

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Informe de competencias y actividades
desarrolladas como topógrafo en Consorcio
Constructor M2 Lima**

Joel Carlos Espinoza Otivo

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

Agradecimiento

A mis seres queridos. Mi madre y mi padre, Juana Floriana Otivo de Espinoza y Teófilo Bernardo Espinoza García, respectivamente; gracias por el cariño la comprensión y todo el apoyo incondicional.

Dedicatoria

A toda mi familia: padres, hermanos, tíos, primos, sobrinos y, en especial, a mis hijos Rosario Pamela Espinoza Lulo y Daniel Enrique Espinoza Lulo.

Índice de Contenido

Caratula	i
Agradecimiento	ii
Dedicatoria.....	iii
Índice de Contenido	iv
Lista de Figuras.....	viii
Lista de Tablas	xi
Resumen.....	xiii
Introducción	xiv
Capítulo I : Aspectos Generales de la Empresa	1
1.1. Datos Generales de la Institución	1
1.2. Actividades Principales de la Empresa	1
1.3. Reseña Histórica de la Institución Empresa.....	5
1.3.1. Reseña Histórica Consorcio Constructor M2 Lima (CCM2L)	5
1.3.2. Reseña Histórica de las Empresas que Conforman el CCM2L.....	7
1.3.3. Principios y Valores	9
1.3.4. Código General de Conducta y Ética	9
1.3.5. Política Integrada de Gestión	10
1.3.6. Política de Alcohol y Drogas	11
1.4. Organigrama de la Empresa.....	12
1.4.1. Organigrama Funcional y Direccional de la Empresa	12
1.4.2. Organigrama obras Planta de Dovelas y Túnel con TBM	14
1.5. Visión y Misión.....	15
1.5.1. Visión	15
1.5.2. Misión	15
1.6. Bases Legales o Documentos Administrativos.....	15
1.6.1. Marco Normativo	15
1.6.2. Procedimientos Generales	22
1.6.3. Protocolo Covid-19	27
1.7. Descripción del Área Donde se Realizan las Actividades Profesionales	28

1.7.1. Descripción de las Obras.....	28
1.7.2. Layout de las Obras.....	33
1.7.3. Participación del Bachiller en la Ejecución de las Obras.....	34
1.8. Descripción del Cargo y de las Responsabilidades del Bachiller en la Empresa	34
1.8.1. Cargo Desempeñado	34
1.8.2. Responsabilidades del Bachiller	34
Capítulo II : Aspectos Generales de las Actividades Profesionales.....	37
2.1. Antecedentes o Diagnóstico Situacional.....	37
2.1.1. Obra 12 Planta de Dovelas	37
2.1.2. Obras 7 Túnel con TBM o Tuneladora (EPB modificada)	38
2.2. Identificación de Oportunidad o Necesidad en el Área de Actividad Profesional	40
2.3. Objetivos de la Actividad Profesional	40
2.4. Justificación de Actividad Profesional.....	41
2.5. Resultados Esperados.....	42
Capítulo III : Marco Teórico	43
3.1. Bases Teóricas de las Metodologías o Actividades Realizadas.....	43
3.1.1. Topografía	43
3.1.2. Levantamiento Topográfico	44
3.1.3. Replanteo Topográfico.....	45
3.1.4. Poligonal y Puntos de Control.....	50
3.1.5. Radiación.....	50
3.1.6. Trilateración	51
3.1.7. Tolerancias Topográficas Establecidas	52
3.1.8. Estación Total.....	55
3.1.9. Sistema de Coordenadas	56
3.1.10. Control Geométrico.....	58
3.1.11. Control Dimensional	59
3.1.12. Medio a Emplear	59
3.1.13. Verificación e Inspección de Equipos	59
3.1.14. Nave Industrial	63
3.1.15. Planta de Dovelas	63
3.1.16. Dovelas.....	64

