

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL PARQUE EL
CAMINO, DISTRITO DE LA MOLINA, PROVINCIA DE LIMA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA**

LEONCIO FROILÁN ANTIPOSTA LAYMITO

LIMA – PERÚ

2023

MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL PARQUE EL CAMINO, DISTRITO DE LA MOLINA, PROVINCIA DE LIMA

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	orcid.org Fuente de Internet	1%
2	repositorio.upct.es Fuente de Internet	1%
3	zdocs.hu Fuente de Internet	1%
4	tododeriego.com.mx Fuente de Internet	1%
5	dokumen.tips Fuente de Internet	1%
6	www.fondoeditorialunalm.com Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1%
8	es.wikipedia.org Fuente de Internet	<1%

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**“MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL PARQUE EL CAMINO,
DISTRITO DE LA MOLINA, PROVINCIA DE LIMA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

Presentado por:

BACH. LEONCIO FROILÁN ANTIPOORTA LAYMITO

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ DELGADO
Presidente

Dr. ABSALÓN VÁSQUEZ VILLANUEVA
Asesor

Maest. JOSELITO JERSIN ROBLES SILVESTRE
Miembro

Ing. JOSÉ BERNARDINO ARAPA QUISPE
Miembro

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a mi esposa Nancy Peñaloza García,
a mis hijos Erick Javier Antiporta Peñaloza y Daniel Alexis Antiporta Peñaloza, a
quienes amo y han sido mi apoyo para culminar esta meta.*

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a nuestro Padre Redentor por haberme dado una nueva oportunidad de vida y permitirme culminar con éxito mi anhelada carrera.

Asimismo, agradezco a mi esposa, a mis hijos, y demás seres queridos por fomentar en mí, el deseo de superación y darme su apoyo incondicional para este logro.

Al doctor Absalón Vásquez Villanueva por su asesoramiento durante el proceso de elaboración de este documento.

Al profesor Manuel Humberto Barreno Galloso, por la oportunidad de continuar mis estudios en esta prestigiosa universidad, su apoyo, consejos y amistad durante estos años.

Al doctor Gonzalo Ramsés Fano Miranda, por su amistad, consejos y apoyo.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	3
1.1.1. Objetivo Principal.....	3
1.1.2. Objetivos específicos.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Riego por aspersión.....	4
2.2. Eficiencia de riego.....	4
2.3. Evaporación.....	4
2.4. Calidad del agua.....	4
2.5. Motobomba	5
2.6. Emisores	5
2.7. Diseño Agronómico	5
2.8. Diseño Hidráulico para aspersión.....	5
2.9. Cabezal de riego	6
2.10. Automatización del Riego en Jardines	6
2.11. Concreto	6
2.12. Pérgola.....	7
2.13. Mini gimnasio.....	7
2.14. Luminarias.....	7
2.15. Adoquines de concreto	8
2.16. Sardineles	8
III. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	10
3.1. Ubicación y vías de acceso.....	10
3.2. Materiales y equipos.....	12
3.3. Descripción del proyecto.....	13
3.4. Meta.....	15
3.4.1. Meta Físico del Proyecto	15
3.4.2. Meta Financiera del Proyecto	15
3.4.3. Plazo de Ejecución.....	15

3.4.4. Modalidad de ejecución	15
3.5. Construcción de obras civiles	16
3.5.1. Cisterna	16
3.5.2. Cuarto de Bomba	16
3.6. Cálculo de diseño	17
3.6.1. Cabezal de riego	21
3.7. Red Hidráulica.....	22
3.7.1. Red de tuberías	22
3.7.2. Válvula eléctrica	23
3.8. Ejecución de obra	24
3.8.1. Trabajos en gabinete	24
3.9. Esquema hidráulico	24
3.10. Diseño del sistema de riego.....	25
3.10.1. Cálculo de la demanda de agua	25
3.10.2. Diseño agronómico.....	28
3.10.3. Diseño Hidráulico.....	31
3.10.4. Parámetros de Operación del sistema de riego	37
3.11. Labores de campo.....	37
3.11.1. Entrega de Terreno	37
3.11.2. Proceso de trabajo seguros y responsable.....	38
3.11.3. Trazo y Replanteo preliminar	39
3.11.4. Instalación de caseta de almacén y cercado de obra.....	40
3.11.5. Materiales y maquinaria utilizada en los trabajos en campo.	40
3.11.6. Proceso de movimiento de tierra en excavación de tierra	41
3.12. Ejecución de obras civiles	42
3.12.1. Construcción de cisterna y cuarto de bomba	42
3.12.2. Instalación de tuberías de riego	46
3.12.3. Instalación válvula eléctrica	49
3.12.4. Instalación de cabezal de riego	49
3.12.5. Instalación de tablero eléctrico general	50
3.12.6. Programador de riego	51
3.13. Alumbrado Ornamental	51
3.14. Bio Gimnasio.....	53
3.15. Veredas y Plazuela	54

3.16. Pérgolas y Bancas.....	55
3.17. Instalación de Tachos de basura y Carteles Informativos	56
3.18. Construcción de Capilla	56
IV. CONCLUSIONES	58
V. RECOMENDACIONES	59
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
VII. ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Presupuesto del Proyecto.....	15
Tabla 2: Calculo de evapotranspiración	26
Tabla 3: Kc del césped.....	27
Tabla 4: Demanda hídrica del parque El camino	27
Tabla 5: Calculo del volumen de la cisterna del parque El camino	28
Tabla 6: Datos para de diseño agronómico	30
Tabla 7: Resultados del diseño agronómico para operación del sistema de riego	31
Tabla 8: Requerimiento de presión del Turno N° I-V1	33
Tabla 9: Requerimiento de presión del Turno N° II-V2.....	34
Tabla 10: Requerimiento de presión del Turno N° III-V2	35
Tabla 11: Requerimiento de presión del Turno N° IV-V2	36
Tabla 12: Resumen de requerimiento de Presión	36
Tabla 13: Requerimiento de potencia del sistema	37
Tabla 14: Parámetros de operación del sistema de riego.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sardinel sumergido	8
Figura 2: Sardinel peraltado	9
Figura 3: Ubicación sectorial del proyecto	11
Figura 4: Ruta desde la Municipalidad de la Molina hasta el parque El Camino	12
Figura 5: Diseño de cisterna y cuarto de bomba	17
Figura 6: Momento flector (empuje de terreno)	18
Figura 7: Momento flector (empuje del agua).....	19
Figura 8: Cargas sobre losa inferior	20
Figura 9: Cargas sobre losa superior	21
Figura 10: Detalle del cabezal de riego	22
Figura 11: Red de tubería de PVC.....	23
Figura 12: Válvula eléctrica	23
Figura 13: Sectores y turnos de riego	25
Figura 14: Esquema de cálculo de la demanda hídrica de los Parques	25
Figura 15: Charla sobre seguridad en obra	38
Figura 16: Cartel informativo sobre EPPS	39
Figura 17: Trazado de campo	39
Figura 18: Trazado de campo	39
Figura 19: Cercado de terreno	40
Figura 20: Caseta de almacén.....	40
Figura 21: Excavación de zanja con retroexcavadora	42
Figura 22: Excavación de zanja con retroexcavadora	42
Figura 23: Eliminación de material excedente con volquete de 15 m ³	42
Figura 24: Vaciado de solado en cisterna y cuarto de bomba	43
Figura 25: Construcción (habilitación) de mallas de fierro	43
Figura 26: Encofrado con paneles	44
Figura 27: Vaciado de concreto pre mezclado	44
Figura 28: Encofrado y malla de fierro de techo de cisterna y cuarto de bomba	45
Figura 29: Vaciado de concreto techo de cisterna y cuarto de bomba	45
Figura 30: Excavación de zanja para tendido de tubería del sistema	47
Figura 31: Suministro e instalación de tubería del sistema de riego	47
Figura 32: Prueba hidráulica.....	48
Figura 33: Relleno de zanja con material propio.....	48
Figura 34: Válvula eléctrica con caja de protección.....	49

Figura 35: Cabezal de riego.....	50
Figura 36: Instalación de tablero digital del sistema de riego	51
Figura 37: Excavación de zanja para cableado eléctrico	52
Figura 38: Tapado de zanja de cable eléctricos con señalización	52
Figura 39: Base de poste de alumbrado ornamental	53
Figura 40: Preparación de terreno para Bio Gimnasio	53
Figura 41: Instalación de Bio Gimnasio	54
Figura 42: Demolición de veredas.....	54
Figura 43: Sardineles de confinamiento	55
Figura 44: Instalación de Adoquines	55
Figura 45: Pérgola y bancas de madera	55
Figura 46: Instalación de tacho de basura	56
Figura 47: Cartel informativo	56
Figura 48: Encofrado del muro de la Capilla	56
Figura 49: Desencofrado del muro de la Capilla	57
Figura 50: Cartel de Obra	70
Figura 51: Cartel de Obra	71
Figura 52: Prueba de Compactación de subrasante de Plazuela.....	71
Figura 53: Instalación de tuberías de riego.....	72
Figura 54: Excavación de terreno.....	72
Figura 55: Vaciado de solado	72
Figura 56: Habilidad de fierros para la cisterna	73
Figura 57: Habilidad de fierros para la cisterna	73
Figura 58: Habilidad de fierros de zapata para capilla	74
Figura 59: Habilidad de fierros de muro para capilla	74
Figura 60: Llenado de concreto premezclado.....	75
Figura 61: Cartel informativo	75
Figura 62: Instalación del cabezal	76
Figura 63: Colocación de grass sintético	76
Figura 64: Construcción de pérgola.....	77
Figura 65: Capilla	77
Figura 66: Perfil Estratigráfico	78

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Plano detalle Cabezal de Riego	63
Anexo 2: Plano detalle de Instalación de Riego Tecnificado	64
Anexo 3: Plano Distribución de Tuberías.....	65
Anexo 4: Plano Distribución de Aspersores.....	66
Anexo 5: Plano Sistema Eléctrico del Cuarto de Bombas.....	67
Anexo 6: Plano Válvulas Eléctricas	68
Anexo 7: Plano Cisterna – Acero Refuerzo.....	69
Anexo 8: Panel fotográfico.....	70

RESUMEN

El presente trabajo describe la ejecución de la obra del expediente técnico “Mejoramiento del sistema de riego del parque El Camino, de la urbanización La Ensenada - distrito de La Molina -Lima”. El proyecto buscó optimizar el uso del agua, reduciendo el consumo de agua potable utilizado para el riego de las áreas verdes del parque El Camino. Las actividades principales de este trabajo fueron: 1) validación del expediente técnico, 2) instalación de un sistema de riego por aspersión, y 3) capacitación de los operarios del sistema de riego. En el planteamiento técnico y diseño agronómico se consideraron el tipo de suelo del área del proyecto, las especie vegetales utilizadas (césped y especies arbóreas), los datos meteorológicos, la topografía del área del proyecto y el tipo de emisor a usar. Debido a los parámetros establecidos, se decidió el uso de 66 rotores de ½” pulgada (presión = 2.0 bares, radio de alcance = 8.20 m, modelo 3500) y 3 rociadores de ½” pulgada (radio de alcance = 1.8 m) VAN 6 (tipo de boquilla) que permitirá regar un área total de 0.306 hectáreas. El diseño hidráulico consideró una velocidad máxima de trabajo de 1.50 m/s, y una pérdida de carga del 20% de la presión de trabajo del emisor como máximo, en cada uno de los cuatro sectores, para poder lograr la eficiencia de uniformidad de riego preestablecida de 75%. La naturaleza presupuestal del proyecto (presupuesto participativo) conllevó a incluir actividades adicionales como mejoramiento del sistema de iluminación, instalación de un juego de bio gimnasio, construcción de una capilla y la implementación de bancas, pérgolas de madera y tachos de basura. De esta manera, la ejecución del proyecto repotenció integralmente el parque, mejorando la infraestructura urbana y paisajística existente, manteniendo en lo posible la mayoría de los arbustos y árboles existentes.

Palabras claves: Diseño hidráulico, válvula hidráulica, válvula de aire, cisterna, cuarto de bomba.

ABSTRACT

The present work describes the execution of the technical file "Improvement of the Irrigation System of the *El Camino* Park, of the *La Ensenada* Urbanization - District of La Molina - Lima." The project sought to optimize the use of water resources, reducing the consumption of potable water used to irrigate the green areas of *El Camino* Park. The main activities of this project were: 1) validation of the technical file, 2) installation of a sprinkler irrigation system, and 3) training of irrigation system operators. The technical approach and agronomic design considered the soil type in the district area, plant species (grass and tree species), meteorological data, the land's topography, and the type of emitter to use. Considering the established parameters, we decided to use 66 ½" inch rotors (pressure = 2.0 bars, range = 8.20 m, model 3500) and 3 ½" inch sprinklers (range = 1.8 m) VAN 6 (type of nozzle) that will allow irrigating a total area of 0.306 hectares. The hydraulic design considered a maximum working speed of 1.50 m/s and a load loss of 20% of the working pressure of the emitter as a maximum, in each of the four sectors, to achieve a preestablished irrigation uniformity efficiency of 75%. The budgetary nature of the project (participatory budget) led to the inclusion of additional activities such as improving the lighting system, installing a bio-gym, constructing a chapel, and implementing benches, wooden pergolas, and garbage cans. Therefore, the execution of this project fully repowered the park, improving the existing urban and landscape infrastructure, and maintaining as much as possible the majority of existing shrubs and trees.

Keywords: Hydraulic design, hydraulic valve, air valve, cistern, pump room

I. INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de áreas verdes en la urbe y ciudades cosmopolitas, como Lima, es considerada de vital importancia dada su relación directa con la actividad física, salud mental, relaciones sociales y su contribución a mitigar el cambio climático; por lo cual contribuye a la salud y al bienestar general de la población. La importancia de las áreas verdes ha sido reconocida no solo a nivel internacional por organizaciones como WWF (World Wildlife Found), y PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), sino también a nivel nacional por el MINAM (Ministerio del Ambiente). Particularmente, Lima representa un desafío ya que es la segunda ciudad más grande del mundo ubicada en un desierto y es la capital del Perú que alberga más de 10 millones de personas (INEI, 2022).

Lima ha sido considerada como una de las ciudades con la peor disponibilidad de áreas verdes per cápita en la región de América del Sur , con un déficit de alrededor de 56 millones de metros cuadrados, Lima, tiene un promedio de alrededor de 3 m² de área verde por persona, mientras que distintas instituciones internacionales especializadas recomiendan el triple de dicha área, el problema para que se presente esta situación se debe a la de falta planeamiento territorial, en parte debido al crecimiento desordenado de la ciudad, especialmente en las periferias con construcciones informales que no permiten un crecimiento sostenible (Zavala, 2021).

Augusto Mendoza, señala que uno de los desafíos de Lima es la presencia de lugares muy saturados, es decir, lugares donde el área total de edificaciones es mucho más grande que el área pública. Y es debido a que, a través de décadas las normas mismas lo permitían o porque se construyeron edificaciones sin adecuación ni respeto a la ley; por ello el experto Mendoza, afirma que “Hemos perdido la capacidad de planificación de áreas verdes y ha primado el interés pecuniario en el desarrollo urbano”.

Lima, es una Metrópoli con grandes desigualdades sociales y que también se ve reflejada en la disponibilidad per cápita y gestión de áreas verdes. Como ejemplo, hay una enorme diferencia entre dos distritos Villa María del Triunfo, con más de trescientos mil habitantes y con un ingreso per cápita promedio menor a S/ 989.99 soles, que cuenta en promedio, con 1.65 m² de áreas verdes por persona, mientras que San Isidro, un distrito con ingresos per cápita promedio mayor a S/ 2,192.00 soles y con una población de más de sesenta mil habitantes, tiene 22.09 m² de áreas verdes por cada habitante (Zavala, 2021).

Para mejorar la gestión de las áreas verde de Lima metropolitana, se requiere llevar a cabo el uso eficiente del agua de riego para lo cual es urgente instalar plantas de tratamiento de aguas residuales y el uso de sistemas de riego que permitan el máximo ahorro de agua. Además, se arrojan al mar más de 25 m³/s de aguas servidas, generando una contaminación altísima, lo cual atenta contra la vida de las personas que usan las playas y los recursos marinos. Con la instalación de plantas de tratamiento y el consecuente aprovechamiento de las aguas tratadas para regar las áreas verdes, ayudaría a ahorrar aguas limpias de consumo humano que gran parte de las áreas verdes utilizan actualmente, más aún, si se tiene que, en Lima Metropolitana, actualmente existen más de 3 millones de personas que no cuentan con el servicio de agua potable y se abastecen con tanques cisterna y cuyos costos son entre 20 a 30 soles por m³ y en algunos casos la calidad del agua no es apropiada para el consumo humano (Zavala, 2021).

La segunda solución, es capacitar al personal encargado del riego de áreas verdes dentro de las municipalidades. Asimismo, Bedoya sostiene que muchos proyectos de arborización no son sostenibles, porque plantan especies de alto consumo de agua y que difícilmente pueden sobrevivir a las condiciones climáticas de Lima, por ser eminentemente árida. Además, que muchos encargados de las áreas verdes o de jardinería, desconocen los procesos de mantenimiento para áreas de uso intensivo (Zavala, 2021).

El distrito de La Molina, tiene una población de 140,679 habitantes (INEI-2017) y las áreas verdes públicas en el distrito son 1'508,485.43 m² (MDLM-tabla de arbitrios), lo cual indica que se tiene a nivel del distrito un índice de 10.72 m²/habitante. Siendo una de esas áreas verdes del distrito, el parque "El Camino", ubicado en el vecindario de la urbanización La Ensenada, el cual es uno de los parques importantes con que cuenta el vecindario.

Para mantener las áreas verdes del parque “El Camino”, se viene utilizando mayormente agua de la red pública, agua potable, ya que existe un punto de agua disponible en sus instalaciones. Sin embargo, este proceso puede optimizarse aplicando los conocimientos impartidos en la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina, y utilizando un sistema de riego eficiente que maximice eficientemente el uso de agua.

