armado.

Hormigones

Definición

Se entiende por hormigón al producto endurecido resultante de la mezcla de cemento Pórtland, agua y agregados pétreos en proporciones adecuadas, puede tener aditivos con el fin de obtener cualidades especiales.

Especificaciones

Hormigón ciclópeo

Es el hormigón en cuya masa se incorporan grandes piedras y/o cantos rodados (INEN 1762).

Para construir se coloca primeramente una capa de hormigón simple de 15 cm., de espesor, sobre la cual se coloca a mano una capa de piedra, sobre ésta, otra capa de hormigón simple de 15 cm., y así sucesivamente. Se tendrá cuidado para que las piedras no estén en ningún momento a distancias menores de 5 cm., entre ellas y de los bordes de los encofrados. De dosificación 1:2:4 y que es utilizado regularmente en obras hidráulicas y estructuras voluminosas resistentes.

Hormigón simple

Es el hormigón en el que se utiliza ripio de hasta 5 cm., de diámetro y desde luego tiene todos los componentes del hormigón.

La dosificación del hormigón simple varía de acuerdo a las necesidades:

Hormigón simple de dosificación 1:3:6, cuya resistencia a la compresión a los 28 días es de 140 kg/cm² y es utilizado regularmente en construcción de muros de hormigón de mayor espesor, pavimentos, cimientos de edificios, pisos y anclajes para tubería.

Hormigón simple de dosificación 1:2:4, cuya resistencia a la compresión a los 28 días es de 210 kg/cm² y es utilizado regularmente en construcción de muros no voluminosos y de obras de hormigón armado en general.

Hormigón simple de dosificación 1:1, 5:4 y que es utilizado regularmente en estructuras hidráulicas sujetas a la erosión del agua y estructuras especiales.

Hormigón armado

Es el hormigón simple al que se añade acero de refuerzo de acuerdo a requerimientos propios de cada estructura.

Diseño del hormigón

Para obtener un hormigón bueno, uniforme y que ofrezca resistencia, capacidad de duración y economía, se debe controlar en el diseño: Calidad de los materiales, dosificación de los componentes, Manejo, colocación y curado del hormigón.

Al hablar de dosificación hay que poner especial cuidado en la relación agua - cemento, que debe ser determinada experimentalmente y para lo cual se debe tener en cuenta lo siguiente: Grado de humedad de los agregados, clima del lugar de la obra, utilización de aditivos.

Mezclado

El hormigón será mezclado a máquina, salvo el caso de pequeñas cantidades (menores de 100 Kg.) que se podrá hacer a mano. La dosificación se realizará al peso empleando una balanza de plataforma que permita poner una carretilla de agregado.

Consistencia

Bajo las condiciones normales de operación, los cambios en la consistencia como indica la prueba de asentamientos serán usados como indicadores de cambio en las características del material, de las proporciones o del contenido del agua. Para evitar mezclas demasiado densas o demasiado fluidas, las pruebas de asentamiento deben estar dentro de los límites de la tabla siguiente:

Tipo de construcción	Asentamiento en mm (Cono de Abrahams)	
	Máximo	Mínimo
- Cimientos armados muros y plintos	127	50
- Plintos sin armadura, cajones de fundaciones y muros de subestructuras	100	25
- Losas, vigas y muros armados	125	76
- Columnas de edificios	152	76
- Pavimentos	76	50
- Construcciones de masas pesadas	76	25

Las pruebas de asentamiento se realizarán antes de colocar aditivos en el hormigón.

Resistencia

Cuando el hormigón no alcance la resistencia a la compresión a los 28 días, (carga de ruptura) para la que fue diseñado, será indispensable mejorar las características de los agregados o hacer un diseño en un laboratorio de resistencia de materiales.

Pruebas de hormigón

Las pruebas de consistencia se realizarán en las primeras paradas hasta que se establezcan las condiciones de salida de la mezcla, en el caso de haber cambios en las condiciones de humedad de los agregados o cambios del temporal. Las pruebas se harán con la frecuencia necesaria.

Las pruebas de resistencia a la compresión se las realizará en base a las especificaciones de la A.S.T.M., para moldes cilíndricos. Se tomarán por lo menos dos cilindros por cada 30 m³., de hormigón vaciado, uno que será probado a los 7 (siete) días y otro a los 28 (veintiocho) días, con el objeto de facilitar el control e resistencia de los hormigones.

Aditivos

Los aditivos se usarán en el hormigón para mejorar una o varias de las cualidades del mismo: Mejorar la trabajabilidad, reducir la segregación de los materiales, incorporar aire, acelerar el fraguado, retardar el fraguado, conseguir su impermeabilidad, densificar el hormigón, etc.

Transporte y manipuleo

El hormigón será transportado desde la mezcladora hasta el lugar de colocación por métodos que eviten o reduzcan al mínimo la separación y pérdida de materiales. Las superficies del hormigón fraguado sobre el cual a de ser colocado el nuevo hormigón,

serán limpias y saturadas con agua inmediatamente antes de la colocación del hormigón.

El refuerzo de hierro y estructuras metálicas, deberán ser limpiadas completamente de capas de aceite y otras sustancias, antes de colocar el hormigón.

Colocación del hormigón

El hormigón será colocado en obra con rapidez para que sea blando mientras se trabaja por todas las partes de los encofrados, si se ha fraguado parcialmente o ha sido contaminado por materias extrañas no deberá ser colocado en obra.

Consolidación

El hormigón armado o simple será consolidado por vibración y otros métodos adecuados aprobados por el ingeniero Fiscalizador. Se utilizarán vibradores internos para consolidar hormigón en todas las estructuras. Deberá existir suficiente equipo vibrador de reserva en la obra, en caso de falla de las unidades que estén operando.

Curado del hormigón

El objeto del curado es impedir o reintegrar las pérdidas de humedad necesaria durante la etapa inicial, relativamente breve, o de hidratación.

Medición y pago

El hormigón será medido en m³ con 1 decimal de aproximación. Determinándose directamente en obra las cantidades correspondientes.

Conceptos de trabajo

Las obras de hormigón se liquidarán de conformidad a las especificaciones:

Juntas de dilatación

Definición

Son espacios huecos que quedan entre estructuras adyacentes a fin de permitir a los mismos una capacidad de dilatación sin que los esfuerzos provenientes de ésta impliquen esfuerzos de la una sobre la otra.

Especificaciones

Las juntas de dilatación serán colocadas y formadas como indiquen los planos del proyecto y/o el ingeniero Fiscalizador.

Los materiales de relleno de las mismas se colocarán en la forma que indiquen los planos del proyecto y/o del ingeniero Fiscalizador y previamente a su utilización en obra deberán ser aprobados por él.

Medición y pago

Cuando por razones de índole constructiva tengan que colocarse en las juntas cintas de PVC o cualquier otro material de relleno. La unidad de medida para estos rubros será el m., la cantidad de suministro será estimada con un decimal de aproximación. El pago se hará de acuerdo a la cantidad estimada de material puesto en obra y al precio estipulado en el contrato.

Conceptos de trabajo

Para fines de liquidación y pago de los conceptos de trabajo de este rubro entendidos con el suministro y colocación de los materiales a utilizarse en las juntas será el siguiente:

Juntas de dilatación.

Material: Juntas de construcción

Definición

Se entenderá en general por juntas de construcción, la reunión especial que se realice entre dos elementos de hormigón con el objeto de transmitir y contrarrestar esfuerzos de contracción y dilatación entre dichos elementos

Especificaciones

Todos los trabajos que realice el Constructor en la ejecución de juntas de construcción, se sujetarán estrictamente a lo estipulado en las normas y planos del proyecto. Los materiales que sean empleados en las juntas de construcción señalados en el proyecto, deberán ser nuevos, de primera calidad y sometidos a la previa aprobación del Ingeniero Fiscalizador.

En los espacios vacíos que se dejen en una junta de expansión y contracción se colocará en lo posible una masilla plástica, o de lo contrario se pondrá una mano de pintura de asfalto, aceite o algún otro material que impida la adhesión.

Las juntas de construcción que deban ser impermeables por estar sujetas a fuertes presiones hidrostáticas, se deberán sellar con tiras o bandas elásticas a base de cloruro de polivinilo.

Medición y pago

Los trabajos que realice el Constructor en la ejecución de cualquier tipo de junta de construcción anteriormente especificada, serán medidos para fines de pago en metros lineales, con aproximación de un decimal, determinándose el número de metros lineales directamente en la obra en base a lo que señale el proyecto. El pago se efectuará de acuerdo a los precios unitarios establecidos en el Contrato.

Conceptos de trabajo

Los trabajos realizados en la ejecución de una junta de construcción se liquidarán de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

Juntas de construcción para contrarrestar efectos de contracción y dilatación

Juntas de construcción para evitar filtraciones debido a presiones hidrostáticas.

Encofrados

Definición

Se entenderá por encofrados las formas volumétricas que se confeccionan con piezas de madera, metálicas o de otro material resistente para que soporten el vaciado del hormigón con el fin de amoldarlo a la forma prevista.

Especificaciones

Los encofrados, generalmente contruidos de madera, deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión, resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeable para evitar la pérdida de la lechada.

Los tableros se mantendrán en su posición, mediante pernos de un diámetro mínimo de 8 mm., roscados de lado y lado, con arandelas y tuercas.

El uso de vibradores exige el empleo de encofrados más resistentes que cuando se usan métodos de compactación a mano.

Medición y pago

Los encofrados se medirán en m², con aproximación de un decimal. Al efecto, se medirán directamente en su estructura las superficies de hormigón que fueran cubiertas por las formas al tiempo que estuvieran en contacto con los encofrados empleados.

Conceptos de trabajo

La fabricación, colocación y remoción de encofrados para hormigón y de la obra falsa necesaria, para sustentarlas, se pagarán y liquidarán de acuerdo con las especificaciones:

Suministro, fabricación, colocación y remoción de encofrados de madera para hormigón.

Drenes

Definición

Se entenderá por drenes para estructuras las capas o ductos que se construyan bajo ellas con grava natural clasificada o sin clasificar, arena o piedra triturada o con cualquier otro material permeable que facilite el libre escurrimiento de las filtraciones del terreno natural y evite en esa forma la presencia de subpresión hidrostática que pueda actuar contra la estructura.

Especificaciones

Las excavaciones necesarias para alojar los drenes se considerarán como excavaciones de estructuras y se realizarán por lo tanto de acuerdo con las especificaciones respectivas.

El material permeable con que se formará el dren se colocará en capas en la forma que se señalen los planos.

Se entenderá también por drenes los entubamientos hechos a través de la estructura, paredes o muros de la misma para permitir el libre escurrimiento al exterior de las filtraciones del terreno natural, ya sea que éstas hayan sido o no encausadas previamente.

Medición y pago

La construcción de drenes con material granular se pagará en m³ con aproximación de un decimal. Al efecto se determinará directamente en la estructura los volúmenes de drenes construidos según el proyecto.

La excavación para los drenes, el acarreo de materiales desde el lugar de abastecimiento hasta el de su colocación, le serán estimados y pagados al Constructor de acuerdo con lo estipulado en el contrato.

La construcción de drenes entubados se medirá en metros lineales con aproximación de un decimal, y al efecto se determinará directamente en las estructuras las longitudes de tubería colocada y su diámetro para la formación de los drenes entubados.

Conceptos de trabajo

La construcción de drenes con material granular le será estimada y liquidada al Constructor de acuerdo con alguno o algunos de los conceptos de trabajo siguientes:
Construcciones de drenes para estructuras.

Construcción de drenes con material granular entubados para estructuras.

Impermeabilización

Definición

Se entenderá por impermeabilización el conjunto de procesos constructivos, que darán a ciertas estructuras la condición de ser impenetrables al agua y a otros fluidos.

Especificaciones

Localización: las áreas a impermeabilizarse serán las que señale el proyecto, y/o los que indique el ingeniero Fiscalizador.

Impermeabilización de tanques cárcamos de succión, losas de cubierta, tabiques, etc. Las estructuras antes indicadas, las que señale el proyecto y/o el ingeniero Fiscalizador, se ejecutarán mediante enlucidos a los que se incluirá aditivos hidrófugos de reconocida calidad y su uso estará supeditado a la previa aprobación del ingeniero Fiscalizador. La dosificación se sujetará a las especificaciones que para este fin recomiende la casa productora del aditivo en mención.

Medición y pago

Para los tipos de impermeabilización tratados en las especificaciones. .

La unidad de medida será el m² y la cantidad total de obra será estimada con un decimal de aproximación. El pago se hará de acuerdo a la cantidad de obra realizada y al precio unitario estipulado en el contrato.

Conceptos de trabajo

Los diversos trabajos que ejecute el contratista así como el suministro de materiales a esta estipulación le serán liquidados en la forma siguiente:

La ejecución de taludes presas y estructuras afines a esta especificación con los suministros de los materiales que se indique en los planos del proyecto o que indique el ingeniero Fiscalizador.

Material: Cemento

Definición

Se entenderá por cemento Pórtland el material proveniente de la pulverización del producto obtenido (clinker) por fusión incipiente de materiales arcillosos y calizas que contengan los óxidos de calcio, silicio, aluminio y hierro en cantidades convenientemente calculadas y sin más adición posterior que yeso sin calcinar y agua.

Para todas las obras que sea necesario utilizar cemento, tales como: hormigón, morteros, pavimentos, etc., será utilizado el cemento Pórtland Grado 1, que cumpla con las siguientes especificaciones:

Especificaciones

Deberá cumplir con las normas INEN 151 y 152.

El Constructor deberá proveer elementos adecuados para el almacenamiento y protección del cemento contra su humedecimiento.

Medición y pago

No se hará ningún pago por saco de cemento, salvo el caso de estipularse en el Contrato.

Este agregado está incluido en los rubros de obras a liquidarse como hormigones, mampostería, etc.

Material: Acero de refuerzo

Definición

Este material en varillas, es una combinación de hierro y carbono con pequeñas cantidades de otros elementos, como manganeso, fósforo, azufre, silicio, etc. La proporción del carbono determina la dureza y resistencia del acero.

Especificaciones

Las varillas redondas para hormigón armado serán obtenidas de laminación directa de lingotes de adecuada identificación de calor del proceso de acero básico o acero de horno eléctrico o por el proceso de acero ácido.

Los requerimientos de este acero serán: de acuerdo a las necesidades de diseño:

	Varillas lisas Grado Intermed.	Varillas corrugadas	Acero helicoidal Grado Intermedio Duro en frío		Grado Trabajado
Resistencia a la rotura Mínima. Km/m2.	4.000	4.000	5.500	6.500	
Límite de elasticidad Km/cm2			3.500	2.220 5.500	2.220

La longitud de los ganchos se determinará para el cálculo longitudinal considerando el diámetro en milímetros convertidos en centímetros, así por ejemplo para un diámetro de f 18mm, gancho 18 cm., de longitud.

En el momento de ser colocado en obra el acero de refuerzo debe estar limpio completamente de escamas sueltas, herrumbre, lodo aceite u otros materiales no metálicos que pueden afectar adversamente al desarrollo de las fuerzas de adherencia.

La cantidad, posición y orientación del acero de refuerzo deberán someterse estrictamente a lo indicado en los planos del proyecto y serán rigurosamente verificados.

Medición y pago

El acero de refuerzo que se emplee en las obras y su colocación se pagará por el número de kg., que se coloque en obra de acuerdo con los planos del proyecto y al precio unitario estipulado en el Contrato.

La unidad de medida será el kg., con una aproximación de un decimal y se medirá en los planos las longitudes netas de acero incluyendo ganchos y traslapes.

Conceptos de trabajo

Suministro de acero estructural, cortado, doblado y colocado en obra.

