



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE LAVADO DE HORTALIZAS Y
TUBÉRCULOS PARA LA COMUNIDAD DE ANGAHUANA ALTO”**

Autor: Edwin Alfredo Pazmiño Segovia

Tutor: Ing. M. Sc. Lenin Gabriel Silva Tipantasig.

AMBATO – ECUADOR

Septiembre - 2021

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: “**DISEÑO DE UN SISTEMA DE LAVADO DE HORTALIZAS Y TUBÉRCULOS PARA LA COMUNIDAD DE ANGAHUANA ALTO**”, elaborado por el Sr. **Edwin Alfredo Pazmiño Segovia**, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1804322608, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, Septiembre 2021

Ing. M. Sc. Lenin Gabriel Silva Tipantasig
TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Edwin Alfredo Pazmiño Segovia**, con C.I. 1804322608 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el Tema **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE LAVADO DE HORTALIZAS Y TUBÉRCULOS PARA LA COMUNIDAD DE ANGAHUANA ALTO”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Septiembre 2021



Edwin Alfredo Pazmiño Segovia

C.I. 1804322608

AUTOR

DERECHOS DEL AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimonial de mi Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regularizaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Septiembre 2021



Edwin Alfredo Pazmiño Segovia

C.I. 1804322608

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Edwin Alfredo Pazmiño Segovia de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE LAVADO DE HORTALIZAS Y TUBÉRCULOS PARA LA COMUNIDAD DE ANGAHUANA ALTO”**

Ambato, Septiembre 2021

Por la constancia firman

Ing. Mg. Fidel Alberto Castro Solorzano
Miembro Calificador

Ing. Mg. Diego Sebastián Chérrez Gavilánez
Miembro Calificador

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a Dios en primer lugar por las bendiciones otorgadas en cada día de mi existencia a mis amados padres, a mi padre Luis Pazmiño por enseñarme que no hay mejor satisfacción que el trabajo propio, por sus consejos y su paciencia a mi madre Julia Segovia por su amor incondicional por la paciencia y las malas noches a ellos quienes pese a las adversidades han sido un pilar fundamental para la constitución de este logro a mi familia quienes siempre me han brindado su apoyo me han guiado en las doctrinas de las buenas prácticas ayudándome a formarme tanto personal como profesionalmente enseñándome la perseverancia afirmando así que cada sacrificio tiene su merecida recompensa.

Edwin Alfredo Pazmiño Segovia

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme lograr el objetivo propuesto de llegar a la culminación de la Ingeniería Civil.

Agradezco al Consejo Provincial de Tungurahua por la oportunidad de formar parte de esa gran familia.

Al departamento de recursos hídricos y conservación ambiental, a los Ingenieros Darío Llamuca y Elena López por la confianza y la enseñanza que me han brindado impartiendo y compartiendo sus conocimientos y vivencias.

A la unión de comunidades indígenas Toallo Santa rosa por brindarme la oportunidad de desarrollar de la mejor manera posible mi contribución con la sociedad.

Edwin Alfredo Pazmiño Segovia.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DEL AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	1
1.1 Antecedentes	1
1.1.1 Antecedentes	1
1.1.2 Justificación.....	2
1.1.3 Fundamentación Teórica.....	3
1.1.4 Agua de regadío	6
1.1.5 Calidad del agua de regadío	7
1.1.6 Criterio de Calidad de agua de uso agrícola de acuerdo al TULSMA	10
1.1.7 Contaminación del agua de riego.....	14
1.2 Riego	15
1.2.1 Sistema de riego	15
1.2.2 Componentes básicos de un sistema de riego	16
1.2.3 Sistema de distribución del agua.....	17
1.3 Hipótesis	30
1.4 Objetivos	31
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA	32

2.1. Nivel o tipo de investigación.....	32
2.1.1 Investigación de campo	32
2.1.2 Investigación descriptiva	32
2.1.3 Investigación explicativa	32
2.2. Materiales y Equipos	32
2.2.1. Descripción de los materiales y equipos.....	33
2.3 Métodos	36
2.3.1 Plan de Recolección de Datos.....	36
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
3.1 Análisis y discusión de los resultados	45
3.1.1 Análisis topográfico.....	45
3.1.2 Datos Topográficos	45
3.1.3 Datos de velocidades	46
3.1.3.1 Análisis de datos obtenidos a través de las mediciones de velocidades in situ.....	46
3.1.5 RESULTADO DEL ANÁLISIS DE AGUA DE RIEGO.....	57
3.1.8 Diseño	60
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
4.1 Conclusiones.....	91
4.2 Recomendaciones.....	91
BIBLIOGRAFÍA	93
Anexos	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las aguas de riesgo según RAS	9
Tabla 2. Toxicidad del agua de regadío	10
Tabla 3. Criterios de calidad de aguas para uso agrícola en riego	10
Tabla 4 Parámetros de los niveles de calidad de agua para riego	11
Tabla 5 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	12
Tabla 6. Secciones típicas de canales artificiales con sus características geométricas	23
Tabla 7 Sección transversal del lavadero	37
Tabla 8 Medición de agua y tiempo de llenado	38
Tabla 9 Matriz de datos de velocidad Día 1	48
Tabla 10 Matriz de datos de velocidad día 2.....	49
Tabla 11 Matriz de datos de velocidad día 3.....	50
Tabla 12 Matriz de datos de velocidad día 4.....	51
Tabla 13 Matriz de datos de velocidad Día 5.....	52
Tabla 14 Matriz de datos de Velocidad Día 6.....	53
Tabla 15 Matriz de datos de velocidad Día 7.....	54
Tabla 16 resultado de la velocidad media parcial por día.....	55
Tabla 17 Resultado de áreas mojadas parciales por día.....	56
Tabla 18 Resultado de análisis fisicoquímico y microbiológico aguas arriba del lavadero.....	57
Tabla 19 Resultado de análisis fisicoquímico y microbiológico aguas abajo del lavadero.....	58
Tabla 20 Repartición de la presión, en los marcos horizontales.....	65
Tabla 21 Momentos y cortantes.....	68
Tabla 22 Coeficientes de durabilidad según la PCA.....	69
Tabla 23 Momentos y cortantes de Diseño.....	69
Tabla 24 Acero de refuerzo por flexión.....	72
Tabla 25 Acero de refuerzo por corte.....	72
Tabla 26 Acero de refuerzo Total.....	73
Tabla 27 Acero de refuerzo Total corregida.....	73
Tabla 28 Momentos Mayorados.....	75
Tabla 29 Acero de refuerzo losa de fondo.....	75
Tabla 30 Acero de refuerzo Total.....	76
Tabla 31 Acero de refuerzo Total corregido.....	77
Tabla 32 Momentos, cortantes últimos.....	81
Tabla 33 Acero de refuerzo para momento positivo.....	82
Tabla 34 Acero de refuerzo para momento positivo corregido.....	82

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Eficiencia del riego	8
Ilustración 2 Efecto de la salinidad (CE) y sodicidad (RAS) del agua de riego sobre la infiltración del suelo.....	9
Ilustración 3 Flujo de trabajo para un sistema de riego	16
Ilustración 4 Elementos geométricos de un canal	19
Ilustración 5 Sección rectangular	21
Ilustración 6 Sección Trapezoidal.....	21
Ilustración 7 Sección triangular	22
Ilustración 8 Sección circular.....	22
Ilustración 9 Sección parabólica	22
Ilustración 10 Funcionamiento de la bomba de succión	23
Ilustración 11 Molinete modelo DMM-400.....	33
Ilustración 12 Software Auto CAD Civil 3D.....	34
Ilustración 13 Estación Total	35
Ilustración 14 GPS Garmin Oregon 600	35
Ilustración 15 Levantamiento de infraestructura existente	36
Ilustración 16 Medición de piscinas.....	38
Ilustración 17 Molinete DMM-400/PFT	39
Ilustración 18 Matriz de datos de velocidad	40
Ilustración 19 Toma de Muestras aguas abajo del lavadero.	41
Ilustración 20 Toma de Muestras aguas abajo del lavadero.	42
Ilustración 21 Detalle canal abierto Angahuana Alto	46
Ilustración 22 Medición de velocidades in-situ	47
Ilustración 23 Implantación lavadero.....	60
Ilustración 24 Vista en planta del tanque enterrado	64
Ilustración 25 Sección transversal del tanque enterrado	64
Ilustración 26 Vista en planta de losa tapa.....	78
Ilustración 27 Carga de diseño lado corto.....	79
Ilustración 28 Carga de diseño lado corto.....	80
Ilustración 29 Canal de ingreso a cisterna.....	84
Ilustración 30 Curvas HQ según especificación de fábrica	86

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se enfoca en el diseño de un sistema de lavado de hortalizas en la comunidad de Angahuana Alto, donde se realizó una revisión bibliográfica en fuentes confiables con relación a la problemática planteada que permitió tener una visión más específica de los parámetros de uso de agua en la agricultura, se utilizó la siguiente metodología: de campo, descriptiva y explicativa, con un enfoque cuantitativo para los cálculos con relación a las velocidades del agua, utilizando materiales y equipos como: Molinete modelo DMM-400, Microsoft Excel, Software Auto CAD Civil 3D, Estación total marca SOUTH modelo A1 2” y un GPS Garmin Oregón 600.

De acuerdo a lo antes mencionado los resultados se enfocan en el criterio de reutilización de agua de riego después de su ocupación, para lo cual se reconstruyó el lavadero existente y se diseñaron las obras hidráulicas necesarias para su óptimo funcionamiento el cual ayudará a devolver el agua producto del lavado a las condiciones normales para uso de riego, esto con la finalidad de garantizar y mejorar la calidad del agua para riego ayudando así al mejoramiento de la producción y la calidad de vida de los moradores de este sector.

Palabras clave: Medición de Velocidades, Caudal, análisis físicoquímicos, Agua de regadío, TULSMA, Lavadero.

ABSTRACT

This research work focuses on the design of a vegetable washing system in the community of Angahuana Alto, where a bibliographic review was carried out in reliable sources in relation to the problem raised that allowed a more specific vision of the parameters of use of water in agriculture, the following methodology was used: field, descriptive and explanatory, with a quantitative approach for calculations in relation to water velocities, using materials and equipment such as: DMM-400 model windlass, Microsoft Excel, Auto CAD Civil 3D software, SOUTH brand total station model A1 2 ”and a Garmin Oregon 600 GPS.

According to the aforementioned, the results are focused on the criterion of reuse of irrigation water after its occupation, for which the existing laundry was rebuilt and the necessary hydraulic works were designed for its optimal operation which will help to return the water product of the washing to normal conditions for irrigation use, this in order to guarantee and improve the quality of water for irrigation, thus helping to improve production and the quality of life of the inhabitants of this sector.

Keywords: Velocity Measurement, Flow, physicochemical analysis, Irrigation water, TULSMA, Laundry

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

1.1.1 Antecedentes

De acuerdo a la revisión de diversos repositorios académicos y otras fuentes de consulta se evidenció la existencia de investigaciones relacionadas al tema de estudio, las mismas que sirvieron de base para su desarrollo, entre las cuales se mencionan las siguientes:

La investigación realizada por la ingeniera Huamanì, Claudia de Perú en el año 2018 con el tema: “Determinación del efecto de las aguas servidas sobre el suelo y cultivos en la desembocadura del canal de regadío de las Salinas Bajo-Chancay-Lima”, tuvo como finalidad determinar el contenido de coliformes totales, fecales y escherichia coli en la lechuga, betarraga y fresa cultivados con aguas servidas, en el cual se evidenció que la aplicación continua de aguas servidas en la zona está provocando el deterioro tanto físico como químico del suelo, al comprobarse la existencia de una carga microbiana elevada tanto en el agua como en el suelo, por lo cual es importante hacer énfasis en el comportamiento de dichos microorganismos, además de ello se demostró que el uso de aguas servidas provoca daños en los cultivos, debido a que afecta la absorción de nutrientes, generando que la planta no se desarrolle de manera adecuada y posean bajos rendimientos en la producción y en consecuencia conlleve a pérdidas económicas [1].

Además en la investigación realizada Sanmartín, Jorge de la ciudad de Cuenca en el año 2018 con el tema: “Diseño de un sistema de tratamiento y recirculación para el efluente proveniente de la empacadora de banano de la finca El Progreso ubicada en el cantón El Guabo, provincia de El Oro” se realizó un análisis físico-químico del agua dando como resultado que excede el límite máximo permisible del parámetro de aceites y grasas de 03mg/l, por lo cual se diseñó un sistema de filtración dinámica gruesa para tratar el agua proveniente de las empacadoras antes de su disposición final en cuerpos de agua y así reducir la carga contaminante del efluente [2].

1.1.2 Justificación

En el Ecuador, la producción de hortalizas está proyectándose con éxito tanto a los mercados locales como a los grandes mercados internacionales, debido a su reconocida calidad, lo que está motivando que, cada vez más agricultores incursionen en este importante renglón productivo, sin embargo para lograr una mayor eficiencia productiva es necesario la implantación de nuevas técnicas, que permitan el desarrollo agrario y al mismo tiempo contribuyan al cuidado del medio ambiente, es ahí donde interviene las obras de ingeniería que sean innovadoras, económicas, biológicas con el fin de tratar problemas como el de las aguas residuales, para mejorar la calidad del agua y disminuir su contaminación.

De acuerdo a lo mencionado, en la ciudad de Ambato, en la parroquia Santa Rosa nace la necesidad de contar con un sistema de lavado de hortalizas y tubérculos ya que en las comunidades altas (Apatug, Angahuana Alto y Angahuana Bajo) comunidades dedicadas al cultivos agrícola, el agua destinada para riego es captada para el lavado de los mismos, lo cual conlleva a que después del uso que se le dé a la misma esta quede contaminada, repercutiendo a la parte baja de la parroquia, por lo cual es necesario realizar un estudio de un sistema de lavado amigable con el medio ambiente.

En definitiva, las comunidades agrícolas actualmente hacen la labor de limpieza y acondicionamiento de las hortalizas en tanques de cemento a cielo abierto utilizando para ello el agua de riego, misma que una vez utilizada es conducida al canal principal con basura, lodo y desechos sólidos. Se estima que por cada saco de zanahoria lavada se genera un desperdicio de aproximadamente 5 libras, la mitad del desperdicio se queda en las inmediaciones del lavadero y la otra mitad de los desperdicios son arrojados nuevamente a la acequia siendo llevados por la corriente y contaminando los cauces y las tierras agrícolas, aguas abajo, lo que perjudica a la producción agrícola irrigada con las aguas utilizadas para el lavado de zanahoria y otro tipo de hortalizas. De acuerdo ello nace la necesidad de la implantación de un sistema de lavado que permita la reutilización eficiente y adecuada del agua, dando solución a los problemas mencionados.

1.1.3 Fundamentación Teórica

3.1.8.5 Agricultura

La agricultura se ha basado desde hace mucho tiempo en la práctica de arar el suelo de manera total, profunda y regular, cuyo propósito de este arado intenso es de romper la estructura del suelo que ayude a un mejor drenaje, lo que ayudaría al mejor crecimiento de las raíces y dará mayor facilidad para sembrar, la agricultura se basa en seis practicas básicas que son la columna vertebral y estas son: la labranza intensiva, monocultivo, irrigación aplicación de fertilizantes inorgánicos, el control químico de plagas, y la manipulación genética de los cultivos [3].

La agricultura va más allá de realizar las funciones de producir alimentos y las materias primas, también realiza importantes funciones que tienen que ver con la provisión de los bienes públicos que poseen el carácter de externalidad que está vinculada directamente con la actividad agraria, entonces estos bienes mantienen el carácter económico y social del desarrollo rural o del medio ambiente, y la protección de la biodiversidad, de aquí se parte para el reconocimiento de la agricultura la misma que constituye aquella actividad que satisface las demandas sociales, la producciones de los alimentos y salvaguardan la parte patrimonial cultural de un país [4].

De esta forma se puede acotar que la agricultura siempre ha sido y, probablemente se mantenga por algún tiempo como un componente importante en la economía mundial. Para poder obtener el máximo rendimiento del sector, cada actor de la cadena de suministro se encuentra en la obligación de aplicar buenas prácticas para contribuir a la seguridad y calidad alimentaria, además protegiendo al medio ambiente [5].

1.1.3.2 Plantación de hortalizas y tubérculos

Las plantaciones de hortalizas se las hace por medio de un método denominado biointensivo en donde la plantación se debe realizarla con el sistema de tres bolillos o utilizar el bastidor de malla de gallinero. El riego se lo debe hacer durante a vida de las plantas de hortalizas continuamente, se debe dar estabilidad a las plantas con el deshierbe de la mala hierba para su mejor desarrollo, controlar las plagas y enfermedades en los cultivos de hortalizas [6].

Así también, las hortalizas son las cebollas, arvejas en vainas, tomates, fréjoles en tablas y granados, el choclo fresco entre otros, la plantación y la producción de hortalizas se lo realiza a nivel casero y de forma comercial los que suministran las verduras y las legumbres los que se integran en una dieta balanceada de los hogares, estas poseen algunas técnicas básicas para obtener un mejor producto [7].

La mayoría de las hortalizas no son indiferentes al suelo ya que prefieren aquellos ácidos o neutros, estos suelos deben contener suficiente humus que ayudan a combatir las reacciones químicas que se desarrollan en ellas, lo que favorecerá el aprovechamiento de los nutrientes.

La cosecha de una hortaliza con alto grado de nutrientes depende de la plantación de su semilla y de las técnicas o métodos que se emplean para óptimo desarrollo, y el método más utilizado es el biointensivo que consiste en utilizar el bastidor de malla de gallinero, entonces las hortalizas son aquellas que se comercializan a nivel nacional e internacional, estas son adaptables a los varios suelos, pero prefieren a los ácidos y neutros, los cultivos deben ser cuidados y tratados. Cuando existen climas templados y con limitaciones debidos a las heladas sean estas en primavera como en otoño se recomienda hacer las plantaciones lo más temprano posible para que se logre el total desarrollo de las raíces [8].

Mediante la siembra de tubérculos enteros o secciones transversales, brotan después de un período especial denominado latencia. Si son plantados enteros las yemas aparecen en la parte basal, mientras que cuando se siembra secciones de tubérculo en todas

brotan yemas, pero son más rápidas que en las enteras, la forma de los tubérculos del cultivo hay desde casi esféricos, cilíndricos, hasta completamente irregulares, también dependen mucho de la profundidad en la que crecen, determinado este último es un factor importante en la agricultura [9].

La técnica más apta los tubérculos es la escalonada para una mejor producción y ganancia para el agricultor, además si las plantaciones de los tubérculos se la realizan en suelos de temporal o en donde el agua es escasa, se los puede sembrar enteros o por secciones, las ultimas se reproducen más rápidas y su forma será depende de la profundidad y pueden ser cilíndricos o esféricos [9].

1.1.3.3. Lavado y desinfección de las hortalizas

De acuerdo a varias investigaciones se ha demostrado la necesidad de evaluar aquellos riesgos potenciales de las fuentes de agua y del sistema de distribución del agua de riego, y así se identificarán los riesgos de contaminación del agua para que puedan ser utilizados tanto en el lavado, riego, y otros. El agua de las acequias no debe ser utilizada para el lavado de tubérculos ni de hortalizas, ya que estas afectan a los canales de riego para los demás cultivos y mucho menos será utilizado para consumo de los seres humanos, recordando que esta debe ser potabilizada antes de beberla [10].

Cuando se lava los productos agrícolas en las acequias estas se contaminan, y peor aun cuando no son clasificados los productos y son lavados cuando poseen enfermedades o están podridos y presentan algún tipo de daño, que son más contaminantes aun, entonces para el lavado de los productos agrícolas se debe utilizar agua potable o agua clorada.

La desinfección que se debe utilizar en el agua para el correcto lavado de los productos la adecuada después de la cosecha, es así que algunos entendidos en la materia señalan que es necesario aplicar un desinfectante en el agua de lavado de las hortalizas y tubérculos el mismo que no es empleado en su mayoría por los agricultores ya que esto les resulta costoso y que más fácil les resulta lavar en las acequias, entonces no cumplen con las normas de limpieza del producto [11].

En el caso de que el agua se reutilice en la explotación agraria, es necesario tratarla, y desinfectarla de manera adecuada antes de su reutilización, pues el uso de agua de insuficiente calidad constituye una fuente directa de contaminación, pues cuando el agua entra en contacto con los cultivos, la posibilidad de contaminación por causa de microorganismos patógenos depende de la calidad de la misma [12].

Entre las medidas para poder asegurar la debida calidad de agua se encuentra el comprobar que los pozos se encuentren contruidos y protegidos de manera adecuada, tratar el agua para reducir la cantidad de contaminante y utilizar diferentes métodos de aplicación del agua para restringir su contacto con las hortalizas. La viabilidad de estas medidas mencionadas y de otras depende de las fuentes de agua disponible, del uso que se planea dar al agua, así como también de las necesidades y recursos de la operación que se realice [12].

Según la Agencia Catalana de Seguridad Alimenticia menciona que son varios aspectos aquellos que se aplican según las diferentes normativas que tienen que ver con el tema de desinfección del agua para el lavado del producto y describe los diversos peligros que se pueden encontrar en este tipo de alimentos, ya sean microbiológicos, físicos o químicos. Si estos siguen siendo lavados en las acequias, ya que siguen siendo riesgosos para la salud como para el agua del riego de otros cultivos en diferentes zonas. Lo más aconsejable es que se aplique un desinfectante en el agua para el lavado y evitar contaminaciones cruzadas que pueden eliminar los microorganismos en hortalizas, verduras y frutas [11].

1.1.4 Agua de regadío

Es el agua es el recurso hídrico necesario para el desarrollo de las plantas de los productos agrícolas, y esta proviene generalmente de vertientes naturales conducida a través de tuberías o canales, desde su captación hasta cada cultivo. El éxito de la agricultura bajo riego, depende principalmente de la calidad del agua, debido a que influye al modificar las características propias del suelo, así como en el adecuado

rendimiento de los cultivos, pues si transporta sales de manera excesiva puede afectar a la planta [13].

El agua cumple varias funciones que son: la de la regulación térmica, disolvente de gases y sustancias orgánicas e inorgánicas, ayuda a las reacciones de óxido-reducción, respiración fotosíntesis de las plantas y forma entre el 70 y el 90% de la materia seca de las plantas. Las plantas toman el agua del suelo, respondiendo a las demandas que se producen durante su ciclo biológico y a las condiciones atmosféricas. Cuando la cantidad de agua que se aporta por las precipitaciones es poca, entonces se requiere complementar estos requisitos por medio del riego [14].

El riego es una práctica agrícola muy importante, puesto que los cultivos bajo riego son menos dependientes de los efectos climáticos. Sin embargo, a pesar de los enormes beneficios que el riego, existen varias dificultades para que nuevas áreas se incorporen a la agricultura de regadío, entre las cuales se pueden mencionar el crecimiento de las ciudades sobre áreas agrícola, en encarecimiento de las obras civiles de ingeniería, la escasez de recursos hídricos, el rechazo de la población a los cambios ecológicos que producen las presas. Reservorios, drenajes y el crecimiento de la productividad por hectárea, por lo general en las regiones de mayor desarrollo [15].

1.1.5 Calidad del agua de regadío

La calidad del agua de regadío es muy importante debido a que esta se encuentra ligada a factores de seguridad, como la salud humana y de los ecosistemas en general, pues la mala calidad de agua que se usa en el riego representa la principal causa de la presencia de patógenos en vegetales y hortalizas como el tomate, la lechuga, entre otros. De acuerdo a ello, la calidad de agua para el riego hace referencia a las características del agua que puedan afectar a los recursos como el suelo y cultivo a largo plazo [16].

En conjunto la calidad del suelo y el agua para la agricultura influyen directamente en el rendimiento y calidad de los productos, pues existen condiciones puntuales que determinan el estado de los dos recursos, entre ellos se mencionan la salinidad, la

sodicidad y la toxicidad [17], además de ello generan efecto internos y externos sobre dicha calidad y suelos, los mismos que son detallados a continuación:

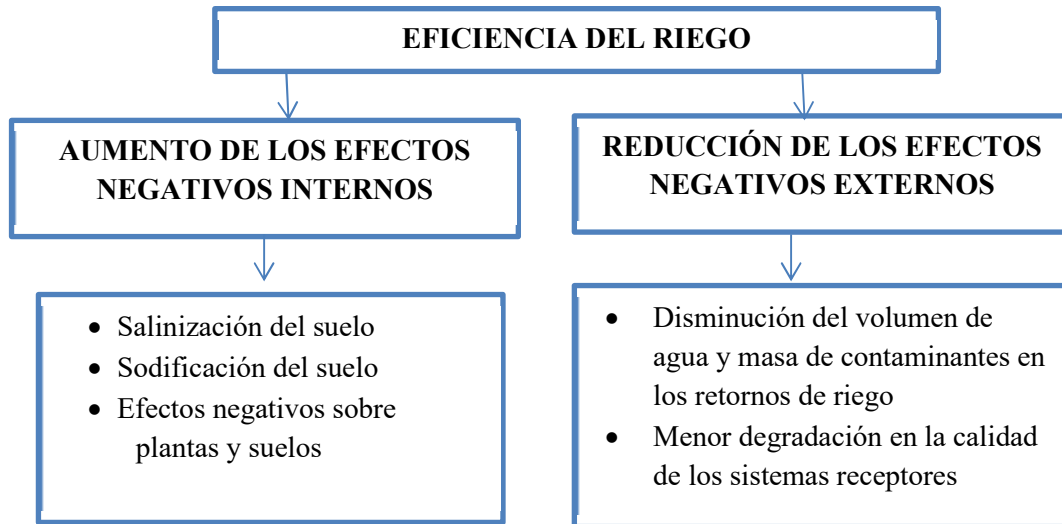


Ilustración 1 Eficiencia del riego

Fuente: R Aragués (2011), “Calidad del agua para el riego: Efectos sobre plantas y suelos “ [18]

A continuación, se describe dichos factores:

Salinidad: es la variable de calidad que presenta un efecto mayor sobre las plantas. En base al parámetro de medida Conductividad Eléctrica (CE), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) establece que aguas con un $CE < 0.7$ dS/m no presenta ningún grado tipo de restricción de uso para el riego, mientras que aguas con una $CE > 0.7$ dS/m y 3.0 dS/m posee un grado de restricción entre ligero y moderado, y las aguas con una $CE > 3.0$ dS/m presenta un nivel de restricción severa [18].