El presente trabajo profesional, está orientado a describir la ejecución del proyecto de riego por aspersión, desarrollado en el parque El Camino a fin de ahorrar el recurso agua.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Principal

Presentar y describir el proyecto y ejecución de la obra Mejoramiento del sistema de riego del parque El Camino de la urbanización La Ensenada -distrito de La Molina –Lima, mediante la implementación de un sistema de riego por aspersión.

1.1.2. Objetivos específicos

- Mejoramiento de la eficiencia de aplicación en el uso del agua en el riego del parque El Camino de la urbanización La Ensenada - distrito de La Molina -Lima”.
- Supervisar la construcción, instalación y operación de la infraestructura del sistema de riego por aspersión del parque El Camino de la urbanización La Ensenada - distrito de La Molina –Lima.
- Capacitar a operadores del sistema de riego y al personal encargado del mantenimiento del jardín.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Riego por aspersión

Según, Tarjuelo Martin-Benito (1991), el riego por aspersión implica una lluvia más o menos intensa y uniforme sobre la parcela, con el objetivo de que el agua se infiltre en el mismo punto donde cae. Para ello es necesaria una red de distribución que permita que el agua de riego llegue con presión suficiente a los elementos encargados de aplicar el agua (aspersores o difusores)

2.2. Eficiencia de riego

Según, Vásquez et al. (2017), La eficiencia del riego está determinada por la relación entre los volúmenes de agua evapotranspirada por las plantas y evaporado del suelo (ET_o) cantidad de agua necesaria para mantener la concentración adecuada Sal en el perfil radicular del suelo.

2.3. Evaporación

Se define como la tasa de evaporación de una superficie de referencia que se produce en ausencia de restricciones de agua. El área de referencia corresponde al cultivo hipotético de pasto con propiedades especiales: altura de 0,12 m, resistencia de la superficie fija de 70 s/m y el albedo de 0,23. También debe mencionarse los únicos factores que afectan la ET_o son los parámetros climáticos. Por lo tanto, ET_o también es un parámetro climático que se puede calcular a partir de datos meteorológicos. Esto se logra utilizando el método FAO Penman-Monteith o por evaporación en tanque evaporímetro Clase A (Allen et al. 2006).

2.4. Calidad del agua

Los factores de calidad del agua que generalmente afectan la tasa de absorción del suelo son la salinidad total (contenido de sal) y el contenido de sodio en relación con las concentraciones de calcio y magnesio. La alta salinidad aumenta la tasa de penetración, mientras que la baja salinidad o una alta proporción de sodio a calcio la disminuyen

considerablemente (Vásquez et al. 2017).

2.5. Motobomba

Dispositivo que combina un motor y una bomba. El accionamiento de la bomba se produce por el principio mecánico del motor, que se encarga de succionar el agua hacia las tuberías a cierta presión y caudal. Gracias a la fuerza centrífuga originada por la potencia del motor y el diseño del impulsor (Peralta A. & Simpfendörfer L., 2001).

2.6. Emisores

Son dispositivos instalados, encargados de distribuir agua sobre una superficie regada. Una de las principales características de un emisor de riego es el tipo de distribución de agua que se puede localizar mediante el riego por goteo continuo o produciendo una lluvia de gotas de mayor o menor espesor, lo que determinará el tipo de sistema de riego al que pertenecen (Martín Rodríguez et al. 2003).

2.7. Diseño Agronómico

Según, De los Ángeles (2000), en el diseño agronómico “se evalúan todos los datos necesarios para que la instalación de riego sea capaz de suministrar con eficiencia óptima el agua a los cultivos en periodos de máximas necesidades, consiguiendo humedecer el volumen del suelo suficiente para un desarrollo eficiente de las raíces” (De los Angeles Mejía, 2000).

2.8. Diseño Hidráulico para aspersión

Según, Martín Rodríguez et al. (2003), para la implementación del riego tecnificado a las áreas verdes para un jardín, se deberá reconocer primordialmente la forma geométrica de cada zona a regar según el diseño arquitectónico, se tomará en cuenta los siguientes elementos:

- Plano a escala del conjunto.
- Posicionar la casa, los pasos, las terrazas. Fijarnos si hay espacios en el jardín interrumpidos por zonas de hormigón o cemento, y si se ha previsto el paso de la tubería con el correspondiente tubo pasante.
- Indicar las zonas a regar, y las que no deben ser regadas. Anotar los tipos de plantas.

- Intentar tener una indicación del tipo de suelo (si cuando llueve el agua queda en la superficie y forma un charco, el terreno muy posiblemente será arcilloso)
- Determinar la fuente hídrica, se deberá realizar un análisis del agua.
- Marcar los pasos de tubería. Dibujar en el plano las líneas por donde puede pasar alguna tubería ya existente con el fin de no romperla cuando tengamos que realizar la zanja para nuestra instalación.
- El desnivel topográfico, y reconocer también si existirán taludes dentro de la zona de riego.
- Dirección y fuerza del viento.
- Marcar las plantas existentes. Poner en el plano las plantas que hay en el jardín, o las que formen parte del futuro diseño, para realizar una mejor distribución de los emisores y evitar que nos formen zonas de sombra que no nos permitan regar toda la parcela.

2.9. Cabezal de riego

Martín Rodríguez et al. (2003), afirma que, “La procedencia del agua para el riego parques, jardines, campos de deporte, etc. determinará los componentes que sean necesarios en el cabezal de riego. En éste se instalan los elementos precisos para filtrar el agua, en los casos que haya que eliminar partículas que puedan causar obturaciones en los emisores (equipo de filtrado); para dotarla de la presión adecuada, si la de entrada a la instalación no es suficiente (equipo de bombeo); y para añadirle fertilizantes (equipo de fertirriego)”.

2.10. Automatización del Riego en Jardines

Los avances tecnológicos en electrónica, así como los avances tecnológicos en informática, han hecho posible regar automáticamente jardines y zonas verdes, así como realizar otras acciones, como fertilizar o limpiar los filtros de los cabezales de riego (Martín Rodríguez et al. 2003).

2.11. Concreto

Es un material artificial compuesto por diversos materiales como agua, cemento, cargas y aditivos adicionales para mejorar sus propiedades, inicialmente adquiere una textura plástica y manejable, luego del endurecimiento adquiere dos importantes propiedades: resistencia y

aislamiento, con el que se obtiene un material de construcción muy importante (Pasquel Carbajal, 1998).

2.12. Pérgola

Una pérgola es un tipo de estructura de jardín que normalmente se construye sobre un área para sentarse al aire libre o una pasarela. Las pérgolas suelen estar hechas de postes verticales, vigas transversales horizontales y un techo de celosía (que se deja abierto o cerrado, aunque algunas pérgolas son convertibles). La palabra pérgola proviene de la palabra latina pergula, que se traduce como alero saliente. En su aparente simplicidad, belleza y funcionalidad, las pérgolas expresan el carácter arquitectónico de su diseño (arquitectura & madera, 2022).

2.13. Mini gimnasio

Para aprovechar la versatilidad de los espacios públicos se colocará un mini gimnasio y estará diseñada para consolidar ejes y/o espacios para la salud y asegurar el uso del mobiliario.

Se encuentra principalmente en parques, plazas y/o corredores, dividiendo de forma clara y no intrusiva el área destinada a ello. Es necesario tener en cuenta las dimensiones del espacio donde se instala, así como la distancia entre el mobiliario urbano, para que las actividades previstas se realicen correctamente sin afectar acciones complementarias del espacio público. Se evitará la proximidad a calles transitadas y/o calles que hagan vulnerable al usuario (Municipalidad de San Isidro, 2016).

2.14. Luminarias

El diseño de iluminación ornamental se centra en los espacios verdes, los parques infantiles y las zonas de paso. Se optimizará las luminarias instaladas en los sistemas de alumbrado público, empleando la infraestructura utilizada en los sistemas de alumbrado público, las luminarias se colocarán para proporcionar una amplia cobertura de iluminación hacia el espacio verde. De esta forma, se puede obtener un sistema con un campo de visión amplio, eficiente y de baja contaminación visual, optimizando recursos y sin descuidar el nivel de vigilancia nocturna y el nivel requerido para mantener el alto nivel de seguridad asumido por el usuario (González Silva, 2022).

2.15. Adoquines de concreto

Los adoquines de hormigón son un tipo de pavimento que está entre los más usados en la actualidad. Sus muchas ventajas prácticas junto con las económicas que es la construcción del adoquinado en las calles hacen de esta uno de los pavimentos preferidos en la construcción. Los adoquines son piezas de concreto simple que han pasado por un proceso de vibro compactación, que aseguran un tránsito más rápido, confortable, seguro, además de ser económicos y tener un mejor comportamiento ante la lluvia. Por su belleza estética, variedad de colores, resistencia al desgaste, facilidad de instalación y mantenimiento, los adoquines de concreto son una solución práctica para la construcción de calles, aceras, patios y jardines (Pérez Machado et al. 2022).

2.16. Sardineles

Son pequeñas estructuras en los bordes de la calzada o berma se tiene dos casos:

- Sardinell Sumergido, su objetivo es dar confinamiento a la estructura del Pavimento.

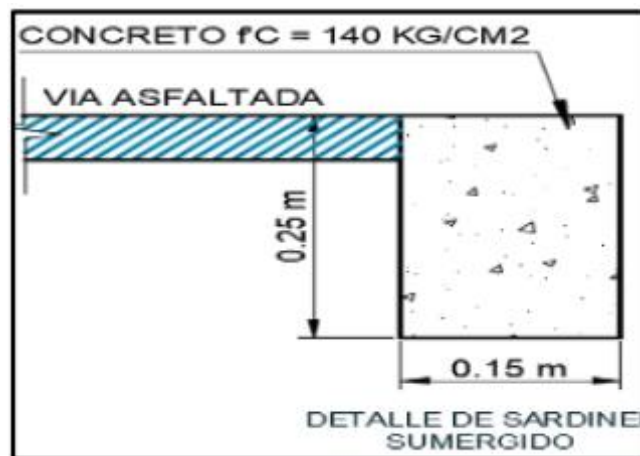


Figura 1: Sardinell sumergido

FUENTE: Galindo, P (2019)

- Sardinell peraltado, su objetivo es dar confinamiento, orientar el tránsito, encausar las aguas (Galindo Panca, 2019).

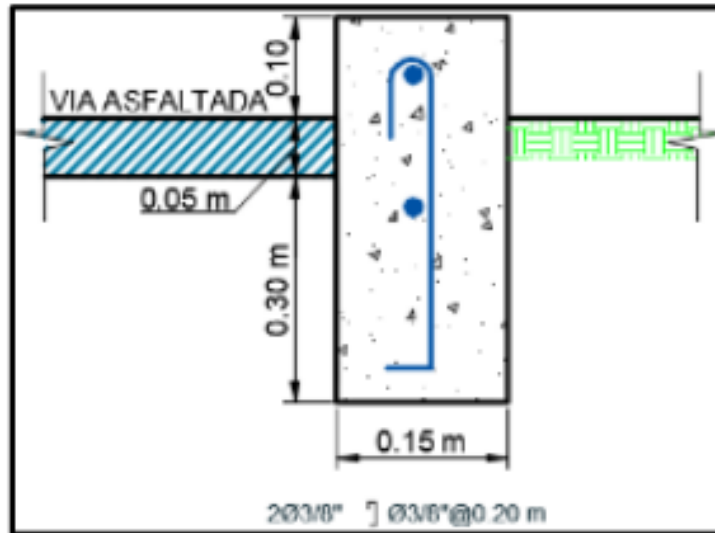


Figura 2: Sardinell peraltado

FUENTE: Galindo, P (2019)

III. METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.1. Ubicación y vías de acceso

La urbanización La Ensenada se encuentra en el distrito de La Molina, provincia de Lima, departamento de Lima.

Ubicación política: Políticamente pertenece a:

Región:	Lima
Departamento:	Lima
Provincia:	Lima
Distrito:	La Molina
Urbanización:	La Ensenada

Geográficamente se encuentra ubicado en:

Coordenadas UTM

Longitud:	-76.92573
Latitud:	-12.08809
Altura:	241 msnm

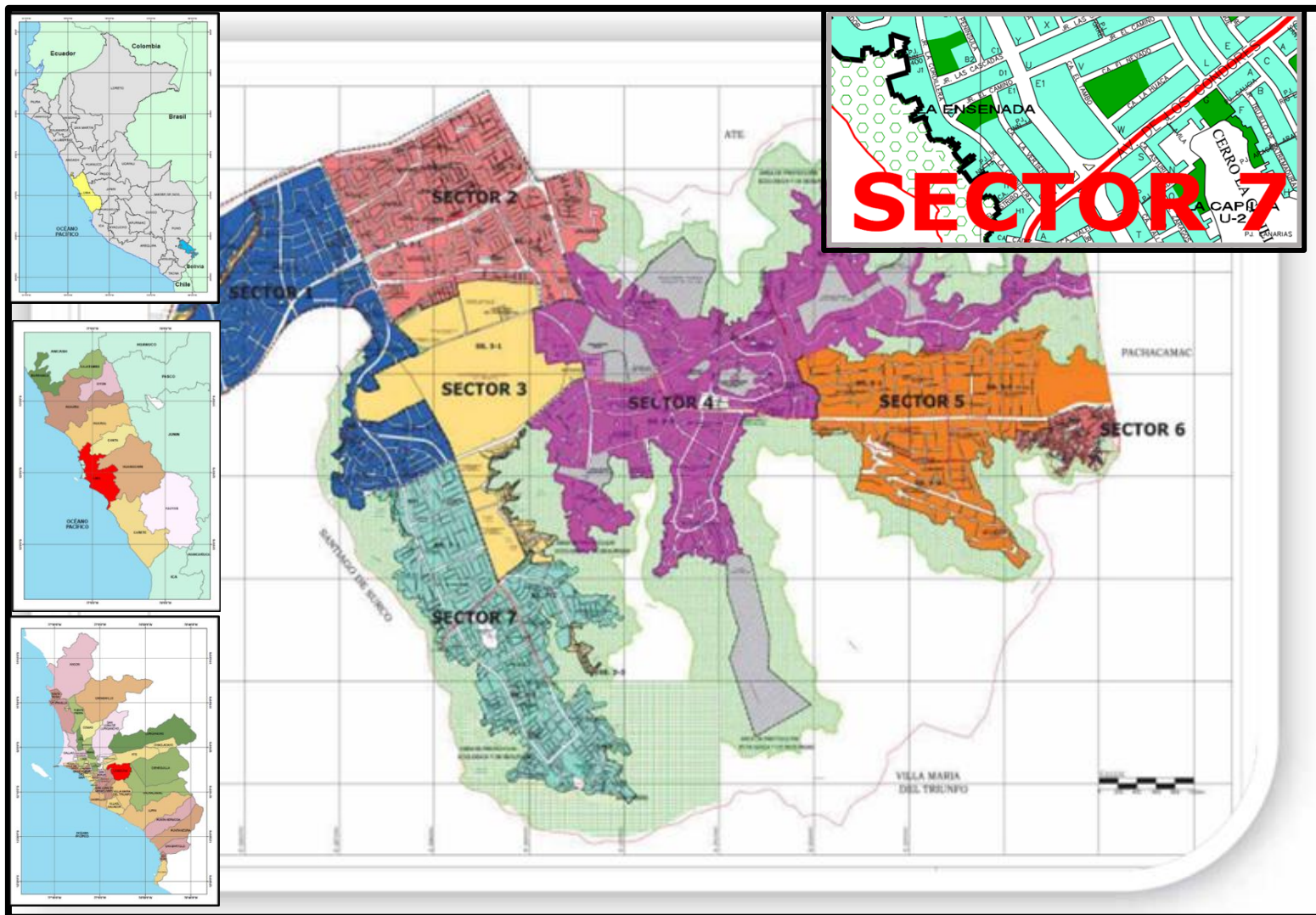


Figura 3: Ubicación sectorial del proyecto

Vías de acceso:

La accesibilidad al ámbito del proyecto es a través de la Av. Elías Aparicio, hacia Av. La Molina, luego por la Av. 7 hacia la Av. Raúl Ferrero girar hacia la izquierda por Av. Los Fresnos hasta a la Av. Alameda de la Paz, para luego girar hacia la izquierda en la Av. Alameda del Corregidor y en 300 m. doblar hacia la derecha en la calle El Camino.