Material: Aditivos

Definición

Se entenderá por aditivos, a los productos químicos que se añaden en ocasiones a los morteros de cemento y hormigones, con el propósito de crear propiedades especiales, de neutralizar características normales del hormigón o de corregir algunas deficiencias de los morteros.

Especificaciones

La utilización de aditivos en morteros servirá por lo general para dar impermeabilidad a enlucidos interiores de tanques de almacenamiento o estructuras que vayan a estar en contacto con el agua.

Los aditivos que sirvan para impermeabilizar estructuras en contacto con el agua se los utilizará de acuerdo a lo que se indique en el proyecto y/o por órdenes del Ingeniero Fiscalizador. Los aditivos que se empleen en los hormigones serán de acuerdo a lo que se indique en el proyecto y/o por órdenes del Ingeniero Fiscalizador.

Medición y pago

El empleo de aditivos que realice el Constructor en morteros y hormigones serán medidos para fines de pago en medidas de peso o de volumen, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de dichos productos y que sean aprobados por el Ingeniero Fiscalizador.

Conceptos de trabajo

El suministro y empleo de aditivos le serán estimados y liquidados al Constructor, según las especificaciones.

Especificaciones técnicas particulares

Desviación y control de fuentes de abastecimiento

Definición

Se entenderá por desviación y control de fuentes de abastecimiento, el conjunto de obras provisionales o definitivas que se realicen según el proyecto, tales como ataguías, canales, túneles, etc., para desviar y controlar cursos de agua durante el período de construcción de las obras de captación, a fin de que no interfiera con los trabajos respectivos y estas puedan construirse en seco.

Especificaciones

Las obras de desviación y control de cursos de agua deberán efectuarse en tal forma que no afecten la operación de otras obras, existentes, aguas abajo del sitio de construcción de las obras de captación. La ejecución de los trabajos que intervengan en la construcción de una obra de desviación y control de cursos de agua, se sujetarán en todo caso a las especificaciones que se señalan a continuación:

Las excavaciones para cimentación de ataguías, su remoción y la construcción de canales de desvío se sujetarán en lo que proceda a las especificaciones

Cualquier concepto de trabajo, ya sea de formación de terrazas, estructuras o de otra índole, se ejecutará de acuerdo con las especificaciones correspondientes.

Medición y pago

Las obras de desviación y control de fuentes de abastecimiento se medirán y pagarán al Constructor en las unidades correspondientes a cada uno de los conceptos de trabajo que intervengan en su ejecución, de acuerdo con las especificaciones respectivas, y se pagarán aplicando a los volúmenes correspondientes los precios unitarios estipulados en el Contrato.

Conceptos de trabajo

La construcción de las obras de desviación y control de las fuentes de abastecimiento le serán estimadas y liquidadas al Constructor de acuerdo a los conceptos de trabajo del presupuesto aplicables a la construcción de esas obras.

Captaciones por bombeo

Definición

Se entenderá por captaciones por bombeo al conjunto de estructuras, equipos, accesorios y tuberías necesarias para facilitar la impulsión del agua desde la fuente o cárcamo de bombeo hasta otro almacenamiento, tratamiento, a red directamente o a una combinación de las anteriores.

Especificaciones

La localización de todos los elementos, obras a ejecutarse, excavaciones, encofrados, drenajes, mampostería, de la captación se sujetarán a lo que indiquen los planos del proyecto y/o el Ingeniero Fiscalizador respetando por tanto todo lo que se refiere a dimensiones, cotas, etc.

Los hormigones se dosificarán o diseñarán para adquirir las resistencias propuestas en los planos.

Los enlucidos y revestimientos se localizarán en las áreas donde indiquen los planos del proyecto y/o el Ingeniero Fiscalizador y de acuerdo a su calidad respecto a la impermeabilización, debe sujetarse, según el caso, a las especificaciones.

Una vez terminadas las instalaciones, se hará una prueba de los equipos, accesorios y tuberías, cumpliendo con las especificaciones pertinentes a cada rubro.

En lo referente a las pruebas de los equipos de bombeo, éstas se llevarán de tal forma, para obtener los siguientes valores: gasto, carga, potencia y velocidad, los mismos que deberán ser registrados en formularios y verificados con los datos técnicos el fabricante.

Los equipos de bombeo se anclarán en bases de hormigón o metálicas, según lo que indiquen los planos del proyecto en general y el plano específico de dimensiones y localización de pernos de anclaje, suministrado por el fabricante de las bombas.

Los pernos de anclaje a empotrarse en estructuras de hormigón deberán localizarse durante la construcción de la base y dentro de manguitos o neplos de hierro galvanizado, con un diámetro de 2 a 2 1/2 veces el diámetro del perno.

Medición y pago

La medición y pago se hará de acuerdo a lo estipulado en los numerales de las especificaciones comunes de los rubros correspondientes.

Conceptos de trabajo

Se aplicarán los conceptos de trabajo indicados en los numerales de las especificaciones comunes de los rubros correspondientes.

Equipo: Bombas

Definición

Se entenderá por bomba, toda máquina hidráulica capaz de convertir la energía mecánica en energía hidráulica, transportando un líquido desde un depósito a un otro punto determinado a través de tubería.

Especificaciones

El Constructor suministrará las bombas hidráulicas, centrífugas, rotatorias y reciprocantes, en base de los datos esenciales requeridos para el objeto y que serán indicado en los planos del proyecto, en lo que se relaciona a lo siguiente: Naturaleza del líquido a ser bombeado en lo referente a calidad físico-química, presión de vaporización, densidad, viscosidad; materiales en suspensión, y calidad de los mismos.

La capacidad de la bomba, señalando los valores máximo y mínimo correspondientes a los caudales y cargas dinámicas a que operará en forma satisfactoria y eficiente.

Los accesorios auxiliares de que deberá estar dotada la bomba, tales como: manómetros, purgas, etc.

Las características (diámetro y longitud) de la tubería o manguera de succión, cuando ésta se requiera, así como colador, válvula de pie, etc.

Previamente al suministro el Constructor someterá a la consideración y aprobación del Contratante lo siguiente:

Marca, modelo y tipo de la bomba, tipo de servicio, gasto, carga de succión, presión de descarga, carga dinámica total, tipo de líquido, presión de vaporización, temperatura, peso específico y viscosidad del líquido y energía requerida para el accionamiento.

Características del motor que accionará a la bomba, indicando:

Cuando se trate de motor de combustión interna.

Potencia nominal y potencia al freno.

Revoluciones por minuto en el eje del motor, para el régimen normal de operaciones, señalando además las velocidades máxima y mínima.

Marca, tipo y modelo.

Tipo de refrigeración, lubricación y combustible.

Acoplamiento a la bomba.

Cuando se trate de motor eléctrico:

Marca, tipo y modelo; Potencia; Velocidad, cuando sea uniforme y gama de velocidades, cuando sea variable.

Tipo de carcasa, la que deberá ser a prueba de intemperie, de humedad, goteo, polvo, según lo señalado por el proyecto. Tipo de acoplamiento con la bomba.

Características eléctricas generales (fases, ciclos, voltios, etc.).

El Ingeniero Fiscalizador comprobará que las bombas suministradas por el Constructor cumplan con lo señalado por el Contrato y con lo aprobado por el proyecto, y una vez instaladas probará su correcto funcionamiento, para la cual procederá en la forma en que lo señale el Contratante.

Medición y pago

Las bombas hidráulicas que suministre el Constructor serán medidas para fines de pago en forma unitaria por cada bomba completa incluyendo absolutamente todas sus partes, accesorios, dispositivos y mecanismos señalados en el Contrato.

Según sea lo estipulado en el Contrato, los motores accionadores de las bombas hidráulicas se incluirán como parte integral de las mismas, o en su defecto, se medirán por separado como una unidad motriz completa con todas sus partes.

Conceptos de trabajo

Suministro del equipo completo.

Suministro de los materiales y mano de obra para la instalación.

Equipo: motores eléctricos

Definición

Son máquinas eléctricas rotativas que transforman energía eléctrica en energía mecánica.

Especificaciones

Los motores eléctricos se dividirán en dos grandes grupos: los que funcionen con corriente continua y los que funcionen con corriente alterna.

Dentro de estos dos grupos a su vez tendrán los sub-grupos y así en adelante.

Los motores de corriente continua pueden ser motores del tipo compuesto, serie, paralelo con excitación independiente, etc. Serán utilizados para tensiones de 110, 220 y 440 voltios, se utilizarán en máquinas donde se quiera tener una gran variación de velocidad.

Los motores de corriente alterna se clasificarán en monofásicos y trifásicos, estos motores son los más utilizados en la industria y en bombeo hidráulico.

Los motores monofásicos funcionarán con voltajes de 110 y 220 voltios casi todos de potencias menores que cinco caballos de fuerza (HP).

Los voltajes trifásicos para motores son: 220, 440 y 550 V. En nuestro país los más utilizados serán los motores que funcionen a 220 y 440 voltios. El voltaje del motor, vendrá expresado en la placa y hay que tomar en cuenta antes de conectarlo a la fuente de energía, deben ser el mismo.

Amperios del factor de servicio de carga.

Para la adquisición de un determinado motor se tomará en cuenta los siguientes factores: medio ambiente de trabajo, par de arranque y tipo de ventilación, velocidad, frecuencia, tipo de devanado, voltaje, tipo de aislamiento de los devanados, potencia, etc.

Los motores utilizados para bombeo hidráulico serán del tipo en caja cerrada y de rotor en jaula de ardilla.

De estos y de acuerdo al medio en el que vayan a funcionar, se tiene los que funcionan en un ambiente normal (aire) con enfriamiento de aire, son del tipo jaula de ardilla, de caja cerrada y pueden ser obtenidos en el mercado interno.

Arrancadores y tableros de control y mando

Los arrancadores de mando son especificados de acuerdo al voltaje y potencia del motor, hay varios tipos de arrancadores, entre los más utilizados son los arrancadores de estrella-triángulo, los arrancadores auto transformador, los arrancadores a resistencia y actualmente los arrancadores a base de tiristores, etc.

Las protecciones normales que dispondrán los tableros de control y mando serán: protección para la sobrecarga, protección para falla de una fase, protección para inversión de secuencia de fases, protección para corto circuito.

Medición y pago

Corresponderá al Constructor el suministro de los equipos, de todos los materiales y de la mano de obra requerida para la instalación completa y funcionamiento de los mismos, salvo el caso que el contrato establezca lo contrario.

El pago se realizará de acuerdo a los conceptos de trabajo correspondientes y a los precios establecidos en el contrato.

Conceptos de trabajo

La liquidación de los trabajos a cargo del Constructor se efectuará de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

Suministro de motores eléctricos

Suministro de tableros de mando

Canalizaciones eléctricas y accesorios

Suministro de materiales y mano de obra para la instalación.

Desarenadores y sedimentadores

Definición

Se entenderá por desarenadores y sedimentadores aquellas estructuras que servirán para la retención de los materiales en suspensión o de arrastre que lleva el agua, la diferencia entre estas dos estructuras es únicamente la velocidad de sedimentación.

Especificaciones

Un desarenador puede estar compuesto por alguno o algunos de los siguientes dispositivos: Transición de entrada, vertedero, cámara de sedimentación, compuertas de entrada, salida de agua, by-pass.

La construcción de cada una de las partes constituyentes de un desarenador se sujetará precisa y exactamente a lo que determinen los planos y a alguna o algunas de las especificaciones que se indiquen.

Medición y pago

Según lo estipulado en el Contrato, la construcción de desarenadores, será medida bajo alguna o algunas de las modalidades señaladas a continuación.

Cuando la construcción de desarenadores sea medida para fines de pago en forma desglosada de acuerdo a los diversos conceptos de trabajo señalados en la especificación pertinente, se medirán y liquidarán cada uno de estos conceptos en forma desglosada, de acuerdo a los precios unitarios de los respectivos rubros de obra que constan en el Contrato.

Conceptos de trabajo

Los trabajos ejecutados por el Constructor en la construcción de desarenadores le serán estimados y liquidados al Constructor en la forma siguiente:

Construcción de un desarenador completo, de las características indicadas en el proyecto y/o Contrato.

Excavación de zanjas

Definición

Se entenderá por excavación de zanjas la que se realice según el proyecto para alojar la tubería de las redes de agua potable, incluyendo las operaciones necesarias para compactar o limpiar el replantillo y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones, colocación adecuada, y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para la instalación satisfactoria de la tubería. Incluye igualmente las operaciones que deberá efectuar el Constructor para aflojar el material manualmente o con equipo mecánico previamente a su excavación cuando se requiera.

Especificaciones

Excavación en tierra

La excavación de zanjas para tuberías y otros, será efectuada de acuerdo con los trazados indicados en los planos excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos en cuyo caso aquellos pueden ser modificados de conformidad con el criterio técnico del Ingeniero Fiscalizador.

El fondo de la zanja será lo suficientemente ancho para permitir libremente el trabajo de los obreros colocadores de tubería y para la ejecución de un buen relleno.

En ningún caso, el ancho del fondo de la zanja será menor que el diámetro exterior del tubo más 0.50 m. sin entibados; con entibamiento se considerará un ancho del fondo de la zanja no mayor que el diámetro exterior del tubo más 0.80 m.

Las dimensiones de las excavaciones que formarán las zanjas variarán en función del diámetro de la tubería que será alojada en ella, como se señala en el cuadro:

Zanjas para tuberías de hierro fundido, asbesto-cemento y PVC

Diámetro Nominal Milímetros	Ancho Pulgadas	Profundidad al fondo Centímetros	Profundidad al fondo Centímetros	Volumen por metro lineal
50,8	2	55	70	0,39 m
63,5	2,5	60	100	0,60 m ³
76,2	3	60	100	0,60 m ³
101,6	4	60	100	0,60 m ³
152,4	6	70	110	0,77 m ³
203,2	8	75	115	0,86 m ³
254,0	10	80	120	0,96 m ³

Nota: Por diámetro nominal se entenderá el diámetro interior de la tubería correspondiente que será instalada en la zanja.

La profundidad de la zanja será medida hacia abajo a contar del nivel del terreno, hasta el fondo de la excavación.

El ancho de la zanja medido entre las dos paredes verticales paralelas que la delimitan.

Para profundidades mayores de 2.00 m. y según la calidad del terreno sería preferible que las paredes tengan un talud de 1:6 que se extienda hasta el fondo de las zanjas.

Se deberá vigilar que desde el momento en que se inicie la excavación hasta que se termine el relleno de la misma, incluyendo el tiempo necesario para la colocación y prueba de la tubería, no transcurra un lapso mayor de 7 (siete) días calendario.

El material excavado en exceso será desalojado del lugar de la obra.

Cuando el suelo lo permita y si el caso requiere precisión, dejar aproximadamente cada 20 m. techos de 2 m. de largo en los cuales en vez de abrir zanjas, se construirá túneles, sobre los cuales se permitirá el paso de peatones. Posteriormente

esos túneles serán derrocados para proceder a una adecuada compactación en el relleno de ese sector.

Excavación en conglomerado y roca

Se entenderá por roca el material que se encuentra dentro de la excavación que no puede ser aflojado por los métodos ordinarios en uso, tales como pico y pala o máquinas excavadoras sino que para removerlo se haga indispensable el uso de explosivos, martillos mecánicos, cuña u otros análogos.

Si la roca se encuentra en pedazos, sólo se considerará como tal aquellos fragmentos cuyo volumen sea mayor de 200 dm³.

Cuando el fondo de la zanja sea de conglomerado o roca se excavará hasta 0.15 m. por debajo del asiento del tubo y se llenará luego con arena y grava fina. En el caso de que la excavación se pasara más allá de los límites indicados anteriormente, el hueco resultante de esta remoción será relleno con un material adecuado aprobado por el Ingeniero Fiscalizador. Este relleno se hará a expensas del Constructor, si la sobreexcavación se debió a su negligencia u otra causa a él imputable.

