

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“LINEAMIENTOS PMBOK Y HERRAMIENTAS BIM EN LA
EJECUCIÓN Y CONTROL DE OBRA PARA SISTEMA DE RIEGO
TECNIFICADO EN INFRAESTRUCTURA DEPORTIVA”**

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

GABRIEL CARRANZA ANCCO

LIMA - PERÚ

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

**“LINEAMIENTOS PMBOK Y HERRAMIENTAS BIM EN LA
EJECUCIÓN Y CONTROL DE OBRA PARA SISTEMA DE RIEGO
TECNIFICADO EN INFRAESTRUCTURA DEPORTIVA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

Presentado por:

BACH. GABRIEL CARRANZA ANCCO

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. EDUARDO ABRAHAM CHÁVARRI VELARDE
Presidente

Mg. Sc. GONZALO RAMCÉS FANO MIRANDA
Asesor

Mg. Sc. TORIBIO SEBASTIÁN SANTAYANA VELA
Miembro

Dr. FREDY OMIS CÁCERES GUERRERO
Miembro

LIMA – PERU

2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia.

A mis padres; quienes han estado a mi lado.

de manera interrumpida en toda mi formación como persona y profesional.

A mi hermano por su compañía y apoyo emocional.

Los quiero.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por darme salud y las ganas de seguir siempre adelante.

A mi familia por ayudarme en todos los aspectos de la vida.

A las empresas en las que he laborado y compañeros de trabajo con quienes compartí experiencias, por darme la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos y contribuir en el desarrollo del país.

ÍNDICE GENERAL

I. PRESENTACIÓN	1
II. INTRODUCCIÓN	2
III. OBJETIVOS	2
3.1. OBJETIVO GENERAL	3
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
IV. CUERPO DEL TRABAJO	3
4.1. SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO.....	4
4.2. PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE (PMBOK)	5
4.2.1. Grupos de procesos en la dirección de proyectos	6
4.2.2. Áreas de conocimiento	10
4.2.3. Building Information Modeling (BIM)	12
4.3. GENERALIDADES DEL PROYECTO	13
4.4. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	16
4.4.1. Ubicación	16
4.4.2. Planteamiento del proyecto	16
4.4.3. Almacenamiento y dotación de agua	17
4.4.4. Sistema de riego - zona a y zona b	18
4.4.5. Sistema de riego - estadios	32
4.5. DESARROLLO DE LA EJECUCION Y CONTROL DE OBRA.....	40
4.5.1. Estructura de Desglose de Trabajo -EDT.....	42
4.5.2. Validación y control del alcance del proyecto	44
4.5.3. CONTROL DE CRONOGRAMA.....	73
4.5.4. Valor ganado	80
4.5.5. Control de calidad	86
4.5.6. Monitoreo de las comunicaciones	99
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
5.1. CONCLUSIONES	101
5.1. RECOMENDACIONES.....	102

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
VII. ANEXOS	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Demanda de agua en jardines de obras exteriores zona A	19
Tabla 2: Diámetro de tubería matriz de riego tecnificado para tramo más crítico de obras exteriores de la zona A	20
Tabla 3: Altura dinámica total en tramo más crítico de Obras Exteriores Zona A	20
Tabla 4: Demanda de agua en jardines Obras Exteriores Zona B	22
Tabla 5: Diámetro de tubería matriz de riego tecnificado para tramo más crítico de Obras Exteriores Zona B	23
Tabla 6: Altura dinámica total en tramo más crítico de Obras Exteriores Zona B.....	23
Tabla 7: Demanda de Agua en Estadio de Calentamiento	32
Tabla 8: Diámetro de tubería matriz de riego tecnificado para tramo más crítico de Estadio de Calentamiento	33
Tabla 9: Altura dinámica total en tramo más crítico de Estadio de Calentamiento	33
Tabla 10: Demanda de agua en Estadio de Atletismo	33
Tabla 11: Diámetro de tubería matriz de riego tecnificado para tramo más crítico de Estadio de Atletismo	33
Tabla 12: Altura dinámica total en tramo más crítico de Estadio de Atletismo	34
Tabla 13: Actividades de los procesos de ejecución y control en la gestión de integración.....	41
Tabla 14: Entradas y salidas de la Gestión de la Integración en el grupo de proceso de ejecución.....	41
Tabla 15: Entradas y salidas de la Gestión de la Integración en el grupo de proceso de monitoreo y control	41
Tabla 16: Fechas de liberación contractual y real de frentes de trabajo Fase 1	78
Tabla 17: Fechas de liberación contractual y real de frentes de trabajo Fase 2	78
Tabla 18: Rendimiento contractual de sectores en Obras Exteriores	79
Tabla 19: Fechas de inicio y final real en Obras Exteriores Fase 1.....	79
Tabla 20: Fechas de inicio y final real en Obras Exteriores Fase 2.....	80
Tabla 21: Indicadores de Gestión PV, AC y EV	84
Tabla 22: Indicadores de Gestión CV, CPI, SV, SPI	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Interrelación entre los Componentes de los Proyectos de la Guía del PMBOK....	6
Figura 2: Grupo de procesos de la dirección de proyectos.....	7
Figura 3: Grupo de proceso de planificación.....	8
Figura 4: Grupo de proceso de ejecución	9
Figura 5: Grupo de proceso de seguimiento y control.....	10
Figura 6: Participación de los Constructores en el diseño.....	13
Figura 7: Mayores problemas que ocurren durante una obra debido a un mal diseño del Proyecto	14
Figura 8: Trabajos en Estadio de Atletismo	15
Figura 9: Liberación de áreas de trabajo en Estadio de Atletismo	15
Figura 10: Estadio de Atletismo ejecutado.....	16
Figura 11: Croquis de Ubicación VIDENA de San Luis, Lima, Perú.....	16
Figura 12: Cabezal de riego Obras Exteriores Zona A.....	21
Tabla 5: Diámetro de tubería matriz de riego tecnificado para tramo más crítico de Obras Exteriores Zona B.....	23
Tabla 6: Altura dinámica total en tramo más crítico de Obras Exteriores Zona B.....	23
Figura 13: Cabezal de riego obras exteriores zona B	24
Figura 14: Manifold de Filtrado Obras Exteriores Zona A	25
Figura 15: Manifold de Filtrado Obras Exteriores Zona B	25
Figura 16: Instalación de manguera HDPE sobre cama de arena en Obras Exteriores.....	26
Figura 17: Instalación de manguera HDPE tapado con cama de arena en Obras Exteriores	27
Figura 18: Compactación y cierre de zanja en Obras Exteriores	27
Figura 19: Riego por aspersion Obras Exteriores Zona A.....	29
Figura 20: Riego por aspersion Obras Exteriores Zona A.....	29
Figura 21: Riego por goteo Obras Exteriores Zona A.....	30
Figura 22: Riego por goteo Obras Exteriores Zona A.....	30
Figura 23: Riego por goteo Obras Exteriores Zona B	31
Figura 24: Riego por goteo Obras Exteriores Zona B	31
Figura 25: Talero controlador de riego Rind Bird ESP LXD y Tablero de Electrobombas	31
Figura 26: Tablero controlador de riego Rind Bird ESP LXD en Obras Exteriores	32
Figura 27: Cabezal de riego de Estadios	34

Figura 28: Manifold de Filtrado de Estadios vista frontal.....	35
Figura 29: Manifold de Filtrado de Estadios vista de perfil	35
Figura 30: Movilización de Tuberías HDPE para instalación en Estadio de Calentamiento	36
Figura 31: Tuberías HDPE 90 mm para instalación en Estadio de Calentamiento.....	36
Figura 32: Instalación de tuberías HDPE en Estadio de Calentamiento	37
Figura 33: Instalación de tuberías HDPE en Estadio de Atletismo.....	37
Figura 34: Instalación de Válvulas de Riego en Estadios	38
Figura 35: Prueba de emisores de riego en Estadio de Atletismo	39
Figura 36: Regulación de emisores de riego en Estadio de Calentamiento	39
Figura 37: Prueba de emisores de riego en Estadio de Calentamiento.....	39
Figura 38: Tablero controlador de riego Rind Bird ESP LXD en Estadios	40
Figura 39: Flujo de Datos, Información e Informes del Proyecto	42
Figura 40: Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) - Suministro e Instalación del Sistema de Riego Tecnificado	43
Figura 41: Cabezal de riego de estadio, Plano CR3059-OL-PL-P-0012.....	44
Figura 42: Curva de Operación Electrobomba Hidrostral	45
Figura 43: Electrobomba seleccionada Grundfos modelo CR 32-4 A-F-A-E-HQQE	45
Figura 44: Cabezal de riego de estadio, Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ- DWG-ZZZ0012	46
Figura 45: Cabezal de riego de Obras Exteriores, Plano CR3059-OE-PL-P-0011	47
Figura 46: Cabezal de riego de Obras Exteriores, Plano CR3059-OE-PL-P-0228.....	47
Figura 47: Cabezal de riego de Obras Exteriores, Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL- Z-ZZ-DWG-L010228.1	47
Figura 48: Cabezal de riego de Obras Exteriores, Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL- Z-ZZ-DWG-ZZZ0011	48
Figura 49: Electrobomba Pentax modelo Ultra 18SL-4 (2018)	48
Figura 50: Vaciado de concreto en loza de Estadio de Calentamiento sin considerar pase para la red de Riego Tecnificado	49
Figura 51: Loza de concreto vaciada sin considerar niveles para instalación de tuberías de riego tecnificado.....	49
Figura 52: Plano de pases de tuberías de riego, Plano CR3059-EA-PL-P-0202.....	50
Figura 53: Plano de pases de tuberías portarregantes de riego CR3059-EA-PL-P-0202....	50
Figura 54: Plano de pases de tuberías de riego Plano Asbuilt B-EAT-INF-COS-PL-Z-	

ZZ-DWG-L010202.1	50
Figura 55: Plano de pases de tuberías portarregantes de riego Plano Asbuilt B-EAT- INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010202.1	51
Figura 56: División de Fases para instalación de redes de riego para el uso de la herramienta BIM	52
Figura 57: Sectorización de la Fase 2 para la identificación y liberación de frentes de trabajo	52
Figura 58: Uso de la Herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el Sector 1 Fase 2	53
Figura 59: Frentes de trabajo en el Sector 1 Fase 2 con restricciones de ingreso	53
Figura 60: frentes de trabajo en el Sector 1 Fase 2 con restricciones de ingreso	54
Figura 61: Uso de la Herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el Sector 2 Fase 2	55
Figura 62: Uso de la Herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el Sector 2 Fase 2	55
Figura 63: Uso de la Herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el Sector 2 Fase 2	56
Figura 64: Uso de la Herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el Sector 2.....	56
Figura 65: Comparación de las Herramientas BIM y fotografías a tiempo real con el avance de obra en Sector 2 Fase 2	57
Figura 66: Comparación de las Herramientas BIM y fotografías a tiempo real con el avance de obra en Sector 2 Fase2	57
Figura 67: Comparación de las Herramientas BIM y fotografías a tiempo real con el avance de obra en Sector2 Fase2	58
Figura 68: Comparación de las Herramientas BIM y plano para ejecución de obra en Sector 2 Fase 2	58
Figura 69: Sector 2 Fase 2, Plano para ejecución contractual, Plano CR3059-OE-PL-P- 0206_1.....	59
Figura 70: Sector 2 Fase 2, registro de solicitud de cambio, Plano Asbuilt B-VDN-INF- COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010206.1	59
Figura 71: frentes de trabajo en el Sector 2 Fase 2 con restricciones de ingreso	60
Figura 72: frentes de trabajo en el Sector 2 Fase 2 con restricciones de ingreso	60
Figura 73: Sector 2 Fase 2, Plano para ejecución contractual, CR3059-OE-PL-P-0207_0	61

Figura 74: Sector 2 Fase 2, registro de solicitud de cambio, Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010207.1	61
Figura 75: Frentes de trabajo en el Sector 2 Fase 2 con restricciones de ingreso	62
Figura 76: Frentes de trabajo en el Sector 2 Fase 2 con restricciones de ingreso	62
Figura 77: Uso de la Herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el Sector 3 Fase 2	63
Figura 78: Uso de la Herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el Sector 4 Fase 2	64
Figura 79: Sector 4 Fase 2, Plano para ejecución contractual, CR3059-OE-PL-P-0209_0	64
Figura 80: Sector 4 Fase 2, registro de solicitud de cambio, Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010209.1	65
Figura 81: Frentes de trabajo en el Sector 4 Fase 2 con restricciones de ingreso	65
Figura 82: Frentes de trabajo en el Sector 4 Fase 2 con restricciones de ingreso	66
Figura 83: Uso de la Herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el Sector 6 Fase 2	66
Figura 84: Sector 6 Fase 2, Plano para ejecución contractual, CR3059-OE-PL-P-0212_1	67
Figura 85: Sector 6 Fase 2, registro de solicitud de cambio, Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010212.1	67
Figura 86: Frentes de trabajo en el Sector 6 Fase 2 con restricciones de ingreso	68
Figura 87: Frentes de trabajo en el Sector 6 Fase 2 con restricciones de ingreso	68
Figura 88: Sectorización de la Fase 1 para la identificación y liberación de frentes de trabajo	69
Figura 89: Sector 1 Fase 5, Plano para ejecución contractual, CR3059-OE-PL-P-0220_0	69
Figura 90: Sector 1 Fase 5, registro de solicitud de cambio, Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010220.1	70
Figura 91: Frentes de trabajo en el Sector 1 Fase 5 con restricciones de ingreso	70
Figura 92: Frentes de trabajo en el Sector 1 Fase 5 con restricciones de ingreso	71
Figura 93: Verificación de áreas afectadas.....	71
Figura 94: Daños generados a trabajos realizados y zonas no liberadas	72
Figura 95: Identificación de zonas liberadas	72
Figura 96: Cronograma de Ejecución contractual	73
Figura 97: Planificación de liberación de frentes de trabajo Sector 5 Fase 1.....	74
Figura 98: Planificación de liberación de frentes de trabajo Sector 1 Fase 2.....	75
Figura 99: Planificación de liberación de frentes de trabajo, Sector 2 Fase 2.....	75

Figura 100: Planificación de liberación de frentes de trabajo, Sector 3 Fase 2.....	76
Figura 101: Planificación de liberación de frentes de trabajo, Sector 3 Fase 4.....	76
Figura 102: Planificación de liberación de frentes de trabajo, Sector 3 Fase 5.....	77
Figura 103: Planificación de liberación de frentes de trabajo, Sector 3 Fase 6.....	77
Figura 104: Afectación a la ruta crítica del proyecto Fase 1 Obras Exteriores.....	80
Figura 105: Afectación a la ruta crítica del proyecto Fase 2 Obras Exteriores.....	80
Figura 106: Presupuesto inicial del Proyecto	81
Figura 107: Presupuesto Adicional Deductivo.....	81
Figura 108: Curva S del proyecto.....	83
Tabla 22: Indicadores de Gestión CV, CPI, SV, SPI	86
Figura 109: Inspección de tuberías termofusionadas	87
Figura 110: Prueba Hidráulica.....	87
Figura 111: Inspección de Tableros Eléctricos.....	88
Figura 112: Protocolo de recepción de materiales y productos en obra, código 3059- GEN-PC-IISS-42-F1	89
Figura 113: Registro de control topográfico, código 3059-GEN-PC-IISS-42-F2	90
Figura 114: Protocolo de inspección visual de soldadura HDPE, código 3059-GEN-PC- IISS-42-F3.....	91
Figura 115: Protocolo de pruebas hidráulicas, código 3059-GEN-PC-IISS-42-F4	92
Figura 116: Protocolo de prueba de tablero, código 3059-GEN-PC-IISS-42-F5.....	93
Figura 117: Protocolo de montaje de equipos, código 3059-GEN-PC-IISS-42-F6	94
Figura 118: Protocolo de inspección final, código 3059-GEN-PC-IISS-42-F7	95
Figura 119: Protocolo de torqueo de bridas, código 3059-GEN-PC-IISS-44-F1.....	96
Figura 120: Protocolo de limpieza (flushing) del sistema de tuberías de riego tecnificado, código 3059-GEN-PC-IISS-45-F1	97
Figura 121: Protocolo de megado y aislamiento de cables y motor, código 3059-GEN- PC-IISS-46-F1	98
Figura 122: Reporte semanal de 4 Week.....	100
Figura 126: Plano CR3059-EA-PL-P-0202_0.....	105
Figura 127: Plano CR3059-EA-PL-P-0203_0.....	106
Figura 128: Plano CR3059-OE-PL-P-0011_1.....	107
Figura 129: Plano CR3059-OE-PL-P-0012_0.....	108
Figura 130: Plano CR3059-OE-PL-P-0206_1.....	109
Figura 131: Plano CR3059-OE-PL-P-0207_0.....	110

Figura 132: Plano CR3059-OE-PL-P-0208_0.....	111
Figura 133: Plano CR3059-OE-PL-P-0209_0.....	112
Figura 134: Plano CR3059-OE-PL-P-0210_0.....	113
Figura 135: Plano CR3059-OE-PL-P-0211_1.....	114
Figura 136: Plano CR3059-OE-PL-P-0212_1.....	115
Figura 137: Plano CR3059-OE-PL-P-0213_1.....	116
Figura 138: Plano CR3059-OE-PL-P-0214_0.....	117
Figura 139: Plano CR3059-OE-PL-P-0215_0.....	118
Figura 140: Plano CR3059-OE-PL-P-0216_1.....	119
Figura 141: Plano CR3059-OE-PL-P-0217_0.....	120
Figura 142: Plano CR3059-OE-PL-P-0218_0.....	121
Figura 143: Plano CR3059-OE-PL-P-0219_0.....	122
Figura 144: Plano CR3059-OE-PL-P-0220_0.....	123
Figura 145: Plano CR3059-OE-PL-P-0221_0.....	124
Figura 146: Plano CR3059-OE-PL-P-0222_0.....	125
Figura 147: Plano Asbuilt B-EAT-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010202.1	126
Figura 148: Plano Asbuilt B-EAT-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010203.1	127
Figura 149: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-ZZZ0011.3.....	128
Figura 150: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-ZZZ0012.2.....	129
Figura 151: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010206.1.....	130
Figura 152: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010207.1.....	131
Figura 153: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010208.1.....	132
Figura 154: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010209.1.....	133
Figura 155: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010210.1.....	134
Figura 156: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010211.1.....	135
Figura 157: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010212.1.....	136
Figura 158: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010213.1.....	137
Figura 159: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010214.1.....	138
Figura 160: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010215.1.....	139
Figura 161: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010216.1.....	140
Figura 162: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010217.1.....	141
Figura 163: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010218.1.....	142
Figura 164: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010219.1.....	143
Figura 165: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010220.1.....	144

Figura 166: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010221.1.....	145
Figura 167: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010222.1.....	146

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: PLANOS CONSTRUCTIVOS	105
ANEXO 2: PLANOS ASBUILT.....	126

I. PRESENTACIÓN

El presente trabajo monográfico para titulación por suficiencia profesional está basado en la experiencia profesional como “Planner de Obra” en la empresa Herts Servicios Integrales SAC, empresa que fue subcontratada por COSAPI S.A para la ejecución del “Suministro e instalación del sistema de riego tecnificado” para el proyecto de “Remodelación y Ampliación de la Villa Deportiva Nacional – VIDENA” para el desarrollo de competencias deportivas durante los Juegos Panamericanos y Parapanamericanos – Lima 2019”. El proyecto se desarrolló en la Villa Deportiva Nacional – VIDENA - San Luis, Lima, que se ubica entre las avenidas Canadá, Del Aire, San Luis y Aviación, en el distrito de San Luis, Lima; siendo el terreno propiedad del Instituto Peruano del Deporte (IPD).

En el proceso de ejecución se trabajó con diferentes especialidades (aire acondicionado, sanitarias, contra incendio, eléctricas, etc.) para la construcción de las edificaciones de alto rendimiento (estadios atléticos y obras exteriores), se aplicaron los lineamientos del PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) y herramientas BIM (*Building Information Modeling*), lo que permitió que en el proceso de ejecución del proyecto se adoptaran las buenas prácticas de otras organizaciones con lo que se desarrolló un objetivo común que fueron aplicados en los procesos de ejecución y control de obra.

Durante la ejecución del proyecto se aplicaron conocimientos obtenidos en los cursos de supervisión de obra para el seguimiento y control durante la ejecución del proyecto, técnicas de construcción para el metrado de avances de obra y presentación de valorizaciones, los cambios generados en el proceso de ejecución y la selección de quipos de bombeo, filtrado, emisores y válvulas de control fueron validados con cálculos hidráulicos y criterios técnicos obtenidos en cursos de mecánica de fluidos, abastecimiento de agua e ingeniería de riegos.

II. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los proyectos de construcción se enfrentan a retos y obstáculos, teniendo como restricciones afrontar cronogramas y presupuestos, de igual forma muchos proyectos presentan incompatibilidades entre diferentes especialidades que intervienen en la ejecución de un mismo objetivo que comparte el mismo tiempo y área de trabajo.

En el presente trabajo se analizó la experiencia obtenida en la ejecución del proyecto donde se identificó los factores que afectaron el proceso constructivo de trabajos en conjunto con diferentes especialidades, utilizando herramientas BIM con lineamientos de gerencia de proyectos propuestos por el PMBOK con el objetivo de evitar retrabajos y obtener mejoras en el proceso constructivo ejecución y control de obra. La aplicación de los lineamientos del PMBOK y herramientas BIM, en la gestión del proyecto permitió compatibilizar y adoptar las buenas prácticas que se utilizaron en el proyecto de suministro e instalación del sistema de riego tecnificado para infraestructura deportiva.

Con este trabajo se busca ser referencia como experiencia en la gestión de proyectos de empresas contratistas dedicadas al suministro e instalación del sistema de riego tecnificado para infraestructura deportiva.

III. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

- Aplicar lineamientos PMBOK y herramientas BIM en la ejecución y control de obra para sistema de riego tecnificado en infraestructura deportiva.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar datos del proyecto para la elaboración de los procesos de gestión para el control de obra.
- Identificar las principales entradas y salidas de las áreas de conocimientos, que propone la guía del PMBOK en los grupos de proceso de ejecución y control de obra.
- Estimar el tiempo de duración de actividades utilizando herramientas BIM para identificar restricciones, incompatibilidades e interferencias entre especialidades durante el proceso de ejecución y control de obra, para obtener periodos de trabajo.
- Realizar la evaluación técnica para la selección del equipamiento hidráulico del proyecto, cumpliendo estándares de calidad, costo y tiempo.

IV. CUERPO DEL TRABAJO

4.1. SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO

Un sistema de riego tecnificado distribuye uniformemente el recurso hídrico en la superficie del suelo. (Venneiren y Jobling 1986), señalan al riego por goteo como un conjunto de métodos que humedecen una parte del suelo. Su principal característica es el aporte de pequeños caudales y pequeña dosis de agua y fertilizantes, localmente en la zona de las raíces de los cultivos por medio de emisores de riego tecnificado.

Con información del diseño agronómico y el diseño hidráulico se obtiene la información de presión y caudal para dimensionar los puntos de operación para la selección del sistema de bombeo de agua, con esta información acompañada de los parámetros de calidad de agua se selecciona los equipos de filtrado, válvulas de control y componentes del sistema de riego tecnificado.

Un sistema de riego tecnificado tiene como componentes:

Fuentes de abastecimiento de agua: como pozos, canales, hidrantes, entre otros, dotan de agua para ser almacenada en reservorios. Su función es la de abastecer de agua en forma permanente al sistema.

Cabezal de riego: es un conjunto de elementos que permiten el bombeo, el filtrado y el control de la presión del agua de riego. En algunos casos, también, permite la fertilización y la medición integral de los caudales que son enviados hacia el cultivo (García et al., 2003).

Tuberías de conducción y distribución: son encargadas de conducir y distribuir el agua por todo el sistema de riego. Las tuberías pueden ser de diferentes materiales como PVC, HDPE, polipropileno, acero, fierro, entre otros; esto dependerá de los objetivos y alcances del proyecto.

Arcos de riego: son las válvulas que se instalan en el campo para suministrar el agua a las diferentes áreas de riego. Las válvulas pueden ser accionadas manualmente o a distancia con mandos hidráulicos y/o eléctricos.

Porta emisores: son las tuberías donde se colocan los emisores de riego, donde se emiten caudales durante un periodo de tiempo determinado dependiendo del tipo del emisor y la lámina que desea reponer.

Emisores: son dispositivos que controlan la salida del agua, según el caudal que proporcionan se dividen en dos grupos. En el primer grupo están los emisores de bajo caudal inferior a 16 l/h como los goteros, las mangueras de riego y cintas de riego. En el segundo grupo se encuentran los emisores de alto caudal, con caudales entre 16 y 200 l/h como los aspersores (AECID, 2009).

En la operación de sistemas de riego existen factores que afectan los rendimientos de aplicación del recurso hídrico en el suelo que son considerados al momento de realizar los diseños: tipo de suelo, características de los emisores de riego al momento de la instalación, envejecimiento y obturación de emisores, entre otros factores que hacen únicos los proyectos y deben ser considerados al momento de realizar los diseños y la ejecución de los proyectos.

4.2. PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE (PMBOK)

El PMBOK es un documento guía que reúne los conocimientos, conceptos, técnicas y destrezas dentro de la gestión de proyectos. La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir los proyectos de manera eficaz y eficiente.

Una dirección de proyectos eficaz ayuda a individuos, grupos y organizaciones públicas y privadas a cumplir los objetivos, satisfaciendo las expectativas de los interesados, aumentando las posibilidades de éxito del proyecto, entregar los productos adecuados en el momento adecuado, responder a los riesgos de manera oportuna, optimizar el uso de los recursos de la organización, y gestionar el cambio de una mejor manera. En la Figura 1 se esquematiza la interrelación entre los componentes de los proyectos de la guía del PMBOK.

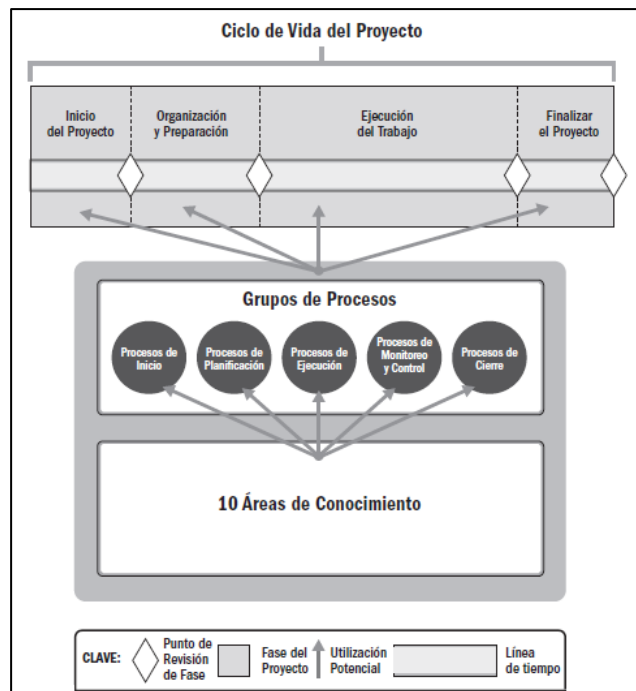


Figura 1: Interrelación entre los Componentes de los Proyectos de la Guía del PMBOK

FUENTE: PMI (2017)

4.2.1. Grupos de procesos en la dirección de proyectos

Los grupos de proceso en la dirección de proyectos son el conjunto de acciones y actividades interrelacionadas para obtener un producto. Para que un proyecto tenga éxito se deben seleccionar los procesos requeridos adecuados para alcanzar los objetivos del proyecto, utilizando un enfoque que pueda adaptarse para cumplir con los requisitos y cumplir las necesidades y expectativas de los interesados.

En la Figura 2 se esquematiza los grupos de proceso de la dirección de proyectos. En el presente trabajo se describe los trabajos realizados en los grupos de proceso de ejecución y control del proyecto los cuales están alineados y conectados con los demás procesos, ya que las decisiones tomadas en un proceso afectan otro proceso.

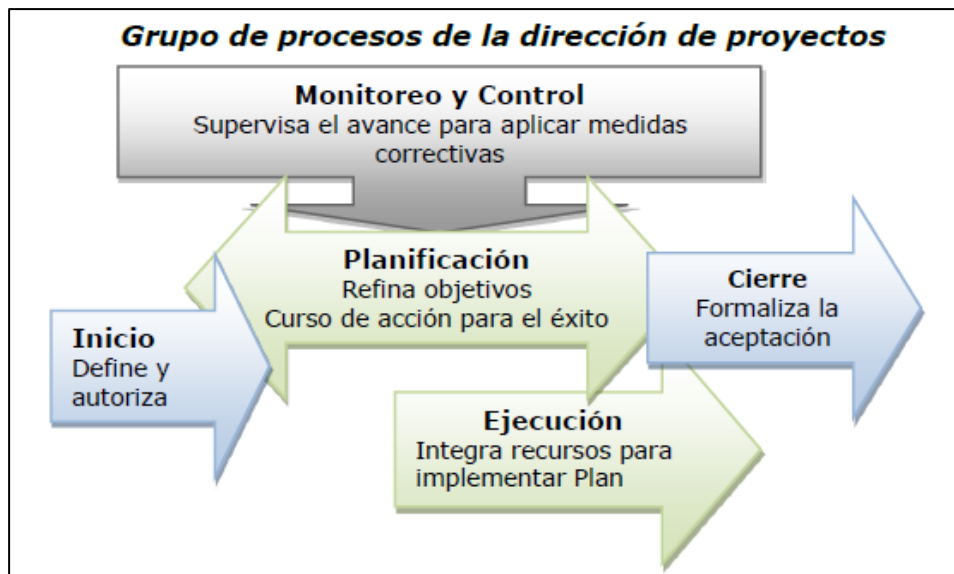


Figura 2: Grupo de procesos de la dirección de proyectos

FUENTE: Lledó (2018)

a. Grupo del proceso de iniciación

En este grupo de proceso la organización define los objetivos del proyecto, se identifican a los principales interesados, se asigna al director de proyecto y se autoriza formalmente el inicio del proyecto.

b. Grupo del proceso de planificación

Los interesados definen el alcance del proyecto y los objetivos; el equipo desarrolla el plan para la dirección del proyecto y se define el alcance detallado con las acciones para poder cumplir con esos objetivos. La planificación abarca a todas las áreas del conocimiento de la dirección de proyectos (integración, alcance, cronograma, costo, calidad, recursos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones e interesados) y se lleva a cabo de manera gradual y progresiva con procesos iterativos. En la Figura 3 se muestra los procesos del grupo de proceso de planificación.

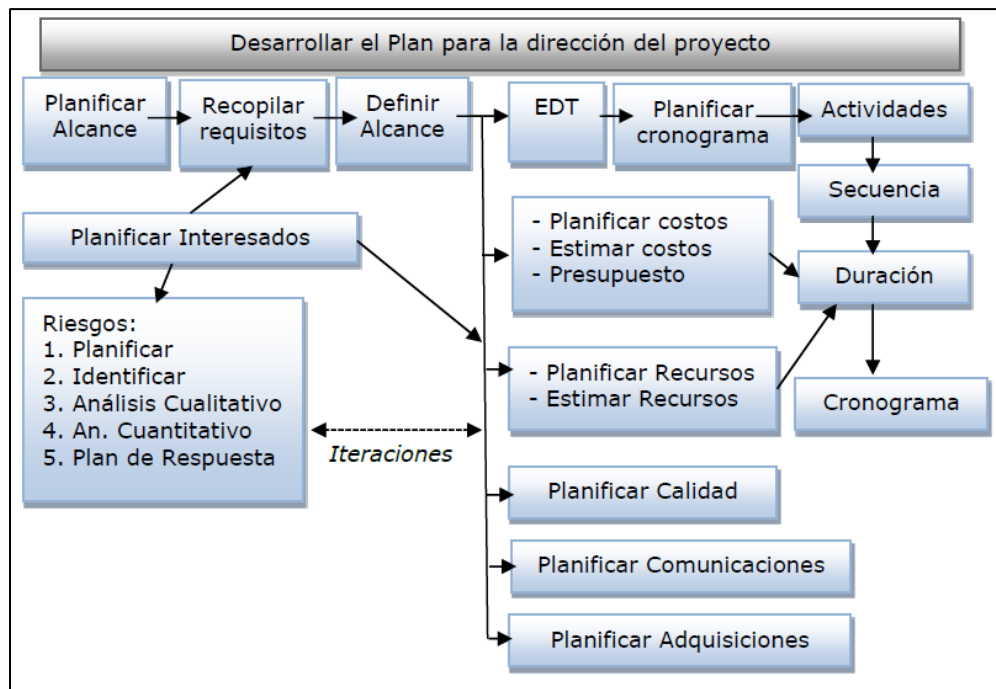


Figura 3: Grupo de proceso de planificación

FUENTE: Lledó (2018)

c. Grupo del proceso de ejecución

En este proceso el director de proyectos gestiona todos los recursos para implementar el plan para la dirección del proyecto y completar el trabajo con el fin de cumplir con los requerimientos del cliente. Durante el grupo de procesos de ejecución por lo general se invierte la mayor parte de los recursos, tiempos y presupuesto. En la Figura 4 se muestra los procesos del grupo de proceso de ejecución.

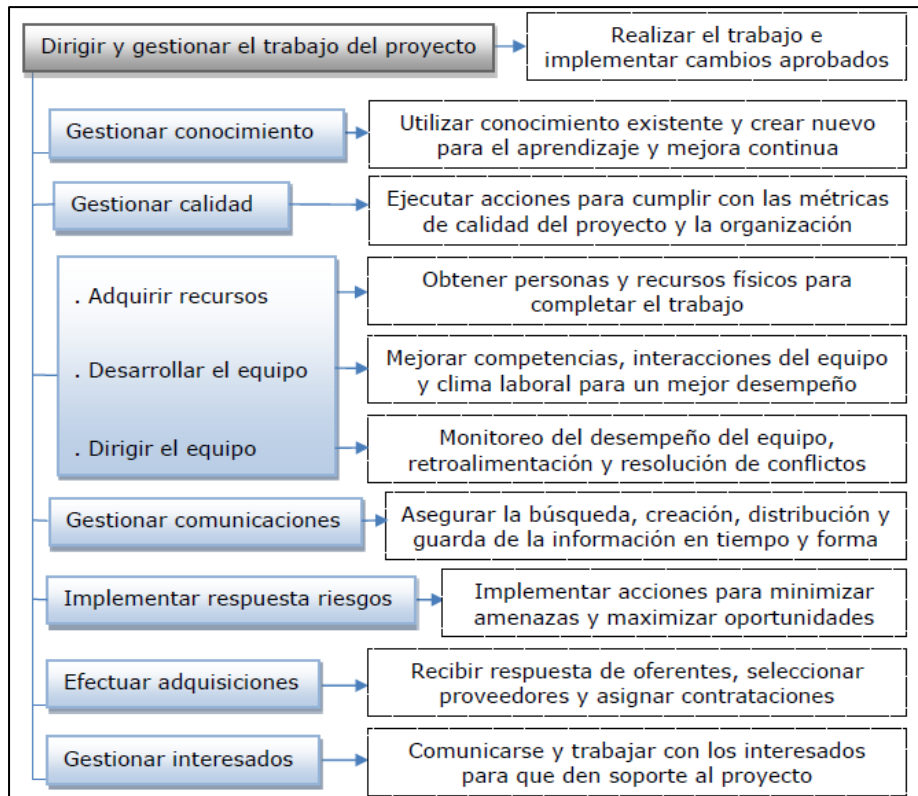


Figura 4: Grupo de proceso de ejecución

FUENTE: Lledó (2018)

d. Grupo del proceso de seguimiento y control

En este proceso se supervisa el avance del proyecto y aplican acciones correctivas que facilite la identificación de posibles cambios para plantear acciones preventivas y correctivas. Las acciones realizadas en el monitoreo y control fueron; recolectar datos de desempeño del trabajo, procesar los datos en información de desempeño del trabajo, elaborar y distribuir informes de desempeño del trabajo, comparar el estado actual del proyecto con la línea base del proyecto, analizar variaciones en relación al plan original, evaluar alternativas para la mejora de procesos, realizar y evaluar las solicitudes de cambio. En la Figura 5 se muestra los procesos del grupo de proceso de seguimiento y control.

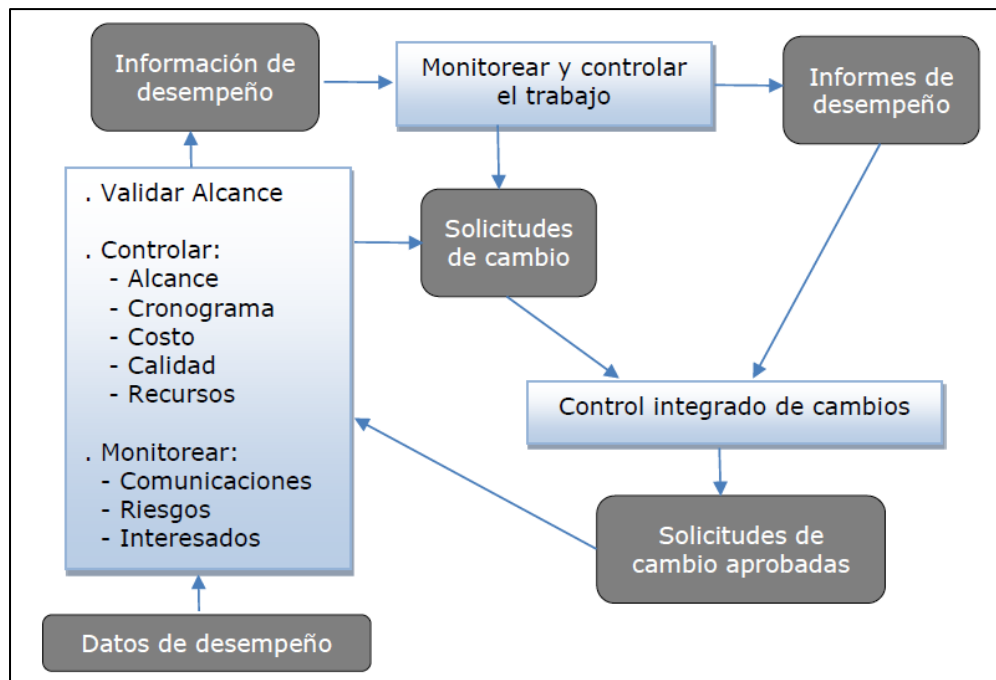


Figura 5: Grupo de proceso de seguimiento y control

FUENTE: Lledó (2018)

e. Grupo del proceso de cierre

Se encarga de finalizar todas las actividades del proyecto a través de todos los grupos de procesos, a fin de cerrar el proyecto.

4.2.2. Áreas de conocimiento

a. Gestión de la integración del proyecto

En el presente trabajo la gestión de la integración se encargó de integrar todos los cambios y adaptaciones del proyecto en los procesos y actividades para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los procesos y actividades del proyecto para tomar decisiones sobre los recursos y esfuerzos requeridos para asegurar el cumplimiento del proyecto y de sus fases. La Gestión de la Integración del proyecto se aplicó en toda la ejecución y control del proyecto.

b. Gestión del alcance del proyecto

La gestión del alcance consistió en elaborar procedimientos para recopilar requisitos, definir, validar y controlar el alcance del proyecto, y se determinó los lineamientos para crear la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT). Este proceso fue necesario para asegurar que se incluya todo el trabajo para completar la ejecución y control del proyecto.

La EDT es la descomposición jerárquica, se subdivide los entregables del proyecto en componentes más pequeños y fáciles de manejar. Los entregables fueron documentados, medibles, tangibles y verificables, realizados para completar el proyecto.

c. Gestión del cronograma del proyecto

Gestión del Cronograma del Proyecto incluyó los procesos para administrar los tiempos necesarios para lograr la finalización del proyecto. El cronograma también se utilizó como herramienta de comunicación para gestionar a los interesados informando el estado de avance del proyecto.

En el presente trabajo el cronograma fue trabajado con hitos identificados con herramientas BIM, lo que permitió tener un cronograma flexible y adaptable al ritmo de desarrollo del proyecto.

d. Gestión de los costos del proyecto

La gestión de costos se encargó de mostrar resultados operativos de avances con valorizaciones, presupuestos, gestionando y controlando los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.

e. Gestión de la calidad del proyecto

La gestión de la calidad del proyecto abordó la calidad tanto de la gestión del proyecto como la de sus entregables. La calidad entregada como resultado, mejoró la calidad en los entregables, mitigando problemas y observaciones de la supervisión del proyecto.

f. Gestión de los recursos del proyecto

La gestión de los recursos del proyecto incluyó los procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto. se desarrolló la identificación, adquisición, gestión y control de los materiales y los recursos humanos del proyecto.

g. Gestión de las comunicaciones del proyecto

La gestión de las comunicaciones del proyecto incluyó procesos necesarios para garantizar la recopilación, distribución y disposición de la información del proyecto. la comunicación involucro los intercambios de información entre los interesados del proyecto.

para una comunicación exitosa se debe considerar definir la estrategia de comunicación

comprendiendo las necesidades del proyecto y de los interesados, y también se debe gestionar y monitorear su efectividad.

h. Gestión de los riesgos del proyecto

Los riesgos pueden hacer que el proyecto se desvíe del plan y no logre los objetivos definidos para el mismo. En este proceso se asegura la visibilidad, el nivel y tipo de riesgo que amenazan al proyecto, este proceso fue necesario para comunicar y obtener apoyo de los interesados sobre los riesgos que podrían presentarse durante el desarrollo del proyecto.

i. Gestión de las adquisiciones del proyecto

En esta área existieron obligaciones vinculadas al proceso de calidad, para adquirir los productos y ejecutar lo entregables de acuerdo a la solicitud del cliente. Se incluyen los procesos de gestión del contrato y de control de cambios requeridos para desarrollar y administrar la ejecución del proyecto.

j. Gestión de los interesados del proyecto

La gestión de los interesados identifico a las personas, grupos y organizaciones que afectaron y pudieron ser afectados por la ejecución del proyecto. La gestión de los interesados se centró en una comunicación continua con los interesados para atender sus necesidades y expectativas, con el objetivo de cumplir el éxito del proyecto.

4.2.3. *Building information modeling (BIM)*

El Modelo de información para la construcción (BIM) es un proceso de creación y administración de información del proceso de construcción de los activos y entregables. El modelo BIM integro datos estructurales y multidisciplinarios para generar la representación digital del producto final durante el su ciclo de vida del proyecto.

El modelo BIM facilito la colaboración entre todos los miembros del equipo, desde el cliente, diseñador, contratista y subcontratistas. El flujo de información fue libre entre los miembros del equipo e interesados para obtener el máximo beneficio del proyecto, permitiendo visualizar el proyecto inicial, cuantificar metrado.

La interrelaciona de modelos multidisciplinarios BIM se conocen como Diseño y Construcción Virtual (VDC) que se aplicó para el diseño y ejecución del proyecto, teniendo en cuenta el producto final y los procesos de trabajo.

4.3. GENERALIDADES DEL PROYECTO

El presente trabajo describe la participación en la ejecución de un proyecto de riego tecnificado desarrollado durante la construcción de la infraestructura deportiva para los juegos Panamericanos y Parapanamericanos Lima 2019.

Se instalaron tres tipos de sistemas de riego tecnificado para áreas verdes, un sistema de riego tecnificado por goteo destinado a cubrir suelos y árboles de obras exteriores, un sistema de riego tecnificado por aspersión destinado al riego de grasas de obras exteriores y un sistema de riego tecnificado destinado a campos deportivos. El proyecto se dividió en Obras Exteriores Zona A 11,669.21 m², Obras Exteriores Zona B 9,186.86 m², Estadio de Atletismo 6,676.03 m², Estadio de Calentamiento 5,497.24 m².