La tolerancia de los cultivos a la salinidad determina de gran manera la aptitud de un agua para riego, ya que mientras más tolerante es el cultivo, puede usarse aguas más salinas sin que exista algún descenso en la producción agrícola.

Sodicidad: La sodicidad del agua se refiere a la cantidad relativa de sodio, generalmente las aguas de riego con un elevado contenido de sodio producen suelos con niveles altos de sodio intercambiable. El sodio genera influencia en la estabilidad de la estructura del suelo. Para caracterizar el nivel de sodio en las aguas de riego, se utiliza la relación de adsorción de sodio (RAS): $RAS = Na^+ / [(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2]^{1/2}$, donde

las concentraciones se expresan en meq I⁻¹. El calcio y el magnesio provocan un efecto unificador de las láminas de arcilla del suelo y ayudan al mantenimiento de la estructura del suelo, por lo que el RAS establece la relación entre el elemento disgregador y los elementos unificadores de la estructura del mismo [19].

Tabla 1. Clasificación de las aguas de riesgo según RAS

RAS	Clase de agua	Recomendaciones
0-10	Baja peligrosidad sódica	Apta
10-18	Mediana peligrosidad sódica	Apta con precaución
18-26	Alta peligrosidad sódica	Apta con precaución
26-30	Muy alta peligrosidad sódica	No apta

Fuente: Juan Acosta and Jonathan Salvador, Evaluación de la calidad de agua para riego mediante el empleo de criterios actualizados, 2017 [20]

En la figura que se muestra a continuación se presenta un nomograma que relaciona la CE y RAS del agua de regadío con la tasa de infiltración del suelo. La combinación de CE y RAS que se sitúan en a la derecha de las rectas producen suelos estables y sin descenso de infiltración (I), mientras que la que se sitúa entre las dos rectas produce suelos con descensos moderados de I, y la que se encuentra situada a la izquierda de las dos rectas origina suelos inestables y con descensos elevados I [18].

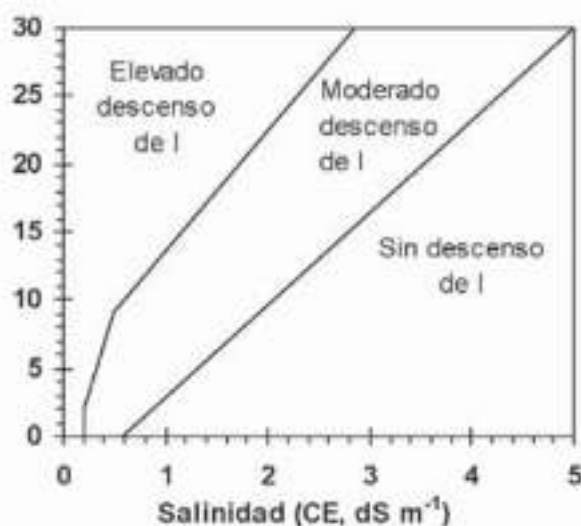


Ilustración 2 Efecto de la salinidad (CE) y sodicidad (RAS) del agua de riego sobre la infiltración del suelo

Fuente: R Aragüés “Calidad del agua para el riego: Efectos sobre plantas y suelos”, 2011 [18]

Toxicidad: los problemas de toxicidad a diferencia de los de salinidad se producen en el interior de las plantas, esto ocurre cuando un ion absorbido se acumula en las hojas, mediante el efecto de la transpiración, hasta llegar a un nivel elevado que termina con el daño del cultivo. La toxicidad iónica representa la existencia de problemas para los cultivos por presencia de iones que originan daños en las plantas cuando se concentran cantidades superiores a las toleradas [19].

Los indicadores de toxicidad son los iones presentes en las aguas de riego que pueden producir daño de manera individual o combinada, de acuerdo a la FAO, estos son: Cl y Na⁺, que se clasifican de acuerdo a lo que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2. Toxicidad del agua de regadío

Ion	Concentración que puede ocasionar problemas		
	Inexistentes	Crecientes	Graves
Na ⁺ (mmol _c .L ⁻¹)	< 3	3 – 9	> 9
Cl ⁻ (mmol _c .L ⁻¹)	< 4	4 – 10	> 10

Fuente: Juan Acosta and Jonathan Salvador, Evaluación de la calidad de agua para riego mediante el empleo de criterios actualizados, 2017 [20]

1.1.6 Criterio de Calidad de agua de uso agrícola de acuerdo al TULSMA

De acuerdo al TULSMA, el agua de uso agrícola se emplea para la irrigación de cultivos y otras actividades complementarias que establezcan los organismos competentes [21]. De acuerdo a ello, los criterios de calidad admisibles para aguas destinadas a uso agrícola son los que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3. Criterios de calidad de aguas para uso agrícola en riego

Parámetro	Expresado como	Unidad	Criterio de calidad
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico	As	mg/l	0,1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,05

Parámetro	Expresado como	Unidad	Criterio de calidad
Cinc	Zn	mg/l	2,0
Cobalto	Co	mg/l	0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,2
Cromo	Cr	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Mercurio	Hg	mg/l	0,001
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	0,2
pH	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	5,0
Selenio	Se	mg/l	0,02
Vanadio	V	mg/l	0,1
Coliformes fecales	NMP	NMP/100	1000
Huevos de parásitos			Ausencia
Aceites y grasas	Película Visible		Ausencia
Materia flotante	Visible		Ausencia

Fuente: Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente (TULSMA), 2015 [21]

Además de los criterios indicados en la tabla anterior, la Autoridad Ambiental Competente utiliza los parámetros de los niveles de calidad de agua para riego (salinidad, infiltración, toxicidad y pH) que se muestran a continuación [21].

Tabla 4 Parámetros de los niveles de calidad de agua para riego

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	NINGUNO	LIGERO-MODERADO	SEVERO
Salinidad (1)				
CE (2)	milimhos/cm	0,7	0,7-3,0	>3
SDT (3)	mg/l	450	450-2000	>2000
Infiltración: (4)				
RAS= 0-3yCE		0,7	0,7-2,0	<0,2

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	NINGUNO	LIGERO-MODERADO	SEVERO
RAS= 3-6yCE		1,2	1,2-0,3	<0,3
RAS= 6-12yCE		1,9	1,9-0,5	<0,5
RAS= 12-20yCE		2,9	2,9-1,3	<1,3
RAS= 20-40yCE		5,0	5,0-2,9	<2,9
Toxicidad por iones específicos (5)				
Sodio:				
Irrigación superficial RAS (6)	meq/l	3,0	3,0-9,0	>9
Aspersión	meq/l	3,0	3,0	
Cloruro:				
Irrigación superficial RAS (6)	meq/l	4,0	4,0-10,0	>10
Aspersión	meq/l	3,0	3,0	
Boro:	mg/l	0,7	0,7-3,0	>3
Efectos misceláneos (7)				
Nitrógeno (N-NO3-)	mg/l	5,0	5,0-30,0	>30
Bicarbonato (HC03-) Sólo aspersion	meq/l	1,5	1,5-8,5	>8,5
Ph	Rango normal		6,5-8,4	

Fuente: Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente (TULSMA), 2015 [21]

Adicionalmente de los lineamientos antes presentados, se evidencian en la siguiente tabla los lineamientos de las normas generales para descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce.

Tabla 5 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30,0
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Boro Total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ^{<}	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Ext. Carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl ^{<}	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000
Color real 1	Color real	unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10,0
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	50,0
Compuestos Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	130
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ < 2	mg/l	1000
Sulfuros	< 2 S	mg/l	0,5
Temperatura	°C		Condición natural ± 3
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0

Fuente: Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente (TULSMA), 2015 [21]

1.1.7 Contaminación del agua de riego

La contaminación del agua es un problema a nivel mundial, con la presencia de nitritos, nitratos, fosfatos, materias orgánicas, detergentes, agentes patógenos, entre otros, que causan severos problemas de salud ambiental. Además, de manera natural, al agua entran sedimentos, restos orgánicos y calor, que afectan a los componentes bióticos y abióticos del agua, estos soportan durante un tiempo determinado cantidades variables de dichos materiales, debido a que poseen una capacidad de depuración. Dicha capacidad depende de características físicas, químicas, biológicas y morfológicas de cada cuerpo de agua, cuando las cantidades de contaminantes sobrepasan la capacidad de depuración natural del agua, originan la disminución de la calidad del agua [22].

1.2 Riego

El riego constituye un componente esencial en el desarrollo agrario sustentado, puesto que la falta de agua constituye una importante limitación para el desarrollo agrícola. Para alcanzar estos objetivos es necesario la incorporación y aprovechamiento de los avances de ingeniería a los regadíos, que es el principal uso del agua, con la utilización de diseño de proyectos de los regadíos [23].

1.2.1 Sistema de riego

Un sistema de riego es considerado como un sistema particular de explotación del medio, construido para satisfacer las necesidades sociales de una población en un momento determinado, con lo cual posibilita disminuir de manera considerable los riesgos climáticos. Antes de ser una obra de ingeniería civil, un sistema de riego es una construcción social que lleva a grupos humanos, comunidades e individuos, a definir de manera colectiva las modalidades de acceso al agua y de conservación de los derechos del agua, así como también a las obligaciones y reglas que deben cumplir para tener acceso a este recurso [24].

Los sistemas comunitarios de riego, principalmente de la Región de la Sierra ecuatoriana aprovechan las pendientes y la ubicación de las fuentes de agua en las zonas alta para trasladar mediante acequias por lo general en tierra, hasta cada parcela. Evidentemente este es un método de baja inversión debido a que se aplica la gravedad y se ha manejado milenariamente en algunos sistemas con alta destreza, pero a pesar de ello, en el 90% de los casos se presentan varios inconvenientes debido a las pérdidas de agua por la precaria infraestructura, lo cual no ayuda a regar a toda la parcela, por la irregularidad topográfica y debido a que se encuentran sujetos a la disponibilidad de mano de obra para su limpieza y mantenimiento [25].

En estos sistemas de riego, el agua se conduce por canales terciarios en tierra hacia las parcelas, la misma que al llegar se distribuye generalmente mediante surcos o a veces por inundación, pero las pérdidas de agua en la conducción son elevadas y la distribución en la parcela es irregular, así como en la distribución en la zona radicular del cultivo. En general la principal pérdida de agua en los sistemas de riego de los agricultores pequeños se presenta por las bajas eficiencias en la aplicación del agua, es decir quede cada 100 litros de agua que ingresa a la parcela, únicamente 30 litros

aprovechan las plantas; el resto del agua se pierde por escurrimiento, motivo por el cual es importante mejorar la eficiencia del uso del agua e la parcela [26].

1.2.2 Componentes básicos de un sistema de riego

Para que un sistema de riego se eficiente y no requiera de correcciones posteriores por los errores que se presentan es importante realizar un diseño adecuado, es por ello que el mismo debe ser realizado por un profesional, contemplando cálculos hidráulicos y los requerimientos agronómicos del lugar [27].

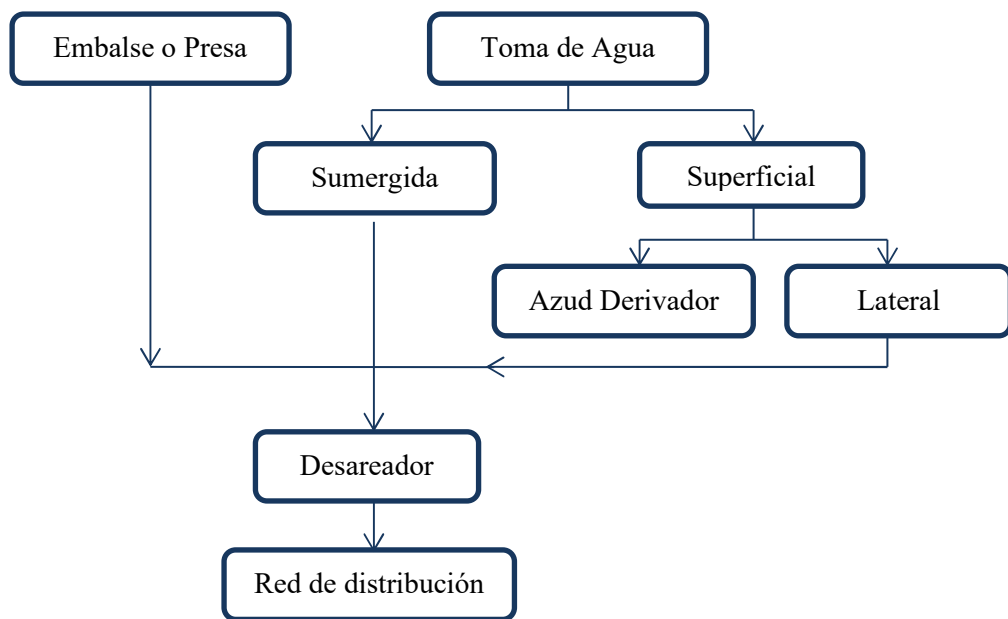


Ilustración 3 Flujo de trabajo para un sistema de riego

Fuente: Revista Presupuesto y Construcción, “Sistemas de riego y sus componentes, 2008. [27]

El flujo de trabajo que un sistema de riego debe seguir es el siguiente:

- **Embalse o presa**

Es una construcción en el lecho de un río que cierra de manera parcial o total su cauce. La obstrucción de dicho cauce puede por obras que han sido construidas por el hombre para tal fin. Los embalses construidos por medio de presas tienen el objetivo de regularizar el caudal de un río, almacenando el agua de los periodos de lluvia para utilizarse en periodos secos para el riego para la generación de energía eléctrica o para el abastecimiento de agua potable. La finalidad básica de un embalse es garantizar el

flujo del agua permanente en cualquier época del año para abastecer y alimentar los sistemas de riego, sin embargo, existen casos en que estas estructuras presentan niveles bajos de almacenamiento, especialmente en épocas de sequía [27].

- **Toma de agua**

Son construcciones adecuadas que permiten recoger el líquido para trasladarlo hasta las máquinas a través de canales o tuberías. Esta obra es la estructura hidráulica de mayor importancia de un sistema de aducción, el cual alimentará un sistema de generación de energía hidroeléctrica, riego, agua potable, entre otras. A partir de la obra de toma, se podrán tomar decisiones relacionadas la disposición de los demás componentes de la obra, y se presentan tres tipos generales que son [27]:

- Toma de agua lateral
- Toma con azud derivador
- Toma de agua sumergida

- **Desarenador**

Es una estructura que se encuentra diseñada para la retención de la arena que traen las aguas servidas o las aguas superficiales con la finalidad de evitar que ingresen, al canal de aducción, o al proceso de tratamiento y causen problemas debido a la obstrucción. Esta estructura es importante dentro del sistema, ya que previene el ingreso de lodos, arenas, raíces y otros objetos flotantes [27].

- **Red de Distribución**

Consiste en la construcción de diferentes tipos de estructura que conforman el sistema de transportación de agua, que une la toma con el área de embalse o de manera directa a los lotes o áreas de riego [27].

1.2.3 Sistema de distribución del agua

El sistema de distribución de agua se encuentra compuesto por un conjunto de instalaciones que transportan el agua desde el punto de captación hasta la cabecera de las parcelas, específicamente de los canteros o unidades de riego por superficie y de

evacuación del exceso de agua de escorrentía y de percolación de los campos de cultivo. De acuerdo a ello, el sistema de distribución de agua se encuentra constituido de los siguientes elementos [28]:

- **Captación:** este puede ser desde el embalse, azud de derivación desde un río o un pozo de agua.
- **Red principal o de conducción:** por medio de la cual se transporta el agua desde el punto de captación hasta el inicio de la zona en la que se requiere regar.
- **Red de distribución:** se encarga de distribuir el agua a cada una de las parcelas o campos de riego por superficie.
- **Red terciaria:** es el entorno de las parcelas en las que se riega. Representan los ramales de último orden de la red de distribución y conduce el agua hasta la cabecera del cantero.
- **Red de avenamiento y drenaje:** tiene como finalidad evacuar el agua que sobra de los campos de cultivo y se encarga de conducirla hasta la red de drenaje natural de manera que el exceso de humedad no repercuta en el desarrollo de los productos agrícolas [28].

Infraestructura de riego

La infraestructura de riego se refiere a todas las obras que permiten trasladar el agua para el riego hasta la parcela agrícola, entre estas obras se pueden mencionar las captaciones, sistemas de conducción, repartición, entre otras que ayudan a proteger el agua para riego y su adecuado almacenamiento. En cuanto a las características que los sistemas de riego deben poseer, se puede aportar que muchos de estos no cuentan con la infraestructura necesaria, debido a la incipiente y baja inversión dentro del país, por lo cual requieren de una gran intervención para volverlos operativos y eficientes [29].

Flujo de canales a superficie libre

Los canales son conductos de gran desarrollo, abiertos o cerrados, a través de los cuales circula de agua bajo la acción de la gravedad y sin presión, debido a que la superficie libre del líquido se encuentra en contacto con la atmósfera. El flujo de agua puede ser: flujo en canales abiertos o flujos en tuberías, diferenciándose por la presencia de una

superficie libre en los canales abiertos y la falta de este en tuberías. La superficie libre es la intercara entre dos fluidos: el superior que es el aire estacionario o en movimiento y e inferior [30].

Elementos geométricos de un canal

Son propiedades de una sección de canal, las mismas que se definen por la geometría de la sección y la profundidad del flujo. En la figura que se muestra a continuación se visualiza la sección trapezoidal, que siendo la más conocida, ayuda a definir los elementos geométricos del canal.

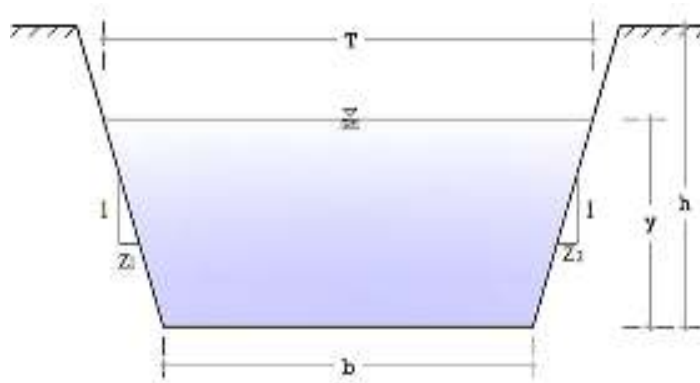


Ilustración 4 Elementos geométricos de un canal

Fuente: Katherine Salazar, Estimación de pérdidas de caudal y coeficiente de rugosidad del tramo comprendido entre el óvalo 12 al 19 del canal de riego Ambato-Huachi Pelileo, 2019 [31]

Estos elementos se describen a continuación [31]:

Profundidad del flujo (y): es la distancia vertical que se mide desde el punto más bajo o profundo del canal hasta la superficie libre. Para un canal con un ángulo de pendiente θ , el tirante es igual a la profundidad de sección de flujo d , medido de manera perpendicular al fondo del canal, de la siguiente manera:

$$y = \frac{d}{\cos\theta}$$

Nivel Hidráulico: Representa la elevación desde un nivel de referencia hasta la superficie libre del agua, y es la misma profundidad de flujo, siempre y cuando el nivel de referencia coincide con el más bajo del canal.

Ancho superficial (T): representa el ancho de la sección del canal en la superficie libre

Perímetro mojado (P): es la medida de longitud de la línea que constituye la interfase entre el contorno sólido del canal y el fluido.

Área mojada (A): es la superficie de la sección hidráulica

Radio hidráulico (R_H): es la relación del área mojada en relación a su perímetro.

$$R_H = \frac{A}{T}$$

Profundidad hidráulica (D): define la relación que existe entre el área mojada y el ancho de la superficie.

$$D = \frac{A}{T}$$

Tipos de secciones empleadas en canales

Los canales artificiales son estructuras por el cual fluye líquido a superficie libre, estos pueden ser clasificados de acuerdo a la forma de la escotadura y obedece a los criterios de topología, economía, resistencia estructural, estabilidad geotécnica o para la aplicación específica que se vaya a utilizar. Las que se utilizan con mayor frecuencia son:

Sección rectangular: Los canales de sección rectangular son utilizados generalmente para pequeños caudales. Debido a que el rectángulo posee lados verticales, generalmente se utiliza para canales construidos con materiales estables, excavados en roca y canales revestidos [32].

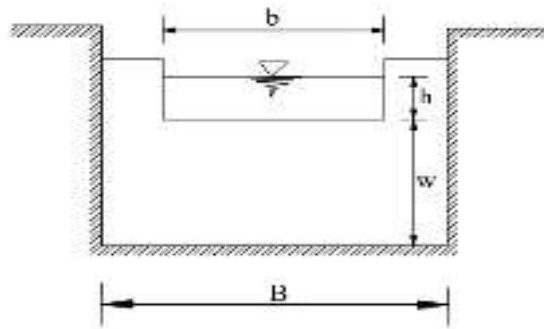


Ilustración 5 Sección rectangular

Fuente: Pedro Rodríguez, *Hidráulica de canales*. México: Hidrauca II, 2008. [32]

Sección Trapezoidal: Son utilizadas en canales de tierra debido a que proveen las pendientes necesarias para dar estabilidad, se requiere proteger las paredes con algún tipo de material [32].

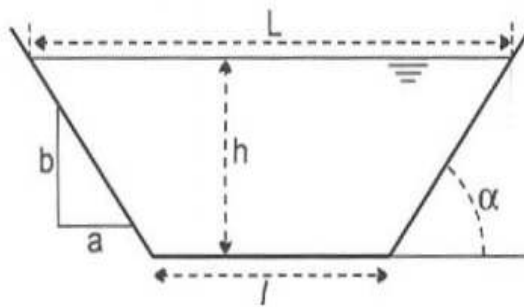


Ilustración 6 Sección Trapezoidal

Fuente: Pedro Rodríguez, *Hidráulica de canales*. México: Hidrauca II, 2008. [32]

Sección triangular: Es utilizado para cunetas revestidas en las carreteras, además para canales de tierra pequeños, debido a que presenta facilidad de trazo. Además se emplean revestidas, como alcantarillas en las carreteras [32].

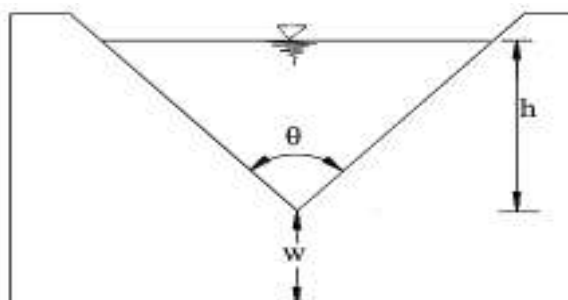


Ilustración 7 Sección triangular

Fuente: Pedro Rodríguez, *Hidráulica de canales*. México: Hidrauica II, 2008. [32]

Sección circular: Esta sección es utilizada generalmente para alcantarillas de tamaño pequeño o mediano, ya que su aplicación más grande es la de coleccionar agua lluvia. No es muy común usar en forma abierta, salvo el caso de que sea en vertederos para foro.

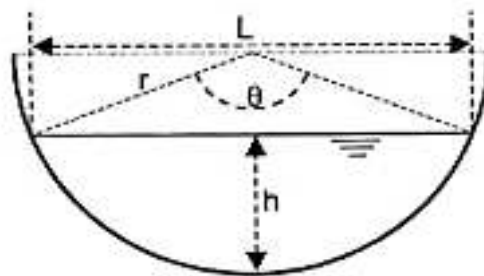


Ilustración 8 Sección circular

Fuente: Pedro Rodríguez, *Hidráulica de canales*. México: Hidrauica II, 2008. [32]

Sección parabólica: Se utiliza en algunas ocasiones para canales revestidos y es la forma natural que tienen muchos canales naturales y canales viejos de tierra [33].

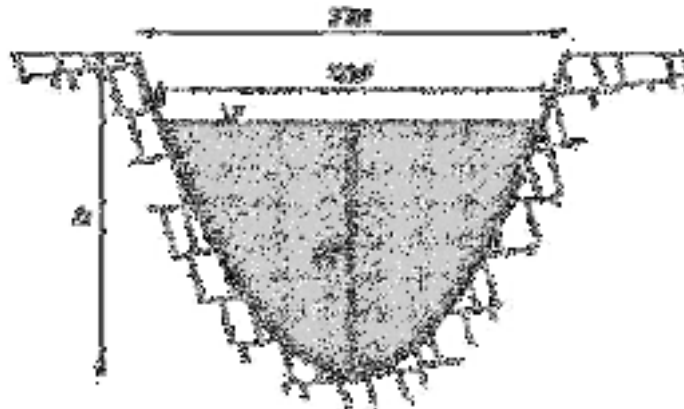


Ilustración 9 Sección parabólica

Fuente: Milton Saltos, Cristhian Cadena, and Madelaine Villalta, “Comparación de tipos de flujos, para diferentes secciones de canales”, 2018 [33]

En la tabla que se muestra a continuación se visualizan las secciones típicas de canales artificiales y las características geométricas como el área, perímetro. Tirante, radio hidráulico y el diámetro.