Cuando la excavación de zanjas se realice en roca fija, se permitirá el uso de explosivos, siempre que no alteren el terreno adyacente a las excavaciones y previa autorización por escrito del Ingeniero Fiscalizador de la obra. El uso de explosivos estará sujeto a las disposiciones contenidas en la especificación.

Presencia de agua

La realización de excavación de zanjas con presencia de agua puede ocasionarse por la aparición de aguas provenientes del subsuelo, de aguas lluvias, de inundaciones, de operaciones de construcción, aguas servidas y otros.

Los métodos y formas de eliminar el agua de las excavaciones, pueden ser tablaestacados, ataguías, bombeo, drenaje, cunetas y otros.

En los lugares sujetos a inundaciones de aguas lluvias se debe prohibir efectuar excavaciones en tiempo lluvioso.

Condiciones de seguridad y disposición de trabajo

Cuando las condiciones del terreno o las dimensiones de la excavación sean tales que pongan en peligro la estabilidad de las paredes de la excavación, a juicio del

Ingeniero Fiscalizador, éste ordenará al Constructor la colocación de entibados y puntales que juzgue necesarios para la seguridad pública de los trabajadores, de la obra y de las estructuras o propiedades adyacentes o que exijan las leyes o reglamentos vigentes.

El Ingeniero Fiscalizador está facultado para suspender total o parcialmente las obras cuando considere que el estado de las excavaciones no garantiza la seguridad necesaria para las obras y/o las personas, hasta que se efectúen los trabajos de entibamiento o apuntalamiento necesarios.

En cada tramo de trabajo se abrirán no más de 200 m. de zanja con anterioridad a la colocación de la tubería y no se dejará más de 300 m. de zanja sin relleno luego de haber colocado los tubos, siempre y cuando las condiciones de terreno y climáticas sean las deseadas.

En otras circunstancias, será el Ingeniero Fiscalizador quien indique las mejores disposiciones para el trabajo.

Manipuleo y desalojo de material excavado

Los materiales excavados que van a ser utilizados en el relleno de calles y caminos, se colocarán lateralmente a lo largo de la zanja; este material se mantendrá ubicado en tal forma que no cause inconvenientes al tránsito del público.

La capa vegetal removida en forma separada será acumulada y desalojada del lugar. El polvo será controlado en forma continua ya sea esparciendo agua o mediante el empleo de un método que apruebe la Fiscalización.

Los materiales excavados que no vayan a utilizarse como relleno, serán desalojados fuera del área de los trabajos.

Medición y pago

La excavación de zanjas se medirá en m³ con aproximación de un decimal. Al efecto se determinará los volúmenes de las excavaciones realizadas por el Constructor según el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador de la obra.

Los trabajos de bombeo que deba realizar el Constructor para efectuar las excavaciones y conservarlas en seco durante el tiempo de colocación de la tubería le serán pagados por separado en los términos de las especificaciones respectivas.

El suministro, colocación y remoción de entibamiento de madera se medirá en m² con aproximación de un decimal. Al efecto se determinará en la obra la superficie entibada según el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador de la obra, el cual se pagará al Constructor al precio unitario estipulado en el Contrato para el concepto de trabajo.

Cuando las excavaciones se efectúen en agua o material lodoso se le pagará al Constructor una compensación igual a la señalada en la especificación.

La excavación de zanjas le será pagada al Constructor a los precios estipulados en el Contrato para los conceptos de trabajo que se señalan en la especificación siguiente.

Conceptos de trabajo

La excavación de zanjas le será estimada y liquidada al Constructor de acuerdo con las especificaciones.

Bases y anclajes de hormigón, para tubería y accesorios

Definición

Se entenderán por bases y anclajes de hormigón para tuberías y accesorios, unas estructuras especiales, tipo cimentación, que servirán en primer término como apoyos intermedios en tramos largos de tubería, o en instalaciones de equipos donde existan accesorios diversos, que por su peso no puedan quedar suspendidos de los tramos de tubería y necesiten un apoyo rígido que los sustente; en segundo término servirán para anclar tuberías y accesorios en cambios de dirección de líneas de conducción; los mismos que podrán estar sujetos a velocidades altas del líquido o a grandes presiones hidrostáticas.

Especificaciones

Las bases y anclajes de hormigón podrán ser de hormigón simple o armado, según sea el caso, como se indique en los planos del proyecto, en los dos casos deberá cumplir con las especificaciones.

Medición y pago

Las bases y anclajes se medirán para fines de pago en metros cúbicos con aproximación de dos decimales, determinándose la cantidad directamente en obra y

en base a lo determinado en el proyecto y a las órdenes del ingeniero Fiscalizador, efectuándose el pago de acuerdo a los precios unitarios del Contrato.

Conceptos de trabajo

Las bases y anclaje de hormigón se liquidarán de acuerdo a las especificaciones.

Instalación de tuberías de agua potable

Definición

Se entenderá por instalación de tuberías para agua potable el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Constructor para colocar en los lugares que señale el proyecto y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador de la obra, las tuberías que se requieran en la construcción de sistemas de agua potable, ya se trate de tuberías de asbesto-cemento, hierro fundido, hierro dúctil, hierro negro o galvanizado, plástico y acero.

Especificaciones

El Constructor proporcionará las tuberías de las clases que sean necesarias y que señale el proyecto, incluyendo las uniones que se requieran para su instalación.

La operación de bajar la tubería a la zanja; su instalación propiamente dicha; ya sea que se conecte con otros tramos de tubería ya instaladas o con piezas especiales o accesorios; y finalmente la prueba de las tuberías ya instaladas para su aceptación por parte del Contratante.

El Constructor deberá tomar las precauciones necesarias para que la tubería no sufra daño ni durante el transporte, ni en el sitio de los trabajos, ni en el lugar de almacenamiento.

Previamente a su instalación la tubería deberá estar limpia de tierra, exceso de pintura, aceite, polvo o cualquier otro material que se encuentre en su interior o en las caras exteriores de los extremos de los tubos que se insertarán en las uniones correspondientes.

Al proceder a la instalación de las tuberías se deberá tener especial cuidado de que no se penetre en su interior agua, o cualquier otra sustancia que las ensucie en partes interiores de los tubos y uniones.

Cuando en un tramo de tubería de conducción, o entre dos válvulas o accesorios que delimiten un tramo de tubería en redes de distribución se presentaren curvas convexas hacia arriba, se deberá instalar en tal tramo una válvula de aire debidamente protegida con una campana para operación de válvulas u otro dispositivo similar que garantice su correcto funcionamiento.

Para la instalación de tuberías se deberá utilizar tramos mayores o iguales a 1.0 m. de longitud.

Una vez terminada la unión de la tubería, y previamente a su prueba por medio de presión hidrostática, será anclada provisionalmente mediante un relleno apisonado de tierra en la zona central de cada tubo, dejándose al descubierto las uniones para que puedan hacerse las observaciones necesarias en el momento de la prueba.

Terminado el unido de la tubería y anclada ésta provisionalmente en los términos de la especificación anterior, se procederá a probarla con presión hidrostática de acuerdo con la base de tubería que se trate. La tubería se llenará lentamente de agua y se purgará el aire entrampado en ella mediante válvulas de aire en la parte más alta de la tubería.

Una vez que se haya escapado todo el aire contenido en la tubería, se procederá a cerrar las válvulas de aire y se aplicará la presión de prueba mediante una bomba adecuada para pruebas de este tipo, que se conectará a la tubería.

Alcanzada la presión de prueba se mantendrá continuamente durante 2 (dos) horas cuando menos; luego se revisará cada tubo, las uniones, válvulas y demás accesorios, a fin de localizar las posibles fugas; en caso que existan éstas, se deberá medir el volumen total que se fugue en cada tramo, el cual no deberá exceder de las fugas tolerables que se señalan a continuación:

Máximos escapes permitidos en cada tramo probado a presión hidrostática	
Presión de Prueba Atm. (kg/cm ²)	Escape en litros por cada 2.5 cm. de diámetro por 24 horas y por unión
15	0.80litros
12.5	0.70 litros
10	0.60 litros
7	0.49 litros
3.5	0.35 litros

Nota: Sobre la base de una presión de prueba de 10 Atm. los valores de escape permitidos que se dan en la tabla, son aproximadamente iguales a 150 lts., en 24 horas, por kilómetros de tubería, por cada 2.5 cm. de diámetro de tubos de 4 m. de longitud.

Para determinar la pérdida total de una línea de tubería dada, multiplíquese el número de uniones, por el diámetro expresado en múltiplos de 2.5 cm. (1 pulgada) y luego por el valor que aparece frente a la presión de prueba correspondiente.

Durante el tiempo que dure la prueba deberá mantenerse la presión manométrica de prueba prescrita.

Los tubos, válvulas, piezas especiales y accesorios que resulten defectuosos de acuerdo con las pruebas efectuadas, serán reemplazados e instalados nuevamente por el Constructor sin compensación adicional.

Instalación de tuberías de acero

Para la instalación de las tuberías de hierro fundido se procederá de conformidad con las especificaciones

El tipo de unión para colocar entre sí tuberías de hierro fundido de extremos lisos deberán ser las denominadas uniones Gibault, o de otro tipo previamente aprobado por el Fiscalizador.

La colocación de las uniones Gibault se hará guardando los requisitos siguientes:

Se comprobará el buen estado de los anillos de sello, bridas, collar intermedio, tornillos y tuercas de las uniones.

Se colocará una de las bridas, uno de los anillos de sello y el collar intermedio de la unión Gibault en el extremo del tubo o extremidad del accesorio ya instalado, la otra brida y el segundo anillo de sello se colocará en el extremo del tubo por unir.

Una vez colocados las bridas, anillos en la forma antes descrita, se comprobará que los extremos de los tubos por unir estén alineados con una tolerancia máxima de 3 mm. en cualquier sentido.

La unión se iniciará conectando un extremo del primer tubo con la unión Gibault correspondiente al extremo liso de la pieza especial o accesorio del nudo en que se inicien los trabajos. El segundo tubo se conecta al primero usando una unión Gibault, continuándose así el unido de la tubería hasta llegar al nudo siguiente

Para absorber los movimientos de expansión y contracción del tubo y la unión, se prevé de un espacio entre los dos tubos para ello se levanta el extremo del último tubo colocado y se vuelve a bajar; este movimiento separa los extremos de los tubos en la unión.

Finalmente, deberá verificarse aquellos anillos de caucho de las uniones queden en sus posiciones correctas, uniformemente aprisionados por las bridas y sin bordes o mordeduras.

Cuando haya que alinear las tuberías de hierro fundido con un pequeño grado de curvatura indicado en los planos, proyecto y/o órdenes del ingeniero Fiscalizador de la obra, la deflexión máxima permisible entre dos tubos consecutivos será la indicada en la tabla siguiente:

Deflexión máxima para uniones en tuberías de hierro fundido

Tipo de Juntas	Diámetro de las tuberías		
	De 50 a 100 mm. 2" a 4" d para L=1 <	De 150 a 250 mm. 6" a 10" d para L=1 m <	De 300 a 400 mm. 12" a 16" d para L=1 m <
Tyton	6° 0.10	6° 0.10	5° 0.08
Gibault	6° 0.10	4° 0.07	3° 0.05
Dresser	6° 0.10	5° 0.08	3° 0.05

Nota: Para obtener la distancia de desplazamiento total al extremo del tubo, con respecto a la prolongación del eje del tubo anterior, multiplíquese el valor "d" de la tabla por la longitud del tubo a colocar.

Instalación de tuberías de plástico

Entiéndase por tuberías de plástico todas aquellas tuberías fabricadas con un material que contiene como ingrediente principal una sustancia orgánica de gran peso molecular. La tubería plástica de uso generalizado, se fabrica de materiales termoplásticos.

Dada la poca resistencia relativa de la tubería contra impactos, esfuerzos internos y aplastamientos, es necesario tomar ciertas precauciones durante el transporte y almacenaje.

Dado el poco peso y gran manejabilidad de las tuberías plásticas, su instalación es un proceso rápido, a fin de lograr el acoplamiento correcto de los tubos para los diferentes tipos de uniones, se tomará en cuenta lo siguiente:

Uniones Super Simplex o similares: Consisten en un acoplamiento de un manguito de plástico con ranuras internas para acomodar los anillos de caucho correspondientes. La tubería termina en extremos lisos provistos de una marca que indica la posición correcta, previa limpieza de las superficies de contacto. Se limpia luego la superficie externa del extremo del tubo, aplicando luego el lubricante de pasta de jabón o similar.

Uniones soldadas con solventes: Las tuberías de plásticos de extremos lisos se unirán por medio de la aplicación de una capa delgada del pegante suministrada por el fabricante, previa la formación de una campana en uno de los extremos.

Uniones roscadas: La tubería de plástico con pared de espesor suficiente puede tener uniones de rosca con acople por cada tubo. Antes de confeccionar la unión, las secciones roscadas del tubo y acople deberán limpiarse con solvente a fin de eliminar toda traza de grasa y suciedad.

En caso necesario la tubería de plástico se puede cortar con segueta o serrucho, preparando luego la rosca en la misma forma que para la tubería de hierro negro o galvanizado, con las herramientas usuales.

Uniones con bridas: Para la unión de tuberías de plástico con accesorios y/o tuberías de hierro, los fabricantes proporcionan una serie de acoples que se pueden soldarse por él un extremo de la tubería de plástico y acoplarse por el otro a las tuberías y/o accesorios de hierro.

Las tuberías de plástico de pequeño diámetro pueden doblarse previo recalentamiento a lo largo de la cobertura. A fin de evitar aplastamiento en la tubería durante el proceso de recalentamiento y doblado, se deberá llenar ésta con arena.

La instalación de la tubería de plástico dado su poco peso y fácil manejabilidad, es un proceso relativamente sencillo. El fondo de la zanja deberá estar completamente libre de material granular duro o piedra. Cuando el fondo de la zanja está compuesto de material conglomerado o roca, se deberá colocar previa a la instalación de la tubería una capa de arena de espesor de por lo menos, igual al diámetro de la tubería, si ésta es de diámetros menores de 2.5 cm. en caso de que el diámetro sea mayor de 2.5 cm. la capa de arena deberá tener un espesor de por lo menos 3 cm.

El relleno alrededor de la tubería deberá estar completamente libre de piedras, debiéndose emplear tierra blanda o material granular fino.

Medición y pago

Los trabajos que ejecute el Constructor para el suministro, colocación e instalación de tubería para redes de distribución y líneas de conducción de agua potable serán medidos para fines de pago en metros lineales, con aproximación de un decimal; al efecto se medirá directamente en las obras las longitudes de tubería colocadas de cada diámetro y tipo, de acuerdo con lo señalado en el proyecto y/o las órdenes por escrito del ingeniero Fiscalizador.

El suministro, colocación e instalación de tuberías le será pagada al Constructor a los precios unitarios estipulados en el Contrato de acuerdo a los conceptos de trabajo indicados en la especificación siguiente:

Conceptos de trabajo

La instalación de tuberías en redes de distribución de agua potable le será estimada y liquidada al Constructor de acuerdo con alguno o algunos de los conceptos de trabajo especificados.

Instalación de válvulas y accesorios

Definición

Se entenderá por instalación de válvulas y accesorios para tubería de agua potable, el conjunto de operaciones que deberá realizar el Constructor para colocar según el proyecto, las válvulas y accesorios que forman parte de los diferentes elementos que constituyen la obra.

Especificaciones

El Constructor proporcionará las válvulas, piezas especiales y accesorios para las tuberías de agua potable que se requieran según el proyecto y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador.