Los principales entregables del proyecto fueron: tres cabezales de riego automatizados con sistemas de bombeo con tableros de velocidad variable, tres equipos de filtrado automático, válvulas de aire de doble efecto, caudalímetros, tubería matriz principal, tuberías secundarias portarregantes, válvulas de sectores de riego, válvulas de purga, aspersores, líneas de goteo, programador de decodificadores y decodificadores. El presupuesto adjudicado al proyecto asciende a S/ 1,017,501.30, incluyen el impuesto general a las ventas, el costo promedio por metro cuadrado fue de S/. 30.81.

En la ejecución de muchos proyectos los ejecutores no son los mismos proyectistas, por lo cual se generan vicios ocultos. Es necesaria la participación de todos los involucrados desde etapas tempranas, según la Figura 6, sólo el 19% de los ejecutores tienen participación en el diseño. La no participación de los involucrados repercute en la etapa de ejecución, ocasionando sobrecostos en los proyectos y en el no cumplimiento de los plazos previstos.

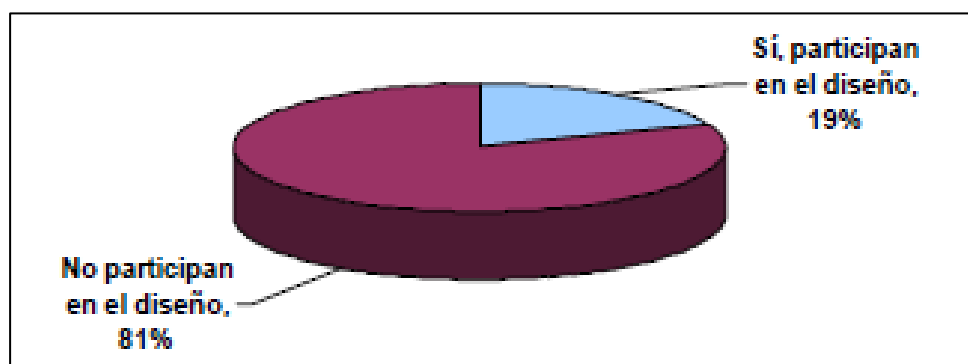


Figura 6: Participación de los Constructores en el diseño

FUENTE: Vásquez (2006)

Un mal diseño del proyecto ocasiona problemas durante la etapa de construcción, como

apreciamos en la Figura 7, sólo la incompatibilidad de planos representa la tercera parte de los principales problemas. Estas incompatibilidades recién son visualizadas en su totalidad en la etapa de ejecución, lo que muchas veces genera paralizaciones y sobrecostos por no contar con los detalles a tiempo para su ejecución.

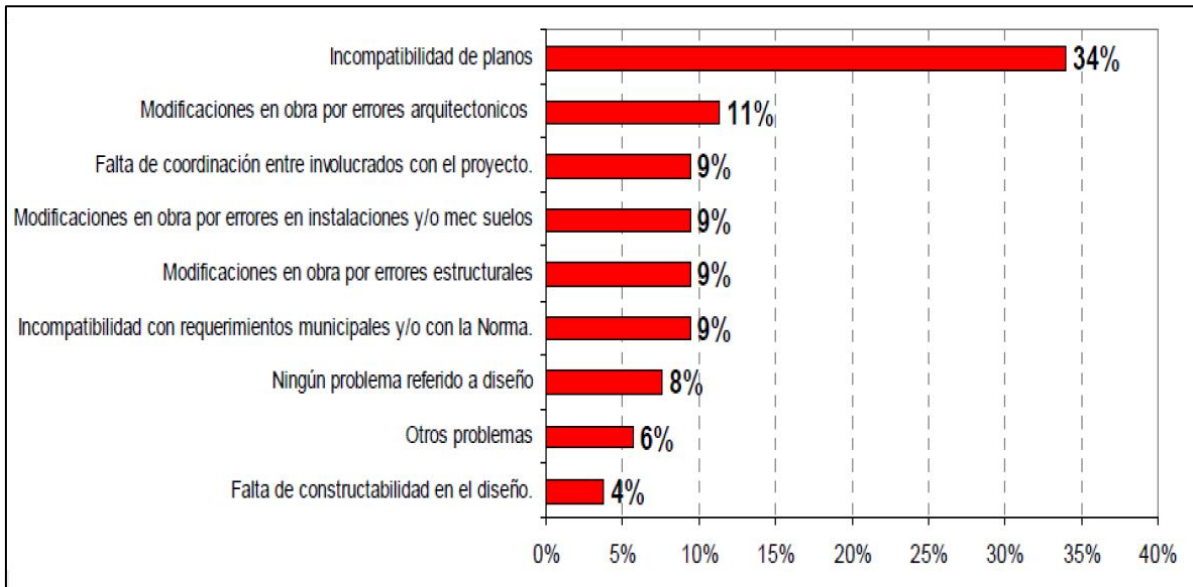


Figura 7: Mayores problemas que ocurren durante una obra debido a un mal diseño del Proyecto

FUENTE: Vásquez (2006)

Los problemas mencionados son frecuentes en la fase de ejecución de proyectos, debido a que los proyectistas encargados de realizar los Expedientes y Presupuestos, no son profesionales que necesariamente estén involucrados en la ejecución del proyecto. Debido a lo mencionado es importante implementar en proyectos de riego tecnificado para infraestructura deportiva donde se trabaje en paralelo y el avance de obra se da en conjunto con varias especialidades en el mismo tiempo y espacio; aplicar los lineamientos presentados por el PMBOK para la coordinación y programación de obra utilizando herramientas BIM en las etapas de preconstrucción para mejorar el control y gestión de obra disminuyendo tiempo muertos y sobre costos. En la Figura 8 y Figura 9 se muestran la variedad de trabajos realizados en la zona de estadios previa ejecución de la instalación de las redes de riego tecnificado, y en la Figura 10 se muestra el trabajo terminado del estadio de atletismo.



Figura 8: Trabajos en Estadio de Atletismo



Figura 9: Liberación de áreas de trabajo en Estadio de Atletismo



Figura 10: Estadio de Atletismo ejecutado

4.4. DESARROLLO DEL PROYECTO

4.4.1. Ubicación

El proyecto “Remodelación y Ampliación de la Villa Deportiva Nacional – VIDENA - San Luis, Lima”, se ubica entre las avenidas Canadá, Del Aire, San Luis y Aviación, en el distrito de San Luis, Lima; siendo el terreno propiedad del Instituto Peruano del Deporte (IPD).

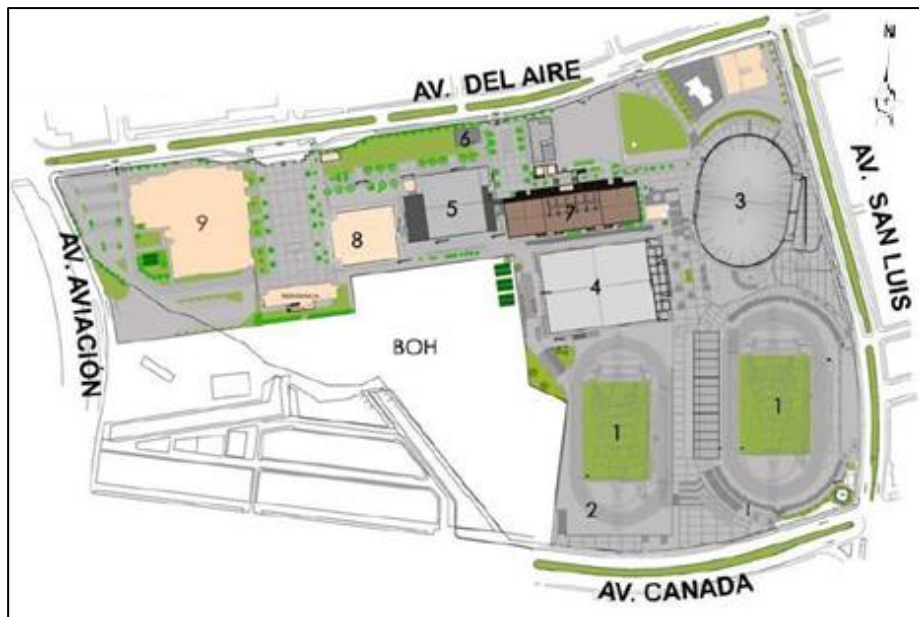


Figura 11: Croquis de Ubicación VIDENA de San Luis, Lima, Perú

4.4.2. Planteamiento del proyecto

El proyecto tuvo como objetivo la ejecución del sistema de riego tecnificado destinado al riego de áreas verdes de la Videna y los estadios.

Se ejecutaron dos sistemas de riego que funcionan de manera independiente con cisterna propia. El sistema de riego que funciona con una cisterna existente tuvo el nombre de zona A y el que funcionaba con la cisterna proyectada tuvo el nombre de zona B. Los dos sistemas de riego son de tipo combinado, presentan aspersión para el riego de césped y goteo para el riego de árboles, arbustos y cubresuelos. El sistema de riego ejecutado para los estadios es por aspersión, sus principales componentes funcionan de manera secuencial para regar las áreas verdes del estadio de atletismo y estadio de calentamiento de la videna.

El proceso de funcionamiento para todos los sistemas de riego instalados inicia en los cabezales de riego, en ellos se instalaron los equipos de bombeo y filtrado, los cuales tienen la función de enviar el agua a los jardines por medio de una red de tuberías de HDPE para regar las áreas verdes con los emisores de riego (aspersores y goteros).

La operación de los equipos de bombeo de los sistemas de riego instalados es de manera automática por medio de programadores de riego y decodificadores, los cuales comanda también a las válvulas de control ubicadas en el campo. La comunicación es vía cable eléctrico con envío de señales que no superan los 25.2 VAC.

El proyecto se presentó con la siguiente sectorización: La zona A con 18 sectores de riego por aspersión y 5 sectores de riego por goteo, la zona B con 6 sectores de riego por aspersión y 11 sectores de riego por goteo y los estadios atléticos en 8 sectores de riego por aspersión.

4.4.3. Almacenamiento y dotación de agua

La oferta y demanda de agua para las áreas verdes de la VIDENA fueron proyectadas y ejecutadas con cisternas de concreto techadas; las cisternas son independientes para cada sistema de riego ejecutado.

La cisterna de la zona A contaba con una capacidad de almacenamiento útil de 80 m³, el requerimiento hídrico de los jardines obedece, principalmente, a cuatro tipos de plantaciones: árboles, arbustos, cubresuelos y césped, los cuales demandan una aplicación diaria en volumen de agua de 62.10 m³, en los meses de verano.

La cisterna de la zona B contaba con una capacidad de almacenamiento útil de 180 m³, el requerimiento hídrico de los jardines obedece también a cuatro tipos de plantaciones: árboles, arbustos, cubresuelos y césped, los cuales demandan una aplicación diaria en

volumen de agua de 42.98 m³, en los meses de verano. Los estadios tienen un requerimiento de agua para riego de 65.91 m³ en los meses más críticos, en esta cisterna también se estará almacenando el requerimiento diario de agua para las áreas verdes de la zona B.

4.4.4. Sistema de riego - zona a y zona b

a. Equipo de bombeo

Para el sistema de riego se proyectó y ejecuto equipos de bombeo de velocidad variable a presión constante, conformado por dos electrobombas de igual caudal y presión, con funcionamiento alternado instalado en paralelo, como parte de la experiencia profesional se realizó la validación hidráulica para la operación del sistema.

En la Tabla 1 se muestra la demanda de agua en jardines de obras exteriores zona A, la cual tiene 23 turnos de riego, de los cuales 18 son riego por aspersión y 5 riego por goteo, en un tiempo de operación máximo de cinco horas, once minutos diarios. En la Figura 12 se muestra el cabezal de riego ejecutado para obras exteriores zona A.

Tabla 1: Demanda de agua en jardines de obras exteriores zona A

ZONA A - OBRAS EXTERIORES							
Turno Nro. (und)	Jardines Nro. (und)	Tipo de Riego	Área de Jardín (m2)	Volumen m3	Caudal de Jardín (l/s)	Caudal de Sector (l/s)	Tiempo de Riego (minutos)
1	13	Aspersión	295.55	1.95	4.06	4.06	8.00
2	14	Aspersión	771.19	5.78	3.21	3.21	30.00
3	15	Aspersión	344.57	2.16	4.49	4.49	8.00
	16.1		66.04	0.61	1.28		
	16.2	Aspersión	11.21	0.22	0.45		
4	17.1		64.46	0.61	1.28	3.61	8.00
	17.2		23.50	0.29	0.60		
5	18	Aspersión	324.36	2.22	4.62	4.62	8.00
6	19.1	Aspersión	68.43	0.50	1.04	3.88	8.00
	20		170.70	1.36	2.84		
	19.2		63.00	0.69	1.44		
	24.1	Aspersión	80.55	0.50	1.05		
7	25.1		40.60	0.43	0.90	4.29	8.00
	25.2		40.60	0.43	0.90		
8	21	Aspersión	193.97	0.92	1.92	4.16	8.00
	22		224.29	1.08	2.24		
9	23	Aspersión	416.18	2.19	4.57	4.57	8.00
10	26	Aspersión	173.81	0.82	1.71	3.42	8.00
	27		162.04	0.82	1.71		
11	28.2	Aspersión	120.66	0.80	1.66	3.64	8.00
	34.2		360.97	0.95	1.98		
12	29.1	Aspersión	140.35	0.86	2.88	2.88	5.00
13	29.2	Aspersión	103.72	0.70	2.34	2.34	5.00
14	30	Aspersión	71.82	0.58	1.26	2.84	7.70
	33		482.13	0.73	1.58		
15	32	Aspersión	266.82	1.36	2.83	2.83	8.00
16		Aspersión	832.14	4.93	2.74	2.74	30.00
17	35.2	Aspersión	836.84	4.93	2.74	2.74	30.00
18		Aspersión	876.85	4.93	2.74	2.74	30.00
	1		128.45	0.48	0.47		
	2		25.70	0.22	0.22		
	3		24.50	0.21	0.21		
	4		23.25	0.18	0.18		17.00
	5	Goteo	18.95	0.16	0.16		
19	6		19.10	0.16	0.16	2.31	
	7		26.65	0.22	0.22		
	8		15.25	0.18	0.18		
	9		26.95	0.22	0.22		
	10		44.70	0.30	0.29		
	11.1		30.00	3.93	3.85		
20	11.2	Goteo	40.00	0.18	0.18	4.22	17.00
	11.3		171.16	0.19	0.19		
21	24	Goteo	972.23	4.67	4.58	4.58	17.00
	28.1		363.05	1.68	1.65		
	31.1		17.56	0.13	0.13		
	31.2		26.75	0.11	0.11		
22	31.3	Goteo	23.74	0.09	0.09	3.22	17.00
	31.4		23.00	0.09	0.09		
	31.5		32.10	0.13	0.13		
	35.1		218.75	1.04	1.02		
23	34.1	Goteo	563.50	3.12	3.06	3.06	17.00

Se realizó el cálculo de pérdida de carga para en tramo de tubería más crítico; en la Tabla 2 se muestra el diámetro de tubería matriz de riego tecnificado para el tramo más crítico de obras exteriores zona A:

Tabla 2: Diámetro de tubería matriz de riego tecnificado para tramo más crítico de obras exteriores de la zona A

DIÁMETRO DE TUBERÍA MATRIZ DE RIEGO TECNIFICADO- OBRAS EXTERIORES ZONA A						
Caudal de paso	Diámetro externo	Diámetro interno	Constante de material	Longitud de tramo	Pérdida de carga	Velocidad de flujo
(l/s)	(mm)	(mm)	(C)	(m)	(m)	(m/s)
4.62	90.00	79.20	150.00	372.00	4.09	0.94

En la Tabla 3 se muestra la altura dinámica total en el tramo más crítico de obras exteriores zona A.

Tabla 3: Altura dinámica total en tramo más crítico de obras exteriores zona A

ALTURA DINÁMICA TOTAL - OBRAS EXTERIORES ZONA A	
Presión de trabajo del emisor (m)	25.00
Pérdida de presión en los filtros y caudalímetro (m)	7.00
Pérdida de presión en manifolds de cabezal (m)	1.00
Pérdida de presión en válvula duocheck y mariposa (m)	2.00
Pérdida de presión en tubería matriz (m)	4.09
Pérdida de presión en accesorios de conexión (m)	1.01
Pérdida de presión en la válvula del sector (m)	2.00
Desnivel topográfico (cisterna enterrada 3 m) (m)	7.00
Factor de seguridad 5% (m)	2.45
Altura dinámica total (m)	51.55



Figura 12: Cabezal de riego Obras Exteriores Zona A

En la Tabla 4 se muestra la demanda de agua en jardines de obras exteriores en la zona B, la cual tiene 17 turnos de riego, de los cuales 11 son riego por aspersión y 6 riego por goteo, con un tiempo de operación máximo de tres horas, 46 minutos diarios; en la Figura 13 se muestra el cabezal de riego de obras exteriores zona B.

Tabla 4: Demanda de agua en jardines obras exteriores zona B

ZONA B - OBRAS EXTERIORES							
Turno Nro. (und)	Jardines Nro. (und)	Tipo de Riego	Área de Jardín (m2)	Volumen m3	Caudal de Jardín (l/s)	Caudal de Sector (l/s)	Tiempo de Riego (minutos)
1	39.1	Rociador	66.14	0.56	1.44	2.64	6.50
	39.1		42.21	0.47	1.20		
2	47	Rociador	138.10	1.26	3.24	3.24	6.50
3	48.1	Rociador	300.46	1.32	3.38	3.38	6.50
4	48.2	Rociador	161.79	0.71	1.82	3.24	6.50
	49		57.50	0.44	1.12		
	50		12.00	0.12	0.30		
5	53.1	Rociador	38.70	0.35	0.90	3.51	6.50
	53.3		50.00	0.39	0.99		
	53.6		18.25	0.21	0.54		
	53.7		55.70	0.42	1.08		
6	64	Rociador	140.25	0.74	1.90	2.44	6.50
	65		34.55	0.21	0.54		
7	35.3	Gotero	124.73	0.63	0.62	2.93	17.00
	36		107.86	0.44	0.43		
	37.1		37.76	0.15	0.15		
	37.2		27.74	0.11	0.11		
	37.3		23.34	0.09	0.09		
	37.4		56.76	0.23	0.23		
	37.5		10.77	0.07	0.07		
	31.6		53.20	0.24	0.24		
8	66.1	Gotero	220.30	1.01	0.99	3.25	17.00
	38		51.55	0.28	0.27		
	39.2		45.25	0.18	0.18		
	40		206.45	1.05	1.03		
	41		207.40	1.11	1.09		
	42		71.10	0.35	0.34		
9	43	Gotero	35.95	0.17	0.17	3.01	17.00
	44		34.30	0.17	0.17		
	45		13.25	0.08	0.08		
	46		23.70	0.12	0.12		
	52		89.70	0.37	0.36		
	53.2		16.85	0.07	0.07		
10	53.4	Gotero	11.40	0.05	0.05	3.52	17.00
	53.5		5.65	0.02	0.02		
	55		46.25	0.22	0.22		
	56		398.25	1.71	1.68		
	57		103.55	0.42	0.41		
11	58	Gotero	609.80	2.49	2.44	2.81	17.00
	59		132.30	0.60	0.59		
	60		108.00	0.50	0.49		
12	61	Gotero	350.75	1.72	1.69	2.94	17.00
	62		103.45	0.51	0.50		
	63		120.45	0.63	0.62		
13	51	Gotero	0.00	0.62	0.61	3.94	17.00
	66.2		514.15	2.38	2.33		
	67		156.50	0.63	0.62		
14	68	Gotero	245.75	1.23	1.21	3.05	17.00
	69		478.37	2.15	2.11		
	70		157.20	0.77	0.75		
15	71	Gotero	573.17	2.35	2.30	3.18	17.00
16	71	Gotero	751.19	3.24	3.18	3.18	17.00
17	72	Gotero	794.20	3.34	3.27	3.27	17.00

También se realizó el cálculo de pérdida de carga para en tramo de tubería más crítico, la Tabla 5 muestra el diámetro de tubería matriz de riego tecnificado para el tramo más crítico de obras exteriores zona B:

Tabla 5: Diámetro de tubería matriz de riego tecnificado para tramo más crítico de obras exteriores zona B

DIÁMETRO DE TUBERÍA MATRIZ DE RIEGO TECNIFICADO- OBRAS EXTERIORES ZONA B						
Caudal de paso	Diámetro externo	Diámetro interno	Constante de material	Longitud de tramo	Pérdida de carga	Velocidad de flujo
(l/s)	(mm)	(mm)	(C)	(m)	(m)	(m/s)
4.00	90.00	79.20	150.00	696.60	5.95	0.81

Por último, en la Tabla 6 se muestra la altura dinámica total en el tramo más crítico de obras exteriores zona B;

Tabla 6: Altura dinámica total en tramo más crítico de obras exteriores zona B

ALTURA DINÁMICA TOTAL - OBRAS EXTERIORES ZONA B	
Presión de trabajo del emisor (m)	25.00
Pérdida de presión en los filtros y caudalímetro (m)	7.00
Pérdida de presión en manifolds de cabezal (m)	1.00
Pérdida de presión en válvula duocheck y mariposa (m)	2.00
Pérdida de presión en tubería matriz (m)	5.95
Pérdida de presión en accesorios de conexión (m)	1.45
Pérdida de presión en la válvula del sector (m)	2.00
Desnivel topográfico (cisterna enterrada 3 m) (m)	5.00
Factor de seguridad 5% (m)	2.46
Altura dinámica total (m)	51.86



Figura 13: Cabezal de riego obras exteriores zona B

b. Equipo de filtrado

Se instaló una batería de dos cuerpos, de 2 pulgadas de ingreso y salida cada una, con un sistema de retrolavado automático, activado de manera eléctrica por medio de un temporizador y diferencial de presión, el filtro automático elegido fue de la marca Filtromatic modelo 2DP2H, este filtro cuenta con cartucho de discos ranurados fabricados en polipropileno que garantiza una gran resistencia y calidad de filtración; aportando larga vida al filtro, el equipo de filtrado fue equipado con válvulas hidráulicas de retralavado, ventosas, manómetro, programador para la limpieza automática, presostato diferencial y conexiones. En la Figura 14 se muestra manifold de filtrado obras exteriores zona A y en la Figura 15 se muestra manifold de filtrado obras exteriores zona B.



Figura 14: Manifold de filtrado obras exteriores zona A



Figura 15: Manifold de filtrado obras exteriores zona B

c. Red de tuberías

Sistema de tuberías está conformado por una tubería matriz principal; la cual es un conjunto de tuberías del mismo diámetro encargado de conducir el agua para riego desde la estación de bombeo hasta la entrada de cada válvula de sector con tubería de HDPE (*High Density PolyEthylene*) PE100 de 90mm de diámetro en presión nominal (PN) 10 Norma de fabricación ISO 4427.

La tubería secundaria portarregantes; se encarga de distribuir el agua dentro de cada sector de riego por medio de tubería HDPE PE100 de 32, 50 y 63 mm de diámetro con presión nominal (PN) 10 norma de fabricación: ISO 4427. En la Figura 16, Figura 17 y Figura 18 se muestra la instalación de manguera HDPE sobre cama de arena en obras exteriores.



Figura 16: Instalación de manguera HDPE sobre cama de arena en obras exteriores



Figura 17: Instalación de manguera HDPE tapado con cama de arena en obras exteriores



Figura 18: Compactación y cierre de zanja en obras exteriores

d. Válvulas de sector

En obras exteriores zona A para el riego por aspersión; para regar el césped se consideró 20 válvulas eléctricas, 17 de dos pulgadas y tres de 1 1/2 pulgada, las cuales permiten el paso del agua a cada sector de riego. Su funcionamiento se realiza de manera automática. Para el riego por goteo; las coberturas, los arbustos y árboles se realizarán con una misma válvula eléctrica de sector. Para regar por goteo se ha considerado seis válvulas eléctricas, tres de 2 pulgadas y tres de 1 1/2 pulgada, las cuales permiten el paso del agua a cada sector de riego. Su funcionamiento se realiza de manera automática.

En obras exteriores Zona B para el riego por aspersión; para regar el césped se consideró siete válvulas eléctricas, cuatro de 2 pulgadas, dos de 1 1/2 pulgada y una de 1 pulgada, las cuales permiten el paso del agua a cada sector de riego. Su funcionamiento se realizará de manera automática. Para el riego por goteo; el riego de las coberturas, los arbustos y árboles se realizarán con una misma válvula eléctrica de sector, tres tipos de plantaciones tienen el mismo tipo de riego y el mismo tiempo de riego. Para regar por goteo se ha considerado dieciocho válvulas eléctricas, siete de 2 pulgadas, siete de 1 1/2 pulgada y cuatro de 1 pulgada, las cuales permiten el paso del agua a cada sector de riego. Su funcionamiento se realiza de manera automática.

e. Aspersores

En los jardines de obras exteriores zona A se instalaron tres tipos de aspersores, aspersor rotor de mediano alcance de vástago emergente y retráctil con tiro de chorro entre 6 y 8 metros para jardines grandes ochenta y uno unidades, aspersor rotor de corto alcance; de vástago emergente y retráctil con tiro de chorro entre 5 y 6 metros para jardines medianos dos unidades, aspersor rociador de corto alcance; de vástago emergente y retráctil con tiro de chorro entre 3 y 5.5 metros para jardines pequeños trescientos noventa y tres unidades. En la Figura 19 se muestra el riego por aspersión operativo en obras exteriores zona A.



Figura 19: Riego por aspersión Obras Exteriores Zona A

Los jardines de Obras Exteriores Zona B se instalaron aspersores rociadores de corto alcance; de vástago emergente y retráctil con tiro de chorro entre 3 y 5.5 metros para jardines pequeños. En la Figura 20 se muestra el riego por aspersión operativo en obras exteriores zona B.



Figura 20: Riego por aspersión Obras Exteriores Zona A

f. Líneas de goteo

En obras exteriores zona A se consideró nueve mil seiscientos metros de líneas de goteo y ciento treinta y tres anillos de goteo para regar 3,701.00 m² de jardines con cubresuelos y árboles. En la figura 21 y figura 22 se muestra el riego por goteo instalado en obras exteriores zona A.



Figura 21: Riego por goteo obras exteriores zona A



Figura 22: Riego por goteo obras exteriores zona A

En obras exteriores zona B se consideró diez y nueve mil seiscientos metros de líneas de goteo y ciento treinta y siete anillos de goteo para regar 7,804 m² de jardines con cubresuelos y árboles. En la figura 23 y figura 24 se muestra el riego por goteo instalado en obras exteriores zona B.



Figura 23: Riego por goteo obras exteriores zona B



Figura 24: Riego por goteo obras exteriores zona B

g. Sistema de automatización

Para la automatización se consideró un programador de riego que permitió programar los turnos y tiempos de riego. En la figura 25 y figura 26 se muestra el talero controlador de riego Rind Bird ESP LXD y tablero de electrobombas.



Figura 25: Talero controlador de riego Rind Bird ESP LXD y tablero de electrobombas



**Figura 26: Tablero controlador de riego Rind Bird
ESP LXD en obras exteriores**

4.4.5. Sistema de riego - estadios

a. Equipo de bombeo

Se ejecutó un sistema de bombeo de velocidad variable a presión constante, conformado por dos electrobombas de igual caudal y ADT, con funcionamiento alternado instalado en paralelo, cubriendo en todo momento el caudal y presión requerida en un tiempo máximo de 3 horas diarias. El caudal de operación validado es de 10.70 l/s, y la presión requerida por el sistema es 61.84 m.

En el Estadio de Calentamiento se instaló para cada turno de riego un lateral compuesto por 6 aspersores de 1.45 l/s, con lo cual se obtuvo un caudal de 8.70 l/s. En la Tabla 7 se muestra el cálculo de validación para la demanda de agua en estadio de calentamiento.

Tabla 7: Demanda de agua en estadio de calentamiento

ESTADIO ATLETICO - ESTADIO DE CALENTAMIENTO							
Turno	Tipo de	Área	Volumen	Caudal	N°	Caudal	Tiempo de
Nro.	Riego	(m2)	m3	(l/s)	Aspersor	(l/s)	Riego (min.)
1	Aspersión	1374.3	7.4	1.45	6	8.7	14.17
2	Aspersión	1374.3	7.4	1.45	6	8.7	14.17
3	Aspersión	1374.3	7.4	1.45	6	8.7	14.17
4	Aspersión	1374.3	7.4	1.45	6	8.7	14.17

En la Tabla 8 se muestra el cálculo de pérdida de carga para el tramo de tubería más crítico en el estadio de calentamiento.

Tabla 8: Diámetro de tubería matriz de riego tecnificado para tramo más crítico de estadio de calentamiento

DIÁMETRO DE TUBERÍA MATRIZ DE RIEGO TECNIFICADO - ESTADIO DE CALENTAMIENTO						
Caudal de paso (l/s)	Diámetro externo (mm)	Diámetro interno (mm)	Constante de material (C)	Longitud de tramo (m)	Pérdida de carga (m)	Velocidad de flujo (m/s)
8.70	90.00	79.20	150.00	104.75	3.49	1.77

En la Tabla 9 se muestra el cálculo de Altura dinámica total en tramo más crítico;

Tabla 9: Altura dinámica total en tramo más crítico de estadio de calentamiento

ALTURA DINAMICA TOTAL- ESTADIO DE CALENTAMIENTO	
Presión de trabajo del aspersor (m)	40.00
Perdida de presión en válvula sector (m)	1.50
Pérdida de presión en tubería principal (m)	3.49
Pérdida de presión en filtrado (m)	4.30
Perdida de presión en conexiones 25% (m)	0.84
Factor de seguridad 5% (m)	2.61
Desnivel topográfico (m)	5.50
A.D.T del sistema de riego	58.24

En el estadio de atletismo se instaló para cada turno de riego un lateral compuesto por 6 aspersores de 1.78 l/s, con lo cual se obtuvo un caudal de operación para esa zona de 10.70 l/s. En la Tabla 10 se muestra el cálculo de demanda y tiempo de riego en el estadio de atletismo y la Figura 27 muestra el cabezal de riego instalado para el riego de los estadios.

Tabla 10: Demanda de agua en estadio de atletismo

ESTADIO ATLETICO - ESTADIO DE ATLETISMO							
Turno Nro.	Tipo de Riego	Área (m2)	Volumen M3	Caudal aspersor (l/s)	Nº aspersor	Caudal (l/s)	Tiempo de Riego (minutos)
1	Aspersión	1669.00	9.08	1.78	6.00	10.68	14.17
2	Aspersión	1669.00	9.08	1.78	6.00	10.68	14.17
3	Aspersión	1669.00	9.08	1.78	6.00	10.68	14.17
4	Aspersión	1669.00	9.08	1.78	6.00	10.68	14.17

Cálculo de pérdida de carga para en tramo de tubería más crítico:

Tabla 11: Diámetro de tubería matriz de riego tecnificado para tramo más crítico de estadio de atletismo

DIÁMETRO DE TUBERÍA MATRIZ DE RIEGO TECNIFICADO - ESTADIO DE ATLETISMO						
Caudal de paso (l/s)	Diámetro externo (mm)	Diámetro interno (mm)	Constante de material (C)	Longitud de tramo (m)	Pérdida de carga (m)	Velocidad de flujo (m/s)
10.68	110.00	96.80	150.00	124.54	2.29	1.45

En la Tabla 12 se muestra el cálculo de altura dinámica total en tramo más crítico;

Tabla 12: Altura dinámica total en tramo más crítico de estadio de atletismo

ALTURA DINAMICA TOTAL- ESTADIO DE ATLETISMO	
Presión de trabajo del aspersor (m)	45.00
Perdida de presión en válvula sector (m)	1.50
Pérdida de presión en tubería principal (m)	2.29
Pérdida de presión en filtrado (m)	4.30
Pérdida de presión en conexiones 25% (m)	0.51
Factor de seguridad 5% (m)	2.74
Desnivel topográfico (m)	5.50
A.D.T del sistema de riego	61.84



Figura 27: Cabezal de riego de estadios

b. Equipo de filtrado

Se instaló una batería de tres cuerpos de filtro, de 2 pulgadas de ingreso y salida, con un sistema de retrolavado automático, activado de manera eléctrica por medio de un temporizador y diferencial de presión, el filtro automático elegido fue de la marca Filtromatic modelo 3DP2H, este filtro cuenta con cartucho de discos ranurados fabricados en polipropileno que garantiza una gran resistencia y calidad de filtración, el equipo de filtrado fue equipado con válvulas hidráulicas de retralavado, ventosas, manómetro, programador para la limpieza automática, presostato diferencial y conexiones. En la Figura 28 y Figura 29 muestran el sistema de filtrado instalado para el sistema de riego de los estadios.



Figura 28: Manifold de filtrado de estadios vista frontal



Figura 29: Manifold de filtrado de estadios vista de perfil

c. Red de tuberías

En el estadio de calentamiento se instaló una tubería matriz principal que se abastece del cabezal de riego y llega al estadio de calentamiento, las tuberías instaladas fueron de material HDPE, PN 10 y de 90 mm de diámetro. En la red de tuberías secundarias también se instaló tuberías de material HDPE, en diámetro de 90 mm, y en PN 10.

En el estadio de atletismo la tubería matriz principal que se instaló sale del cabezal de riego y llega al estadio de atletismo, En la red de tuberías secundarias también se instaló tuberías de material HDPE, en diámetro de 90 mm, y en PN 10. En la Figura 30 se visualiza la movilización de tuberías HDPE para la instalación en el estadio de atletismo, en la Figura 31 se visualiza la tubería HDPE utilizada en la instalación, y en la Figura 32 y Figura 33 se muestra el proceso de instalación de las tuberías HDPE en los estadios.



Figura 30: Movilización de tuberías HDPE para instalación en estadio de calentamiento



Figura 31: Tuberías HDPE 90 mm para instalación en estadio de calentamiento



Figura 32: Instalación de tuberías HDPE en estadio de calentamiento



Figura 33: Instalación de tuberías HDPE en estadio de atletismo

d. Válvulas de sector

Se instalaron válvulas que permiten el paso del agua a cada sector de riego, su operación es automática comandada desde un programador de riego vía cable eléctrico, que realiza la transmisión de la señal. Para regar el césped de los dos campos de atletismo se instalaron ocho electroválvulas, cuatro en cada estadio; comandando cada una seis aspersores. En la Figura 34 se visualiza la instalación de riego en estadios.



Figura 34: Instalación de válvulas de riego en estadios

e. Aspersores

Se instalaron en cada estadio veinticuatro aspersores, para el riego de césped de campos deportivos, de vástago emergente y retráctil, con boquillas intercambiables. En la Figura 35 se muestra la instalación de los emisores de riego en el estadio de atletismo, en la Figura 36 se muestra la regulación de emisores de riego en el estadio de calentamiento y en la Figura 37 se muestra la prueba de emisores de riego en el estadio de calentamiento.



Figura 35: Prueba de emisores de riego en estadio de atletismo



Figura 36: Regulación de emisores de riego en estadio de calentamiento



Figura 37: Prueba de emisores de riego en estadio de calentamiento

f. Sistema de automatización

Para el sistema de automatización se consideró un programador de riego que permitió programar los turnos y operaciones de riego determinando su encendido, su apagado y la duración de riego de cada sector. Se consideró un tipo de programador que abre y cierre las válvulas eléctricas de cada sector por medio de decodificadores, esto para evitar el uso de mayor cantidad de cable enterrado en la transmisión de la señal, lo cual posteriormente facilita las reparaciones y mantenimiento del tendido eléctrico. En la Figura 38 se muestra el controlador de riego marca Rain Bird modelo ESP LXD instalado para controlar el riego en estadios.



Figura 38: Tablero controlador de riego Rain Bird ESP LXD en estadios

4.5. DESARROLLO DE LA EJECUCION Y CONTROL DE OBRA

En los procesos de ejecución y control del proyecto se desarrolló y se controló los trabajos y entregables del proyecto, y se implementaron los cambios aprobados para alcanzar los objetivos del proyecto. De igual forma en estos procesos se realizó el seguimiento, revisión e informes de avance general con el objetivo de mantener informados a los interesados del proyecto, aplicando herramientas BIM para identificar el desempeño del trabajo y tener una proyección del estado del proyecto. La Tabla 13 muestra las actividades de los procesos de ejecución y control en la gestión de integración del proyecto.

Tabla 13: Actividades de los procesos de ejecución y control en la gestión de integración

AREAS DE CONOCIMIENTO	GRUPOS DE PROCESO	ACTIVIDADES
4. GESTION DE LA INTEGRACION	1.1. INICIO	-
	1.2. PLANIFICACIÓN	-
	1.3. EJECUCION	4.3 Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto 4.4 Gestionar el conocimiento del proyecto 4.5 Monitorear y controlar el trabajo del proyecto
	1.4. MONITOREO Y CONTROL	4.6 Realizar el control integrado de cambios
	1.5. CIERRE	-

La Tabla 14 muestra las entradas y salidas de la gestión de integración en el grupo de proceso de ejecución del proyecto.

Tabla 14: Entradas y salidas de la Gestión de la Integración en el grupo de proceso de ejecución

ENTRADA	GRUPO DE PROCESO	SALIDA
<ul style="list-style-type: none"> • Registro de cambios • Lista de hitos • Comunicaciones del proyecto. • Cronograma del proyecto • Especificaciones técnicas • Registro de riesgos • Informe de riesgos • Solicitudes de cambio aprobadas 	Gestión de integración en el grupo de proceso de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> • Validar el alcance • Realizar el control integrado de cambios • Controlar el alcance • Controlar el cronograma • Controlar los costos • Controlar a calidad • Controlar los recursos • Monitorear las comunicaciones • Monitorear los riesgos

La Tabla 15 muestra las entradas y salidas de la gestión de la integración en el grupo de proceso de monitoreo y control del proyecto.

Tabla 15: Entradas y salidas de la gestión de la integración en el grupo de proceso de monitoreo y control

ENTRADA	GRUPO DE PROCESO	SALIDA
<ul style="list-style-type: none"> • Validar el alcance • Controlar el alcance • Controlar el cronograma • Controlar los costos • Controlar a calidad • Controlar los recursos • Monitorear las comunicaciones • Monitorear los riesgos 	Gestión de integración en el grupo de proceso de monitoreo y control	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el control integrado de cambios Gestionar las comunicaciones • Monitorear los riesgos • Controlar los costos • Controlar el cronograma

La Figura 39 muestra el flujo de dato, información e informes del proyecto.

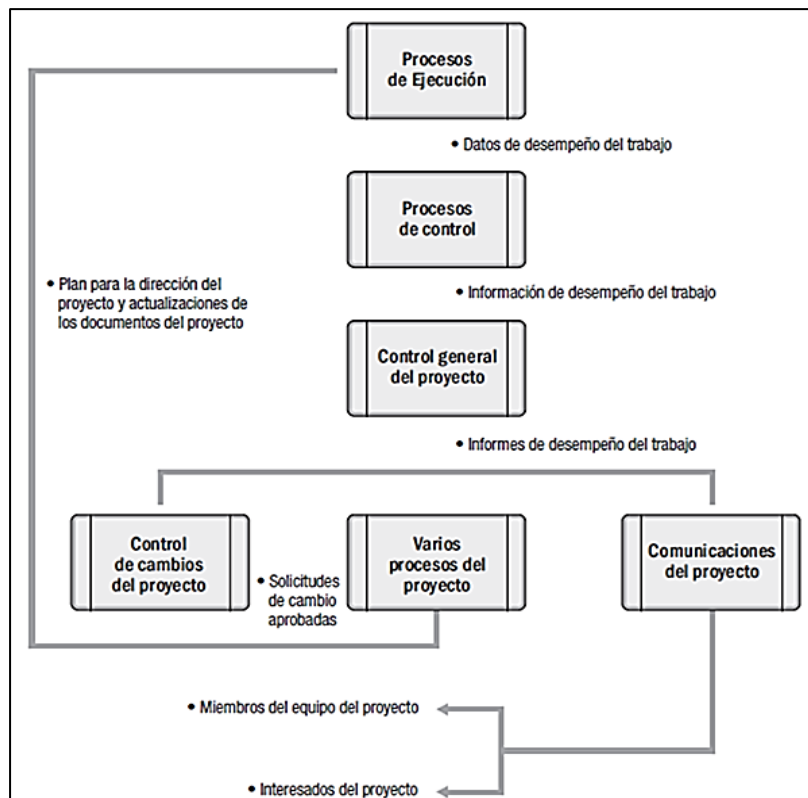


Figura 39: Flujo de datos, información e informes del proyecto

FUENTE: PMI (2017)

4.5.1. Estructura de desglose de trabajo -EDT

Este proceso fue generado y utilizado para subdividir los entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más fáciles de manejar. Este proceso proporcionó al equipo de trabajo un marco de referencia de los entregables del proyecto.

Para la elaboración de la EDT se utilizó la técnica de descomposición para dividir y subdividir el alcance del proyecto y los entregables del proyecto en partes más manejables.

La estructura de desglose de trabajo está respaldada por el presupuesto del proyecto, cronograma de obra y las especificaciones técnicas entregadas por el cliente para la ejecución del proyecto. La EDT del proyecto está constituida por cuatro cuentas de control, nueve cuentas de planificación, y treinta y ocho paquetes de trabajo.

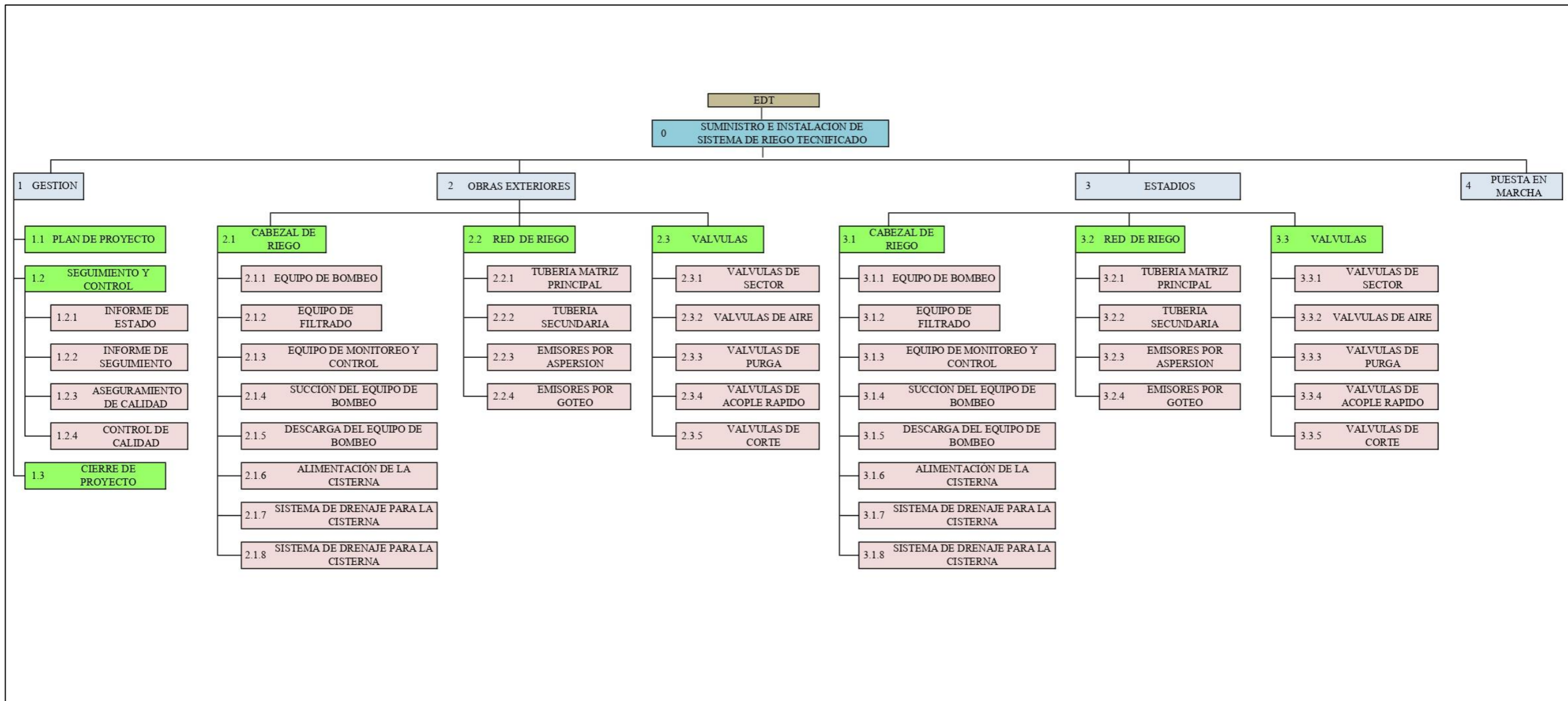


Figura 40: Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) - Suministro e instalación del sistema de riego tecnificado

4.5.2. Validación y control del alcance del proyecto

En este proceso se verificó la aceptación de los entregables del proyecto que se irán completando, en este proceso se aumentó la probabilidad que los paquetes de trabajo sean aceptados mediante la validación de cada entregable.