3.1.17. Grúa Pórtico	65
3.1.18. TBM (Tunnel Boring Machine)	65
3.1.19. Instalaciones TBM	66
3.2. Informe de Compatibilidad del Proyecto	67
3.2.1. Compatibilidad con el Terreno.....	67
3.2.2. Compatibilidad de Diseño	68
Capítulo IV : Descripción de las Actividades Profesionales	71
4.1. Descripción de Actividades Profesionales	71
4.1.1. Enfoque de las Actividades Profesionales	71
4.1.2. Alcance de las Actividades Profesionales	72
4.1.3. Entregables de las Actividades Profesionales	73
4.2. Aspectos Técnicos de las Actividades Profesionales.....	92
4.2.1. Metodología	92
4.2.2. Técnica	92
4.2.3. Instrumentos	93
4.2.4. Equipos y Materiales Utilizados en el Desarrollo de las Actividades	94
4.3. Ejecución de las Actividades Realizadas	96
4.3.1. Cronograma de Actividades Realizadas.....	96
4.3.2. Proceso y Secuencia Operativa de las Actividades Profesionales en Obra	
Construcción Planta de Dovelas.....	99
4.3.3. Proceso y Secuencia Operativa de las Actividades Profesionales en Obra	
Instalaciones de la TBM S-973	117
Capítulo V : Resultados.....	118
5.1. Resultados Finales de las Actividades Realizadas.....	118
5.2. Logros Alcanzados.....	119
5.3. Dificultades Encontradas	124
5.4. Planteamiento de las Mejoras	127
5.4.1. Metodologías Propuestas	127
5.4.2. Descripción de la Implementación.....	130
5.5. Análisis	131
5.6. Aporte del Bachiller en la Empresa	132
Conclusiones	134

Recomendaciones	135
Referencias Bibliográficas.....	136
Anexos	137
Anexo 1: Certificados de Calibración de Equipos para Control Topográficos	137
Anexo 2: Certificados de Calibración de Equipos Control Dimensional Topográficos	140
Anexo 3: Certificado de Control Dimensional Anillo Maestro.....	159
Anexo 4: Protocolo Control Dimensional Anillo Maestro Para Certificacion	166
Anexo 5: Protocolos Topograficos de Obras Civiles.....	168
Anexo 6: Protocolos Topográficos en Montaje de Estructuras	185
Anexo 7: Protocolo de Sistema del Sellado TBM S-973.....	197
Anexo 8: Verificacion de Equipos Topograficos de Sub Contratistas	199
Anexo 9: Plan General de Topografía Consorcio Constructo M2 Lima	202
Anexo 10: Procedimiento Topográfico Túneles y Prefabricados Inca	219
Anexo 11: Procedimiento Topográfico de FGA Ingenieros SA.....	221
Anexo 12: Panel Fotografico de Participacion en Control Topografico.....	224
Anexo 13: Planos Generales de Planta de Dovelas e Instalaciones TBM S-973	232

Lista de Figuras

Figura 1. Sección típica del túnel del Metro Línea 2.....	2
Figura 2. Ubicación etapas y obras estaciones y túneles del Metro Línea 2	5
Figura 3. Organigrama contrato global	7
Figura 4. Política integrada de gestión del Consorcio Constructor M2 Lima	10
Figura 5. Política de alcohol y drogas del Consorcio Constructor M2 Lima	11
Figura 6. Organigrama funcional del Consorcio Constructor M2 Lima.....	12
Figura 7. Organigrama dirección de obra Consorcio Constructor M2 Lima.....	12
Figura 8. Organigrama dirección de construcción del Consorcio Constructor M2 Lima.....	13
Figura 9. Organigrama de topografía del Consorcio Constructor M2 Lima.....	13
Figura 10. Organigrama Planta de Dovelas del Consorcio Constructor M2 Lima.....	14
Figura 11. Organigrama túnel con TBM del Consorcio Constructor M2 Lima	14
Figura 12. Layout fábrica de dovelas.....	33
Figura 13. Layout instalaciones de La TBM S-973	33
Figura 14. Ubicación de las obras.....	39
Figura 15. Procesos topográficos en las distintas fases de un proyecto.....	44
Figura 16. Detalle de medir o recolección de datos Estación Total Ts16.....	45
Figura 17. Replanteo polar, ángulos y distancia	46
Figura 18. Replanteo rectangular incremento de distancias	46
Figura 19. Replanteo por incremento de coordenadas.....	47
Figura 20. Replanteo de línea de referencia o base	47
Figura 21. Replanteo de superficie o MDT	48
Figura 22. Replanteo de carretera	48
Figura 23. Replanteo frente de túnel.....	49
Figura 24. Puntos radiados a partir de una poligonal.....	51