El Constructor deberá suministrar los empaques necesarios que se requieran para la instalación de las válvulas y accesorios.

Las uniones, válvulas, tramos cortos y demás accesorios serán manejados cuidadosamente por el Constructor a fin de que no se deterioren.

Antes de su instalación las uniones, válvulas y accesorios deberán ser limpiadas de tierra, exceso de pintura, aceite, polvo o cualquier otro material que se encuentre en su interior o en las uniones.

Las válvulas deberán anclarse en hormigón, de acuerdo con su diámetro y presión en los casos que especifique el diseño.

Las cajas de válvulas se instalarán colocando las bases de ellas centradas sobre la válvula, descansando sobre tramos de tuberías de hormigón simple centrifugado o un relleno compactado o en la forma que específicamente señale el proyecto, debiendo su parte superior colocarse de tal manera que el extremo superior, incluyendo el marco y la tapa quede al nivel del pavimento o el que señale el proyecto. Todo el conjunto deberá quedar vertical.

Previamente a su instalación y prueba a que se sujetarán junto con las tuberías ya instaladas, todas las piezas especiales accesorios se sujetarán a pruebas hidrostáticas individuales con una presión igual al doble de la presión de trabajo de la tubería a que se conectarán, la cual en todo caso no deberá ser menor de 10 kg/cm².

Válvulas

Las válvulas se instalarán de acuerdo a la forma de la unión de que vengan provistas, y a los requerimientos del diseño. Las válvulas de compuerta podrán instalarse en cualquier posición, dependiendo de lo especificado en el proyecto y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador. Sin embargo si las condiciones de diseño y espacio lo permiten es preferible instalarlas en posición vertical.

Las válvulas se instalarán de acuerdo con las especificaciones especiales suministradas por el fabricante para su instalación.

Uniones

Se entenderá por instalación de uniones para tuberías, el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Constructor para instalar a los tubos las uniones provistas con la tubería para acoplar éstas.

Para la instalación de las uniones se deberán seguir exactamente lo estipulado en las especificaciones

Se debe considerar en las uniones con Bidas que consisten en dos piezas terminadas por bidas planas entre las cuales se comprime un empaque de amianto grafitado, por medio de pernos que se ajustan con las tuercas respectivas.

En las juntas con bidas no es posible deflexión en los tubos.

Se deberá controlar exactamente que los empaques sean precisamente para conducción de agua.

Uniones Dresser

Para la instalación de la unión Dresser se colocan los dos extremos de los tubos en el anillo central o manguito. Los dos anillos de caucho o empaque se colocan a continuación en las ranuras que para el efecto vienen en el manguito, luego se colocarán los dos anillos de acero exteriores agujereados por los cuales se pasan los pernos y tuercas precediéndose a su ajuste de manera similar a la indicada en las uniones Gibault y de bidas.

Se deberá comprobar la hermeticidad de la unión mediante prueba hidrostática a que se somete la tubería.

Las uniones Dresser en su tipo deberán ser exactamente de conformidad a lo indicado en el proyecto.

Tramos cortos

Para la instalación de tramos cortos se procederá de manera igual que para la instalación de tuberías de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones pertinentes.

Se deberá tener especial cuidado en el ajuste de las uniones y en los empaques de estas a fin de asegurar una correcta impermeabilidad.

Los tramos cortos se instalarán precisamente en los puntos y de la manera indicada específicamente en el proyecto y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador.

Los tramos cortos que sirvan de pasamuros se instalarán a nivel antes de la construcción de los muros.

Tees, codos, yees, tapones y cruces

Para la instalación de éstos elementos considerados genéricamente bajo el número de accesorios se usan por lo general aquellos fabricados de hierro fundido, o del material de que están fabricadas las tuberías.

Los accesorios para la instalación de redes de distribución de agua potable y líneas de conducción se instalarán de acuerdo a las uniones de que vienen provistas y que se indican en las especificaciones.

Se deberá profundizar y ampliar adecuadamente la zanja, para la instalación de los accesorios.

Se deberá apoyar independiente de las tuberías los accesorios al momento de su instalación para lo cual se apoyará o anclará éstos de manera adecuada y de conformidad a lo indicado en el proyecto y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador.

Medición y pago

La colocación de válvulas y cajas se medirá en piezas y al efecto se contará directamente en la obra, el número de válvulas de cada diámetro y cajas válvulas completas instaladas por el Constructor, según lo indicado en el proyecto.

Limpieza, desinfección y pruebas

Definición

Se entenderá el conjunto de proceso tendiente a remover partículas que durante la instalación han quedado dentro de los ductos y que mediante lavado deben ser removidas, para posteriormente proceder desinfectarlos mediante soluciones adecuadas y por último proceder a probarlos a las presiones indicadas en estas especificaciones.

Especificaciones

Limpieza: Esta se realizará mediante lavado a presión. Si no hay hidrantes instalados o válvulas de desagüe, se procederá a instalar tomas de derivación con diámetros adecuados, capaces de que la salida del agua se produzca con una velocidad mínima de 0.75 m/seg. Para evitar en lo posible dificultades en la fase del lavado se deberán tomar en cuenta las precauciones que se indican en las especificaciones pertinentes a instalación de tuberías y accesorios.

Prueba: Estas normas cubren la instalación de sistemas de distribución, líneas de conducción, con todos sus accesorios como: válvulas, hidrantes, bocas de incendio, y otras instalaciones.

Se rellenará la zanja cuidadosamente y utilizando herramientas apropiadas, hasta que quede cubierta la mitad del tubo. Este relleno se hará en capas de 10 cm. bien apisonadas. Luego se continuará el relleno hasta una altura de 30 cm. por encima de la tubería, dejando libres las uniones y accesorios. Todos los sitios en los cuales haya un cambio brusco de dirección como son: tees, tapones, etc., deberán ser anclados en forma provisional antes de efectuar la prueba.

En la parte más alta del circuito, o de la conducción, en los tapones, al lado de las válvulas se instalará, una toma incorporación para drenar el aire que se halla en la tubería. Se recomienda dejar salir bastante agua para así poder eliminar posibles bolsas de aire.

Cuando la tubería sea de asbesto-cemento se la mantendrá llena de agua por lo menos 24 horas antes de la prueba, a fin de que ésta absorba agua.

Una vez lleno el circuito se cerrará todas las válvulas que estén abiertas así como la interconexión a la fuente.

La presión correspondiente será mantenida valiéndose de la bomba de prueba por un tiempo no menor de dos horas.

Cada sector será probado a una presión igual al 150% de la máxima presión hidrostática que vaya a resistir el sector. En ningún caso la presión de prueba no deberá ser menor que la presión de trabajo especificada por los fabricantes de la tubería. La presión será tomada en el sitio más bajo del sector a probarse.

Para mantener la presión especificada durante dos horas será necesario introducir con la bomba de prueba una cantidad de agua, que corresponda a la cantidad que por concepto de fugas escapará del circuito.

La cantidad de agua que trata la norma anterior deberá ser detenidamente medida y no podrá ser mayor que la consta a continuación:

Fugas máximas permisibles en litros por 24 horas por junta y por cada 25 mm. De diámetro del tubo.

Máximos escapes permitidos en cada tramo probado a presión hidrostática Presión de prueba Atm. (kg/cm ²)	Escape en litros por cada 2,5 cm. de diámetro por 24 horas y por unión
15	0,80 litros
12,5	0,70 litros
10	0,60 litros
7	0,49 litros
3,5	0,35 litros

Cuando la cantidad de agua que haya sido necesaria inyectar en la tubería para mantener la presión de prueba constante, sea menor o igual que la permisible, calculada según la tabla, se procederá al relleno y anclaje de accesorios en forma definitiva.

Cuando la cantidad necesaria de agua para mantener la presión sea mayor que la calculada según la tabla, será necesario revisar la instalación y reparar los sitios de fuga y repetir la prueba, tantas veces cuantas sea necesario, para obtener resultados satisfactorios.

Desinfección: La desinfección se hará mediante cloro, gas o soluciones de hipoclorito de calcio o sodio al 70%.

Desinfección de tanques de reserva: Previamente deberá limpiarse totalmente de partículas y sedimentos residuos de la construcción luego se procederá a llenar el tanque, agregando poco a poco la solución desinfectante, hasta tener la cantidad total calculada, de acuerdo al volumen del estanque. El tiempo de permanencia de la solución no será menor de 24 horas y el cloro residual obtenido no será menor de 10 p.p.m.

Prueba del servicio del sistema

Una vez realizadas las pruebas parciales de conducción, redes, además de su limpieza y desinfección, se procederá a una prueba de servicio que fundamentalmente consistirá de los siguientes pasos:

Se procederá a la comprobación del funcionamiento de la captación con todos sus accesorios, rejillas, vertederos, banquillos de captación, etc.

Se procederá al aforo del gasto de captación en el desarenador y además se chequeará los dispositivos de entrada, salida, rebose, desagües, de esta misma estructura.

Se recorrerá la conducción, probando el funcionamiento de todas las válvulas de aire y desagüe, aliviadoras de presión, comprobando el respectivo caudal.

Se comprobará el funcionamiento de los tanques rompedores de presión en lo concerniente a sus dispositivos de entrada, salida y ventanas.

Se verificará el funcionamiento de los dispositivos y accesorios en general de los tanques de reserva como son: entrada, salida, válvulas flotadoras, rebose, limpieza, by-pass, etc.

Se verificarán en funcionamiento todas las estructuras, tanques, filtros, etc., que se encuentren en la planta de tratamiento.

Se aislarán sectores de la red para verificar el funcionamiento de válvulas, conforme se indique en el proyecto.

Medición y pago

Toda serie de trabajos y proceso ejecutados en la prueba de limpieza y desinfección de sistemas de distribución, conducciones y otras, se considerará que están incluidos en el proceso de instalación por tanto no tendrán derecho a pago alguno.

Conceptos de trabajo

Para fines de liquidación y pago los conceptos de trabajo de este rubro se comprenderá que están incluidos en la instalación.

Relleno de excavación de zanjas

Definición

Por relleno de excavaciones de zanjas se entenderá el conjunto de operaciones que deberá realizar el Constructor para rellenar hasta el nivel original del terreno natural o hasta los niveles señalados por el proyecto y/o órdenes del ingeniero Fiscalizador de la obra, las excavaciones que se hayan realizado para alojar las tuberías de las redes de agua potable, así como las correspondientes a estructuras auxiliares.

Especificaciones

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavaciones sin antes obtener la aprobación por escrito del ingeniero Fiscalizador de la obra, pues en caso contrario, éste podría ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el Constructor tenga derecho a ninguna retribución por ello.

Cuando el proyecto de la obra así lo señale, el relleno de excavaciones deberá ser efectuado en forma tal que cumpla con las especificaciones de la técnica "Proctor" de compactación, para lo cual el ingeniero Fiscalizador de la obra ordenará el espesor de las capas, el contenido de humedad del material, el grado de compactación, procedimientos, etc., para lograr la compactación óptima.

La tierra, rocas y cualquier material sobrante después de rellenar las excavaciones de zanjas, serán acarreadas por el Constructor hasta el lugar de desperdicios que autorice el ingeniero Fiscalizador.

Medición y pago

El relleno de excavaciones de zanjas que efectúe el Constructor le será medido para fines de pago en metros cúbicos con aproximación de un decimal. Al efecto se medirán los volúmenes efectivamente colocados en las excavaciones.

El acarreo de materiales producto de bancos de almacenamiento o préstamo que se requieran para ser empleados en el relleno de zanjas, acarreado en distancias no mayores de 1 km. será medido en metro cúbico con aproximación de un decimal, y se pagará de acuerdo con el concepto de trabajo señalado en la especificación correspondiente.

El acarreo de materiales producto de bancos de almacenamiento o préstamo que se requieran para ser empleados en el relleno de zanjas a distancias mayores de 1 km. se medirán en m³ km. con aproximación de un decimal, y se pagará de acuerdo con el concepto de trabajo señalado en la especificación correspondiente.

Conceptos de trabajo

Los trabajos ejecutados por el Constructor en el relleno de excavaciones de zanjas le serán estimados y liquidados al Constructor de acuerdo con alguno o algunos de los conceptos especificados.

Material: Tubería de hierro fundido

Definición

Se entiende por tubos de presión, de hierro fundido, los conductos de sección circular fabricados con fundición de hierro y un adecuado contenido de carbono para cumpla la condición de hierro fundido.

Especificaciones

La tubería de hierro fundido que suministre el Constructor será de extremos lisos, vaciada y centrifugada en moldes metálicos especiales. Cada tubo será liso interior y exteriormente; estará libre de arrugas causadas por el enfriamiento, de incrustaciones, de granulaciones, de ampollas, de agujeros y de defectos de cualquier naturaleza que los hagan impropios para el uso a que se destinan. Serán derechos, verdaderamente circulares en sección con sus superficies externas e internas concéntricas.

Toda la tubería tendrá las dimensiones señaladas en las listas de materiales correspondientes.

Toda la tubería se pintará en su interior y exterior, con barniz de alquitrán de hulla, al cual se agregará suficiente aceite para obtener una capa lisa, resistente y tenaz cuando se enfríe, la que no quedará pegajosa, ni quebradiza. Se aplicará con una temperatura adecuada. Los tubos se rodarán sobre dos polines distantes entre sí $\frac{2}{3}$ de la longitud del tubo y su eje no se desviará del eje real en más de 1.25 mm/m.

Las tuberías de hierro fundido estarán de acuerdo con las especificaciones estándar de la (A.W.W.A.C. -106 -70) ANSI --A21.6 -1970 para tuberías mediante centrifugación en moldes metálicos; y, de la A.S.T.M. -A377. Marcas que se pondrán en las tuberías de hierro fundido

Todos los tubos deberán tener las inscripciones siguientes:

- 1.- La marca del fabricante y país de origen.
- 2.- El peso.
- 3.- El diámetro.
- 4.- Largo en metros.

Medición y pago

La tubería de hierro fundido para fines de pago será medida, en ml. especificando su clase y diámetro. En cambio para el caso de piezas especiales el pago se hará por unidades especificando su longitud, clase y diámetro.

Conceptos de trabajo

El suministro de tuberías que haga el Constructor para ser instaladas en las diferentes partes de los sistemas de agua potable, le será estimado y liquidado según alguno y/o algunos de los conceptos de las especificaciones.

Material: Tubería de cloruro de polivinilo (P.V.C.) rígido

Definición

Esta tubería está constituida por material termoplástico compuesto de cloruro de polivinilo, estabilizantes, colorantes, lubricantes y exento de plastificantes. Como relleno se permite únicamente la adición de carbonato de calcio precipitado en una proporción no mayor de 6 partes por cada 100.

Especificaciones

Se clasificarán de acuerdo al diámetro exterior de los tubos, estableciéndose la serie métrica (M), especificando las siguientes R.D.E. (Relación, Diámetro, Espesor): 9-13, 5-21-34-51. En la serie inglesa (I) se especifican lo siguientes R.D.E.: 13, 5-17-21-26-32, 5-41-64.

Se entenderá por Relación, Diámetro, Espesor (R.D.E.), la relación que existe entre el diámetro exterior del tubo y el espesor de la pared. Para tubería de PVC rígido, el RDE se calcula dividiendo el diámetro exterior promedio (en milímetros) por el espesor mínimo de la pared (en milímetros). El valor de esta relación (RDE) se aproxima al 0.5 más cercano. La longitud nominal será de 6m. Se podrá suministrar otros tamaños, por acuerdo entre el fabricante y comprador. Para cualquier longitud, la tolerancia permitida será de 0.2%.

Esta tubería podrá unirse mediante soldadura con solventes o al calor, con espesores de pared adecuada. Las características, presiones y requisitos mínimos estarán cubiertos por la norma INEN 1373 o la norma ISO 16422.