Tabla 6. Secciones típicas de canales artificiales con sus características geométricas

Sección	A	P	T	Ry	D
Rectangular	by	$b + 2y$	$\frac{by}{b + 2y}$	b	y
Trapezoidal	$(b + zy)y$	$b + 2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{(b + zy)y}{b + 2y\sqrt{1 + z^2}}$	$b + 2zy$	$\frac{(b + zy)y}{b + 2zy}$
Triangular	zy^2	$2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1 + z^2}}$	$2zy$	$\frac{1}{2}y$
Circular	$\frac{1}{8}(\theta - \text{sen}\theta)do^2$	$\frac{1}{2}\theta do$	$\frac{1}{4}(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta})do$	$\frac{\text{Sen}\frac{1}{2}\theta do}{2\sqrt{y(do - y)}}$ o $\frac{1}{8}\left(\frac{\theta - \text{sen}\theta}{\text{Sen}\frac{1}{2}\theta}\right)do$	
Parábola	$\frac{2}{3}Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T + 8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$	$\frac{2}{3}y$

Fuente: Fabián Morales, *Ejercicios resueltos y su aplicación con macros en excel*. Ambato, 2016 [34]

Bombas de succión

Una bomba hidrosanitaria o bomba de agua es una máquina generadora que transforma la energía con la que se acciona en energía del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como el hormigón antes de fraguar o la pasta de papel [35].

Partes de una bomba

- **Puerto de entrada:** Cilindro por donde ingresa el fluido a la bomba.
- **Pistones:** Encargados de generar el empuje y compresión del fluido.
- **Eje de accionamiento:** Es el encargado de generar el movimiento de los pistones cuando recibe la energía externa.
- **Puerto de salida:** Cilindro por donde sale el fluido con la presión necesaria.

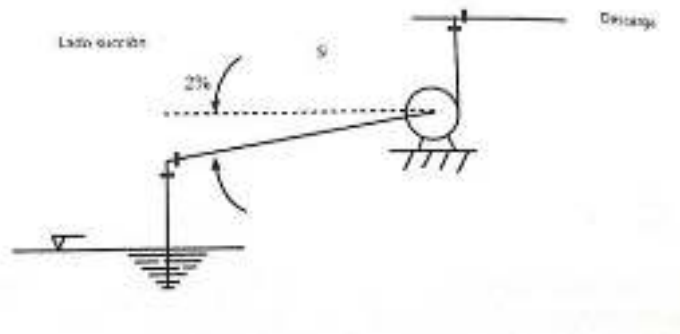


Ilustración 10 Funcionamiento de la bomba de succión

Fuente: Eduardo Paredes, *instalaciones Hidrosanitarias*, 2016 [36]

Plantas de tratamiento de agua residuales

Las aguas residuales pueden provenir de actividades industriales o agrícolas y de uso doméstico. Los tratamientos de aguas industriales son variados de acuerdo al tipo de contaminación, y pueden incluir precipitación, neutralización, oxidación química y biológica, reducción de filtración, entre otras, mientras que, en el caso de aguas urbanas, los tratamientos incluyen el pretratamiento, el tratamiento primario y el tratamiento secundario [37].

Los sistemas de tratamiento de agua residuales son diseñados con el objetivo de remover sólidos que se encuentran suspendidos, microorganismos patógenos, nitrógeno, fósforo y sustancias orgánicas como los detergentes, fenoles y pesticidas, además de metales pesados y sustancias inorgánicas disueltas. La capacidad de un sistema de tratamiento de agua debe ser en función al estudio individual de cada proyecto, de acuerdo a las eficiencias de remoción que se requiera y al presupuesto que se destine para las soluciones técnicas [37].

De acuerdo a la ubicación en el proceso de limpieza, los tratamientos para aguas residuales pueden clasificarse en cuatro grupos que son: pretratamiento, tratamientos primarios, tratamientos secundarios y tratamientos terciarios, los cuales se describen a continuación [37]:

Pretratamiento:

Busca acondicionar el agua residual para facilitar los tratamientos propiamente dichos, y de esa forma preservar la instalación de erosiones y taponamiento, este tipo incluye equipos, tales como: rejas, tamices, desarenadores y desengrasadores.

Cribado: Rejas o rejillas de barras metálicas paralelas con un espaciado regular, cuya función es la de retener los sólidos gruesos que floten o que se encuentren suspendidos en el agua. Estas pueden ser de limpieza manual cuando son gruesas o de limpieza mecánica cuando son finas [38].

Cribado para filtros: se considera como la principal operación que se debe tomar en cuenta para el tratamiento de una planta de agua, considerado como un método que remueve, del agua residual los contaminantes más voluminosos ya sean flotantes o suspendidos [39].

Cribado grueso: Diferenciamos entre cribado grueso y fino, dependiendo del espaciamiento entre las barras y del tipo de residuo. El cribado grueso es la primera etapa de la limpieza para la eliminación de residuos grandes o voluminosos mediante cribas de barra robustas con una distancia entre barras de 30 – 100 mm. Nuestras rejas de barra también se pueden utilizar para el cribado fino (como 2ª etapa) con una separación de barras más estrecha de 2 – 30 mm, por ejemplo, en caso de altos niveles de residuos estacionales [40].

Cribado fino: Las máquinas de cribado fino se han instalado con éxito a escala mundial en las estructuras de toma de agua de centrales eléctricas, plantas petroquímicas, desalinización, GNL, pulpa y papel, agua potable, irrigación y otras plantas industriales. Una de nuestras principales características es la alta confiabilidad y eficiencia con dimensiones de canal reducidas [41].

Colmatar: se le denomina al relleno total de una depresión natural o artificial de una cuenca sedimentaria mediante la acumulación de sedimentos. Por otra parte, se le conoce también como la acción de rellenar una hondonada o depresión del terreno mediante sedimentación de materiales transportados por el agua [20].

Tamiz: Malla metálica de diferentes aberturas empleada para selección de áridos, arenas y gravas según su granulometría a fin de agregar los mismos a la mezcla para la preparación de morteros y hormigones.

Variantes

La gran variedad de tipos, tamaños y formas constructivas de tamizadoras obliga a dotar a los fondos de tamiz de las características necesarias.

Tamices analíticos

Abertura nominal del tamiz para la tela metálica, también conocida como Tamaño de la malla

- Diámetro
- Altura
- Material en que está construido

Usos

Se usan estos tamices en los casos de medir y tamizar

- Arenas de fundición
- Detergentes en polvo
- Café
- Minerales
- Compuestos químicos
- Carbón
- Materiales de construcción y relleno
- Harina
- Semillas
- Metales en polvo
- Fertilizantes artificiales

Tamices llamados analíticos: son especiales para las demandas de la granulometría, o sea, de la aplicación de tamices a mediciones milimétricas de tipo industrial

Tamices para el tratamiento de agua: Los tamices aquí utilizados, en lo que se denomina proceso de desbaste para el pretratamiento de aguas, proceden a eliminar los sólidos grandes y disueltos en agua. En este caso los tamices de forma cilíndrica también, están insertos a modo de rodillo en la terminal de una parrilla de dimensiones variables según las necesidades, y por la que descende el agua. También podemos describir los tamices para aire, con especial aplicación en máquinas extrusoras, pigmentadoras, vibradoras, cernidoras. Estos tamices permiten el paso del aire limpio y exento de vapores de aceite y agua. Fabricados en cualquier forma y tamaño, estos tamices actúan mediante un filtro o malla de acero inoxidable y se colocan dentro de la máquina para limpiar el paso de fluidos, polvos y líquidos.

Tamices electrónicos: que a los mismos efectos que los anteriores, se utilizan para tamizar en distintos procesos, están indicados en ensayos de pequeñas muestras, de tipo seco y por vía húmeda, son programables y tienen un sistema de fijación por

distintas capas de tamices, para distintos tipos de polvo: grueso, fino y muy fino. Este tipo de tamices es el solicitado en tareas de laboratorio, principalmente.

Tamices estáticos: Consiste en un filtro utilizado para la separación sólido-líquida, generalmente este equipo se instala como pre tratamiento en aguas industriales, con luces de 0,5 a 1mm, para la eliminación de los gruesos en industrias papeleras, textiles, curtiembre, lavaderos, conservas y lácteas.

Carbón activado: De acuerdo al origen del carbón activado, puede ser carbón vegetal y carbón mineral, y dependiendo si es sometido a un proceso de granulación o pulverización, el carbón activado puede presentarse como:

- Carbón activado en polvo PAC (Powdered Activated Carbon) con diámetro menor que el tamiz 200, el cual es empleado en la elaboración de medicamentos antidiarreicos y adsorbente intestinal.
- Carbón activado granular GAC (Granular Activated Carbon) con diámetro superior a 0.01mm pudiendo llegar hasta los 2mm y se lo utiliza en filtros de columna o cama para el tratamiento de agua.

El carbón activado está constituido por microcristales elementales los cuales componen estructuras bidimensionales de planos hexagonales de átomos de carbono, pero que no tienen un orden cristalográfico en dirección perpendicular a las láminas, es decir, los planos se encuentran desplazados unos respecto a otros y solapados entre sí.

Trituradores de canal: sirve para reducir los sólidos de agua servidas con sus grandes trituradores dobles y una avanzada tecnología de barrido. Este se emplea para la trituración de los sólidos gruesos para mejorar las operaciones y procesos que se llevan posteriormente a cabo y para eliminar los problemas que producen los diferentes tamaños de sólidos presentes en el agua residual. Los sólidos son triturados para conseguir partículas de menor tamaño y más uniformes [38].

Homogenización o tanque de igualación: estos tanques sirven para regular o disminuir los efectos de la variación del flujo o de la concentración de las aguas residuales. Estos tanques resultan indispensables en el tratamiento de aguas industriales y en ocasiones las utilizan en las instalaciones municipales. Este tipo de

tanque es un depósito con suficiente capacidad para contener el flujo de agua que sobrepasa un valor determinado [38].

Desarenadores: es una estructura que tiene el objeto de remover arenas y otros guijarros que se encuentran presentes en las aguas residuales. Los Desarenadores pueden ser de tipo rectangulares o circulares, de flujo horizontal o helicoidal, aireados o no, de limpieza manual o mecánica. Previenen la abrasión de equipos mecánicos, además de evitar la sedimentación de arenas en tuberías, anales y tanques ubicados aguas abajo [38].

Tratamientos primarios

Los desagües sanitarios o separados llevan aguas residuales desde las casas a la planta de tratamiento, otros drenajes combinados llevan el agua de tormenta de los drenajes de aguas pluviales. Este tipo de tratamiento busca reducir la materia suspendida por medio de precipitación o sedimentación, con o sin reactivos, o por medio de diferentes tipos de oxidación química [37].

Sedimentación: La sedimentación es un proceso físico que aprovecha la diferencia de densidad y peso entre el líquido y las partículas que se encuentran suspendidas. Los sólidos que son más pesados que el agua, se precipitan, lo cual produce su separación del líquido. La sedimentación primaria es aplicada para partículas floculentas [38].

Flotación: este proceso se utiliza para la separación de partículas sólidas o líquidas en un medio líquido. En el tratamiento de las aguas residuales es utilizado para la remoción de aceites y grasas, además para aglutinar sólidos suspendidos. Dicha separación se logra por flotación simple o introduciendo burbujas muy finas de aire en la más líquida para que arrastren las partículas suspendidas hacia la superficie [38].

Coagulación: Este proceso es por medio del cual los componentes de una suspensión o dilución estables son desestabilizados mediante suspensión de las fuerzas que mantienen dicha estabilidad, por medio de coagulantes químicos [38].

Tratamientos secundarios

Este tipo de tratamiento es utilizado de manera masiva para la eliminación de la contaminación orgánica disuelta, la misma que es costosa de eliminar por tratamiento físico químico. Generalmente se aplica tras los anteriores. Este proceso consiste en la

oxidación aerobia de la materia orgánica o su eliminación anaerobia en digestores cerrados. Los dos sistemas producen fangos en mayor o en menor medida que, de igual forma, deben ser tratados para su reducción, acondicionamiento y destino final [37].

Sistema de biomasa en suspensión – Lodos activados: es el proceso de agitación y aireación de una mezcla de agua residual y lodos biológicos, a medida que las bacterias reciben oxígeno, consumen materia orgánica del agua residual y la transforma en sustancias simples. A este caldo bacteriano se lo denomina lodo activado. De esta forma, la mezcla de lodos activados y agua residual recibe el nombre de licor mezclado que se conduce a un tanque de sedimentación para su purga [38].

Sistema de biomasa adherida: Los microorganismos se encuentran ligados a un medio de soporte que pueden ser de plástico, piedra o cualquier otro material inerte, es por ello que dependiendo de las condiciones ambientales que rodean el ambiente de soporte, los sistemas de biomasa adheridas pueden ser de tipo aerobios o anaerobios [38].

Tratamientos Terciarios

Utiliza las mismas técnicas que los tratamientos primarios o secundarios, las mismas que son destinadas a pulir o afinar el vertido final, mejorando ciertas características. Si se emplea de manera intensiva se puede lograr transformar el agua de nuevo apta para el abastecimiento de necesidades agrícolas, industriales e incluso de acuerdo al nivel de contaminación que poseía para la potabilización [37].

Tratamiento de agua por filtro

Existen varias alternativas de filtración que permiten prevenir la contaminación por aguas provenientes de la agricultura, sin tener la necesidad de adicionar químicos al agua, entre estos se pueden destacar los siguientes:

Filtro de arena

Son utilizados generalmente para eliminar las impurezas de tipo orgánicas, tales como algas, restos de insectos, y pequeñas partículas minerales. Este sistema funciona con una estructura de lecho de arena fina, que se ubica sobre una delgada capa de grava que constituye el soporte de la arena, la cual a su vez se encuentra sobre un sistema de tuberías perforadas que permiten recolectar el agua filtrada [2].

Este sistema de filtración se aplica cuando la cantidad de materia que debe retenerse es grande y las partículas en suspensión contenidas en la misma son relativamente pequeñas. Por otra parte, se requiere que se elija de manera cuidadosa los elementos que conforman el lecho, tanto en granulometría, como en la altura de la capa, pues de acuerdo a las partículas que lo conforman es capaz de reducir la turbidez del agua [41].

El tamaño de la arena junto con la velocidad de filtración son los factores determinantes de la calidad del agua filtrada. Los rangos de velocidad dependen de la aplicación oscilan entre 5-50 m³/h/m². Es importante considerar que mientras menor es la velocidad de filtración, mejor es la calidad de agua final, mientras que cuanto menor es el tamaño de la arena silícea menor es el tamaño de partículas y por tal motivo la concentración a la salida del filtro [41].

Filtro de malla

Son los indicados para retener todo tipo de partículas de carácter inorgánico u orgánico requiriéndose su utilización en aguas de cualquier procedencia. El filtro de malla se encuentra conformado por una estructura metálica en cuyo interior se puede encontrar un cilindro concéntrico recubierto con una malla plástica o de acero inoxidable para evitar que sea atacada por los fertilizantes aplicados con el agua de riego [42].

El proceso de filtrado se realiza debido a que los orificios de la malla permiten el paso de materiales de un tamaño inferior al diámetro de estos, separando de esa manera las partículas extrañas. Los filtros de malla se caracterizan por la densidad de orificios que existen en una pulgada lineal, es así que mientras más orificios existan, mayor será el número de *mesh* y menor el tamaño de las partículas que deja pasar [42].

1.3 Hipótesis

El diseño de un sistema de lavado de hortalizas y tubérculos para la comunidad de Angahuana Alto ubicada en la parroquia Santa Rosa del cantón Ambato, permitirá mejorar la calidad del agua de riego de los cultivos del sector.

1.4 Objetivos

Objetivo General

Diseñar un sistema de lavado de hortalizas y tubérculos para la comunidad de Angahuana Alto.

Objetivos Específicos

- Determinar un sistema de lavado adecuado y eficiente para las condiciones de la comunidad de Angahuana Alto.
- Realizar el diseño de las obras necesarias para el funcionamiento del sistema que permita devolver el agua producto del lavado en las condiciones iniciales.
- Medir la cantidad de agua usada para lavar los diferentes tipos de hortalizas del sector.
- Proponer a los agricultores la redistribución y recirculación del agua producto del lavado de las hortalizas.
- Realizar el análisis de laboratorio para determinar el grado de contaminación y la calidad del agua de riego.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1. Nivel o tipo de investigación

Los tipos de investigación que se utilizaron en el presente estudio serán:

2.1.1 Investigación de campo

La investigación fue de campo debido a que se la realizó en el lugar donde se presenta el problema que en este caso es la Comunidad de Angahuana Alto ubicada en la Parroquia Santa Rosa del cantón Ambato para la recopilación de información relevante para el desarrollo del estudio, tales como medición de aforos, sección del canal, muestras de agua, fotos y alternativas de tratamiento.

2.1.2 Investigación descriptiva

Se realizaron tomas de muestras y los posteriores análisis de laboratorio en los que se obtuvieron y se compararon con los criterios de calidad de aguas para uso agrícola en riego y los parámetros de los niveles de calidad de agua para riego que se encuentran establecidos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA), se describieron los resultados de las mediciones de las velocidades, las secciones transversales del canal y las mediciones de los aforamientos en el canal principal.

2.1.3 Investigación explicativa

Es explicativa debido a que facilita con la información recopilada in situ a un entendimiento del problema además de que se pudo planear una solución factible al problema, pues el sistema de lavado de hortalizas y tubérculos se realizó con la finalidad de mejorar la calidad de agua de riego, la producción agrícola y las condiciones de vida de los habitantes de la Comunidad Angahuana Alto.

2.2. Materiales y Equipos

Los equipos utilizados para este proyecto son los siguientes:

- Molinete modelo DMM-400

- Microsoft Excel
- Software Auto CAD Civil 3D
- Estación total marca SOUTH modelo A1 2”
- GPS Garmin Oregon 600

2.2.1. Descripción de los materiales y equipos

Molinete modelo DMM-400

Es un transmisor de campo configurable de dos lazos para la medición de variables específicas, con una entrada adaptada a cada variable, entre ellas variables químicas (pH, conductividad, entre otras), eléctricas (V, A.RMS, entre otras), humedad (HR, HA, Entalpía, entre otras), además de la presión, el nivel, el caudal, vibración, peso entre otras variables. Este equipo permite tomar medidas distribuidas en campo y transmitirlos en mA y en Modbus hacia sistemas de control como un PC o un PLC descargando a estos de las tareas de conversión A/D y D/A, este equipo mide velocidades hasta 15 m/s [43].



Ilustración 11 Molinete modelo DMM-400

Fuente: Desin Instruments, Transmisores Modbus y 4-20 mA para humedad DMM-4000.: DESIN, 2017 [43].

- **Software Auto CAD Civil 3D**

El software AutoCAD 3D es una solución de diseño para ingeniería civil que admite flujos de trabajo de BIM (*Building Information Modeling*), sus características son

compatibles con una gran variedad de proyectos de infraestructura civil, que incluye ferrocarriles, carreteras y autopistas, además del desarrollo de terrenos, aeropuertos, drenajes pluviales y estructuras civiles en general. Con la utilización de este software se puede evaluar más escenarios hipotéticos y optimizar el rendimiento del proyecto [44].



Ilustración 12 Software Auto CAD Civil 3D

Fuente: Autodesk. (2017) [44]

Estación Total SOUTH A1 2”

Es un instrumento electro-óptico que se utiliza en la topografía para la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico, posee una pantalla alfanumérica de cristal líquido (LCD), leds de avisos, iluminación independiente de la luz solar, calculadora, distanciómetro, trackeador (seguidor de trayectoria) y la posibilidad de guardar información en formato electrónico, lo cual permite utilizarla posteriormente en ordenadores personales [45].



Ilustración 13 Estación Total

Fuente: Estación total [45]

GPS GARMIN OREGON 600

Es considerado como un GPS de alta sensibilidad y recepción de satélites GLONASS (más satélites significa soluciones más rápidas, incluso en entornos difíciles), mapa base preinstalado con relieve sombreado y un procesador más rápido, no sólo mirarás los mapas, sino que interactuarás intuitivamente con ellos. Acércate, explora y guíate usando los controles multitáctiles incluso con guantes. La tecnología de pantalla reflectante aumenta el brillo de la pantalla táctil que los mapas y resto de pantallas resultan claramente visibles tanto a plena luz solar como en condiciones de poca luz en general [46].



Ilustración 14 GPS Garmin Oregón 600

Fuente: Manual de uso de GPS Garmin Oregón [46]

2.3 Métodos

Método experimental

El presente proyecto utiliza el método experimental debido a que se basa en un diseño que otorgue solución a los problemas que se producen por la contaminación de agua de riego en el canal principal afectando a los cultivos agrícolas e influyendo en la calidad de vida de los pobladores de la comunidad de estudio.

Asociación de variables

La asociación de variables determina la relación causa y efecto entre los factores que se encuentran inmersos en el proceso de investigación, para de esa forma proponer una solución viable con el menor uso de recursos.

2.3.1 Plan de Recolección de Datos

1) Levantamiento de infraestructura existente

Se realizó un recorrido previo al lavadero actual de la comunidad para poder identificar, levantar y evaluar las condiciones del lavadero, así como también tener una idea del sitio adecuado para el estudio.

Los equipos que se utilizaron son: GPS Garmin Oregon 600, Estación Total marca SOUTH modelo A1 2” y flexómetro, con el levantamiento de la infraestructura existente obtuvimos la geometría del serpentero y sus secciones transversales.



Ilustración 15 Levantamiento de infraestructura existente

Fuente: Edwin Pazmiño.

Tabla 7 Sección transversal del lavadero

	AREA (m2)	hc (m)
PISCINA 1	8.84	0.40
PISCINA 2	7.98	0.41
PISCINA 3	7.11	0.41
PISCINA 4	7.06	0.39
PISCINA 5	6.59	0.43
PISCINA 6	8.33	0.38
PISCINA 7	7.32	0.38
PISCINA 8	7.46	0.39
PISCINA 9	6.96	0.39
PISCINA 10	4.70	0.42

Fuente: Edwin Pazmiño

Donde:

AREA: Corresponde a la Superficie de cada una de las piscinas del serpentero.

Hc: Altura media de la sección de cada piscina del serpentero.

2) Medición de cantidad de agua usada

Para medir la cantidad de agua usada en el lavado de hortalizas, la medición se la realizó por el método volumétrico, además se midió el tiempo de llenado de cada uno de los elementos (piscinas) que conforman el serpentero existente en la comunidad.



Ilustración 16 Medición de piscinas
Fuente: Edwin Pazmiño

Tabla 8 Medición de agua y tiempo de llenado

	Vol (m3)	t_u(min)
PISCINA 1	3.54	3.51
PISCINA 2	3.27	3.15
PISCINA 3	2.92	2.82
PISCINA 4	2.75	2.80
PISCINA 5	2.83	2.62
PISCINA 6	3.17	3.35
PISCINA 7	2.78	2.90
PISCINA 8	2.91	3.04
PISCINA 9	2.71	2.76
PISCINA 10	1.97	1.87

Fuente: Edwin Pazmiño

Donde:

Vol: Volumen de llenado de cada piscina del serpentero.

t_u : Tiempo de llenado de cada piscina del serpentero en minutos.

3) Aforo con molinete y recolección de velocidades.

Este método puede ser aplicado a todo tipo de corrientes, por lo cual puede ser utilizado como método patrón para calibrar otros métodos de aforo. El molinete consta de aspas o copas, las cuales son giradas por el agua en movimiento, y un mecanismo que permite

el conteo del número de vueltas que realiza la hélice a intervalos de tiempo definido y luego transformado a velocidades, como se puede observar en la figura siguiente:



Ilustración 17 Molinete DMM-400/PFT

Fuente: Edwin Pazmiño

Este instrumento nos proporciona datos de velocidad los mismos que son tabulados de forma manual.

Para realizar las mediciones y aforos en el canal se seleccionó un punto en el ingreso del canal con coordenadas 9851192.904 N, 755321.706 E y una elevación de 3551.550 m.s.n.m. en sentido longitudinal.

Las medidas de las velocidades fueron obtenidas en los sitios más idóneos es decir al inicio del lavadero existente, en un tramo recto no cercano a curvas para una correcta medición en sentido longitudinal. Posteriormente se procede a dividir la sección transversal del canal en pequeñas franjas, cuya dimensión depende del ancho del mismo asegurándose que estas sean uniformes.

Para realizar la recolección de las muestras se las realizo aguas abajo y aguas arriba del lavadero existente:

- **Aguas abajo del lavadero.**

Se realizó la recolección de las muestras aguas abajo del canal en el mes de junio del 2021, donde se escogió un punto el cual estaba localizado a la salida del lavadero con coordenadas 9851205.337 N, 755325.693 E y una elevación de 3550.177 m.s.n.m.

Para esto se procedió a recoger 2 litros de agua directo del canal de salida del lavadero los cuales fueron recolectados en 5 recipientes estériles y libres de impurezas de plástico mismos que fueron transportados en una hielera (cooler) con hielo en su interior con el fin de mantener las muestras a una temperatura menor a 10 °C esto tras recomendación del laboratorio LACQUANALISIS, posteriormente se procedió al transporte de las muestras para su análisis en el laboratorio antes mencionado.



Ilustración 19 Toma de Muestras aguas abajo del lavadero.

Fuente: Edwin Pazmiño

- **Aguas Arriba del lavadero**

Se realizó la recolección de muestras aguas arriba del canal en el mes de junio del 2021, donde se procedió a seleccionar un punto que estaba localizado agua arriba del

canal de ingreso del lavadero con coordenadas 9851193.150 N, 755297.663 E y una elevación de 3554.257 m.s.n.m.

Para esto se procedió a recoger 2 litros de agua directo del canal de ingreso del lavadero los cuales fueron recolectados en 3 recipientes estériles y libres de impurezas de plástico mismos que fueron transportados en una hielera (cooler) con hielo en su interior con el fin de mantener la muestra a una temperatura menor a 10 °C para luego ser transportadas para su análisis en el laboratorio LACQUANALISIS.



Ilustración 20 Toma de Muestras aguas abajo del lavadero.