Figura 25. Cálculo de coordenadas mediante trilateración	52
Figura 26. Factor combinado, distancia topográfica, elipsoidal y proyectada.....	57
Figura 27. Configuración sistema coordenadas Estación Total TS 16	57
Figura 28. Corrección atmosférica Estación Total TS 16.....	58
Figura 29. Posición de lecturas directas e inversas de la Estación Total	62
Figura 30. Comprobar y ajustar en Estación Total Leica TS 16.....	63
Figura 31. Seccion de la Planta de Dovelas del CCM2L.....	64
Figura 32. Anillo de concreto armado para el túnel de la Linea 2.....	64
Figura 33. Grúa pórtico para acopio de dovelas	65
Figura 34. TBM S-973 escudo de presión de tierras y bombeo de agua	66
Figura 35. Perfil de las instalaciones de la tuteadora S-973 en la Estación 4.....	67
Figura 36. Protocolo de verificación e inspección de estaciones totales	74
Figura 37. Plano proyecto sectorización de corte y relleno	79
Figura 38. Plano pos construcción sectorización de corte y relleno	79
Figura 39. Formato de reporte de registro topográfico	80
Figura 40. Protocolo de medición Anillo Maestro, croquis de la medición	84
Figura 41. Plano ilustrativo de control dimensional de dovelas	86
Figura 42. Hoja de control dimensional de moldes de hormigonado	88
Figura 43. Correo entrega de datos digitales mediante disco en red “J”	90
Figura 44. Correos con información sobre el sistema de ventilación	91
Figura 45. Secuencia de actividades por sub contratadas.....	99
Figura 46. Georreferenciación, generación y extracción de datos.....	100
Figura 47. Mapa de estación total Leica Ts 16 con datos para replantear	101
Figura 48. Ubicación de puntos de control dianas reflectantes	102
Figura 49. Ttrilateración del DV-4, DV- 6, DV-8	104

Figura 50. Triangulación y ubicación de puntos de control.....	105
Figura 51. Levantamientos topográficos iniciales	107
Figura 52. Nomenclatura de almacenamiento de levantamientos topográficos	108
Figura 53. Proceso de estacionamiento libre o inversa.....	108
Figura 54. Alineación y aplomado manual de encofrado	110
Figura 55. Replanteo de pernos de anclajes.....	111
Figura 56. Control geométrico de anclajes y embebidos en el pre hormigonado.....	112
Figura 57. Control geométrico de anclajes y embebidos en el pos hormigonado	113
Figura 58. Control geométrico de columnas, carrileras y rieles para puente grúa.....	114
Figura 59. Control dimensional de dovelas	116
Figura 60. Control dimensional de moldes de hormigonado.....	117
Figura 61. Control geométrico montaje de instalaciones TBM S-973	117
Figura 62. Sección transversal de la plataforma para la Planta de Dovelas	120
Figura 63. Distribución de zapatas para la naves de la Planta de Dovelas	122
Figura 64. Vista isométrica de la naves de la Planta de Dovelas.....	122