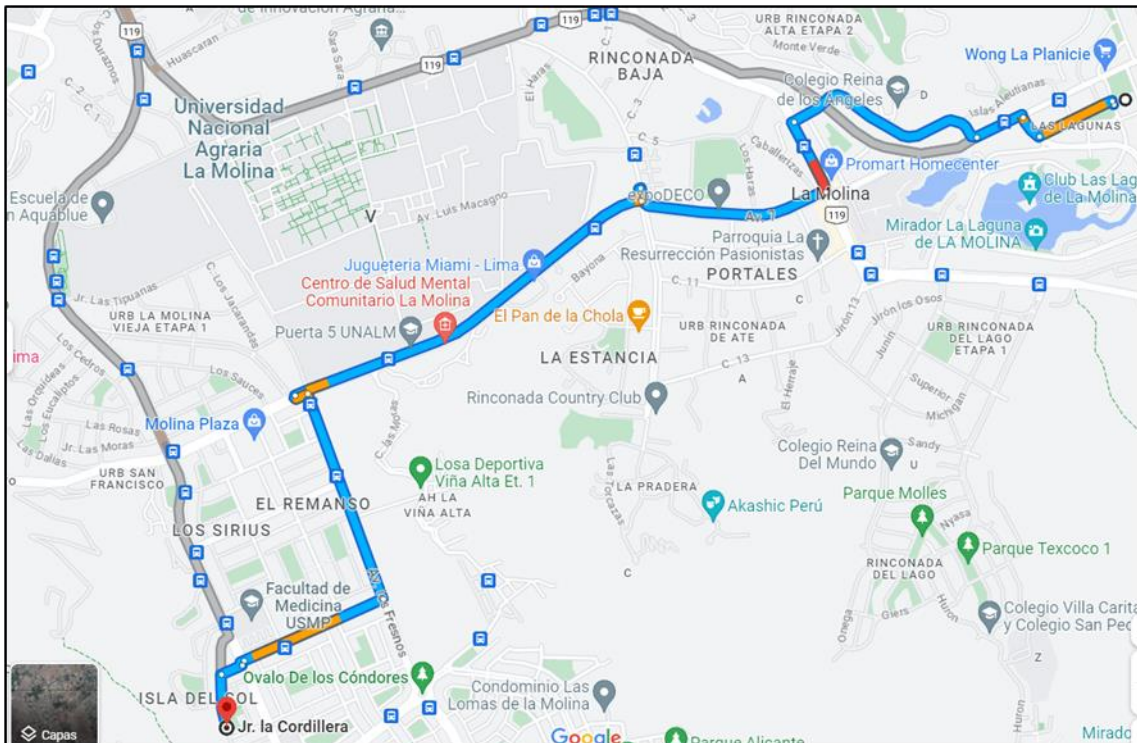


Figura 4: Ruta desde la Municipalidad de la Molina hasta el parque El Camino

3.2. Materiales y equipos

Materiales que se utilizaron para realizar trabajo de gabinete y de campo:

Materiales para trabajo en gabinete: Para la ejecución del proyecto, fue necesario por parte de la empresa ejecutora, realizar la revisión de los planos otorgados por la municipalidad de La Molina en base a los detalles del expediente técnico. Los planos proporcionados fueron los siguientes:

- IS-03 Plano de detalle Cabezal de Riego
- IS-04 Plano de detalle de Instalación de Riego Tecnificado
- IS-01 Plano de Distribución de Tuberías
- IS-02 Plano de Distribución Aspersores

IE-01	Plano Sistema Eléctrico del Cuarto de Bombas
IE-02	Plano Eléctrico de Válvulas Eléctricas
IE-03	Plano Instalaciones Eléctricas – detalle de luminarias y pozo a tierra
BI-01	Plano detalles de Mini Gimnasio
A-04	Plano de detalles Bancas Ornamentales, Tachos de Basura y Pérgola
A-05	Plano de detalles de Capilla
E-02	Plano cisterna refuerzo

Para verificar el diseño hidráulico se estimaron turnos críticos utilizando tablas de Excel basadas en los principios hidráulicos de pérdida de carga en tuberías para asegurar un diseño adecuado dentro del área señalada.

También proporcionan información sobre el funcionamiento de los equipos instalados, listados y fichas técnicas de equipos adicionales como válvulas hidráulicas, válvulas de aire, filtros, tuberías de PVC, programador de riego automático, filtros, etc. Esta información ha sido verificada para determinar si el equipo descrito en el expediente cumple con las especificaciones requeridas para la instalación en campo.

3.3. Descripción del proyecto

El proyecto de Inversión “Mejoramiento del Sistema de Riego del Parque El Camino de la Urbanización La Ensenada - Distrito de La Molina -Lima”, con Código SNIP N° 332877, se propone con la finalidad de optimizar las adecuadas condiciones de los servicios de recreación pasiva para la población de la Urbanización La Ensenada en el Parque El Camino. El planteamiento arquitectónico propuesto busca lograr la integración con la naturaleza existente, la cual así mismo responda a las necesidades propias de la zona, formando parte de ella.

La estructura principal del proyecto termina de definir el lenguaje, la función y la espacialidad del proyecto, todo perfectamente alineado. El proyecto se presenta como el propósito de articular de manera coherente y buscando la integración del parque a la estructura urbana y paisajística existente, así como la planificación del paisaje manteniendo en su mayoría en lo posible los arbustos y árboles existentes en el parque.

Para mantener toda la extensión de áreas verdes se requieren como principal insumo el recurso hídrico (agua), tal recurso llega a través de la red pública ya que actualmente existe un punto de suministro en el parque, en el cual se conectan las mangueras para poder regar las áreas verdes, sin embargo, este proceso puede mejorarse en forma importante, a fin de optimizar el uso del agua y más aún si este recurso proviene de la red pública (agua potable). El proyecto busca mejorar el parque dotándolo de los medios necesarios para su óptimo funcionamiento, y servicio a la colectividad, como, por ejemplo:

- Construcción de un tanque cisterna
- Implementación de un sistema de riego por aspersión
- Mejoramiento del sistema de iluminación
- Construcción de una Capilla
- Instalación de un juego de Mini gimnasio
- Implementación de mobiliario, como: tachos de basura, bancas y pérgolas de madera
- Rehabilitación de las áreas verdes

El proyecto se desarrolló de la siguiente manera:

Primero, se desarrolló el levantamiento topográfico del parque y paralelamente se desarrollaron las obras provisionales, tales como la movilización y desmovilización de equipos, construcción de caseta, almacén, cerco perimétrico, cartel de obra, así como trabajos de trazo y replanteo, entre otros.

Segundo, se procedió con el desarrollo del anteproyecto arquitectónico, buscando de minimizar impactos negativos sobre la zona, y sobre el terreno; así mismo el desarrollo del proyecto era plantear la estructura interna de comunicación entre los pobladores y la naturaleza en sí.

Tercero, se planteó el mantenimiento de áreas verdes y mitigación de impacto ambiental, mediante la siembra de plantas ornamentales, rehabilitación de áreas verdes, mitigación de impacto ambiental entre riego con agua para evitar y/o minimizar la polución de partículas suspendidas en el aire. Asimismo, se buscó el uso de materiales que responda al lenguaje de la noble arquitectura, haciendo uso de materiales que tengan un bajo costo de mantenimiento, como el concreto, madera, la vegetación los cuales aportarían la calidez y el detalle integral del proyecto.

3.4. Meta

3.4.1. Meta Físico del Proyecto

Cumplir con lo establecido por el perfil y mejoras propuestas.

3.4.2. Meta Financiera del Proyecto

Valor referencial para la obra: Costo al mes de marzo 2018 (costos según las revistas Costos y S10, Edición Marzo)

Tabla 1: Presupuesto del Proyecto

Ítem	Descripción	Costo (S/)
1.0	Obras Provisionales	16,608.10
2.0	Seguridad y Salud en el Trabajo	2,000.00
3.0	Sistema de Riego	86,540.15
4.0	Veredas Adoquinadas, Pérgolas, Sardineles, Mobiliario y Capilla	163,469.12
5.0	Mejoramiento Sistema de Iluminación	27,126.08
6.0	Biogimnasio	52,301.57
7.0	Mantenimiento de áreas verdes	11,613.68
8.0	Mitigación Ambiental	1,236.56
COSTO DIRECTO		S/ 360,895.26
	Gastos Generales 10%	36,089.53
	Utilidad 10%	36,089.53
	Sub Total	S/ 433,074.32
	Impuesto 18%	77,953.38
PRESUPUESTO REFERENCIAL		S/511,027.70

FUENTE: Expediente Técnico

3.4.3. Plazo de ejecución

Según el Expediente Técnico aprobado, la obra tiene un plazo de ejecución de sesenta (60) días calendarios, siendo el inicio de la obra el 07 (siete) de setiembre del 2018 y fin de obra programado para el 05 (cinco) de noviembre del 20108.

3.4.4. Modalidad de ejecución

Precios Unitarios.

3.5. Construcción de obras civiles

Con el apoyo de planos y diseños relacionados a las obras civiles entregados por la municipalidad (los planos se incluyen en los respectivos anexos), el trabajo profesional consistió en revisar y comprobar los diseños para iniciar la obra.

A continuación, se explican las obras civiles construidas en el proyecto:

3.5.1. Cisterna

La cisterna es de concreto y reforzado con acero, se utilizará para almacenar y abastecer de agua al sistema de riego, dado que la dotación de este vital líquido que se obtiene por tubería de la red pública y de esta manera, se mantendrá el abastecimiento constante de agua. Se utilizó el programa Excel como herramienta para calcular el tamaño de la cisterna de acuerdo al volumen requerido para el proyecto.

Tiene un ingreso de 1", con su respectiva boya para el cierre automático y tubería de rebose para evitar el llenado total de la cisterna.

El reservorio tiene una capacidad de 22.40 m³, el cual ha sido estimado en base a la lámina de riego (5.67 mm/día a máxima demanda). Cuenta con una escalera de gato de acero inoxidable.

Se conectó mediante tubería de succión de 1½ y 1" de descarga.

3.5.2. Cuarto de Bomba

El cuarto de bomba tiene un área de 7.00 m² (2.00 m x 3.50 m).

La puerta de acceso es metálica de 0.62 x 1.22 m., para el ingreso y retiro de los equipos del cabezal.

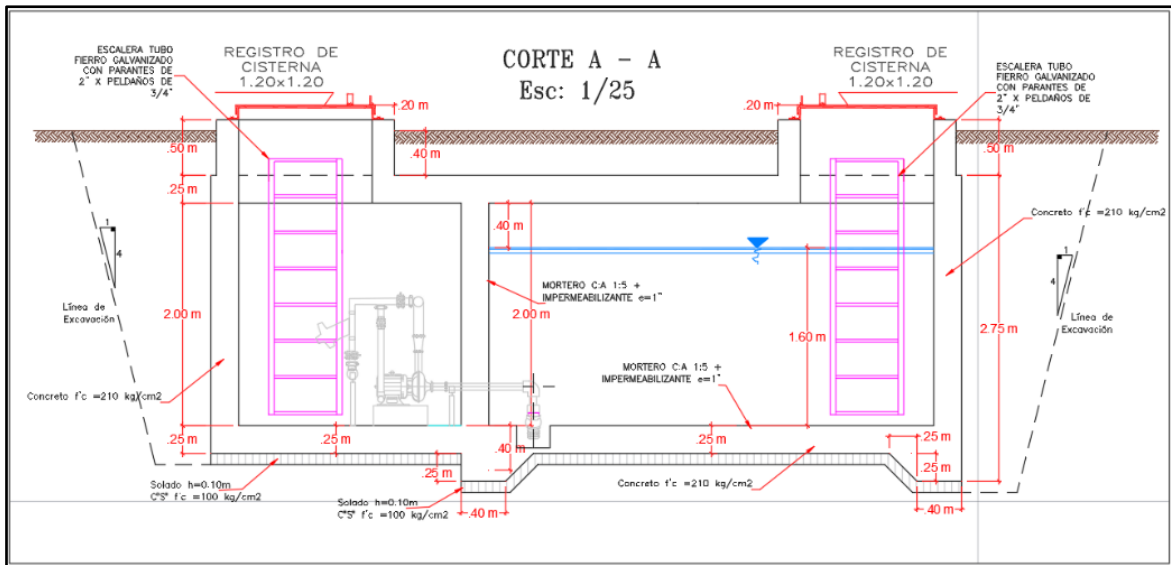


Figura 5: Diseño de cisterna y cuarto de bomba

FUENTE: Expediente Técnico

3.6. Cálculo de diseño

CÁLCULO DE REFORZAMIENTO DE LA CISTERNA

DATOS:

Volumen (útil del agua):	$V = 22.4 \text{ m}^3$
Ancho de cisterna:	$b = 3.50 \text{ m}$
Largo de cisterna:	$l = 4.00 \text{ m}$
Altura del agua:	$h \text{ agua} = 1.60 \text{ m}$
Borde libre:	$bl = 0.40 \text{ m}$
Espesor de losa inferior	$e1 = 0.25 \text{ m}$
Espesor de losa superior	$e2 = 0.25 \text{ m}$
Altura Total	$H = 2.50 \text{ m}$
Peso esp. del agua:	$\gamma_w = 1000 \text{ kg/m}^3$
Peso esp. del terreno:	$\gamma_s = 1900 \text{ kg/m}^3$
Cap. de carga del terreno:	$q_a = 2.0 \text{ kg/cm}^2$
Fluencia del acero:	$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Resistencia del concreto:	$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
Pared:	$e = 0.25 \text{ m}$

$$r = 0.075\text{m}$$

$$d = 0.175\text{m}$$

$$\text{hagua} + \text{bl} = 2.0 \text{ m}$$

$$\varnothing s = 35.00$$

PAREDES:

1er Estado de Carga: Empuje del terreno

Coeficiente de empuje activo: $K_a = \text{tg}^2(45 - \Phi/2)$

Empuje Activo: $E_a = \gamma_s * H^2/2 * K_a$

$$K_a = 0.27$$

$$E_a = 1.603 \text{ t/m}$$

$$V_{uadm} = 0.53\sqrt{f'c} = 8.87 \text{ kg/cm}^2$$

Momento Flector:

$$M_f = E_a \cdot b_p = 0.93 \text{ t-m}$$

$$M_u = 1.3 (M_f)$$

$$M_u = 1.22 \text{ t-m}$$

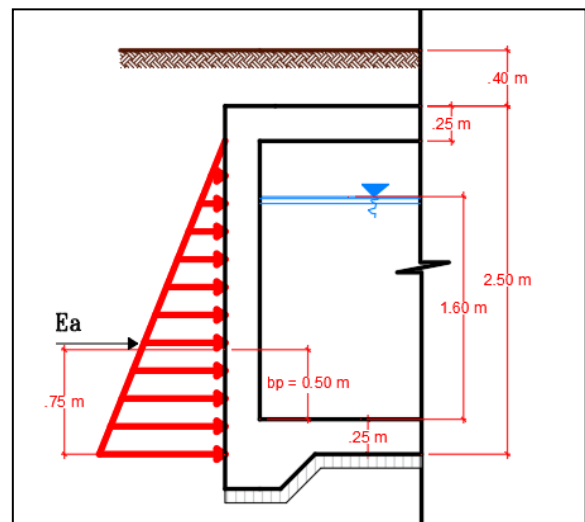


Figura 6: Momento flector (empuje de terreno)

Cortante

$$V = E_a$$

$$V = 1.603 \text{ t}$$

$$V_u = 1.3 (V)$$

$$V_u = 2.08 \text{ t}$$

Comprobación a la cortante

$$\text{Cortante Actuante} = V_{act} = V * 1000 / (0.75 * 100 * d)$$

$$V_{act} = 1.58 \text{ kg/cm}^2$$

Comprobación de Ru:

$$R_u = M_u * 100000 / (0.9 * 100 * d^2)$$

$$R_u = 4.40 \text{ kg/cm}^2$$

$$\rho = 0.00073$$

1er Estado de Carga: Empuje del agua (E agua)

Empuje del agua: $E_{\text{agua}} = \gamma_w * (h^2/2)$

$$E_{\text{agua}} = 2.048 \text{ t/m}$$

Momento Flector:

$$M_f = E_{\text{agua}} \cdot b \cdot p = 1.09 \text{ t-m}$$

$$M_u = 1.3 (M_f)$$

$$M_u = 1.42 \text{ t-m}$$

Cortante

$$V = E_{\text{agua}}$$

$$V = 2.048 \text{ t}$$

$$V_u = 1.3 (V)$$

$$V_u = 2.66 \text{ t}$$

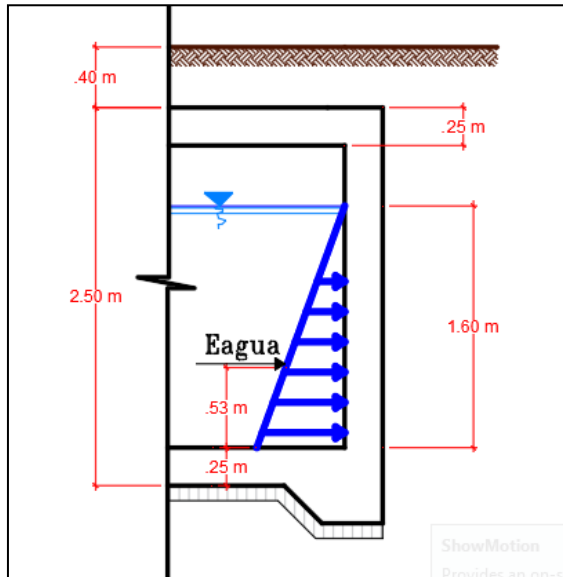


Figura 7: Momento flector (empuje del agua)

Comprobación a la cortante

$$\text{Cortante Actuante} = V_{\text{act}} = V * 1000 / (0.75 * 100 * d)$$

$$V_{\text{act}} = 2.02 \text{ kg/cm}^2$$

Comprobación de R_u :

$$R_u = M_u * 100000 / (0.9 * 100 * d^2)$$

$$R_u = 5.15 \text{ kg/cm}^2$$

$$\rho = 0.0015$$

Cálculo de armadura

Por lo tanto, se tendría un refuerzo para el muro de la siguiente manera:

$$\text{Cuantía } h = 0.0020 \rightarrow A_{sh \text{ min}} = 5.00 \text{ cm}^2 \rightarrow 1/2'' @ 0.20$$

$$\text{Cuantía } v = 0.0015 \rightarrow A_{sv \text{ min}} = 3.75 \text{ cm}^2 \rightarrow 3/8'' @ 0.20$$

LOSA INFERIOR:

Espesor asumido: 0.25m

Cargas Sobre la losa:

Peso propio del agua: $1000 * h_{agua} = 1,600 \text{ kg/m}^2$

Peso propio del concreto: $2400 * e = 600 \text{ kg/m}^2$

$W = 2,100 \text{ kg/m}^2 = 2.10 \text{ t/m}$

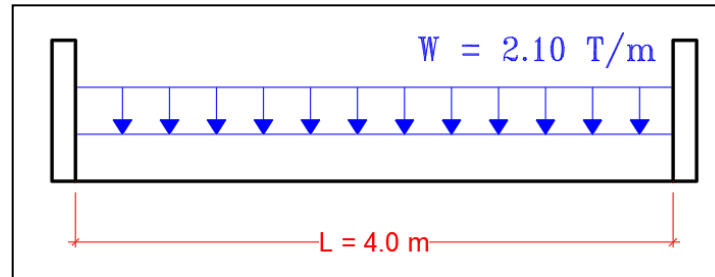


Figura 8: Cargas sobre losa inferior

Momentos Flectores:

$$M(-) = w * l^2 / 24 = 1.40 \text{ t-m}$$

$$M_u = 2.38 \text{ t-m}$$

$$R_u = 8.09 \text{ kg/cm}^2$$

$$\rho = 0.0018$$

$$M(-) = w * l^2 / 12 = 2.80 \text{ t-m}$$

$$M_u = 4.76 \text{ t-m}$$

$$R_u = 16.18 \text{ kg/cm}^2$$

$$\rho = 0.0036$$

Cortantes:

$$V_a = V_b = wL/2 = 4.20 \text{ t}$$

$$V_u = 7.14 \text{ t}$$

Comprobación a cortante:

$$\text{Cortante Actuante} = V_{act} = V * 1000 / (0.75 * 100 * d)$$

$$V_{act} = 5.44 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Cuantía } h = 0.0017 \rightarrow A_{sh \text{ min}} = 3.50 \text{ cm}^2 \rightarrow 3/8" @ 0.20$$

$$\text{Cuantía } l = 0.0017 \rightarrow A_{sv \text{ min}} = 3.50 \text{ cm}^2 \rightarrow 3/8" @ 0.20$$