Fuente: Edwin Pazmiño

2.3.2 Plan de Procesamiento y Análisis de Información.

El procesamiento de datos y análisis de información relevante para esta investigación se la realizó de la siguiente manera:

Para el procesamiento y análisis de los datos topográfico del lavadero y del canal de ingreso existentes se cuenta con los equipos adecuados como son una estación total marca SOUTH modelo A1 2", un GPS marca GARMIN OREGON 600 y un flexómetro mismo quienes nos darán información idónea para la obtención de la sección transversal del canal y el lavadero.

Los datos obtenidos mediante el levantamiento topográfico se procesarán con la ayuda del software AUTO CAD CIVIL 3D, con los puntos correspondientes al terreno y vía

crearemos una polilínea la cual al unirse nos dará como resultado la superficie del terreno. Con los puntos correspondientes al canal y serpentero (lavadero) crearemos una polilínea la cual al unirse toda la trayectoria del canal y los puntos correspondientes al lavadero existente nos dará como resultado el plano georreferenciado de estas estructuras hidráulicas, así como también con los puntos intermedios de control tomados en diferentes sitios del terreno obtendremos las curvas de nivel.

Para el procesamiento y análisis de los datos de velocidades efectuadas con el molinete modelo DMM-4000/PFT equipo el cual es utilizado para efectuar las mediciones en campo, se procedió a la realización de una hoja de cálculo en la cual ingresamos los datos correspondientes a la velocidad en los puntos o franjas designados con el fin de la obtención de la velocidad media parcial. La velocidad media parcial es el promedio las tres lecturas de velocidad tomadas en cada una de las franjas a una altura de $h/2$, es decir:

$$V_{mp} = \frac{V1 + V2 + V3}{3}$$

Finalmente, para la obtención de la velocidad media total (V_{mt}) dado que la medición de las velocidades se las realizó por un lapso de 7 días es igual al promedio de las velocidades medias parciales antes calculadas, es decir:

$$V_{mt} = \frac{V_{mp1} + V_{mp2} + V_{mp3} + V_{mp4} + V_{mp5} + V_{mp6} + V_{mp7}}{7}$$

Para el procesamiento de las muestras tomadas agua arriba y agua abajo del lavadero se procedió al análisis de las muestras en el laboratorio LAQCUANALISIS, ubicado en la Ciudad de Ambato en el Edificio Plaza Ficoa oficina N° 202 bajo los siguientes parámetros:

- **DBO₅**

Métodos estándar.

- **DQO**

Métodos estándar.

- Aceites y grasas
- Detergentes y tensoactivos
- Nitrógeno Total Kjeldhal.
- Sulfatos.
- PH.
- Sólidos Suspendidos Totales
- Sólidos Totales Disueltos
- Materia Flotante
- Coliformes Fecales.

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

El canal de riego de ingreso al lavadero de la comunidad de Angahuana Alto es una construcción hidráulica que consta de un canal rectangular revestido en concreto cuyas dimensiones y sección transversal han sido medidas y corroboradas en campo además de un caudal circulante de aproximadamente de 0.009 l/s obtenido según datos de este estudio, posee una velocidad media aproximada de 0.876 m/s datos obtenidos mediante el molinete DMM-400/PFT.

3.1.1 Análisis topográfico

La zona del proyecto está ubicada en las coordenadas 9851192.904 N, 755321.706 E y una elevación de 3551.550 msnm. Ubicado en el cantón Ambato Parroquia Santa Rosa en la Comunidad de Angahuana Alto, para acceder al proyecto se la realiza por un camino empedrado, a una lado del canal y del lavadero podemos encontrar una vía accesible de tierra, además de que por el Este se encuentra la quebrada terremoto, respecto al tramo de estudio del canal y del lavadero existente podemos indicar que aunque su construcción es de hormigón estos se encuentran desgastados y en las paredes de los mismo podemos observar el crecimiento de plantas nativas y de algas.

3.1.2 Datos Topográficos

Sección Transversal

El tramo de análisis está ubicado a la entrada del lavadero existente la forma del canal es rectangular. En el siguiente apartado se presenta la figura con relación al detalle del canal abierto del lavadero de Angahuana alto existente construido in-situ, mismo que está revestido de hormigón las mediciones se las realizaron con el uso de un flexómetro, para recabar información relaciona al ancho y altura del canal, altura del tirante y espesores del mismo, además se pudo observar que el canal presenta un excesivo crecimiento de algas, plantas nativas y un desgaste propio a causa de inclemencias del ambiente y de igual forma por los años de vida útil que posee.

DETALLE CANAL ABIERTO ANGAHUANA ALTO
Escala _____ Sin Escala

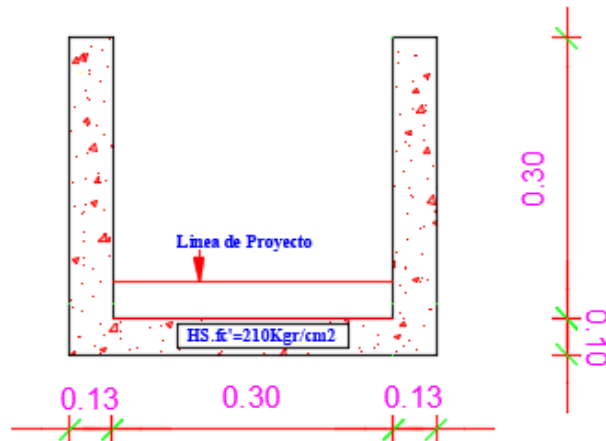


Ilustración 21 Detalle canal abierto Angahuana Alto

Fuente: Edwin Pazmiño

3.1.3 Datos de velocidades

3.1.3.1 Análisis de datos obtenidos a través de las mediciones de velocidades in situ.

Los datos de velocidad se obtuvieron in- situ con ayuda del molinete DMM-400/PFT, debemos acotar que para medir la profundidad y el ancho del canal utilizamos una regleta metálica y una cinta de medición la cual colocamos sobre el canal con el fin de dividir en tres franjas proporcionales en el canal, posteriormente procedimos a la medición de la velocidad a una altura de $h/2$ en cada una de las franjas antes mencionadas, el siguiente apartado muestra el procedimiento para la toma de datos de las velocidades.



Ilustración 22 Medición de velocidades in-situ

Fuente: Edwin Pazmiño

Las siguientes tablas muestran los datos recolectados durante siete días de las coordenadas, elevación, hora, sección comunidad, fecha además de la altura media del tirante las velocidades recolectadas con el molinete, el promedio de velocidades, el área mojada y el caudal medio que pasa por el canal de ingreso al lavadero.

Tabla 9 Matriz de datos de velocidad Día 1

MATRIZ DE DATOS DE VELOCIDAD						
COORDENADAS DATUM WGS 84		HORA	12:57 p. m.			
NORTE	755293.62	SECCIÓN	RECTANGULAR			
ESTE	9851191.28	COMUNIDAD	ANGAHUANA ALTO			
ELEVACIÓN	3555.13	FECHA	05/11/2020			
h (cm)	h/2 (cm)	x	V (m/s)	Promedio	AREA (m²)	CAUDAL (m³/s)
4.00	2.00	X1 (10cm)	0.64	1.00	0.012	0.012
		X2 (20cm)	1.43			
		X3 (30cm)	0.93			

Fuente: Edwin Pazmiño

Tabla 10 Matriz de datos de velocidad día 2

MATRIZ DE DATOS DE VELOCIDAD						
COORDENADAS DATUM WGS 84		HORA	13:08 p.m.			
NORTE	755293.62	SECCIÓN	RECTANGULAR			
ESTE	9851191.28	COMUNIDAD	ANGAHUANA ALTO			
ELEVACIÓN	3555.13	FECHA	06/11/2020			
h (cm)	h/2 (cm)	x	V (m/s)	Promedio	ÁREA (m²)	CAUDAL (m³/s)
4.00	2.00	X1 (10cm)	1.35	1.42	0.012	0.017
		X2 (20cm)	1.32			
		X3 (30cm)	1.58			

Fuente: Edwin Pazmiño

Tabla 11 Matriz de datos de velocidad día 3

MATRIZ DE DATOS DE VELOCIDAD						
COORDENADAS DATUM WGS 84		HORA	13:28 p.m.			
NORTE	755293.62	SECCIÓN	RECTANGULAR			
ESTE	9851191.28	COMUNIDAD	ANGAHUANA ALTO			
ELEVACIÓN	3555.13	FECHA	07/11/2020			
h (cm)	h/2 (cm)	x	V (m/s²)	Promedio	ÁREA (m²)	CAUDAL (m³/s)
3.00	1.50	X1 (10cm)	0.84	0.86	0.009	0.008
		X2 (20cm)	0.87			
		X3 (30cm)	0.86			

Fuente: Edwin Pazmiño

Tabla 12 Matriz de datos de velocidad día 4

MATRIZ DE DATOS DE VELOCIDAD						
COORDENADAS DATUM WGS 84		HORA	12:55 p.m.			
NORTE	755293.62	SECCIÓN	RECTANGULAR			
ESTE	9851191.28	COMUNIDAD	ANGAHUANA ALTO			
ELEVACIÓN	3555.13	FECHA	08/11/2020			
h (cm)	h/2 (cm)	x	V (m/s)	Promedio	ÁREA (m²)	CAUDAL (m³/s)
4.00	2.00	X1 (10cm)	0.71	0.72	0.012	0.009
		X2 (20cm)	0.78			
		X3 (30cm)	0.68			

Fuente: Edwin Pazmiño

Tabla 13 Matriz de datos de velocidad Día 5

MATRIZ DE DATOS DE VELOCIDAD						
COORDENADAS DATUM WGS 84		HORA	13:36 p.m.			
NORTE	755293.62	SECCIÓN	RECTANGULAR			
ESTE	9851191.28	COMUNIDAD	ANGAHUANA ALTO			
ELEVACIÓN	3555.13	FECHA	08/11/2020			
h (cm)	h/2 (cm)	x	V (m/s)	Promedio	ÁREA (m ²)	CAUDAL (m ³ /s)
3.00	1.50	X1 (10cm)	0.14	0.13	0.009	0.001
		X2 (20cm)	0.10			
		X3 (30cm)	0.14			

Fuente: Edwin Pazmiño

Tabla 14 Matriz de datos de Velocidad Día 6

MATRIZ DE DATOS DE VELOCIDAD						
COORDENADAS DATUM WGS 84		HORA	12:50 p.m.			
NORTE	755293.62	SECCIÓN	RECTANGULAR			
ESTE	9851191.28	COMUNIDAD	ANGAHUANA ALTO			
ELEVACIÓN	3555.13	FECHA	08/11/2020			
h (cm)	h/2 (cm)	x	V (m/s)	Promedio	ÁREA (m ²)	CAUDAL (m ³ /s)
3.00	1.50	X1 (10cm)	0.68	0.98	0.009	0.009
		X2 (20cm)	1.42			
		X3 (30cm)	0.85			

Fuente: Edwin Pazmiño

Tabla 15 Matriz de datos de velocidad Día 7

MATRIZ DE DATOS DE VELOCIDAD						
COORDENADAS DATUM WGS 84		HORA	13:11 p.m.			
NORTE	755293.62	SECCIÓN	RECTANGULAR			
ESTE	9851191.28	COMUNIDAD	ANGAHUANA ALTO			
ELEVACIÓN	3555.13	FECHA	08/11/2020			
h (cm)	h/2 (cm)	x	V (m/s)	Promedio	ÁREA (m ²)	CAUDAL (m ³ /s)
3.00	1.5	X1 (10cm)	0.62	1.02	0.009	0.009
		X2 (20cm)	1.48			
		X3 (30cm)	0.97			

Fuente: Edwin Pazmiño

3.1.4 Cálculo de velocidades medias y caudales medios

Cálculo de la velocidad media total

Para el cálculo de la velocidad media total (V_{mt}) se tomarán los datos de la siguiente tabla misma que cuenta con los datos de las velocidades medias parciales de cada uno de los días de medición por lo tanto la velocidad media total es igual al promedio de las velocidades parciales.

Tabla 16 resultado de la velocidad media parcial por día

RESULTADO MEDICIONES DE VELOCIDAD (m/s) POR DIA						
DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7
1.000	1.417	0.857	0.723	0.127	0.983	1.023

Fuente: Edwin Pazmiño

Así:

$$V_{mt} = \frac{V_{mp1} + V_{mp2} + V_{mp3} + V_{mp4} + V_{mp5} + V_{mp6} + V_{mp7}}{7}$$

$$V_{mt} = \frac{1.000 + 1.417 + 0.857 + 0.723 + 0.127 + 0.983 + 1.023}{7}$$

$$V_{mt} = 0.876 \text{ m/s}$$

CÁLCULO DEL AREA MOJADA MEDIA TOTAL

Para el cálculo del área mojada media total ($A_{m_{mt}}$) se tomarán los datos de la siguiente tabla misma que cuenta con los datos del área mojada media parcial de cada uno de los días de medición por lo tanto el área mojada media total es igual al promedio de las áreas mojadas parciales.

Tabla 17 Resultado de áreas mojadas parciales por día

RESULTADO DE ÁREAS MOJADAS PARCIALES (m ²) POR DIA						
DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7
0.012	0.012	0.009	0.012	0.009	0.009	0.009

Fuente: Edwin Pazmiño

Así:

$$Am_{mt} = \frac{Am_{mp1} + Am_{mp2} + Am_{mp3} + Am_{mp4} + Am_{mp5} + Am_{mp6} + Am_{mp7}}{7}$$

$$Am_{mt} = \frac{0.012 + 0.012 + 0.09 + 0.012 + 0.009 + 0.009 + 0.009}{7}$$

$$Am_{mt} = 0.010 \text{ m}^2$$

CÁLCULO DEL CAUDAL MEDIO TOTAL

Para el cálculo del caudal medio total (Qm_t) se tomarán los datos de la velocidad media total (Vm_t) y del área mojada media total (Am_{mt}) así:

$$Qm_t = Vm_t \times Am_{mt}$$

Donde:

$$Qm_t = \text{CAUDAL MEDIO TOTAL}$$

$$Vm_t = \text{VELOCIDAD MEDIA TOTAL}$$

$$Am_{mt} = \text{AREA MOJADA MEDIA TOTAL}$$

$$Qm_t = 0.876 \text{ m/s} \times 0.010 \text{ m}^2$$

$$Qm_t = 0.009 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.1.5 RESULTADO DEL ANÁLISIS DE AGUA DE RIEGO

Las muestras para análisis fisicoquímico y microbiológico de aguas de riego para este trabajo fueron tomadas en dos sitios, una muestra aguas arriba del lavadero y la otra agua abajo (salida del lavadero).

En las siguientes tablas podemos observar los parámetros y resultados de los análisis aguas arriba y aguas abajo del lavadero.

Tabla 18 Resultado de análisis fisicoquímico y microbiológico aguas arriba del lavadero.

RESULTADO ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE MUESTRA AGUAS ARRIBA DEL LAVADERO				
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE
Aceites y grasas	mg/l	1.10	PRO TEC 053 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 5520 B	± 11.44 %
Materia flotante **	VISUAL	Ausencia	PRO TEC 038 / VISUAL	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/l	1.37	PRO TEC 069 / HACH 10242 TNT Plus 880	-
Oxígeno Disuelto	mg/l	7.72	PRO TEC 061 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 O G	± 13.99 %
pH	UpH	7.7	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, H + B	± 4.56 %
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	<10	PRO TEC 0.29 / HACH 8006, Ed. 09, 2014	± 12.45 %
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	106	PRO TEC 039 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 C	± 10.03%
Sulfatos	mg/l	<12	PRO TEC 026 / HACH 8051, Ed. 11, 2019	± 13.01 %
RESULTADO ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE MUESTRA AGUAS ARRIBA DEL LAVADERO				
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE
Coliformes Fecales**	NMP/100ml	0	PRO TEC 036 / AOAC 991.14	-----

Fuente: Edwin Pazmiño

Tabla 19 Resultado de análisis fisicoquímico y microbiológico aguas abajo del lavadero.

RESULTADO ANÁLISIS FISICO-QUIMICO DE MUESTRA AGUAS ABAJO DEL LAVADERO				
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE
DQO	mg/l	<20	PRO TEC 014 / HACH 8000, Ed. 10, 2014; Standard Methods. Ed. 23, 2017, 5520 d	± 25.26 %
DBO5	mg/l	<13	PRO TEC 066 / HACH 8043, Ed. 10, 2017	± 3.72 %
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/l	2.82	PRO TEC 069 / HACH 10242 TNT Plus 880	-
pH	UpH	7.64	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, H + B	± 4.56 %
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	<10	PRO TEC 0.29 / HACH 8006, Ed. 09, 2014	± 12.45 %
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	160	PRO TEC 039 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 C	± 10.03%
Sulfatos	mg/l	<12	PRO TEC 026 / HACH 8051, Ed. 11, 2019	± 13.01 %
Tensoactivos	mg/l	<0.010	PRO TEC 075 / Standard Methods. Ed. 23, 2017, 5540 C	± 24.71 %
RESULTADO ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE MUESTRA AGUAS ARRIBA DEL LAVADERO				
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE
Coliformes Fecales**	NMP/100ml	0	PRO TEC 036 / AOAC 991.14	-----

Fuente: Edwin Pazmiño

Cabe recalcar que las dos muestras fueron analizadas bajo las siguientes condiciones ambientales una Humedad del 51 % y una temperatura de 19.1 °C.

3.1.6 COMPARACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO SEGÚN EL TULSMA.

Aguas arriba del canal.

Una vez obtenidos los resultados de los análisis de laboratorio (fisicoquímicos – microbiológicos), se los comparó con la legislación ambiental vigente, es decir los criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola Análisis de funcionamiento (TULSMA, tabla 3 texto unificado) y lo parámetros de los niveles guía de la calidad del agua para riego. (TULSMA, tabla 4 texto unificado).

Es así que según los criterios de calidad de aguas para uso agrícola en riego tabla 3 del texto unificado del TULSMA para este trabajo no se tomó en cuenta la concentración de metal en el agua, dado que el agua que alimenta este canal y posteriormente el lavadero nace desde los páramos de Santa Rosa desde un sitio denominado Santa Troya y haciendo el recorrido de este no pudimos observar aguas provenientes de las industrias como la minera, curtiembres, fundidoras o cualquier otra que contaminen el agua con diversos metales.

Por otro lado, el valor del pH, Coliformes fecales, Aceites y grasas y materia flotante cumplen con los criterios de calidad de aguas para uso agrícola en riego.

Mientras que los parámetros de los niveles de calidad de aguas para riego como SDT, SST, Nitrógeno, pH se encuentran entre los rangos establecidos por el TULSMA en la tabla 4 del texto unificado.

Aguas abajo del canal.

De igual manera una vez obtenidos los resultados de los análisis de laboratorio (físicoquímicos – microbiológicos), se los comparó con la legislación ambiental vigente y bajo el mismo procedimiento anterior los valores tanto de los criterios y parámetros de la tabla 3 y la tabla 4 del texto unificado TULSMA para agua de riego nos indican que se encuentran dentro de los valores aceptables vigentes para estos fines.

Adicional a los parámetros anteriores se procedió a realizar los análisis (físicoquímicos – microbiológicos), para determinar los límites permisibles para descarga a un cuerpo de agua dulce según la tabla 9 del texto unificado TULSMA, cabe recalcar que no se tomó en cuenta la concentración de metal en el agua, mientras que los valores de DBO, DQO5, N, pH, SST, ST, SO^4 , y Tensoactivos se encuentran entre los rangos permisibles por el TULSMA para estos fines.

Para finalizar se procedió a realizar un examen visual in situ en el cual pudimos observar la presencia de sólidos de gran tamaño en el lavadero después de su utilización.

3.1.8 Diseño

Trabajos preliminares.

Una vez analizados todos los datos y resultados obtenidos para esta investigación se procede a proponer mejoras en el lavadero existente con el ánimo de optimizar su funcionamiento, estos trabajos consistirán en la reconstrucción de tramos del lavadero, así como también el derrocamiento de tramos de la infraestructura existente, por otro lado se propone la construcción de un tanque enterrado o cisterna, un cuarto de máquinas también enterrado, canales de entrada y salida un sistema de impulsión y distribución de agua, un sistema cribas y un cerramiento todo esto con el fin de mejorar, optimizar y dar seguridad al lavadero y sus obras anexas.

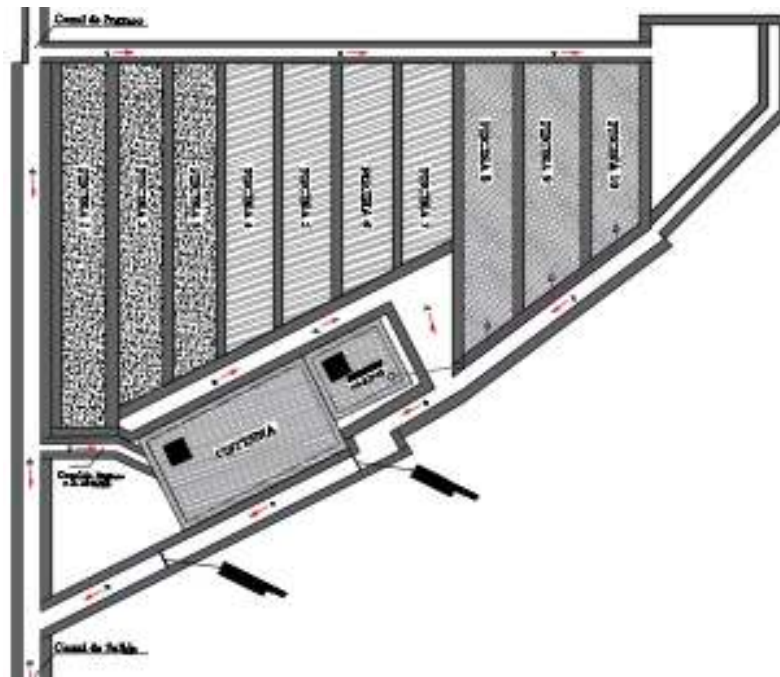


Ilustración 23 Implantación lavadero

Fuente: Edwin Pazmiño

Para la ubicación y el dimensionamiento del tanque y del cuarto de máquinas se deberá tomar en cuenta los siguientes factores:

- Fácil acceso de materiales para construcción, operación y mantenimiento.
- Características de la topografía y del suelo.
- Espacio disponible para su construcción.
- Análisis económico
- Análisis técnico

- Diagnóstico y Funcionamiento
- La necesidad de los pobladores

Todos estos factores influirán de tal manera que permita un funcionamiento seguro y continuo del sistema.

Diseño Funcionamiento y Operación del Lavadero.

Para el diseño del sistema se tomarán en cuenta todos los criterios técnicos, normativas y necesidades para la implementación de este proyecto, todos estos criterios deberán ser analizados, calculados y verificados con el fin de que el diseño cumpla con todas las normativas y reglamentos vigentes, así también asegurarnos de que el proyecto pueda ser ejecutado bajo el criterio de economía y seguridad.

La Funcionamiento del lavadero estará dividida en tres etapas.

- **Primera etapa**

Las tres primeras piscinas serán utilizadas para el lavado de hortalizas, estas serán llenadas directamente con el caudal proveniente del canal de ingreso, el agua producto del lavado será recogida por un canal el cual transportará el agua hacia un sistema de cribas el cual separará los sólidos de gran tamaño devolviendo así el agua utilizada para el lavado al canal principal en las condiciones iniciales garantizando así la calidad de la misma.

- **Segunda etapa**

Las piscinas de la 4 a la 7 serán utilizadas para el lavado de tubérculos, estas también serán llenadas directamente con el caudal proveniente del canal de ingreso, estas piscinas serán a flujo continuo dado que el lavado de estos productos necesita de este sistema, el agua producto del lavado será recogida por un canal el cual transportará el agua hacia un sistema de cribas, garantizando así que el agua utilizada para el lavado sea devuelta en condiciones iniciales al canal principal.

- **Tercera etapa**

Las piscinas de la 8 a la 10 serán utilizadas para el lavado de hortalizas y tubérculos, estas tendrán dos sistemas de llenado en el primer caso las piscinas serán llenadas directamente con el caudal proveniente del canal de ingreso, y en el otro caso estas piscinas serán llenadas con el agua almacenada en la cisterna a flujo continuo, el agua producto del lavado será recogida por un canal el cual transportará el agua hacia un sistema de cribas, el cual garantizará que el agua producto del lavado sea devuelta en condiciones iniciales al canal principal.

La operación del lavadero estará a cargo de la Unión de Comunidades Indígenas Toallo Santa Rosa y la comunidad de Angahuana Alto, con el fin de garantizar y precautelar el funcionamiento óptimo del lavadero como también la seguridad y el cuidado de las obras y maquinaria propuestas para esta investigación.

3.1.8.1 DISEÑO DEL TANQUE

Para este trabajo según los datos recopilados en los apartados anteriores se plantea diseñar un tanque enterrado rectangular de una sola celda con cubierta así las dimensiones del tanque son:

Dimensiones internas en planta: 4.00 x 2.10 m.

Altura= 1.50 m

Capacidad = 12.60 m^3

Resistencia a la compresión del hormigón: $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia a la fluencia del acero: $fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Cálculo del espesor de los muros.

- **Comportamiento de muros**

Luz larga /luz corta

$$\frac{4.00}{2.10} = 1.90$$

$$1.90 < 2$$

Por lo tanto los muros tienen un comportamiento bidireccional.

Así:

$$e = l/30$$

$$e = 4.00/30$$

$$e = 0.13 \text{ m}$$

Según el ACI – 350 el espesor mínimo de cualquier elemento estructural de las obras sanitarias y para el mejoramiento del medio ambiente es 15 cm.

$$e = 0.15 \text{ m}$$

Cálculo del espesor de losa Tapa:

La cubierta se considera simplemente apoyada en todos sus bordes, es así que se diseñará una losa de fondo con unión empotrada con las paredes.