Lista de Tablas

Tabla 1. Obras, etapas y denominación del Metro de la Línea 2 de Lima.....	3
Tabla 2. Instalaciones de la TBM S-973 para la puesta en marcha	32
Tabla 3. Responsabilidades del bachiller	35
Tabla 4. Actividades de trabajos topográficos	42
Tabla 5. Términos y expresiones en replanteo de túnel.....	49
Tabla 6. Tolerancia para pernos de anclajes y montaje Aker Solutions	53
Tabla 7. Tolerancias para grupo de pernos de anclajes	54
Tabla 8. Tolerancias de montaje de estructuras	54
Tabla 9. Tolerancias de caminos de rodadura para grúas	55
Tabla 10. Comprobación del eje de puntería nivel automático	60
Tabla 11. Ajuste del eje de puntería del nivel automático.....	61
Tabla 12. Lista de verificación de equipos topográficos del CCM2L	75
Tabla 13. Verificación de equipos topográficos de sub contratistas 1 de 2.....	76
Tabla 14. Verificación de equipos topográficos de sub contratistas 2 de 2.....	77
Tabla 15. Lista de planos As Built entregados	78
Tabla 16. Diferencia de coordenadas de anclajes entre nominal y de campo.....	81
Tabla 17. Reporte de alineación de caminos de rodadura	81
Tabla 18. Protocolos entregados de obras civiles: Planta de Dovelas	82
Tabla 19. Protocolos entregados de montaje de estructuras: Planta de Dovelas	83
Tabla 20. Protocolo Anillo Maestro, medidas nominales vs. campo.....	85
Tabla 21. Tolerancias de control dimensional de dovelas	86
Tabla 22. Formato protocolo de control dimensional de dovelas	87
Tabla 23. Protocolo de control dimensional de moldes de hormigonado.....	89
Tabla 24. Equipos de protección personal	94

Tabla 25. Equipos y/o herramientas para control topográfico y dimensional	95
Tabla 26. Cronograma de actividades obra Planta de Dovelas 1 de 2.....	96
Tabla 27. Cronograma de actividades obra Planta de Dovelas 2 de 2.....	97
Tabla 28. Cronograma de actividades para obra instalaciones TBM S-973.....	98
Tabla 29. Coordenadas replanteo de pernos de anclajes.....	100
Tabla 30. Coordenadas de puntos de control dianas.....	101
Tabla 31. Distancias triangulando los puntos de control Dv1, Dv2, Dv6, Dv8.....	103
Tabla 32. Distancias triangulando los puntos de control Dv1, Dv2, Dv5, Dv7, Dv8.....	103
Tabla 33. Coordenadas por método de trilateración del DV-4, DV- 6, DV-8.....	104
Tabla 34. Cuadro de nivelación geométrica	105
Tabla 35. Metrados de partidas ejecutadas con control topográfico.....	120
Tabla 36. Cuadro de zapatas y especificaciones técnicas de anclajes de acero.....	121
Tabla 37. Distribución de acopio de dovelas por lotes	123
Tabla 38. Metodología del proceso de control topográfico	128
Tabla 39. Metodología de control geométrico de embebidos al concreto	129

Resumen

En el presente Informe de Suficiencia Profesional se detalla el Control Topográfico, Geométrico y Dimensional en trabajos de movimiento de tierras, vaciado de concreto y montaje de estructuras con lineamientos de un Plan General de Topografía y normativas aplicables en la construcción de la Planta de Dovelas, ubicado en la Base Aeronaval del Callao, e instalaciones de la TBM S-973, ubicadas frente al Mall de Bellavista del Callao. Ambas obras pertenecen al proyecto del Metro de Lima Línea 2.

El objetivo del informe es describir los medios, metodología, técnicas, software y equipos topográficos utilizados en los procesos realizados en campo y oficina en trabajos de replanteos, trazos y control topográficos de posiciones, verticalizaciones y alineaciones de cada elemento, según detalles de ingeniería, especificación técnica o plano.

La metodología fue descriptiva y aplicativa, observable y longitudinal. La población estuvo constituida por los elementos replanteados que conforman la construcción de las infraestructuras mencionadas. Las técnicas fueron la revisión del estudio definitivo de ingeniería y procedimientos de trabajos, entrevistas no estructuradas al personal con experiencia y observación con la Estación Total Leica TS 16. Los instrumentos fueron la memoria y almacenaje de la Estación Total, y computadora para generación de registros de control topográficos.

Los resultados muestran liberaciones topográficas oportunamente con productividad, calidad y seguridad de actividades de movimiento de tierras, concreto y montaje de estructuras durante la ejecución de las obras, cumpliendo con las tolerancias topográficas establecidas.