En la validación del alcance del proyecto se verifico que todos los entregables de los paquetes de trabajó solicitados por el cliente cumpla con los requerimientos técnicos solicitados.

a. Cabezales de riego estadio atlético

Se verificaron y validaron los requerimientos técnicos solicitados por el cliente en los planos y especificaciones técnicas, se identificó una incompatibilidad en la selección de los equipos de bombeo para los cabezales de riego de los estadios atléticos. La incompatibilidad encontrada se comunicó y paso por un proceso de control de cambios que fue validado técnicamente por el cliente.

En la Figura 41 se muestra el plano constructivo del cliente; se solicitaron que los equipos de bombeo para estadio sean electrobombas de 10.70 litros por segundo y altura dinámica de 61.00 metros de columna de agua y potencia de 14 HP, Plano CR3059-OL-PL-P-0011 y Plano CR3059-OL-PL-P-0012.

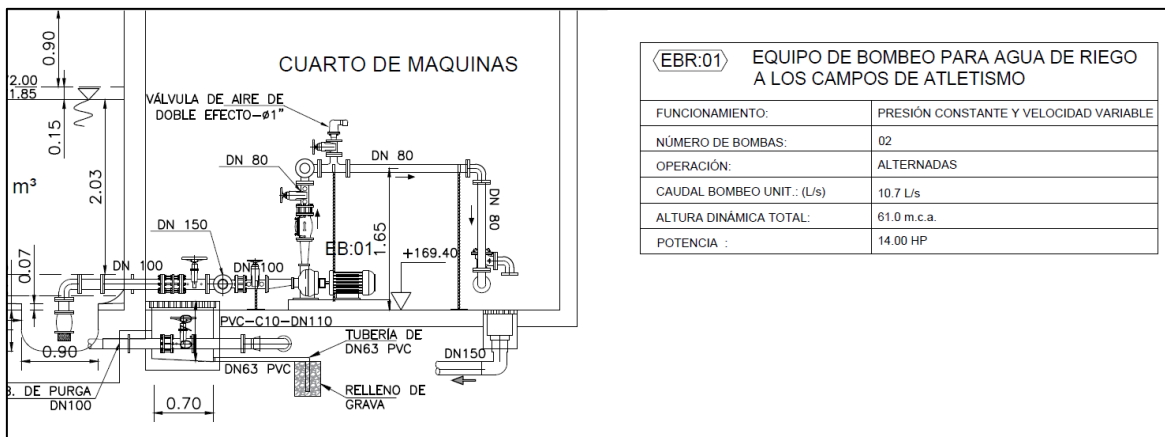


Figura 41: Cabezal de riego de estadio, Plano CR3059-OL-PL-P-0012

Se realizó la verificación de cálculos hidráulicos para el requerimiento hídrico, cumpliendo con los requerimientos técnicos solicitados por el cliente. El caudal y presión del diseño hidráulico cumplían para los requerimientos técnicos pero la potencia del motor no cumplía para las características de bomba horizontal. En la Figura 42 se observa que la curva de operación para los requerimientos de caudal y presión estaban fuera del rango para

electrobombas horizontales de 14 HP.

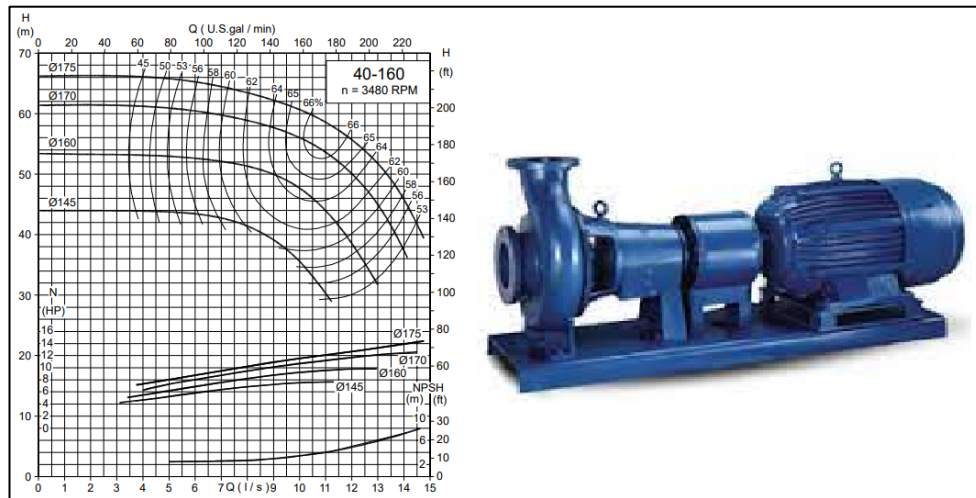


Figura 42: Curva de operación electrobomba Hidrostral

FUENTE: Catalogo Hidrostral (2018)

Ante esta incompatibilidad en el requerimiento del equipo de bombeo se realizó una solicitud de cambio para poder garantizar el correcto funcionamiento del sistema de bombeo para riego por aspersión en estadio. Inicialmente se propuso electrobombas horizontales de 20 HP que cumplía con los requerimientos técnicos de caudal y presión, pero se tenía como limitante el área disponible para la instalación del equipo de bombeo.

Finalmente se seleccionó una electrobomba vertical de 20 HP, la cual garantizo el punto de operación del sistema de bombeo y las características físicas del área disponible para la instalación. En la Figura 43 se muestra la electrobomba instalada de la marca Grundfos modelo CR 32-4 A-F-A-E-HQQE.

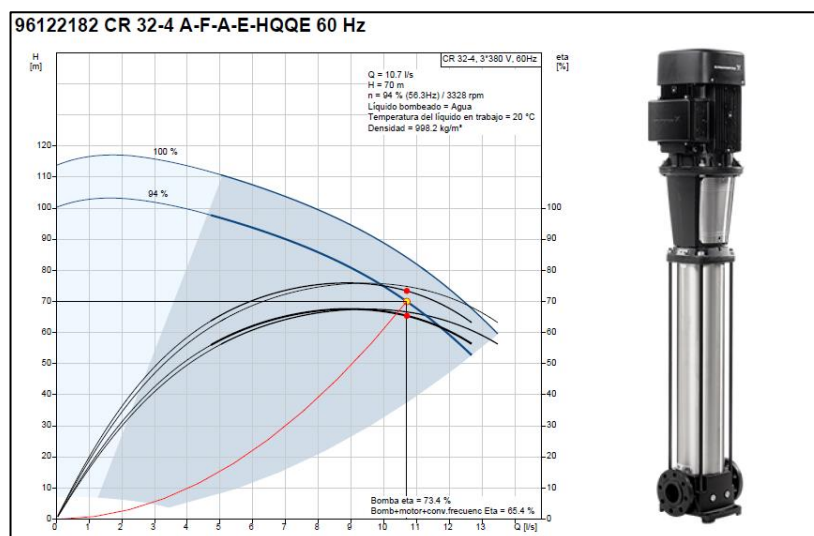


Figura 43: Electrobomba seleccionada Grundfos modelo CR 32-4 A-F-A-E-HQQE

FUENTE: Catalogo Grundfos (2018)

Un cambio en la potencia de la electrobomba también requiere un cambio en las características eléctricas de los tableros de control y la oferta de energía eléctrica. Los cambios fueron registrados y aceptados para ser ejecutados. En la Figura 44 se observa los cambios en el Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-ZZZ0012.

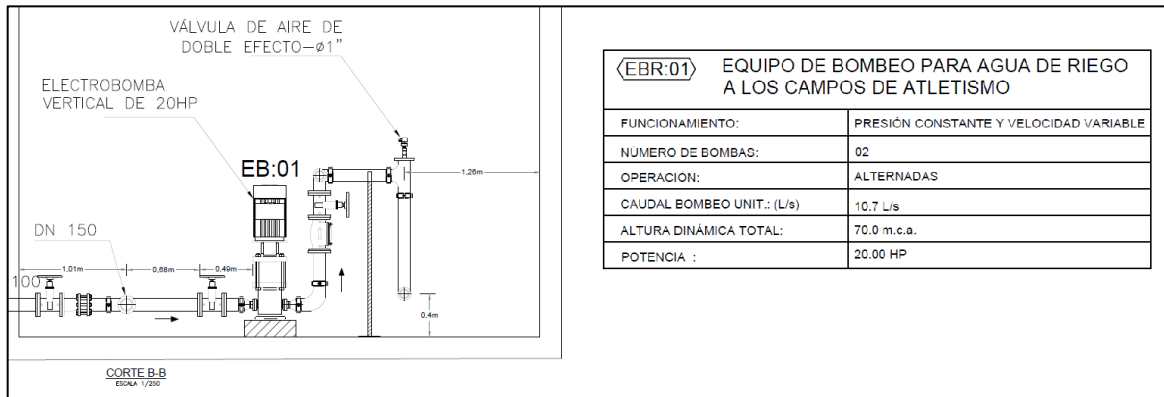


Figura 44: Cabezal de riego de estadio, Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-ZZZ0012

b. Cabezales de riego obras exteriores

Como parte de nuestras funciones desempeñadas en el proyecto se verificaron y validaron los requerimientos técnicos solicitados por el cliente en los planos y especificaciones técnicas, no se identificaron incompatibilidades en la selección de los equipos de bombeo para los cabezales de riego del sistema de bombeo de obras exteriores. Debido al cambio de modelo de electrobomba horizontal a electrobomba vertical, por ser un proyecto de competencia y de gran envergadura; por parte del cliente se solicitó que todas las electrobombas sean verticales, para conservar la uniformidad en la presentación de los sistemas de bombeo.

En los planos y especificaciones técnicas del cliente se solicitó que los equipos de bombeo para obras exteriores sean electrobombas de 4.60 litros por segundo y altura dinámica de 52.00 metros de columna de agua y potencia de 5.5 HP, en la Figura 45, Figura 46 y Figura 47 se muestran los Planos CR3059-OE-PL-P-0227, CR3059-OE-PL-P-0228, CR3059-OL-PL-P-0011 y CR3059-OL-PL-P-0012.

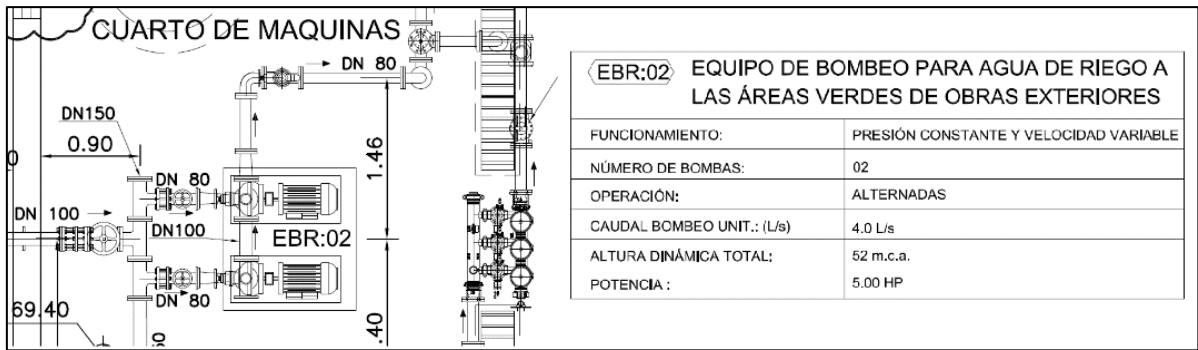


Figura 45: Cabecal de riego de obras exteriores, Plano CR3059-OE-PL-P-0011

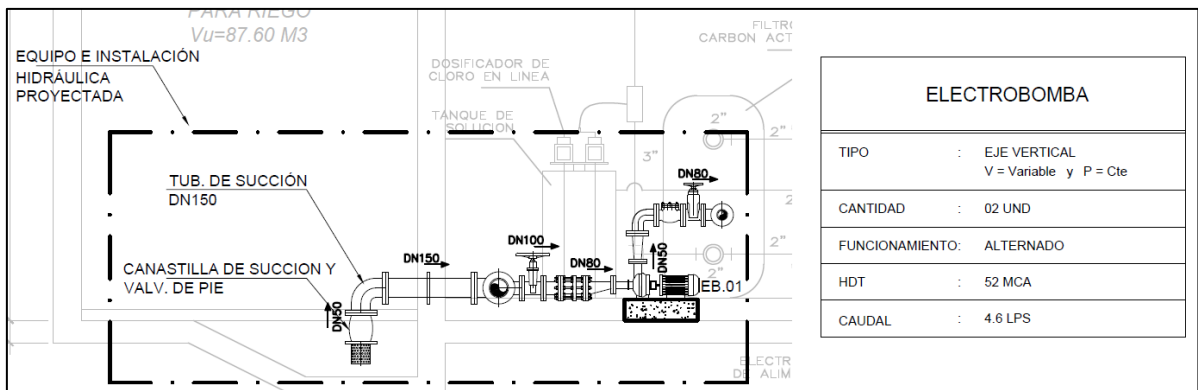


Figura 46: Cabecal de riego de obras exteriores, Plano CR3059-OE-PL-P-0228

En la Figuras 47 y Figura 48 se muestran los cambios registrados y aceptados para ser ejecutados. Los cambios se detallan en el Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010228.1, B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010228.1, B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-ZZZ0012 y B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG -ZZZ0011.

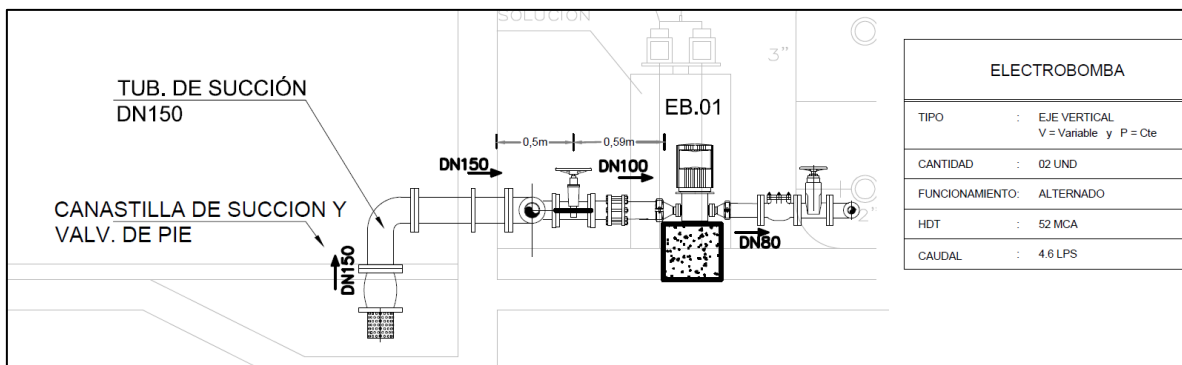


Figura 47: Cabecal de riego de obras exteriores, Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010228.1

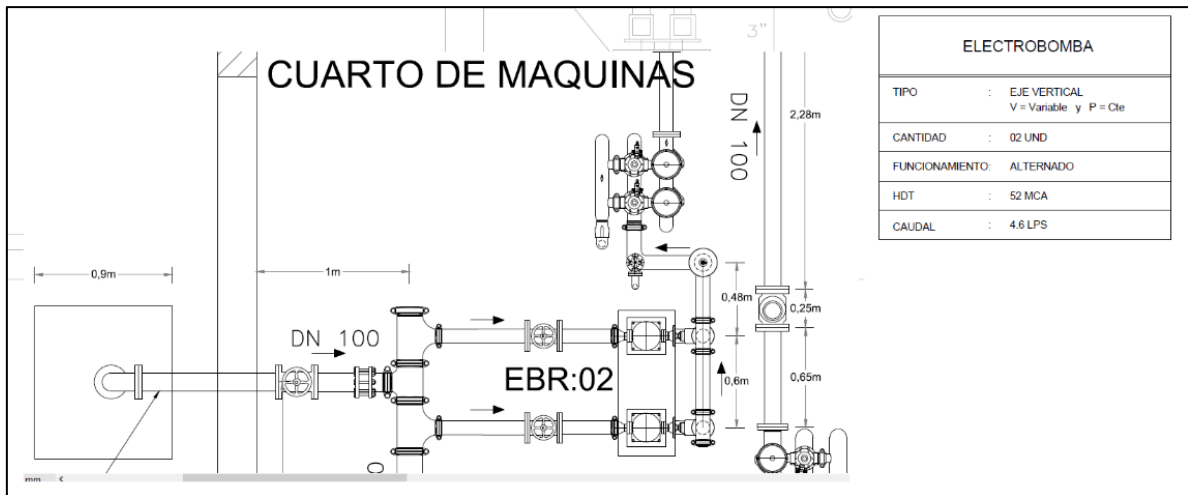


Figura 48: Cabezal de riego de obras exteriores, Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-ZZZ0011

En la Figura 49 se muestra la electrobomba vertical de 5.5 HP seleccionada, la cual garantiza el punto de operación del sistema de bombeo y las características físicas del área disponible para la instalación. La electrobomba instalada fue una Pentax modelo Ultra 18 SL-4.



Figura 49: Electro bomba Pentax modelo Ultra 18SL-4 (2018)

FUENTE: Catalogo Pentax (2018)

c. Red de riego estadio atlético

Como parte de nuestras funciones en el proyecto se verificaron y validaron los requerimientos técnicos solicitados por el cliente en los planos y especificaciones técnicas, no se identificaron incompatibilidades en la selección de la selección de diámetros de

tuberías para los estadios atléticos.

En la ejecución del trabajo realizando el seguimiento y control del cronograma con apoyo de las herramientas BIM, se identificaron incompatibilidades en el proceso de ejecución. En las Figura 50 y Figura 51 se muestra la incompatibilidad identificada en el seguimiento y control del cronograma; al instalar la red matriz y portarregantes de riego del estadio de calentamiento instalado sobre la loza de concreto del sótano en la cual se tenía que habilitar el suelo para la siembra del grass, el vaciado de concreto se había realizado sin considerar los pases y niveles mínimos para la instalación de la red de riego tecnificado, por lo cual se planteó un cambio de trazo. En la Figura 52 y Figura 53 se muestra el plano de ejecución de la red matriz y portarregantes de riego para construcción CR3059-EA-PL-P-0202.



Figura 50: Vaciado de concreto en loza de Estadio de Calentamiento sin considerar pase para la red de Riego Tecnificado



Figura 51: Loza de concreto vaciada sin considerar niveles para instalación de tuberías de riego tecnificado



Figura 52: Plano de pases de tuberías de riego, Plano CR3059-EA-PL-P-0202

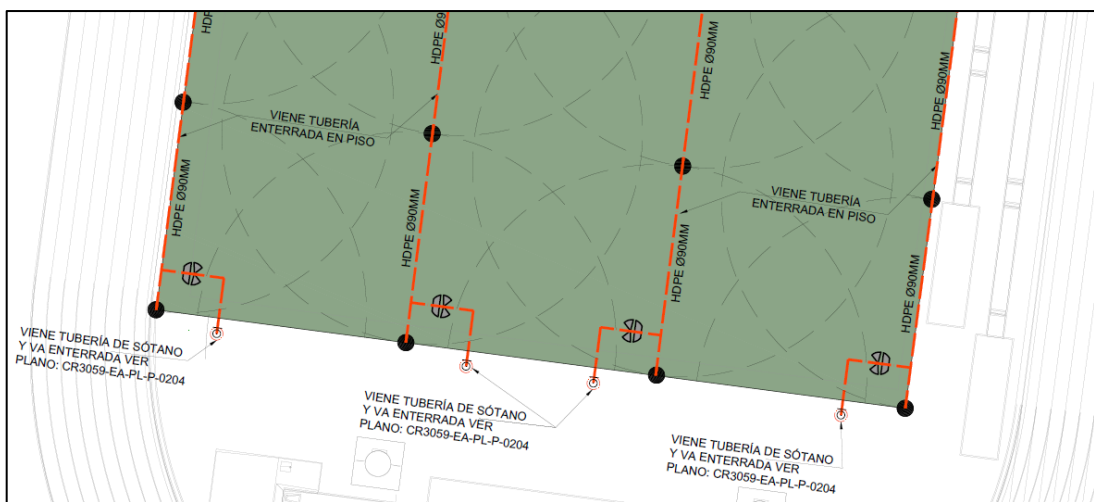


Figura 53: Plano de pases de tuberías portarregantes de riego CR3059-EA-PL-P-0202

En las figuras 54 y 55 se muestra el nuevo trazo realizado para la ejecución de red matriz y portarregantes de riego. Los cambios fueron registrados y aceptados para ser ejecutados. Los cambios se detallan en el Plano Asbuilt B-EAT-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010202.1.

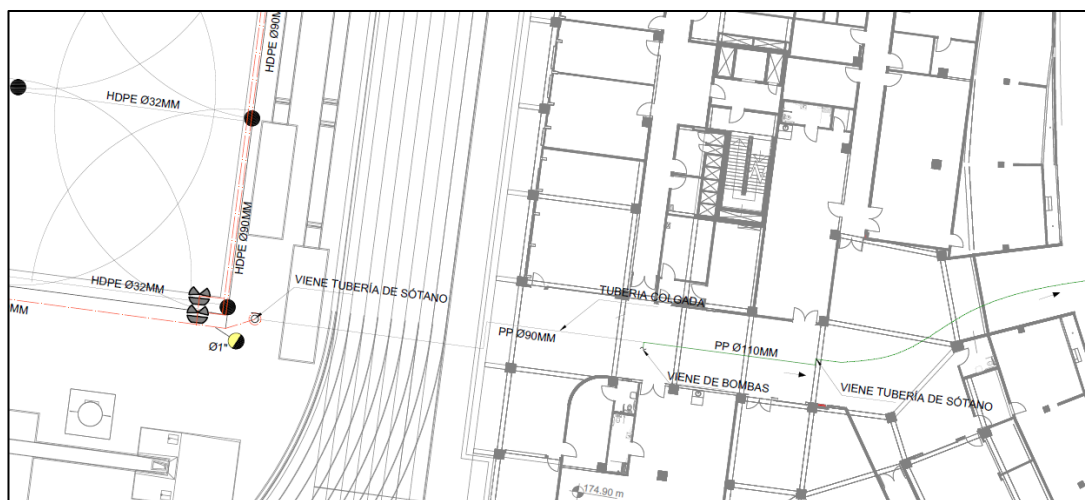


Figura 54: Plano de pases de tuberías de riego Plano Asbuilt B-EAT-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010202.1

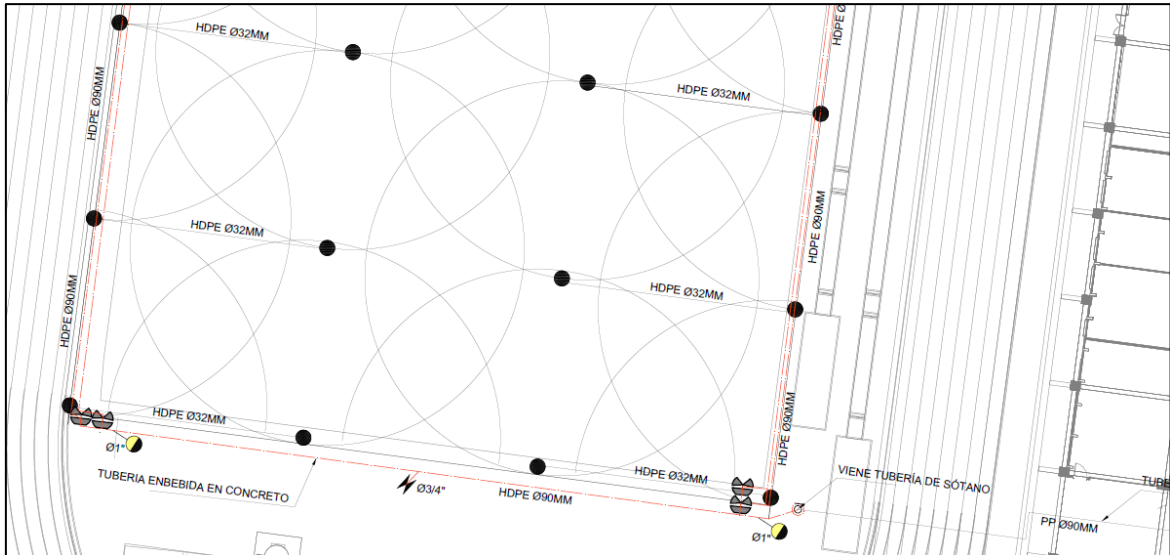


Figura 55: Plano de pases de tuberías portarregantes de riego Plano Asbuilt B-EAT-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010202.1

d. Red de riego obras exteriores

Se verificaron y validaron los requerimientos técnicos solicitados por el cliente en los planos y especificaciones técnicas, no se identificaron incompatibilidades en la selección de la selección de diámetros de tuberías para los estadios atléticos.

En la ejecución del trabajo realizando el seguimiento y control del cronograma con apoyo de las herramientas BIM, se identificaron incompatibilidades en el proceso constructivo.

Debido a la falta de liberación de frentes de trabajo se establecieron nuevos hitos para la liberación de frentes se trabajó, de igual forma se identificó que en el modelo BIM de avance de obra no se consideró la red secundaria de riego tecnificado; afectado en la liberación de frentes de trabajo, causando daños a la red secundaria de riego instalada y afectando la ruta crítica del cronograma.

Para optimizar la identificación de incompatibilidades se trabajó con las herramientas BIM, para lo cual el modelo BIM se dividió en fases, siendo fase 1 las obras exteriores zona A y la fase 2 las obras exteriores zona B. Se identificaron el mayor número de interferencias en la fase 2, fase donde se construyeron los estadios de alta competencia y área donde se trabajó con el mayor número de subcontratistas en el mismo espacio y tiempo. En la Figura 56 se muestra la división de fases para instalación de redes de riego para el uso de la herramienta BIM.



Figura 56: División de fases para instalación de redes de riego para el uso de la herramienta BIM

Al identificarse la fase 2 como el área de trabajo con mayores interferencias se sectorizo en 6 sectores los cuales se evaluaron de manera independiente para identificar interferencias. En la Figura 57 se muestra la sectorización de la fase 2 para la identificación y liberación de frentes de trabajo.

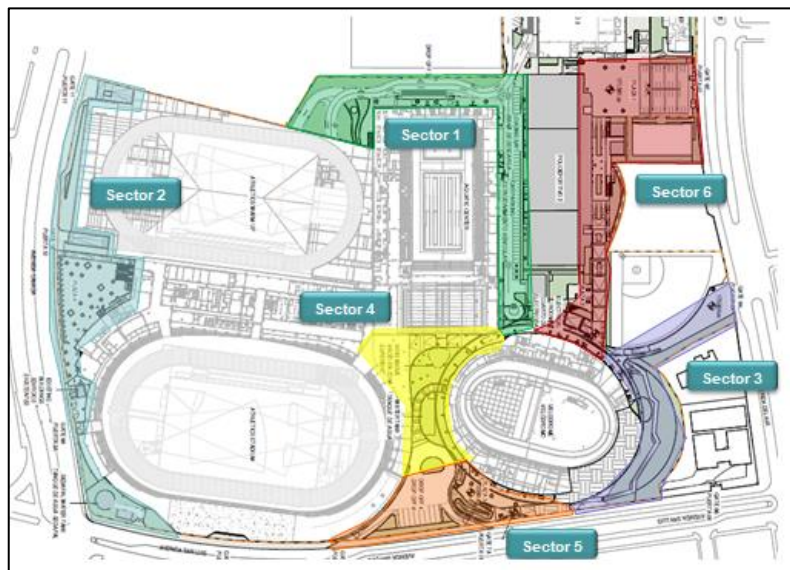


Figura 57: Sectorización de la fase 2 para la identificación y liberación de frentes de trabajo

En el sector 1 de la fase 2 se identificaron restricciones para el ingreso que se coordinaron y planificaron en conjunto con el cliente para poder realizar trabajos sin ser restricción de otras actividades y sin afectar el alcance del entregable. En la Figura 58, Figura 59 y Figura 60 se muestra el uso de la herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el sector 1 fase 2.

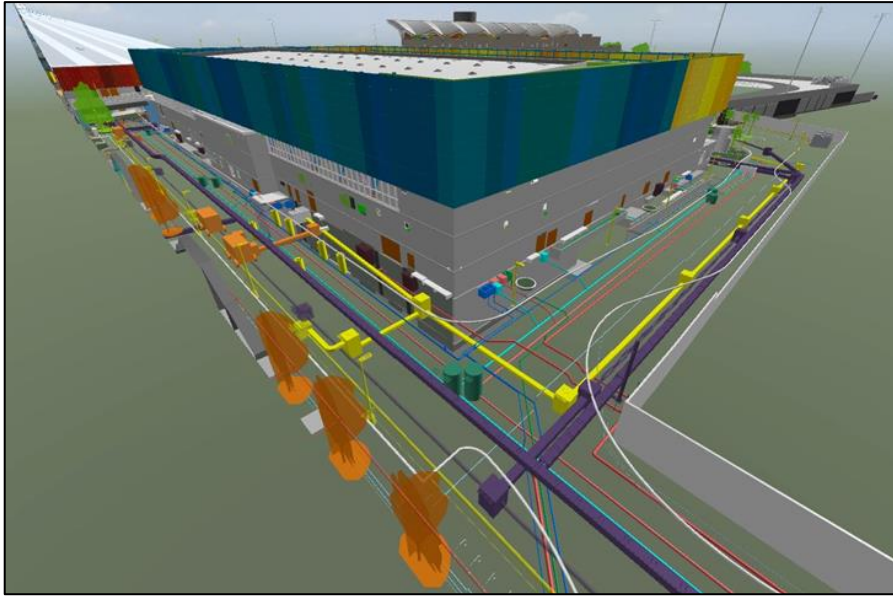


Figura 58: Uso de la herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el sector 1 fase 2



Figura 59: Frentes de trabajo en el sector 1 fase 2 con restricciones de ingreso



Figura 60: Frentes de trabajo en el sector 1 fase 2 con restricciones de ingreso

En el sector 2 de la fase 2 se identificaron restricciones para el ingreso que se coordinaron y planificaron en conjunto con el cliente para poder realizar trabajos sin ser restricción de otras actividades y sin afectar el alcance del entregable, se identificaron zonas donde se habían realizado trabajos sin considerar el ingreso de redes de riego como se indicaba en el Plano CR3059-OE-PL-P-0206_1. Se realizó el nuevo trazo para la ejecución de red portarregantes de riego utilizando las áreas disponibles para la instalación. Los cambios fueron registrados y aceptados para ser ejecutados. Los cambios se detallan en el Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010206.1.

Se identificó que en el sector 2 fase 2 se anularon las redes de riego como se indicaba en el Plano CR3059-OE-PL-P-0207_0. Se anuló el trazo para la ejecución de red, los cambios fueron registrados y aceptados para ser ejecutados. Los cambios se detallan en el Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010207.1. La Figura 61, Figura 62, Figura 63 y Figura 64 muestran el uso de la herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el sector 2 fase 2, en las Figura 65, Figura 66, Figura 67 y Figura 68 se muestra la comparación de las herramientas BIM y fotografías a tiempo real con el avance de obra en sector 2 fase 2.

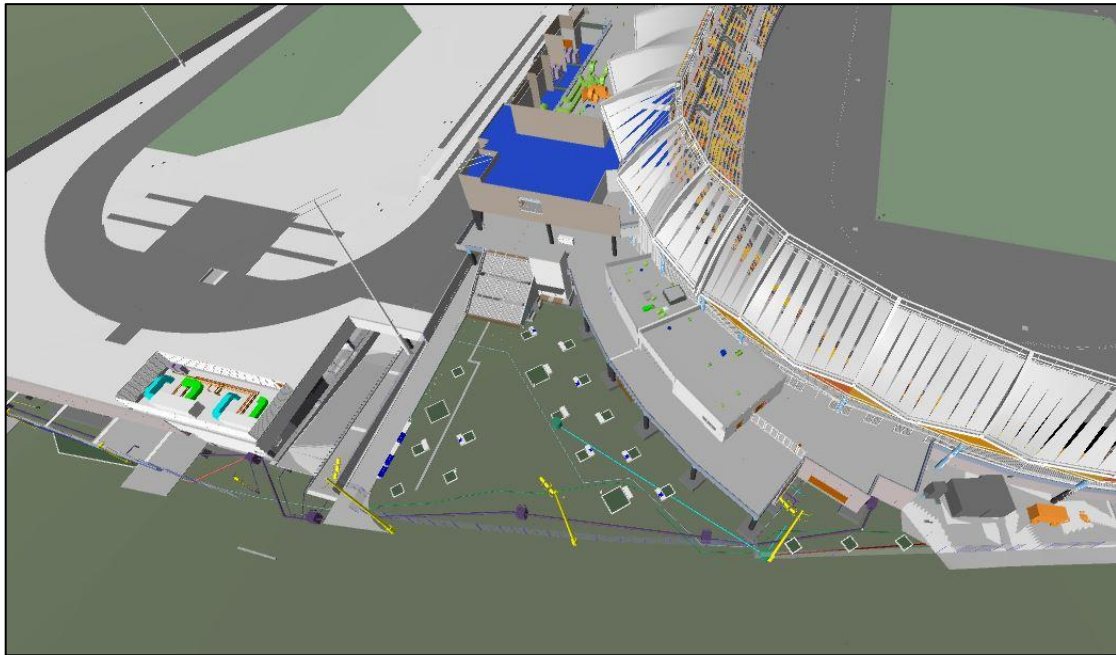


Figura 61: Uso de la herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el sector 2 fase 2



Figura 62: Uso de la herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el sector 2 fase 2



Figura 63: Uso de la herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el sector 2 fase 2



Figura 64: Uso de la herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el sector 2



Figura 65: Comparación de las herramientas BIM y fotografías a tiempo real con el avance de obra en sector 2 fase 2

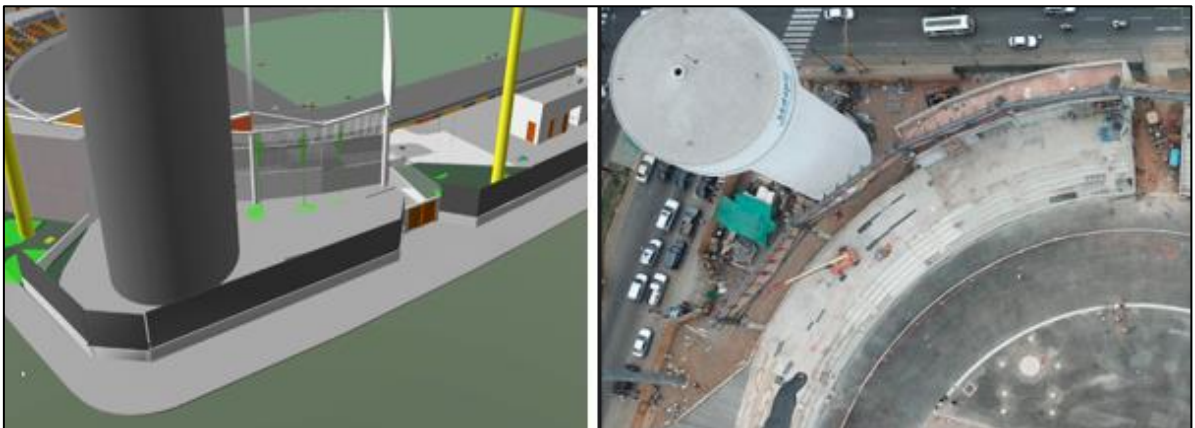


Figura 66: Comparación de las herramientas BIM y fotografías a tiempo real con el avance de obra en sector 2 fase2



Figura 67: Comparación de las herramientas BIM y fotografías a tiempo real con el avance de obra en sector2 fase2



Figura 68: Comparación de las herramientas BIM y plano para ejecución de obra en sector 2 fase 2

En las Figura 69, Figura 70, Figura 73 y Figura 74 se muestra los planos para ejecución del sector 2 fase 2, y el las Figura 71, Figura 72, Figura 75 y Figura 76 se muestra imágenes de los frentes de trabajo en el sector 2 fase 2 con restricción de ingreso.



Figura 69: Sector 2 fase 2, plano para ejecución contractual, Plano CR3059-OE-PL-P-0206_1

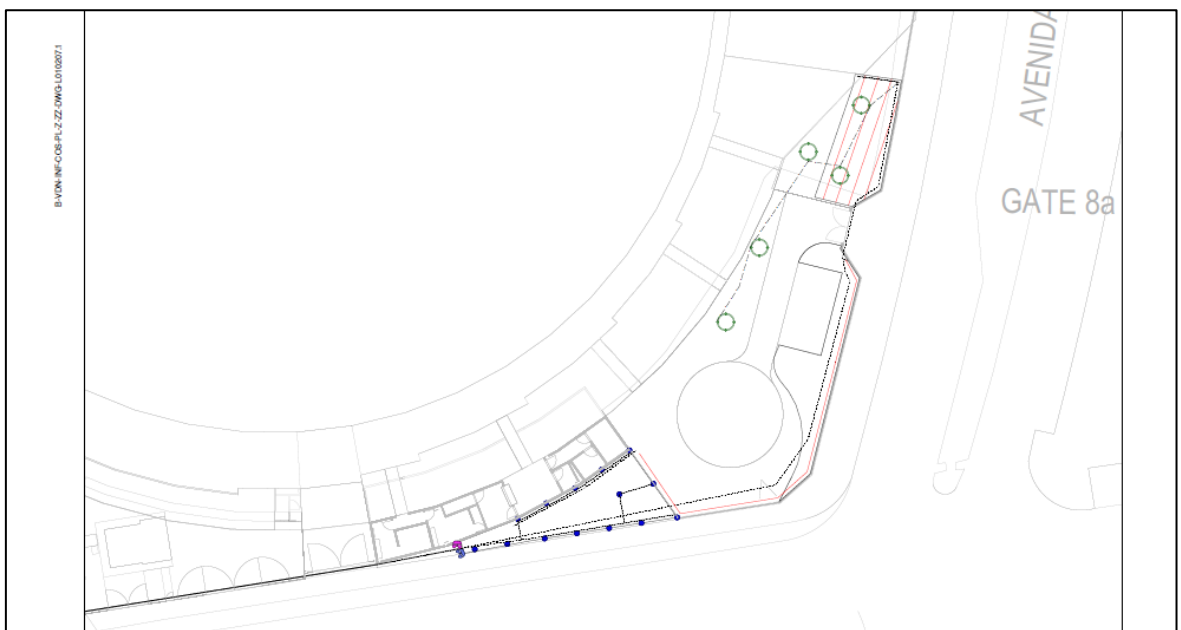


Figura 70: Sector 2 fase 2, registro de solicitud de cambio, Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010206.1



Figura 71: Frentes de trabajo en el sector 2 fase 2 con restricciones de ingreso



Figura 72: Frentes de trabajo en el sector 2 fase 2 con restricciones de ingreso

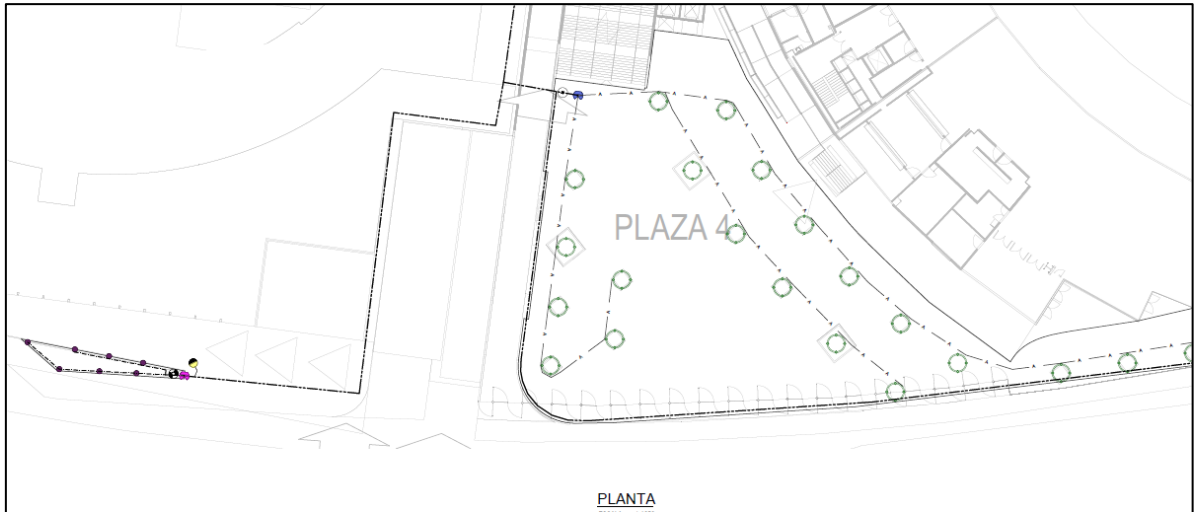


Figura 73: Sector 2 fase 2, plano para ejecución contractual, CR3059-OE-PL-P-0207_0



Figura 74: Sector 2 fase 2, registro de solicitud de cambio, Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010207.1



Figura 75: Frentes de trabajo en el sector 2 fase 2 con restricciones de ingreso



Figura 76: Frentes de trabajo en el sector 2 fase 2 con restricciones de ingreso

En el sector 3 de la fase 2 no se identificaron cambios en el alcance para la instalación de redes de riego tecnificado, se coordinó y planificó en conjunto con el cliente para poder realizar trabajos sin ser restricción de otras actividades y sin afectar el alcance del entregable. En la Figura 77 se muestra el uso de la herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el sector 3 fase 2.