LOSA SUPERIOR:

Espesor asumido: 0.25m

Cargas Sobre la losa:

Carga viva: 250 kg/m^2

Peso propio del concreto: $2400 \cdot e = 600 \text{ kg/m}^2$

$W = 850 \text{ kg/m}^2 = 0.85 \text{ t/m}$

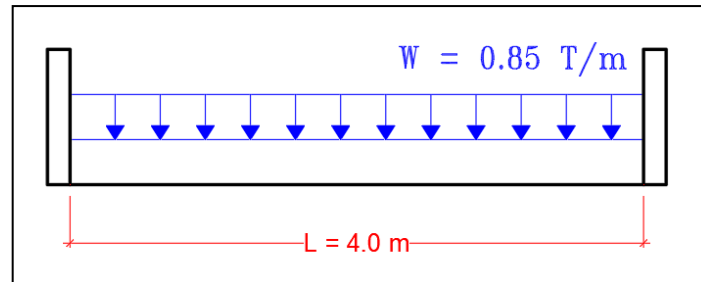


Figura 9: Cargas sobre losa superior

Momentos Flectores:

$$M(-) = w \cdot l^2 / 24 = 0.56 \text{ t-m}$$

$$M_u = 0.96 \text{ t-m}$$

$$R_u = 6.33 \text{ kg/cm}^2$$

$$\rho = 0.0015$$

$$M(-) = w \cdot l^2 / 12 = 1.13 \text{ t-m}$$

$$M_u = 1.93 \text{ t-m}$$

$$R_u = 12.76 \text{ kg/cm}^2$$

$$\rho = 0.0030$$

Cortantes:

$$V_a = V_b = wL/2 = 1.70 \text{ t}$$

$$V_u = 2.89 \text{ t}$$

Comprobación a cortante:

$$\text{Cortante Actuante} = V_{act} = V \cdot 1000 / (0.75 \cdot 100 \cdot d)$$

$$V_{act} = 2.20 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Cuantía } h = 0.0022 \rightarrow A_{sh} \text{ min} = 3.50 \text{ cm}^2 \rightarrow 3/8'' @ 0.20$$

$$\text{Cuantía } l = 0.0022 \rightarrow A_{sv} \text{ min} = 3.50 \text{ cm}^2 \rightarrow 3/8'' @ 0.20$$

3.6.1. Cabezal de riego

El cabezal de riego está formado por las válvulas y mecanismos de control, necesarios para un buen funcionamiento de un sistema de riego automático. Está equipado por una electrobomba trifásica de 2 HP, un manómetro de glicerina, una válvula de alivio de 2", un filtro de mallas de 1½", una válvula de aire de doble efecto de 1", una válvula de compuerta

de 2" de bronce, una válvula check de 2".

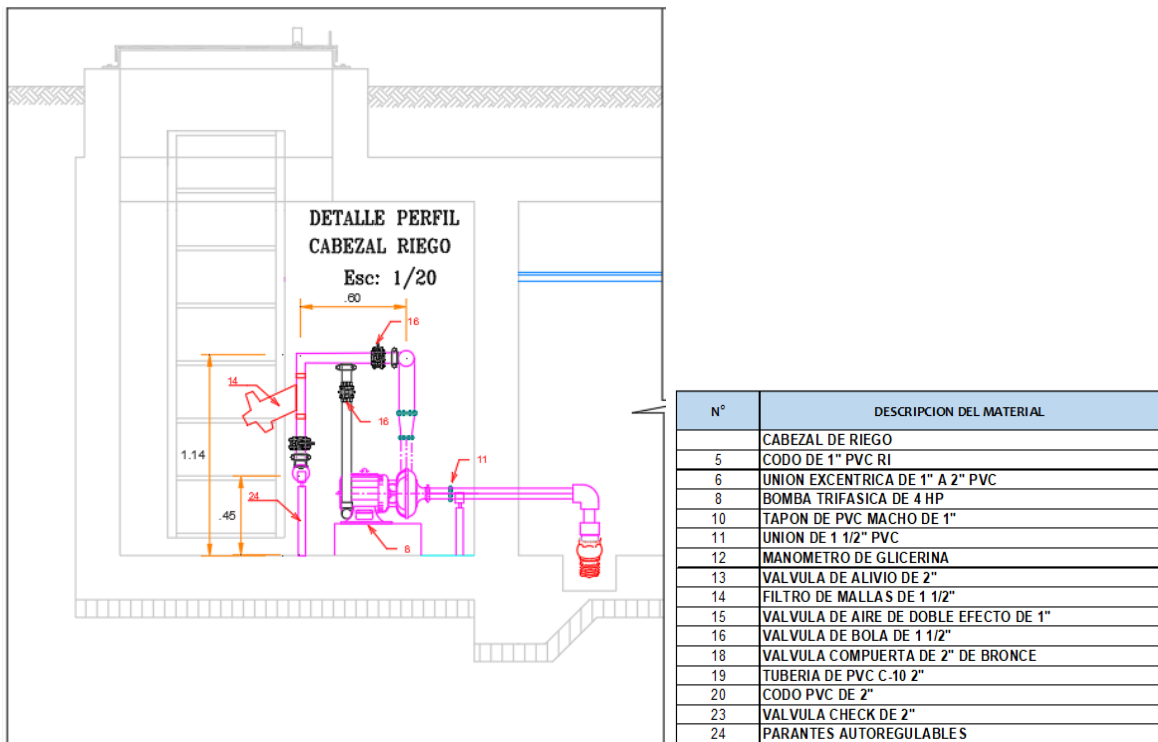


Figura 10: Detalle del cabezal de riego

FUENTE: Expediente Técnico

3.7. Red Hidráulica

3.7.1. Red de tuberías

Consiste de una red principal que parte del cabezal de riego y continúa hasta el sector de riego, regulada con tuberías de PVC SP Clase 10 de 1 1/2", 1" y 3/4" .

Toda la instalación de tuberías se realizó bajo tierra y toda la zona se dividió en 4 sectores de riego que conforman los turnos de riego que serán accionadas automáticamente.

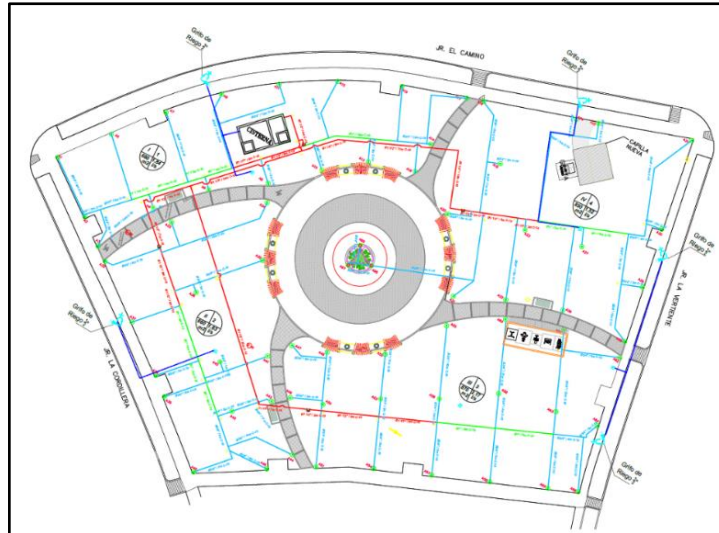


Figura 11: Red de tubería de PVC

FUENTE: Expediente Técnico

3.7.2. Válvula eléctrica

Los arcos de riego permiten la conexión de tuberías laterales de entrada a las tuberías principales y secundarias. De esta forma, se pueden dividir y controlar diferentes sectores de riego. El proyecto plantea la instalación de 4 unidades de arcos de riego.

Los arcos de riego están compuestos por una válvula eléctrica de 1" acoplado por un piloto regulador, válvula de aire de 1" S/E, El accionamiento de las válvulas hidráulicas es de forma automática .

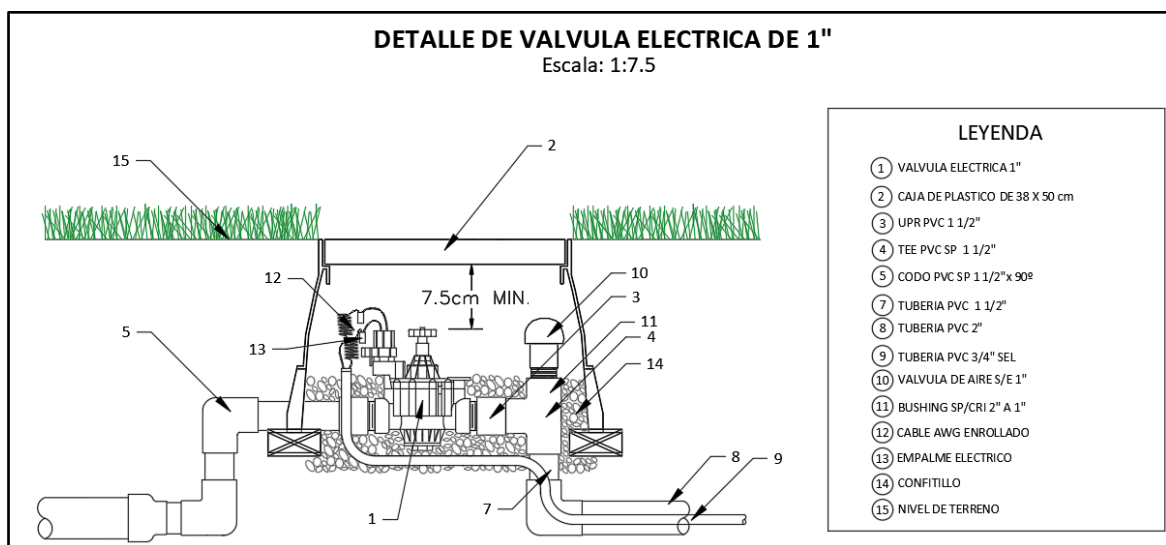


Figura 12: Válvula eléctrica

FUENTE: Expediente Técnico

3.8. Ejecución de obra

En este capítulo se reporta el trabajo y logros del ingeniero agrícola en la ejecución de los trabajos mencionados en el capítulo anterior y en el trabajo realizado en campo.

El trabajo del riego de las áreas verdes del parque El Camino, Urb. La Ensenada – Distrito de La Molina, es de forma automática de los sectores según diseño.

Se realizaron los siguientes trabajos desde el inicio hasta finalizar la obra contratada.

3.8.1. Trabajos en gabinete

Para iniciar la ejecución del proyecto, se tuvo que revisar los planos proporcionados por la municipalidad de La Molina, en base a los detalles del expediente técnico, fueron los siguientes:

IS-03	Plano de detalle Cabezal de Riego (Anexo 1)
IS-04	Plano de detalle de Instalación de Riego Tecnificado (Anexo 2)
IS-01	Plano de Distribución de Tuberías (Anexo 3)
IS-02	Plano de Distribución Aspersores (Anexo 4)
IE-01	Plano Sistema Eléctrico del Cuarto de Bombas (Anexo 5)
IE-02	Plano Eléctrico de Válvulas Eléctricas (Anexo 6)
E-02	Plano cisterna refuerzo (Anexo 7)

La ejecución se llevó a cabo después de que la empresa ejecutora examinara y verificara la información utilizando programas y herramientas detallados.

Con información contenida en el expediente técnico, se procede con la construcción e instalación del sistema. Los cálculos proporcionados y verificados son los siguientes:

3.9. Esquema hidráulico

Se presenta un esquema con la disposición de los principales componentes del sistema de riego (Reservorio-cisterna, sistema de bombeo, red de distribución, sectores de riego, etc.), que proporciona una orientación general del proyecto reflejando la parte física explicada en la concepción del proyecto.

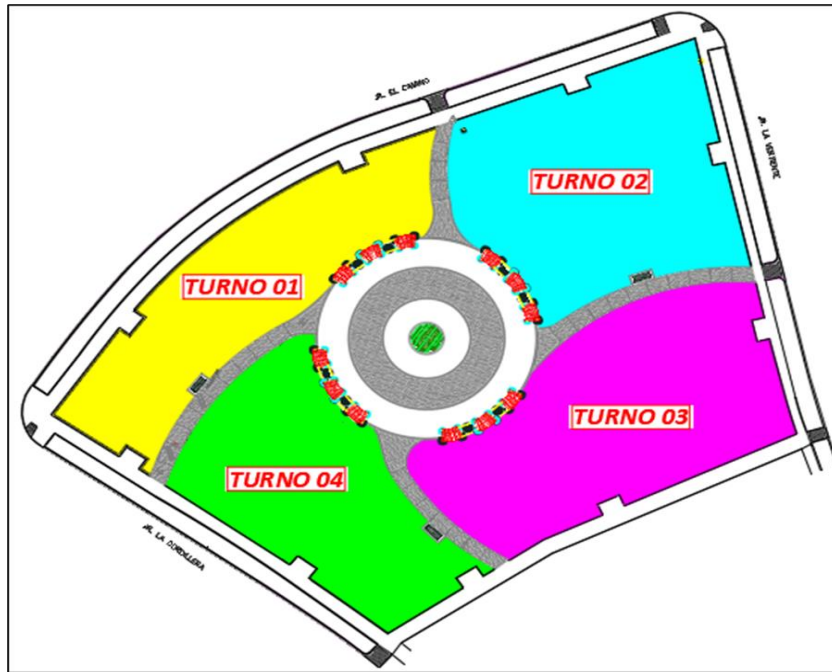


Figura 13: Sectores y turnos de riego

FUENTE: Expediente Técnico

El proyecto contempla cuatro (04) turnos de riego con rotores y rociadores, los tiempos de operación y volúmenes se detalla en los parámetros de operación.

3.10. Diseño del sistema de riego

3.10.1. Cálculo de la demanda de agua

Para realizar el dimensionamiento de la cisterna se necesita realizar el cálculo de la Demanda Hídrica, el cual siguió el siguiente esquema:



Figura 14: Esquema de cálculo de la demanda hídrica del parque

- Para esto se tomó en cuenta los datos meteorológicos de la estación de la Molina a través del SENAMHI.
- Para realizar el Cálculo de la Evapotranspiración se procedió a través de la Formula de Penman-Monteith. Usando el Software CROPWAT.
- Donde resultó un Eto máxima de 4.42 mm/día para el mes de febrero.

Tabla 2: Calculo de evapotranspiración

The screenshot shows the 'ETo Penman-Monteith Mensual' software interface. The window title is 'ETo Penman-Monteith Mensual - C:\My_CLIMWAT_Files\LA-MOLINA.pen'. The interface includes input fields for 'País' (Location 9), 'Estación' (LA-MOLINA), 'Altitud' (251 m), 'Latitud' (12.08 °S), and 'Longitud' (76.95 °W). Below these fields is a table with the following data:

Month	Temp Min °C	Temp Max °C	Humidity %	Wind km/día	Sun horas	Rad MJ/m²/día	ETo mm/día
January	17.3	28.4	84	173	5.1	18.1	3.71
February	18.4	30.5	83	173	7.0	21.1	4.42
March	16.7	29.3	84	147	6.3	19.2	3.95
April	15.4	27.5	85	86	6.6	18.0	3.40
May	13.5	23.7	87	86	4.3	13.3	2.40
June	12.7	20.3	88	86	2.3	9.9	1.76
July	12.3	19.4	88	86	1.8	9.6	1.67
August	12.1	19.4	88	112	1.9	10.8	1.87
September	12.4	20.5	88	112	2.7	13.0	2.24
October	12.9	22.1	86	112	4.1	16.1	2.80
November	13.7	23.7	85	147	4.6	17.3	3.12
December	15.2	25.8	85	147	5.3	18.3	3.42
Average	14.4	24.2	86	122	4.3	15.4	2.90

FUENTE: Expediente Técnico Parque El Camino

- Con el dato de la Evapotranspiración (Eto) se procedió a calcular la Demanda de Agua, de acuerdo a los datos de Kc, donde para cada especie se estimó los siguientes Kc para el césped 1.15 para los árboles y 0.79 para las jardineras. Donde el Kc para el césped se estimó de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 3: Kc del césped

Cultivo		K_{c, m^1}	$K_{c, med}$	$K_{c, m}$	Altura Máx. Cultivo (h) (m)
j. Forrajes					
Alfalfa (heno)	- efecto promedio de los cortes	0,40	0,95 ¹³	0,90	0,7
	- periodos individuales de corte	0,40 ¹⁴	1,20 ¹⁴	1,15 ¹⁴	0,7
	- para semilla	0,40	0,50	0,50	0,7
Bermuda (heno)	- efecto promedio de los cortes	0,55	1,00 ¹³	0,85	0,35
	- cultivo para semilla (primavera)	0,35	0,90	0,65	0,4
Trébol heno, Bersim	- efecto promedio de los cortes	0,40	0,90 ¹³	0,85	0,6
	- periodos individuales de corte	0,40 ¹⁴	1,15 ¹⁴	1,10 ¹⁴	0,6
Rye Grass (heno)	- efecto promedio de los cortes	0,95	1,05	1,00	0,3
Pasto del Sudán (anual)	- efecto promedio de los cortes	0,50	0,90 ¹⁴	0,85	1,2
	- periodo individual de corte	0,50 ¹⁴	1,15 ¹⁴	1,10 ¹⁴	1,2
Pastos de Pastoreo	- pastos de rotación	0,40	0,85-1,05	0,85	0,15-0,30
	- pastoreo extensivo	0,30	0,75	0,75	0,10
Pastos (césped, turfgrass)	- época fría ¹⁵	0,90	0,95	0,95	0,10
	- época caliente ¹⁵	0,80	0,85	0,85	0,10