Medición y pago

La tubería de Polivinilo (P.V.C.) será medida para fines de pago, por metro lineal, con aproximación de un decimal. Al efecto se determinará directamente en la obra el número de metros lineales de los diversos diámetros según el proyecto, o que haya sido aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

Conceptos de trabajo

El suministro de tuberías que haga el Constructor, le será liquidado de acuerdo a las especificaciones.

Material: Válvulas de compuerta con bridas con o sin volante

Definición

Se entenderá por válvulas de compuerta el dispositivo de cierre para regular el paso del agua por las tuberías.

Especificaciones

Estas válvulas se usarán acopladas a tuberías y accesorios de hierro fundido con bridas.

Cuando los planos lo especifiquen, las válvulas irán provistas de un volante para operación en la parte superior del vástago. El lugar visible del volante se indicará en forma realzada y por medio de una flecha el movimiento que se dará para abrir la válvula, que siempre será en el sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj.

El material del cuerpo de las válvulas se sujetará a la norma 1966 -A-S-T-M-A- 126 clase B; las partes de bronce a A.S.T.M. -B-62-70, el vástago a A.S.T.M. -B-147-70. Las bridas para unión con otros accesorios cumplirán la especificación ANSI-B. 16.1-125 y ANSI-B. 16.1.250.

Se fabricarán para que resistan todas las pruebas requeridas y para ello se les darán las dimensiones y espesores adecuados.

Las válvulas se someterán a una presión hidrostática de prueba para verificar que en sus partes no se presenten fugas y deformaciones permanentes debido a los esfuerzos sometidos. La presión de prueba mínima será el doble de la presión de trabajo indicada en las respectivas listas de materiales.

Las válvulas deberán estar protegidas contra la corrosión mediante el mismo revestimiento que se señala para piezas especiales o accesorios de hierro fundido.

Medición y pago

Las válvulas, serán determinadas para fines de pago por unidades. Al efecto se determinarán directamente en las obras el número de válvulas de los diversos

diámetros utilizados de acuerdo al diseño del proyecto, o que haya sido aprobado por el ingeniero Fiscalizador.

Conceptos de trabajo

El suministro de válvulas de compuerta con bridas, con o sin volante, le será liquidado al Constructor de acuerdo con alguno o algunos de los conceptos de las especificaciones.

Material: Válvulas de retención con bridas

Definición

Se entenderá por válvulas horizontales de retención a bisagra al dispositivo que se use donde quiera que el flujo del agua deba ser una sola dirección y no se le permita el flujo de regreso. Generalmente usadas en líneas de bombeo.

Especificaciones

Estas válvulas se usarán acopladas a tuberías y accesorios de hierro fundido con bridas. El cuerpo, el casquete y las bridas serán de hierro fundido: la tapa será de hierro fundido con pernos de acero protegidos contra la oxidación; las compuerta y los anillos de compuerta hasta "6" serán de bronce sólido, para tamaños más grandes las compuertas de hierro fundido de alta resistencia con anillos de compuerta de bronce formando una unidad inseparable.

Todo el resto de las partes móviles serán de bronce o montadas en bronce, además serán standard e intercambiables.

Las bridas para uniones con otros accesorios cumplirán la especificación ANSI - B.16.1-125 y ANSI -B.16.1-250. La presión de prueba mínima será el doble de la presión de trabajo indicada en las respectivas listas de materiales.

Medición y pago

Las válvulas serán determinadas para fines de pago por unidades. Al efecto se determinarán directamente en las obras el número de válvulas de los diversos diámetros utilizados de acuerdo al diseño del proyecto, o que haya sido aprobado por el ingeniero Fiscalizador.

Conceptos de trabajo

El suministro de las válvulas de retención con bridas, le será liquidado al Constructor según alguno o algunos de los conceptos de las especificaciones.

Material: Válvulas de aire

Definición

Se entenderá por válvulas de aire al dispositivo que se use para permitir el escape de aire acumulado en las parte altas de la tubería de conducción.

Especificaciones

El cuerpo de la válvula será de hierro fundido con guarniciones de bronce. Con las ofertas se proveerá amplia literatura sobre su funcionamiento, mecanismo de cierre y su material. Las conexiones serán roscadas según "rosca Standard Americana". Diámetro mínimo de la abertura de la salida de aire 1/4".

Medición y pago

Las válvulas serán determinadas para fines de pago por unidades. Al efecto se determinará directamente en las obras el número de válvulas utilizadas de acuerdo al diseño del proyecto o que sean aprobadas por el ingeniero Fiscalizador.

Conceptos de trabajo

El suministro de válvulas de aire que haga el Constructor, se le liquidará de acuerdo a las especificaciones.

Material: Uniones tipo Gibault

Definición

Las uniones tipo Gibault consisten en un anillo central o manguito de hierro fundido de ancho standard para cada diámetro; 2 anillos de caucho; 2 anillos exteriores de hierro fundido, pernos y tuercas para su ajuste.

Especificaciones

Las uniones tipo Gibault serán fabricadas con el mismo material utilizado para la fabricación de tramos cortos y accesorios de hierro fundido y deberán cumplir además con las mismas especificaciones para ellos indicados en el numeral 2.57.0.0.

Medición y pago

Las uniones tipo Gibault, serán determinadas para fines de pago por unidades. Al efecto se determinarán directamente en la obra el número y diámetro de uniones utilizados según el proyecto, o que haya sido aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

Conceptos de trabajo

El suministro de uniones tipo Gibault, se liquidará de acuerdo a las especificaciones.

Bridas

Definición

Se entenderá por brida el reborde circular plano y ancho dispuesto en el extremo de los tubos que sirven para acoplarse a otros tubos o a piezas especiales mediante pernos.

Especificaciones

Las bridas deberán ser del mismo material de los tramos cortos y accesorios para unirlos entre sí, por medio de empaques adecuados y pernos.

Se fabricarán de cara plana, con un número de perforaciones que sea múltiplo de dos: las perforaciones nunca se harán en los ejes horizontales o verticales de las piezas correspondientes, sino que se colocarán de tal manera que sean simétricas con respecto a ellos.

Según las presiones de trabajo a la que estén sometidas las tuberías y accesorios, las bridas deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

- a) ANSI-B 16.1-1.967 para 8,78 kg/cm²
- b) ANSI-B 16.1-1.967 para 17,5 kg/cm²

Material: Empaque para bridas

Definición

Se entenderá por empaques para bridas las arandelas de amianto grafitado de buena calidad que se utilizan para conseguir que el acople entre bridas sea hermético.

Especificaciones

Los empaques para bridas de válvulas y accesorios de hierro fundido serán de amianto grafitado de buena calidad y de un espesor de 3 mm.

Medición y pago

Los empaques para bridas serán determinados para fines de pago, involucrados en el costo del metro de tubería, tramo corto o accesorios de hierro fundido bridados de acuerdo a los diversos diámetros utilizados en el proyecto.

Conceptos de trabajo

El suministro de empaques para bridas se liquidará al Constructor de acuerdo a alguno o algunos de las especificaciones.

Material: Pernos para bridas

Definición

Se entenderá por pernos para bridas a los clavos gruesos de acero con resalto helicoidal y tuerca hexagonal, en un extremo y en el otro cabeza hexagonal.

Especificaciones

El material de los pernos deberá ser acero; la cabeza hexagonal *standard* sin acabado y las tuercas también de acero con dimensiones "Hexagonal Standard" sin acabado. Tanto a los pernos como a las tuercas se les deberá hacer la cuerda siguiendo las "Especificaciones American Standard Association" para tuercas de cuerda (A.S.B.L.I.).

Medición y pago

Los pernos serán determinados para fines de pago, involucrados en el costo del metro de tubería o accesorios de hierro fundido bridado de acuerdo a los diversos diámetros utilizados según el proyecto.

Conceptos de trabajo

El suministro de pernos para bridas se liquidará según las especificaciones.

Válvula de compuerta de HF

Definición

Se entenderá por suministro e instalación de válvula de compuerta con sus respectivos accesorios (tramos cortos, uniones mecánicas), el conjunto de operaciones que deberá realizar el Constructor para suministrar y colocar según el proyecto la válvula y accesorios que forman en conjunto la válvula para su correcto funcionamiento.

Especificaciones

El contratista proporcionará las válvulas de compuerta y accesorios para su completa instalación que se requieran según el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador

El contratista deberá suministrar los empaques necesarios que se requieran para la instalación de las válvulas y accesorios.

Las válvulas de compuerta serán de fabricación normal y de la mejor calidad, tanto con respecto a sus materiales como a la mano de obra. Las válvulas de compuerta estarán de acuerdo, en general, con las estipulaciones correspondientes y más recientes reformas de las "Especificaciones para Válvulas de Compuerta para Servicio Común de Agua", designación AWWA C 500-86, de la AWWA (Asociación Americana de Abastecimientos de Agua).

Cuerpo de hierro fundido ASTM A126 clase B, hierro dúctil ASTM A395 o A536, u otras normas reconocidas que aseguren una calidad equivalente o superior.

Características

Las válvulas de compuerta tendrán caja de hierro, con montaje total de bronce ASTM B62, doble disco y caras paralelas. Las válvulas de compuerta se abrirán con un movimiento contrario al de las manecillas de un reloj.

Todas las válvulas serán de vástago estacionario, para usarlas en tubería instalada horizontalmente.

Llevarán tuerca de operación cuadro a dado de 50 mm (2") por lado para diámetros de hasta 200 mm (8"); y, las de 250 mm (10") en adelante, tendrán volante.

Los mecanismos internos de las válvula, sobretodo los vástagos y compuertas, deben soportar un torque de 200

lbs-pie. Mínimo para diámetros hasta 100 mm (4") de diámetro; y para diámetros iguales o mayores a 150 mm (6") un torque de 300 lbs-pie.

Las válvulas de diámetros mayores a 250 mm (10"), dispondrán de válvula (By Pass) de paso adicional.

Todas las partes metálicas de las válvulas, excepto las superficies de contacto directo con otras o las superiores acabadas, serán pintadas por el fabricante con dos manos de barniz de asfalto o baño para tubería.

Pruebas

Las pruebas se realizarán cumpliendo la norma AWWA C 500, esto es todas las válvulas deberán ser probadas hidrostáticamente durante un período de 5 minutos, a la presión de prueba de 2.0 veces la máxima presión de trabajo, para la cual la válvula ha sido diseñada. Durante esta prueba, las partes no deben presentar indicación alguna de falla y tampoco escapes o goteo fuera de norma.

Adicionalmente debe hacerse la prueba de estanqueidad con la presión de trabajo cada cara de la compuerta, sujetándose al numeral 5.1.2.1 de la norma AWWA C500.

El Constructor debe certificar al Municipio, antes del despacho de los materiales, que estos han sido aprobados y que cumplen los requisitos de estas especificaciones.

En todos los casos el Municipio se reserva el derecho de verificar directamente o por medio de terceros las certificaciones antes señaladas.

Instalación

Las uniones mecánicas, válvula, tramos cortos y demás accesorios serán manejados cuidadosamente por el Constructor a fin de que no se deterioren. Previamente a su instalación el Ingeniero Fiscalizador inspeccionará cada unidad para eliminar las que presenten algún defecto en su fabricación.

Las tuberías, válvulas, accesorios y piezas especiales, se sujetarán a pruebas hidrostáticas individuales con una presión igual al doble de la presión de trabajo de la tubería a que se conectarán, la cual en todo caso no deberá ser menor de 10 kg/cm².

Medición y forma de pago

El suministro, instalación y pruebas de Válvulas de compuerta y sus accesorios (tramos cortos, uniones mecánicas), se medirán en unidades y al efecto se contará directamente en la obra, el número de válvulas de compuerta con sus respectivos accesorios, instaladas por el Constructor, según el proyecto y a entera satisfacción del Ingeniero Fiscalizador.

Limpieza y desalojo de materiales

Definición

Se denominará limpieza y desalojo de materiales el conjunto de trabajos que deberá realizar el Constructor para que los lugares que rodeen las obras muestren un aspecto de orden y de limpieza satisfactoria al Contratante.

Especificaciones

Previamente a este trabajo todas las obras componentes del proyecto deberán estar totalmente terminadas.

El Constructor deberá retirar de los sitios ocupados aledaños a las obras las basuras o desperdicios, los materiales sobrantes y todos los objetos de su propiedad o que hayan sido usados por él durante la ejecución de los trabajos y depositarlos en los bancos del desperdicio señalados por el proyecto y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador de la obra.

Medición y pago

La limpieza y desalojo de materiales le será medido y pagado al Constructor en metros cúbicos.

Los diversos trabajos efectuados por el Constructor para el desalojo y limpieza de materiales le serán pagados de acuerdo al precio unitario estipulado en el contrato o estar incluido en el valor de los respectivos precios unitarios de los materiales a desalojarse.

Conceptos de trabajo

El desalojo y limpieza de materiales le será estimado y liquidado al Constructor de acuerdo al siguiente concepto de trabajo:

Desalojo y limpieza de materiales. Valor en metros cúbicos.

5.3.2 Análisis de precios unitarios

Para la realización del presupuesto de la obra, es necesario elaborar los precios unitarios de cada uno de los rubros correspondientes al proyecto, este precio unitario, es la remuneración o pago en moneda que el contratante deberá reconocer al contratista por unidad de obra y por concepto del trabajo que se ejecute. La unidad de obra es la unidad de medición señalada en las especificaciones para cuantificar el concepto de trabajo para fines de medición y pago.

EL precio unitario, se lo establece en función de un análisis previo para conocer el valor de cada una de las actividades de construcción que se deben realizar en un proyecto. El análisis es la suma de componentes directos como el valor de los materiales y su transporte, la mano de obra, la maquinaria, herramientas a utilizarse y componentes indirectos como obligaciones y seguros, impuestos, administración del proyecto, utilidades entre otros.

(Ver Anexo N° 7)

5.3.3 Presupuesto

El cálculo del presupuesto del proyecto, se lo realiza en base a los precios unitarios y al cálculo de los volúmenes de obra, sobre la base de las características, del proyecto, estos volúmenes se obtienen de los planos en donde constan, las especificaciones, tipos de materiales y cantidades a utilizarse. (Ver Anexo N° 8)

5.3.4 Cronograma de obra

El cronograma de obra es una herramienta básica de organización de un proyecto, es plan de trabajo o un plan de actividades que muestra la duración del proceso constructivo, bajo las condiciones que garanticen la optimización del tiempo, en el se

presenta el listado de actividades de obligatorio cumplimiento para el contratista, durante la etapa de construcción del proyecto. (Ver Anexo N° 9)

5.4 EVALUACIÓN DE IMPACTO

Las evaluaciones de impacto se utilizan para asegurar que los proyectos sean económicamente viables, socialmente equitativos y ambientalmente sostenibles.

En líneas generales, una evaluación de impacto busca determinar de forma válida y confiable, si un programa o proyecto produjo los efectos deseados en los beneficiarios y si la causa de dichos efectos es realmente atribuible a la implementación del proyecto. Además, estas evaluaciones permiten observar resultados y efectos no previstos, tanto positivos como negativos.

5.4.1 Evaluación de impacto social

El proyecto tendrá un impacto directo sobre las condiciones de vida de la población del área de influencia y, en especial, de los estratos más pobres.

La ejecución del proyecto de agua potable para las Parroquias de Aloasí y Machachi traerá una serie de beneficios, los mismos que permitirán mejorar las condiciones de vida de los pobladores, ya que al tener agua potable de buena calidad, las condiciones de salubridad van a mejorar, ya que se puede controlar de mejor manera las enfermedades de origen hídrico, por tanto disminuirán los riesgos de enfermedades y principalmente de mortalidad infantil.