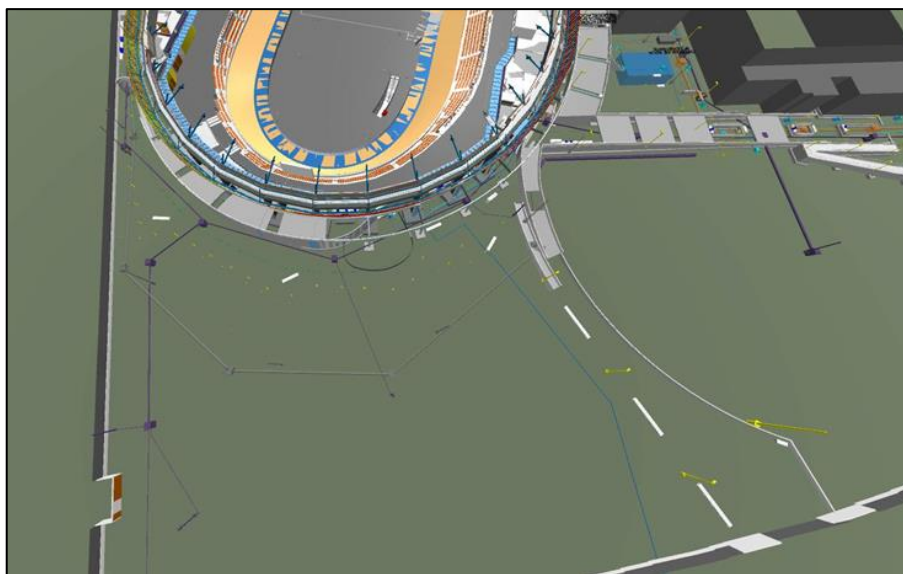


Figura 77: Uso de la herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el sector 3 fase 2

En el sector 4 de la fase 2 se identificaron restricciones para el ingreso que se coordinaron y planificaron en conjunto con el cliente para poder realizar trabajos sin ser restricción de otras actividades y sin afectar el alcance del entregable, se identificaron zonas donde se habían realizado trabajos sin considerar el ingreso de redes de riego como se indicaba en el Plano CR3059-OE-PL-P-0206_1. Se realizó el nuevo trazo para la ejecución de red portarregantes de riego utilizando las áreas disponibles para la instalación. Los cambios fueron registrados y aceptados para ser ejecutados. Los cambios se detallan en el Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010206.1.

Se identificó que en el sector 4 fase 2 se anularon las redes de riego como se indicaba en el Plano CR3059-OE-PL-P-0207_0. Se anuló el trazo para la ejecución de red, los cambios fueron registrados y aceptados para ser ejecutados. Los cambios se detallan en el Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010207.1. En la Figura 78 se muestra el uso de la herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el sector 4 fase 2, en la Figura 79 y Figura 80 se muestra el plano para ejecución del sector 4 fase 2, y en la Figuras 81 y Figura 82 se muestra las restricciones en los frentes de trabajo en el sector 4 fase 2.

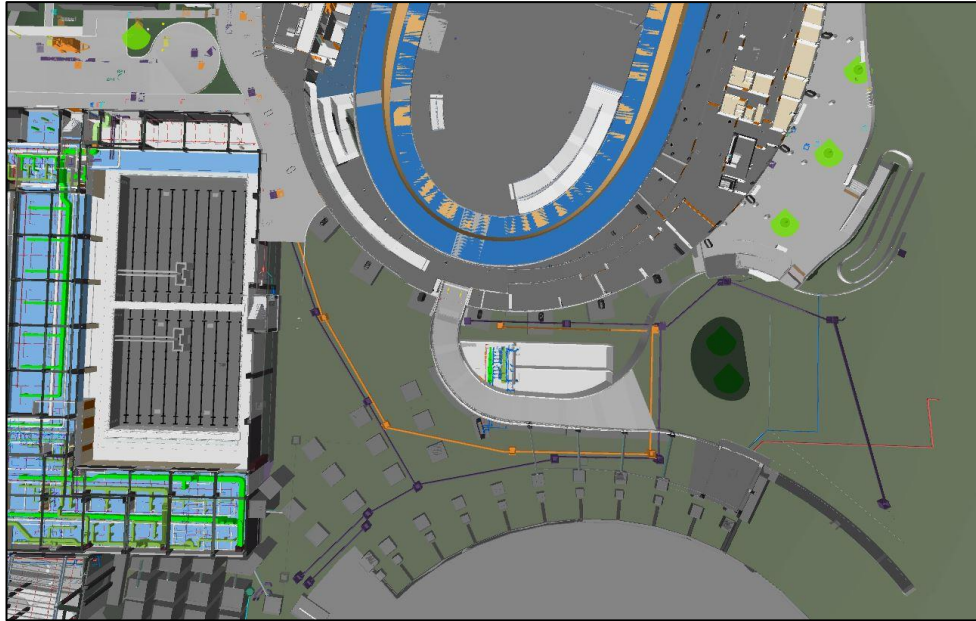


Figura 78: Uso de la herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el sector 4 fase 2

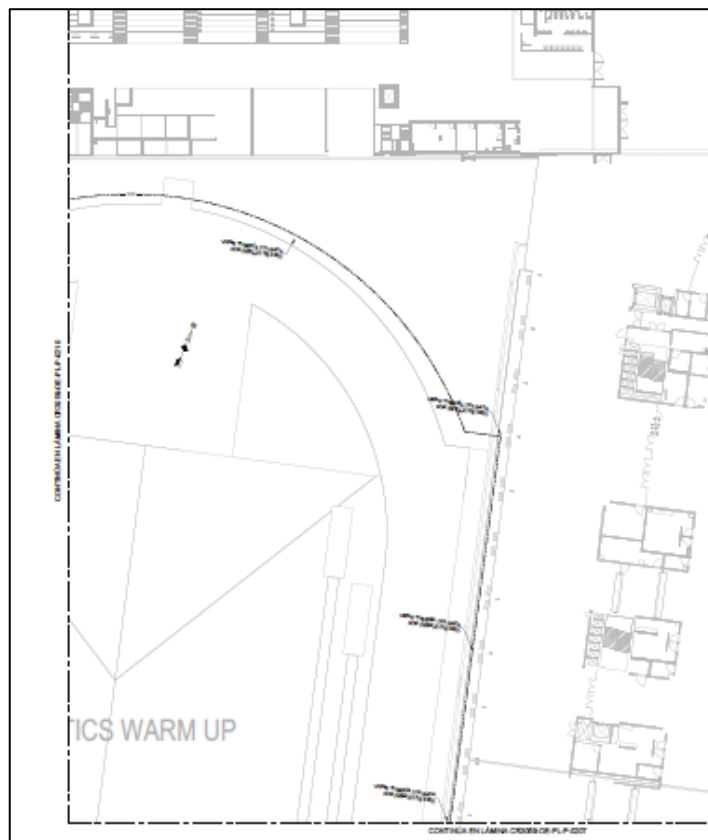


Figura 79: Sector 4 fase 2, plano para ejecución contractual, CR3059-OE-PL-P-0209_0

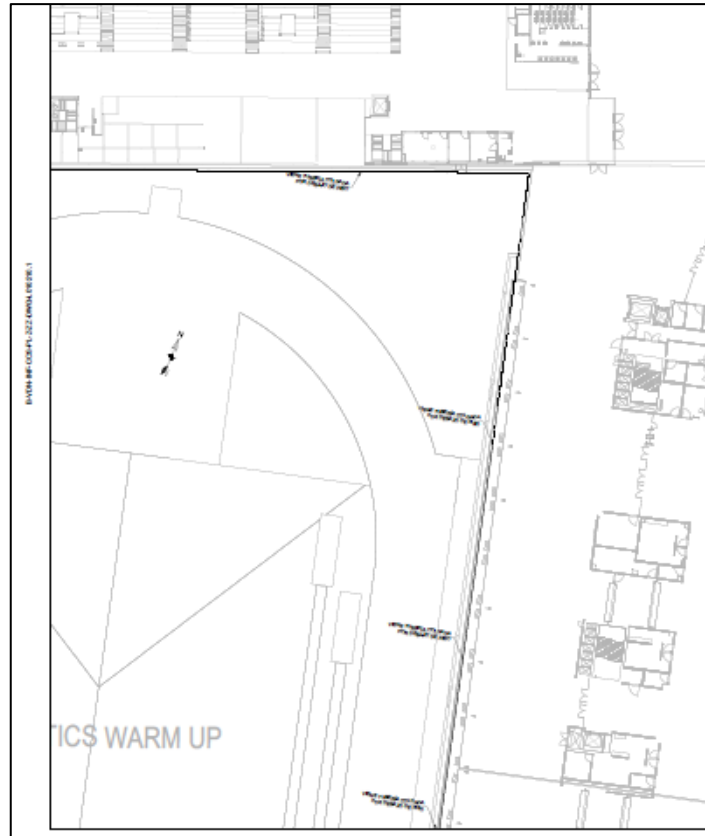


Figura 80: Sector 4 fase 2, registro de solicitud de cambio, Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010209.1



Figura 81: Frentes de trabajo en el sector 4 fase 2 con restricciones de ingreso



Figura 82: Frentes de trabajo en el sector 4 fase 2 con restricciones de ingreso

Se identificó que en el sector 6 fase 2 se realizaron trabajos que impidieron que se ejecutara el alcance de la instalación de la red de cómo se tenía planificado en el alcance del Plano CR3059-OE-PL-P-0212_1. Se realizó un cambio de trazo para la ejecución de la red de riego, los cambios fueron registrados y aceptados para ser ejecutados. Los cambios se detallan en el Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010212.1. En la Figura 83 se muestra el uso de la herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el sector 6 fase 2, en la Figuras 84 y Figura 85 se muestra el plano para ejecución del sector 6 fase 2, y en la Figura 86 y Figura 87 se muestra las restricciones en los frentes de trabajo en el sector 4 fase 2.

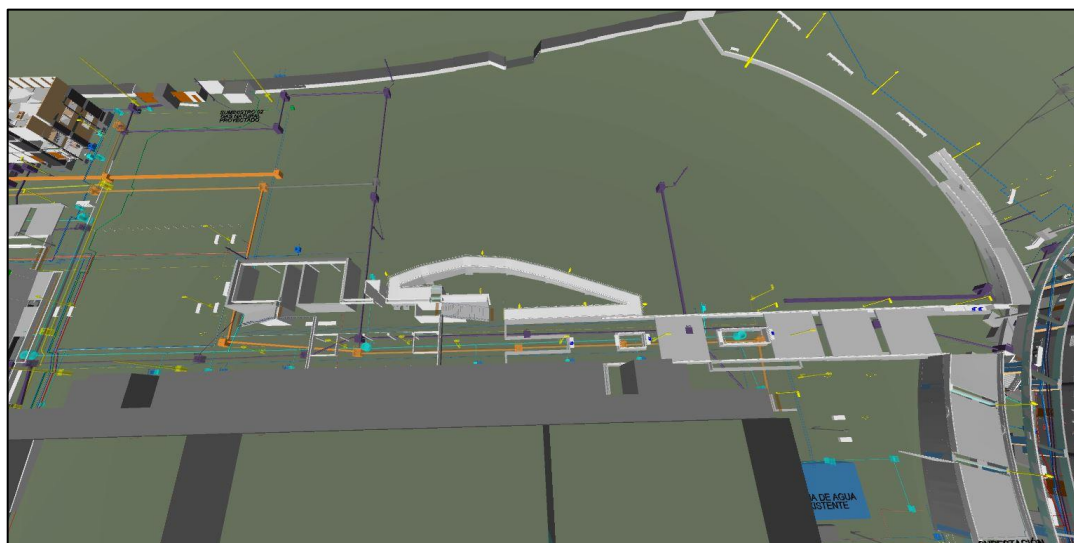


Figura 83: Uso de la Herramienta BIM para la identificación y liberación de frentes de trabajo en el Sector 6 Fase 2

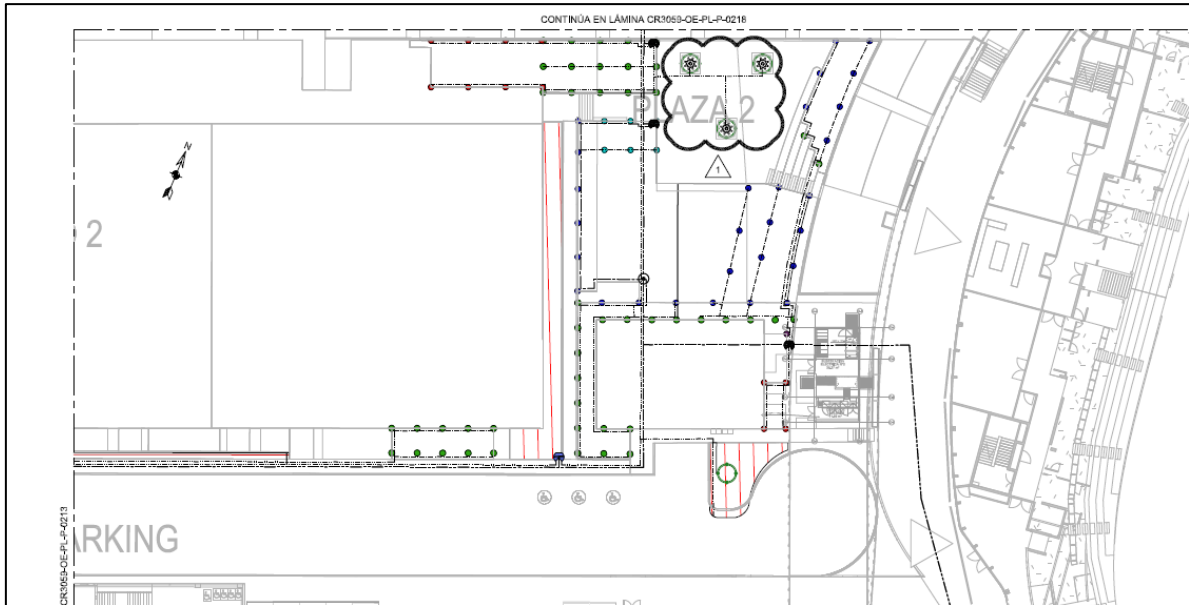


Figura 84: Sector 6 fase 2, plano para ejecución contractual, CR3059-OE-PL-P-0212_1

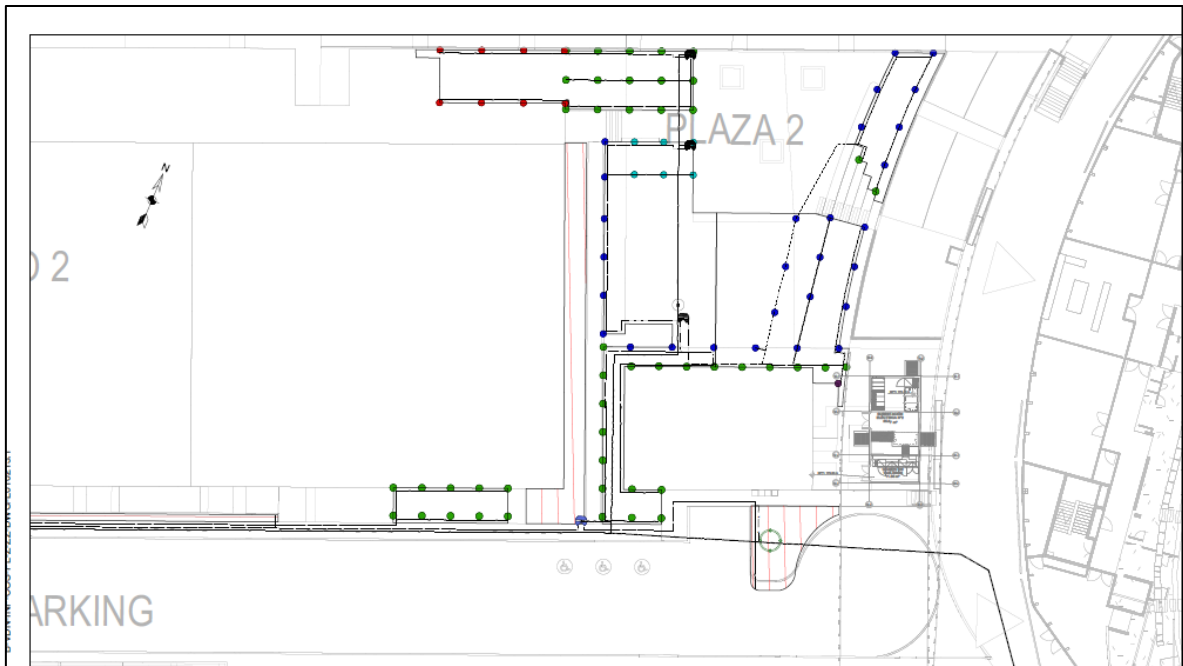


Figura 85: Sector 6 fase 2, registro de solicitud de cambio, Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010212.1



Figura 86: Frentes de trabajo en el sector 6 fase 2 con restricciones de ingreso



Figura 87: Frentes de trabajo en el sector 6 fase 2 con restricciones de ingreso

En la fase 1 sector 5 se realizaron trabajos que impidieron que se ejecutara el alcance de la instalación de la red de cómo se tenía planificado en el alcance del Plano CR3059-OE-PL-P-0220_0. Se realizó un cambio de trazo para la ejecución de la red de riego, los cambios fueron registrados y aceptados para ser ejecutados. Los cambios se detallan en el Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010220.0. En la Figura 88 se muestra la sectorización de la fase 1 para la identificación y liberación de frentes de trabajo, en la Figura 89 y Figura 90 se muestra el plano para ejecución del sector 1 fase 5, y en las Figura 91 y Figura 92 se muestra las restricciones en los frentes de trabajo en el sector 1 fase 5.

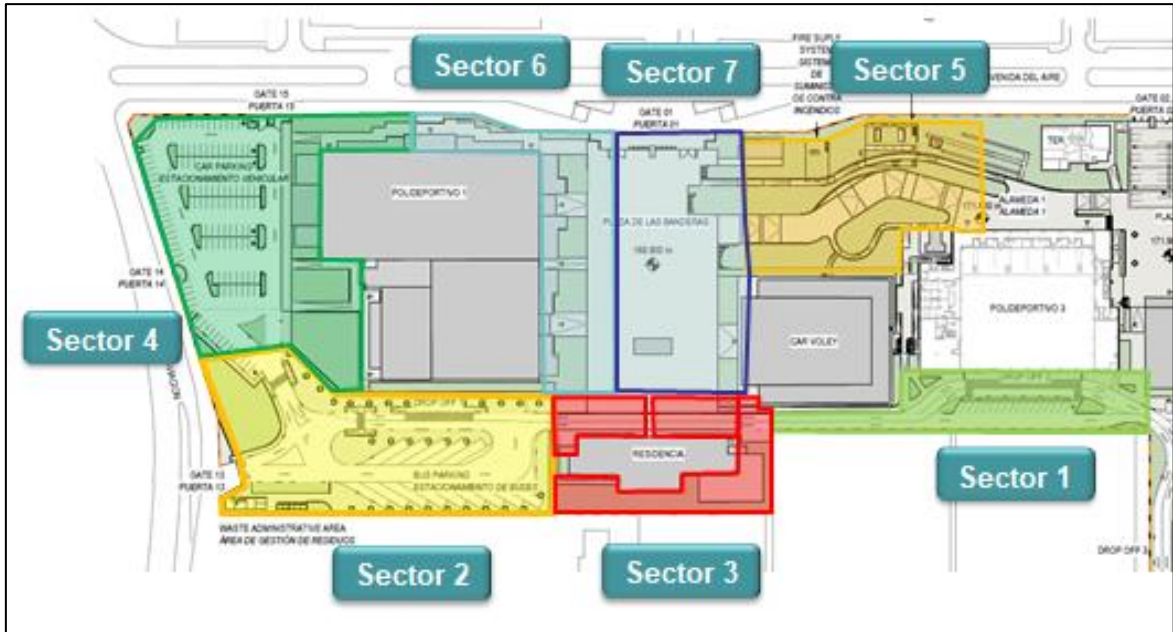


Figura 88: Sectorización de la fase 1 para la identificación y liberación de frentes de trabajo

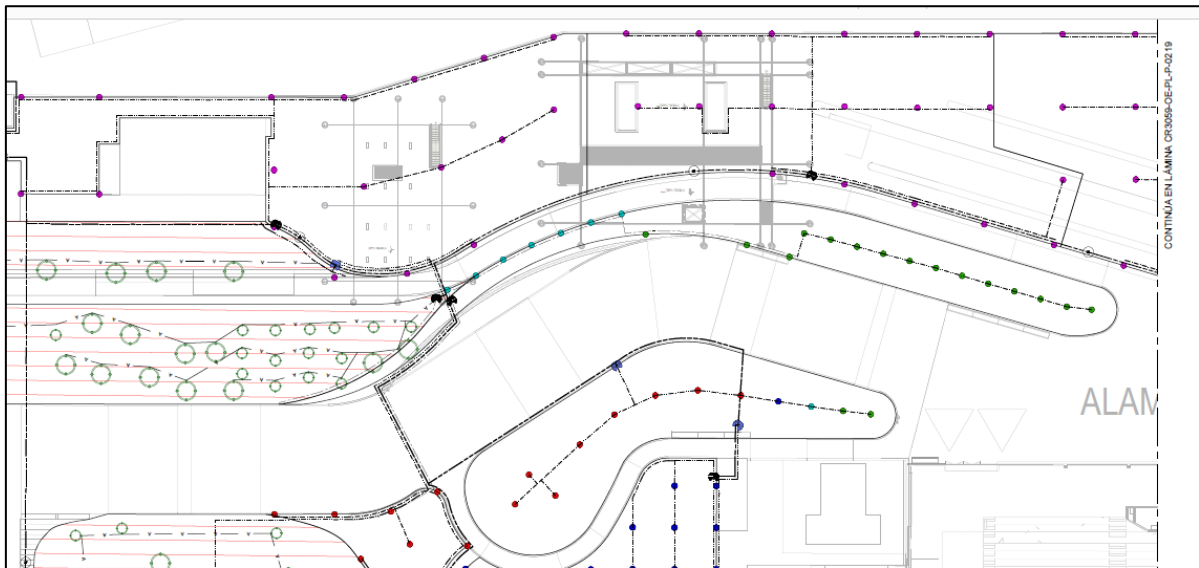


Figura 89: Sector 1 fase 5, plano para ejecución contractual, CR3059-OE-PL-P-0220_0

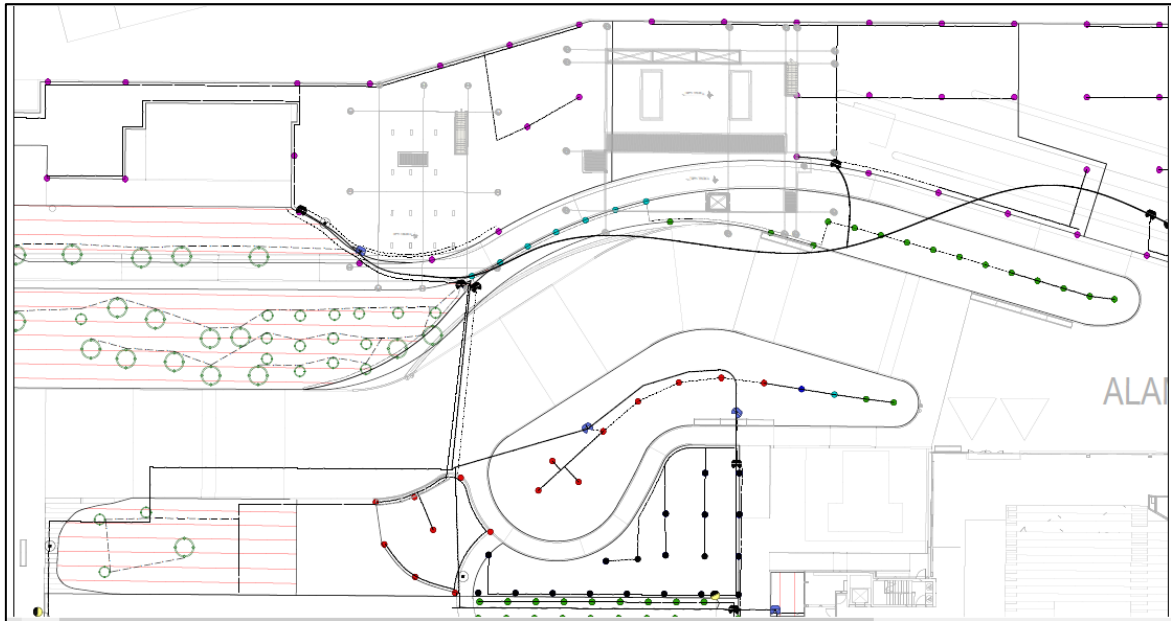


Figura 90: Sector 1 fase 5, registro de solicitud de cambio, Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010220.1



Figura 91: Frentes de trabajo en el sector 1 fase 5 con restricciones de ingreso



Figura 92: Frentes de trabajo en el sector 1 fase 5 con restricciones de ingreso

Las herramientas BIM nos permitieron que en el proceso de ejecución se identifique todas las zonas con interferencias e identificar las posibles zonas afectadas, reparar posibles daos generados, y cuantificar en costo y tiempo las incidencias. En la Figura 93 y Figura 94 se muestra los daños generados en los trabajos realizados y zonas no liberadas., y la Figura 95 se muestra las zonas liberadas.



Figura 93: Verificación de áreas afectadas



Figura 94: Daños generados a trabajos realizados y zonas no liberadas



Figura 95: Identificación de zonas liberadas

4.5.3. Control de cronograma

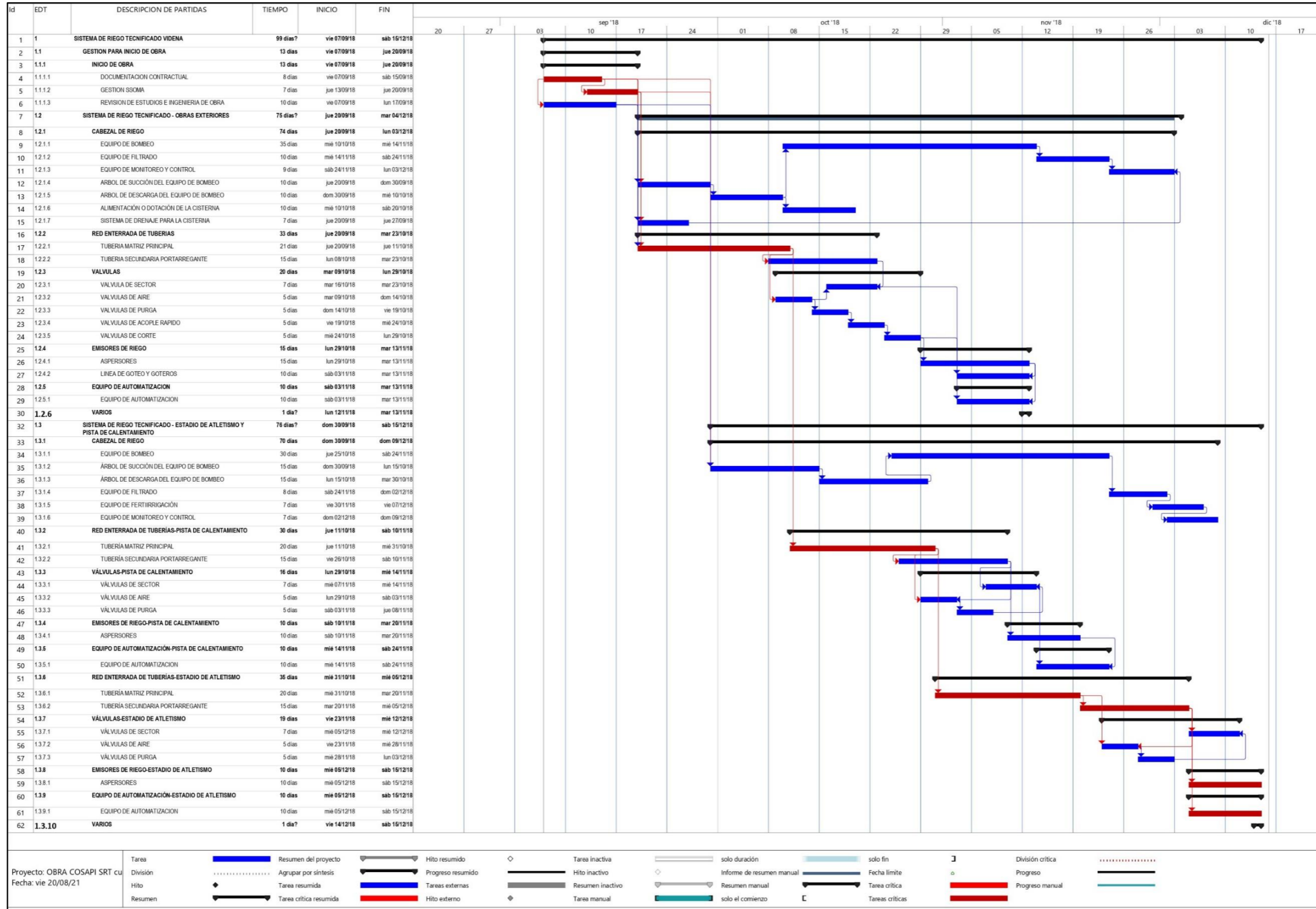


Figura 96: Cronograma de Ejecución contractual

Con el apoyo de herramientas BIM se logró compatibilizar los frentes de trabajos y tiempo de liberación para la especificación de nuevos hitos de trabajo por sectores, los cuales fueron coordinados en conjunto y validados por el cliente. En la ejecución estos frentes de trabajo no se liberaron en base a las coordinaciones realizadas lo que generó una afectación a la ruta crítica del proyecto, incumpliendo compromisos y generando tiempos muertos.

En la Figura 97, Figura 98, Figura 99, Figura 100, Figura 101, Figura 102 y Figura 103 se muestra la liberación de frentes de trabajos y planificación de la ruta crítica del proyecto para la instalación de la red de riego; los trabajos de instalación de la red de riego dependían de la liberación de los frentes de trabajo y las restricciones identificadas en el proceso de validación del alcance y la gestión de cambio del proyecto.

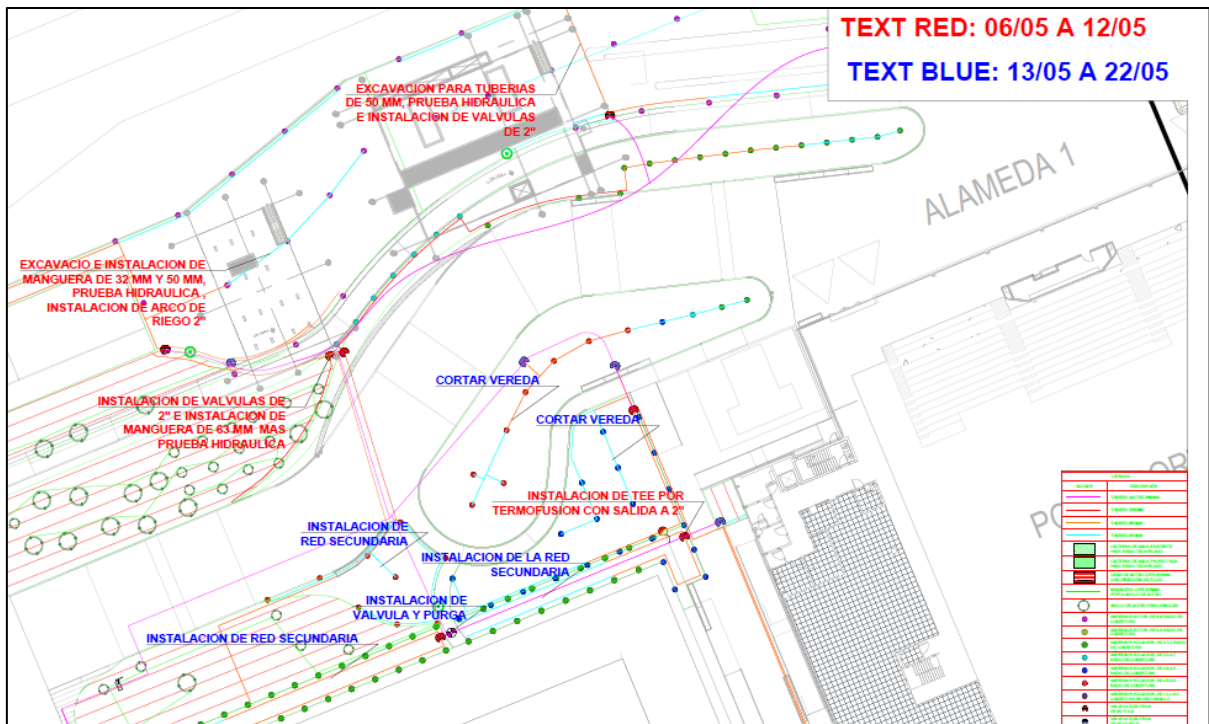


Figura 97: Planificación de liberación de frentes de trabajo sector 5 fase 1

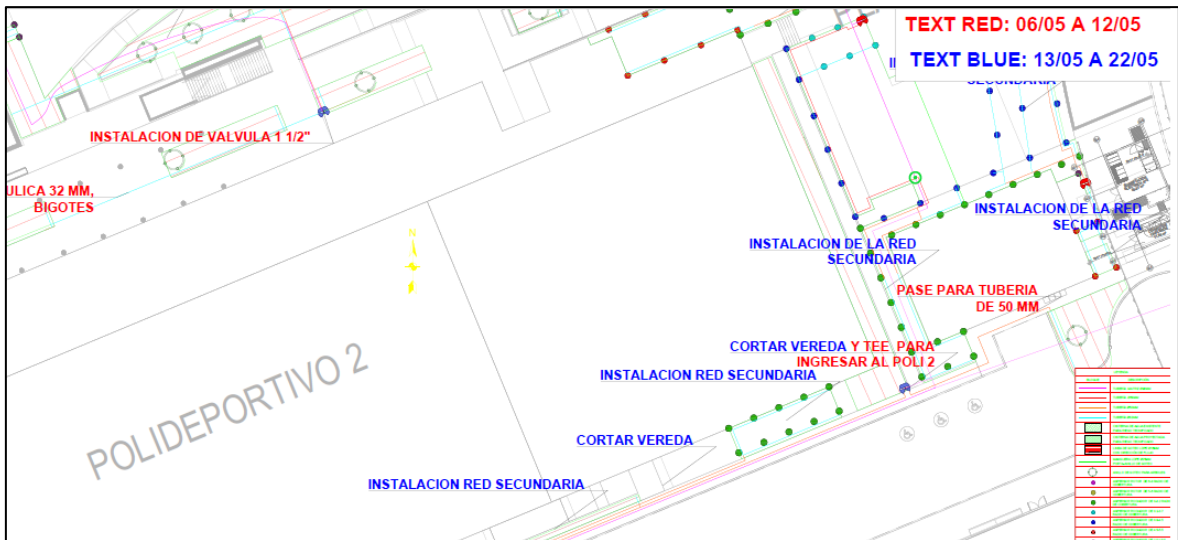


Figura 98: Planificación de liberación de frentes de trabajo sector 1 fase 2

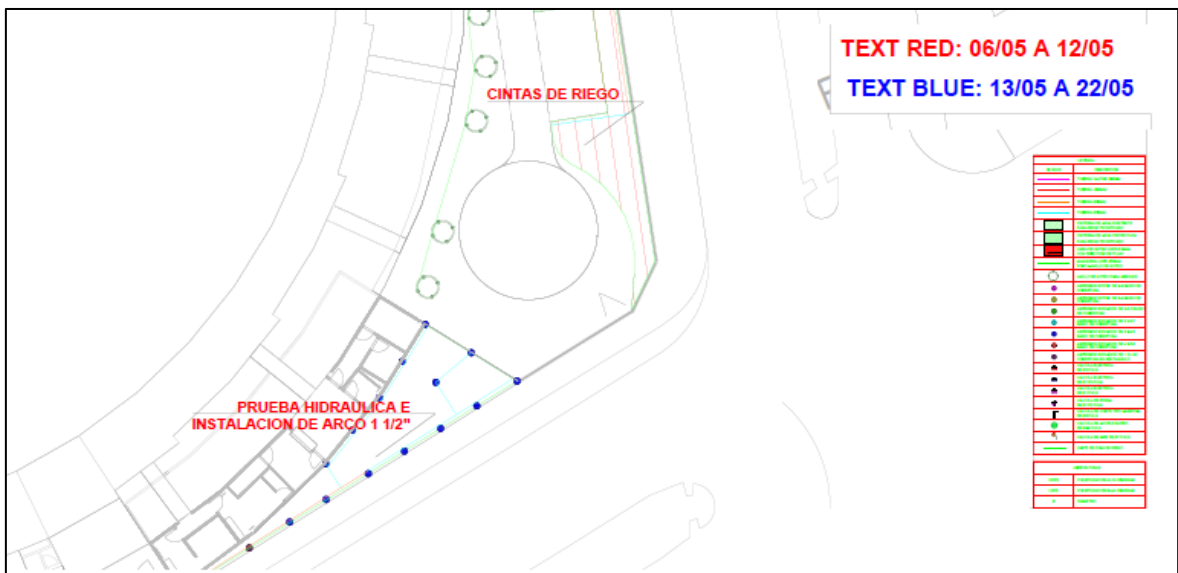


Figura 99: Planificación de liberación de frentes de trabajo, sector 2 fase 2

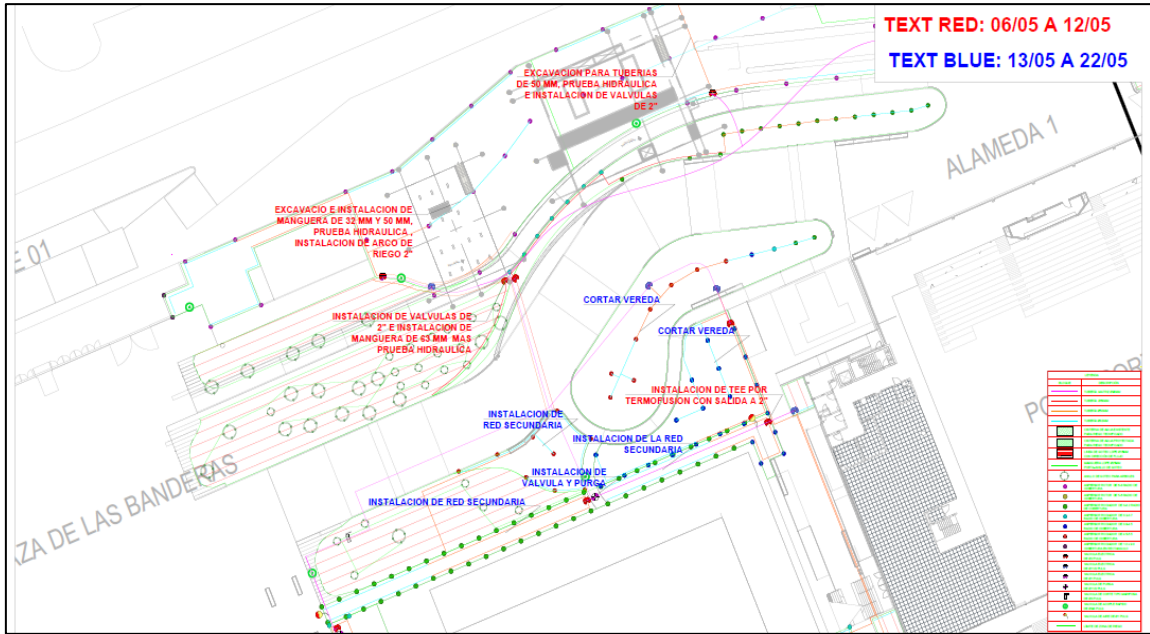


Figura 102: Planificación de liberación de frentes de trabajo, sector 3 fase 5

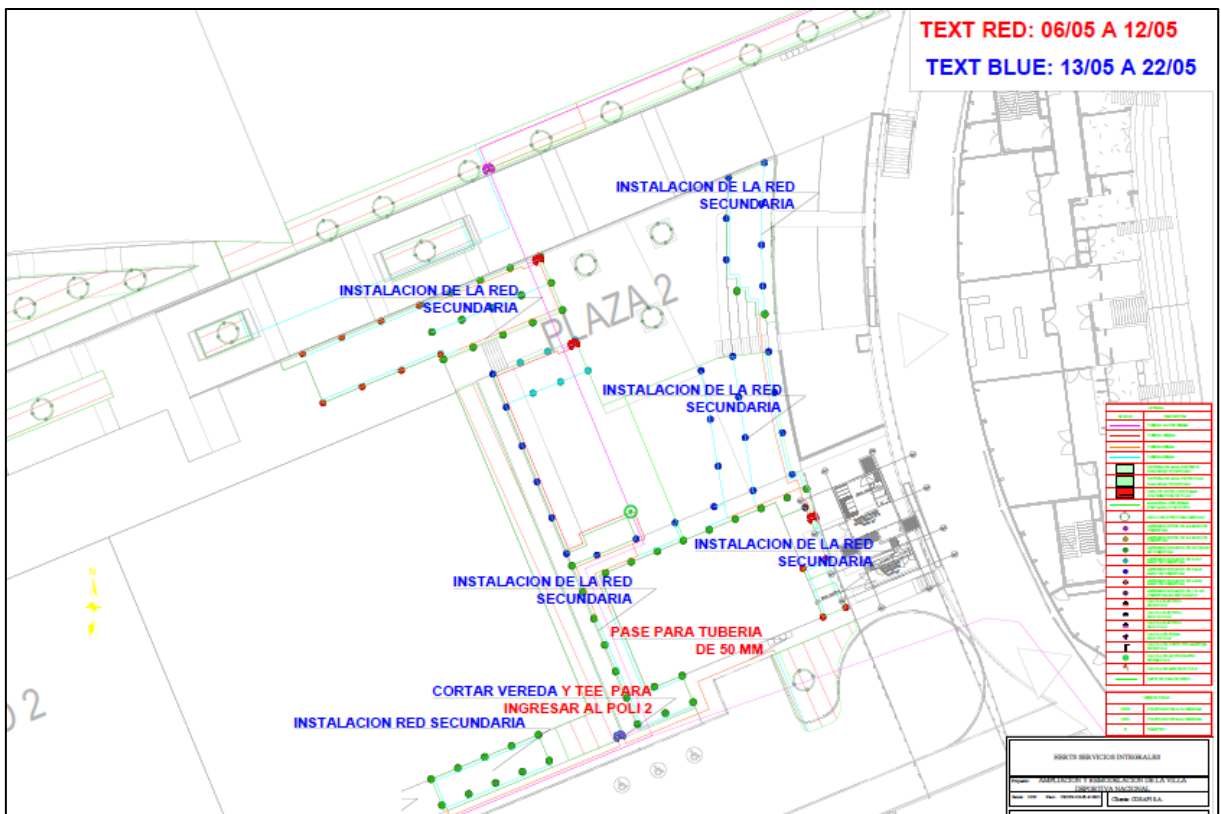


Figura 103: Planificación de liberación de frentes de trabajo, sector 3 fase 6

La afectación a la ruta crítica del proyecto fue informada oportunamente mediante alertas temprana ingresadas por los canales de comunicación establecidos en el proyecto e informes de liberación de áreas de trabajo; notificando y advirtiendo oportunamente el impacto en costo que se tenía que reconocer por causas no atribuibles al contratista en el reconocimiento de mayores gastos generales y la afectación en las fechas de culminación del proyecto. La

Tabla 16 y Tabla 17 muestran la comparación de las fechas de liberación contractual y real de los frentes de trabajo en fase 1 y fase 2.

Tabla 16: Fechas de liberación contractual y real de frentes de trabajo fase 1

FASE 1			
DESCRIPCION	FECHA DE LIBERACION CONTRACTUAL	FECHA DE LIBERACION REAL	Desviación (días)
SECTOR 1	07/09/2018	15/04/2019	220
SECTOR 2	07/09/2018	06/02/2019	152
SECTOR 3	07/09/2018	23/02/2019	169
SECTOR 4	07/09/2018	14/12/2018	98
SECTOR 5	07/09/2018	13/05/2019	248
SECTOR 6	07/09/2018	26/11/2018	80
SECTOR 7	07/09/2018	20/04/2019	225
CABEZAL DE RIEGO	07/09/2018	28/01/2019	143

Tabla 17: Fechas de liberación contractual y real de frentes de trabajo fase 2

FASE 2			
DESCRIPCION	FECHA DE LIBERACION CONTRACTUAL	FECHA DE LIBERACION REAL	Desviación (días)
SECTOR 1	07/09/2018	21/04/2019	226
SECTOR 2	07/09/2018	15/04/2019	220
SECTOR 3	07/09/2018	26/04/2019	231
SECTOR 4	07/09/2018	20/04/2019	225
SECTOR 5	07/09/2018	18/05/2019	253
SECTOR 6	07/09/2018	05/05/2019	240
CABEZAL DE RIEGO	07/09/2018	10/01/2019	125

La Tabla 18 muestra el rendimiento contractual obra por sectores de riego en obras exteriores fase 1 y fase 2.