Palabras claves: Control topográfico, plan general de topografía, montaje de estructuras.

Introducción

La construcción de la Planta de Dovelas e Instalaciones de TBM S-973 se inicia con la cimentación con anclajes embebidos al concreto. Se posicionan las estructuras prefabricadas. Seguidamente, se realiza el equipamiento o montaje de equipos como tanques, sistema de cintas, puentes grúas y pórticos, sistema de sellado de la TBM entre otros. Todos estos elementos deben encajar con una estricta precisión, como lo indican las especificaciones, normas y la recomendación o manuales de los fabricantes de estos equipos. Para llevar a su posición final se debe seguir un riguroso proceso de seguimiento en el control topográfico.

El control topográfico evita que se generen errores en la construcción que ocasionarían reingenierías, retrasos con pérdidas en horas hombre y máquina. Además de ello, garantizan el correcto funcionamiento de los equipos mecánicos, que son posicionados sobre estructuras prefabricadas. Si las desviaciones sobrepasan las tolerancias topográficas establecidas, se puede tener mal funcionamiento de los equipos. Por ejemplo, en los puentes grúas y en las grúas pórticos se produciría desgaste de pestañas de ruedas, descarrilamiento, calentamiento de las grúas y deformación de los caminos de rodadura. En el sistema de cinta se ocasionaría un desgaste de cinta derrame del material que transporta y demasiada vibración de los equipos, lo cual afectaría las cimentaciones. En el sistema de sellado de ingreso de excavación de la TBM S-973 se filtraría el agua por estar dentro del nivel freático. De esta manera, el trabajo contiene los siguientes capítulos:

Capítulo I: Aspectos generales de la empresa.

Capítulo II: Aspectos generales de las actividades profesionales.

Capítulo III: Marco teórico.

Capítulo IV: Descripción de las actividades profesionales.

Capítulo V: Resultados.

Capítulo I : Aspectos Generales de la Empresa

1.1. Datos Generales de la Institución

- a) Razón social: Consorcio Constructor M2 Lima (CCM2L).
- b) RUC: 20557987020.
- c) Página web: <http://www.metrolima2.com>.
- d) Tipo de empresa: Contratos colaboración empresarial.
- e) Condición: Activo.
- f) Actividad comercial: Construcción de otras obras de ingeniería civil.
- g) Dirección de la empresa: Av. Guillermo Dansey Nro. 1660, Urb. Lima Industrial – Lima.

1.2. Actividades Principales de la Empresa

El Consorcio Constructor M2 Lima es una empresa creada para el desarrollo del diseño, construcción y equipamiento electromecánico no ferroviario del proyecto *Línea 2 y ramal de la Línea 4 en Av. Gambetta de la red básica del Metro de Lima y Callao*, conformado por empresas nacionales y extranjeras líderes en ingeniería y construcción. Las empresas Dragados y FCC de España, Salini Impregilo de Italia y Cosapi de Perú conforman el Consorcio que viene ejecutando el megaproyecto Metro de la Línea 2 y ramal de la Línea 4 de Lima y Callao. El Proyecto se divide contractualmente en dos etapas y queda dividido en tres sectores:

La Etapa 1 es el primer sector de la Línea 2 entre la estación de Evitamiento y el mercado de Santa Anita. Para optimizar el diseño y aprovechar las instalaciones para la posterior operación de la línea en su conjunto, se ha incluido en esta etapa el Patio Taller de Santa Anita.