Así mismo tenemos que el empleo de la mano de obra local es un impacto positivo que contribuirá a mejorar las condiciones socio económicas de la zona, disminuirá el desempleo y aumentará la población económicamente activa. Por tanto la construcción del proyecto de agua potable tendrá un impacto social positivo.

La construcción del sistema de agua potable a más de traer beneficios a la población, igualmente trae consigo efectos negativos como una mayor producción de aguas servidas, las mismas que si no se encuentran canalizadas pueden causar

múltiples problemas y enfermedades, de igual manera hay un aumento de contaminación en los cursos naturales de agua.

Otro factor negativo es la expropiación que deberán sufrir los terrenos que de alguna manera se encuentran afectados por el paso de líneas de conducción, lo que crea malestar y conflictos con los pobladores afectados.

Inmigración

Dado que en la zona no existe la suficiente mano de obra calificada y no calificada para la ejecución del proyecto de construcción, necesariamente habrá factores de ingreso de trabajadores de la construcción de otras áreas.

Conflictos sociales

Necesariamente la inmigración de habitantes de otras áreas creará conflictos sociales de diversos tipos en las comunidades actuales.

Aceptación Social

Son todos aquellos factores que pueden producir beneplácito o interferencia ciudadana por efecto de construcciones o de relaciones sociales con el medio.

Turismo

Se identifican las zonas en función del turismo actual y aquel que podría tener a futuro cuando las áreas de construcción terminen de ejecutarse.

5.4.2 Evaluación de impacto económico

Demanda de mano de obra calificada

Se refiere al número total de horas-hombre -mes de servicios técnicos y otros especializados que el proyecto requerirá en la etapa de construcción.

Oferta de Mano de Obra calificada

En función de la población económicamente activa actual calificada en la zona se estimará el porcentaje que la zona podría dotar al proyecto en la etapa de construcción.

Demanda de mano de obra no calificada

Se refiere al número total de horas-hombre-mes de servicios no especializados que el proyecto requerirá en la etapa de construcción

Oferta de Mano de Obra calificada

En función de la población económicamente activa actual no calificada en la zona se estimará el porcentaje que la zona podría dotar al proyecto en la etapa de construcción

Seguridad Laboral

Relacionada al cumplimiento del reglamento de IESS de Seguridad Industrial

Salud

Tiene que ver con la protección a los trabajadores de la construcción en cuanto a la prevención de enfermedades, especialmente las relacionadas con la calidad del agua y disposición de excretas.

Compra de Tierras

Se relaciona a todos los aspectos que la municipalidad deberá efectuar para adquirir los derechos de vía de las zonas en las cuales las obras de interés público atravesaran terreno privados.

Interferencia con otras actividades

Las obras de construcción por su volumen necesariamente van a tener conflictos con el uso actual de zonas dedicadas al pastoreo o a la agricultura.

Vialidad

El proyecto en su etapa de construcción aumentará el inventario vial de la zona permitiendo de principio el comercio de bienes de consumo y capital.

Demanda de Bienes de Consumo

La demanda de bienes de consumo de los trabajadores y compañías constructoras por efectos de un proyecto de esa magnitud necesariamente requerirá de mayores bienes de consumo que los que hoy se intercambian en la zona.

Demanda de Bienes de Capital

La demanda de bienes de capital en materiales, equipos, y herramientas requeridas para la construcción de las obras serán adquiridos parcialmente en la ciudad de Machachi.

Plusvalía

La construcción del proyecto necesariamente aumentará la plusvalía de los terrenos no como fenómeno especulativo sino como una realidad de mejores ingresos por producción.

Cambio de la Economía de la Zona

Tradicionalmente en el país la ejecución de proyectos de esta envergadura cambiará totalmente y temporalmente la economía tradicional de la zona por aumento de provisión de bienes de consumo y de capital.

Aumento de tributación

El estado ecuatoriano se verá favorecido por cuanto ingresarán a tributar bienes de capital de consumo y de prestación de servicios a través del IVA y del impuesto a la renta.

Ingresos de la zona

Con relación a las actividades a desarrollarse, la zona tendrá un cambio en la provisión de servicios y bienes de capital lo cual cambiará los ingresos actuales de la zona.

5.4.3 Evaluación de impacto financiero

Presupuesto de la Municipalidad

Dentro de la etapa de construcción y a través de un cronograma de obras valorado la municipalidad de Mejía deberá erogar dineros para la ejecución de las obras.

Recuperación de la inversión

Luego de ejecutada la obra la municipalidad emitirá las respectivas cartas de contribución de mejoras a los dueños de los predios beneficiarios y recuperara la inversión.

5.4.4 Evaluación de impacto ambiental

Las obras de infraestructura de agua potable a ejecutarse ayudarán al desarrollo de las áreas a través de la implementación de diferentes estructuras que tendrán como objetivo final mejorar las condiciones de vida de la población de zona.

Sin embargo esas obras alterarán de diferentes formas e intensidad el medio ambiente en todos los sectores que lo componen, esto es en los aspectos biótico, abiótico y socio-económicos, relacionados siempre con el hombre, constituyente principal del ecosistema.

Así los probables impactos ambientales que se producirán en las etapas de construcción, operación y mantenimiento del proyecto, se establecen en afectaciones positivas y negativas y se las debe prevenirlas, atenuarlas, eliminarlas a través de la mitigación, compensación, indemnización, prevención, control o prohibición.

Definición del Área de Influencia del Proyecto

El área de influencia del proyecto se la ha definido considerando la zona o área geográfica susceptible de sufrir modificaciones como consecuencia de las acciones tecnológicas del desarrollo del proyecto y a su vez que tienen relación con la operación del mismo. Se ha dividido en dos tipos el área de influencia, así se tiene:

Área de influencia directa: Que corresponde a zonas donde se implantara las obras Del sistema de conducción de agua para las parroquias de Aloasí y Machachi.

Área de influencia indirecta: Corresponde al área total del proyecto.

Categorización de impactos ambientales

La Categorización de los impactos ambientales identificados y evaluados, se los realiza en base al Valor del Impacto, determinado en el proceso de predicción. Se han conformado 4 categorías de impactos, a saber:

Altamente significativos.

Significativos.

Despreciables.

Positivos.

La categorización proporcionada a los impactos ambientales, se lo puede definir de la manera siguiente:

Impactos Altamente Significativos: Aquellos de carácter negativo, cuyo Valor del Impacto, corresponden a las afecciones de elevada incidencia sobre el factor ambiental, difícil de corregir, de extensión generalizada, con afección de tipo irreversible y de duración permanente.

Impactos Significativos: Aquellos de carácter negativo, cuyas características son factibles de corrección, de extensión local y duración temporal.

Despreciables: Corresponden a todos los impactos de carácter negativo. Pertenecen a esta categoría los impactos capaces plenamente de corrección y por ende compensados durante la ejecución del Plan de Manejo Ambiental, son reversibles, de duración esporádica y con influencia puntual.

Benéficos: Aquellos de carácter positivo que son benéficos para el proyecto.

Las acciones de mayor impacto negativo serán:

Captación (Medianamente significativo)

Instalación de la tubería en la línea de conducción (Altamente significativo)

Construcción de tanque de almacenamiento (Altamente significativo)

Acumulación de restos, rechazos y sobrantes (Medianamente significativo)

Retiro de la capa vegetal (Medianamente significativo)

Excavación en superficies (Altamente significativo)

En tanto que los factores ambientales más afectados serán:

Calidad del Suelo

Vistas escénicas y paisaje

Durante la etapa de operación.

Las acciones de mayor impacto negativo serán:

Generación de residuos (Medianamente significativo)

Vertidos (Medianamente significativo)

Hay que destacar el impacto positivo debido ha la acción:

Mantenimiento del servicio (Benéfico)

En tanto que los factores ambientales medianamente afectados serán:

Salud y seguridad de la población afectada por el proyecto.

Bienestar de la población afectada por el proyecto.

Calidad del suelo

Afectaciones al componente abiótico

Este componente, se encuentra caracterizado por la Calidad del Aire; Calidad del Suelo; y, Calidad del Agua Superficial.

Las acciones consideradas en las etapas de construcción generarán impactos negativos en mayor cantidad en la Calidad del Suelo, siendo la más relevante el retiro de la capa vegetal, la instalación de tuberías y la Excavación en superficie.

En los factores de Calidad del Aire y del Agua Superficial en las etapas de construcción y operación, los impactos negativos son de importante magnitud por lo que se los considera altamente significativo. Entre las acciones que mayor inciden en estos factores ambientales son el retiro de la capa vegetal, excavación en superficie, instalación de tubería y construcción del Tanque de reserva. Destacando que en esta última acción los impactos son mitigables.

Durante la operación del proyecto, el factor ambiental de Calidad del Aire, Bienestar, Calidad de vida, Salud y seguridad se verá beneficiado por la acción del mantenimiento de los servicios básicos, que permitirá el buen funcionamiento de los servicios básicos y el adecuado manejo de los residuos sólidos.

Afectaciones al componente biótico:

Este componente, caracterizado por la flora y fauna, durante la etapa de construcción se verán afectados medianamente por las acciones del retiro de la capa vegetal, y la construcción del tanque de reserva.

Afectaciones al componente antrópico:

El componente antrópico se halla caracterizado por las Vistas y el paisaje; Calidad de vida; Salud y Seguridad; Bienestar, vialidad y transporte.

Durante las etapas de construcción y operación del proyecto, las acciones consideradas generarán impactos negativos sobre las vistas y el paisaje.

En la etapa de construcción, la calidad de vida de quienes habitan en el área de influencia del proyecto, se verá afectada de manera significativa debido a la generación de desechos, el retiro de la capa vegetal, las excavaciones de superficie y la acumulación de restos rechazos y sobras, vertederos. Las demás acciones consideradas únicamente generarán impactos negativos despreciables.

En la etapa de operación, la generación de desechos y la demografía generarán un impacto significativo sobre la calidad de vida, mientras la operación y mantenimiento

de los servicios básicos generan un impacto positivo, debido a la adecuada operación de los servicios.

En la fase constructiva del proyecto, la salud y seguridad de los habitantes localizados en el área de influencia directa del mismo se verán afectadas debido a la generación de desechos, retiro de la capa de rodadura, excavaciones en superficie. Las demás acciones consideradas únicamente generarán impactos negativos despreciables sobre la salud y seguridad.

El bienestar, vialidad y transporte en la zona del proyecto se verá afectado por generación de desechos, acumulación de restos, rechazos y sobrantes, Vertidos. Las demás acciones consideradas únicamente generarán impactos negativos despreciables.

5.4.5 Evaluación y monitoreo

El sistema de monitoreo y evaluación del Proyecto estará a cargo de la Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado Municipal. Las actividades relacionadas con el funcionamiento del sistema se encargarán a personal especializado, quienes además fiscalizarán la construcción del proyecto.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

B. NEKRASOV. Hidráulica. Tercera Edición Modificada. Editorial MIR 1968.

Constitución de la República del Ecuador.

Código Orgánico de organización Territorial, Autonomía y Descentralización.

Dirección de Geomatica del GAD Municipal del cantón Mejía

Ernest W. Steel. Abastecimiento de Agua y Alcantarillado Segunda Edición Norteamericana. Editorial Gustavo Gili. S.A.

Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado Municipal del cantón Mejía.

Harry Parker. Diseño simplificado de concreto reforzado. Editorial Limusa Mexico 1978.

Krochin Sviatoslav. "Diseño Hidráulico", Segunda edición, Editorial de la Escuela Politécnica Nacional, Ecuador 1986.

Neira Juan y otros. "Normas de diseño de sistemas de agua potable para la EMAAP-Q", Primera edición, V&M Gráficas, 2009.

Pórtland Cement Association (PCA). "Circular concrete Tanks without Prestressing, edición 1993

Ronald V. Giles. Mecánica de los fluidos e hidráulica. Libros McGraw-Hill.

Subsecretaria de Saneamiento Ambiental.- Normas para Estudios y Diseños de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores de 1000 habitantes.

TABLAS

Tabla N° 1: Diagrama de Moody.

Tabla N° 2 Longitudes equivalente.

Tabla N° 3: Selección de la Bomba

Tabla N° 4: Disminución de la presión atmosférica

Tabla N° 5: Presión de vapor de agua.

Tabla N° 6: Tablas de coeficientes del método 3 del código ACI.

Tabla N° 6.1: Coeficientes para momentos negativos en losas.

Tabla N° 6.2: Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas.

Tabla N° 6.3: Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas.

Tabla N° 7: Esfuerzos permisibles del acero.

Tabla N° 8: Coeficientes para fórmulas de vigas de sección rectangular.

Tabla N° 9: Coeficientes para cálculo de la fuerza de tensión anular producidos por la presión hidrostática interna del agua en los tanques circulares.

Tabla N° 10: Coeficientes para cálculo de momentos flexionantes producidos por la presión hidrostática interna del agua en los tanques circulares.

Tabla N° 11: Coeficientes para cálculo del esfuerzo cortante en tanques circulares.

Tabla N° 12: Tabla de coeficientes de momentos del método 2 del ACI.

Tabla N° 13: Dotaciones recomendadas.

Tabla Nº 1: Diagrama de Moody

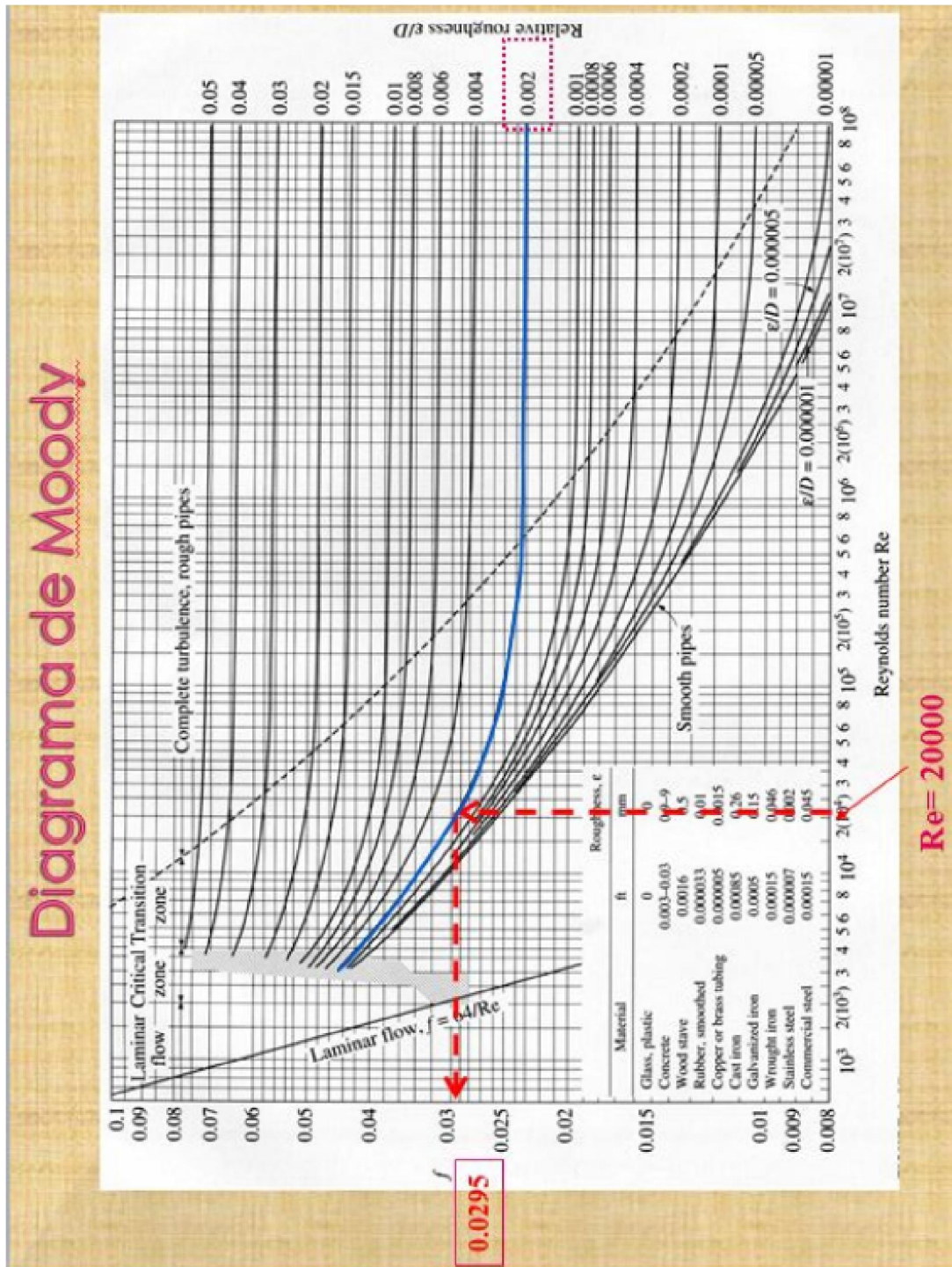


Tabla Nº 2 Longitudes equivalentes

Longitudes equivalentes para distintos accesorios.		
Tipo	(L/D) _{eq}	
Válvula de globo-abierta por completo	340	
Válvula de ángulo abierta por completo	150	
Válvula de compuerta-abierta por completo	8	
¼ abierta	35	
½ abierta	160	
¾ abierta	900	
Válvula de verificación tipo giratoria	100	
Válvula de verificación tipo bola	150	
Válvula de mariposa abierta ,por completo (2 a 8 pulg)	45	
10 a 14 pulg	35	
16 a 24 pulg	25	
Válvula de pie tipo disco de vástago	420	
Válvula de pie tipo disco de bisagra	75	
Codo estándar de 90	30	
Codo de 90 de radio largo	20	
Codo roscado a 90	50	
Codo estándar a 45	16	
Codo roscado a 45	26	
Vuelta cerrada en retorno	50	
Te estándar con flujo directo	20	
Con flujo en el ramal	60	