Tabla 18: Rendimiento contractual de sectores en obras exteriores

RENDIMIENTO CONTRACTUAL	
FASES	Duración (días)
FASE 1	75.00
SECTOR 1	21.00
SECTOR 2	20.00
SECTOR 3	18.00
SECTOR 4	21.00
SECTOR 5	24.00
SECTOR 6	24.00
SECTOR 7	29.00
CABEZAL DE RIEGO	18.00
FASE 2	75.00
SECTOR 1	22.00
SECTOR 2	17.00
SECTOR 3	23.00
SECTOR 4	21.00
SECTOR 5	20.00
SECTOR 6	21.00
CABEZAL DE RIEGO	30.00

En la fase 1 el nivel de afectación a la ruta crítica se vio reflejado en la desviación de las fechas de culminación. En la Tabla 19 se muestran las fechas de inicio y final real en obras exteriores fase 1 y en la Figura 104 se muestra la afectación a la ruta crítica del proyecto fase 1 obras exteriores.

Tabla 19: Fechas de inicio y final real en obras exteriores fase 1

FASE 1			
DESCRIPCION	DURACION	INICIO	FINAL
FASE 1	75 días (Rendimiento contractual)		
SECTOR 1	21	15/04/2019	06/05/2019
SECTOR 2	20	06/02/2019	26/02/2019
SECTOR 3	18	23/02/2019	13/03/2019
SECTOR 4	21	14/12/2018	04/01/2019
SECTOR 5	24	13/05/2019	06/06/2019
SECTOR 6	24	26/11/2018	20/12/2018
SECTOR 7	29	20/04/2019	19/05/2019
CABEZAL DE RIEGO	18	28/01/2019	15/02/2019

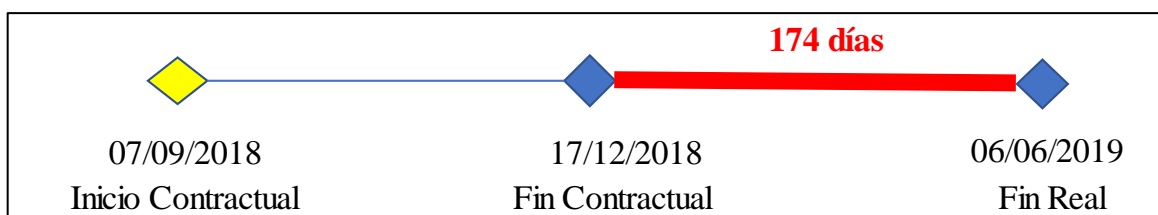


Figura 104: Afectación a la ruta crítica del proyecto fase 1 obras exteriores

De acuerdo a la liberación real de área y según los rendimientos contractuales el nivel de afectación a nuestra fecha de finalización en la fase 1 fue de 174 días.

En la fase 2 al igual que en la fase 1 el nivel de afectación a la ruta crítica se vio reflejado en la desviación de las fechas de culminación. En la Tabla 20 se muestran las fechas de inicio y final real en obras exteriores fase 2 y en la Figura 104 se muestra la afectación a la ruta crítica del proyecto fase 2 obras exteriores.

Tabla 20: Fechas de inicio y final real en obras exteriores fase 2

FASE 2			
DESCRIPCION	DURACION	INICIO	FINAL
FASE 1	75 días (Rendimiento contractual)		
SECTOR 1	22	21/04/2019	13/05/2019
SECTOR 2	17	15/04/2019	02/05/2019
SECTOR 3	23	26/04/2019	19/05/2019
SECTOR 4	21	20/04/2019	11/05/2019
SECTOR 5	20	18/05/2019	07/06/2019
SECTOR 6	21	05/05/2019	26/05/2019
CABEZAL DE RIEGO	30	10/01/2019	09/02/2019

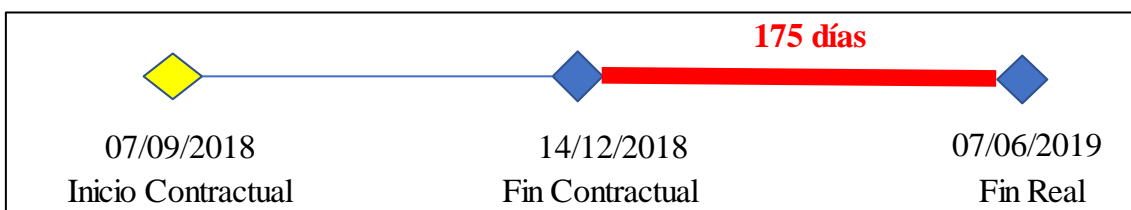


Figura 105: Afectación a la ruta crítica del proyecto fase 2 obras exteriores

De acuerdo a la liberación real de área y según los rendimientos contractuales el nivel de afectación a nuestra fecha de finalización en la fase 2 fue de 175 días.

4.5.4. Valor ganado

La gestión de costo del proyecto se monitoreaba a través de valorizaciones semanales y se controlaban presentando valorizaciones de obra mensuales que debían ser validadas oportunamente por el área de calidad, supervisión de obra y comisionamiento (responsables de la operación del proyecto).

Como parte de la experiencia profesional se controló y monitoreo el valor ganado para mantener el punto de equilibrio entre el cronograma de obra con las horas hombres programadas, el suministro de materiales y equipos, para evitar un exceso o déficit de horas hombre, de igual forma se controló el suministro de materiales de acuerdo a los frentes de trabajo liberados. En total se presentaron seis valorizaciones. En la Figura 106 se muestra el presupuesto inicial presentado para la ejecución del proyecto.

HERTS		SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO PRESUPUESTO		www.herts.pe San Borja Norte 725, San Borja, Lima dt - Perú (51) 01 - 277 2066	
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	UNITARIO S/	SUB. TOTAL S/
1	SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO - OBRAS EXTERIORES	glb	1	455,017.82	455,017.82
2	SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO - ESTADIO DE ATLETISMO Y PISTA DE	glb	1	153,396.54	153,396.54
COSTO DIRECTO					608,414.36
	GASTOS GENERALES	glb	17%		104,087.50
	UTILIDADES	glb	10%		60,841.44
	IMPUESTO A LA RENTA PARA EMPRESAS NO DOMICILIADAS EN EL PERU	glb			0.00
PRESUPUESTO TOTAL SIN IGV S/					773,343.29

Figura 106: Presupuesto inicial del proyecto

Por todos los cambios generados en la validación y compatibilización del alcance del proyecto se generó un presupuesto por concepto de adicional y deductivo del alcance inicial del proyecto, en la Figura 107 se muestra el presupuesto adicional deductivo del proyecto.

HERTS		SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO PRESUPUESTO		www.herts.pe San Borja Norte 725, San Borja, Lima dt - Perú (51) 01 - 277 2066	
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	UNITARIO S/	SUB. TOTAL S/
1	SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO - OBRAS EXTERIORES	glb	1	36,163.43	36,163.43
2	SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO - ESTADIO DE ATLETISMO Y PISTA DE	glb	1	44,696.52	44,696.52
COSTO DIRECTO					80,859.95
	GASTOS GENERALES	glb		0%	-
	UTILIDADES	glb		10%	8,086.00
	IMPUESTO A LA RENTA PARA EMPRESAS NO DOMICILIADAS EN EL PERU	glb			0.00
PRESUPUESTO TOTAL SIN IGV S/					88,945.95

Figura 107: Presupuesto adicional deductivo

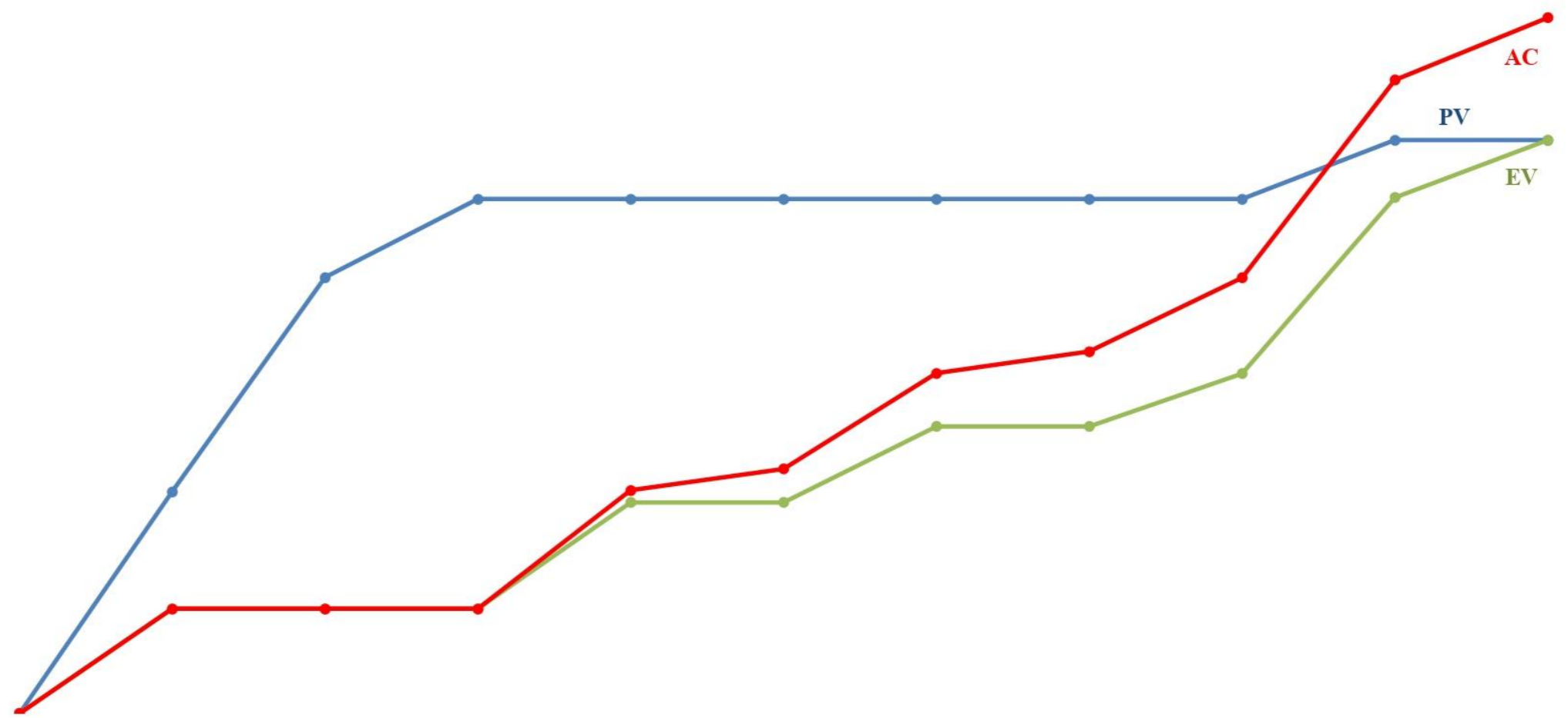
De igual forma se generó un presupuesto por reconocimiento de mayores gastos generales por días de atraso en obra, los días de atraso que afectaron la ruta crítica del proyecto por causas no atribuibles al contratista fueron desde el 14 de diciembre del 2018 hasta el 7 de junio del 2019, se consideró 175 días calendario de atraso a la planificación contractual presentada.

El porcentaje que represento los gastos generales fueron del 17.11% del costo directo ofertado, los gastos generales ofertados por un plazo de ejecución de 99 días fueron de 104,

087.50 soles; este valor dividido entre los 99 días calendario programados asciende a una inversión diaria de gastos generales de 1, 051.39 soles. Se consideró que el total de los mayores gastos generales que deben ser reconocidos es igual 183, 993.25 soles. La Figura 108 se muestra la curva S del proyecto.

CURVA S - SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO

— VALOR PLANEADO (PV) — VALOR GANADO (EV) — COSTO REAL (AC)



MES	INICIO	Set-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19
VALOR PLANEADO (PV)	0	333,265.62	655,743.16	773,343.29	773,343.29	773,343.29	773,343.29	773,343.29	773,343.29	862,289.24	862,289.24
VALOR GANADO (EV)	0	157,234.00	157,234.00	157,234.00	317,483.05	317,483.05	431,754.77	431,754.77	511,137.81	776,034.87	862,289.24
COSTO REAL (AC)	0	157,234.00	157,234.00	157,234.00	335,356.68	367,949.77	511,660.41	544,253.50	655,178.24	952,668.39	1,046,282.49

Figura 108: Curva S del proyecto

El método del valor ganado en el monitoreo y control de la gestión de costo determino el desempeño del proyecto en tiempo y presupuesto, es decir, si se ejecutaron las actividades en el tiempo planificado, sin retraso, y en costos no mayores al presupuesto, de igual forma se aplicó para estimar e informar oportunamente un mayor costo en el desarrollo de actividades ejecutadas y programadas.

Costo Planificado (PV), el costo planificado es el presupuesto asignado para ejecutar los paquetes de trabajo. El costo planificado fue calculado antes de ejecutar los trabajos del proyecto, por lo cual nos sirvió de línea base para comparan los costos ejecutados y los reales, para así medir el desempeño del proyecto.

Costo Real (AC), el costo real es el costo incurrido por la realización del trabajo asociado a los paquetes de trabajo del proyecto. El costo real se calculó para compararlo con el costo planificado, determinando así si el proyecto se encontraba por debajo o por encima del presupuesto.

Valor Ganado (EV), el valor ganado es el costo presupuestado del trabajo por la ejecución de los paquetes de trabajo del proyecto. En el monitoreo y control de costo fue la suma del presupuesto asignado a todas las actividades que a la fecha de las valorizaciones estaban finalizadas o en proceso de ejecución.

Tanto el costo planificado, como el valor ganado y el costo real se representan en la Figura 108, que hacen referencia a la curva del valor S con el desembolso de las valorizaciones presentadas por la ejecución del proyecto. Comparado con el valor planificado, se usa para calcular la variación de cronograma y el índice de desempeño de cronograma. La Tabla 21 y Tabla 22 muestran los indicadores de gestión calculados durante la ejecución del proyecto.

Tabla 21: Indicadores de gestión PV, AC y EV

INDICADOR	Costo Planificado (PV)	Costo Real (AC)	Valor Ganado (EV)
SETIEMBRE 18	333,265.62	157,234.00	157,234.00
OCTUBRE 18	655,743.16	157,234.00	157,234.00
NOVIEMBRE 18	773,343.29	157,234.00	157,234.00
DICIEMBRE 18	773,343.29	335,356.68	317,483.05
ENERO 19	773,343.29	367,949.77	317,483.05
FEBRERO 19	773,343.29	511,660.41	431,754.77
MARZO 19	773,343.29	544,253.50	431,754.77
ABRIL 19	773,343.29	655,178.24	511,137.81
MAYO 19	862,289.24	952,668.39	776,034.87
JUNIO 19	862,289.24	1,046,282.49	862,289.24

Variación del Costo (CV), La variación de costo es la diferencia del valor ganado de los costos presupuestados de las actividades que se han completado hasta el momento menos los costos reales. Si la diferencia es negativa, significa que el proyecto está por encima de su presupuesto inicial, es decir está costando más de lo que se tenía planificado. En el monitoreo y control de la gestión de costo del proyecto se identificó que la variación del costo a partir del cuarto mes (diciembre 2018) empezó a ser negativa significando que la ejecución del proyecto estaba por encima del presupuesto inicial.

Índice de desempeño de costo (CPI), el índice de desempeño de costo es un indicador de la gestión de valor ganado que se aplicó para analizar la eficiencia de los costos utilizados por el proyecto. Se calcula como el cociente entre el valor ganado y el costo real del proyecto. Si el CPI es menor a 1, significa que se está avanzado menos de lo que se está gastado. Si el CPI es mayor a 1, significa que se ganó más avance que los costos invertidos. Si el CPI es igual a 1 significa que la relación entre avance y costo es lo planificado.

Variación del cronograma (SV), La variación de cronograma en la gestión de valor ganado es la diferencia entre el valor ganado menos el valor planificado. Este indicador nos permitió tener una medida de desviación respecto al cronograma del proyecto, la cual puede ser positiva o negativa. Por lo tanto, al calcularla determinábamos inmediatamente si el proyecto está en cronograma o en retraso. Si la variación de cronograma es positiva, significa que este adelantado respecto al cronograma, y si la variación del cronograma es negativa significa que presenta retraso. Si la variación es cero, significa que el proyecto avanza de acuerdo al cronograma. Al final del proyecto, la variación de cronograma siempre es cero.

Índice de desempeño de Cronograma (SPI), El índice de desempeño de cronograma se utilizó para mostrar que tan eficiente está avanzando el proyecto, en comparación con el cronograma planificado. Es una relación entre el valor ganado y el valor planificado.

Tabla 22: Indicadores de gestión CV, CPI, SV, SPI

INDICADOR	Variación del costo (CV)	Índice de desempeño de costo (CPI)	Variación del cronograma (SV)	Índice de desempeño de cronograma (SPI)
SETIEMBRE 2018	0.00	1.00	-176,031.61	0.47
OCTUBRE 2018	0.00	1.00	-498,509.16	0.24
NOVIEMBRE 2018	0.00	1.00	-616,109.29	0.20
DICIEMBRE 2018	-17,873.63	0.95	-455,860.24	0.41
ENERO 2019	-50,466.72	0.86	-455,860.24	0.41
FEBRERO 2019	-79,905.64	0.84	-341,588.52	0.56
MARZO 2019	-112,498.73	0.79	-341,588.52	0.56
ABRIL 2019	-144,040.43	0.78	-262,205.48	0.66
MAYO 2019	-176,633.52	0.81	-86,254.37	0.90
JUNIO 2019	-183,993.25	0.82	0.00	1.00

En base al seguimiento de la curva S del proyecto se identificó que el proyecto se encontraba en una etapa desfavorable generando mayores costos en menor ejecución del avance planificado, el valor ganado se encontró por debajo del costo planificado y costo real, e indicadores de gestión menores a 1 representando una eficiencia en cronograma y costo menores a lo planificado.

4.5.5. Control de calidad

La gestión de calidad del proyecto se monitoreo y se controló a través de procedimientos constructivos, ficha técnica de materiales, certificados de calidad de materiales, ficha técnica de equipos, certificado de garantía de equipos, certificados de calibración de quipos de medición inspección y ensayo, y registro de control de protocolos. Toda la gestión documentaria generada en este proceso fue utilizada para elaborar el informe de calidad, documento que formo parte de la entrega final del proyecto para el cierre del mismo.

En el proceso de ejecución y control del proyecto se monitorearon los entregables del proyecto con gestión documentaria a través de formato de protocolos debidamente codificados y validados por el cliente.

Protocolo de recepción de materiales y productos en obra, este protocolo fue utilizado para la recepción de los materiales garantizando el certificado de calidad de los materiales y productos para que sea validado por el cliente. Este protocolo se observa en la Figura 112 y fue codificado con el código 3059-GEN-PC-IISS-42-F1.

Registro de control topográfico, este protocolo fue utilizado para liberar las zonas de ingreso donde se programaban el ingreso para ejecución, de esta forma se garantizaba que la

ubicación sea la correcta en base a planos y coordinaciones con el cliente. Este protocolo se observa en la Figura 113 y fue codificado como 3059-GEN-PC-IISS-42-F2.

En la Figura 114 se muestra el protocolo de inspección visual de soldadura HDPE, este protocolo fue utilizado para los trabajos de soldadura de materiales HDPE, de esta forma se garantizaba que el trabajo se realice de la manera correcta con el material aprobado por el cliente y la maquina seleccionada para el trabajo. Este protocolo fue codificado como 3059-GEN-PC-IISS-42-F3. La Figura 109 muestra la inspección de tuberías termofusionadas.



Figura 109: Inspección de tuberías termofusionadas

La Figura 115 muestra el protocolo de pruebas hidráulicas, este protocolo fue utilizado para verificar la existencia de fugas en los diferentes sectores de trabajo, verificando las presiones utilizando un manómetro. Este protocolo fue codificado con el código 3059-GEN-PC-IISS-42-F4. La Figura 110 muestra el proceso de verificación de prueba hidráulica en red de riego tecnificado.



Figura 110: Prueba hidráulica

La Figura 116 muestra el protocolo de prueba de tablero, este protocolo se utilizó para garantizar la correcta recepción, instalación y operación de los tableros eléctricos ingresados

a la ejecución del proyecto. Este protocolo fue codificado como 3059-GEN-PC-IISS-42-F5.

La Figura 117 muestra el protocolo de montaje de equipos, este protocolo se utilizó para el montaje de las electrobombas en los cabezales de riego del proyecto. Este protocolo tuvo el código 3059-GEN-PC-IISS-42-F6.

La Figura 118 muestra el protocolo de inspección final, este protocolo se utilizó para verificar la operación del sistema y garantizar la futura recepción de los entregables al cliente. Este protocolo tuvo el código 3059-GEN-PC-IISS-42-F7.

La Figura 119 muestra el protocolo de torqueo de bridas, este protocolo se utilizó para garantizar la correcta instalación de los pernos y accesorios de unión de los cabezales de riego del proyecto. Este protocolo tuvo el código 3059-GEN-PC-IISS-44-F1.

La Figura 120 muestra el protocolo de limpieza del sistema de tuberías de riego tecnificado, este protocolo se utilizó para la realización del correcto purgado de los diferentes sectores de riego y de la red de tuberías principales y secundarias. Este protocolo fue codificado como 3059-GEN-PC-IISS-45-F1.

Protocolo de megado y aislamiento de cables y motor, este protocolo se utilizó para garantizar la correcta instalación y operación del sistema de bombeo del cabezal de riego. 3059-GEN-PC-IISS-46-F1. La Figura 111 muestra imagen de los tableros eléctricos instalados.



Figura 111: Inspección de tableros eléctricos


	PROYECTO: “Ampliación y Remodelación de la Villa deportiva nacional-VIDENA” PROTOCOLO DE PRUEBAS HIDRAULICAS Sistema de riego tecnificado		N° 3059-GEN-PC-IISS-42-F4 Rev. 0 Fecha: 24-09-18 Página: 1 de																									
	REGISTRO No.:		CONTRATISTA: COSAPI S.A.																									
VENUE:		PLANO DE REFERENCIA:																										
DIMENSIONES DE LA TUBERIA:																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>LINEA</th> <th>Diámetro mm</th> <th>Longitud m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>					ITEM	LINEA	Diámetro mm	Longitud m																				
ITEM	LINEA	Diámetro mm	Longitud m																									
DATOS DEL MANOMETRO A UTILIZAR:																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>MARCA</th> <th>RANGO</th> <th>SERIE</th> <th>FECHA DE CALIBRACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>					ITEM	MARCA	RANGO	SERIE	FECHA DE CALIBRACION																			
ITEM	MARCA	RANGO	SERIE	FECHA DE CALIBRACION																								
DATOS DE LA PRUEBA: Prueba Realizada por tramos																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">FLUIDO</th> <th colspan="2">PRESION REQUERIDA</th> <th>TIEMPO REQUERIDO</th> <th rowspan="2">OBSERVACIONES</th> </tr> <tr> <th>Bar</th> <th>Psi</th> <th>Minutos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>					FLUIDO	PRESION REQUERIDA		TIEMPO REQUERIDO	OBSERVACIONES	Bar	Psi	Minutos																
FLUIDO	PRESION REQUERIDA		TIEMPO REQUERIDO	OBSERVACIONES																								
	Bar	Psi	Minutos																									
PRUEBA PRINCIPAL																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">DESCRIPCION</th> <th colspan="2">PRESION</th> </tr> <tr> <th>Bar</th> <th>Psi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Presión de trabajo</td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Presión de prueba</td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>					DESCRIPCION	PRESION		Bar	Psi	Presión de trabajo			Presión de prueba															
DESCRIPCION	PRESION																											
	Bar	Psi																										
Presión de trabajo																												
Presión de prueba																												
TIEMPO																												
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Fecha de prueba</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Comienzo</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Final</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Duración</td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>					Fecha de prueba		Comienzo		Final		Duración																	
Fecha de prueba																												
Comienzo																												
Final																												
Duración																												
RESULTADOS Prueba Hidráulica aceptable: <input type="checkbox"/>																												
OBSERVACIONES:																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">HERTS</th> <th colspan="2">HERTS</th> <th colspan="2">COSAPI</th> </tr> <tr> <td>Nombre/Cargo:</td> <td>D:</td> <td>Nombre/Cargo:</td> <td>D:</td> <td>Nombre/Cargo:</td> <td>D:</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>JEFE DE CALIDAD</td> <td>M:</td> <td>RESIDENTE DE OBRA</td> <td>M:</td> <td>JEFE DE FRENTE</td> <td>M:</td> </tr> <tr> <td>Firma:</td> <td>A:</td> <td>Firma:</td> <td>A:</td> <td>Firma:</td> <td>A:</td> </tr> </tbody> </table>					HERTS		HERTS		COSAPI		Nombre/Cargo:	D:	Nombre/Cargo:	D:	Nombre/Cargo:	D:	JEFE DE CALIDAD	M:	RESIDENTE DE OBRA	M:	JEFE DE FRENTE	M:	Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:
HERTS		HERTS		COSAPI																								
Nombre/Cargo:	D:	Nombre/Cargo:	D:	Nombre/Cargo:	D:																							
JEFE DE CALIDAD	M:	RESIDENTE DE OBRA	M:	JEFE DE FRENTE	M:																							
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:																							

Figura 115: Protocolo de pruebas hidráulicas, código 3059-GEN-PC-IISS-42-F4



PROYECTO:
“Ampliación y Remodelación de la Villa deportiva nacional-VIDENA”
PROTOCOLO DE PRUEBA DE TABLERO

N° 3059-GEN-PC-IISS-42-F5
 Rev. 0
 Fecha: 10-01-19
 Página: 1 de 1

REGISTRO No:

CONTRATISTA: COSAPI S.A.

VENUE:

PLANO DE REFERENCIA:

A) INSPECCIÓN VISUAL DE EQUIPO ELECTRICO					
α	Tablero/Marca/Serie:				
ítem	MECANIZADO	SI	NO	NO APLICA	
1.1	El gabinete metálico cumple con el grado de protección exigido	✓			
1.2	Están todos los equipos montados	✓			
1.3	Se han anotado los aparatos que faltan	✓			
1.4	Están identificados todos los equipos eléctricos	✓			
1.5	Todos los aparatos están accesibles	✓			
1.6	Los equipos son de las tensiones correctas	✓			
1.7	Están todas las placas y soportes bien montados y apretados	✓			
1.8	Los cortes de soportes o perforaciones en puerta están bien protegidos			✓	
ítem	CABLEADO	SI	NO	NO APLICA	
2.1	El tipo de cable es el especificado	✓			
2.2	Es de los colores especificados	✓			
2.3	Las puntas de los cables de control están especificadas	✓			
2.4	Todas las puntas de los cables tienen sus terminales	✓			
2.5	El cableado de control está separado del cableado de potencia	✓			
2.6	Están centrados los cables de potencia en los toroidales			✓	
2.7	Esta debidamente cableado el relé supresor de picos			✓	
ítem	BARRAS 'CU'	SI	NO	NO APLICA	
3.1	Esta plateado			✓	
3.2	Esta niquelado			✓	
3.3	Esta estañado			✓	
3.4	Otro tratamiento mangas termo contraibles			✓	
3.5	Esta pintado según especificaciones			✓	
3.6	Esta protegido contra contactos accidentales			✓	
3.7	El apriete de los tornillos es correcto			✓	
ítem	GENERAL	SI	NO	NO APLICA	
4.1	Las puertas están conectadas a tierra y directamente si tienen aparatos montados	✓			
4.2	Las bomeras son las especificadas	✓			
4.3	Están identificadas todas las bomeras	✓			
4.4	El tablero tiene el rotulo de identificación general	✓			
4.5	Los aparatos en la puerta están identificados			✓	
4.6	Están montadas los prensaestopas			✓	
4.7	Esta montado en la puerta el portaplanos	✓			
4.8	Se entrega en el tablero el trasmisor de presión, sensor de nivel	✓			
ítem	PRUEBAS	SI	NO	NO APLICA	
5.1	Se realizo las pruebas en manual y automático	✓			
5.2	Se realizo las pruebas de fallas y funcionamiento	✓			

B) OBSERVACIONES

HERTS		HERTS		COSAPI	
Nombre/Cargo:	D:	Nombre/Cargo:	D:	Nombre/Cargo:	D:
JEFE DE CALIDAD	M:	RESIDENTE DE OBRA	M:	JEFE DE FRENTE	M:
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:

Figura 116: Protocolo de prueba de tablero, código 3059-GEN-PC-IISS-42-F5


	PROYECTO: "Ampliación y Remodelación de la Villa deportiva nacional VIDENA" PROTOCOLO DE MONTAJE DE EQUIPOS Sistema de Riego tecnificado		Código: 3059-GEN-PC-IISS-42-F6 Rev. : 0 Pagina: 1 de 1		
	Venue:	Contratista :	Registro No.		
Fecha:	Nombre de equipo.:	Tag :			
Documento de Referencia N°	Rev. N°	Observaciones			
Fabricante :					
ACTIVIDAD		ACEPTADO	RECHAZADO	NO APLICA	
Preliminar					
Equipo localizado según plano					
Capacidad del equipo correcta					
Adecuada clasificación del equipo					
Equipo accesible con espacios libres para mantenimiento y operación					
Equipo soportado adecuadamente					
Equipo anclado					
Equipo grouteado					
Equipo nivelado, aplomado y alineado					
Equipo plenamente identificado con placa permanente					
Intermedio					
Conexiones eléctricas completas y aseguradas					
Calentadores de tablero, equipo conectados					
Conexión a tierra completa					
Líneas de purga conectadas adecuadamente					
Final					
Equipo protegido durante la construcción					
Vendedor del equipo presente para el arranque					
OBSERVACIONES					
HERTS		HERTS		COSAPI	
Nombre/Cargo:	D:	Nombre/Cargo:	D:	Nombre/Cargo:	D:
Jefe de Calidad:	M:	Jefe de Calidad:	M:	Jefe de Calidad:	M:
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:

Figura 117: Protocolo de montaje de equipos, código 3059-GEN-PC-IISS-42-F6

	PROYECTO: “Ampliación y Remodelación de la Villa deportiva nacional VIDENA” PROTOCOLO DE LIMPIEZA (FLUSHING) DEL SISTEMAS DE TUBERÍAS DE RIEGO TECNIFICADO	N° 3059-GEN-PC-IISS-45-F1 Rev. 0 Fecha: 02-02-19 Página: 1 de 1																																																			
REGISTRO No:		CONTRATISTA:																																																			
VENUE:																																																					
PLANO DE REFERENCIA:																																																					
<p>➤ DATOS DEL SISTEMA:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;"></th> <th style="width: 10%;">SI</th> <th style="width: 10%;">NO</th> <th style="width: 10%;">NO APLICA</th> <th style="width: 10%;">OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Verificación visual de las líneas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificación visual de la instalación</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Soplado</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Boquillas sin obstrucciones</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Válvulas de purga sin restos solidos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>➤ EQUIPOS Y LÍNEAS INCLUIDAS EN LA OPERACIÓN DE LIMPIEZA (FLUSHING)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">DESCRIPCION</th> <th style="width: 20%;">DIAMETRO</th> <th style="width: 30%;">OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tubería HDPE</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tubería HDPE</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tubería HDPE</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rotor 8005</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Válvulas de purga</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Electroválvulas</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>➤ FECHA DE INSPECCION</p> <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 25px; margin: 10px auto;"></div>				SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES	Verificación visual de las líneas					Verificación visual de la instalación					Soplado					Boquillas sin obstrucciones					Válvulas de purga sin restos solidos					DESCRIPCION	DIAMETRO	OBSERVACIONES	Tubería HDPE			Tubería HDPE			Tubería HDPE			Rotor 8005			Válvulas de purga			Electroválvulas		
	SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES																																																	
Verificación visual de las líneas																																																					
Verificación visual de la instalación																																																					
Soplado																																																					
Boquillas sin obstrucciones																																																					
Válvulas de purga sin restos solidos																																																					
DESCRIPCION	DIAMETRO	OBSERVACIONES																																																			
Tubería HDPE																																																					
Tubería HDPE																																																					
Tubería HDPE																																																					
Rotor 8005																																																					
Válvulas de purga																																																					
Electroválvulas																																																					
OBSERVACIONES:																																																					
HERTS	HERTS	COSAPI																																																			
Nombre/Cargo:	Nombre/Cargo:	Nombre/Cargo:																																																			
D:	D:	D:																																																			
JEFE DE CALIDAD	RESIDENTE DE OBRA	JEFE DE FRENTE																																																			
M:	M:	M:																																																			
Firma:	Firma:	Firma:																																																			
A:	A:	A:																																																			

Figura 120: Protocolo de limpieza del sistema de tuberías de riego tecnificado, código 3059-GEN-PC-IISS-45-F1

4.5.6. Monitoreo de las comunicaciones

Durante la ejecución del proyecto y para garantizar la calidad de los entregables todo el alcance pasaban por revisión de la parte del área de ejecución y supervisión, se mantuvo una comunicación continua con los interesados del proyecto.

Se utilizaron formatos RFI (*Request for Information*) es una solicitud de información para consultas técnicas, documento en campo o de ingeniería de diseño. Al generar el RFI, se tuvo en cuenta si la respuesta tenía algún impacto en costo o cronograma del proyecto. Era responsabilidad del emisor del documento informar de inmediato para que se genere la solicitud de cambio o adicional.

La comunicación de avances de obra se daba a partir de reportes semanales, eran documentos que aportaban la correcta planificación y control del proyecto, con el objetivo de mantener informado al cliente y los patrocinadores del proyecto, esta comunicación mejoro el cumplimiento de actividades y la correcta utilización de recursos.

En la Figura 122 se muestra el reporte de cuatro semanas, el cual tenía información del cronograma maestro y se identificaban las actividades a ejecutar en las próximas 4 semanas, para lo cual era indispensable la correcta coordinación de las actividades con el jefe de frente de cada sector y zona del proyecto, e identificar las restricciones para el cumplimiento de estas actividades.

De igual se comunicaban los riesgos asociados a la ejecución del proyecto. En el presente proyecto el riesgo más latente que se identifico fue el de falta de liberación de frentes, lo que estaba asociado a una ampliación de plazo del proyecto y un reconocimiento de mayores gastos generales.

Para mantener informado a los interesados del proyecto sobre el riesgo identificado, se realizaba una comunicación con mayor grado de alerta e importancia; esto debido al costo que significaba, para lo cual se preparaban y se enviaban informes y cartas formales.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se aplicaron lineamientos PMBOK y herramientas BIM en la ejecución y control de obra para la identificación de las áreas de trabajo y para planificar actividades futuras, informando oportunamente a los interesados del proyecto la afectación a la ruta crítica y alcance del proyecto en costo y tiempo, manteniendo la calidad del producto final durante la ejecución del proyecto de riego tecnificado para infraestructura deportiva.
- Se recopilaron datos del proyecto para la elaboración de los procesos de gestión para el control de obra; en la recopilación de datos se validaron los alcances, identificando incompatibilidades y cambios del alcance del proyecto que ascendió a un adicional de obra por 88 859,95 soles, este adicional de obra garantizó la funcionabilidad y la aceptación del producto final.
- La gestión de integración del proyecto se llevó a cabo de manera gradual y progresiva con procesos iterativos en la ejecución y control de obra; las principales entradas identificadas fueron el registro de cambios, la lista de hitos, la comunicación del proyecto, el cronograma del proyecto y las especificaciones técnicas de los recursos, y como principales salidas se identificaron la validación del alcance, el control integrado de cambios, el control del alcance, el control del cronograma, el control de costos, el control de la calidad, y el monitoreo de las comunicaciones.
- Se utilizaron herramientas BIM para identificar restricciones, incompatibilidades e interferencias, se obtuvieron nuevas fechas de liberación de frentes de trabajo identificando una ampliación de plazo por falta de liberación de frentes de trabajo de 175 días calendario, económicamente fue un costo adicional de 183, 993.25 soles.

- Como conclusión general, el desarrollo de la ejecución y control del proyecto aplicando herramientas BIM oportunamente se logró revisando de manera virtual todo el proyecto en todos los sectores de trabajo y especialidades involucradas, corrigiendo las incompatibilidades e identificando los puntos críticos del proyecto.

5.2. RECOMENDACIONES

- En proyectos de riego tecnificado para infraestructura deportiva, el uso de la herramienta BIM se debe aplicar desde la etapa del diseño, para identificar mejoras y optimizar el proceso de ejecución en costos del proyecto y estimación del tiempo.
- Debe difundirse el uso de las herramientas BIM en proyectos de riego tecnificado para infraestructura deportiva, debido a que los gastos por retrabajos y falta de liberación de frentes de trabajo son altos y muchas veces no son cuantificados, y tienen que ser cubiertos con las utilidades y ganancias del proyecto.
- En el trabajo se utilizó la herramienta BIM de manera específica en la liberación de frentes de trabajo y planificación, siendo más amplio el campo, es importante conocer la herramienta e ir obteniendo mayores beneficios, y establecer una cultura BIM en proyectos de riego tecnificado para infraestructura deportiva que involucre trabajos simultáneos de diferentes especialidades constructivas.
- Los protocolos y formatos desarrollados son una base para cualquier proyecto, pero al ser cada proyecto único se debe revisar y acondicionar los formatos para complementar la información en base a las características de cada proyecto.
- Utilizar la metodología PMBOK y herramientas BIM para estimar tiempos de trabajos y ampliaciones de plazo en proyectos públicos y privados; para tener contingencias e informar oportunamente extensiones de tiempo en periodos de trabajo en el proceso de ejecución de los proyectos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AECID (Agencia española de cooperación internacional para el desarrollo). 2009. Manual de operación y mantenimiento de sistema de riego por goteo. España
- Anchayhua Ramírez, K. (2019). Desarrollo de la gestión de un proyecto de riego presurizado, utilizando los lineamientos del PMBOK, caso Sayán. (Tesis de grado). Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- De La Cruz Peña, C.W. (2019). Gestión del cronograma para el cumplimiento de los plazos otorgados en la conservación de la carretera central, Chosica año-2019. (Tesis de grado). Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Espinoza Rosado, J. (2014). Mejoramiento de la constructibilidad mediante herramientas BIM (Tesis de Maestría). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- García C., Ignacio y Gregorio Briones. 2003 Sistemas de riego por aspersión y goteo, Editorial Trillas, México D.F., México.
- Lledó, P. (2016). Director de proyectos: como aprobar el examen PMP sin morir en el intento. Pablolledo.com LLC.
- Project Management Institute (PMI). (2017). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos: guía del PMBOK (6th ed.). Project Management Institute.
- Saldias Silva, R.O.L. (2010). Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnología BIM (Tesis de grado). Santiago: Universidad de Chile.
- Vásquez Ayala, J.C. (2006). El “Lean Design” y su aplicación a los proyectos de edificación (Tesis de grado). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Vermeiren, L. y Jobling, G.A. (1986). Riego localizado. FAO. Roma, Italia Serie Riego y Drenaje N° 36, 203 pp.