- **Espesor de losa de fondo**

$$e = \frac{\textit{Perimetro}}{150}$$

$$e = \frac{4.00 + 4.00 + 2.10 + 2.10}{150}$$

$$e = 0.081 \text{ m}$$

Según el ACI – 350

$$e = 0.15 \text{ m}$$

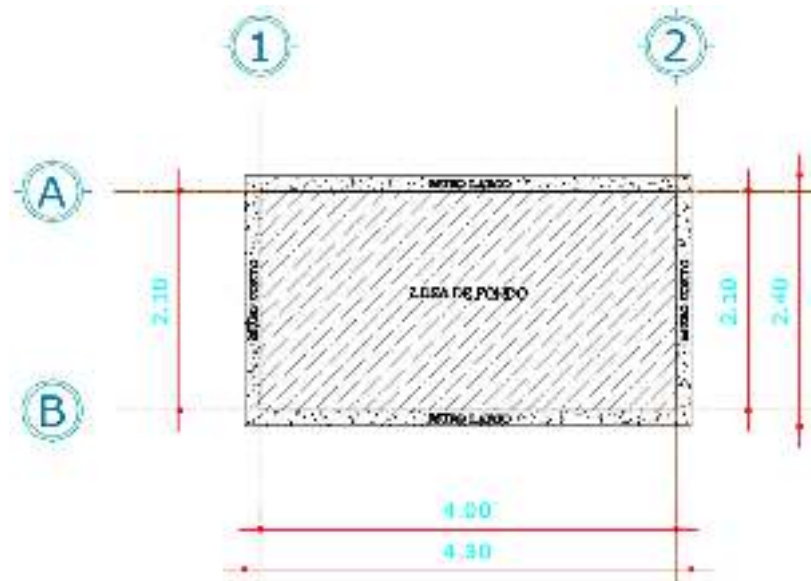


Ilustración 24 Vista en planta del tanque enterrado

Fuente: Edwin Pazmiño

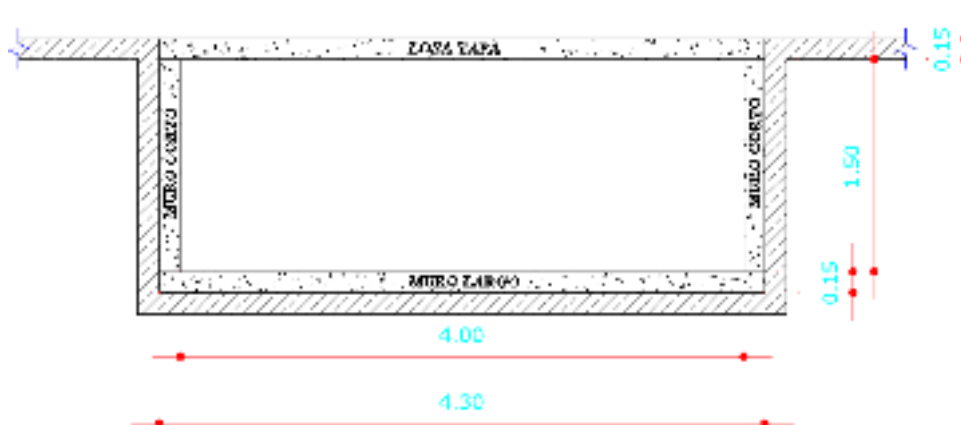


Ilustración 25 Sección transversal del tanque enterrado

Fuente: Edwin Pazmiño

Diseño de los muros

Para este trabajo dividimos el muro en 3 marcos horizontales de 1.0 m de altura y un marco vertical por sentido en los cuales determinamos los momentos y cortantes en cada marco.

Lado largo: $L = 4.30 \text{ m}$

Lado corto: $l = 2.40 \text{ m}$

Altura: $h = 1.50 \text{ m}$

- **Relación de longitudes**

$$\alpha = \frac{L + l}{2}$$

$$\alpha = \frac{4.30 + 2.40}{2}$$

$$\alpha = 3.35 \text{ m}$$

- **Relación entre altura y longitudes**

$$\partial = \frac{6h^4}{\alpha^4}$$

$$\partial = \frac{6(1.50)^4}{(3.35)^4}$$

$$\partial = 0.24$$

- **Presión máxima para la flexión en los marcos horizontales**

$$p = \gamma h \frac{\partial}{\partial + 1}$$

$$p = 1(1.5) \frac{0.24}{0.24 + 1}$$

$$p = 0.29 \text{ T/m}^2$$

- **Presión máxima para la flexión en el pórtico vertical**

$$q = \gamma h \frac{1}{\partial + 1}$$

$$q = 1(1.5) \frac{1}{0.24 + 1}$$

$$q = 1.21 \text{ T/m}^2$$

La repartición de la presión p , en los marcos horizontales se la puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 20 Repartición de la presión, en los marcos horizontales.

Marcos horizontales	Carga horizontal (T/m)
Primer marco: p	0.29
Segundo marco: 2/3 p	0.19
Tercer marco: p/3	0.10

Fuente: Edwin Pazmiño

Cálculo de los momentos y cortantes en los marcos horizontales

- Primer marco:**

Este estará ubicado en el fondo, Momentos en las esquinas

$$k = \frac{l}{L}$$

$$k = \frac{2.40}{4.30}$$

$$k = 0.56$$

$$M_E = -\frac{1}{12}p \frac{L^2 + Kl^2}{k + 1}$$

$$M_E = -\frac{1}{12}(0.29) \frac{(4.30)^2 + 0.56(2.40)^2}{0.56 + 1}$$

$$M_E = -0.34 T - m$$

Momento en el centro de los lados

Lado largo

$$M_L = \frac{1}{8}pL^2 - M_E$$

$$M_L = \frac{1}{8}(0.29)(4.30)^2 - 0.34$$

$$M_L = -0.33 T - m$$

Lado corto

$$M_l = \frac{1}{8}pl^2 - M_E$$

$$M_l = \frac{1}{8}(0.29)(2.40)^2 - 0.35$$

$$M_L = -0.13 T - m$$

Cortantes en los lados

Lado largo

$$V_L = \frac{pl}{2}$$

$$V_L = \frac{0.29(2.40)}{2}$$

$$V_L = 0.35 T$$

Lado corto

$$V_l = \frac{pL}{2}$$

$$V_l = \frac{0.29(4.30)}{2}$$

$$V_l = 0.62 T$$

- Segundo marco:

$$M_E = -\frac{1}{12}(0.19)\frac{(4.30)^2 + 0.56(2.40)^2}{0.56 + 1} = -0.22 T - m$$

$$M_L = \frac{1}{8}(0.19)(4.30)^2 - 0.22 = 0.20 T - m$$

$$M_l = \frac{1}{8}(0.19)(2.40)^2 - 0.22 = 0.10 T - m$$

$$V_L = \frac{0.19(2.40)}{2} = 0.23 T$$

$$V_l = \frac{0.19(4.30)}{2} = 0.41 T$$

- **Tercer marco**

$$M_E = -\frac{1}{12}(0.10) \frac{(4.30)^2 + 0.56(2.40)^2}{0.56 + 1} = -0.12 T - m$$

$$M_L = \frac{1}{8}(0.10)(4.30)^2 - 0.12 = -0.11 T - m$$

$$M_l = \frac{1}{8}(0.10)(2.4)^2 - 0.12 = -0.05 T - m$$

$$V_L = \frac{0.10(2.40)}{2} = 0.12 T$$

$$V_l = \frac{0.10(4.30)}{2} = 0.22 T$$

Tabla 21 Momentos y cortantes.

Esfuerzos	Momentos y Cortantes (T-m)		
	Primer Marco	Segundo Marco	Tercer Marco
M_E	-0.34	-0.22	-0.12
M_L	0.33	0.20	0.11
M_l	-0.13	-0.10	-0.05
	Cortante (T)		
V_L	0.35	0.23	0.12
V_l	0.62	0.41	0.22

Fuente: Edwin Pazmiño

Cálculo de momentos mayorados de diseño

Para la determinación de los momentos y cortantes últimos de diseño la PCA recomienda multiplicar a estos por el coeficiente de mayoración de 1.6 debido a las combinaciones de carga de fluidos y por el coeficiente de durabilidad respectivo.

Tabla 22 Coeficientes de durabilidad según la PCA.

Solicitaciones	Coefficiente de Durabilidad
Refuerzo provisto por flexión.	1.30
Refuerzo provisto para resistir tensión pura	1.65
Refuerzo provisto por corte	1.3 ($V_u - \phi V_c$)
Hormigón sometido a compresión	1.00

Fuente: Orihuela Jim, Sánchez Natividad. Diseño estructural de tanques rectangulares y sus aplicaciones [47].

Así:

$$|M_E| = 0.34 \times 1.6 \times 1.30 = 0.73 T - m$$

$$M_L = 0.33 \times 1.6 \times 1.30 = -0.69 T - m$$

$$M_l = -0.13 \times 1.6 \times 1.30 = -0.23 T - m$$

$$V_L = 0.35 \times 1.6 \times 1.65 = 1.08 T$$

$$V_l = 0.62 \times 1.6 \times 1.65 = 1.80 T$$

Tabla 23 Momentos y cortantes de Diseño.

Esfuerzos	Momentos y Cortantes Mayorados (T-m)		
	Primer Marco	Segundo Marco	Tercer Marco
M_E	-0.71	-0.46	-0.25
M_L	-0.69	0.42	0.23
M_l	-0.27	-0.21	-0.10

	Cortante (T)		
V_L	0.92	0.61	0.32
V_l	1.64	1.08	0.58

Fuente: Edwin Pazmiño

Verificación del cortante

- **Cortante en el primer marco**

Cortante en el primer marco, cortante en las esquinas, se considera también la acción producida por posibles tracciones generadas por muros continuos, el valor de V_l correspondiente al cortante en el muro corto.

$$V_L = 1.64 T$$

Espesor del muro (h) = 15 cm

Recubrimiento $\text{®} = 7.5$ cm

Peralte efectivo (d) = h - r = 15 - 7.5 = 7.5 cm

Así:

$$V_c = 0.53 \phi \sqrt{f'c} x b_w x d$$

Se tomará en cuenta el factor de reducción por corte $\phi = 0.75$, y un ancho unitario $b_w = 1.00$

$$V_c = 0.53 (0.75) \sqrt{240} x 1.00 x 7.5$$

$$V_c = 0.53 (0.75) \sqrt{240} x 1.00 x 7.5$$

$$V_c = 4.62 Ton$$

$$V_c > V_u$$

$$4.62 Ton > 1.64 Ton \therefore OK$$

Para determinar la fuerza admisible del hormigón armado en el muro largo, se hace uso de la ecuación:

$$V_c = 0.53 \phi \left(1 - \frac{T_l}{35A_g} \right) \sqrt{f'_c} b_w d$$

Donde:

A_g = Área del hormigón

T_l = Fuerza de reacción en el muro corto

$$T_l = 1.64 \text{ Ton}$$

$$A_g = b \times h$$

$$A_g = 100 \times 15 = 1500 \text{ cm}^2$$

$$V_c = 0.53 (0.75) \left(1 - \frac{1.64 \times 10^3}{35(1500)} \right) \sqrt{240} (100)(7.5)$$

$$V_c = 4.47 \text{ Ton}$$

$$4.47 \text{ Ton} > 1.64 \text{ Ton} \therefore \text{OK}$$

Cálculo del Acero de Refuerzo a Flexión.

$$A_s = \frac{k}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{\phi k d}} \right]$$

Donde k es igual a:

$$k = 0.85 f'_c b d$$

$$k = 0.85(240)(100)(7.5)$$

$$k = 153000$$

Así

$$A_s = \frac{153000}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.71) \times 10^5}{0.9(153000)(7.5)}} \right]$$

$$A_s = 2.60 \text{ cm}^2$$

Este valor de A_s lo multiplicamos por el coeficiente de durabilidad según la PCA

Tabla 24 Acero de refuerzo por flexión.

Esfuerzos	Acero de refuerzo por flexión (cm^2/ml)		
	Primer Marco	Segundo Marco	Tercer Marco
M_E	3.38	2.16	1.16
M_L	3.28	1.96	1.07
M_l	1.26	0.98	0.46

Fuente: Edwin Pazmiño

Cálculo del Acero de Refuerzo por Tensión.

La fuerza de tensión en el plano no es otra sino la fuerza de reacción en el muro corto y viceversa.

$$A_{s_{\text{tensión}}} = \frac{T}{\phi f_y}$$

$$A_{s_{\text{tensión}}} = \frac{0.92 \times 10^3}{0.9 (4200)}$$

$$A_{s_{\text{tensión}}} = 0.15 \text{ cm}^2$$

Tabla 25 Acero de refuerzo por corte.

Esfuerzo	Acero de refuerzo por corte (cm^2/ml)		
	Primer Marco	Segundo Marco	Tercer Marco
V_L	0.24	0.16	0.08
V_l	0.43	0.29	0.15

Fuente: Edwin Pazmiño

Cálculo del Acero de Refuerzo Total.

$$A_{S_{TOTAL}} = A_{S_{flexión}} + A_{S_{corte}}$$

Tabla 26 Acero de refuerzo Total.

Esfuerzos	Acero de refuerzo Total (cm^2)		
	Primer Marco	Segundo Marco	Tercer Marco
M_E	3.38	2.16	1.16
M_L	3.52	2.12	1.15
M_l	1.69	1.27	0.61

Fuente: Edwin Pazmiño

Cálculo de la Cuantía mínima para flexión.

$$P_{min} = \frac{14}{f_y}$$

$$\rho_{min} = \frac{14}{4200}$$

$$\rho_{min} = 0.0033$$

Armadura a Flexión mínima.

$$A_{S_{min}} = \rho b d$$

$$A_{S_{min}} = 0.0033(100)(7.5)$$

$$A_{S_{min}} = 2.48 \text{ cm}^2$$

El valor del $A_{S_{flexión}} = 2.48 \text{ cm}^2$ por lo tanto:

Tabla 27 Acero de refuerzo Total corregida.

Esfuerzos	Acero de refuerzo Total (cm^2)		
	Primer Marco	Segundo Marco	Tercer Marco
M_E	3.38	2.48	2.48
M_L	3.52	2.48	2.48
M_l	2.48	2.48	2.48

Fuente: Edwin Pazmiño

Según el ACI – 350 para controlar el agrietamiento, es preferible utilizar un gran número de varillas de diámetro pequeño para refuerzo principal, en lugar de un área igual de refuerzo con varillas gruesas.

Además, nos indica la separación máxima entre varillas no deberá exceder de 30cm.

Por lo tanto, se armará de la siguiente manera:

$$1 \text{ } \emptyset \text{ } 12 \text{ mm @ } 25 \text{ cm}$$

Diseño de losa de fondo unión empotrada

- **Momentos en los pórticos verticales.**

$$M_A = \frac{1}{6} q h^2$$

$$M_A = \frac{1}{6} (1.21)(1.5)^2$$

$$M_A = 0.45 T - m$$

- **Momentos en el centro de la luz de losa de fondo.**

Lado largo

$$M'_F = \frac{qL^2}{24} - M_A$$

$$M'_F = \frac{1.21(4.30)^2}{24} - 0.45$$

$$M'_F = 0.48 T - m$$

Lado corto

$$M''_F = \frac{ql^2}{24} - M_A$$

$$M''_F = \frac{1.21(2.40)^2}{24} - 0.45$$

$$M''_F = 0.16 T - m$$

- **Tensión de la losa de fondo por metro de ancho en las direcciones principales.**

$$T = \frac{qh}{2}$$

$$T = \frac{1.21(1.5)}{2}$$

$$T = 0.91 T$$

- **Momentos mayorados.**

Tabla 28 Momentos Mayorados.

Esfuerzos	Momentos Mayorados (T-m)
M_A	0.94
M'_F	1
M''_F	0.33
	Tenciones (T)
F	1.89

Fuente: Edwin Pazmiño

Cálculo del Acero de Refuerzo por flexión.

$$A_s = \frac{k}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{\phi kd}} \right]$$

Donde k es igual a:

$$k = 0.85f'cbd$$

$$k = 0.85(240)(100)(7.5)$$

$$k = 153000$$

Así

$$A_s = \frac{153000}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.94) \times 10^5}{0.9(153000)(7.5)}} \right]$$

$$A_s = 3.48 \text{ cm}^2$$

Tabla 29 Acero de refuerzo losa de fondo.

Esfuerzos	Acero de refuerzo (cm^2)
M_A	3.48
M'_F	3.71
M''_F	1.18

Fuente: Edwin Pazmiño

Cálculo del Acero de Refuerzo por Tensión.

$$A_{s_{tensión}} = \frac{T}{\phi f_y}$$

$$A_{s_{tensión}} = \frac{1.89 \times 10^3}{0.9 (4200)}$$

$$A_{s_{tensión}} = 0.5 \text{ cm}^2$$

Cálculo del Acero de Refuerzo Total.

$$A_{s_{TOTAL}} = A_{s_{flexión}} + A_{s_{corte}}$$

Tabla 30 Acero de refuerzo Total.

Esfuerzos	Acero de refuerzo Total (cm^2)
M_A	3.48
M'_F	4.21
M''_F	1.68

Fuente: Edwin Pazmiño

Cálculo de la Cuantía mínima para flexión.

$$P_{min} = \frac{14}{f_y}$$

$$\rho_{min} = \frac{14}{4200}$$

$$\rho_{min} = 0.0033$$

Armadura a Flexión mínima.

$$A_{s_{min}} = \rho b d$$

$$A_{s_{min}} = 0.033(100)(7.5)$$

$$A_{s_{min}} = 2.48 \text{ cm}^2$$

El valor del $A_{s_{flexión}} = 2.48 \text{ cm}^2$ por lo tanto:

Tabla 31 Acero de refuerzo Total corregido.

Esfuerzos	Acero de refuerzo Total (cm^2)
M_A	3.48
M'_F	4.21
M''_F	2.48

Fuente: Edwin Pazmiño

Por lo tanto, la armadura en los marcos verticales será:

$$1 \text{ } \emptyset \text{ 12 mm @ 25 cm}$$

Diseño de losa tapa simplemente apoyada.

- **Espesor de losa**

$$e = \frac{\text{perimetro}}{150}$$

$$e = \frac{4.30 + 4.30 + 2.40 + 2.40}{150}$$

$$e = 0.089 \text{ m}$$

- Según el ACI – 350

$$e = 0.15 \text{ m}$$

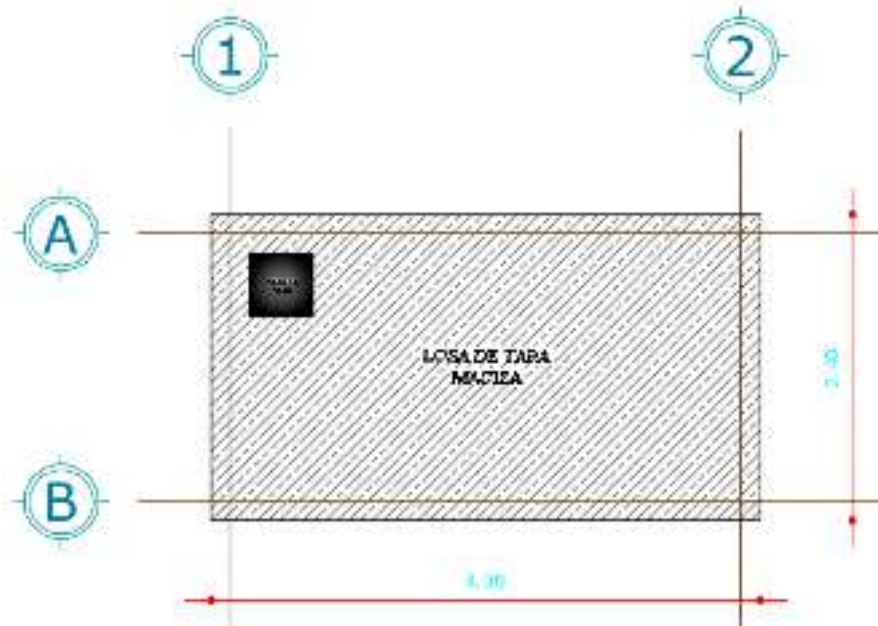


Ilustración 26 Vista en planta de losa tapa

Fuente: Edwin Pazmiño

- **Cálculo del peso de losa tapa**

Peso específico del hormigón $\gamma = 2.4 T/m^3$

Área de apoyo de la losa tapa: $A = a \times b = 4.30 \times 2.40 = 10.32 m^2$

Espesor de losa $e = 15 \text{ cm}$

Peso de losa por m^2 :

$$P_p = A * e * \gamma$$

$$P_p = 1.00 \times 1.00 \times 0.15 \times 2.4 = 0.36 T/m^2$$

Cálculo de cargas ultimas de diseño.

- **Carga muerta**

$$CM = 0.36 T/m^2$$

- **Carga viva**

Para este caso consideraremos una carga viva (L) de 0.50 T/m^2 .

- **Carga Última de diseño**

$$U = 1.2 D + 1.6 L$$

$$U = 1.2 (0.36) + 1.6 (0.5)$$

$$U = 1.23 \text{ T/m}^2$$

Cálculo de los Momentos Flectores y fuerzas cortantes

Cargas de diseño

Lado corto

$$q_{Corto} = \frac{L_L^4}{L_L^4 + L_C^4} \times U$$

$$q_{Corto} = \frac{4.30^4}{4.30^4 + 2.40^4} \times 1.23$$

$$q_{Corto} = 1.12 \text{ T/m}$$



Ilustración 27 Carga de diseño lado corto

Fuente: Edwin Pazmiño

Momento Último

$$M_U = \frac{qL^2}{8}$$

$$M_U = \frac{1.12(2.40)^2}{8}$$

$$M_U = 0.81 T/m$$

Cortante Último

$$V_U = \frac{qL}{2}$$

$$V_U = \frac{1.12 (2.40)}{2}$$

$$V_U = 1.34 T$$

Lado largo

$$q_{Largo} = \frac{L_L^4}{L_L^4 + L_c^4} \times U$$

$$q_{Largo} = \frac{2.40^4}{2.40^4 + 4.30^4} \times 1.23$$

$$q_{Largo} = 0.11 T/m$$

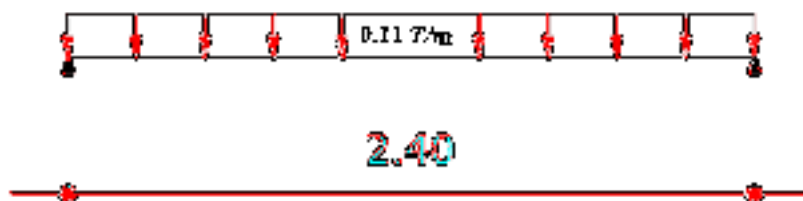


Ilustración 28 Carga de diseño lado corto

Elaborado por: Edwin Pazmiño

Momento Último

$$M_U = \frac{qL^2}{8}$$

$$M_U = \frac{0.11(4.30)^2}{8}$$

$$M_U = 0.25 T/m$$

Cortante Último

$$V_U = \frac{qL}{2}$$

$$V_U = \frac{0.11(4.30)}{2}$$

$$V_U = 0.24 T$$

Tabla 32 Momentos y cortantes últimos.

	Lado corto	Lado largo
$M_U (T - m)$	0.81	0.25
$V_U (T)$	1.34	0,24

Fuente: Edwin Pazmiño

Cálculo del Acero de Refuerzo para momento positivo.

$$A_s = \frac{k}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{\phi k d}} \right]$$

Donde k es igual a:

$$k = 0.85 f' c b d$$

$$k = 0.85(240)(100)(12)$$

$$k = 244800$$

Así para el lado corto

$$A_s = \frac{244800}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.81) \times 10^5}{0.9(244800)(12)}} \right]$$

$$A_s = 1.81 \text{ cm}^2$$

Lado largo

$$A_s = \frac{244800}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.25) \times 10^5}{0.9(244800)(7.5)}} \right]$$

$$A_s = 0.55 \text{ cm}^2$$

Tabla 33 Acero de refuerzo para momento positivo.

	Lado corto	Lado largo
$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	1.81	0.55

Fuente: Edwin Pazmiño

Cálculo de la Cuantía mínima para flexión.

$$P_{min} = \frac{14}{f_y}$$

$$\rho_{min} = \frac{14}{4200}$$

$$\rho_{min} = 0.0033$$

Armadura a Flexión mínima.

$$A_{s_{min}} = \rho b d$$

$$A_{s_{min}} = 0.033(100)(12)$$

$$A_{s_{min}} = 3.96 \text{ cm}^2$$

Tabla 34 Acero de refuerzo para momento positivo corregido.

	Lado corto	Lado largo
$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	3.96	3.96

Fuente: Edwin Pazmiño

Por lo tanto, se colocará:

$$1 \text{ } \emptyset \text{ } 12 \text{ mm @ } 25 \text{ cm}$$

Para los momentos negativos que generan las cargas colocaremos acero mínimo.

$$A_{s_{min}} = 3.96 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ } \emptyset \text{ } 12 \text{ mm @ } 25 \text{ cm}$$

Verificación a corte.

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{240}$$

$$V_c = 8.21 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_u = \frac{1.34 \times 10^3}{0.75(100)(12)}$$

$$v_u = 1.49 \text{ kg/cm}^2$$

$$1.49 < 8.21 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_u < V_c \therefore OK$$

Cálculo de la Armadura de retracción y temperatura.

En losas macizas la cuantía mínima para retracción y temperatura es de $\rho_{min} = 0.0018$ según el ACI-318-18 cuando se utilice acero de refuerzo con un $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.