Rugosidad de distintos materiales.		
Material	Rugosidad e (m)	Rugosidad e (pie)
Vidrio	Liso	Liso
Plástico	$3,0 \times 10^{-7}$	$1,0 \times 10^{-6}$
Tubo Extruido; cobre latón y acero	$1,5 \times 10^{-6}$	$5,0 \times 10^{-6}$
Acero comercial soldado	$4,6 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-4}$
Hierro galvanizado	$1,5 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-4}$
Hierro dúctil, recubierto	$1,2 \times 10^{-4}$	$4,0 \times 10^{-4}$
Hierro dúctil, no recubierto	$2,4 \times 10^{-4}$	$8,0 \times 10^{-4}$
Concreto bien fabricado	$1,2 \times 10^{-4}$	$4,0 \times 10^{-4}$
Acero remachado	$1,8 \times 10^{-3}$	$6,0 \times 10^{-3}$

Tabla Nº 3: Selección de la Bomba

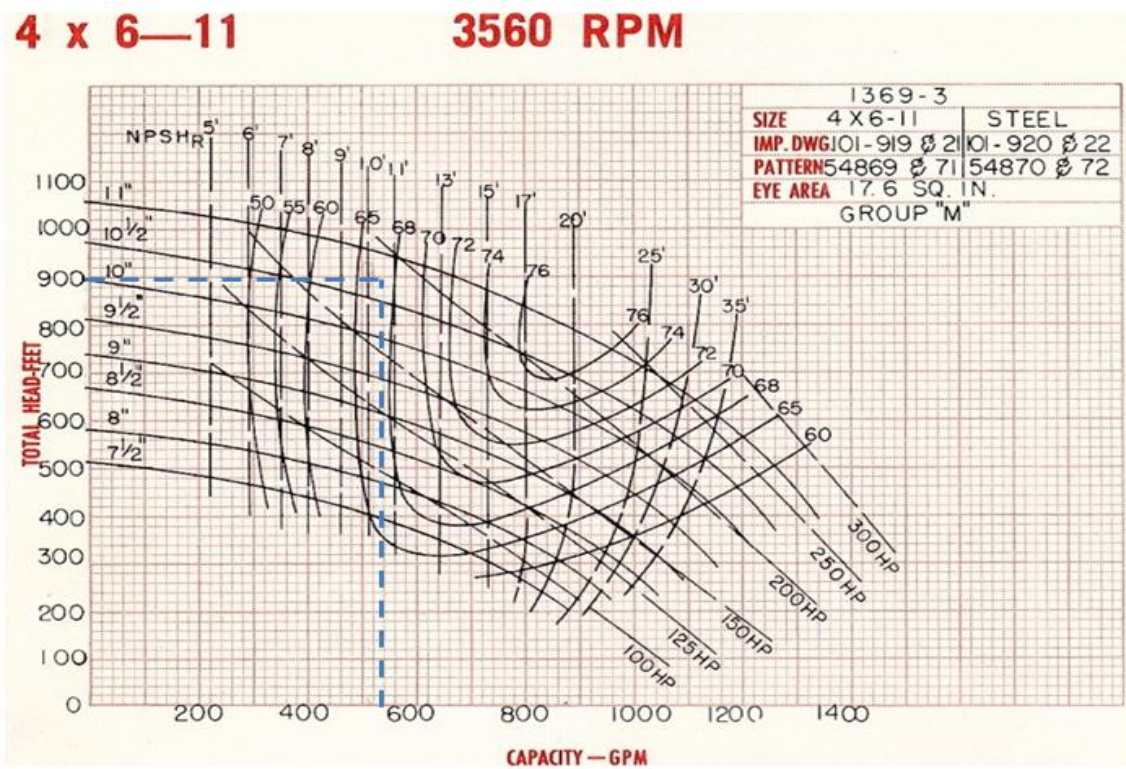
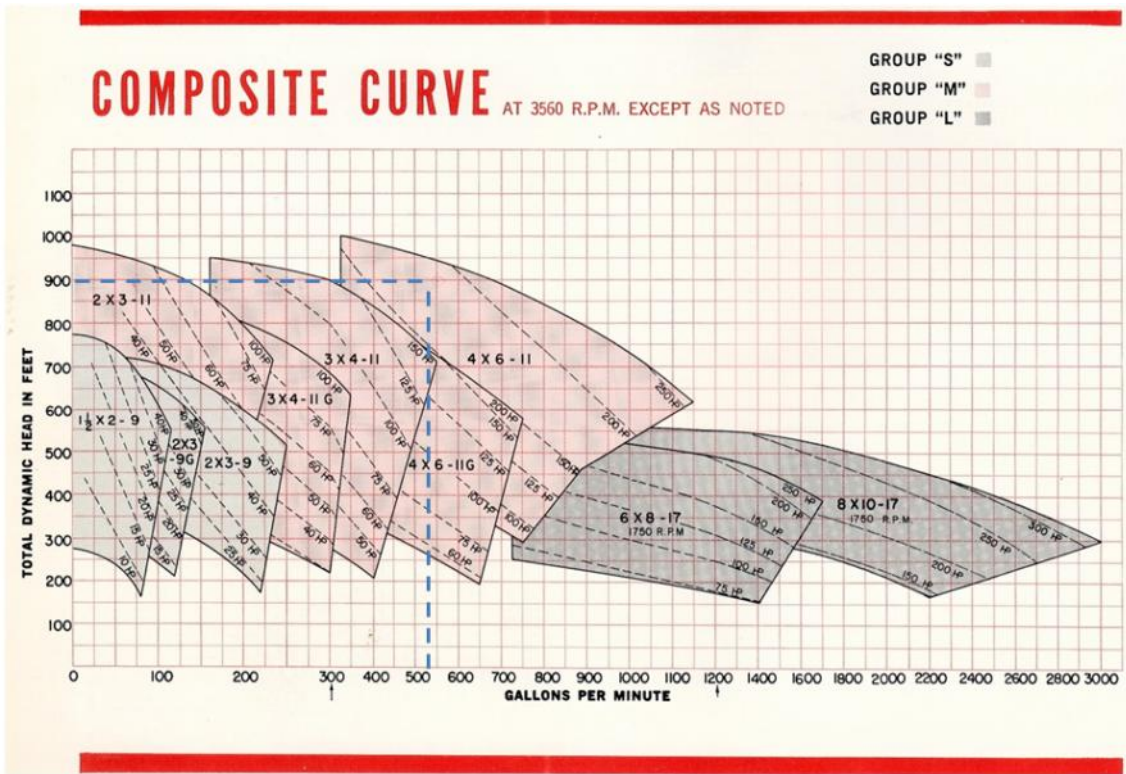


Tabla Nº 4: Disminución de la presión atmosférica

Disminución de la presión atmosférica.

Altura sobre el nivel del mar		Presión atmosférica (Pa)	
m	ft	m	Pa
0	0	10.33	14.69
250	820	10.03	14.26
500	1640	9.73	13.83
750	2640	9.43	13.41
1000	3280	9.13	12.98
1250	4101	8.83	12.55
1500	4291	8.53	12.13
1750	5741	8.25	11.73
2000	6561	8.00	11.38
2250	73.81	7.75	11.02
2500	8202	7.57	10.68
2750	9022	7.28	10.35
3000	9842	7.05	10.02
3250	10662	6.83	9.71
3500	11483	6.62	9.42
3750	12303	6.41	9.12
4000	13123	6.20	8.82
4250	13943	5.98	8.52
4500	14764	5.78	8.22

Tabla Nº 5: Presión de vapor de agua

Tabla Presión de vapor del agua.

Temperatura		Peso específico Kg/dm ³	Presión de vapor (P.V.P)	
C°	F°		M. Abs.	P.SI.Abs
0	32	0.9998	0.062	0.088
5	41	1.000	0.089	0.127
10	50	0.9996	0.125	0.1781
5	59	0.9990	0.174	0.247
20	68	0.9982	0.238	0.338
25	77	0.9970	0.323	0.459
30	86	0.9955	0.432	0.614
35	95	0.9939	0.573	0.815
40	104	0.9921	0.752	1.070
45	113	0.9900	0.977	1.389
50	122	0.9880	1.258	1.789
55	131	0.9857	1.605	2.283
60	140	0.9831	2.031	2.889
70	158	0.977	3.177	4.519
75	167	0.9748	3.931	5.591
80	179	0.9718	4.829	6.869
85	185	0.9687	5.894	8.383
90	194	0.9653	7.149	10.168
95	203	0.9619	8.619	12.259
100	212	0.9583	10.332	14.696

Tabla Nº 6: Tablas de coeficientes del método 3 del código ACI










Tabla Nº 6.1: Coeficientes para momentos negativos en losas

Coeficientes para momentos negativos en losas^a

$$M_{a,neg} = C_{a,neg} w l_a^2$$

donde w = carga muerta más viva uniforme total

$$M_{b,neg} = C_{b,neg} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.045 0.045	0.076	0.050 0.050	0.075	0.071	0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95		0.050 0.041	0.072	0.055 0.045	0.079	0.075	0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90		0.055 0.037	0.070	0.060 0.040	0.080	0.079	0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85		0.060 0.031	0.065	0.066 0.034	0.082	0.083	0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80		0.065 0.027	0.061	0.071 0.029	0.083	0.086	0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75		0.069 0.022	0.056	0.076 0.024	0.085	0.088	0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70		0.074 0.017	0.050	0.081 0.019	0.086	0.091	0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65		0.077 0.014	0.043	0.085 0.015	0.087	0.093	0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60		0.081 0.010	0.035	0.089 0.011	0.088	0.095	0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55		0.084 0.007	0.028	0.092 0.008	0.089	0.096	0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50		0.086 0.006	0.022	0.094 0.006	0.090	0.097	0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

^a Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Tabla Nº 6.2: Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas.

TABLA 12.4
Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas^a

$M_{a, pos, dl} = C_{a, dl} w l_a^2$
donde w = carga muerta uniforme total

$M_{b, pos, dl} = C_{b, dl} w l_b^2$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00									
$C_{a, dl}$	0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033	0.027	0.020	0.023
$C_{b, dl}$	0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027	0.033	0.023	0.020
0.95	$C_{a, dl}$	0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036	0.031	0.022
	$C_{b, dl}$	0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024	0.031	0.021
0.90	$C_{a, dl}$	0.045	0.022	0.025	0.033	0.029	0.039	0.035	0.025
	$C_{b, dl}$	0.029	0.014	0.024	0.022	0.013	0.021	0.028	0.019
0.85	$C_{a, dl}$	0.050	0.024	0.029	0.036	0.031	0.042	0.040	0.029
	$C_{b, dl}$	0.026	0.012	0.022	0.019	0.011	0.017	0.025	0.017
0.80	$C_{a, dl}$	0.056	0.026	0.034	0.039	0.032	0.045	0.045	0.032
	$C_{b, dl}$	0.023	0.011	0.020	0.016	0.009	0.015	0.022	0.015
0.75	$C_{a, dl}$	0.061	0.028	0.040	0.043	0.033	0.048	0.051	0.036
	$C_{b, dl}$	0.019	0.009	0.018	0.013	0.007	0.012	0.020	0.013
0.70	$C_{a, dl}$	0.068	0.030	0.046	0.046	0.035	0.051	0.058	0.040
	$C_{b, dl}$	0.016	0.007	0.016	0.011	0.005	0.009	0.017	0.011
0.65	$C_{a, dl}$	0.074	0.032	0.054	0.050	0.036	0.054	0.065	0.044
	$C_{b, dl}$	0.013	0.006	0.014	0.009	0.004	0.007	0.014	0.009
0.60	$C_{a, dl}$	0.081	0.034	0.062	0.053	0.037	0.056	0.073	0.048
	$C_{b, dl}$	0.010	0.004	0.011	0.007	0.003	0.006	0.012	0.007
0.55	$C_{a, dl}$	0.088	0.035	0.071	0.056	0.038	0.058	0.081	0.052
	$C_{b, dl}$	0.008	0.003	0.009	0.005	0.002	0.004	0.009	0.005
0.50	$C_{a, dl}$	0.095	0.037	0.080	0.059	0.039	0.061	0.089	0.056
	$C_{b, dl}$	0.006	0.002	0.007	0.004	0.001	0.003	0.007	0.004

^a Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Tabla Nº 6.3: Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas.