VII. ANEXOS

ANEXO 1: PLANOS CONSTRUCTIVOS



Figura 126: Plano CR3059-EA-PL-P-0202_0



Figura 127: Plano CR3059-EA-PL-P-0203_0

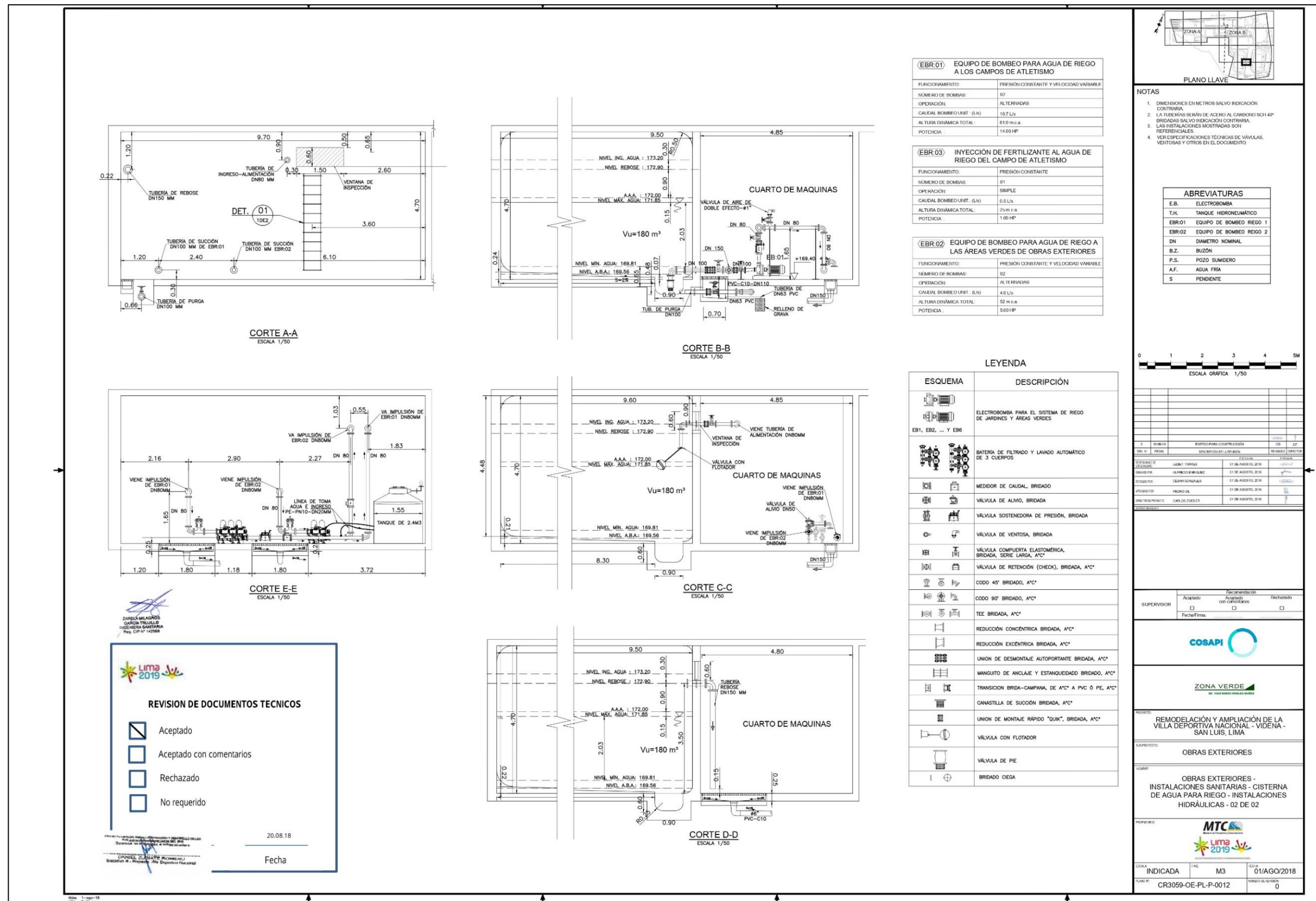


Figura 129: Plano CR3059-OE-PL-P-0012_0

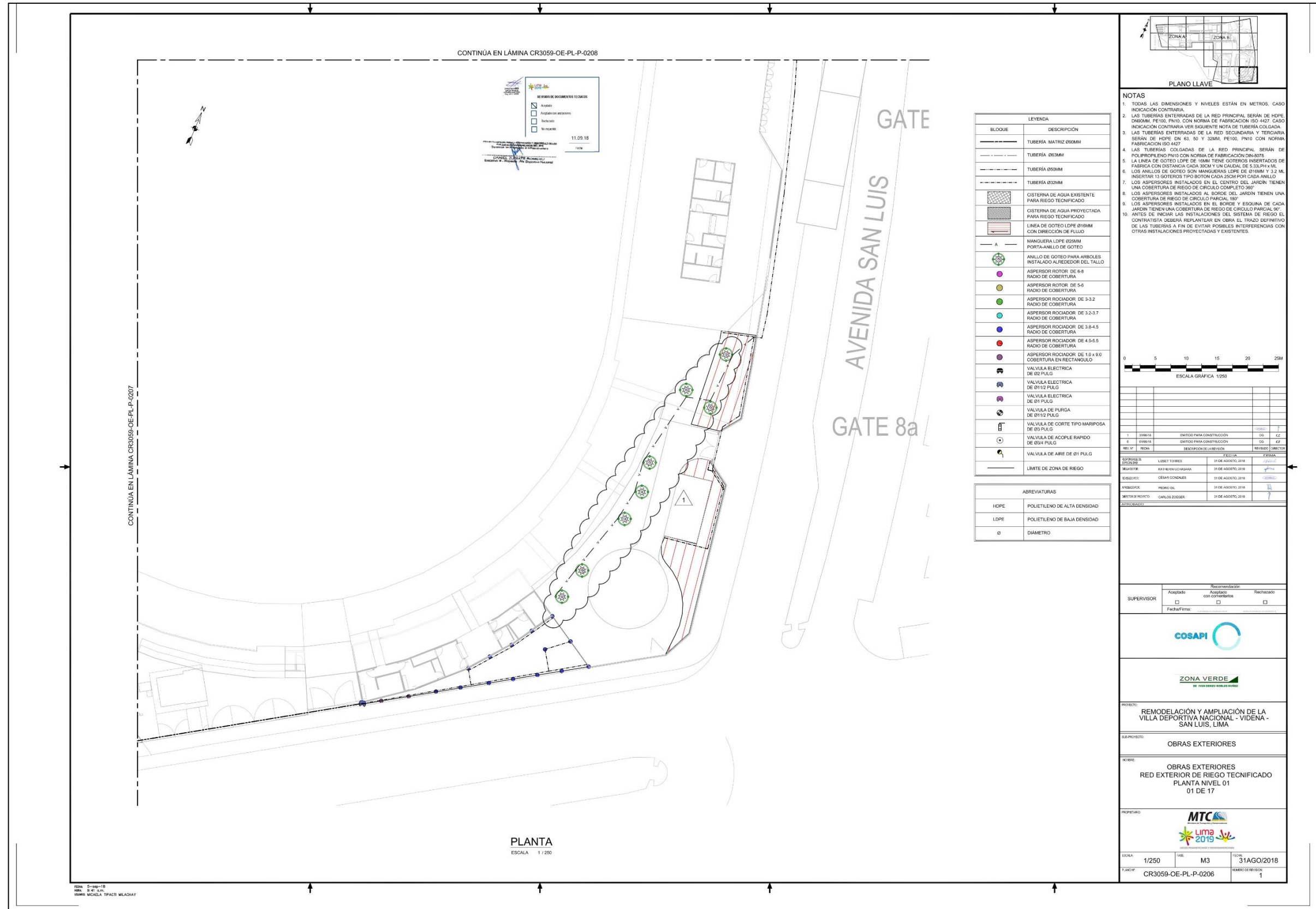


Figura 130: Plano CR3059-OE-PL-P-0206_1

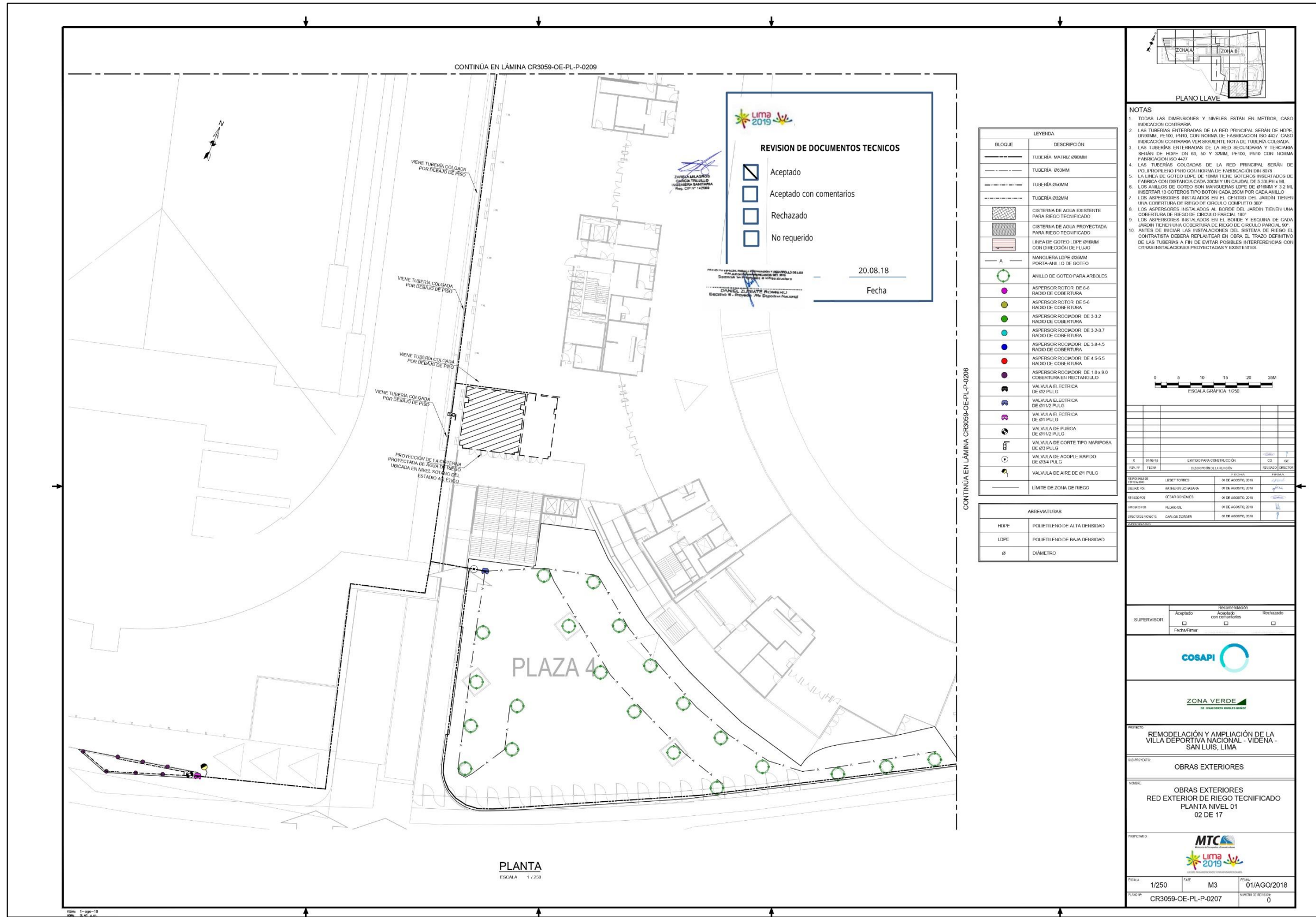


Figura 131: Plano CR3059-OE-PL-P-0207_0

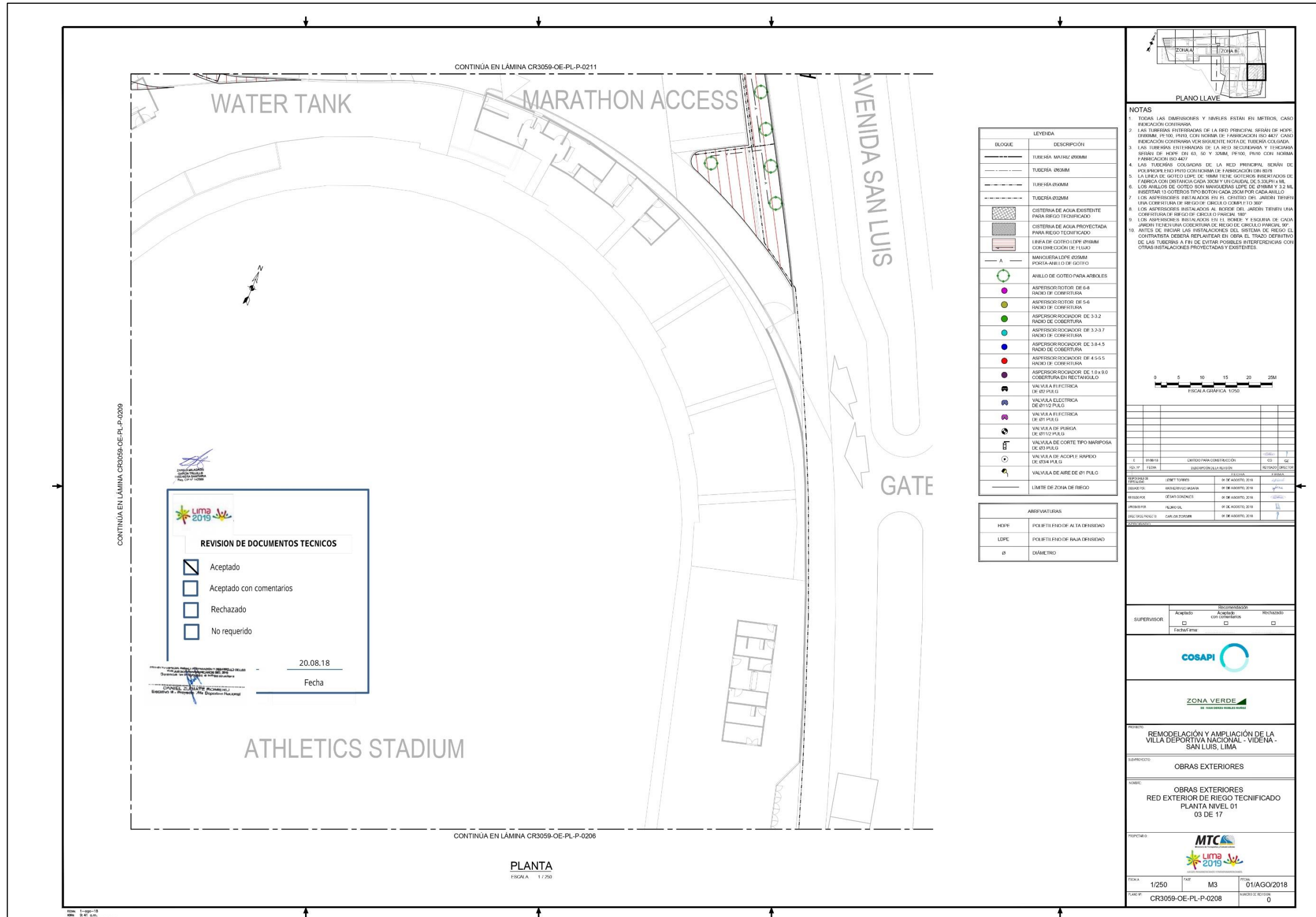


Figura 132: Plano CR3059-OE-PL-P-0208_0

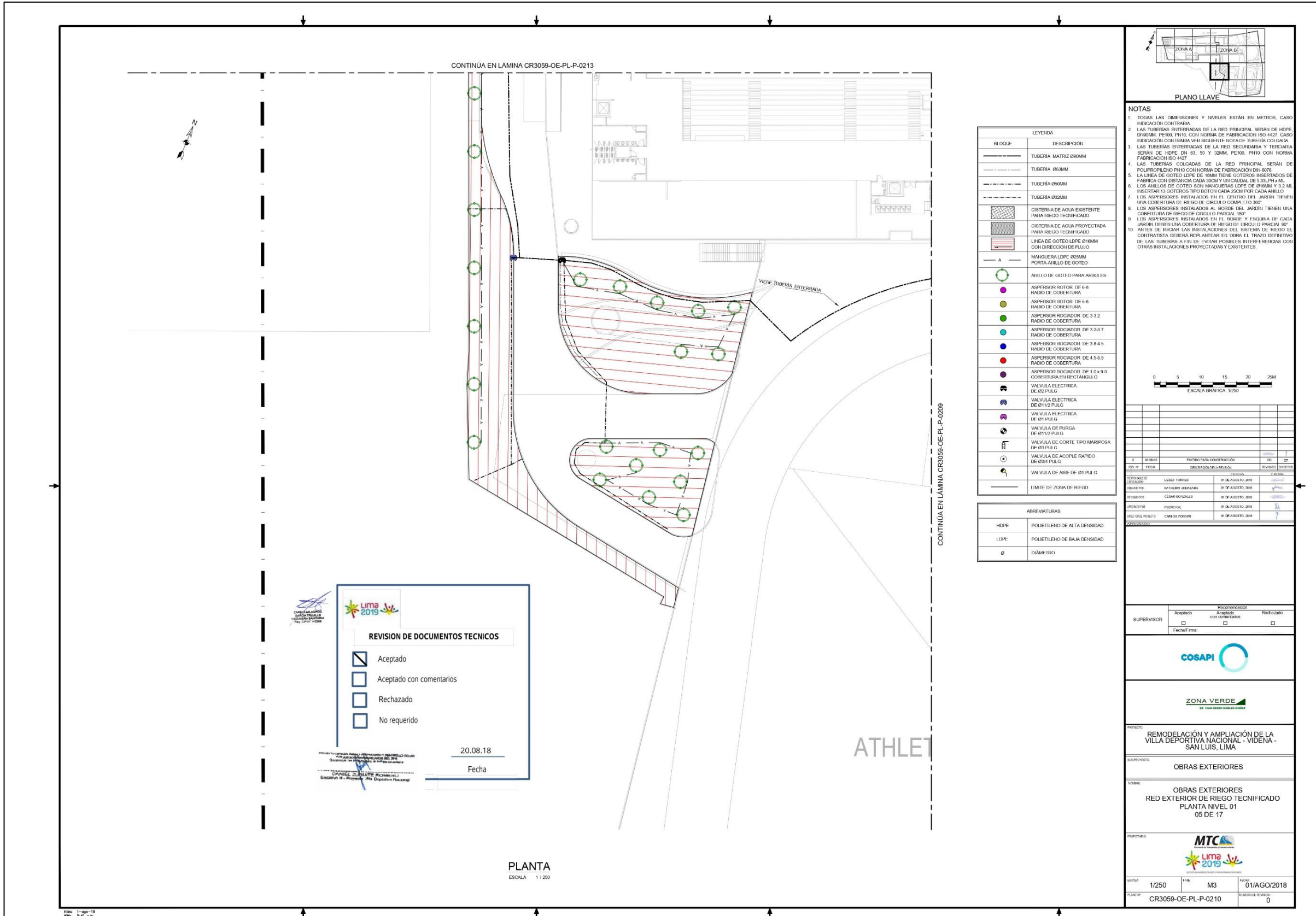
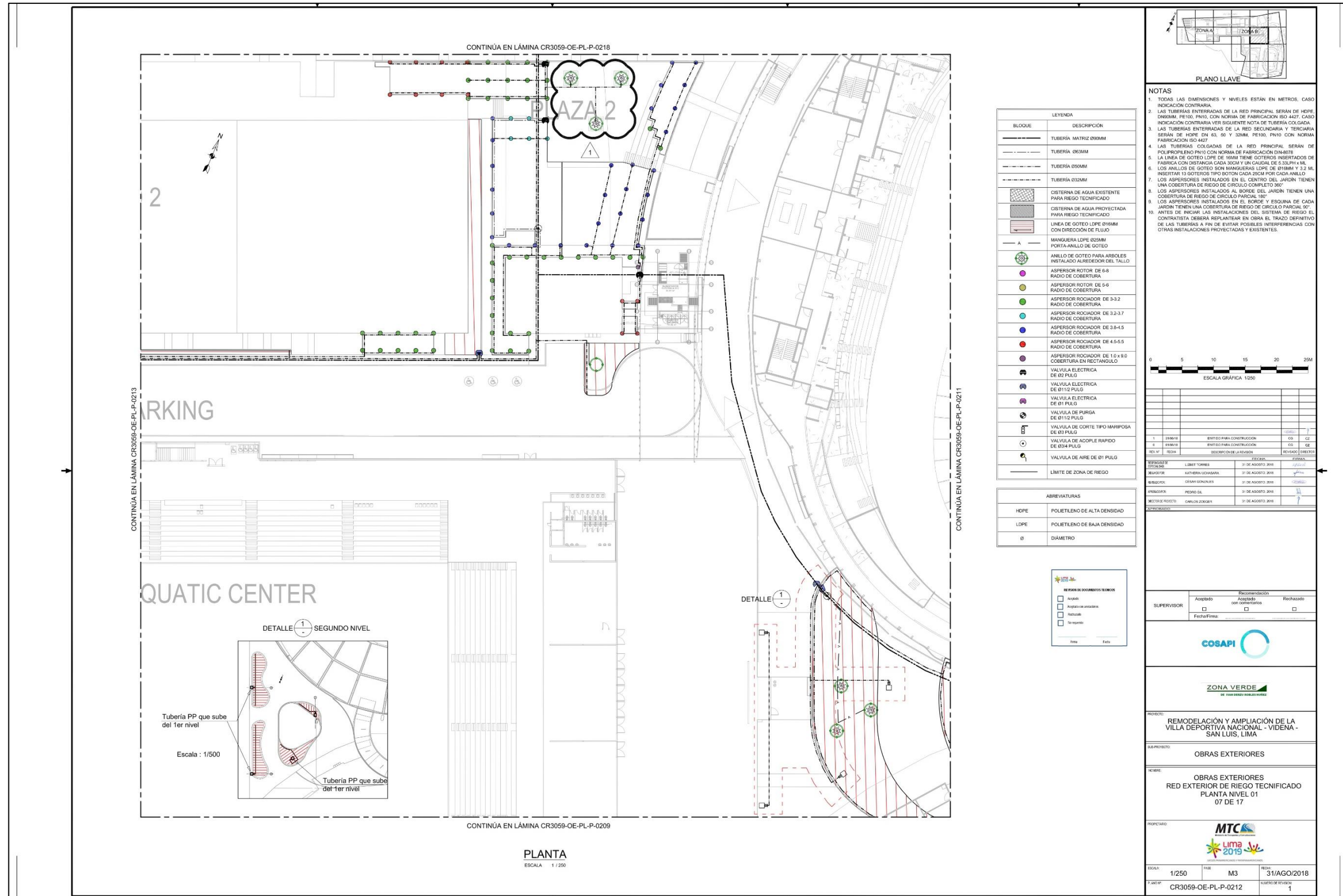


Figura 134: Plano CR3059-OE-PL-P-0210_0



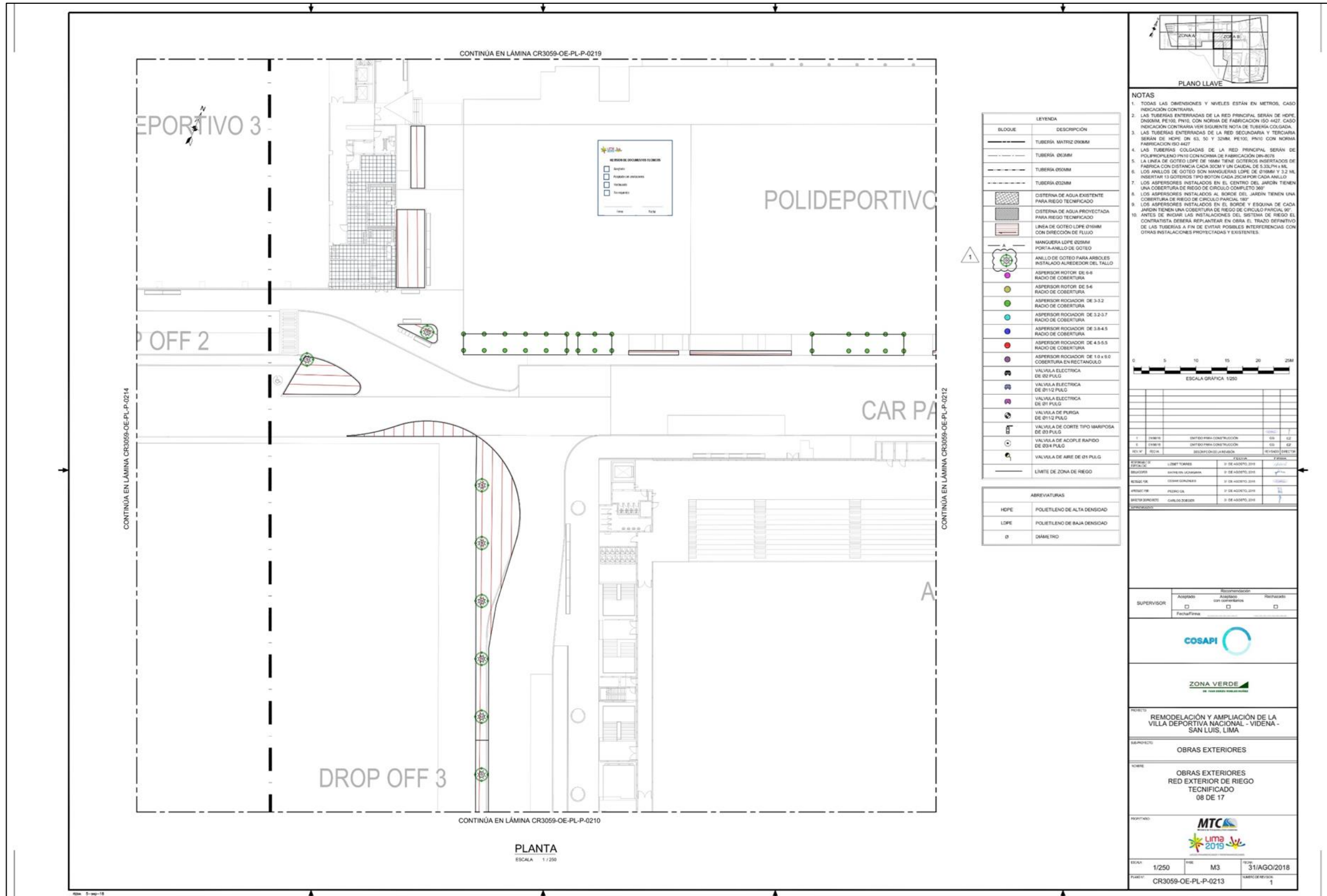


Figura 137: Plano CR3059-OE-PL-P-0213_1

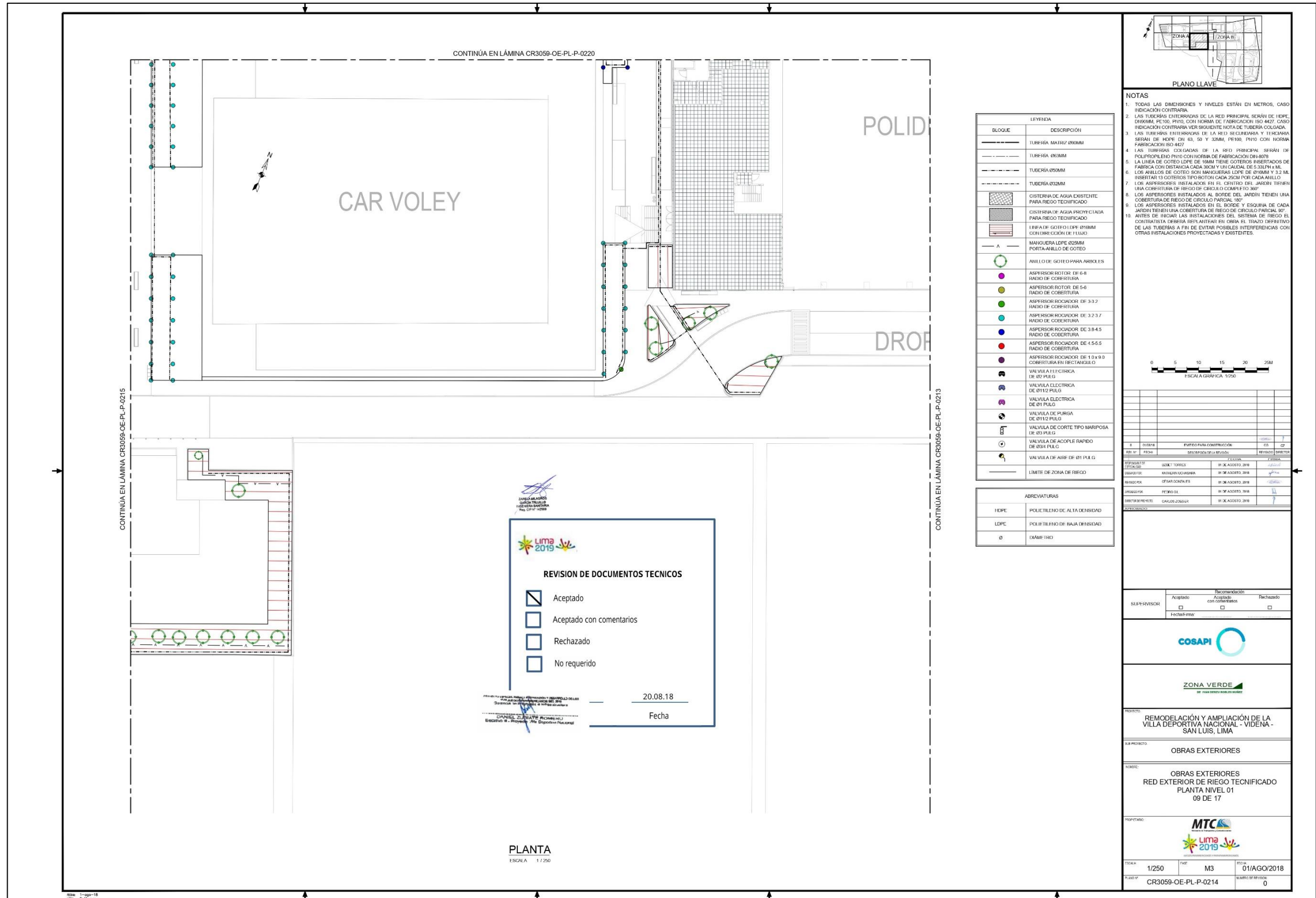


Figura 138: Plano CR3059-OE-PL-P-0214_0

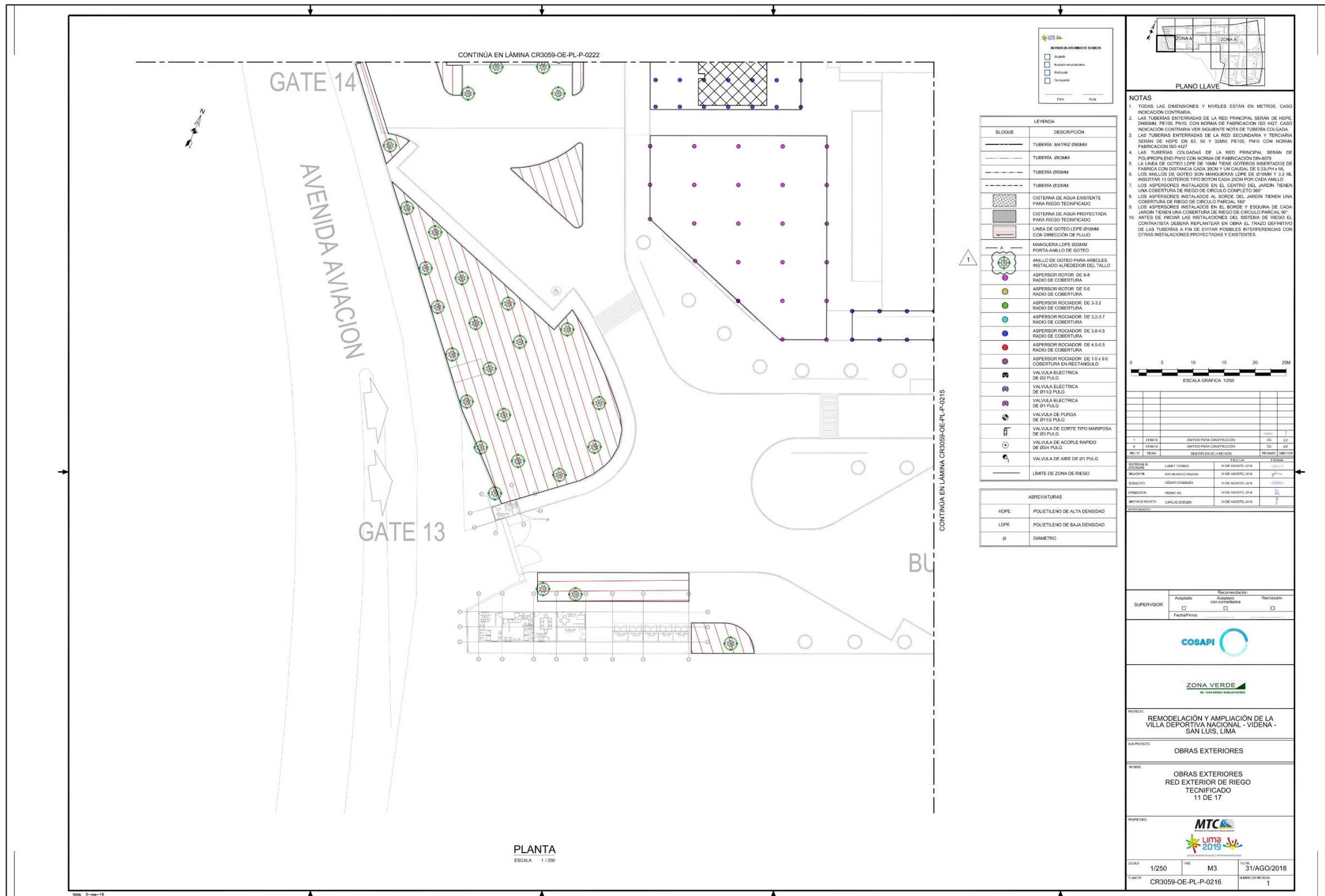


Figura 140: Plano CR3059-OE-PL-P-0216_1



Figura 141: Plano CR3059-OE-PL-P-0217_0

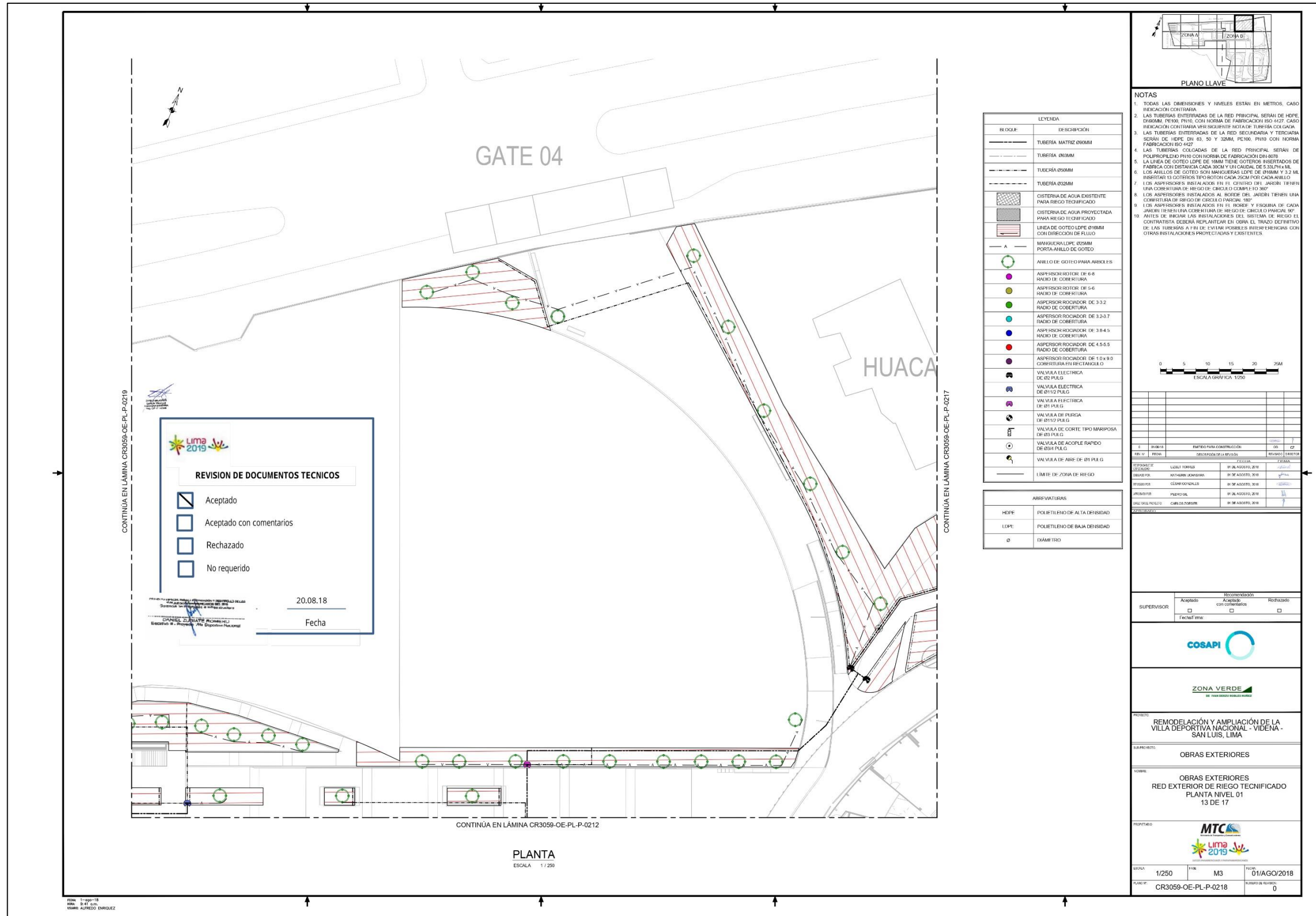


Figura 142: Plano CR3059-OE-PL-P-0218_0

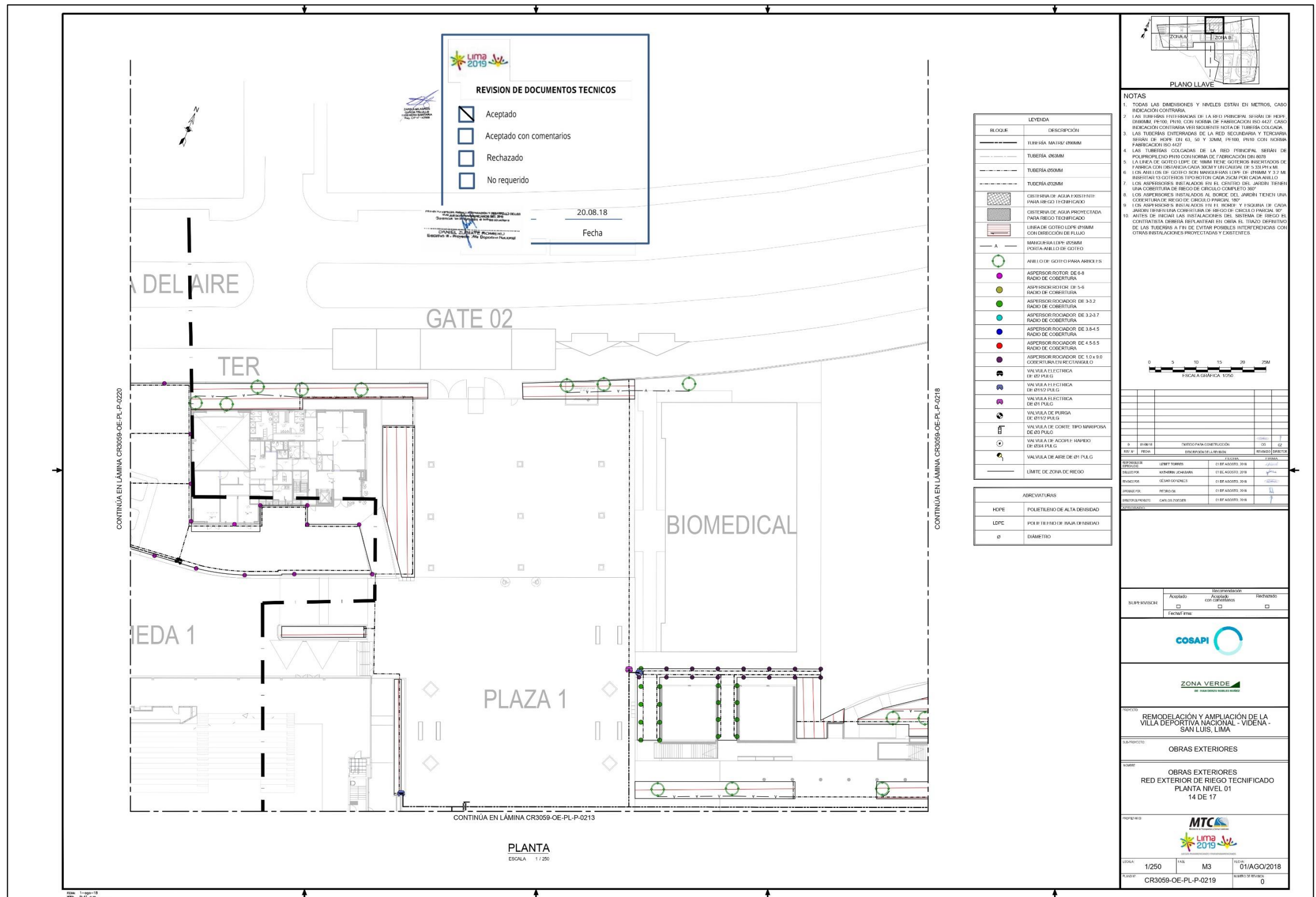


Figura 143: Plano CR3059-OE-PL-P-0219_0

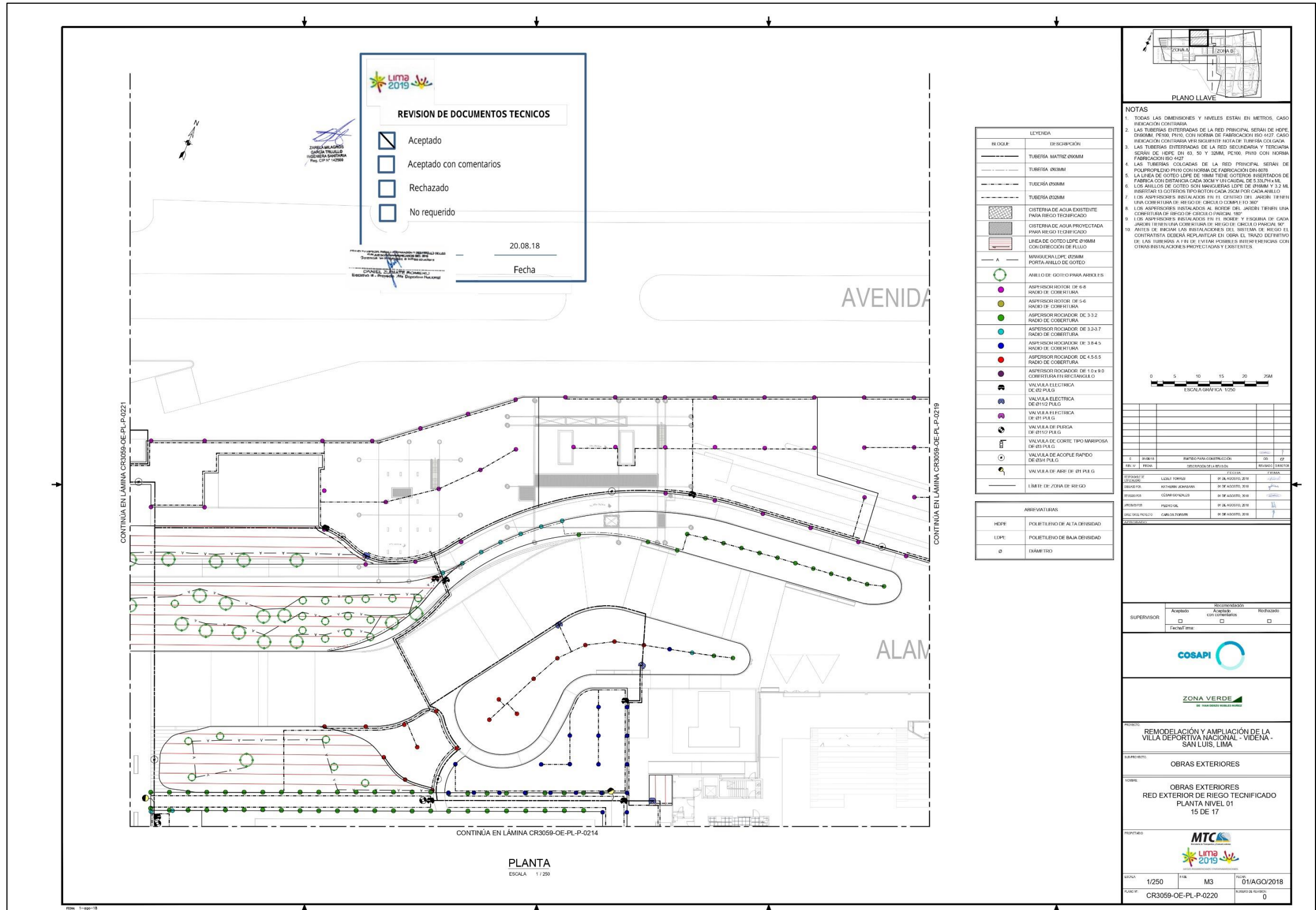


Figura 144: Plano CR3059-OE-PL-P-0220_0

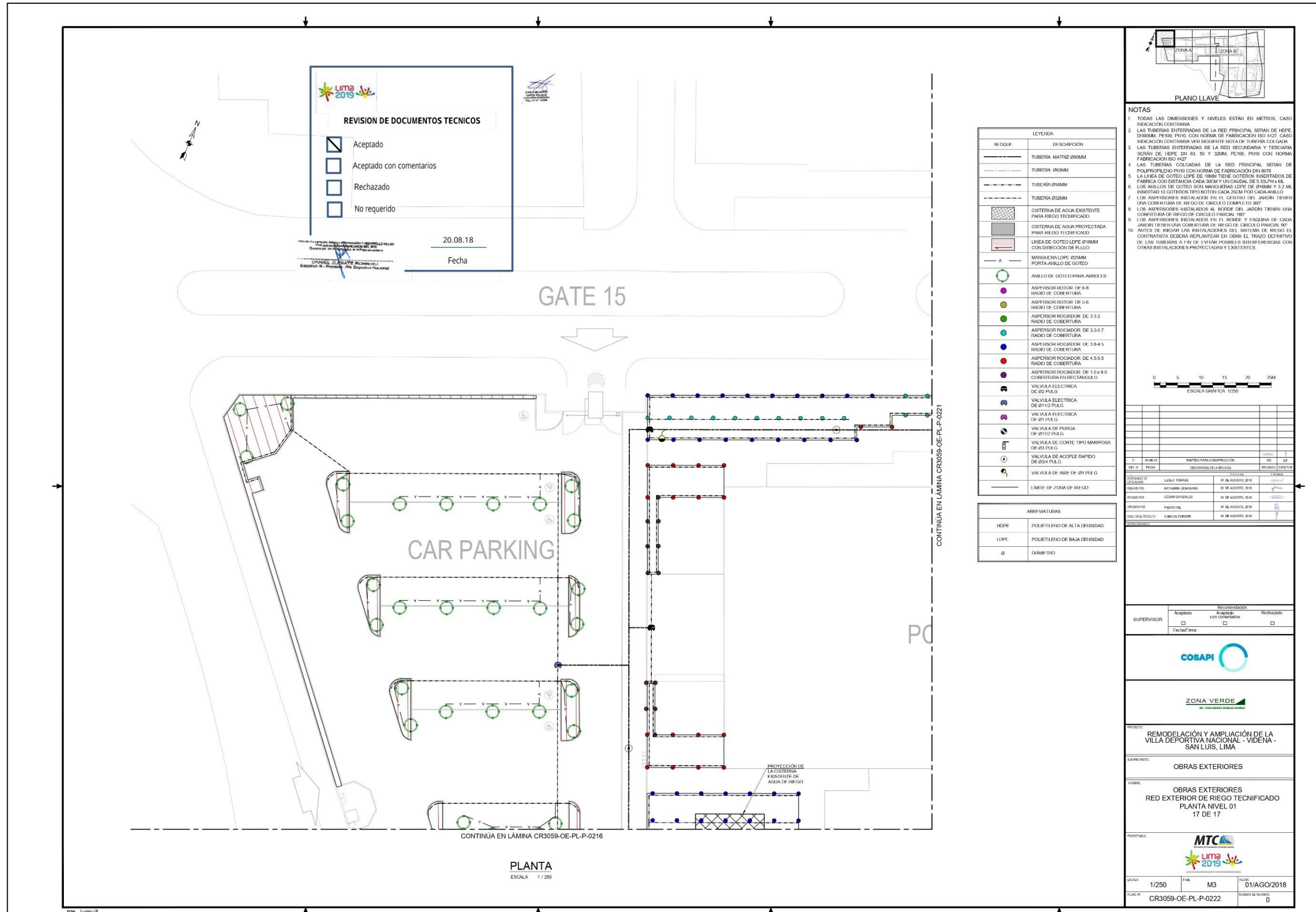


Figura 146: Plano CR3059-OE-PL-P-0222_0

ANEXO 2: PLANOS ASBUILT

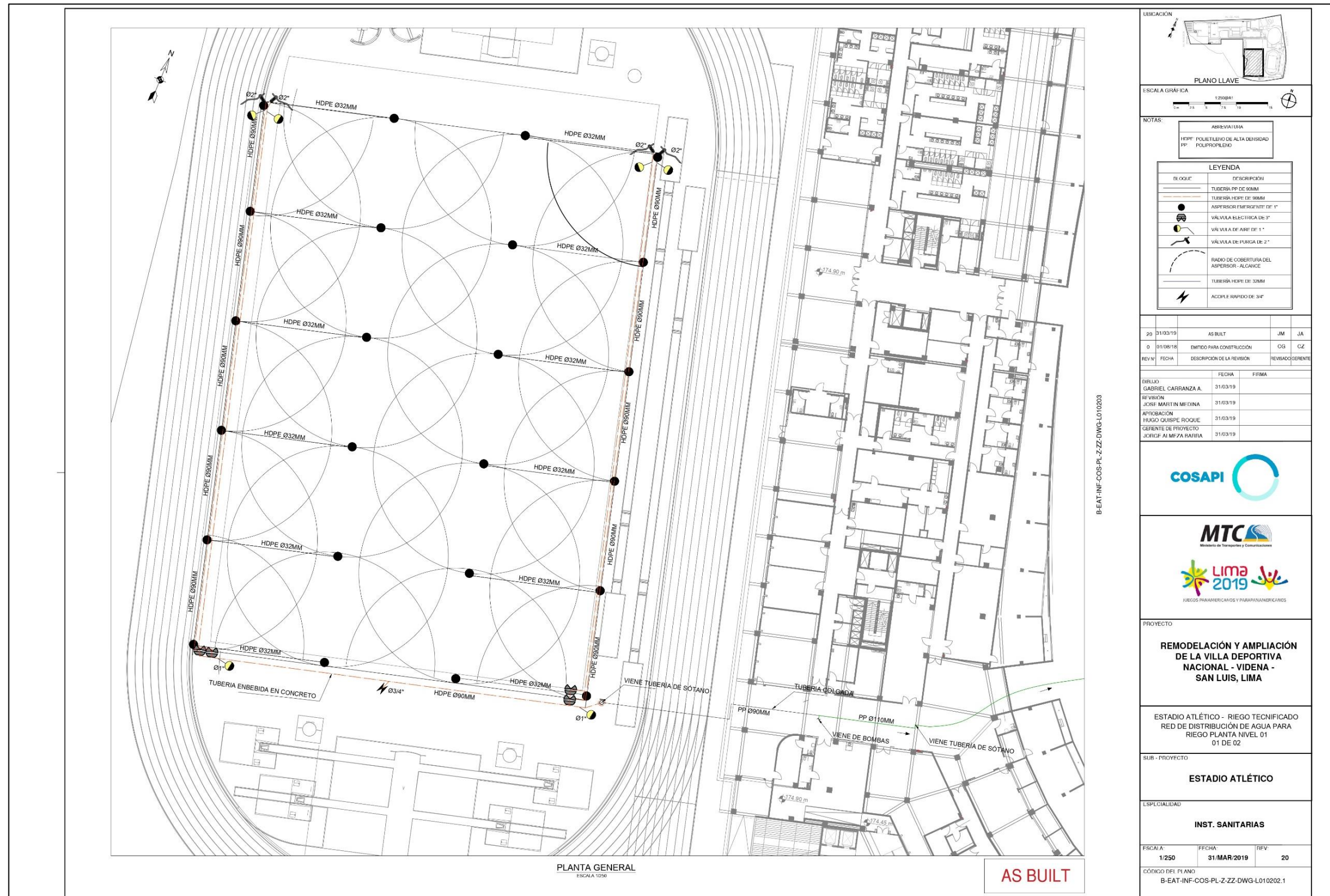


Figura 147: Plano Asbuilt B-EAT-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010202.1