FUENTE: Evapotranspiración de Cultivos – FAO

- La Eficiencia de Riego se calculó a partir de los métodos utilizados, aspersión y goteo, donde el sistema de riego por aspersión tiene una eficiencia de 72%.
- El detalle del cálculo de la demanda hídrica en todo el año, utilizando todos los parámetros detallados, se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 4: Demanda hídrica del parque El camino

CULTIVO	AREA (ha)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
CESPED (TURF GRASS)	0.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ARBOREO	0.05	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
AREA TOTAL	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Kc Promedio		0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
ETP (mm/día)		3.71	4.42	3.95	3.4	2.4	1.76	1.67	1.87	2.24	2.8	3.12	3.42
ETA (mm/día) (ETP*Kc)		3.57	4.25	3.80	3.27	2.31	1.69	1.61	1.80	2.16	2.70	3.00	3.29
P. EFECTIVA (mm/día)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NECESIDADES NETAS (mm/día)		3.57	4.25	3.80	3.27	2.31	1.69	1.61	1.80	2.16	2.70	3.00	3.29
EFICIENCIA DE RIEGO (Er)		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
NECESIDADES TOTALES (mm/día)		4.76	5.67	5.07	4.36	3.08	2.26	2.14	2.40	2.87	3.59	4.00	4.39
DEMANDA UNITARIA (m3/ha)		47.61	56.72	50.69	43.63	30.80	22.59	21.43	24.00	28.75	35.93	40.04	43.89
MODULO DE RIEGO (lps/ha)		0.73	0.88	0.78	0.67	0.48	0.35	0.33	0.37	0.44	0.55	0.62	0.68
VOLUMEN TOTAL (M3/día)		14.33	17.07	15.26	13.13	9.27	6.80	6.45	7.22	8.65	10.82	12.05	13.21
DIAS MES		31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
VOLUMEN TOTAL MENSUAL (M3/MES)		444.3	478.1	473.0	394.0	287.4	204.0	200.0	223.9	259.6	335.3	361.6	409.5

Fuente: Expediente Técnico Parque El Camino

- Donde resultó una Demanda máxima de 5.67 mm/día, lo cual equivale a 56.72 m³/día/hectárea, como también a 7.56 lt/día/m². Luego multiplicando por el área del Parque se obtiene un volumen demandado de 17.13 m³, aproximando se tiene un

volumen de diseño de 22.40 m³ multiplicando por su factor de seguridad de 1.25.

- El intervalo de riego es de un (01) día.

Tabla 5: Calculo del volumen de la cisterna del parque El camino

Necesidad de riego	5.672	mm/día
	56.72	m ³ /ha/día
Superficie irrigada	0.302	ha
Demanda diaria	20.30	m ³ /día
Intervalo de riego	1.00	días
Volumen requerido	20.30	m ³
Factor de seguridad	10.00	%
Volumen de diseño	22.33	m ³
Volumen de diseño	22.40	m³

FUENTE: Expediente Técnico Parque El Camino

- El intervalo de riego es de un (01) día.

3.10.2. Diseño agronómico

Para plantear el diseño agronómico, se ha tenido en cuenta el tipo de suelo de la zona del distrito, el tipo de especie vegetal (césped y especies arbóreas), los datos meteorológicos, la topografía del área del proyecto y el tipo de emisor a usar. Por lo que resultan un diseño agronómico (rotores), de acuerdo al área que cada tipo de emisor ocupa.

La necesidad de riego de diseño, se calcula para las épocas de máxima demanda para condiciones críticas en épocas de máxima demanda. Donde resultó el mes crítico el mes de febrero con una ETo de 4.42 mm/día.

El área del parque ocupa 0.302 hectáreas.

El caudal que llega en este mes de acuerdo al cuadro de Oferta de Agua es de 0.75 lps que equivalen a 2.7 m³/hr.

La característica del emisor propuesto, son de dos tipos, el primero es el de los rotores de ½” cuyo radio alcance nominal es de 8.2mts; y de los rociadores cuyo radio de alcance nominal es de 1.80m. Todas las características técnicas de los emisores se pueden observar en los Anexos.

La capacidad de retención del suelo, se da a través de la textura del suelo, en este caso es textura franco arenoso. La precipitación horaria máxima del sistema es de 5.67 mm/hr el cual es menor que la velocidad de infiltración básica, por lo que no existirá sobre saturación ni esorrentía de agua.

El intervalo de Riego o Ciclo de Riego (que en este caso es el mismo), se da diariamente para ofrecerle a las especies un constante humedecimiento del suelo lo cual mejora la cobertura de las plantas.

El tiempo de riego total de riego es de 3.15 horas/día con cuatro (04) turnos de riego.

En las siguientes tablas se detallan los cálculos de diseño agronómico para cada tipo de emisor.

Tabla 6: Datos para de diseño agronómico

DATOS PARA EL DISEÑO AGRONOMICO (ROTORES)	
Cultivo:	Césped y Especies Arboreas
Sistema:	Aspersión
DATOS DEL CLIMA	
Eto	4.42
Humedad Relativa media H_{rm} [%]	86.00
Velocidad del viento > 3m/s	de [h]: --- a [h]: ---
DATOS DE LA PARCELA	
Area bruta A [ha]	0.301
Area neta bajo riego s_r [Ha]	0.301
Espaciamiento entre plantas d_p e/hileras d_h [m]	- -
Pendiente [%]	0.00 (lat) 0.00 (terc)
DATOS DE LA FUENTE DE AGUA	
Caudal [m ³ /h] Q_s	10.8
Disponibilidad:	12 horas /dos días de la semana
DATOS DEL CULTIVO	
Nombre:	Césped/Arboreo
Fase	Media Temp.
Kc ponderado	0.96
% del área bajo riego Par	de : 100 a : 100
Profundidad radicular efectiva z_r [m]	1
Máximo % de agua aprovechable Pa	5
SISTEMA DE RIEGO	
Método	Aspersión
Eficiencia [%] E_f	75
Modelo del Emisor	POP UP ROTOR 3500 1/2"
Presión de operación [BAR]	2.50
Caudal del Emisor q_e [lt/h]	390
Diámetro efectivo d [m]	16.4
Angulo de cobertura α [°]	0° - 360°
Espaciamiento entre emisores d_e [m] e/laterales d_l [m]	8.2 8.2
Número de emisores por planta N_{ep}	-
Máximas horas de operación por día H_d [h]	3
Días de paro/ciclo D_p	0
Coefficiente de Uniformidad C.U. [%]	90
Coefficiente de Variabilidad C.V. [%]	5
DATOS DEL SUELO	
Textura	Franco Arenoso
Hcc [%W]	14
HPm [%W]	6
Peso específico aparente [gr/cm ³] Pe_a	1.5
Velocidad de Infiltración básica I [mm/h]	10.9
Profundidad efectiva [m]	3

FUENTE: Expediente Técnico Parque El Camino

Tabla 7: Resultados del diseño agronómico para operación del sistema de riego

RESULTADO DE DISEÑO AGRONOMICO (ROTORES)				
Nº	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	VALOR	UNIDADES
01	Lámina disponible/zr	LDzr	120.00	[mm/zr]
02	Volúmen disponible/zr	VDzr	1200.00	[m ³ /Ha/zr]
03	Lámina aprovechable/zr	LAzr	6.00	[mm/zr]
04	% del área bajo riego	Par	100.00	[%]
05	% área bajo riego/planta			
06	Diámetro humedecido	d		
07		Par \leq MxAR	ACEPTADO	
		Par \geq MiAR	ACEPTADO	
08	Precipitación horaria	Phr	9.00	[mm/hr]
		Phr \leq l	ACEPTADO	
09	Etc	Etc	4.24	[mm/días]
10	Intervalo de riego	Ir	1.41	[días]
11	Intervalo ajustado	Ir(aj)	1.00	[días]
12	Ciclo de riego	CR	1.00	[días]
13	Lámina de riego ajustada	Lr(aj)	4.24	[mm]
14	% agua aprovechable	LR(aj) \leq LAzr	ACEPTADO	
		Pa(aj) \leq Pa	ACEPTADO	
15	Lámina bruta	LB	5.7	[mm]
16	Dosis bruta	DB	56.58	[m ³ /Ha]
17	Dosis bruta/planta	DBp		
18	Horas por turno	Ht	0.63	[h/turno]
	Minutos por turno	Ht	37.72	[min/turno]
19	Turnos por día	Td	4.00	[turnos/día]
20	Horas de riego por día	Hd	2.51	[h/día]
21	Horas por ciclo	Hc	2.51	[h/ciclo]
22	Tiempo de riego/posición	Tr	0.63	[h/posición]
23	Turnos por ciclo	Tc	4.00	[turnos/ciclo]
24	Superficie por turno	St	0.075	[Ha/turno]
25	Dosis bruta por turno	DBt	4.26	[m ³ /turno]
26	Caudal requerido de la fuente	Qr	5.32	[m ³ /h]
	Caudal requerido de la fuente	Qr	1.48	[lps]
		Qr \leq Qs	ACEPTADO	
28	Volúmen bruto por ciclo	VBc	17.029	[m ³ /ciclo]

FUENTE: Expediente Técnico Parque El Camino

3.10.3. Diseño hidráulico

Los criterios de diseño de las distintas estructuras y componentes del sistema de riego tienen en cuenta la función hidráulica según el expediente entregado por la municipalidad de La Molina.

Para verificar el diseño hidráulico del mejoramiento de del sistema de riego se evaluó lo indicado en el expediente técnico de la obra para verificar el correcto diseño a fin de ser ejecutado en el parque señalado.

El diseño hidráulico se basó en el cálculo de las tuberías con una velocidad máxima de trabajo de 1.50m/s, y con una pérdida de carga del 20% de la Presión de Trabajo del Emisor como máximo, dentro de cada sector. Para así poder lograr las eficiencias de riego preestablecidas de 75% de uniformidad.

El diseño hidráulico se inicia en sentido inverso, analizando desde el último emisor hasta la unidad de bombeo, donde se procedió al cálculo de todos los sectores de riego, llegando así al sector crítico que resultó el turno 03. Donde resultó que la pérdida de carga en la válvula eléctrica 1.30 m.c.a. y en la tubería matriz 4.77 m.c.a.

El cálculo de las pérdidas de carga se realizó en todos los sectores teniendo como resultando los requerimientos de Presión del Sistema que se presentan a continuación. Dando como resultado una presión requerida de 37.33 m.c.a. en el turno crítico. Los cálculos de pérdida de carga por sector se indica en las siguientes tablas:

Tabla 8: Requerimiento de presión del Turno N° I-V1

CALCULOS HIDRAULICOS								
				TURNO I	V 1			
CALCULO HIDRAULICO DE LA TUBERIA MATRIZ								
SECCION	CAUDAL	CAUDAL	DIAMETRO	LONGTUD	LONGTUD	PERDIDA	VELOCID.	OBSERV.
N°	(l/s)	ACUM.	INTERNO	(m)	ACUM.	HF	CRITICA	
		(l/s)	(mm)		(m)	(m.c.a.)	(m/s)	
A1-A2	0.108	0.11	22.90	9.00	9.00	0.05	0.26	O.K.
A2-H	0.108	0.22	22.90	2.00	11.00	0.04	0.52	O.K.
H-R	0.108	0.32	22.90	5.00	16.00	0.19	0.79	O.K.
R-S	0.108	0.43	29.40	3.00	19.00	0.06	0.64	O.K.
S-T	0.108	0.54	29.40	6.00	25.00	0.17	0.80	O.K.
T-U	0.108	0.65	29.40	2.00	27.00	0.08	0.95	O.K.
U-V	0.108	0.76	29.40	4.00	31.00	0.20	1.11	O.K.
V-W	0.216	0.97	44.40	4.00	35.00	0.04	0.63	O.K.
W-V1	0.108	1.08	44.40	6.00	41.00	0.08	0.70	O.K.
V1-Q	0.756	1.84	44.40	1.50	42.50	0.05	1.19	O.K.
Q-A		1.84	44.40	2.00	44.50	0.07	1.19	O.K.
A-Caseta		1.84	44.40	2.00	46.50	0.07	1.19	O.K.
CABEZAL								
COTA DE TOMA		230.00		46.50	HF 1.10			
COTA VALVULA		230.00						
DESNIVEL		0.00	Des nivel a Favor					
CALCULO DEL ADT								
PARAMETROS				VALOR				
				(m.c.a.)				
PRESION DE TRABAJO				25.00				
PERDIDAS DE PRESION EN ARCO DE RIEGO				1.00				
PERDIDAS EN ACCESORIOS DE ARCO DE RIEGO				1.30				
PERDIDA DE INYECCION DE FERTILIZANTE								
ALTURA DE SUCCION				1.00				
PERDIDAS DE PRESION EN MATRIZ				1.10				
PERDIDAS DE PRESION EN ACCESORIOS (10% Matriz)				0.11				
PERDIDAS DE PRESION EN CABEZAL DE FILTRADO				2.00				
SEGURIDAD (5%)				1.58				
DESNIVEL TOPOGRAFICO				0.00				
TOTAL				33.09				

FUENTE: Expediente Técnico Parque El Camino

Tabla 9: Requerimiento de presión del Turno N° II-V2

CALCULOS HIDRAULICOS								
				TURNO II	V 4			
CALCULO HIDRAULICO DE LA TUBERIA MATRIZ								
SECCION N°	CAUDAL (l/s)	CAUDAL ACUM. (l/s)	DIAMETRO INTERNO (mm)	LONGITUD (m)	LONGITUD ACUM. (m)	PERDIDA HF (m.c.a.)	VELOCID. CRITICA (m/s)	OBSERV.
A45-R	0.108	0.11	22.90	7.00	7.00	0.04	0.26	O.K.
R-Q	0.216	0.32	22.90	5.00	12.00	0.19	0.79	O.K.
Q-P	0.216	0.54	29.40	5.00	17.00	0.14	0.80	O.K.
P-O	0.324	0.86	29.40	3.00	20.00	0.19	1.27	O.K.
O-N	0.108	0.97	29.40	4.00	24.00	0.32	1.43	O.K.
N-M		0.97	29.40	4.00	28.00	0.32	1.43	O.K.
M-L	0.108	1.08	44.40	2.00	30.00	0.03	0.70	O.K.
L-V4	0.540	1.62	44.40	6.00	36.00	0.16	1.05	O.K.
V4-D		1.62	44.40	7.00	43.00	0.19	1.05	O.K.
D-C		1.62	44.40	7.00	50.00	0.19	1.05	O.K.
C-B		1.62	44.40	16.00	66.00	0.44	1.05	O.K.
B-Q		1.62	44.40	2.00	68.00	0.05	1.05	O.K.
Q-A		1.62	44.40	4.00	72.00	0.11	1.05	O.K.
A-Caseta		1.62	44.40	2.00	74.00	0.05	1.05	O.K.
CABEZAL								
COTA DE TOMA		230.00		74.00	HF	2.44		
COTA VALVULA		230.00						
DESNIVEL		0.00	Desnivel a Favor					
CALCULO DEL ADT								
PARAMETROS				VALOR (m.c.a.)				
PRESION DE TRABAJO				25.00				
PERDIDAS DE PRESION EN ARCO DE RIEGO				1.00				
PERDIDAS EN ACCESORIOS DE ARCO DE RIEGO				1.30				
PERDIDA DE INYECCION DE FERTILIZANTE								
ALTURA DE SUCCION				1.00				
PERDIDAS DE PRESION EN MATRIZ				2.44				
PERDIDAS DE PRESION EN ACCESORIOS (10% Matriz)				0.24				
PERDIDAS DE PRESION EN CABEZAL DE FILTRADO				2.00				
SEGURIDAD (5%)				1.65				
DESNIVEL TOPOGRAFICO				0.00				
TOTAL				34.63				

FUENTE: Expediente Técnico Parque El Camino

Tabla 10: Requerimiento de presión del Turno N° III-V2

CALCULOS HIDRAULICOS								
TURNO III V 62								
CALCULO HIDRAULICO DE LA TUBERIA MATRIZ								
SECCION N°	CAUDAL (l/s)	CAUDAL ACUM. (l/s)	DIAMETRO INTERNO (mm)	LONGITUD (m)	LONGITUD ACUM. (m)	PERDIDA HF (m.c.a.)	VELOCID. CRITICA (m/s)	OBSERV.
A62-K	0.108	0.11	22.90	8.00	8.00	0.04	0.26	O.K.
K-J	0.216	0.32	22.90	12.00	20.00	0.46	0.79	O.K.
J-I	0.324	0.65	29.40	8.00	28.00	0.31	0.95	O.K.
I-H	0.324	0.97	29.40	8.00	36.00	0.64	1.43	O.K.
H-G	0.324	1.30	44.40	8.00	44.00	0.15	0.84	O.K.
G-F	0.324	1.62	44.40	8.00	52.00	0.22	1.05	O.K.
F-V3	0.540	2.16	44.40	2.00	54.00	0.09	1.40	O.K.
F-E		2.16	44.40	7.00	61.00	0.32	1.40	O.K.
E-C		2.16	44.40	32.00	93.00	1.45	1.40	O.K.
C-B		2.16	44.40	16.00	109.00	0.73	1.40	O.K.
B-Q		2.16	44.40	2.00	111.00	0.09	1.40	O.K.
Q-A		2.16	44.40	4.00	115.00	0.18	1.40	O.K.
A-Caseta		2.16	44.40	2.00	117.00	0.09	1.40	O.K.
CABEZAL								
COTA DE TOMA		230.00		117.00	HF	4.77		
COTA VALVULA		230.00						
DESNIVEL		0.00	Desnivel a Favor					
CALCULO DEL ADT								
PARAMETROS				VALOR (m.c.a.)				
PRESION DE TRABAJO				25.00				
PERDIDAS DE PRESION EN ARCO DE RIEGO				1.00				
PERDIDAS EN ACCESORIOS DE ARCO DE RIEGO				1.30				
PERDIDA DE INYECCION DE FERTILIZANTE								
ALTURA DE SUCCION				1.00				
PERDIDAS DE PRESION EN MATRIZ				4.77				
PERDIDAS DE PRESION EN ACCESORIOS (10% Matriz)				0.48				
PERDIDAS DE PRESION EN CABEZAL DE FILTRADO				2.00				
SEGURIDAD (5%)				1.78				
DESNIVEL TOPOGRAFICO				0.00				
TOTAL				37.33				