TABLA 12.5

Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas^a

$$M_{a, pos, ll} = C_{a, ll} w l_a^2$$

donde w = carga viva uniforme total

$$M_{b, pos, ll} = C_{b, ll} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1 	Caso 2 	Caso 3 	Caso 4 	Caso 5 	Caso 6 	Caso 7 	Caso 8 	Caso 9 
1.00	$C_{a, ll}$ 0.036 $C_{b, ll}$ 0.036	0.027	0.027	0.032	0.032	0.035	0.032	0.028	0.030
0.95	$C_{a, ll}$ 0.040 $C_{b, ll}$ 0.033	0.030	0.031	0.035	0.034	0.038	0.036	0.031	0.032
0.90	$C_{a, ll}$ 0.045 $C_{b, ll}$ 0.029	0.034	0.035	0.039	0.037	0.042	0.040	0.035	0.036
0.85	$C_{a, ll}$ 0.050 $C_{b, ll}$ 0.026	0.037	0.040	0.043	0.041	0.046	0.045	0.040	0.039
0.80	$C_{a, ll}$ 0.056 $C_{b, ll}$ 0.023	0.041	0.045	0.048	0.044	0.051	0.051	0.044	0.042
0.75	$C_{a, ll}$ 0.061 $C_{b, ll}$ 0.019	0.045	0.051	0.052	0.047	0.055	0.056	0.049	0.046
0.70	$C_{a, ll}$ 0.068 $C_{b, ll}$ 0.016	0.049	0.057	0.057	0.051	0.060	0.063	0.054	0.050
0.65	$C_{a, ll}$ 0.074 $C_{b, ll}$ 0.013	0.053	0.064	0.062	0.055	0.064	0.070	0.059	0.054
0.60	$C_{a, ll}$ 0.081 $C_{b, ll}$ 0.010	0.058	0.071	0.067	0.059	0.068	0.077	0.065	0.059
0.55	$C_{a, ll}$ 0.088 $C_{b, ll}$ 0.008	0.062	0.080	0.072	0.063	0.073	0.085	0.070	0.063
0.50	$C_{a, ll}$ 0.095 $C_{b, ll}$ 0.006	0.066	0.088	0.077	0.067	0.078	0.092	0.076	0.067

^a Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Tabla Nº 7: Esfuerzos permisibles del acero

TABLA 4-3. ESFUERZOS PERMISIBLES EN EL REFUERZO *

A menos de que se indique lo contrario en el reglamento ACI, el acero de refuerzo para concreto no deberá esforzarse por encima de los siguientes límites:

(a) *En tensión*

Para varillas de refuerzo de grado estructural de acero de lingote o de acero de eje	1,265 kg/cm ²
Para varillas de refuerzo principal, del #3 o menores, en losas en una dirección de claros no mayores de 3.60 metros, 50 por ciento de la resistencia mínima de cedencia especificada por la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM) para el refuerzo utilizado, pero sin exceder de	2,100 kg/cm ²
Para varillas corrugadas con una resistencia de cedencia de 4,200 kg/cm ² o mayor y en tamaños del #11 y menores	1,690 kg/cm ²
Para cualquier otro refuerzo	1,400 kg/cm ²

(b) *En compresión, refuerzo vertical de columnas*

Columnas con refuerzo helicoidal, 40 por ciento de la resistencia mínima de cedencia, pero sin exceder de	2,100 kg/cm ²
Columnas de estribos, 85 por ciento del valor permitido para columnas con refuerzo helicoidal, pero sin exceder de	1,800 kg/cm ²
Columnas compuestas y combinadas:	
Secciones de acero estructural	
Para acero ASTM A36	1,265 kg/cm ²
Para acero ASTM A7	1,100 kg/cm ²
Secciones de hierro fundido	700 kg/cm ²
Tubo de acero	véanse las limitaciones de la sección 1406

(c) *En compresión, miembros a flexión*

Véase la sección 1102 para el refuerzo de compresión en miembros sujetos a flexión.

(d) *Hélices [resistencia de cedencia para ser usada en la Ec. (9-1)]*

Barras laminadas en caliente, grado intermedio	2,810 kg/cm ²
Barras laminadas en caliente, grado duro	3,510 kg/cm ²
Barras laminadas en caliente, grado ASTM A432 y alambre estirado en frío	4,220 kg/cm ²

* Reproducido del *Reglamento de las construcciones de concreto reforzado* (ACI 318-63), con autorización del Instituto Americano del Concreto.

Tabla Nº 8: Coeficientes para fórmulas de vigas de sección rectangular.

COEFICIENTES PARA FORMULAS DE VIGAS DE SECCION RECTANGULAR					
$n = 10 (f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2)$					
f_s	f_c	p	k	j	R
1,265	79	0.0121	0.387	0.871	13.36
1,400	79	0.0102	0.362	0.879	12.59
1,690	79	0.0075	0.321	0.893	11.32
$n = 9 (f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2)$					
f_s	f_c	p	k	j	R
1,265	95	0.0153	0.408	0.864	16.73
1,400	95	0.0130	0.385	0.872	15.94
1,690	95	0.0096	0.341	0.886	14.34
$n = 8 (f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2)$					
f_s	f_c	p	k	j	R
1,265	126	0.0222	0.444	0.852	23.98
1,400	126	0.0188	0.419	0.860	22.78
1,690	126	0.0141	0.375	0.875	20.74
$n = 7 (f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2)$					
f_s	f_c	p	k	j	R
1,265	158	0.0294	0.470	0.843	31.36
1,400	158	0.0250	0.444	0.852	29.95
1,690	158	0.0187	0.400	0.867	27.42

Tabla Nº 9: Coeficientes para cálculo de la fuerza de tensión anular producidos por la presión hidrostática interna del agua en los tanques circulares.

Hinged Base-Free Top (Triangular Load)

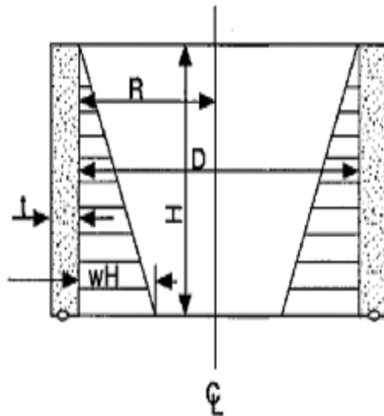


Table A-5— Tension in circular rings

T = coef. × wHR lb per ft
Positive sign indicates tension

Coefficients at point										
$\frac{H^2}{Dt}$	0.0H	0.1H	0.2H	0.3H	0.4H	0.5H	0.6H	0.7H	0.8H	0.9H
0.4	+0.474	+0.440	+0.395	+0.352	+0.309	+0.264	+0.215	+0.165	+0.111	+0.057
0.8	+0.423	+0.402	+0.391	+0.358	+0.330	+0.297	+0.249	+0.202	+0.145	+0.076
1.2	+0.350	+0.365	+0.361	+0.362	+0.358	+0.343	+0.309	+0.256	+0.196	+0.098
1.6	+0.271	+0.303	+0.341	+0.369	+0.385	+0.385	+0.362	+0.314	+0.233	+0.124
2.0	+0.205	+0.260	+0.321	+0.373	+0.411	+0.434	+0.419	+0.389	+0.280	+0.151
3.0	+0.074	+0.179	+0.281	+0.375	+0.449	+0.506	+0.519	+0.479	+0.375	+0.210
4.0	+0.017	+0.137	+0.253	+0.367	+0.489	+0.545	+0.579	+0.553	+0.447	+0.256
5.0	-0.008	+0.114	+0.235	+0.356	+0.489	+0.562	+0.617	+0.606	+0.503	+0.294
6.0	-0.011	+0.103	+0.223	+0.343	+0.463	+0.566	+0.639	+0.643	+0.547	+0.327
8.0	-0.015	+0.086	+0.208	+0.324	+0.443	+0.564	+0.661	+0.697	+0.621	+0.386
10.0	-0.008	+0.095	+0.200	+0.311	+0.428	+0.552	+0.666	+0.730	+0.678	+0.433
12.0	-0.002	+0.097	+0.197	+0.302	+0.417	+0.541	+0.664	+0.750	+0.720	+0.477
14.0	0.000	+0.098	+0.197	+0.299	+0.408	+0.531	+0.659	+0.761	+0.752	+0.513
16.0	+0.002	+0.100	+0.198	+0.299	+0.403	+0.521	+0.650	+0.764	+0.776	+0.536

Supplemental Coefficients

Coefficient at point					
$\frac{H^2}{Dt}$.75H	.60H	.85H	.90H	.85H
20	+0.812	+0.817	+0.756	+0.603	+0.344
24	+0.816	+0.839	+0.703	+0.647	+0.377
32	+0.814	+0.861	+0.647	+0.721	+0.436
40	+0.802	+0.866	+0.660	+0.778	+0.463
48	+0.791	+0.864	+0.600	+0.820	+0.527
56	+0.781	+0.859	+0.911	+0.852	+0.563

Tabla Nº 10: Coeficientes para cálculo de momentos flexionantes producidos por la presión hidrostática interna del agua en los tanques circulares.

Hinged Base-Free Top (Trapezoidal Load)

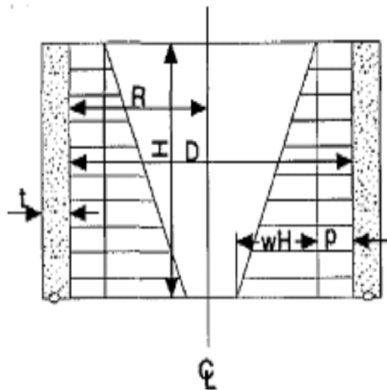


Table A-7— Moments in cylindrical wall

Mom. = coef. $\times (wH^3 + pH^2)$ ft-lb per ft
Positive sign indicates tension in the outside

Coefficients at point										
$\frac{H^2}{Dt}$	0.1H	0.2H	0.3H	0.4H	0.5H	0.6H	0.7H	0.8H	0.9H	1.0H
0.4	+0.0020	+0.0072	+0.0151	+0.0230	+0.0301	+0.0348	+0.0357	+0.0312	+0.0197	0
0.6	+0.0019	+0.0064	+0.0133	+0.0207	+0.0271	+0.0319	+0.0329	+0.0292	+0.0187	0
1.2	+0.0016	+0.0058	+0.0111	+0.0177	+0.0237	+0.0280	+0.0286	+0.0263	+0.0171	0
1.6	+0.0012	+0.0044	+0.0091	+0.0145	+0.0195	+0.0236	+0.0255	+0.0232	+0.0155	0
2.0	+0.0009	+0.0033	+0.0073	+0.0114	+0.0158	+0.0199	+0.0219	+0.0205	+0.0145	0
3.0	+0.0004	+0.0018	+0.0040	+0.0063	+0.0092	+0.0127	+0.0152	+0.0153	+0.0111	0
4.0	+0.0001	+0.0007	+0.0016	+0.0033	+0.0057	+0.0083	+0.0100	+0.0118	+0.0092	0
5.0	.0000	+0.0001	+0.0006	+0.0016	+0.0034	+0.0057	+0.0080	+0.0094	+0.0078	0
6.0	.0000	.0000	+0.0002	+0.0008	+0.0019	+0.0039	+0.0062	+0.0078	+0.0068	0
8.0	.0000	.0000	.0000	.0000	+0.0007	+0.0020	+0.0038	+0.0057	+0.0054	0
10.0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	+0.0011	+0.0025	+0.0043	+0.0045	0
12.0	.0000	.0000	.0001	.0002	.0000	+0.0005	+0.0017	+0.0032	+0.0039	0
14.0	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0000	+0.0012	+0.0026	+0.0033	0
16.0	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004	+0.0008	+0.0022	+0.0029	0

Supplemental Coefficients

Coefficient at point					
$\frac{H^2}{Dt}$.75H	.80H	.85H	.90H	.95H
20	+0.0008	+0.0014	+0.0020	+0.0024	+0.0020
24	+0.0005	+0.0010	+0.0015	+0.0020	+0.0017
32	.0000	+0.0005	+0.0009	+0.0014	+0.0013
40	.0000	+0.0003	+0.0006	+0.0011	+0.0011
48	.0000	+0.0001	+0.0004	+0.0008	+0.0010
56	.0000	.0000	+0.0003	+0.0007	+0.0009

Tabla Nº 11: Coeficientes para cálculo del esfuerzo cortante en tanques circulares.

Shear at Base of Cylindrical Wall

Table A-12—Shear at base of cylindrical wall






$$V = \text{coef.} \times \begin{cases} wH^2 \text{ lb. (triangular)} \\ pH \text{ lb. (rectangular)} \\ M/H \text{ lb. (moment at base)} \end{cases}$$

Positive sign indicates shear acting inward

$\frac{H^2}{Dt}$	Triangular load, fixed base	Rectangular load, fixed base	Triangular or rectangular load, hinged base	Moment at edge
0.4	+0.436	+0.755	+0.245	-1.58
0.8	+0.374	+0.552	+0.234	-1.75
1.2	+0.339	+0.460	+0.220	-2.00
1.6	+0.317	+0.407	+0.204	-2.26
2.0	+0.299	+0.370	+0.189	-2.57
3.0	+0.262	+0.310	+0.156	-3.16
4.0	+0.236	+0.271	+0.137	-3.66
5.0	+0.213	+0.243	+0.121	-4.10
6.0	+0.197	+0.222	+0.110	-4.49
8.0	+0.174	+0.193	+0.096	-5.18
10.0	+0.156	+0.172	+0.087	-5.81
12.0	+0.145	+0.158	+0.079	-6.38
14.0	+0.135	+0.147	+0.073	-6.88
16.0	+0.127	+0.137	+0.066	-7.36
20.0	+0.114	+0.122	+0.062	-8.20
24.0	+0.102	+0.111	+0.055	-8.94
32.0	+0.089	+0.096	+0.048	-10.36
40.0	+0.080	+0.086	+0.043	-10.82
48.0	+0.072	+0.079	+0.039	-12.78
56.0	+0.067	+0.074	+0.036	-13.78

Tabla Nº 12: Tabla de coeficientes de momentos del método 2 del ACI.

TABLA 9-7. COEFICIENTES DE MOMENTO PARA LOSAS EN DOS DIRECCIONES*

Momentos	Claro corto						Claro largo. Cualquiera valor de m
	Valores de m						
	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5 y menores	
Caso 1—Paneles interiores  Momento negativo en— Borde continuo Borde discontinuo Momento positivo en el centro del claro	0.033	0.040	0.048	0.055	0.063	0.083	0.033
Caso 2—Un borde discontinuo claro  Momento negativo en— Borde continuo Borde discontinuo Momento positivo en el centro del claro	0.041 0.021	0.048 0.024	0.055 0.027	0.062 0.031	0.069 0.035	0.085 0.042	0.041 0.021
Caso 3—Dos bordes discontinuos  Momento negativo en— Borde continuo Borde discontinuo Momento positivo en el centro del claro	0.049 0.025	0.057 0.028	0.054 0.032	0.071 0.036	0.078 0.039	0.090 0.045	0.049 0.025
Caso 4—Tres bordes discontinuos  Momento negativo en— Borde continuo Borde discontinuo Momento positivo en el centro del claro	0.058 0.029	0.066 0.033	0.074 0.037	0.082 0.041	0.090 0.045	0.098 0.049	0.058 0.029
Caso 5—Cuatro bordes discontinuos  Momento negativo en— Borde continuo Borde discontinuo Momento positivo en el centro del claro	— 0.033	— 0.038	— 0.043	— 0.047	— 0.053	— 0.055	— 0.033
	0.025	0.030	0.036	0.041	0.047	0.062	0.025
	0.031	0.036	0.041	0.047	0.052	0.064	0.031
	0.037	0.043	0.048	0.054	0.059	0.068	0.037
	0.044	0.050	0.056	0.062	0.068	0.074	0.044
	0.050	0.057	0.064	0.072	0.080	0.083	0.050

* Reproducido del *Reglamento de las Construcciones del Concreto Reforzado* (A.C.I. 318-63), con autorización del Instituto Americano del Concreto.

Tabla Nº 13: Dotaciones recomendadas.

TABLA V.3 Dotaciones recomendadas

POBLACIÓN (habitantes)	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

ANEXOS

Anexo N° 1 Conceptos.

Anexo N° 2 Diseño de la captación.

Anexo N° 3 Diseño del desarenador.

Anexo N° 4 Diseño estructural del cárcamo.

Anexo N° 5 Diseño estructural de tanque de almacenamiento.

Anexo N° 6 Cálculo de la línea de impulsión y conducción a gravedad.

Anexo N° 7 Análisis de precios unitarios.

Anexo N° 8 Presupuesto general.

Anexo N° 9 Cronograma de trabajo y curva de inversión.

Anexo N° 10 Fórmula polinómica de reajuste de precios.

Anexo N° 11 Determinación de la viabilidad financiera.

Anexo N° 12 Planos.