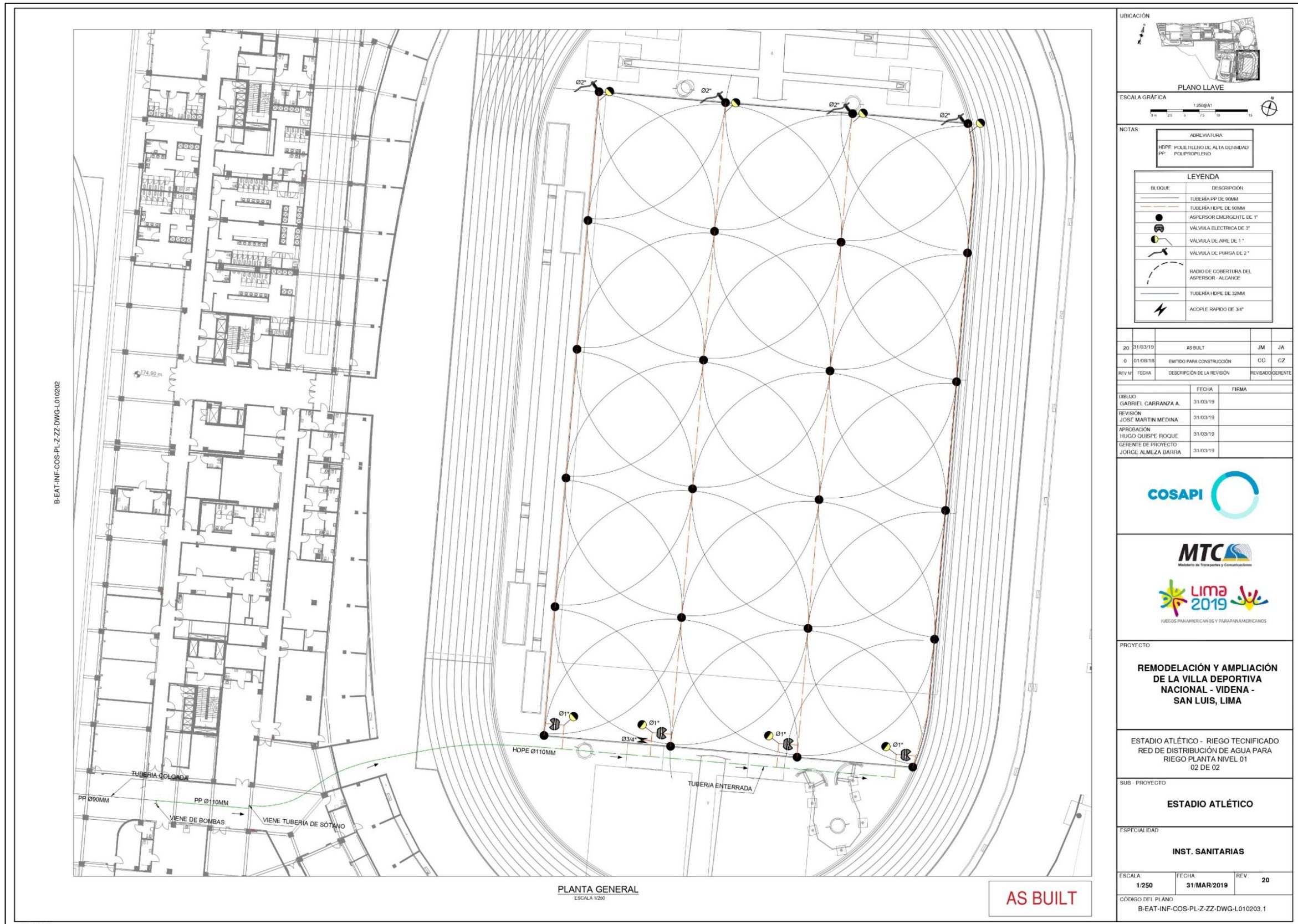
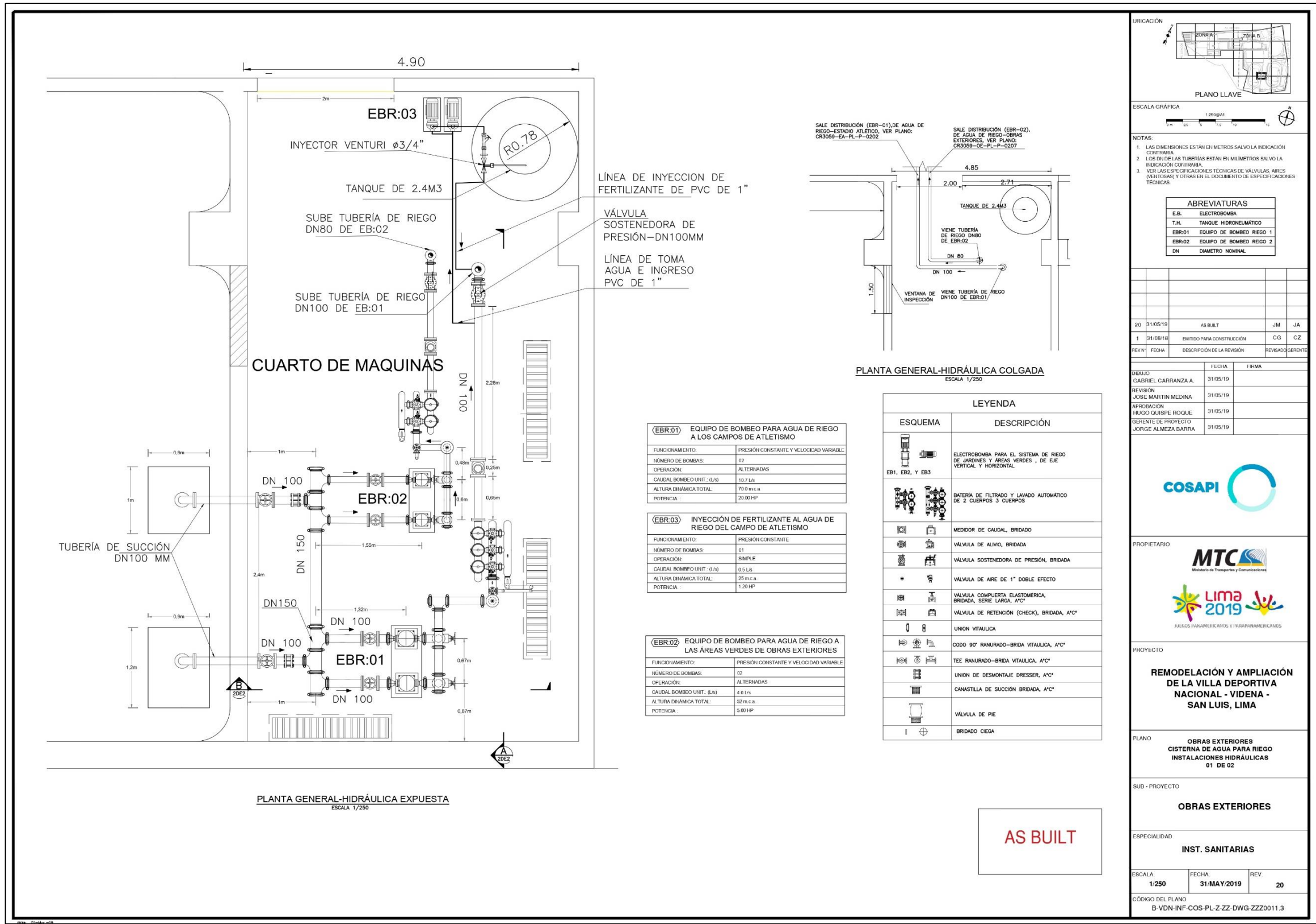


Figura 148: Plano Asbuilt B-EAT-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010203.1



UBICACIÓN

PLANO LLAVE

ESCALA GRÁFICA

NOTAS:

1. LAS DIMENSIONES ESTÁN EN METROS SALVO LA INDICACIÓN CONTRARIA.
2. LOS DN DE LAS TUBERÍAS ESTÁN EN MILÍMETROS SALVO LA INDICACIÓN CONTRARIA.
3. VER LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE VÁLVULAS, ARBES (VENTOSAS) Y OTRAS EN EL DOCUMENTO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

ABREVIATURAS

E.B.	ELECTROBOMBA
T.H.	TANQUE HIDRONEUMÁTICO
EBR-01	EQUIPO DE BOMBEO REGO 1
EBR-02	EQUIPO DE BOMBEO REGO 2
DN	DIAMETRO NOMINAL

20	31/05/19	AS BUILT	JM	JA
1	31/08/18	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	CG	CZ
REV N°	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	REVISADO	GERENTE

REVISIÓN	FECHA	FIRMA
DISEÑO		
GABRIEL CARRANZA A.	31/05/19	
REVISIÓN		
JOSE MARTIN MEDINA	31/05/19	
APROBACIÓN		
HUGO QUIRPE RIQUE	31/05/19	
GERENTE DE PROYECTO		
JORGE ALMEZA BARRA	31/05/19	

COSAPI

PROPIETARIO

MTCC
Ministerio de Transportes y Comunicaciones

LIMA 2019
JUEGOS PANAMERICANOS Y PARAPANAMERICANOS

PROYECTO

REMEDIACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA VILLA DEPORTIVA NACIONAL - VIDENA - SAN LUIS, LIMA

PLANO

OBRAS EXTERIORES
CISTERNA DE AGUA PARA REGO
INSTALACIONES HIDRÁULICAS
01 DE 02

SUB - PROYECTO

OBRAS EXTERIORES

ESPECIALIDAD

INST. SANITARIAS

ESCALA: 1/250 FECHA: 31/MAY/2019 REV: 20

CÓDIGO DEL PLANO
B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-ZZZ0011.3

AS BUILT

Figura 149: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-ZZZ0011.3

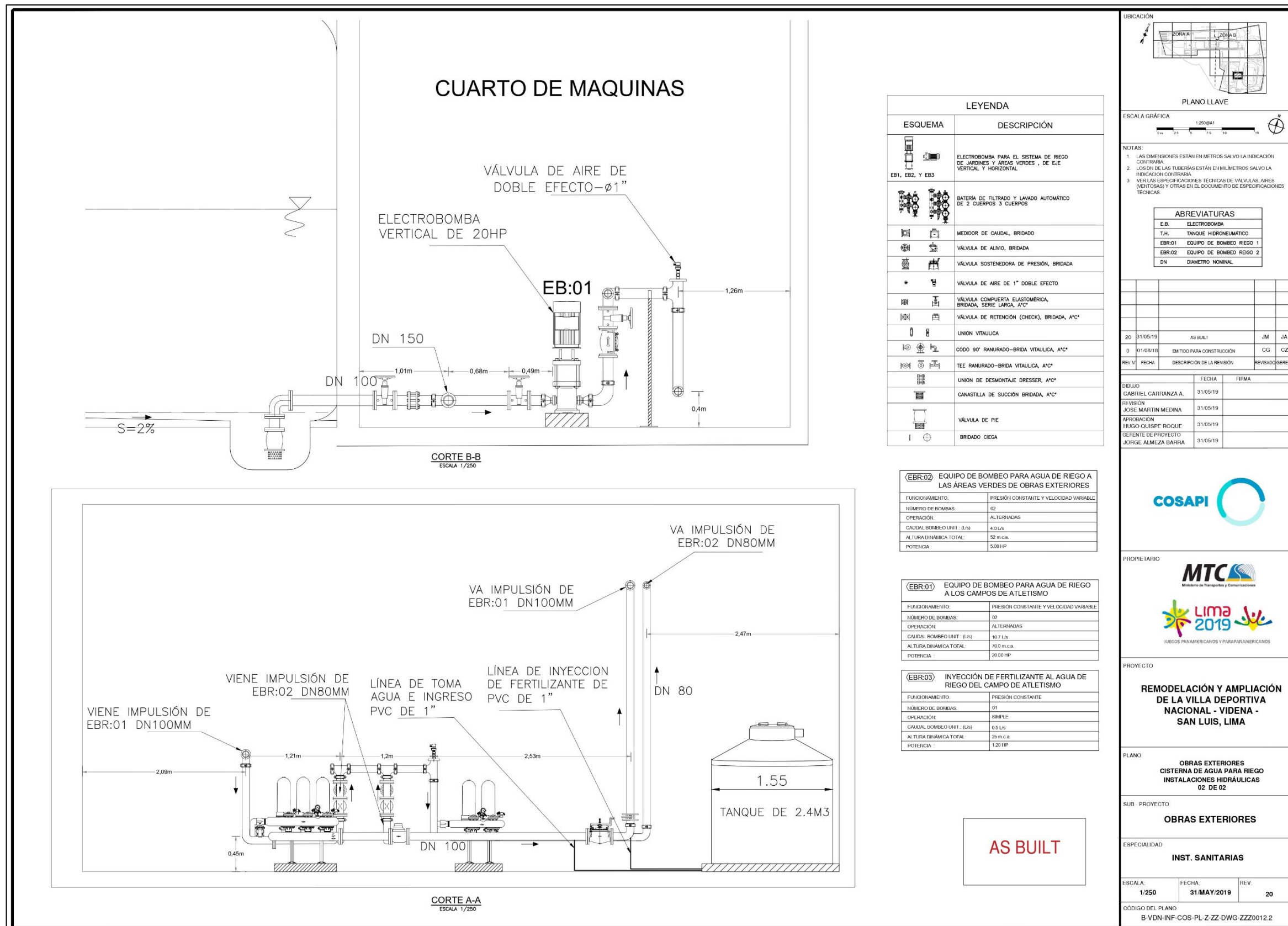


Figura 150: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-ZZZ0012.2

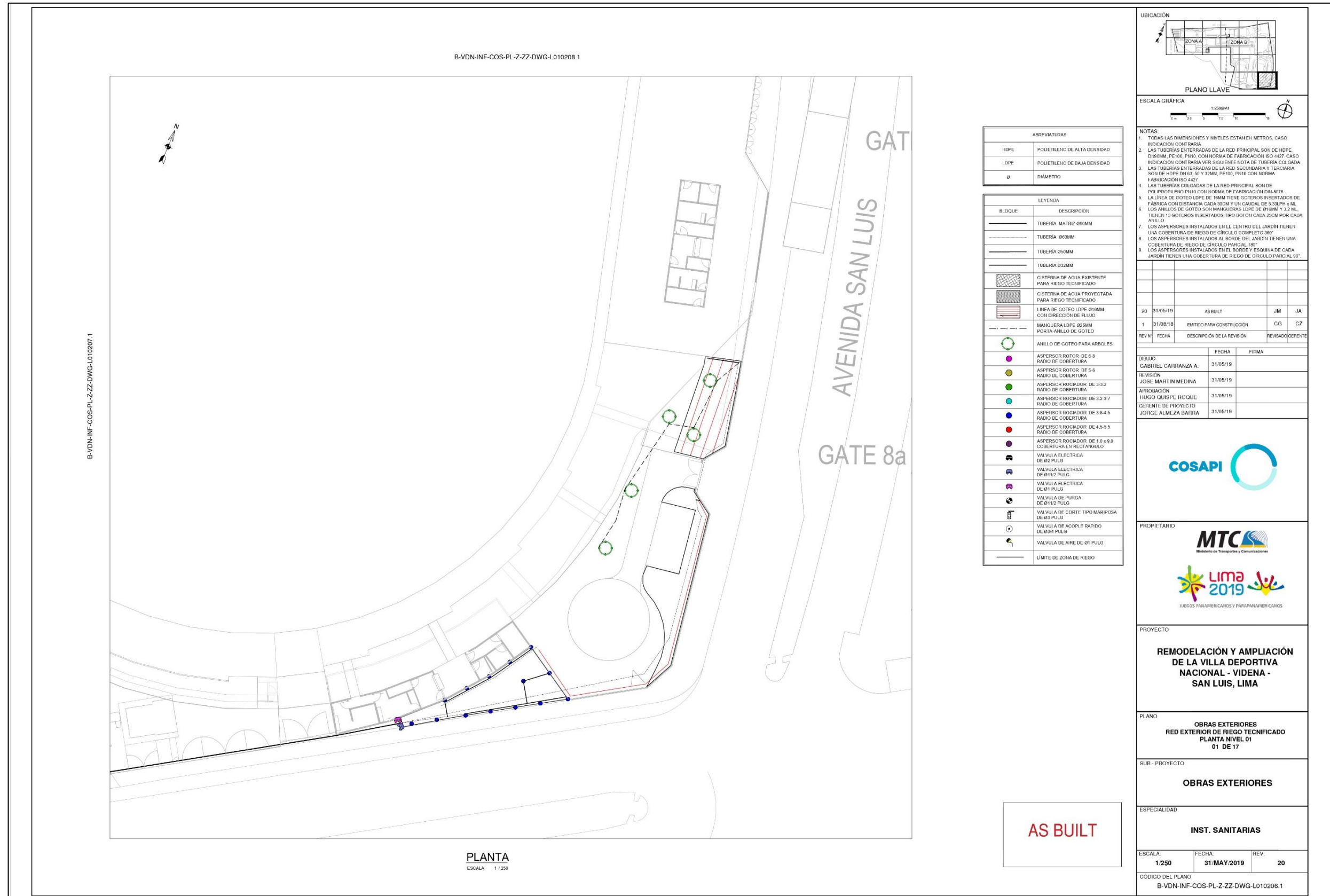


Figura 151: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010206.1

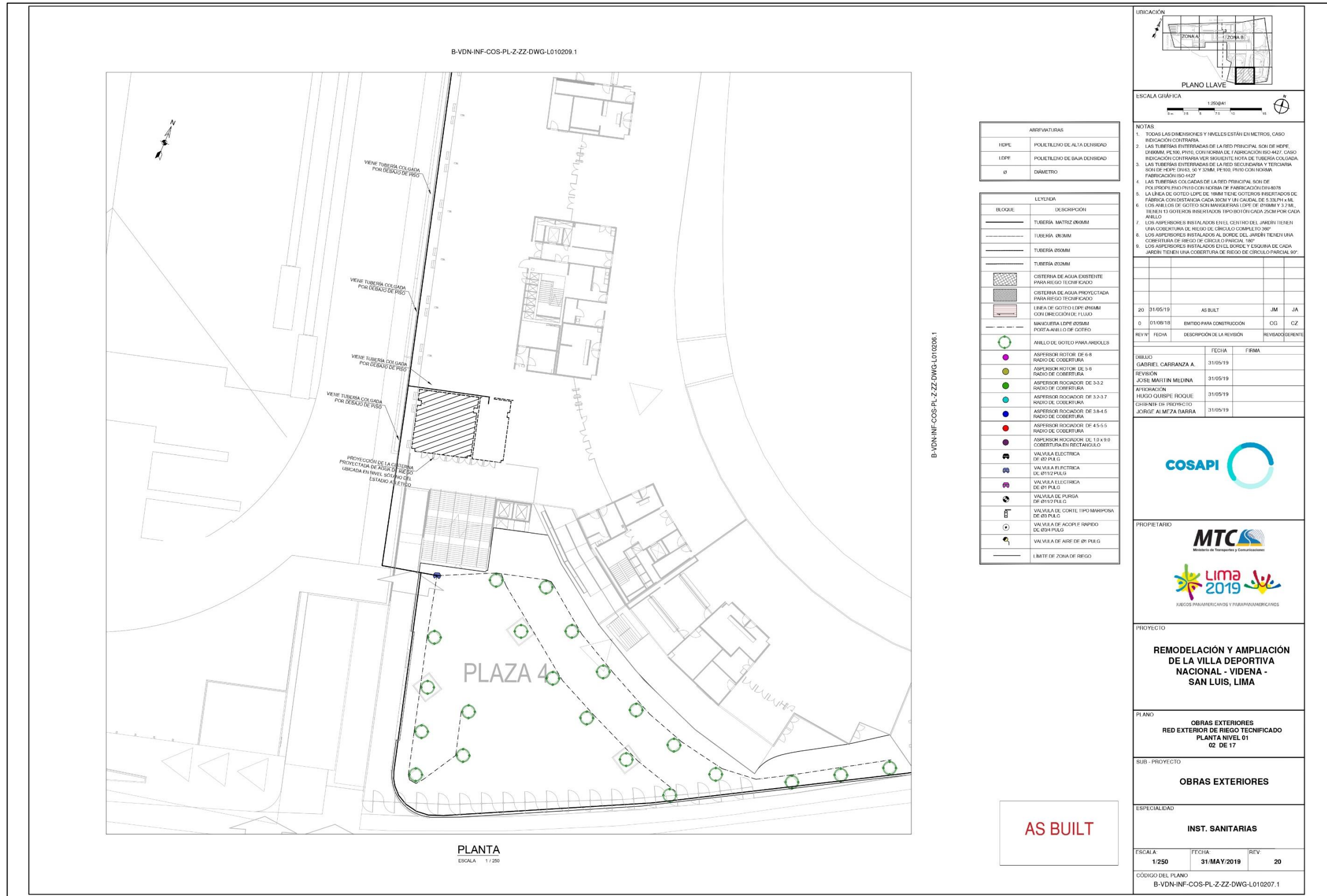


Figura 152: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010207.1

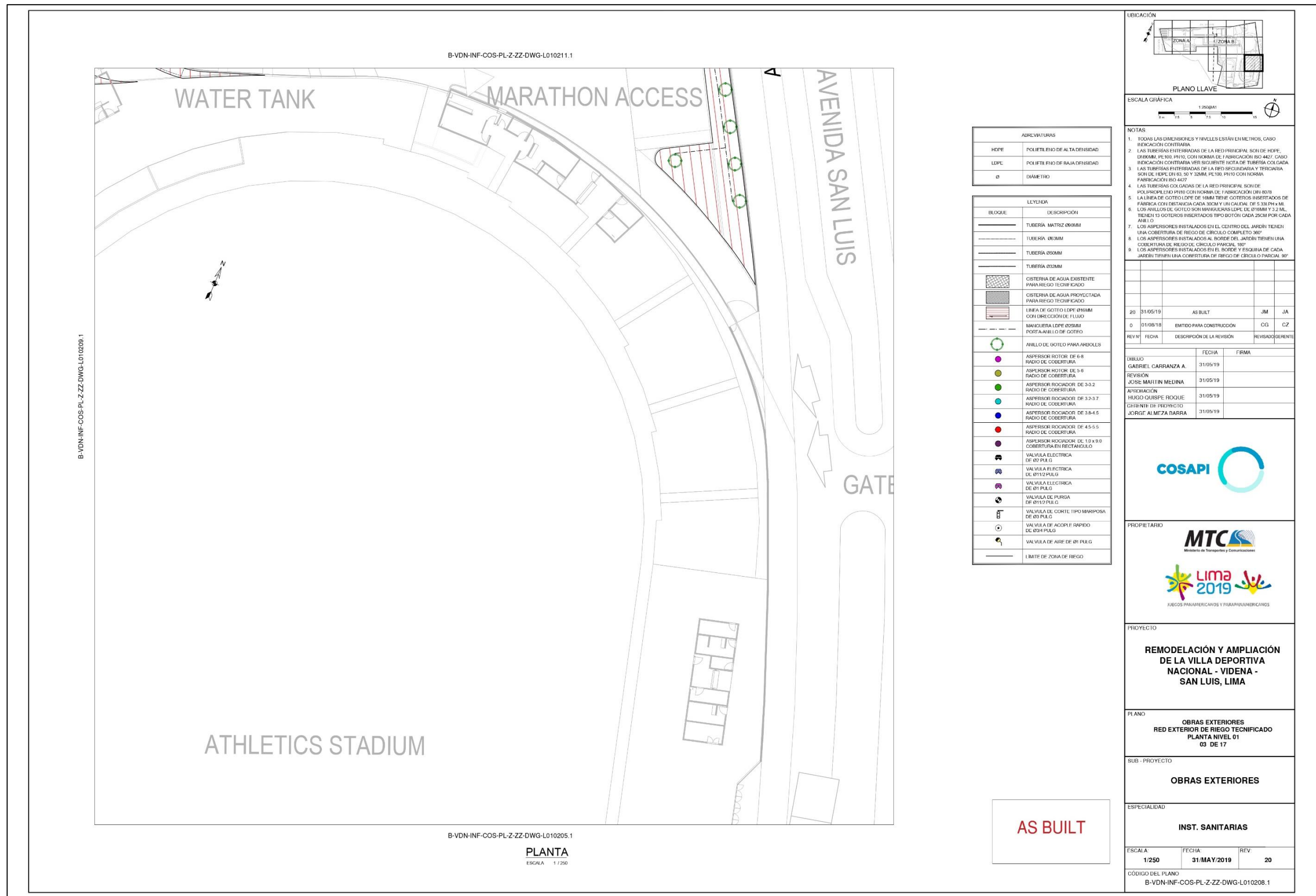


Figura 153: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010208.1

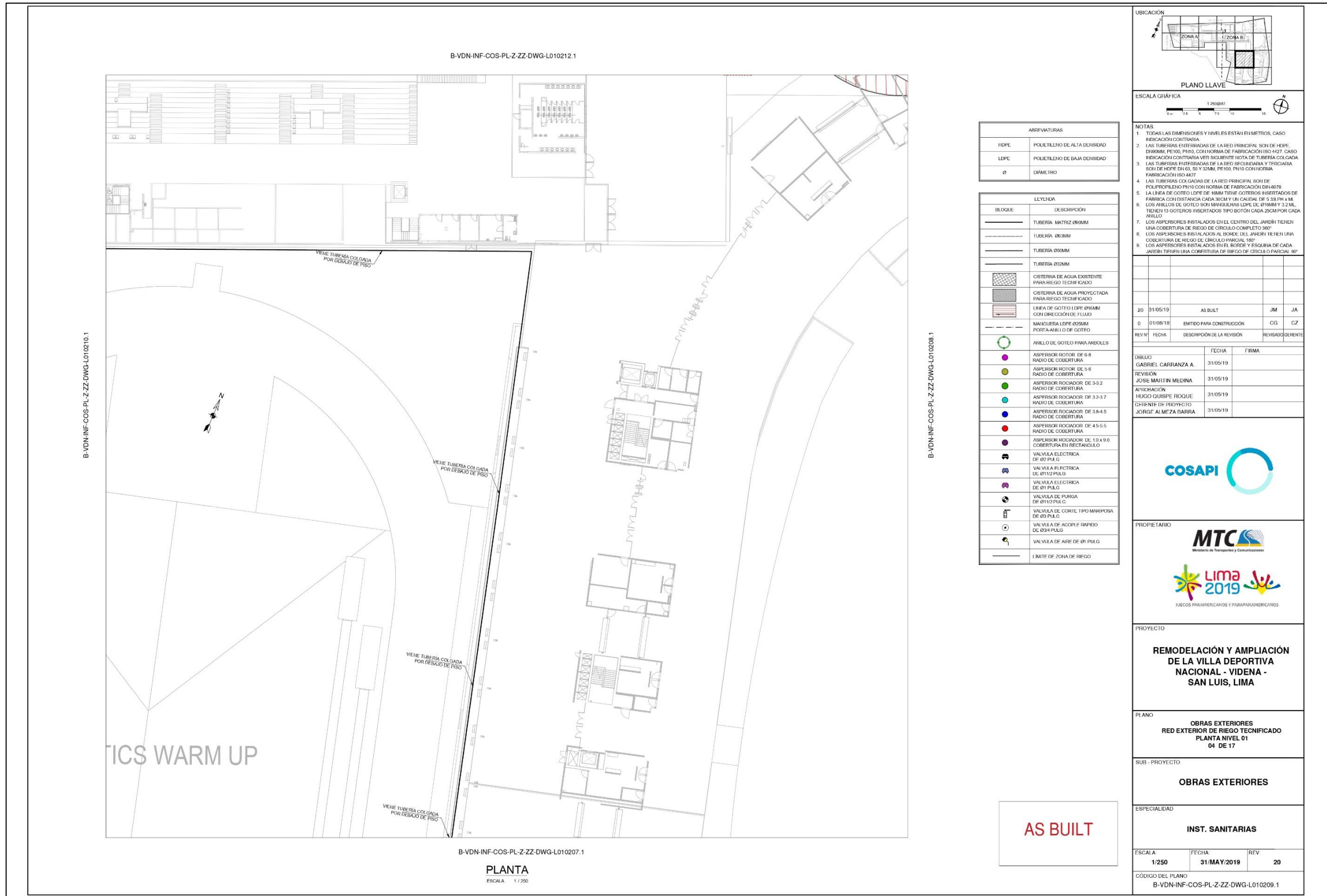


Figura 154: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010209.1

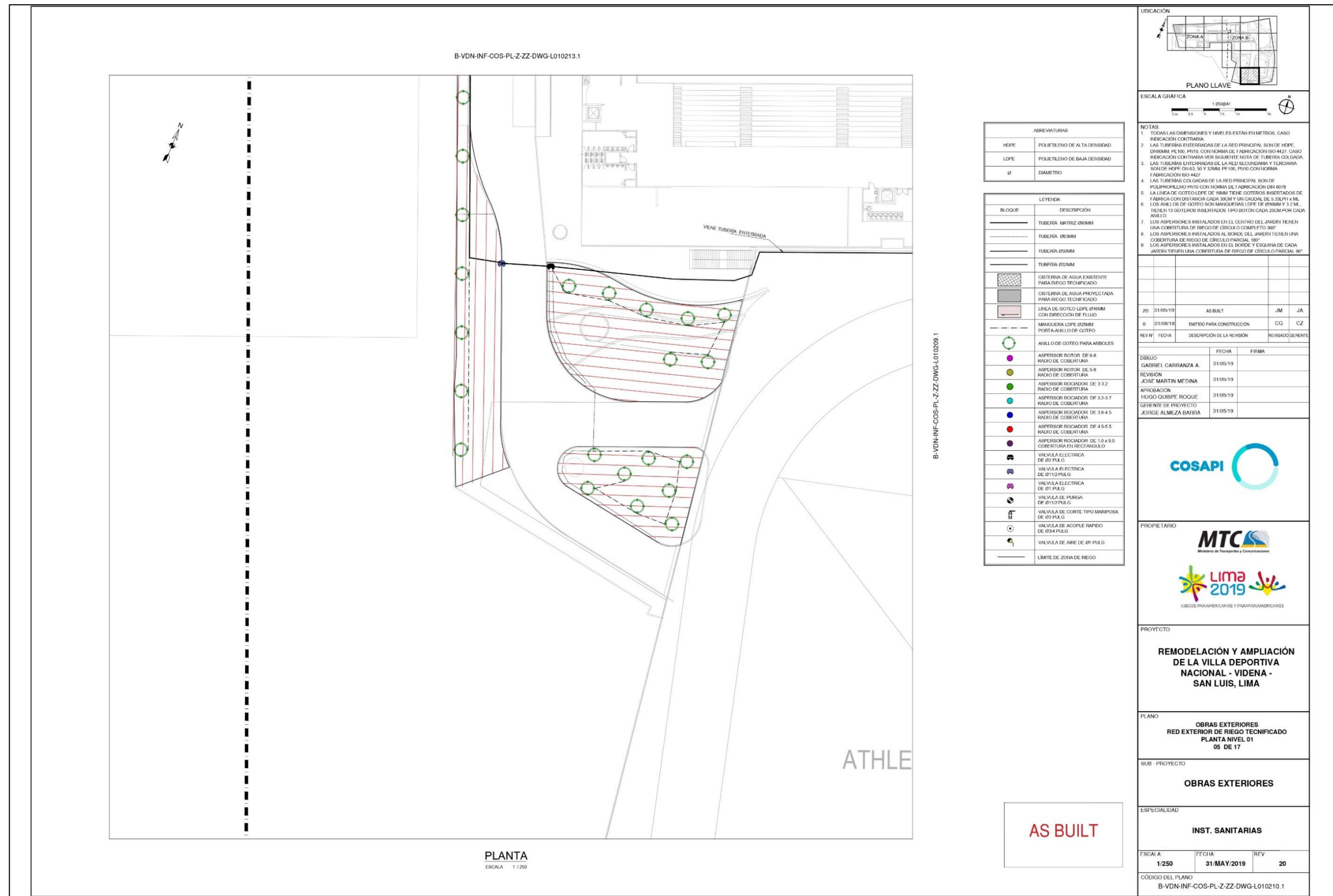
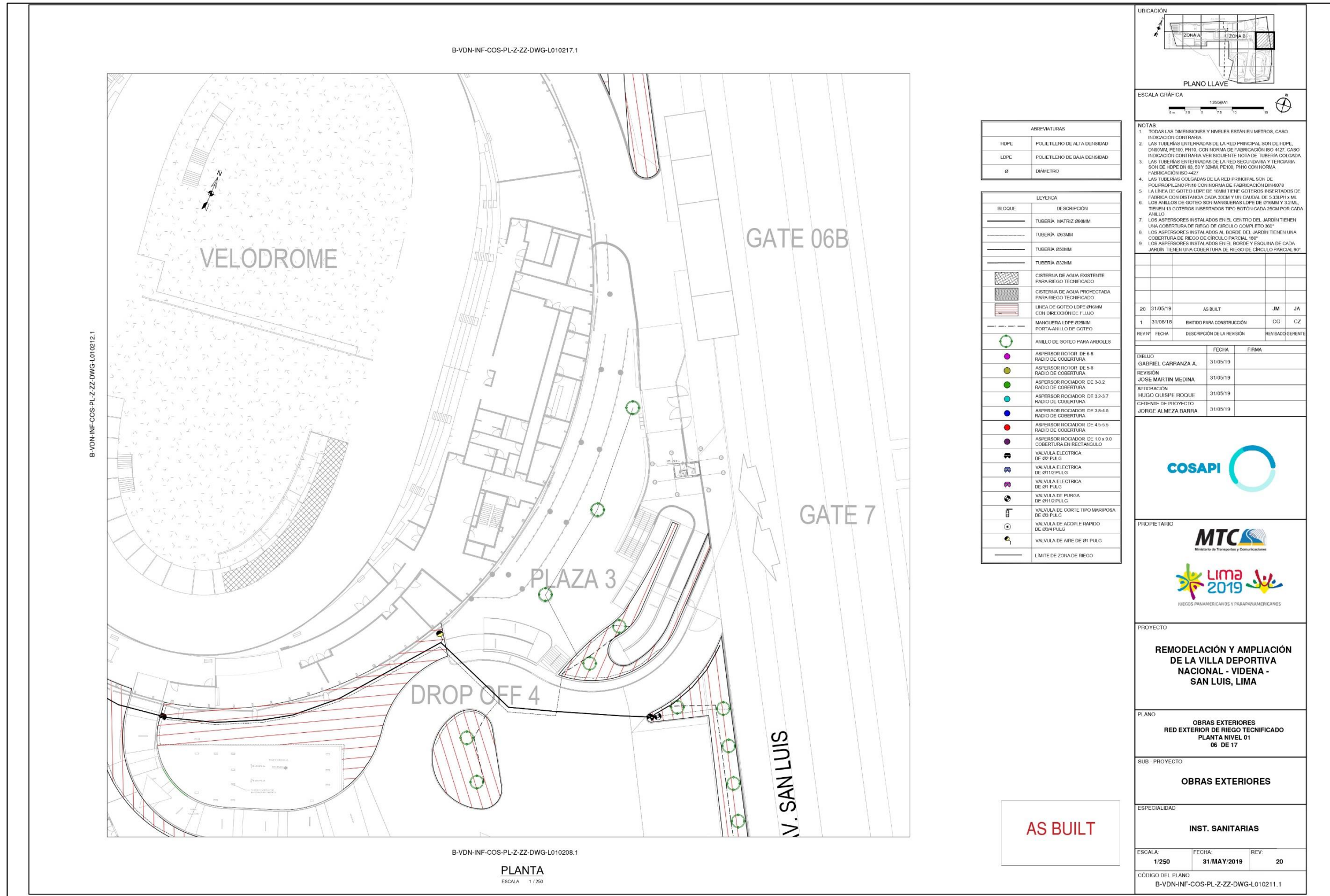