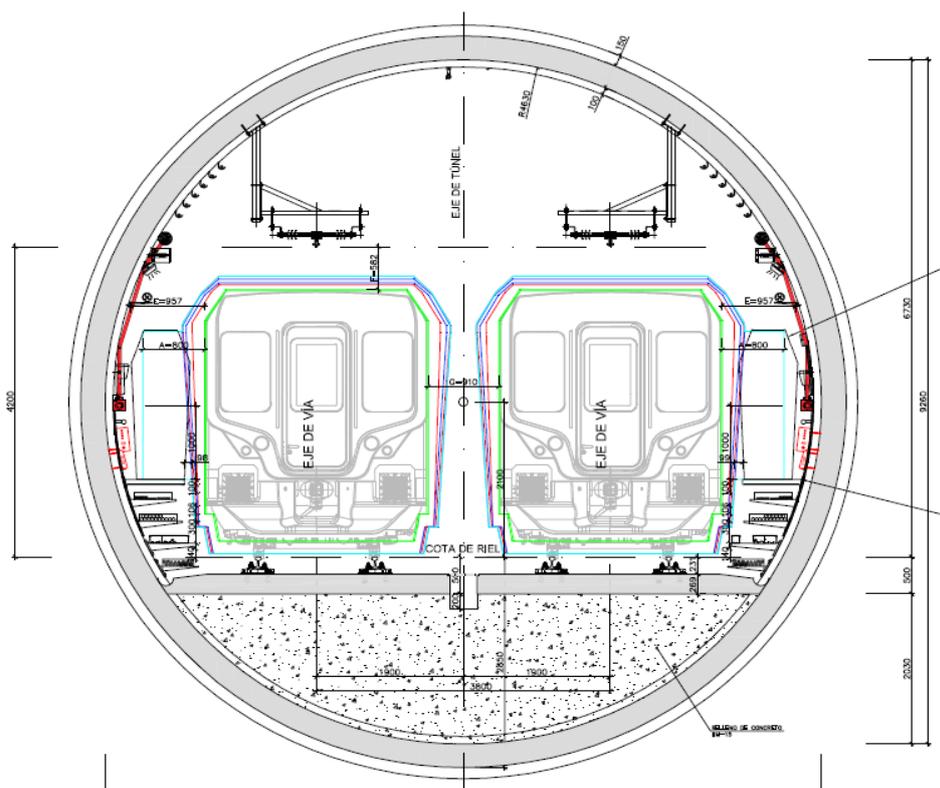
La Etapa 1B comprende la realización de la parte final del trazado entre el mercado del distrito de Santa Anita y la municipalidad de Ate, que será la última estación 27, así como el tramo comprendido entre estación de plaza Bolognesi y la de Evitamiento.

La Etapa 2 comprende desde la estación de Callao, inicio de la Línea 2, hasta la estación de plaza Bolognesi y el ramal de la Línea 4 entre de avenida Gambetta y la avenida Oscar R. Benavides de Carmen de la Legua, conexión con la Línea 2.

La Línea 2 tendrá un recorrido de 27 km. Es una infraestructura subterránea a 20 m de la superficie, y el ramal de la Línea 4 será de 8 km.

Figura 1

Sección típica del túnel del Metro Línea 2



Nota. Sección típica del túnel del Metro de la Línea 2 de Estudio de Ingeniería Definitivo del CCM2L (2016).

Dada su complejidad, el Proyecto se ha dividido en 13 obras, que se enumeran a continuación:

- Obra 1: Túnel EPB.
- Obra 2: Tramo Estaciones Evitamiento a ATE.
- Obra 3: Patio Santa Anita y Bocanegra.

- Obra 4: Túnel Convencional, 3ª Vía y Pozos.
- Obra 5: Tramo Estaciones Tingo María-Arriola, Pozos y 3ª Vía Parque Murillo.
- Obra 6: Tramos Estaciones Puerto Callao-Alborada, Pozos y 3ª Vía Óscar Benavides.
- Obra 7: Túnel PBM.
- Obra 8: Línea 4. Estaciones, Pozos y Túnel entre pantallas.
- Obra 9: Interferencias Etapa 1A.
- Obra 10: Interferencias Etapa 1B.
- Obra 11: Interferencias L2 hasta Callao.
- Obra 12: Planta de Dovelas – Quilca.
- Obra 13: Interferencias Planta de Dovelas.