Así:

$$A_{s_{min}} = \rho b d$$

$$A_{s_{min}} = 0.0018(100)(12)$$

$$A_{s_{min}} = 2.16 \text{ cm}^2$$

1 Ø 12 mm @ 33 cm

3.1.8.2 DISEÑO DE CANAL DE INGRESO A CISTERNA

El canal de ingreso es una estructura que llevará el caudal establecido hacia la cisterna, se recomienda que sea de forma rectangular abierto y revestido de hormigón, el canal contará con una sección que llevará el caudal hacia una caja de revisión la cual posteriormente se llenara y transportará el caudal establecido hacia la cisterna por el mismo canal.

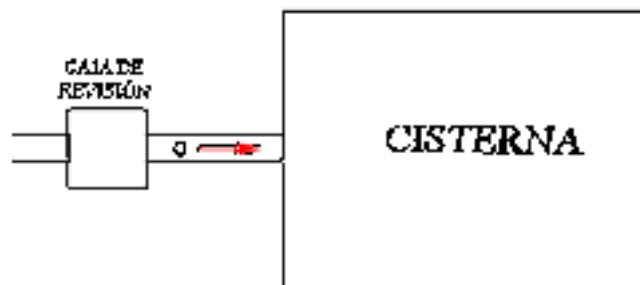


Ilustración 29 Canal de ingreso a cisterna

Elaborado por: Edwin Pazmiño

Para el presente proyecto asumiremos el ancho del canal de 0.20 m, un caudal de $0.009 \text{ m}^3/\text{s}$ y una velocidad media de 0.876 m/s

Así:

$$Q = V \times A$$

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$A = \frac{0.009 \text{ m}^3/\text{s}}{0.876 \text{ m/s}}$$

$$A = 0.010 \text{ m}$$

Para calcular el tirante crítico utilizamos la siguiente formula:

$$A = y \times b$$

$$y = \frac{A}{b}$$

$$y = \frac{0.010}{0.20}$$

$$y = 0.05 \text{ m}$$

Para la longitud del canal se tomará en cuenta lo indicado en los planos.

3.1.8.3 Cálculo de la Potencia de la Bomba

$$P_b = \gamma_{agua} \times Q \times H$$

Donde:

P_b = Potencia de la bomba

γ_{agua} = *Peso específico del agua*

Q = Caudal

H = altura

$$P_b = 10000 \text{ kg/m}^3 \times \frac{12.60 \text{ m}^3}{750 \text{ s}} \times 2.00 \text{ m}$$

$$P_b = 336 \text{ Watt}$$

$$P_b = 0.45 \text{ HP}$$

$$P_b \approx 0.5 \text{ HP}$$

3.1.8.4 Selección de tipo de bomba

Para la selección del modelo de bomba adecuada se procederá a la revisión de las curvas proporcionadas por el fabricante.

Es así que para este trabajo se tiene la curva QH (de caudal y carga)

Así:

$$Q = 0.001 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

60 Hz n= 3450 rpm HS= 0 m

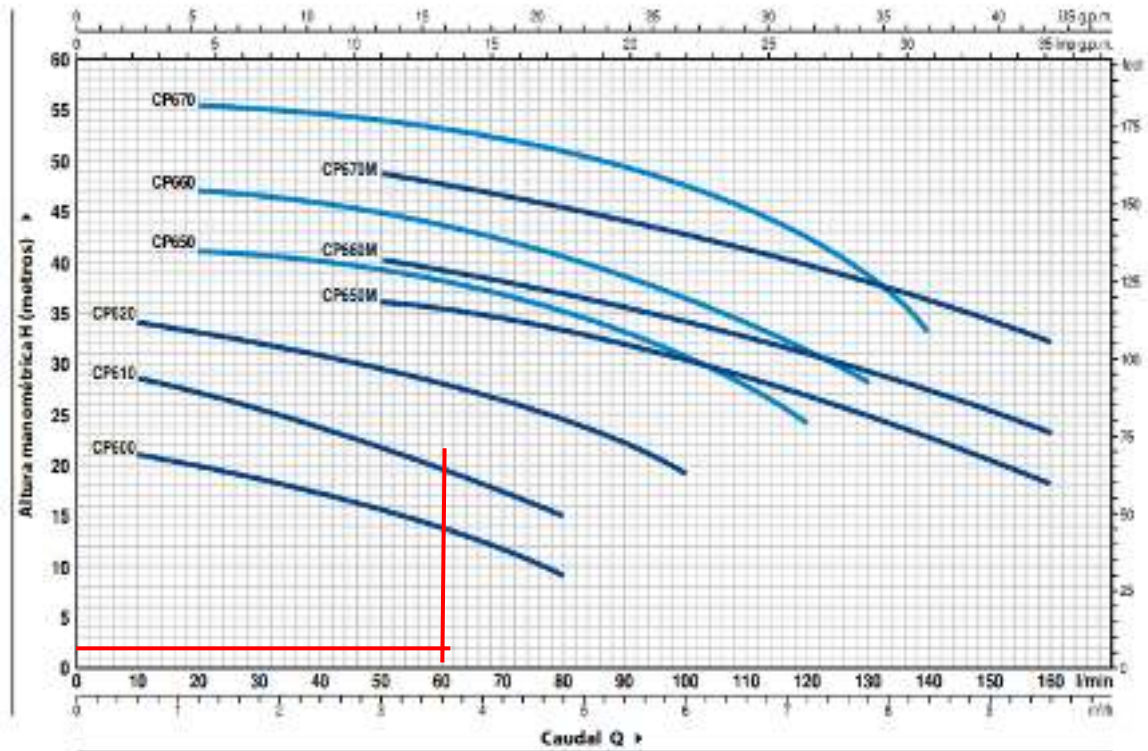


Ilustración 30 Curvas HQ según especificación de fábrica

Fuente: Edwin Pazmiño

3.1.8.5 Diseño de tuberías.

Para la selección del diámetro óptimo de la tubería de impulsión y de distribución se tomará en cuenta un análisis técnico económico, las características del sector, las condiciones a las que estará sometida la tubería y los criterios hidráulicos concurrentes.

Para el cálculo de la tubería de impulsión del sistema emplearemos la fórmula de Bresse:

$$D = K \sqrt{Q}$$

Donde:

D = Diámetro económico (m)

K = coeficiente entre 0.9 – 4

Q = Caudal de Bombeo (m^3/s)

Así

$$D = 1.50\sqrt{0.001}$$

$$D = 0.047 \text{ m}$$

$$D = 47 \text{ mm} \approx 50 \text{ mm}$$

Para el cálculo de la tubería de distribución y de salida del sistema utilizaremos la Fórmula de Weyrauch:

$$D = 1.04\sqrt{Q}$$

Donde:

D = Diámetro económico (m)

Q = Caudal de Bombeo (m^3/s)

Así

$$D = 1.04\sqrt{0.001}$$

$$D = 0.033 \text{ m}$$

$$D = 33 \text{ mm} \approx 50 \text{ mm}$$

Estas fórmulas son empíricas y conservadoras idóneas para pequeñas instalaciones, de presupuestos reducidos y que se encuentren en zonas rurales, para el caso de instalaciones grandes se recomienda la utilización de otra metodología de cálculo.

3.1.8.6 Diseño de rejilla (cribas)

Para el diseño de las cribas de rejillas se tomarán en cuenta las siguientes recomendaciones:

Se utilizará barras de sección rectangular de 5 mm a 15 mm de espesor por 30 mm o 75 mm. Para cribas de rejillas gruesas la sección mínima es de 6 mm x 40 mm y máxima de 13 mm x 60 mm, las dimensiones de las cribas dependen de la longitud de las barras y del mecanismo de limpieza.

El espaciamiento entre barras varía entre 25 mm y 50 mm. Para ciudades con un sistema inadecuado de recolección de basura se recomienda un espaciamiento no mayor a 25 mm debido a que se arroja gran cantidad de basura.

Las dimensiones y espaciamientos entre barras se escogerán de modo que la velocidad del canal antes de y a través de las barras sea adecuada. La velocidad a través de las barras limpias debe mantenerse entre 0.4 m/s y 0.75 m/s (basado en el caudal medio).

Determinadas las dimensiones se procederá a calcular a velocidad del canal antes de las barras, la misma que de mantenerse entre 0.30 m/s y 0.6 m/s, siendo 0.45 m/s un valor comúnmente utilizado

Las rejillas serán de hierro ubicadas en forma vertical instaladas en aberturas o canales por donde va a circular el agua.

Para este trabajo se colocarán dos cribas a lo largo del canal la primera será para la recolección de solidos mayores a 1" mientras q la segunda será para la recolección de solidos mayores a 1/2"

CRIBAS PARA RETENCIÓN DE SOLIDOS MAYORES A 1"

- **Ancho de rejas**

$b =$ Ancho total de la rejilla (mm)

$y =$ Altura del canal (mm)

$\phi =$ Diámetro de las varillas (mm)

$e =$ Espaciamiento sugerido (mm)

$\theta =$ Ángulo de inclinación de la rejilla (mm)

Así:

$b = 400$ (mm)

$y = 400$ (mm)

$\phi = 10$ (mm)

$e = 25$ (mm)

$$\theta = 50^\circ$$

- **Longitud**

Se calcularán con la siguiente ecuación:

$$L = \frac{y}{\text{sen } \theta}$$

$$L = \frac{0.40}{\text{sen } 50^\circ}$$

$$L = 0.31 \text{ m}$$

$$L \approx \mathbf{0.35 \text{ m}}$$

- **Número de Barras**

Se calcularán con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{b + \emptyset}{e + \emptyset}$$

$$n = \frac{400 + 25}{10 + 25}$$

$$n = 12.14$$

$$n \approx \mathbf{12 \text{ varillas}}$$

CRIBAS PARA RETENCIÓN DE SÓLIDOS MAYORES A ½"

- **Ancho de rejillas**

$b =$ Ancho total de la rejilla (mm)

$y =$ Altura del canal (mm)

$\emptyset =$ Diámetro de las varillas (mm)

$e =$ Espaciamiento sugerido (mm)

$\theta =$ Ángulo de inclinación de la rejilla (mm)

Así:

$$b = 400 \text{ (mm)}$$

$$y = 400 \text{ (mm)}$$

$$\emptyset = 8 \text{ (mm)}$$

$$e = 25 \text{ (mm)}$$

$$\theta = 50^\circ$$

- **Longitud**

$$L = \frac{y}{\text{sen } \theta}$$

$$L = \frac{0.40}{\text{sen } 50^\circ}$$

$$L = 0.31 \text{ m}$$

$$L \approx \mathbf{0.35 \text{ m}}$$

- **Número de Barras**

Se calcularán con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{b + s}{a + s}$$

$$n = \frac{400 + 12.5}{8 + 12.5}$$

$$n = 20.12$$

$$n \approx \mathbf{20 \text{ varillas}}$$

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se concluye que para que el sistema actual de lavado sea adecuado y eficiente es necesario un sistema de cribas para sólidos de gran tamaño, mismo que permitirá devolver el agua producto del lavado a las condiciones iniciales.
- Se concluye que la inserción de un tanque de almacenamiento y sus obras anexas permitirán la optimización de tiempo en el lavado de tubérculos y hortalizas asegurando así el buen funcionamiento del sistema en época de estiaje.
- Se concluye que de acuerdo a las mediciones in situ del lavadero actual la cantidad de agua para lavado de los diferentes tipos de tubérculos y hortalizas
- Se concluye que los directivos del sector están de acuerdo con la redistribución y recirculación del agua producto del lavado una vez esta sea devuelta en las condiciones iniciales.
- De acuerdo con los análisis de laboratorio, se puede concluir que no existe contaminación aguas abajo del canal, mientras que la calidad de agua de riego se ve afectada por sólidos de gran tamaño.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda a la comunidad de Angahuana la permisión de nuevos profesionales con ideas nuevas que permitan el mejoramiento de las condiciones con relación al agua de riego, brindando oportunidades de mejoramiento en calidad de sus productos.
- Se recomienda socializar acerca de la redistribución y recirculación del agua a todos los moradores de la comunidad todo esto para que puedan acceder y

hacer uso del nuevo sistema de lavado estos beneficios garantizarán el buen funcionamiento y mantenimiento de las obras anexas necesarias para que el agua producto del lavado este de acuerdo a la normativa vigente.

- Se recomienda realizar análisis de laboratorio cada año para que puedan tener información específica con relación al grado de contaminación y la calidad del agua de riego.
- Se recomienda la contratación de una persona que cumpla con las funciones de control y mantenimiento del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. Huamaní, Determinación del efecto de las aguas servidas sobre el suelo y cultivos en la desembocadura del canal de regadío de las Salinas Bajo-Chancay-Lima, Perú: Universidad Católica Sede Sapientiae, 2018.
- [2] J. Sanmartín, Diseño de un sistema de tratamiento y recirculación para el efluente proveniente de la empacadora de banano de la finca El Progreso ubicada en el cantón El Guabo, provincia de El oro, Cuenca: Universidad de Cuenca, 2018.
- [3] S. Gliessman , Agroecología; procesos ecologicos en la agricultura, Costa Rica : CATIE , 2002.
- [4] J. Gomez, A. Picazo y E. Martinez, «Agricultura desarrollo rural y sostenible medioambiental,» *Revista de economia publica, social y cooperativa*, 2008.
- [5] Organización Internacional de Normalización, «Agricultura inteligente,» *ISOfocus*, 2017.
- [6] FAO , «Produccion de Hortalizas,» *Poyecto* , 2011.
- [7] A. Macías , «Las hortalizas en Mexico,» *Revista de region y sociedad* , 2009.
- [8] J. Ruiz, G. Medina y I. González, «Requerimientos agroecológicos de cultivos,» *Centro de Investigación Regional Pacífico Centro*, nº 3, noviembre 2013.
- [9] J. León, Botánica de los cultivos tropicales, Costa Rica : IICA, 1987.
- [10] R. Betancourt, «Manejo de la cosecha,» *La agricultura* , 2005.
- [11] Agencia Catalana de Seguridad Alimenticia (ACSA), «Medidas de desinfeccion en las verduras y hortalizas,» 2018.
- [12] Directivas para la Industria, Guía para Reducir al Mínimo el Riesgo Microbiano en los Alimentos, para Frutas y Hortalizas Frescas, Center for Food Safety and Applied Nutrition (CFSAN), 1998.
- [13] M. d. Agricultura, Proyecto Subsectorial de Irrigación: El Agua, http://www.psi.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/biblioteca_boletines_el_agua.pdf ed., Perú: PSI, 2016.
- [14] O. Heredia, El agua de Riego: Criterios de Interpretación. Efectos sobre el suelo y la producción, https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/agua_riego_criterios_interpretacion.pdf ed., Horticulture International, 2015.

- [15] M. Prieto, Tendencias del uso del agua de calidad marginal en el regadío, http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/docrep/RLC1026s/rlc1026s.002.pdf ed., FAO, 2004.
- [16] T. Tartabull y C. Betancourt, «La calidad del agua para el riego. Principales indicadores de medida y procesos que la impactan,» *Revista Científica Agroecosistemas*, vol. 4, nº 1, pp. 47-61, 2016.
- [17] Y. García, «Calidad de agua con fines de riego,» *Revista digital de Medio Ambiente "Ojeando la agenda"*, nº 35, pp. 1-12, mayo 2015.
- [18] R. Aragués, «Calidad del agua para el riego: Efectos sobre plantas y suelos,» *Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón*, junio 2011.
- [19] N. Ruiz, «La salinidad del agua de riego y del suelo,» *IFAPA Centro Alameda del Obispo, Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa*, 2005.
- [20] J. Acosta y J. Salvador, Evaluación de la calidad de agua para riego mediante el empleo de criterios actualizados, La Pampa: Universidad Nacional de La Pampa, 2017.
- [21] Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente (TULSMA), Registro Oficial Edición Especial 387 de 04-nov.-2015 ed., Acuerdo Ministerial 97, 2015.
- [22] A. Romero, Contaminación ambiental y calentamiento global, Trillas, S.A. de C.V, 2010.
- [23] L. Santos, J. De Juan, M. Picornell y J. Tarjuelo, El riego y sus tecnologías, La Mancha: CREA-UCLM, 2010.
- [24] A. Frédéric y C. Eberhart, Metodologías de análisis y diagnóstico de sistemas de riego campesino, Quito: CARAMEN, 1998.
- [25] Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, Plan Nacional de Riego y Drenaje 2011-2026, <http://rrnn.tungurahua.gob.ec/documentos/ver/518d6325bd92eabc15000002> ed., Tungurahua: Secretaría de Riego y Drenaje, 2011.
- [26] B. Sosa y D. Larrea, La tecnificación de la agricultura familiar bajo riego en Ecuador, <http://www.camaren.org/documents/archivo2.pdf> ed., Quito: CESA, 2014.
- [27] Revista Presupuesto y Construcción, «Sistemas de riego y sus componentes: Obras Hidráulicas para transportar el agua a un Sistema de agricultura intensivo,» vol. 19, nº 45, 2008.
- [28] Los riegos por superficie, Universidad de Castilla-La Mancha, 2012.
- [29] S. Jiménez, Evaluación de la contaminación en el sistema de riego acequia El Tambo, para optimización del recurso hídrico,

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6951/1/03%20RNR%20213%20TRABAJO%20GRADO.pdf> ed., Ibarra: Universidad Técnica del Norte, 2015.

- [30] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, <http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-Libro10.pdf> ed., Coyoacán: CONAGUA, 2016.
- [31] K. Salazar, Estimación de pérdidas de caudal y coeficiente de rugosidad del tramo comprendido entre el óvalo 12 al 19 del canal de riego Ambato-Huachi Pelileo, cantón Cevallos, provincia Tungurahua, Ambato: Univeridad Técnica de Ambato, 2019.
- [32] P. Rodríguez, Hidráulica de canales, México: Hidrauica II, 2008.
- [33] M. Saltos, C. Cadena y M. Villalta, «Comparación de tipos de flujos, para diferentes secciones de canales,» *Escuela Superior Politécnica del Litoral*, 2018.
- [34] F. Morales, Ejercicios resueltos y su aplicación con macros en excel, Ambato, 2016.
- [35] G. López y G. Carrera , «"Estudios y diseños definidos del mercado de calderón, distrito metropolitanbo de Quito" Diseño hidrosanitario,» Alcaldía de Quito, Quito, 2017.
- [36] E. Paredes , «Instalaciones hidrosanitarias,» Unidad 2 , 2017.
- [37] DISEPROSA, Plantas de tratamiento de aguas, https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/87264/Plantas_de_Tratamiento_de_Aguas.pdf ed., Madrid: Diseños y proyectos renidos, 2011.
- [38] J. Lizarazo y M. Orjuela, Sistema de plantas de tratamiento de aguas residuales en Colombia, <http://bdigital.unal.edu.co/11112/1/marthaisabelorjuela2013.pdf> ed., Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2013.
- [39] A. Pasaje y C. Palacios , «Evaluación de remoción de carga contaminante con sistema piloto para tratamiento de aguas residuales domésticas,» *Revista de la Universidad de Nariño* , p. 25, 2020.
- [40] M. Cardozo, «Propuesta de un sistema de tratamiento para las aguas residuales generadas durante el proceso de limpieza de la papa; caso de estudio planta de lavado Pascua,» *Revista ciencia Unisalle* , p. 5, 2018.
- [41] I. Encuentra, «Estaciones de filtrado en redes de riego,» *Jornadas Técnicas APRH*, vol. 6, 2011.
- [42] G. Mendoza, F. Pinilla y F. Martínez, «Evaluación de los filtros de arena y de malla para riego por goteo,» *Ingeniería e investigación*, nº 19, pp. 52-62, 1989.

- [43] Desin Instruments, Transmisores Modbus y 4-20 mA para humedad DMM-4000, DESIN, 2017.
- [44] Autodesk, «Autodesk Civil 3D: Modele en 3D con software de diseño civil,» 2017. [En línea]. [Último acceso: febrero 2020].
- [45] O. Del río Santana , F. Gómez y N. López, «Análisis comparativo de levantamiento topográfico tradicional y tecnología de Drones,» *Revista de arquitectura e ingeniería*, vol. 14, n° 2, p. 14, 2020.
- [46] Ggarmin ltda , «Manual del usuario , serie oregon 600,» *Ggarmin ltda* , p. 24, 2015.
- [47] J. Orihuela y N. Sánchez, «Diseño estructural de tanques rectangulares y sus aplicaciones,» *Revista Ingenium*, vol. 1, n° 2, p. 13, 2016.
- [48] M. Basán, Aforadores de corrientes de agua, Santiago del Estero: INTA-EEA, 2008.
- [49] ICC (Instituto privado de Investigación sobre Cambio Climático, Manual de medición de caudales., <https://icc.org.gt/wp-content/uploads/2018/02/Manual-de-medici%C3%B3n-de-caudales-ICC.pdf> ed., 2017.
- [50] Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Manual de aforos, primera ed., 1991.

Anexos

Anexo 1 Análisis de laboratorio

Lacquanálisis S.A.
 "Cualitativa y cuantitativa en los productos agropecuarios y de alimentos" www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS No. LACQUA 25 - 9455

SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO
 Acreditación N° SAJ LER 11 616
 LABORATORIO DE ENSAYOS

Información proporcionada por el cliente		Información adicional	
Nombre	---	Cantidad	---
Apellido o Razón social	Edison Paredes	Unidad	---
Dirección	Av. Bolívar y San Cristóbal	Observaciones	---
Teléfono	0984642111	Fecha de recepción	---
e-mail	lacqua@lacqua.com	Fecha de entrega	---
Procedencia	Canal - Agua embot. Ecuador	Comentarios del cliente	---
Identificación muestra	Agua Natural 2015 (10)	Caracterización de la muestra	---
Descripción muestra	10 litros agua	Forma de muestra / Muestras	---

Fecha del Análisis:

Fecha toma muestra	24 Jun 2015	Fecha de análisis	del 24 de junio al 26 de julio de 2015	Código Muestra	4-0101
Fecha ingreso al laboratorio	24 Jun 2015	Fecha análisis externo	06 de junio de 2015	Cantidad muestra	---
Lugar de realización de los ensayos		Laboratorio Lacquanalisis		Inserto Análisis	LTM 010010 LTM 000010
Condiciones Ambientales	Humedad (%)	°C	Temperatura ambiente (°C)	°C	---

RESULTADOS ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Interferencias
Acidez y granos	mg/l	0,00	PRC 101-001 / Standard Methods 19. 21. 0101, 0101-B	< 0,1 mg/l
Alcalinidad Total**	mg/L	Acididad	PRC 101-001 y 0101-B	---
Alcalinidad Total Equivalente**	mg/l	0,00	PRC 101-001 / Standard Methods 19. 01. 0101	---
Dureza Total	mg/l	0,00	PRC 101-001 / Standard Methods 19. 01. 0101, 0101-B	< 0,1 mg/l
pH	---	7,70	PRC 101-001 / Standard Methods 19. 01. 0101, 0101-B	< 0,1 mg/l
Sólidos Suspensivos Totales	mg/l	100	PRC 101-001 / 19. 01. 0101, 0101-B	< 0,1 mg/l
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	100	PRC 101-001 / Standard Methods 19. 01. 0101, 0101-B	< 0,1 mg/l
Sulfatos	mg/l	<12	PRC 101-001 / Standard Methods 19. 01. 0101	< 0,1 mg/l

RESULTADOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Interferencias
Coliformos Totales**	UFC/100ml	0	PRC 101-001 / 19. 01. 0101	---

SIMBOLOGÍA:
 * Resultado en unidades
 ** Resultado en unidades por litro de muestra
 *** Resultado en unidades por mililitro de muestra

NOTAS:

- Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas en esta oficina.
- Los análisis son realizados a temperatura ambiente, excepto donde se especifica. Los resultados reportados son válidos en las condiciones de laboratorio.
- El laboratorio LACQA garantiza la confiabilidad de los análisis, el cumplimiento de la ley y la honestidad de los resultados.
- La información y el estado de acreditación que el cliente con independencia del sistema de certificación, LACQA, muestra estar respaldada por el uso de los resultados.
- El laboratorio LACQA es responsable de mantener la independencia y la confiabilidad de información recibida y de los resultados generados.
- La aceptación de estos informes implica el compromiso de los clientes de tener y proporcionar al LACQA y en todo momento los datos y la información necesaria.
- Procesos de reproducción para el personal de otros laboratorios, por cualquier medio, sin el permiso escrito del laboratorio.