Figura 155: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010210.1



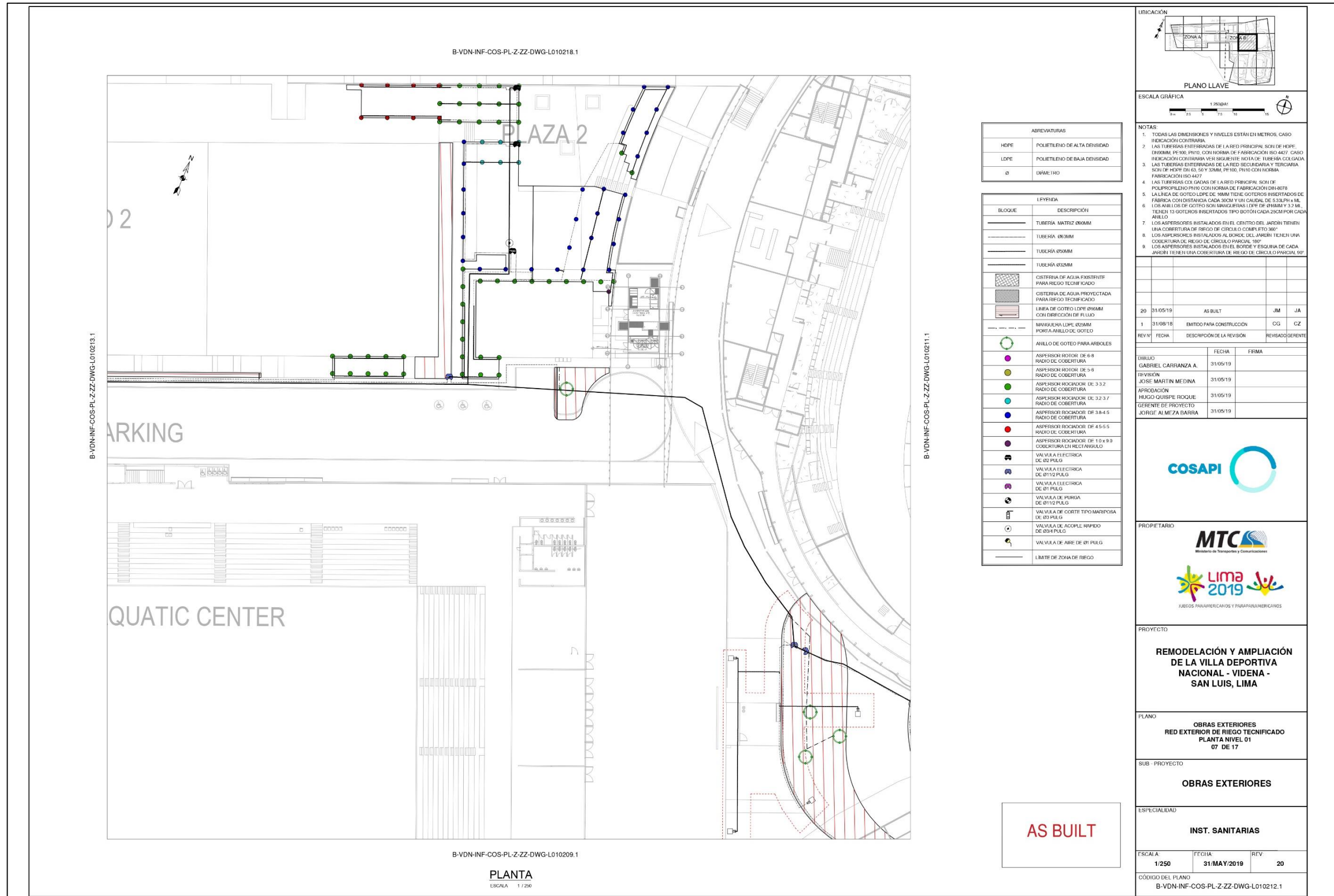


Figura 157: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010212.1

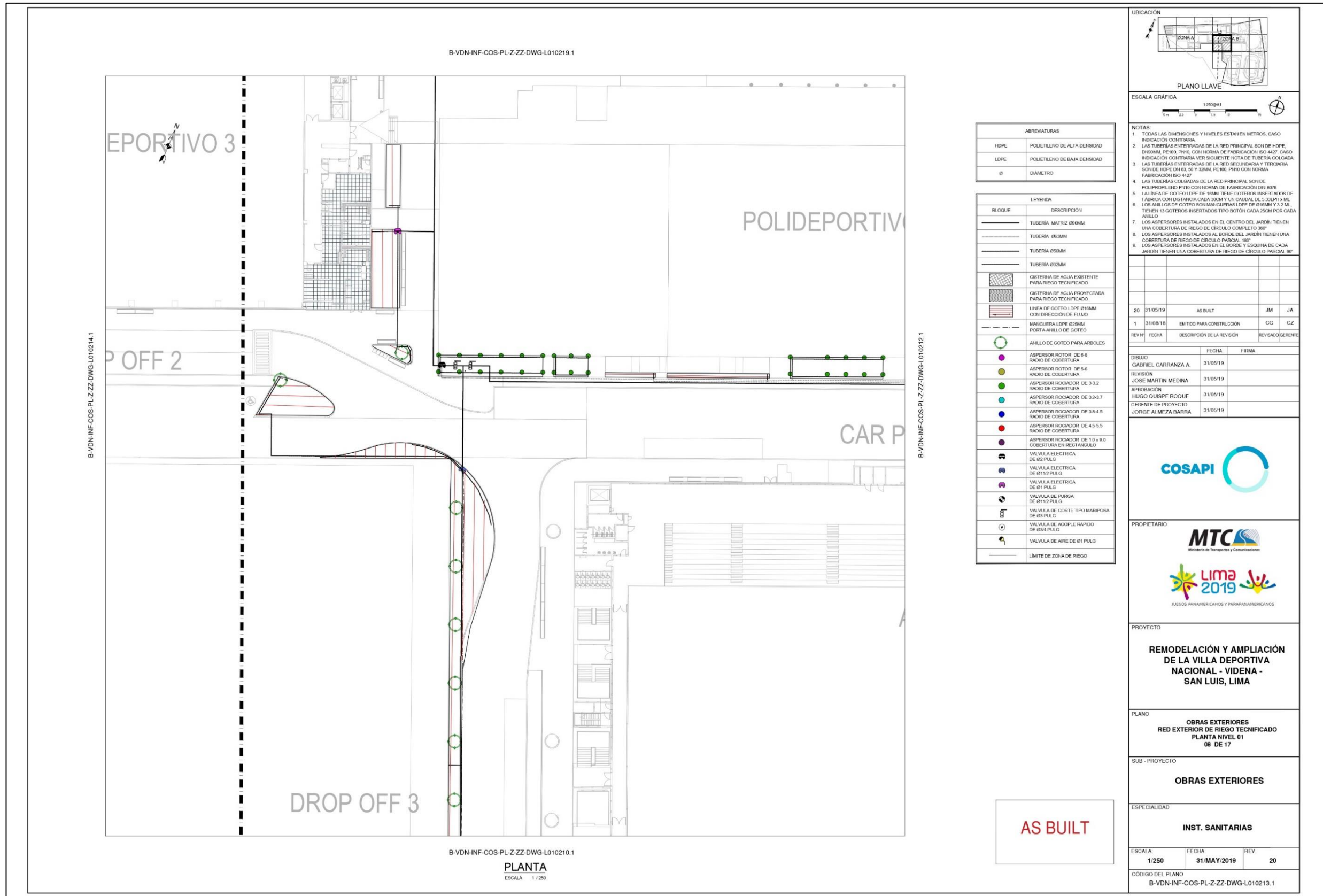


Figura 158: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010213.1

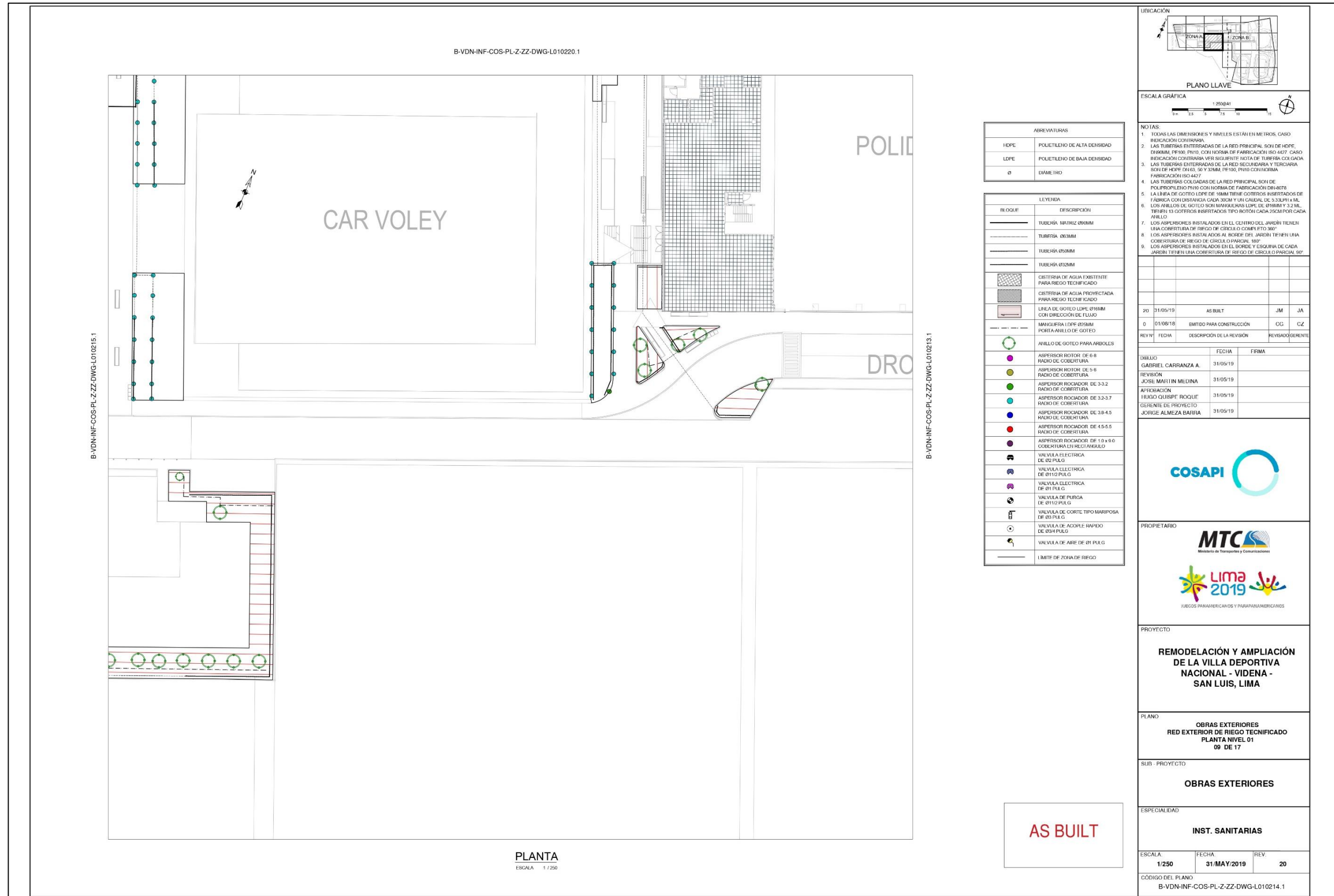


Figura 159: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010214.1

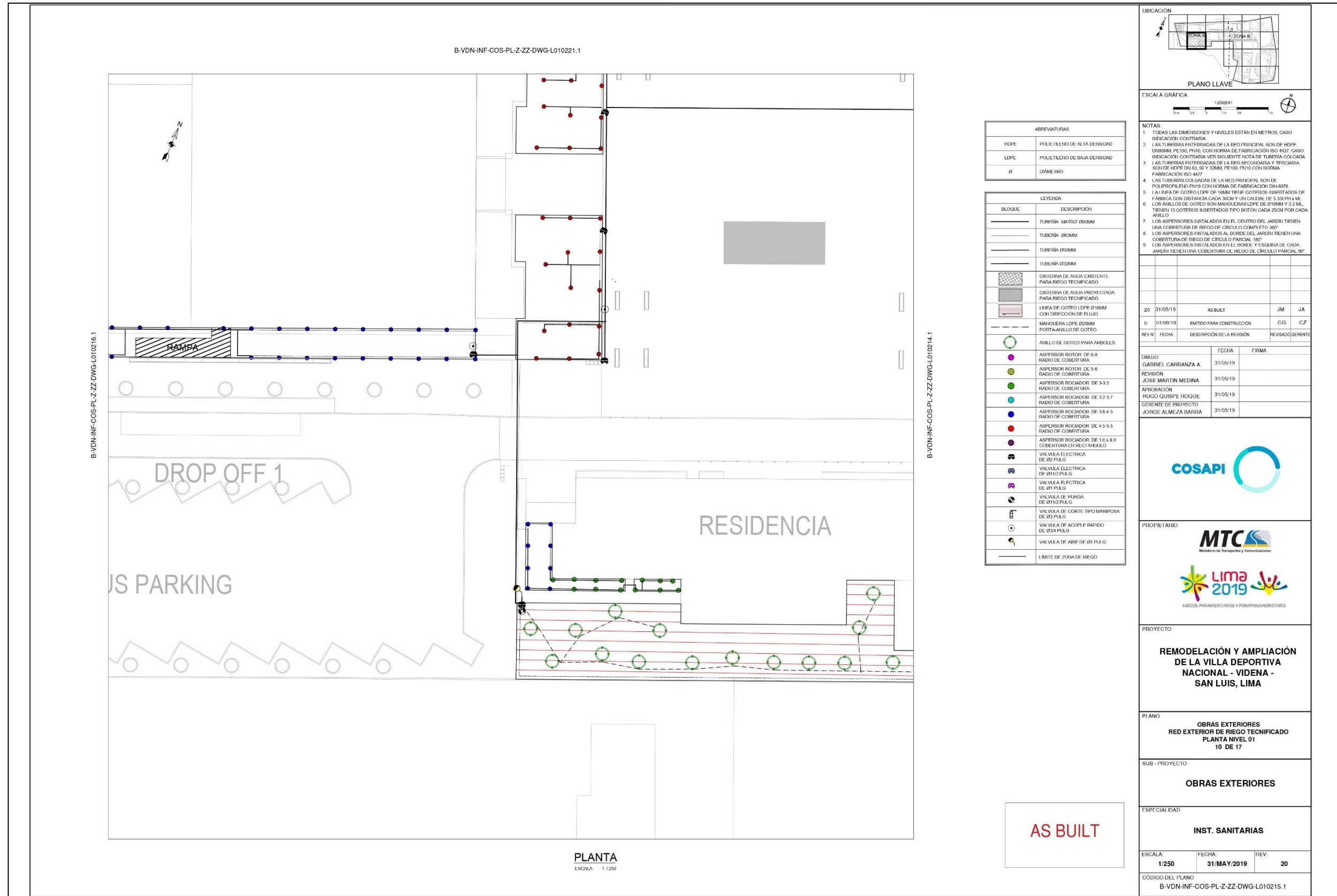


Figura 160: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010215.1

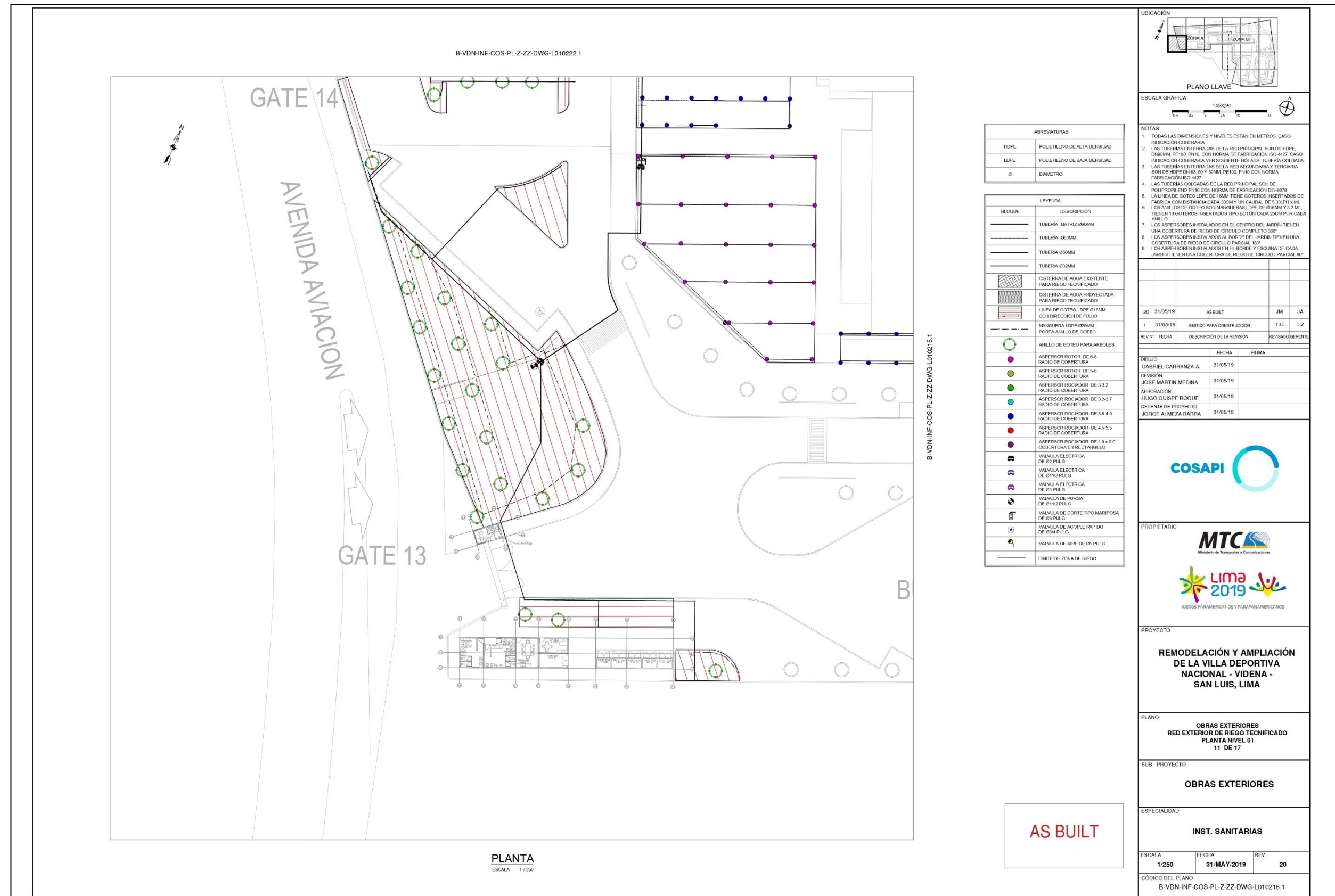


Figura 161: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010216.1

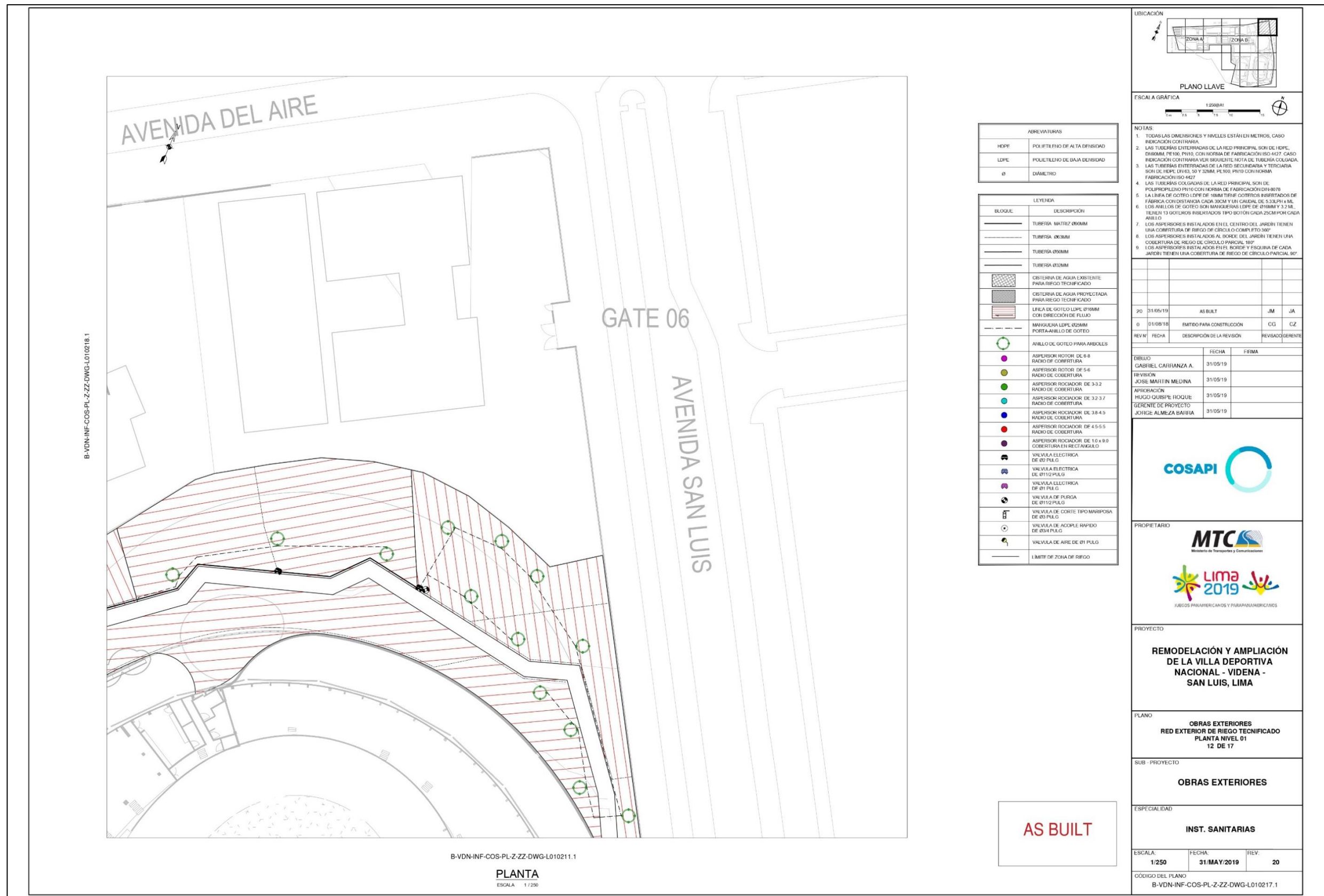


Figura 162: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010217.1

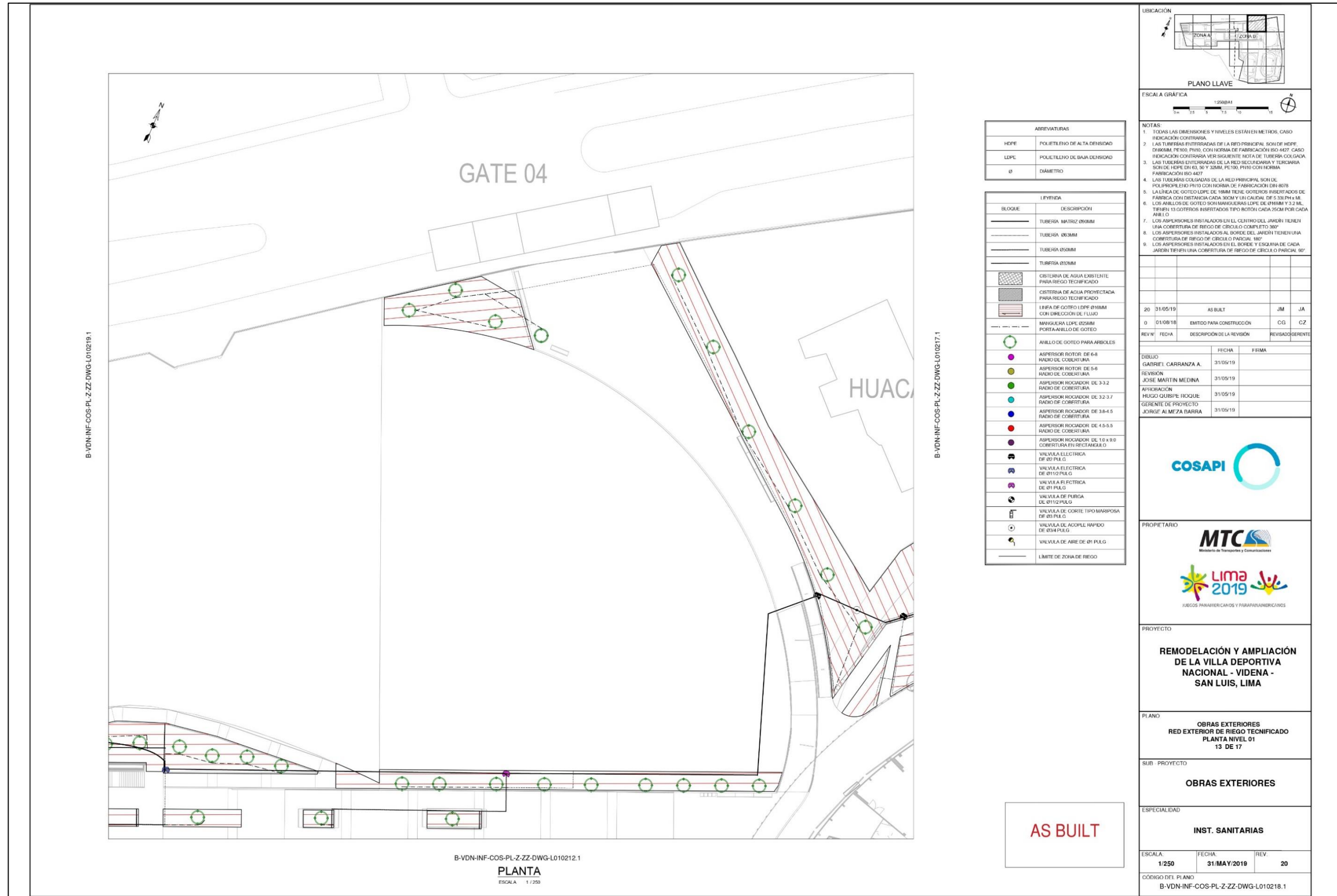


Figura 163: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010218.1

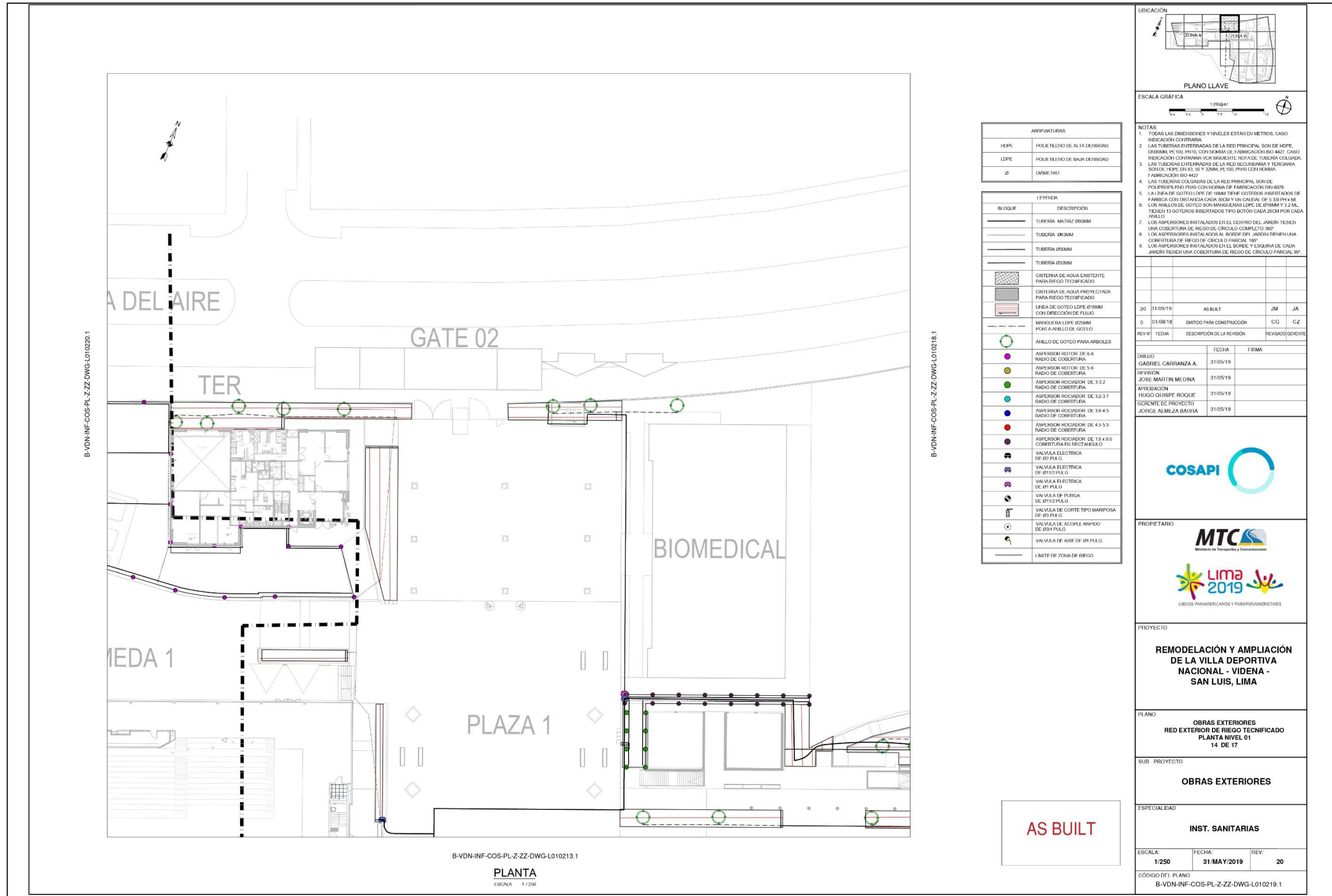
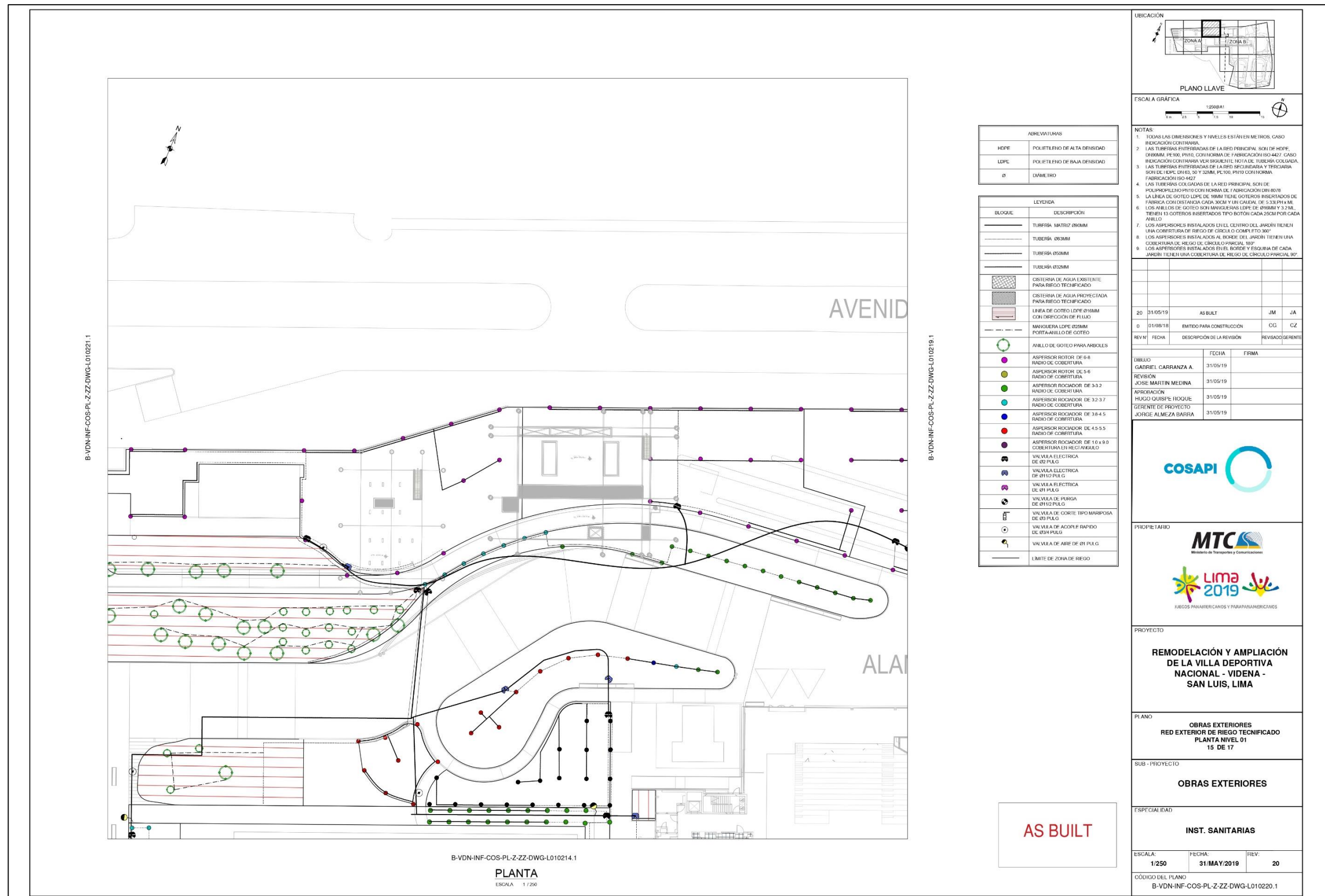
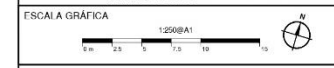


Figura 164: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010219.1



ABREVATURAS	
HDPE	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD
LDPE	POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD
Ø	DIAMETRO

BLOQUE	DESCRIPCIÓN
---	TUBERÍA MATRIZ Ø300MM
---	TUBERÍA Ø90MM
---	TUBERÍA Ø50MM
---	TUBERÍA Ø32MM
---	TUBERÍA Ø25MM
---	CISTERNA DE AGUA EXISTENTE PARA RIEGO TECNIFICADO
---	CISTERNA DE AGUA PROYECTADA PARA RIEGO TECNIFICADO
---	LÍNEA DE GOTEO LDPE Ø16MM CON DISTRIBUCIÓN DE FILLO
---	MANGUERA LDPE Ø25MM PORTAANILLO DE GOTEO
○	ANILLO DE GOTEO PARA ANILLOS
●	ASPIRADOR ROTOR DE 6-8 RADIO DE COBERTURA
●	ASPIRADOR ROTOR DE 5-6 RADIO DE COBERTURA
●	ASPIRADOR ROTADOR DE 3-2 RADIO DE COBERTURA
●	ASPIRADOR ROTADOR DE 3-2-7 RADIO DE COBERTURA
●	ASPIRADOR ROTADOR DE 3-4-5 RADIO DE COBERTURA
●	ASPIRADOR ROTADOR DE 4-5-5 RADIO DE COBERTURA
●	ASPIRADOR ROTADOR DE 10 x 9-0 COBERTURA EN RECTANGULO
⊗	VALVULA ELECTRICA DE Ø3 PULG
⊗	VALVULA ELECTRICA DE Ø1 1/2 PULG
⊗	VALVULA ELECTRICA DE Ø1 PULG
⊗	VALVULA DE PURGA DE Ø1 1/2 PULG
⊗	VALVULA DE CORTE TIPO MARIPOSA DE Ø3 PULG
⊗	VALVULA DE ACCION RAPIDO DE Ø3 PULG
⊗	VALVULA DE AIRE DE Ø1 PULG
---	LIMITE DE ZONA DE RIEGO



- NOTAS:
1. TODAS LAS DIMENSIONES Y NIVELES ESTÁN EN METROS, CASO INDICACIÓN CONTRARIA.
 2. LAS TUBERÍAS FUERTERAS DE LA RED PRINCIPAL SON DE HDPE DIÁMETRO PE 90, PHTD, CON NORMA DE FABRICACIÓN ISO 4427, CASO INDICACIÓN CONTRARIA VER SIGUIENTE HOJA DE TUBERÍA COLGADA.
 3. LAS TUBERÍAS FUERTERAS DE LA RED SECUNDARIA Y TERCERARIA SON DE LDPE, DN 63, 50 Y 32MM, PE 100, PHTD CON NORMA FABRICACIÓN ISO 4427.
 4. LAS TUBERÍAS COLGADAS DE LA RED PRINCIPAL SON DE POLIPROPILENO PPHTD CON NORMA DE FABRICACIÓN EN 8078.
 5. LA LÍNEA DE GOTEO LDPE DE 16MM TIENE GOTEROS INSERTADOS DE FÁBRICA CON DISTANCIA CADA 30CM Y UN CAUDAL DE 5.33 LPH x M.
 6. LOS ANILLOS DE GOTEO SON MANGUERAS LDPE DE Ø16MM Y 2.7MM, TIENEN 13 GOTEROS INSERTADOS TIPO BOTÓN CADA 25CM POR CADA ANILLO.
 7. LOS ASPERSORES INSTALADOS EN EL CENTRO DEL JARDÍN TIENEN UNA COBERTURA DE RIEGO DE CÍRCULO O COMPLETO 360°.
 8. LOS ASPERSORES INSTALADOS AL BORDE DEL JARDÍN TIENEN UNA COBERTURA DE RIEGO DE CÍRCULO PARCIAL 180°.
 9. LOS ASPERSORES INSTALADOS EN EL BORDE Y ESQUINA DE CADA JARDÍN TIENEN UNA COBERTURA DE RIEGO DE CÍRCULO PARCIAL 90°.

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	REVISADO	GERENTE
20	31/05/19	AS BUILT	JM	JA
0	31/05/18	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	CG	CZ

DIBUJO	FECHA	FIRMA
GABRIEL CARRANZA A.	31/05/19	
REVISIÓN JOSE MARTIN MEDINA	31/05/19	
APROBACIÓN HUGO QUISPE HOGUE GERENTE DE PROYECTO	31/05/19	
JORGE ALMEZA BARRA	31/05/19	



PROYECTO
REMEDIACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA VILLA DEPORTIVA NACIONAL - VIDENA - SAN LUIS, LIMA

PLANO
**OBRA EXTERIORES
 RED EXTERIOR DE RIEGO TECNIFICADO
 PLANTA NIVEL 01
 15 DE 17**

SUB - PROYECTO
OBRA EXTERIORES

ESPECIALIDAD
INST. SANITARIAS

ESCALA:	FECHA:	REV:
1/250	31/MAY/2019	20

CÓDIGO DEL PLANO
 B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010220.1

Figura 165: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010220.1

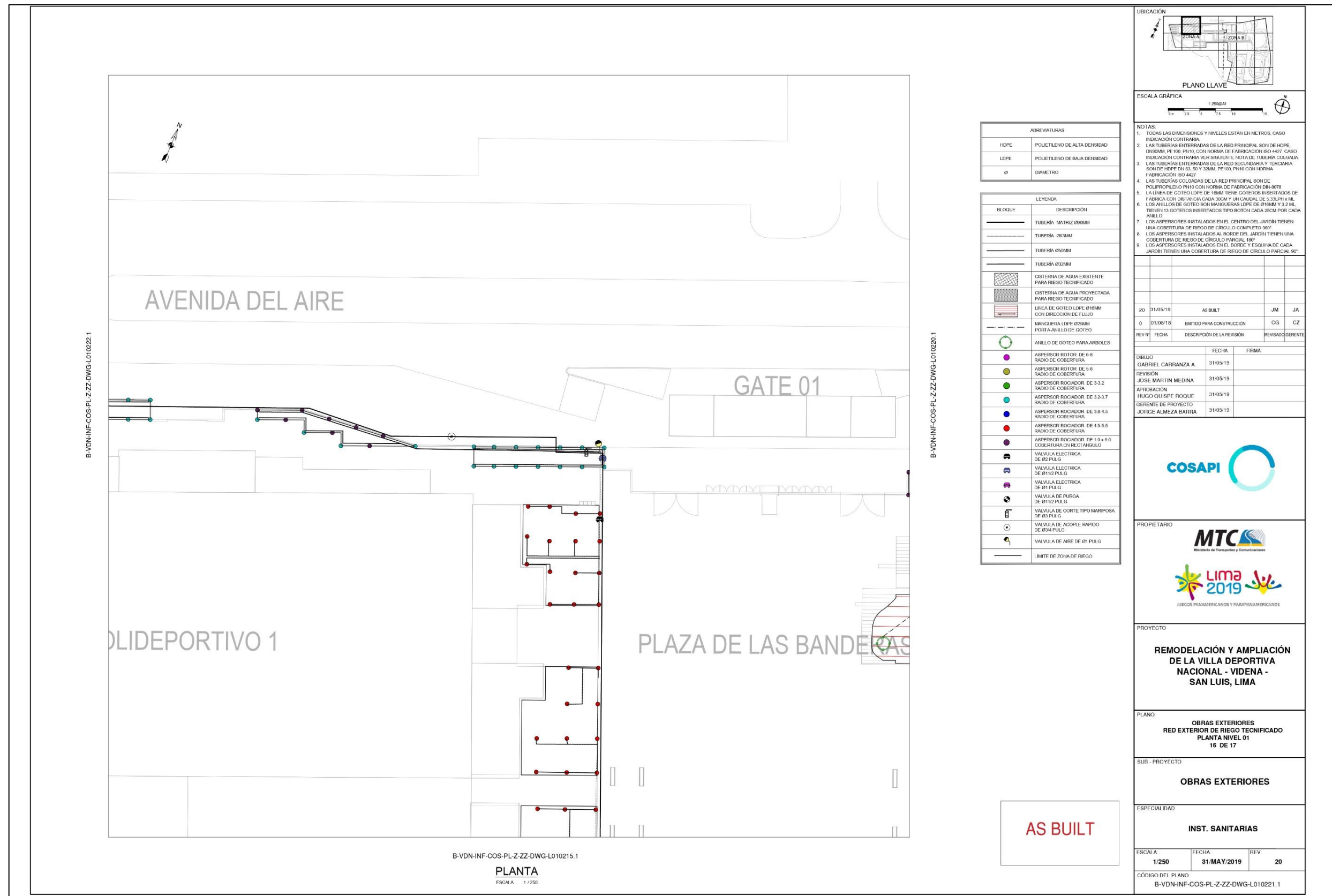


Figura 166: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010221.1

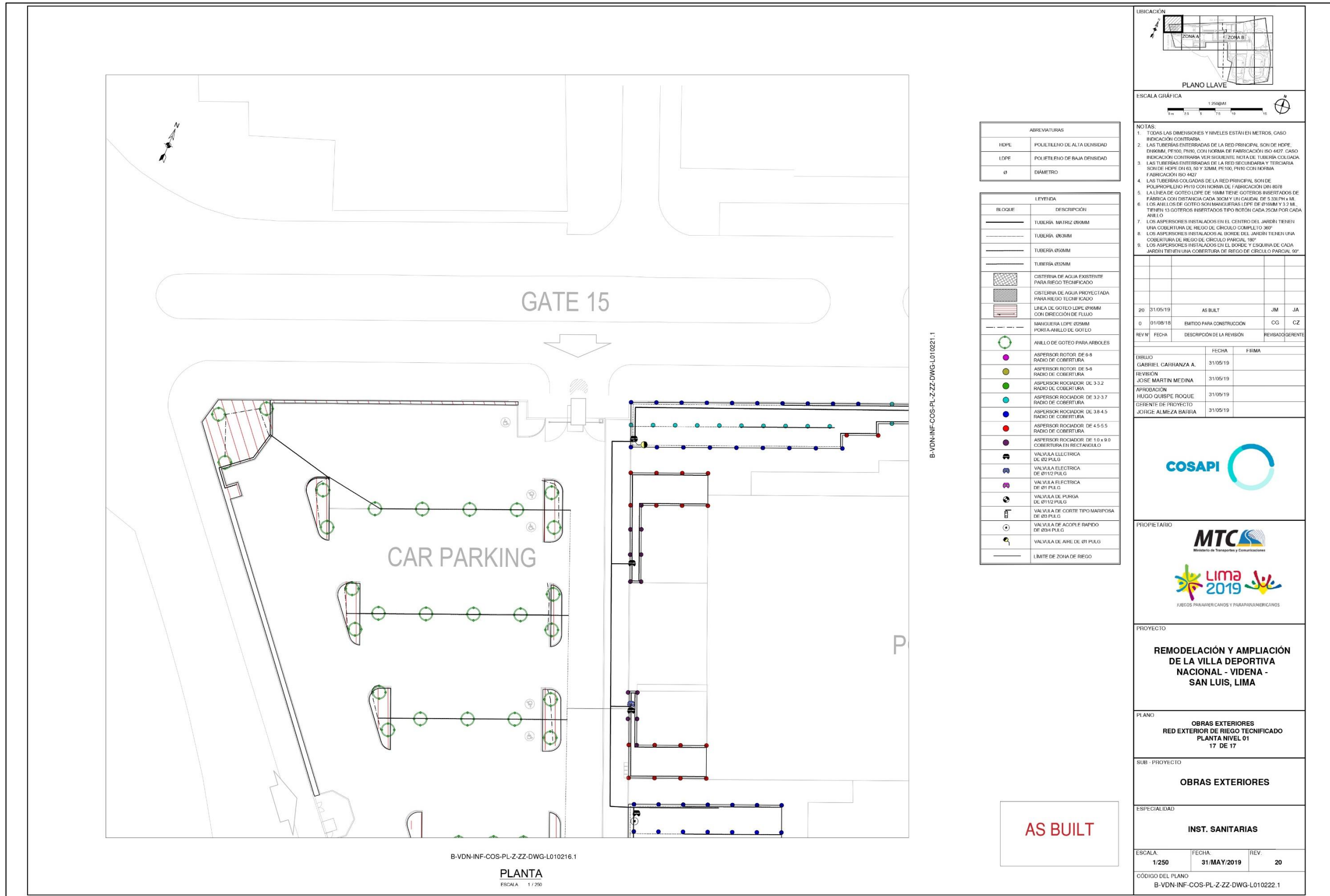


Figura 167: Plano Asbuilt B-VDN-INF-COS-PL-Z-ZZ-DWG-L010222.1