FUENTE: Expediente Técnico Parque El Camino

Tabla 11: Requerimiento de presión del Turno N° IV-V2

CALCULOS HIDRAULICOS								
TURNO IV V 31								
CALCULO HIDRAULICO DE LA TUBERIA MATRIZ								
SECCION N°	CAUDAL (l/s)	CAUDAL ACUM. (l/s)	DIAMETRO INTERNO (mm)	LONGITUD (m)	LONGITUD ACUM. (m)	PERDIDA HF (m.c.a.)	VELOCID. CRITICA (m/s)	OBSERV.
A31-Q	0.108	0.11	22.90	15.00	15.00	0.08	0.26	O.K.
Q-P	0.108	0.22	22.90	4.00	19.00	0.07	0.52	O.K.
P-O	0.324	0.54	29.40	8.00	27.00	0.23	0.80	O.K.
O-R	0.108	0.65	29.40	5.00	32.00	0.20	0.95	O.K.
R-N	0.324	0.97	44.40	3.00	35.00	0.03	0.63	O.K.
N-M	0.108	1.08	44.40	5.00	40.00	0.07	0.70	O.K.
M-V4	0.652	1.73	44.40	3.00	43.00	0.09	1.12	O.K.
V4-B		1.73	44.40	32.00	75.00	0.99	1.12	O.K.
B-Q		1.73	44.40	2.00	77.00	0.06	1.12	O.K.
Q-A		1.73	44.40	4.00	81.00	0.12	1.12	O.K.
A-Caseta		1.73	44.40	2.00	83.00	0.06	1.12	O.K.
CABEZAL								
COTA DE TOMA		230.00		83.00		HF 2.01		
COTA VALVULA		230.00						
DESNIVEL		0.00	Des nivel a Favor					
CALCULO DEL ADT								
PARAMETROS				VALOR (m.c.a.)				
PRESION DE TRABAJO				25.00				
PERDIDAS DE PRESION EN ARCO DE RIEGO				1.00				
PERDIDAS EN ACCESORIOS DE ARCO DE RIEGO				1.30				
PERDIDA DE INYECCION DE FERTILIZANTE								
ALTURA DE SUCCION				1.00				
PERDIDAS DE PRESION EN MATRIZ				2.01				
PERDIDAS DE PRESION EN ACCESORIOS (10% Matriz)				0.20				
PERDIDAS DE PRESION EN CABEZAL DE FILTRADO				2.00				
SEGURIDAD (5%)				1.63				
DESNIVEL TOPOGRAFICO				0.00				
TOTAL				34.14				

FUENTE: Expediente Técnico Parque El Camino

Tabla 12: Resumen de requerimiento de Presión

Parámetro	Turno I	Turno II	Turno III	Turno IV
	V 1	V 4	V 63	V 31
Presión de trabajo	25.00	25.00	25.00	25.00
Pérdidas de presión en arco de riego	1.00	1.00	1.00	1.00
Pérdidas en accesorios de arco de riego	1.30	1.30	1.30	1.30
Pérdida de inyección de fertilizante	0.00	0.00	0.00	0.00
Altura de succión	1.00	1.00	1.00	1.00
Pérdidas de presión en matriz	1.10	2.44	4.77	2.01
Pérdidas de presión en accesorios (10% Matriz)	0.11	0.24	0.48	0.20
Pérdidas de presión en cabezal de filtrado	2.00	2.00	2.00	2.00
Seguridad (5%)	1.58	1.65	1.78	1.63
Desnivel topográfico	0.00	0.00	0.00	0.00
Requerimiento de presión (mca)	33.09	34.63	37.33	34.14

FUENTE: Expediente Técnico Parque El Camino

Tabla 13: Requerimiento de potencia del sistema

Descripción	Unidad	Turno I	Turno II	Turno III	Turno IV
		V 1	V 4	V 62	V 31
ADT Perdida de carga en red	m.c.a.	33.09	34.63	37.33	34.14
ADT Total	m.c.a.	33.09	34.63	37.33	34.14
Caudal	l/s	1.84	1.62	2.16	1.73
	m ³ /hr	6.61	5.83	7.78	6.24
Potencia de la bomba	HP	1.45	1.34	1.92	1.41
Potencia del motor	HP	1.50	1.40	2.00	1.50

FUENTE: Expediente Técnico Parque El Camino

3.10.4. Parámetros de Operación del sistema de riego

Se han proyectado cuatro (04) turnos de riego para la conducción al Parque El Camino.

En máxima demanda, los sectores con rotores necesitan de 63 min.

En total se requiere en época de máxima demanda 3.15 horas.

Cabe señalar que en época de mínima demanda los tiempos disminuirán hasta en un 40%, vale decir que en mínima demanda se necesitará de 23 min. de tiempo para riego.

Tabla 14: Parámetros de operación del sistema de riego

N° Válvula	Turno	Área Sector (Ha)	Tipo de aspersor	Cantidad de aspersores	Caudal/Hidr. por turno (l/s)	Caudal/Hidr. (m ³ /h)	Tiempo de riego (h)	Día de riego
1	I	0.066	Aspersor rotor 3500	17.00	1.84	6.63	0.63	Día 1
2	II	0.083	Aspersor rotor 3500	15.00	1.63	5.85	0.63	
3	III	0.087	Aspersor rotor 3500	20.00	2.17	7.80	0.63	
4	IV	0.065	Aspersor rotor 3500	14.00	1.52	5.46	0.63	
5	IV	0.001	Aspersor VAN 8	3.00	0.22	0.78	0.63	
TOTAL		0.302		69.00			3.15	

FUENTE: Expediente Técnico Parque El Camino

3.11. Labores de campo

3.11.1. Entrega de Terreno

De acuerdo al Art. 152 del Reglamento General de Contrataciones del Estado se procedió con el recorrido en el área de trabajo, dándose por entregado el terreno, sin ninguna objeción.

3.11.2. Proceso de trabajo seguros y responsable

El trabajo que realice una persona produce riesgos, ya sea excavar zanjas, transportar materiales, moverse con herramientas y equipos, trabajar en alturas, etc. , por lo que se capacito a los trabajadores (albañiles, maestro de obra, operadores de maquinarias, personal técnico) con charlas de inducción realizadas por la empresa ejecutora.

Para el inicio de los trabajos en la obra se realizaba las siguientes actividades:

- Se organizaba por grupo a los trabajadores para darles charlas.
- Revisión de las herramientas y EPPS de cada trabajado para asegurar el correcto funcionamiento.
- El personal tuvo las herramientas apropiadas para cada labor específica de trabajo.
- Se inspeccionaba zonas de peligro de accidentes y zonas de trabajo para la correcta señalización.



Figura 15: Charla sobre seguridad en obra



Figura 16: Cartel informativo sobre EPPS

3.11.3. Trazo y Replanteo preliminar

Para este proceso se utilizó los planos del expediente de obra: Planteamiento General, distribución de tuberías, eléctrico de válvulas, instalaciones eléctricas y sistema de riego para evaluar y verificar en campo el lugar proyectado de construcción y poder definir con responsabilidad y criterio las excavaciones de zanja.

La totalidad de las obras fueron realizadas de acuerdo con los trazos y dimensiones mostrados en los planos originales.



Figura 17: Trazado de campo



Figura 18: Trazado de campo

3.11.4. Instalación de caseta de almacén y cercado de obra

Se colocó un cerco perimétrico de la obra para evitar peligro a los vecinos y/o visitantes de la urbanización y se ajenas a la obra y se instala la caseta de almacén de obra, caseta adicional para guardianía y/o deposito donde se ubicará la oficina del residente de obra, almacenamiento de herramientas, equipos y materiales de construcción.



Figura 19: Cercado de terreno



Figura 20: Caseta de almacén

3.11.5. Materiales y maquinaria utilizada en los trabajos en campo

Para poder realizar los trabajos en campo, la empresa ejecutora utilizó los materiales y maquinarias necesarias para la ejecución de cada partida de la obra, de acuerdo al expediente técnico, con previa solicitud del supervisor de obra. Estos materiales son descritos con su propósito general de la siguiente manera:

Maquinaria como retroexcavadora CAT M318C, Bobcat 300, rodillo liso CAT CB24, para realizar zanjas, construcción de reservorio, nivelar caminos, camiones volquete FAW 360HP para la eliminación de material excedente.

Herramientas como lampas, picos, rastrillos, amoladoras con disco de fierros, zarandas, escofinas, taladro, martillo son herramientas necesarias para el trabajo en campo para la habilitación de fierros y encofrado de la cisterna y cuarto de bomba, para la colocación de la instalación de tubería, construcción de veredas, sardineles, caseta, entre otras.

Equipos importantes como el “nivel de ingeniero”, manómetro para medir y calibrar la presión correcta de trabajo de las válvulas eléctricas de riego.

3.11.6. Proceso de movimiento de tierra en excavación de tierra

Consiste en la provisión de la mano de obra, equipo, materiales y maquinaria pesada (retroexcavadora), para la ejecutar los trabajos necesarios para la excavación de zanja, para la construcción de cisterna, cuarto de bomba e instalación de tuberías principales y secundarias.

- **Unidad de medida**

La unidad de medida utilizada para efectos del metrado del volumen de material excavado y el relleno compactado con material seleccionado fue el metro cubico (m^3), para poder programar los viajes de volquetes de $15 m^3$ de capacidad para la eliminación del material excedente.

- **Preparación de cama de apoyo**

El refine, la nivelación y el compactado se realizó con equipo y el relleno se utilizó material propio.

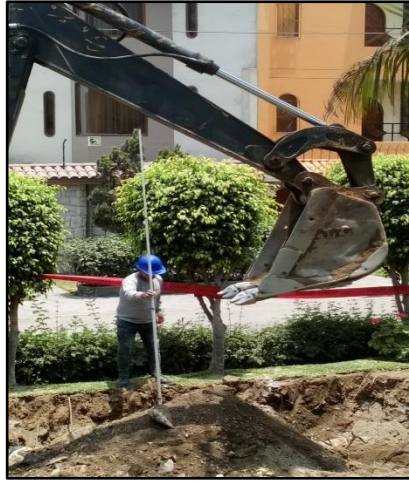


Figura 21: Excavación de zanja con retroexcavadora

3.12. Ejecución de obras civiles

3.12.1. Construcción de cisterna y cuarto de bomba

Se realizaron las siguientes tareas para la construcción de la cisterna y cuarto de bomba:

- Se realiza el trazo y ubicación de la cisterna y cuarto de bomba y el desbroce del grass.
- Uso de maquinaria para obras como cargador frontal, excavadora, volquete, y compactadora manual.
- Trabajo de excavación como eliminación de material excedente, refine, nivelación y compactado.



Figura 22: Excavación de zanja con retroexcavadora



Figura 23: Eliminación de material excedente con volquete de 15 m³

- Vaciado de solado con concreto simple $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ para la cisterna y cuarto de bomba.



Figura 24: Vaciado de solado en cisterna y cuarto de bomba

- Construcción de malla de fierros con los diámetros especificados en el plano. (acero de refuerzo), $f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$



Figura 25: Construcción (habilitación) de mallas de fierro

- Encofrado de cisterna y cuarto de bomba con paneles.



Figura 26: Encofrado con paneles

- Vaciado en muros y losa de concreto pre mezclado de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con impermeabilizante para garantizar la impermeabilidad.



Figura 27: Vaciado de concreto pre mezclado

- Desencofrado de los muros de la cisterna y cuarto de bomba, curado del concreto de los muros de la cisterna.
- Encofrado y construcción malla de fierro del techo de cisterna y cuarto de bomba de acuerdo a lo especificado en el plano.



Figura 28: Encofrado y malla de fierro de techo de cisterna y cuarto de bomba

- Vaciado de concreto pre mezclado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con impermeabilizante techo de cisterna y cuarto de bomba.



Figura 29: Vaciado de concreto techo de cisterna y cuarto de bomba

- Revestimiento de superficie de la cisterna y cuarto de bomba con mortero C: A1:5 con impermeabilizante.

3.12.2. Instalación de tuberías de riego

Luego de concluir con la construcción de la cisterna y cuarto de bombas se realizaron las siguientes tareas:

Para este proceso se realizó del siguiente modo:

Transporte:

- Cuidado al cargar y descargar las tuberías y accesorios.
- Se realizo con sumo cuidado para evitar daños a la tubería durante el transporte y su recepción en obra.
- Se indico al personal no dejar caer, chocar, arrastrar, u otra acción que dañe la tubería.
- Tubería dañada se reemplazó inmediatamente
- Se almaceno en lugar fresco y protegidos de la luz solar hasta su instalación.

Instalación

- Excavación de zanjas para el tendido de tuberías para la conducción, distribución y grifo del sistema de riego.
- Para el suministro e instalación de la tubería se realizó el relleno con material fino (cama de apoyo), para las tuberías de PVC SP Clase 10 de 1 ½”, 1”, ¾” y accesorios.
- Prueba hidráulica de los sectores 1, 2, 3 y 4
- Relleno y compactado tuberías con material propio seleccionado las zanjas de las tuberías del sistema de riego.



Figura 30: Excavación de zanja para tendido de tubería del sistema



Figura 31: Suministro e instalación de tubería del sistema de riego



Figura 32: Prueba hidráulica



Figura 33: Relleno de zanja con material propio

3.12.3. Instalación válvula eléctrica

La instalación de las válvulas eléctricas se realizó de acuerdo al diseño (Anexo X). Se ubico en la zona de instalación.

- Se instalo cuatro (04) válvulas eléctricas de 1 ½” con sus respectivas cajas de protección de 38 x 50 cm, para sector de riego.



Figura 34: Válvula eléctrica con caja de protección

3.12.4. Instalación de cabezal de riego

La estructura del cabezal está compuesta por una electrobomba trifásica de 2 HP, una llave compuerta, un manómetro de aceite, una válvula de alivio, un filtro de malla y una válvula check.



Figura 35: Cabezal de riego

3.12.5. Instalación de tablero eléctrico general

Unidad compuesta por el sistema de arranque y parada de la electrobomba trifásica y sus respectivos contactores termomagnéticos (relé térmico), timer digital (temporizador eléctrico), transformador de 24 voltios, pulsador de encendido-apagado, luz testigo de encendido, llave de encendido manual-automático. La energía eléctrica que alimenta al tablero del suministro principal es de 220 voltios y el cableado al sistema de electroválvulas será con cable # 14 AWG 2.5 mm²., las uniones de los cables se realizan con empalme especiales herméticos a prueba de agua.



Figura 36: Instalación de tablero digital del sistema de riego

3.12.6. Programador de riego

Elemento que permite programar las horas, días y el tiempo exacto de riego según el diseño de proyecto, controlando el tiempo necesario de riego. Según los cálculos del diseño hidráulico calculados se colocará un programador automático de 24 voltios de seis (06) estaciones Rain Bird.

3.13. Alumbrado ornamental

- De manera simultánea se realizaron los trabajos de excavación de zanja para para el mejoramiento de iluminación del parque El Camino.
- Se realizo el refine, nivelación y compactación de zanja para el sistema de iluminación.
- Se instalado tubería eléctrica PVC SAP-C 10 de Ø 2", para el sistema de iluminación.
- Según el expediente se utilizó cable flexible N2XOH 6 mm² de alta resistencia de aislamiento.
- Se construye la base los postes de iluminación proyectada de concreto para fijar los postes de fierro.



Figura 37: Excavación de zanja para cableado eléctrico



Figura 38: Tapado de zanja de cable eléctricos con señalización



Figura 39: Base de poste de alumbrado ornamental

3.14. Bio Gimnasio

- La construcción de este mobiliario urbano en el parque tiene como finalidad asegurar la mejora de la viabilidad del entorno y mejorar la calidad de la vida de los vecinos que disfrutarán de estos equipamientos.
- Se instalaron cinco (05) maquinas: Caminador aéreo, Elíptica, Bogador, Timón y Cabalgata.
- El piso del Bio Gimnasio es de grass sintético.



Figura 40: Preparación de terreno para Bio Gimnasio



Figura 41: Instalación de Bio Gimnasio

3.15. Veredas y Plazuela

- Se realizo la demolición de veredas de concreto para ser reemplazadas por veredas adoquinadas, confinadas por sardineles (f 'c = 175 kg/cm²).



Figura 42: Demolición de veredas



Figura 43: Sardineles de confinamiento



Figura 44: Instalación de Adoquines

3.16. Pérgolas y Bancas

- Se instalaron cuatro (04) pérgolas y veintitrés (23) bancas de madera tipo colonial.



Figura 45: Pérgola y bancas de madera

3.17. Instalación de Tachos de basura y Carteles Informativos

- Se ubicaron en el parque: cuatro (04) tachos de basura y cuatro (04) carteles informativos.



Figura 46: Instalación de tacho de basura



Figura 47: Cartel informativo

3.18. Construcción de Capilla

- El muro de pared es de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Figura 48: Encofrado del muro de la Capilla



Figura 49: Desencofrado del muro de la Capilla

IV. CONCLUSIONES

1. Con la implementación y correcto funcionamiento del sistema de riego por aspersión, se aumentó de 32% a 72% la eficiencia de la aplicación del riego, optimizando el riego existente (riego por manguera). Por diseño, la demanda máxima de riego es de 5,67 mm/día.
2. El sistema de riego tiene cuatro (04) turnos de riego, en época de máxima demanda se usa un tiempo de 38 minutos, siendo el tiempo total de riego de las áreas verdes del parque de 3.15 horas y la frecuencia de riego es de 1 día.
3. La ejecución e instalación del riego tecnificado se realizó de acuerdo con las especificaciones de los documentos técnicos y requerimientos que sustentan el proyecto, mejorando el nivel tecnológico en el uso del agua para el mantenimiento del área verde del parque El Camino.
4. Esta obra logró mejorar el parque dotándolo de los medios necesarios para su óptimo funcionamiento, como son: implementación del sistema de riego por aspersión, instalación de un bio gimnasio, mejorar el sistema de iluminación, implementación de mobiliario urbano y construcción de una capilla.
5. Se preparó materiales y capacitó al personal encargado sobre la operación y mantenimiento del sistema de riego instalado, para que se encarguen de realizar la labor de mantener el sistema de riego en óptimas condiciones.