PERSONAL RESPONSABLE:

[Firma]
 Ing. Andrés Maza
 Analista

[Firma]
 Dr. Harold Zamora
 Director Técnico

Dirección: Edificio Plaza D'ora, local 102, Av. Rodrigo Pacheco 4/6 y Shalabán
 Teléfono: (05) 2420 196 - Móvil: 099 5316 920 - www.lacquanalisis.com
 Ambato, Ecuador - Sud America



INFORME DE RESULTADOS

No. LACQUA 21 - 3453



SEAE
 LABORATORIO DE ENSAYOS

Información proporcionada por el cliente		Información adicional	
Nombre	---	Comunidad Agroparia 4to	
Atención a	Edwin Paredes		
Dirección	Av. Bolívar y San Cristóbal		
Teléfono	0994042713		
E-mail	lucy@lacqua.com		
Procedencia	Solida (arroz) - Agua (arroz)	Contenido de arsénico	2100 ppb
Identificación muestra	Agua (arroz)	Contaminación de la muestra	Integridad
Descripción muestra	Arroz (arroz)	Tiempo de muestra / Muestra	Arroz

Fecha del análisis:			
Fecha toma muestra	25 Jun 21	Fecha de análisis	del 22 de junio al 22 de junio de 2021
Fecha ingreso al laboratorio	25 Jun 21	Fecha emisión informe	30 de julio de 2021
Lugar de realización de los ensayos		Laboratorio Lacquanalisis	Codig. Análisis
Condiciones Ambientales:	Humedad (%)	71	Temperatura amb. (°C)
			25.3

RESULTADOS ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Identificación
Grasas	mg/l	<10	PRO-TCC 014 / AOAC 9916, Ed. 16, 2016, Método Oficial Ed. 16, 2017, 0126-D	< 15,24 %
Grasas	mg/l	<10	PRO-TCC 006 / AOAC 9916, Ed. 16, 2017	< 5,73 %
Hidrocarburos Totales Aromáticos**	mg/l	2,50	PRO-TCC 009 / AOAC 2004.191-Plus 980	-
plm	ugm	724	PRO-TCC 011 / Standard Methods Ed. 20, 2007, 94-B	< 4,54 %
Sólidos Suspendedos Totales	mg/l	<10	PRO-TCC 019 / AOAC 9916, Ed. 16, 2014	< 10,49 %
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	<10	PRO-TCC 008 / Método Oficial Ed. 20, 2007, 5560-C	< 10,09 %
Sulfatos	mg/l	<10	PRO-TCC 016 / AOAC 9916, Ed. 16, 2014	< 10,09 %
Temperaturas	mg/l	<1000	PRO-TCC 015 / Standard Methods Ed. 20, 2007, 5560-C	< 24,75 %

RESULTADOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Identificación
Coliformos Totales**	NMP/100ml	0	PRO-TCC 005 / AOAC 911.24	---

NOTAS:

- * Equivalente gravimétrico
- ** Equivalente aerobio, base del arroz

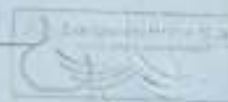
- ** Equivalente del arroz
- ** Equivalente bacteriológico aerobio (EBA) (EBA) (EBA)
- ** Equivalente bacteriológico aerobio (EBA) (EBA) (EBA)

Notas:

- Los resultados reportados son válidos solo cuando se cumplen las condiciones de este informe.
- Los análisis son realizados a la temperatura ambiente, excepto donde se especifica. Las condiciones ambientales se reflejan en los resultados de este informe.
- La precisión y/o la exactitud de los análisis, el resultado se refiere a la muestra recibida por el laboratorio.
- La información y servicios proporcionados por el laboratorio son responsabilidad del cliente. Lacquanalisis S.A. no se responsabiliza por el uso de los resultados.
- Lacquanalisis S.A. se compromete a mantener la exactitud y la confiabilidad de sus servicios de laboratorio y de los servicios generados.
- La información de este informe puede ser utilizada para la toma de decisiones en el campo y debe ser usada con precaución.
- Procedimiento de calificación de la muestra, por favor consultar al personal técnico del laboratorio.

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. Edwin Paredes
 Analista

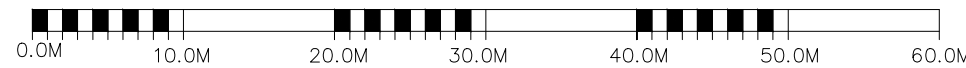
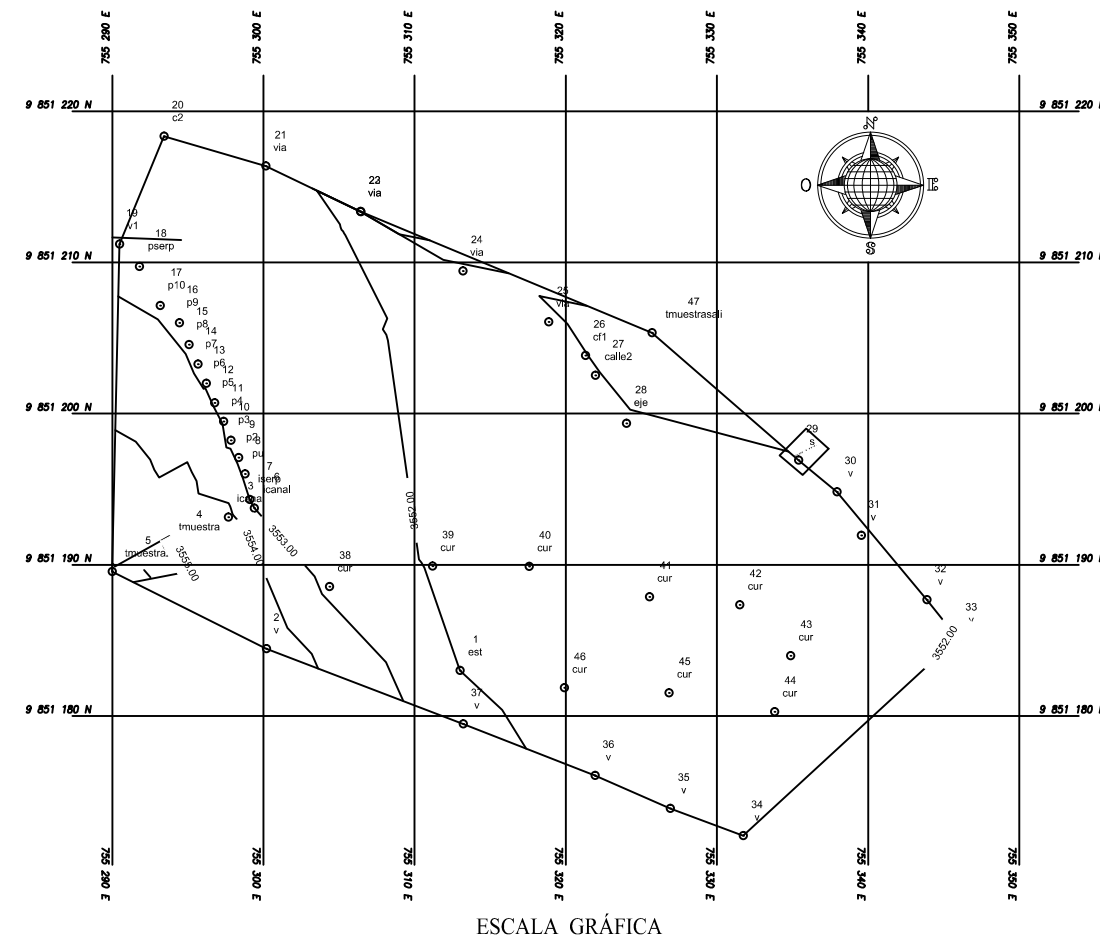
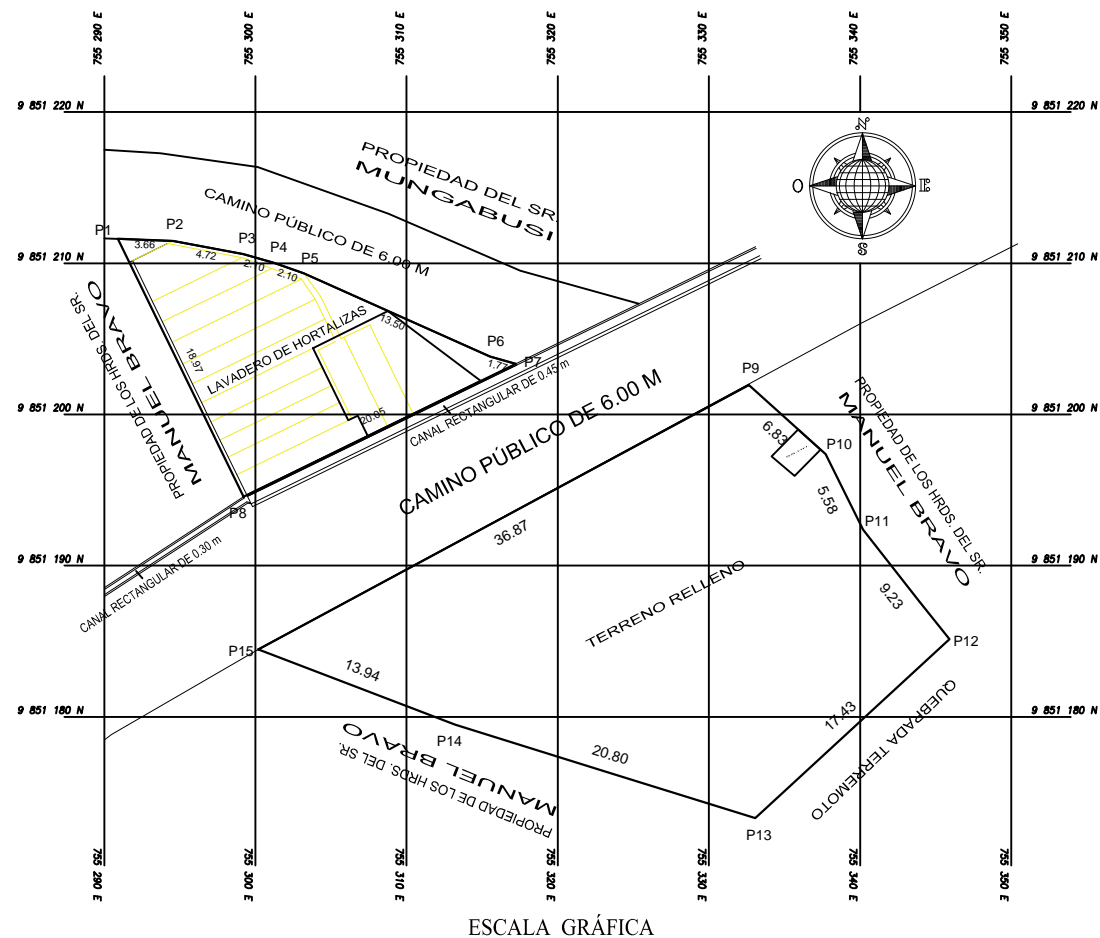


Dr. Lucio Torres
 Director Técnico

Anexo 2 Presupuesto

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
	BLOQUE DE NICHOS BLOQUE A				
OBRAS PRELIMINARES					
1	REPLANTEO Y NIVELACION	M2	213.99	1.85	395.88
2	LIMPIEZA Y DESBROCE	M3	213.99	1.72	368.06
3	ROTURA DE CONTRAPISO EXISTENTE	M2	48.50	6.35	307.98
CISTERNA Y CUARTO DE MÁQUINAS					
4	REPLANTEO Y NIVELACION	M2	13.75	1.85	25.44
5	EXCAVACIÓN EN SUELO NATURAL CON MAQUINA INCL. RASANTEO	M3	20.63	4.12	85.00
6	REPLANTILLO DE Ho. So F'c=180kg/cm2. EN MURO	M3	1.38	110.69	152.75
7	HORMIGÓN SIMPLE EN CISTERNA Y CUARTO DE MAQUINAS 240 KG/CM2	M3	8.51	130.60	1111.41
8	ACERO DE REFUERZO	KG	1152.54	2.05	2362.71
9	ENCOFRADO Y DESENCOFADO METALICO PARA PAREDES DE CISTERNA Y CUARTO DE MAQUINAS DOS CARAS	M2	54.60	17.82	972.97
10	ENCOFRADO Y DESENCOFADO PARA LOSA TAPA DE CISTERNA Y CUARTO DE MAQUINAS DOS CARAS	M2	13.75	14.85	204.19
11	ENLUCIDO VERTICAL M 1:2 LISO (e=2cm) + IMPERMEABILIZANTE	M2	31.86	13.25	422.15
12	SUM. DE TUBERÍA PVC 50 mm, 0.63 Mpa	ML	9.37	5.86	54.91
13	SUM. DE CODO PVC 50 mm, 0.63 Mpa	U	4.00	0.56	2.24
14	SUM. DE VÁLVULA DE COMPUERTA PVC 50 mm, 0.63 Mpa	U	3.00	7.26	21.78
15	SUM. DE TEE PVC 50 mm, 0.63 Mpa	U	2.00	1.56	3.12
16	SUM. DE VÁLVULA DE COMPUERTA HF 2"	U	1.00	81.36	81.36
17	SUM. DE UNION UNIVERSAL PCV 2"	U	1.00	6.85	6.85
18	SUM. Y COL. DE BOMBA CENTRIFUGA DE 1 HP	U	1.00	250.36	250.36
19	CAJA DE REVICIÓN 60 X 60 H.S. + TAPA METÁLICA	U	1.00	142.58	142.58
20	TAPA METALICA DE TOL e= 3 mm	U	2.00	86.35	172.70
CERRAMIENTO LAVADERO					
21	SUM. Y COL. DE PUERTA METÁLICA SEGÚN DISEÑO	U	1.00	188.64	188.64
22	MURO DE HORMIGÓN CICLOPEO 40% PIEDRA 60% H.S. F'c 180 KG/CM2 (30X30X40 CM)	M3	1.71	101.85	174.16
23	SUM. Y COL. DE TUBO POSTE HG D=4"	ML	110.40	18.78	2073.31
24	SUM. Y COL. MALLA ELECTRO SOLDADA 15X15X6 MM	M2	64.08	8.27	529.94
25	SUM. Y COL. DE CRIBAS PARA 1" SEGÚN DISEÑO	U	1.00	45.86	45.86
24	SUM. Y COL. DE CRIBAS PARA 1/2" SEGÚN DISEÑO	U	1.00	43.65	43.65
COSTO TOTAL					10,199.99
12 % IVA					1,224.00
TOTAL					11,423.99
<p>SON: ONCE MIL CUATROCIENTOS VEINTE Y TRES DOLARES 99/00</p>					



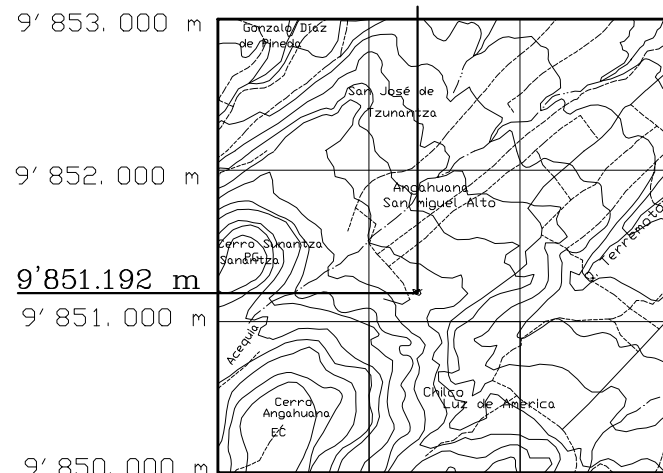
CUADRO DE COORDENADAS			CUADRO DE COORDENADAS		
ESTE	NORTE	PTO	ESTE	NORTE	PTO
755290.89	9851211.61	P1	755332.64	9851201.94	P9
755294.55	9851211.48	P2	755337.72	9851197.38	P10
755299.19	9851210.60	P3	755340.20	9851192.38	P11
755301.22	9851210.04	P4	755345.89	9851185.12	P12
755303.19	9851209.33	P5	755333.07	9851173.31	P13
755315.52	9851203.83	P6	755313.21	9851179.48	P14
755317.23	9851203.35	P7	755300.18	9851184.46	P15
755299.21	9851194.56	P8			

Area: 213.99 m²
Area: 0.02140 ha
Perimetro: 66.89 ml

Area: 670.88 m²
Area: 0.06709 ha
Perimetro: 110.66 ml

ESCALA 1:100000 **PLANO DE UBICACION**

755.323 m



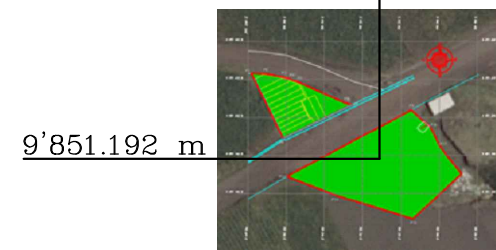
9' 853.000 m
9' 852.000 m
9' 851.192 m
9' 851.000 m
9' 850.000 m
754.000 m 755.000 m 756.000 m 757.000 m

DATOS TOMADOS CON GPS
DATUM WGS-84
PROYECCION CARTOGRAFICA UTM
ZONA: 17 SUR

CARTA TOPOGRAFICA
AMBATO
CODIGO
CT-NIV-A4, 3890-II


UBICACION

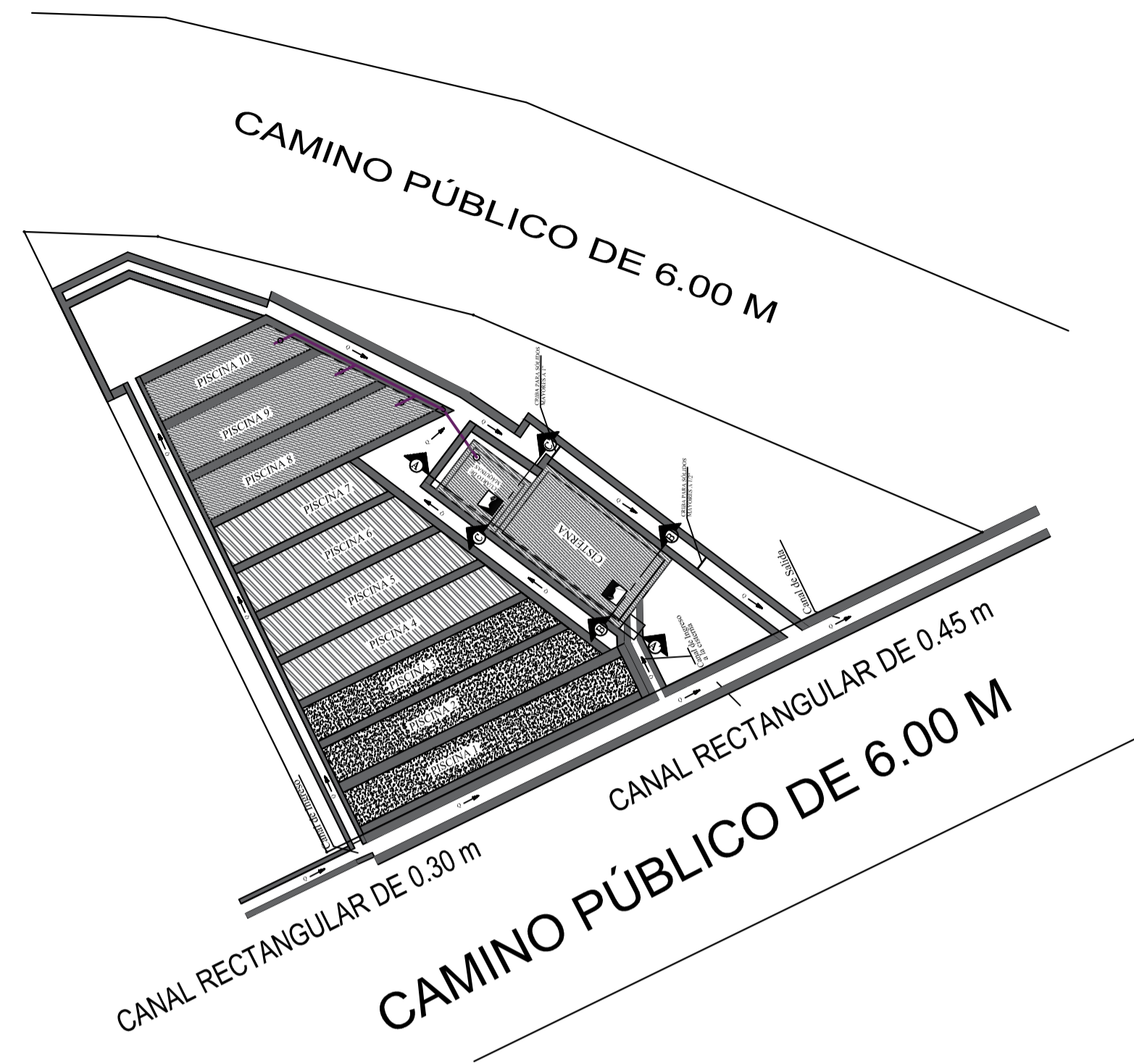
755.323 m



9' 851.192 m

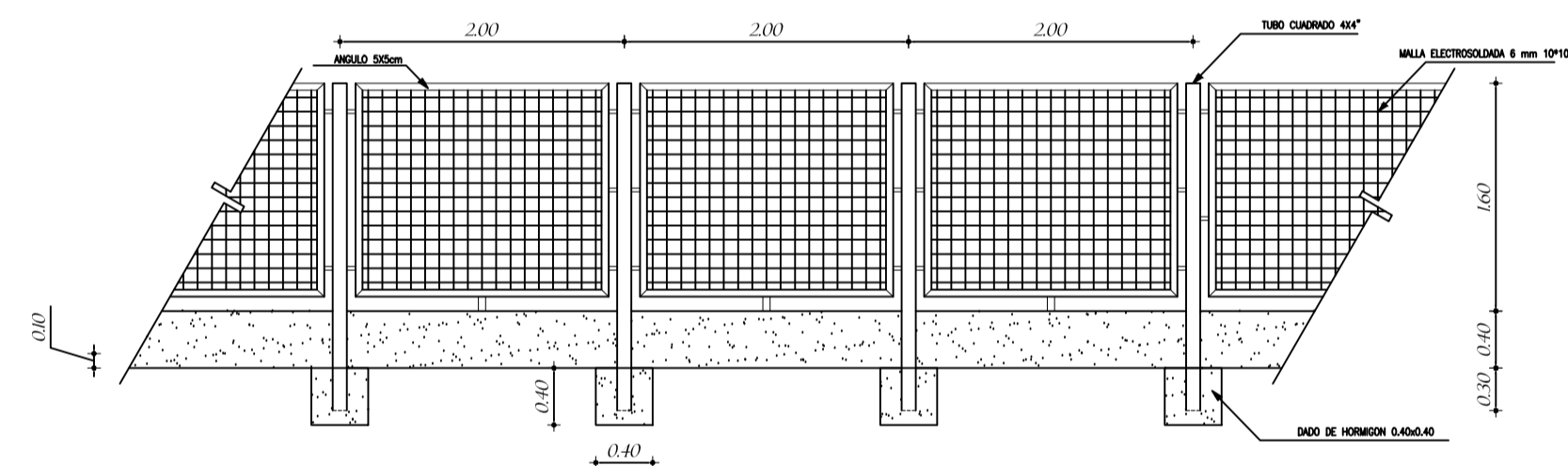
ESCALA 1:2000

 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA			
ESTUDIO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE LAVADO DE HORTALIZAS Y TUBÉRCULOS PARA LA COMUNIDAD DE ANGAHUANA ALTO.		SUPERFICIE: 884.87 m ²	
CONTIENE: CURVAS DE NIVEL, PLANIMETRÍA, UBICACIÓN		ESCALAS: 1:500	ALTURA: 3550 m.s.n.m
UBICACIÓN DEL PROYECTO: PARROQUIA SANTA ROSA, CANTON AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA		TRAMO:	
TUTOR: ING. LENIN SILVA	LEVANTO: EDWIN A. PAZMIÑO SEGOVIA	LÁMINA: 1/1	FECHA: JUNIO DEL 2021



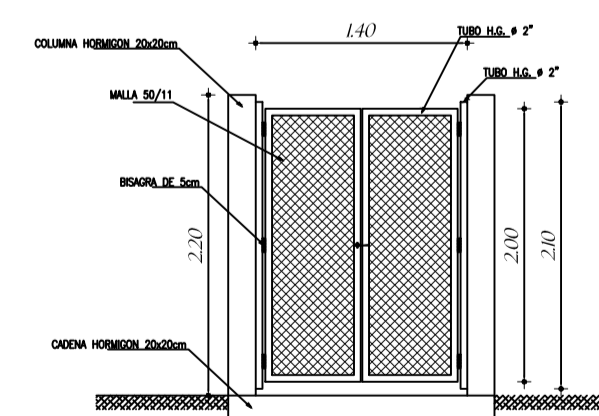
IMPLANTACIÓN LAVADERO DE HORTALIZAS Y TUBÉRCULOS

ESCALA: 1:150



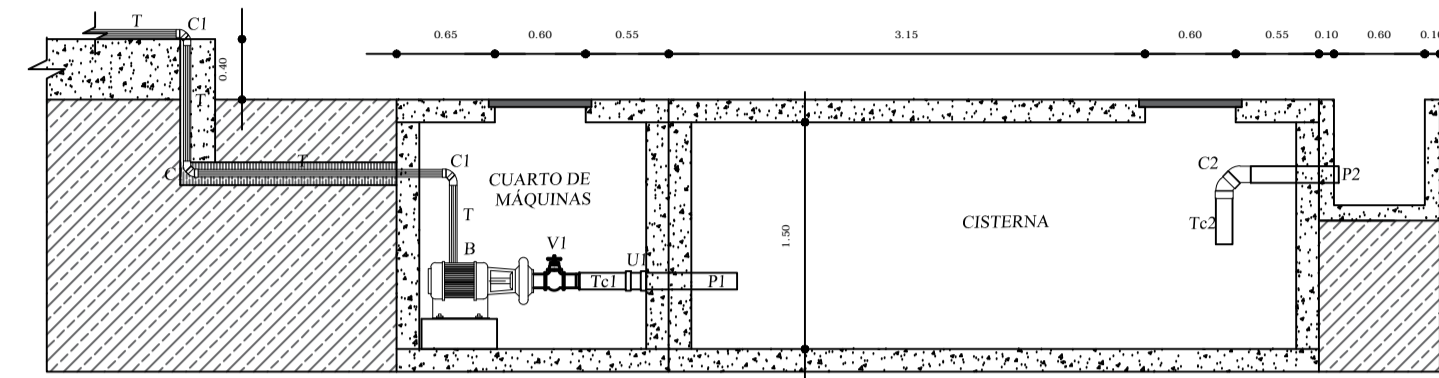
DETALLE CERRAMIENTO

ESCALA: 1:50



DETALLE PUERTA CERRAMIENTO

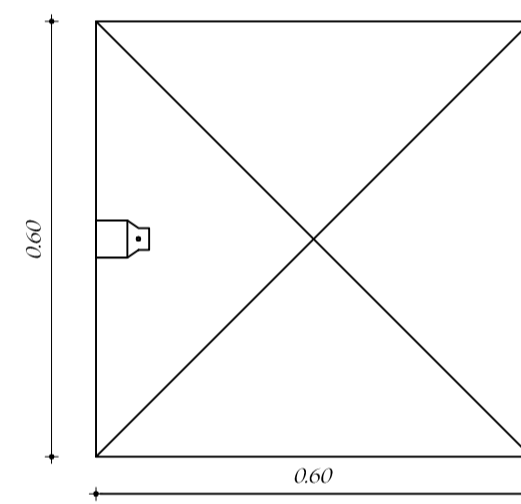
ESCALA: 1:50



CORTE A-A'