Tabla 1

Obras, etapas y denominación del Metro de la Línea 2 de Lima

OBRA	ETAPA-DENOMINACIÓN	OBRA	ETAPA-DENOMINACIÓN
1	2-TÚNEL-EPB	3	1A-PATIO SANTA ANITA
2	1A-ESTAC. EVITAMIENTO:	3	2-PATIO DE BOCANEGRA
2	1A-ESTAC. OVA. S. ANITA	4	TÚNEL CONVENCIONAL, 3ª VÍA Y POZOS
2	1A-ESTAC. COLE. INDUSTRIAL.	4	1A-POZO VENTIL.20:
2	1A-ESTAC. HERMILIO. VALDIZAN	4	1A-POZO VENTIL.21:
2	1A-ESTAC. SANTA ANITA	4	1A-POZO VENTIL.22:
2	1B-ESTAC. VISTA ALEGRE	4	1A-POZO VENTIL.23:
2	1B-ESTAC. JAVIER PRADO	4	1B-POZO VENTIL.19:
2	1B-ESTAC. MUNICIPALIDAD DE ATE	4	1B-POZO VENTIL.19B:

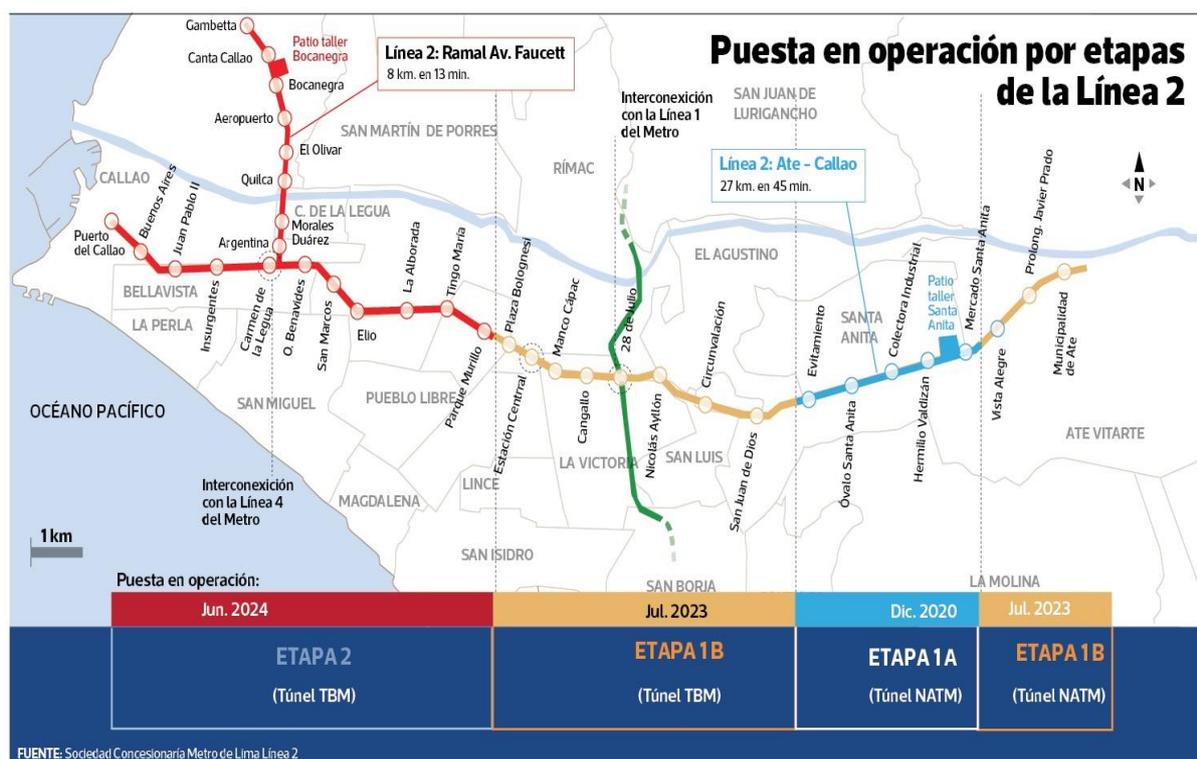
OBRA	ETAPA-DENOMINACIÓN	OBRA	ETAPA-DENOMINACIÓN
4	1B-POZO VENTIL.24:	6	2-POZO VENTIL.06
4	1B-POZO VENTIL.25:	6	2-POZO VENTIL.07
4	1B-POZO VENTIL.26:	6	2-POZO VENTIL.08
5	1B-ESTAC. BOLOGNESI	6	2-POZO VENTIL.09
5	1B-ESTAC. CENTRAL	6	2-POZO VENTIL.10
5	1B-ESTAC. M. CAPAC	6	2-POZO VENTIL.01 EXTRACCIÓN
5	1B-ESTAC. CANGALLO	6	2-POZO VENTIL.01
5	1B-ESTAC. 28 JULIO	6	2-POZO VENTIL.02
5	1B-ESTAC. NUE-28 JULIO	6	2-POZO VENTIL.03
5	1B-ESTAC. NICOLÁS. AYLLÓN	6	2-POZO VENTIL.04
5	1B-ESTAC. CIRCUNVALACIÓN	7	2-TÚNEL PBM
5	1B-ESTAC. S. JUAN DIOS	8	2-ESTAC. GAMBETA
5	1B-POZO VENTIL.11	8	2-ESTAC. CAN. CALLAO
5	1B-POZO VENTIL.12	8	2-ESTAC. BOCANEGRA
5	1B-POZO VENTIL.13	8	2-ESTAC. AEROPUERTO
5	1B-POZO VENTIL.14	8	2-ESTAC. OLIVAR
5	1B-POZO VENTIL.15	8	2-ESTAC. QUILCA
5	1B-POZO VENTIL.16	8	2-ESTAC. MO. DUAREZ
5	1B-POZO VENTIL.17	8	2-ESTAC. CARMEN DE LA LEGUA