V. RECOMENDACIONES

1. Promover la instalación de plantas de aguas residuales para utilizar aguas tratadas en el riego y mantenimiento de las áreas verdes.
2. Capacitar permanentemente a los responsables de la operación y mantenimiento del sistema de riego de los parques, asimismo, se debe capacitar al personal de jardinería para un adecuado uso y mantenimiento del sistema de riego.
3. Es importante que el riego de las áreas verdes se debe realizar en lo posible en horario nocturno porque hay menor evaporación, menores velocidades del viento y menos incidentes a los usuarios del parque
4. Elaborar programas de mantenimiento anual del sistema de riego de cada parque.
5. Contar con un stock de accesorios elementales y de mayor uso a fin de poder corregir cualquier falla o rotura de un elemento del sistema.

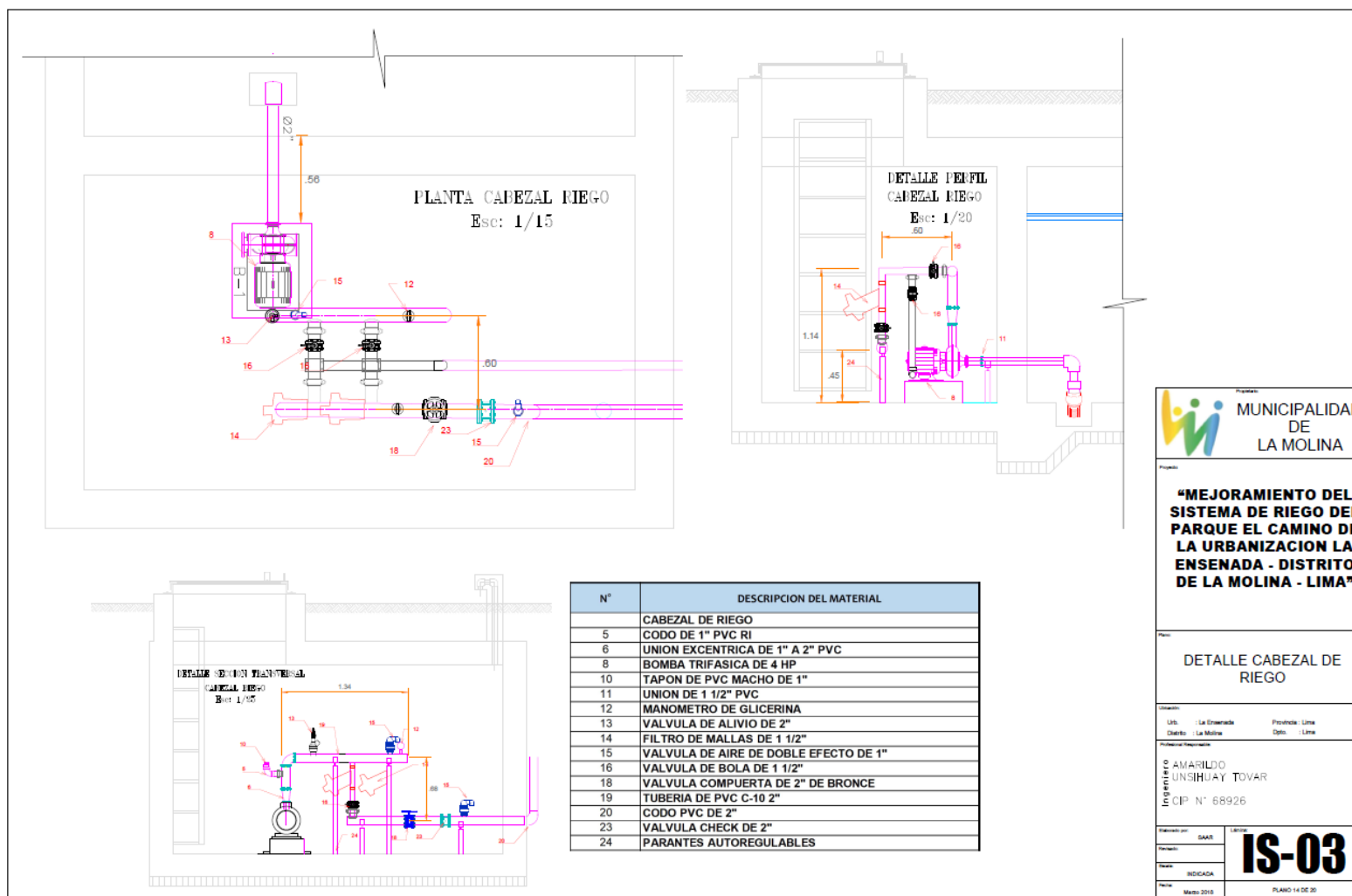
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., & Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: Guías para determinación de los requerimientos de agua de los cultivos (en línea)* (Vol. Estudio FAO Riego y Drenaje). (O. d. Alimentación, Ed.) Roma, Italia: FAO. Retrieved 11 de Agosto de 2023, from <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s00.htm>
- Arquitectura & madera. (24 de noviembre de 2022). *Pérgola (en línea)*. Retrieved 14 de agosto de 2023, from <https://arquitectura-madera.com/project/pergolas-de-madera-aportan-vida-y-estetica/>
- De los Angeles Mejía, P. J. (2000). *Diseño de parque municipal en Santa Cruz de los Cárnanos (en línea)*. Madrid , España. Retrieved 15 de agosto de 2023, from https://www.academia.edu/35000526/ANEJO_No_11_DISE%C3%91O_AGRON%C3%93MICO
- Galindo Panca, J. (2019). *Diseño de Pistas, Veredas y Sardineles de las calles de la Asociación de Vivienda Keiko Fujimori y Zonas Aledañas, Sector San Joaquín, Distrito de Ica-Ica-Ica*. Ica: Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Retrieved 16 de agosto de 2023, from <https://hdl.handle.net/20.500.13028/3780>
- González Silva, D. X. (2022). *Diseño Eficiente de un Sistema de Alumbrado Público y Ornamental para el Parque Recreacional de la Comunidad Pindo Rumiyaçu (en línea)*. Quito, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. Retrieved 16 de agosto de 2023, from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22579/1/UPS%20-%20TTS809.pdf>
- INEI. (17 de enero de 2022). *Lima supera los 10 millones de habitantes al año 2022*. Retrieved 15 de agosto de 2023, from <https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-006-2022-inei.pdf>

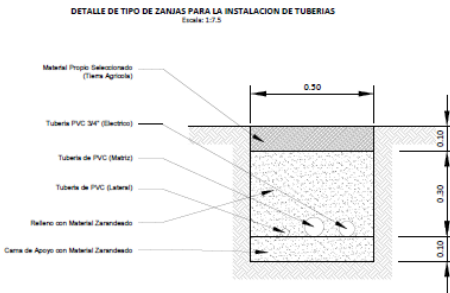
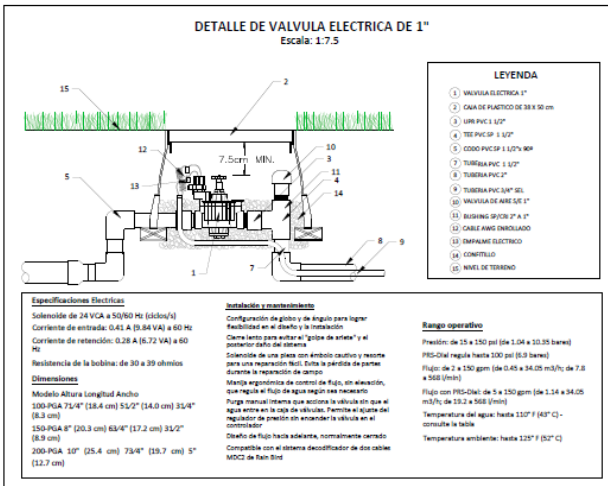
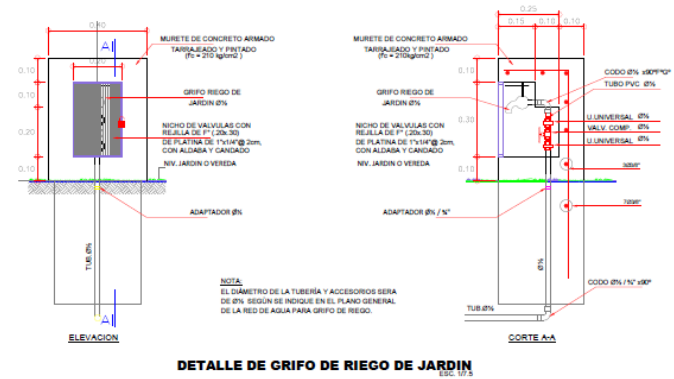
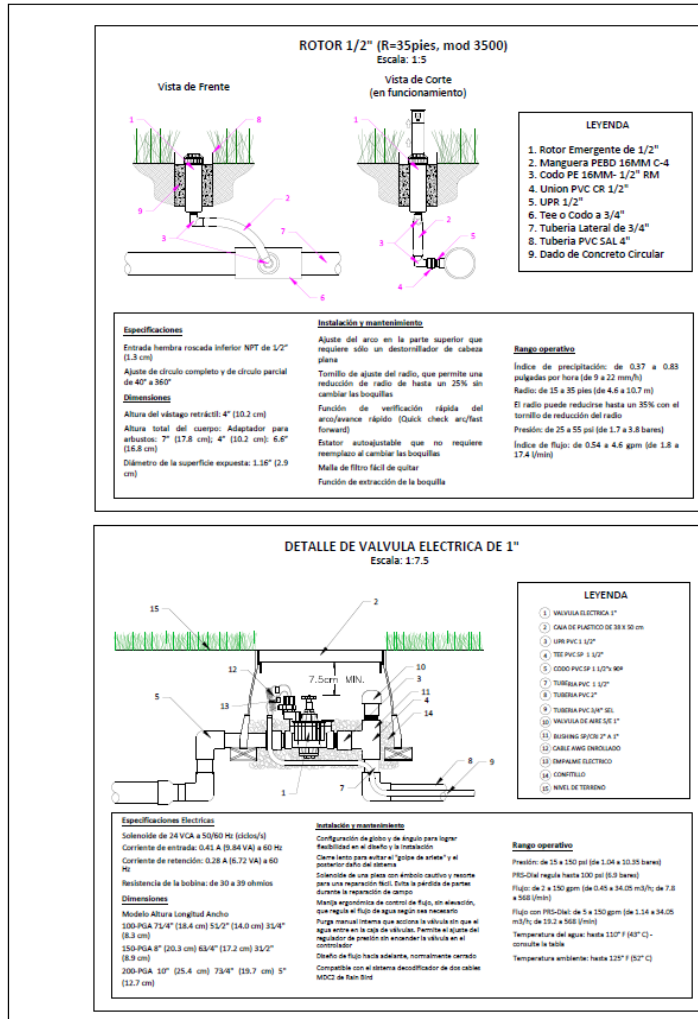
- Martín Rodríguez, A., Avila Alabarces, R., Yruela Morillo, M., Plaza Zarza, R., Navas Quesada, A., & Fenández Gómez, R. (2003). *Manual de Riego de Jardines (en línea)*. Sevilla, España: Andalucía. Concejería de Agricultura y Pesca. Retrieved 14 de agosto de 2023, from <http://www.fagro.edu.uy/hidrologia/paisajismo/riegojardines.pdf>
- Municipalidad de San Isidro. (2016). *Manual de Mobiliario Urbano (en línea)*. Retrieved 16 de agosto de 2023, from https://msi.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2016/03/Manual-de-Mobiliario-Urbano_MMU.pdf
- Pasquel Carbajal, E. (1998). *Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú* (Segunda ed.). Lima, Perú: Colegio de Ingenieros del Perú Concejo Nacional (en línea). Retrieved 15 de agosto de 2023, from https://www.academia.edu/36925573/ENRIQUE_PASQUEL_CARBAJAL_TOPICOS_DE_TECNOLOGIA
- Peralta A., J. M., & Simpfendörfer L., C. (2001). *Riego por Aspersión (en línea)*. (I. d. Carillanca, Ed.) Temuco, Chile: Universidad de Concepción. Retrieved 10 de agosto de 2023, from <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/40180>
- Pérez Machado, L., Meireles Tamayo, B., Fuentes Alpizar, D., Peña Mijenes, C., & Alonso Aenlle, A. (22 de julio de 2022). *Empleo de adoquines de concreto en la construcción de pavimentos*. Retrieved 15 de agosto de 2023, from <https://www.redalyc.org/journal/1939/193971847007/193971847007.pdf>
- Tarjuelo Martín-Benito, J. M. (1991). *El Riego por Aspersión: Diseño y Funcionamiento*. Albacete, España: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- Vásquez V., A., Vásquez R., I., Váasquez R., C., & Cañamero K., M. (2017). *Fundamentos de la Ingeniería de Riegos*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Zavala, J. (14 de diciembre de 2021). *Lima: ¿Cómo se puede tener mas áreas verdes en una ciudad sobre un desierto?* Negocios Verdes +: <https://negociosverdes.com/conoce/lima-como-se-puede-tener-mas-areas-verdes-en-una-ciudad-sobre-un-desierto/>

VII. ANEXOS

Anexo 1: Plano detalle Cabezal de Riego



Anexo 2: Plano detalle de Instalación de Riego Tecnificado



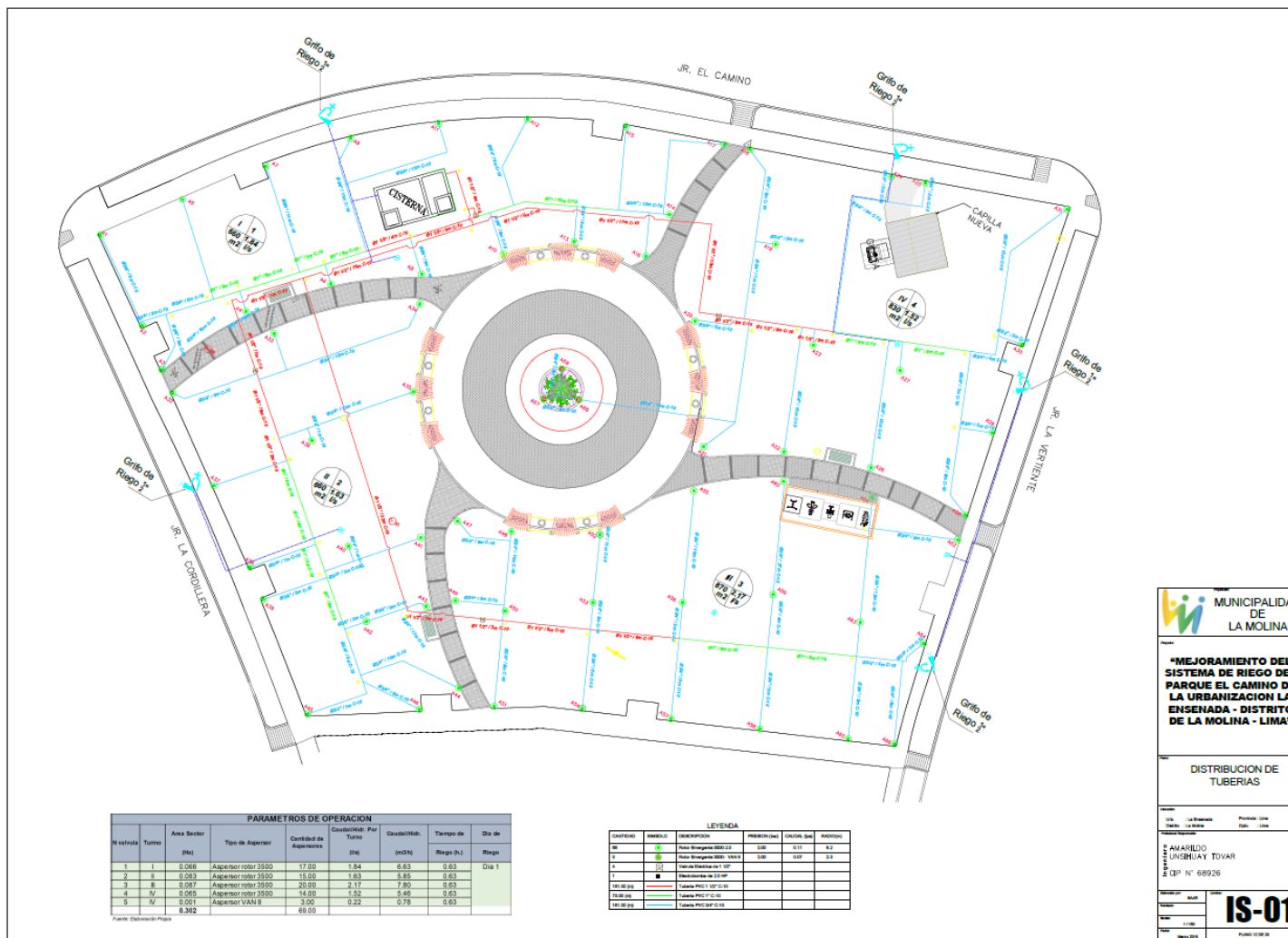
MUNICIPALIDAD DE LA MOLINA

"MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL PARQUE EL CAMINO DE LA URBANIZACION LA ENSEÑADA - DISTRITO DE LA MOLINA - LIMA"