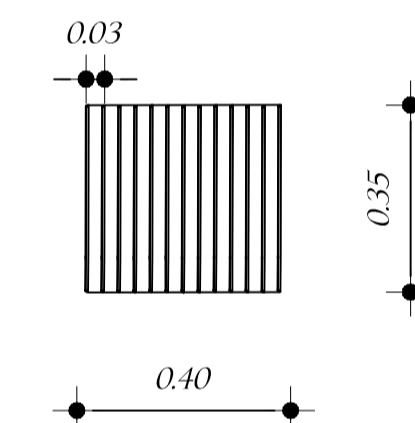
ESCALA: 1:50

ACCESORIOS CISTERNA Y CUARTO DE MÁQUINAS			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	LONG. m.	CANT.
B	BOMBA CENTRÍFUGA 1 HP	-	1
C1	CODO DE 90° PVC. ø 50 mm.	-	3
C2	CODO DE 30° PVC. ø 110 mm	-	1
P1	PASAMURO 50 CM HG ø 2"	-	1
P2	PASAMURO 50 CM HG ø 4"	-	1
T	TUBERÍA PVC 50 MM 0.63 MPa	Variable	1
Tc1	TRAMO CORTO PVC. ø 2"	0.30	1
Tc2	TRAMO CORTO PVC. ø 4"	0.30	1
Tc3	TRAMO CORTO PVC. ø 50 mm 0.63 MPa	0.30	3
U1	UNIÓN UNIVERSAL PVC ø 2"	-	1
V1	VÁLVULA ESFÉRICA PVC ø 2"	-	1
V2	VÁLVULA ESFÉRICA PVC ø 50 MM 0.63 MPa	-	3



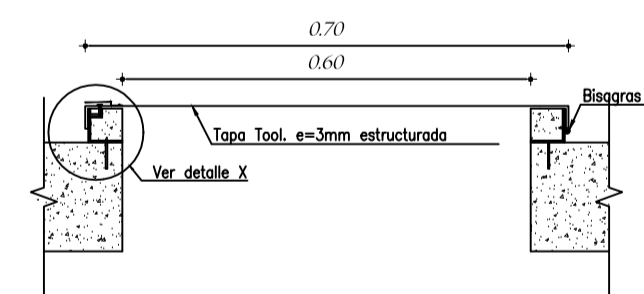
DETALLE TAPA DE TOOL

ESCALA: SIN ESCALA



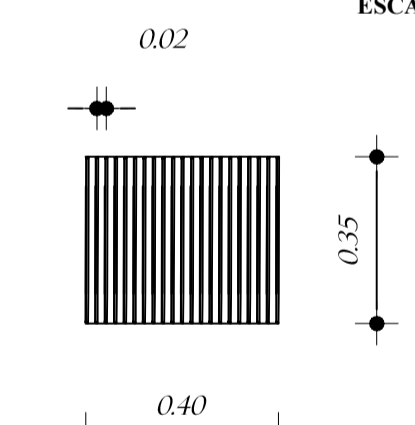
DETALLE REJILLAS 1"

ESCALA: SIN ESCALA



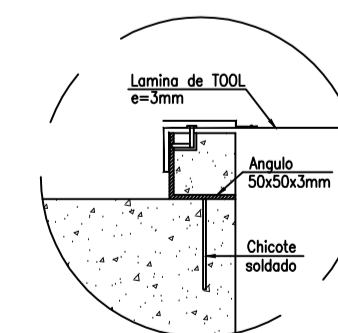
DETALLE TAPA

ESCALA: SIN ESCALA



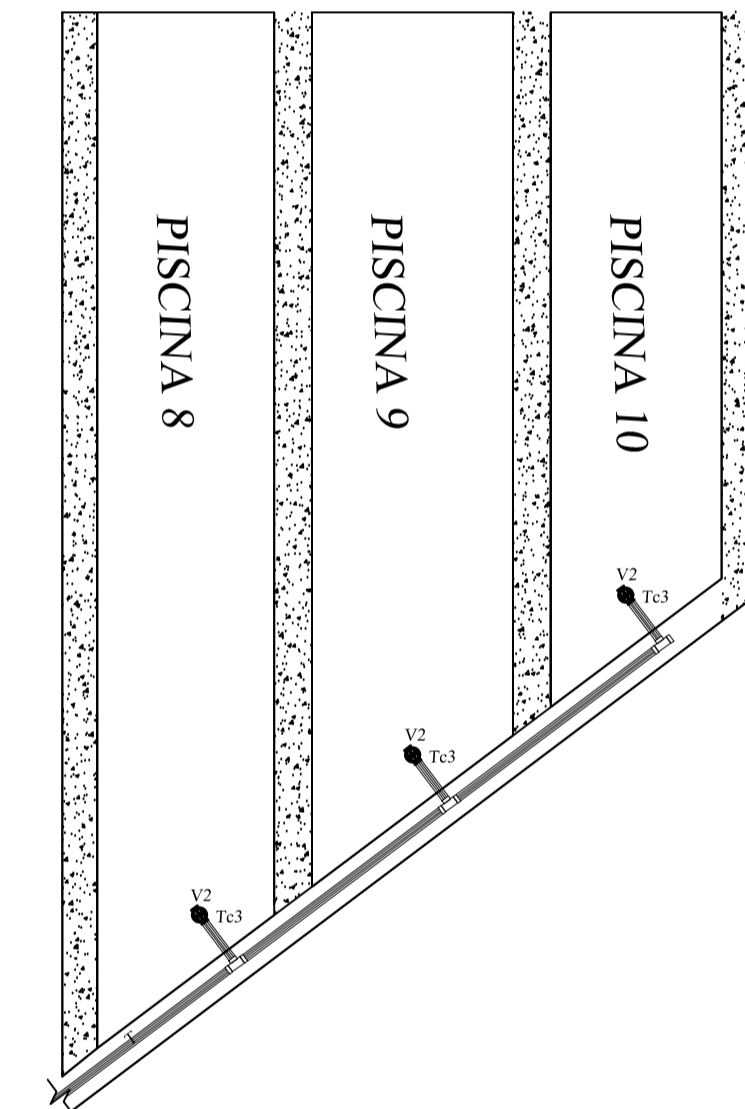
DETALLE REJILLAS 1/2"

ESCALA: SIN ESCALA



DETALLE TAPA

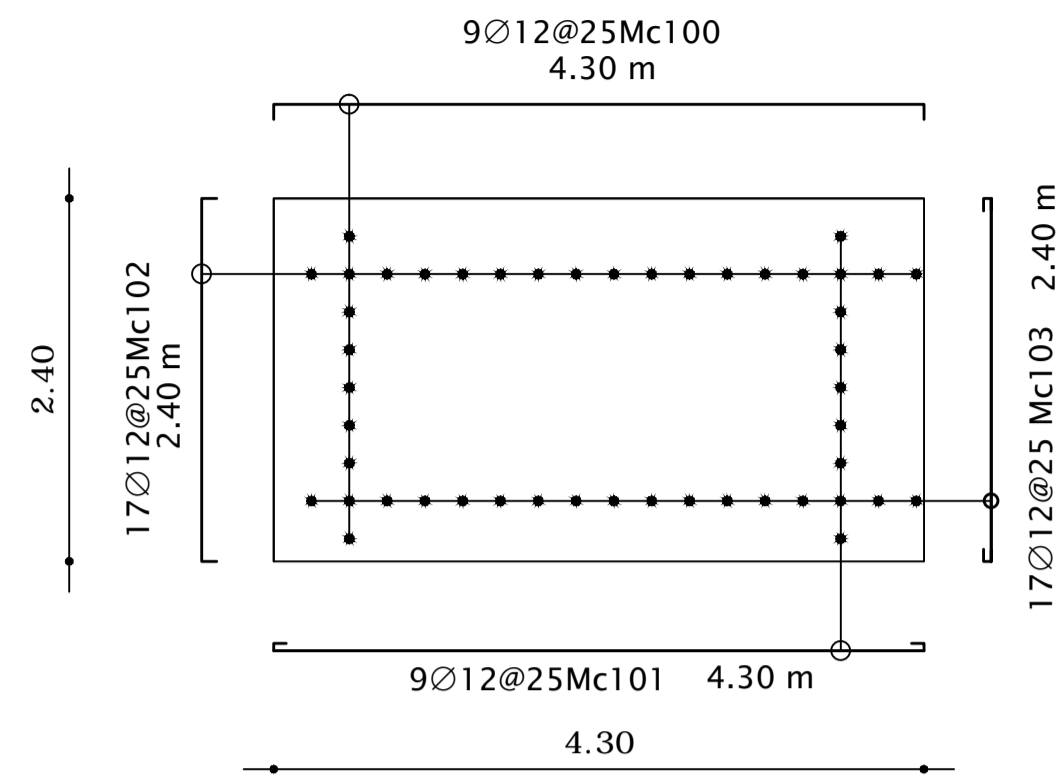
ESCALA: SIN ESCALA



DETALLE TUBERÍA DISTRIBUCIÓN

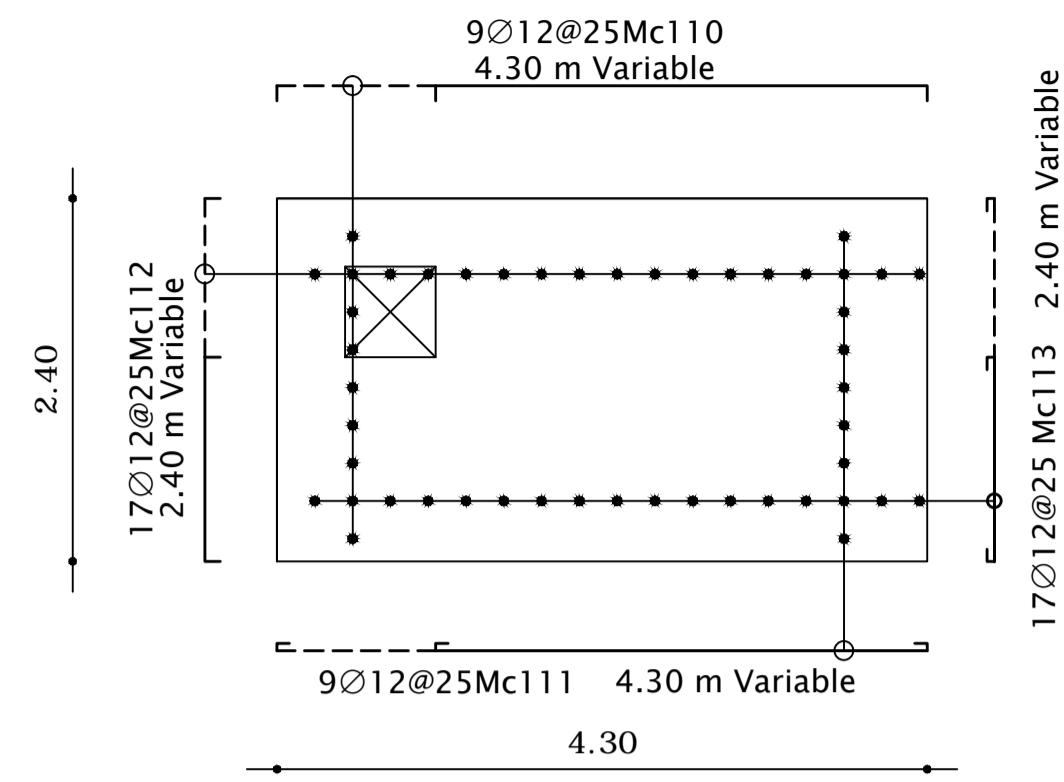
ESCALA: 1:50

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
DISEÑO DE UN SISTEMA DE LAVADO DE HORTALIZAS Y TUBÉRCULOS PARA LA COMUNIDAD DE ANGAHUNA ALTO UBICADA EN LA PARROQUIA SANTA ROSA DEL CANTÓN AMBATO		
Contenido: IMPLANTACIÓN, CERRAMIENTO, CRIBAS, DETALLES		1/2
Diseñado por: Ego. EDWIN A. PAZMIÑO S.	Revisado por : Ing. M Sc. LENIN SILVA	Escala: INDICADAS Fecha: JULIO/2021



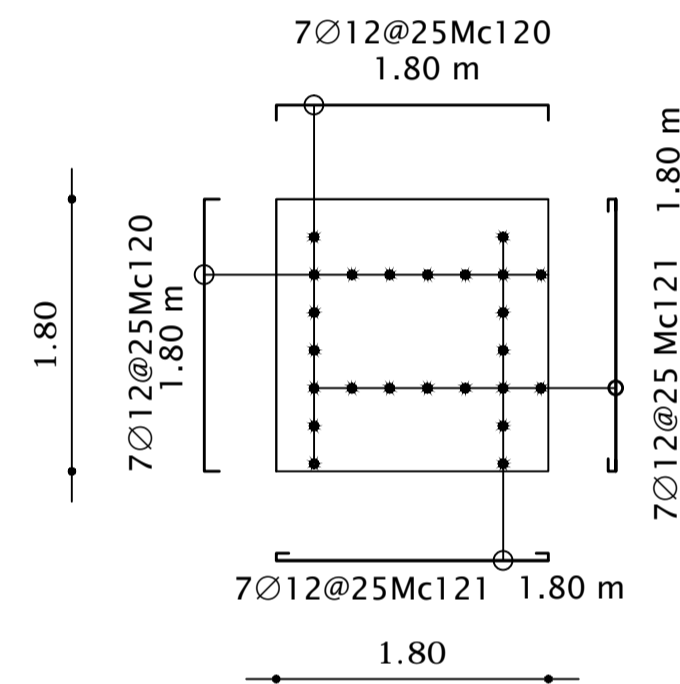
ARMADO DE PISO DE CISTERNA

ESCALA: 1:50



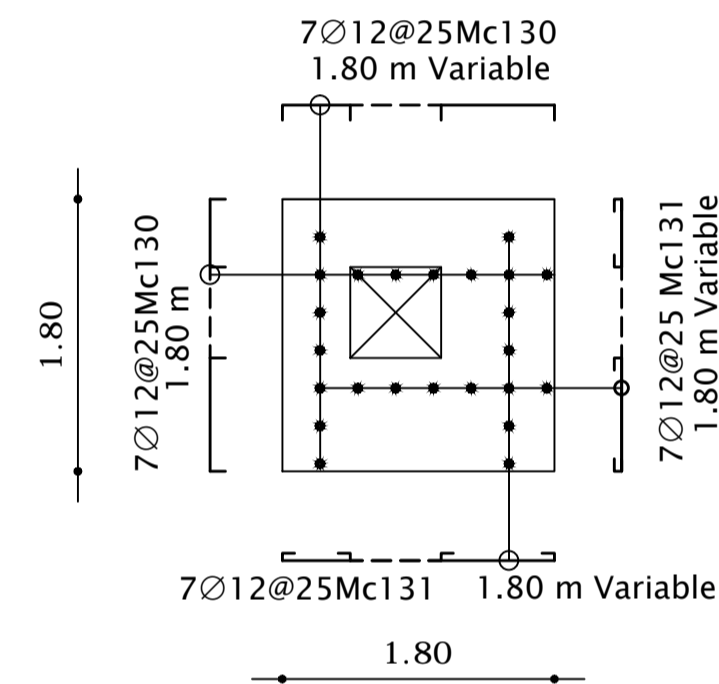
ARMADO DE LOSA TAPA DE CISTERNA

ESCALA: 1:50



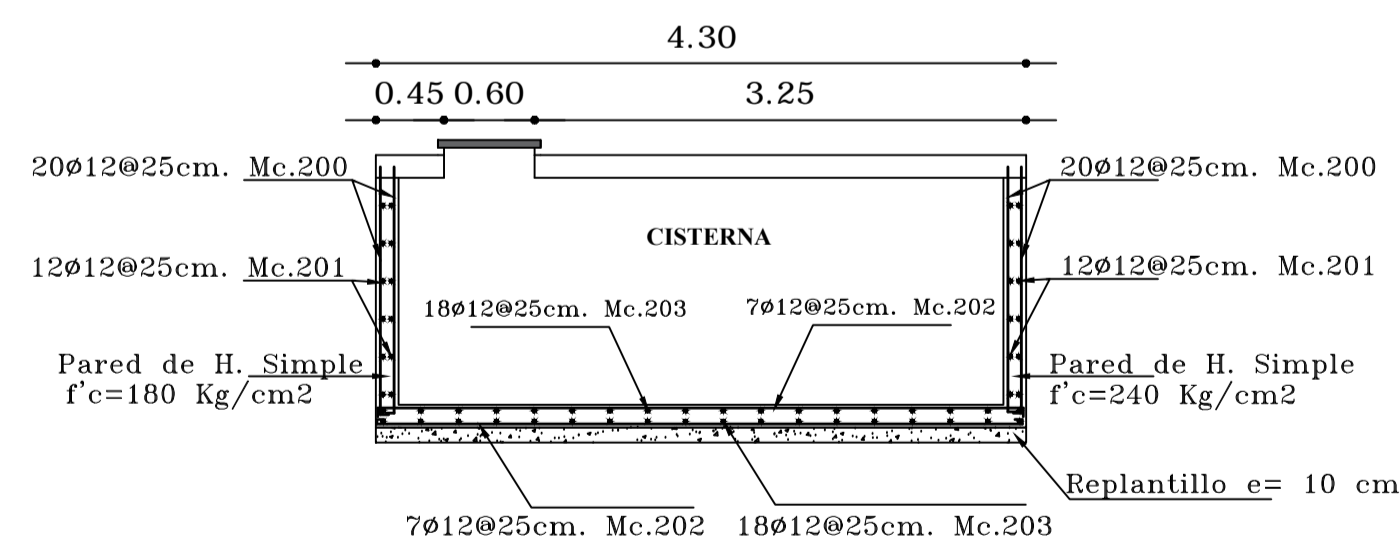
ARMADO DE PISO DE CUARTO DE MÁQUINAS

ESCALA: 1:50



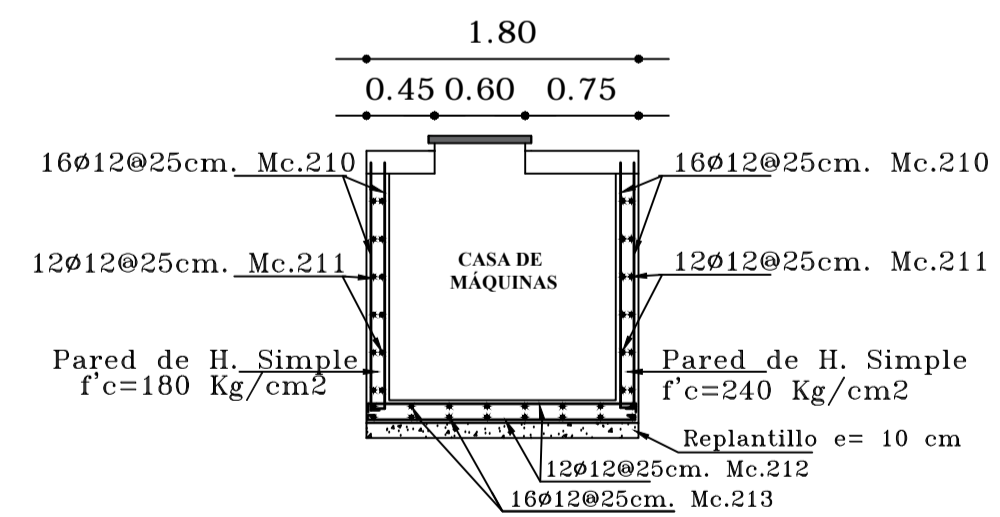
ARMADO DE LOSA TAPA CUARTO DE MÁQUINAS

ESCALA: 1:50



**ARMADO DE PARED DE CISTERNA
CORTE B-B'**

ESCALA: 1:50

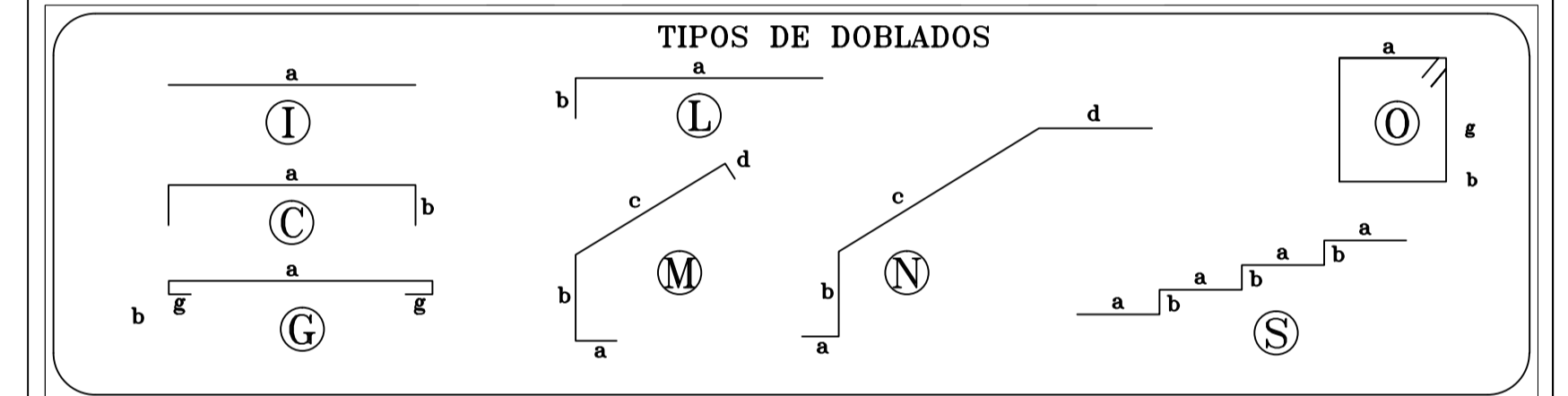


**ARMADO DE PARED DE CUARTO DE MÁQUINAS
CORTE C-C'**

ESCALA: 1:50

PLANILLA DE REFUERZOS

Mc.	Φ	TIPO	LONGITUDES EN METROS (m.)					No.	DIMENSIONES (m.)		OBSERVACIONES
			a	b	c	d	e		PARCIAL	TOTAL	
PISO DE CISTERNA											
100	12	C	4.30	0.10			9	4.50	40.50		
101	12	G	4.30				9	4.50	40.50		
102	12	C	2.40	0.10			17	2.60	44.20		
103	12	G	2.40				17	2.60	44.20		
LOSA TAPA CISTERNA											
110	12	C	8.65	0.10			9	8.85	79.65	VARIABLE	
111	12	G	3.65				9	3.85	34.65	VARIABLE	
112	12	C	8.55	0.10			17	8.75	148.75	VARIABLE	
113	12	G	0.25				17	0.45	7.65	VARIABLE	
PISO DE CUARTO DE MÁQUINAS											
120	12	C	1.80	0.10			14	2.00	28.00		
121	12	G	1.80				14	2.00	28.00		
LOSA TAPA CUARTO DE MÁQUINAS											
130	12	C	1.80	0.10			14	2.00	28.00	VARIABLE	
131	12	G	1.80				14	2.00	28.00	VARIABLE	
PARED DE CISTERNA											
200	12	L	1.65	0.30			40	2.25	90.00		
201	12	L	1.65	0.30			24	2.25	54.00		
202	12	L	1.65	0.30			28	2.25	63.00		
203	12	L	1.65	0.30			72	2.25	162.00		
PARED DE CUARTO DE MÁQUINAS											
210	12	L	1.65	0.30			64	2.25	144.00		
211	12	L	1.65	0.30			24	2.25	54.00		
212	12	L	1.65	0.30			24	2.25	54.00		
213	12	L	1.65	0.30			64	1.95	124.80		
RESUMEN DE REFUERZOS EN PESO - Kgs.											
			8mm	10mm	12mm	14mm	16mm	ALIVIAN	REFUERZO	HORM	
								Kgs.	Kgs.	m3	
PISO C.					150.43				150.43	1.55	
LOSA T. C.					240.38				240.38	1.50	
PISO C. M.					49.73				49.73	0.50	
LOSA C. M.					49.73				49.73	0.45	
PARED C.					327.67				327.67	2.89	
PARED C. M.					334.60				334.60	1.62	
TOTAL - Kgs.			0.00	0.00	1152.54	0.00	0.00		1152.54	8.51	
QUINTALES			0.00	0.00	25.39	0.00	0.00		25.39	68.08	



ESPECIFICACIONES TECNICAS

- 1.- El límite de Fluencia del acero de refuerzo será $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$.
- 2.- Los niveles mínimos de cimentación serán los indicados.
- 3.- Las dimensiones indicadas en los planos prevalecen a las medidas a escala.
- 4.- El esfuerzo unitario a compresión del hormigón a los 28 días en cilindros standar será $f'_c = 240 \text{ Kg/cm}^2$.
- 5.- El diseño del hormigón armado cumple con las normas del código ACI-318 ACI-350 y NEC-15 Norma Ecuatoriana de la construcción, los detalles que no consten deberán registrarse por los mismos códigos.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



DISEÑO DE UN SISTEMA DE LAVADO DE HORTALIZAS Y TUBÉRCULOS PARA LA COMUNIDAD DE ANGAHUNA ALTO UBICADA EN LA PARROQUIA SANTA ROSA DEL CANTÓN AMBATO

Contenido:
ARMADO DE CISTERNA Y CUARTO DE MÁQUINAS

2/2

Diseñado por:
Egdo. EDWIN A. PAZMIÑO S.

Revisado por:
Ing. M Sc. LENIN SILVA

Escala:
INDICADAS
Fecha:
JULIO/2021