DETALLE DE INSTALACION DE RIEGO TECNIFICADO

Urb:	La Molina	Provincia:	Lima
Distrito:	La Molina	Distrito:	Lima
Ingeniero:	ALEJANDRO TORO		
Diseño:	N° 68926		
Ejecutor:	IS-04		
Fecha:	PLANO 1009-03		

Anexo 3: Plano Distribución de Tuberías



MUNICIPALIDAD DE LA MOLINA

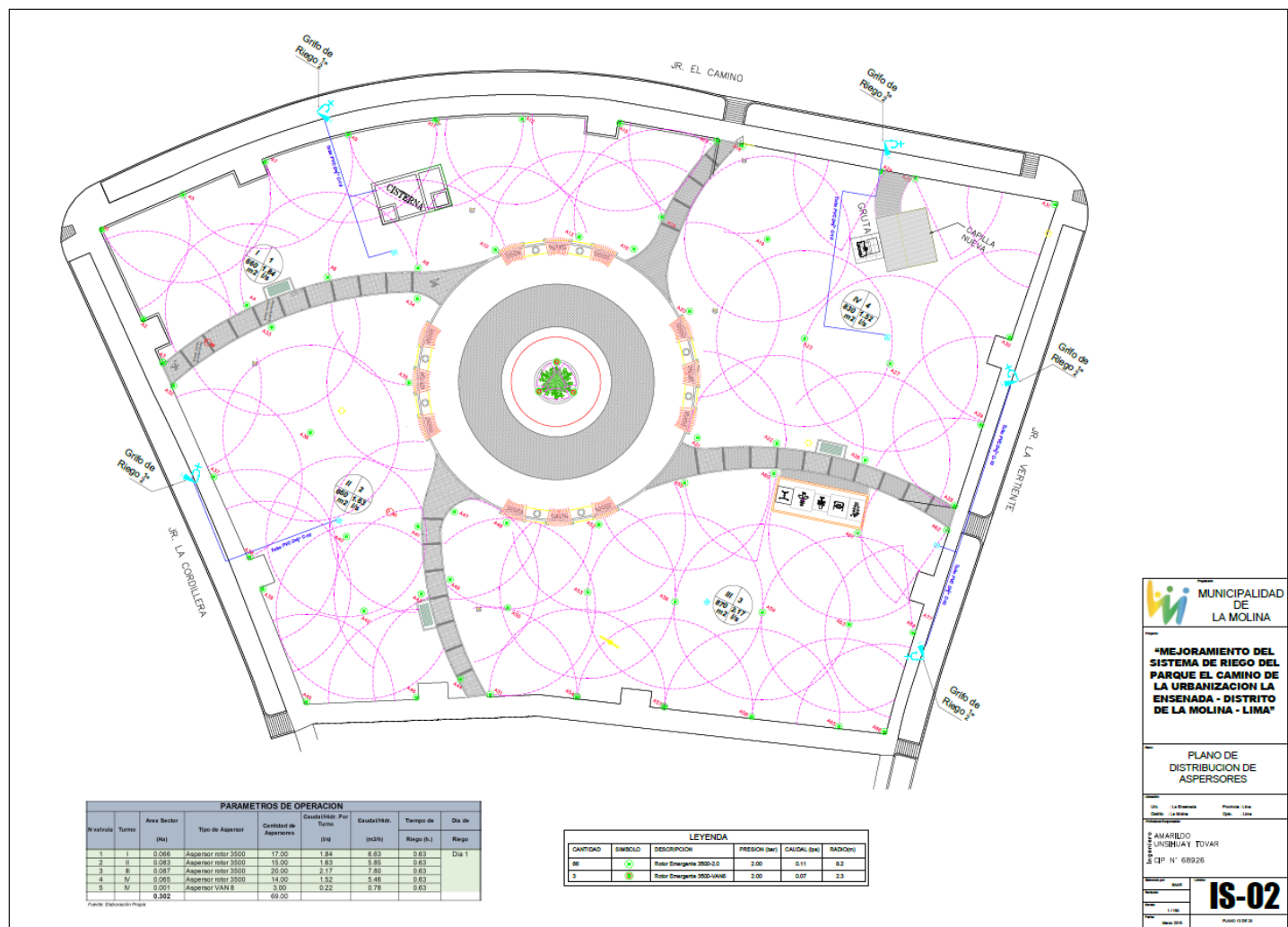
"MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL PARQUE EL CAMINO LA ENSEÑADA - DISTRITO DE LA MOLINA - LIMA"

DISTRIBUCION DE TUBERIAS

UNIVERSIDAD TOVAR

IS-01

Anexo 4: Plano Distribución de Aspersores



MUNICIPALIDAD DE LA MOLINA

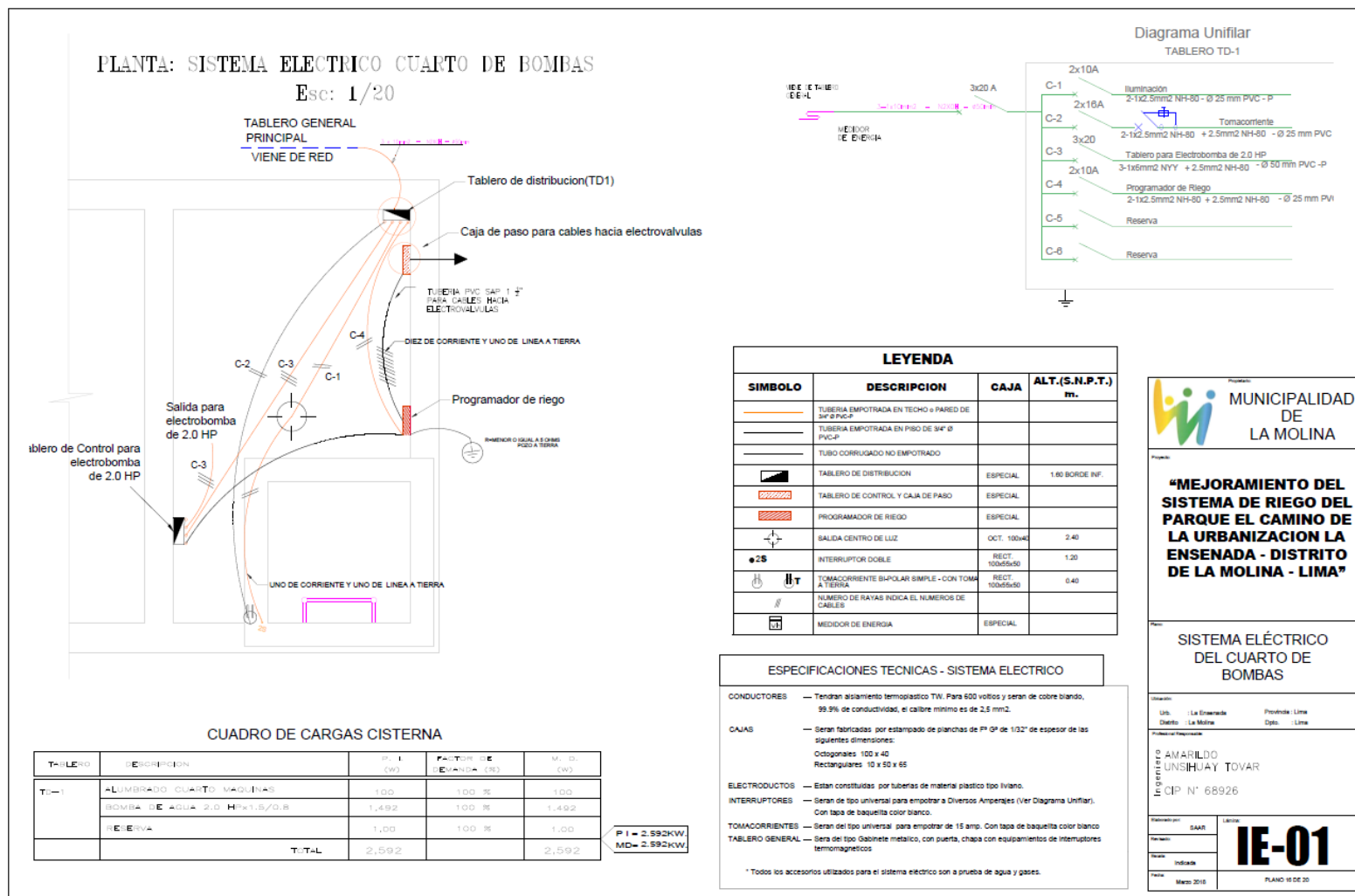
"MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL PARQUE EL CAMINO DE LA URBANIZACION LA ENSEADA - DISTRITO DE LA MOLINA - LIMA"

PLANO DE DISTRIBUCION DE ASPERSORES

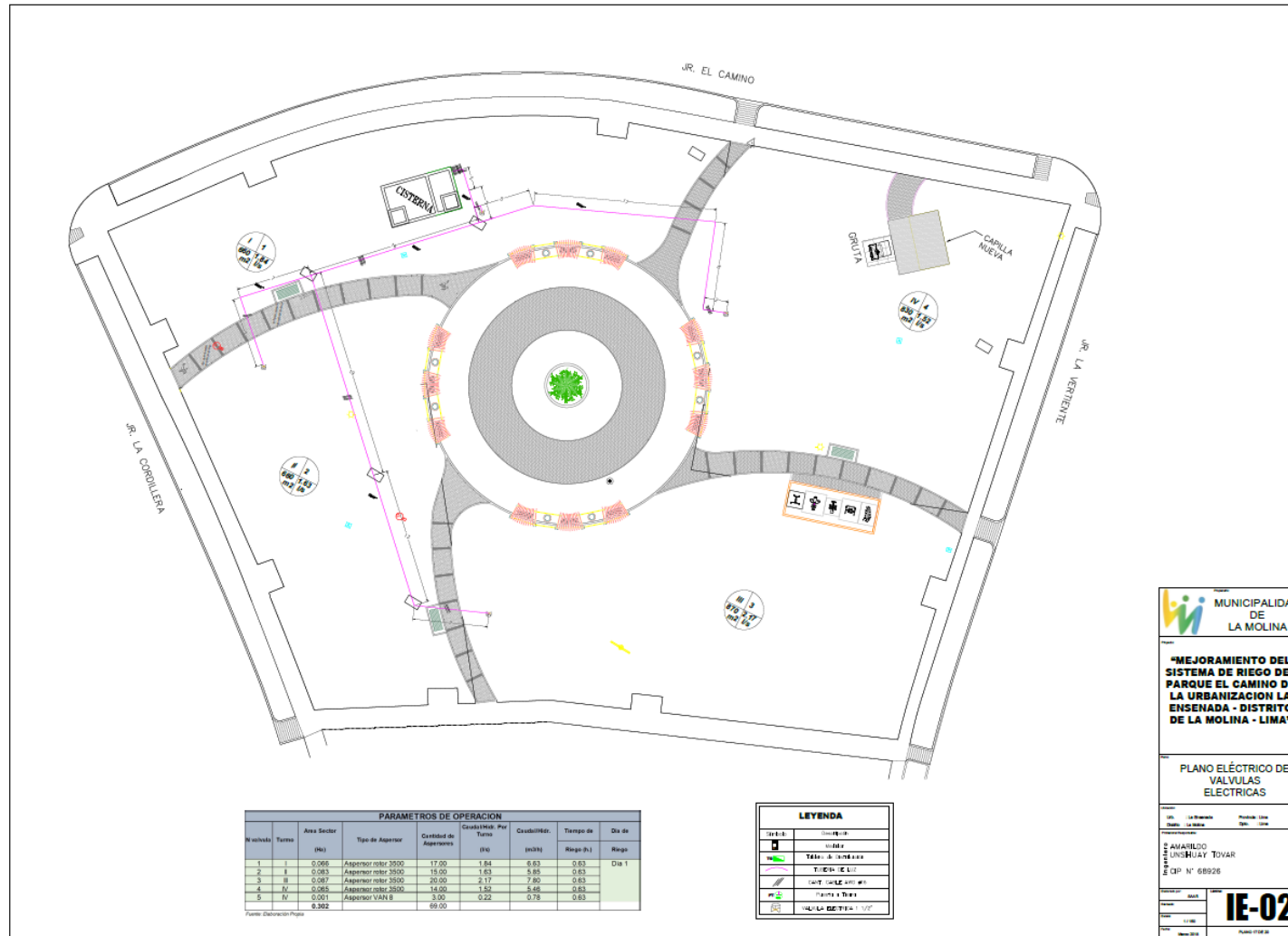
Elaborado por: AMARILDO LANSIBUAY TOVAR
CIP: N° 68926

IS-02

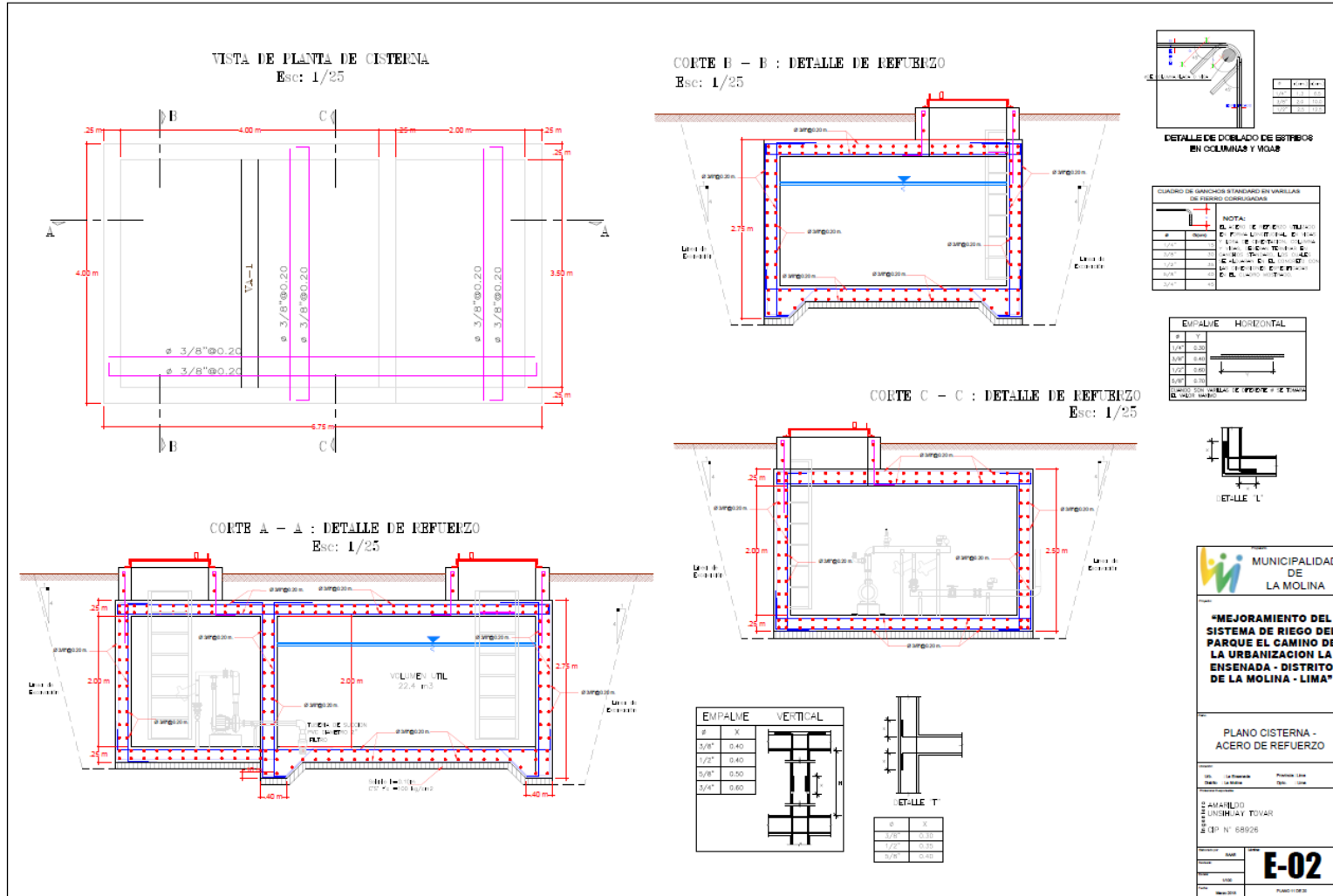
Anexo 5: Plano Sistema Eléctrico del Cuarto de Bombas



Anexo 6: Plano Válvulas Eléctricas



Anexo 7: Plano Cisterna – Acero Refuerzo



Anexo 8: Panel fotográfico



Figura 50: Cartel de Obra



Figura 51: Cartel de Obra



Figura 52: Prueba de Compactación de subrasante de Plazuela



Figura 53: Instalación de tuberías de riego



Figura 54: Excavación de terreno



Figura 55: Vaciado de solado



Figura 56: Habilitación de fierros para la cisterna



Figura 57: Habilitación de fierros para la cisterna



Figura 58: Habilitación de fierros de zapata para capilla



Figura 59: Habilitación de fierros de muro para capilla



Figura 60: Llenado de concreto premezclado



Figura 61: Cartel informativo



Figura 62: Instalación del cabezal



Figura 63: Colocación de grass sintético



Figura 64: Construcción de pérgola



Figura 65: Capilla

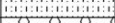
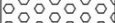


MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO PARQUE CAMINO.				
CALICATA		C-01 (Centro de Reservoirio)		
COORD: UTM WGS84	18L 287737 E 8661340 N	COTA: 230		
Lugar		Parque Camino		
Tipo de Depósito:		Depositos Aluviales		
Posición Geomorfológica:		Superficie Aluvial		
Relieve:		Plano		
Pendiente Dominante:		5 a 10°		
PROFUND. (m)	E S C	Simb Geolog.	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN
0.00 a 0.20	■	Qh-al		Areno gravoso con orgánicos gris a marrón claro
0.20 a 0.50	■	Qh-al		Gravo arenoso con finos gris a marrón claro
0.50 a 2.20	■	Qh-al		Limo arenosos con fragmentos de cantos rodados de 20cm. Suelo ML con arenas.
2.20 a 2.60	■	Qh-al		Suelo limoso a arenoso - probablemente continúa.



Figura 66: Perfil Estratigráfico