5	1B-POZO VENTIL.18	8	2-POZO VENTIL.07
6	2-ESTAC. P. CALLAO	8	2-POZO VENT.07BIs
6	2-ESTAC. B. AIRES:	8	2-POZO VENTIL.01
6	2-ESTAC. J. PABLO II	8	2-POZO VENTIL.02
6	2-ESTAC. INSURGENTE	8	2-POZO VENTIL.03
6	2-ESTAC. CAR. LEGUA	8	2-POZO VENTIL.04
6	2-ESTAC. ÓSCAR. BENAVIDES	8	2-POZO VENTIL.05
6	2-3RA VÍA ÓSCAR BENAVIDES	8	2-POZO VENTIL.06
6	2-ESTAC. S. MARCOS	8	2-POZO ATAQUE
6	2-ESTAC. ELIO	9	INTERFERENCIAS ETAPA 1A
6	2-ESTAC. ALBORADA	10	INTERFERENCIAS ETAPA 1B
6	2-ESTAC. T. MARIA	11	INTERFERENCIAS L2 HASTA CALLAO
6	2-ESTAC. PARQUE MURILLO	12	PLANTA DE DOVELAS – QUILCA
6	2-3RA VÍA PARQUE MURILLO	13	INTERFERENCIAS PLANTA DE DOVELAS
6	2-POZO VENTIL.05		

Nota. Etapas y denominacion de obras según el Plan de Calidad del Consorcio Constructor

M2 Lima (2016).

Figura 2

Ubicación etapas y obras estaciones y túneles del Metro Línea 2



Nota. De “MTC: En diciembre de 2020 arrancará primer tren de la Línea 2 del Metro”, por W. Miñan y V. Melgarejo, 2018.

1.3. Reseña Histórica de la Institución Empresa

1.3.1. Reseña Histórica Consorcio Constructor M2 Lima (CCM2L)

La empresa fue fundada el 28 de mayo del 2014. Su oficina central está en el mercado de Lima, provincia de Lima y departamento de Lima, ubicada en la avenida Guillermo Dansey Nro. 1660. Se encarga del proyecto del Metro de la Línea 2 que es subterráneo y que une el Callao y el distrito de Ate y un ramal parte de la Línea 4 que también es subterráneo.

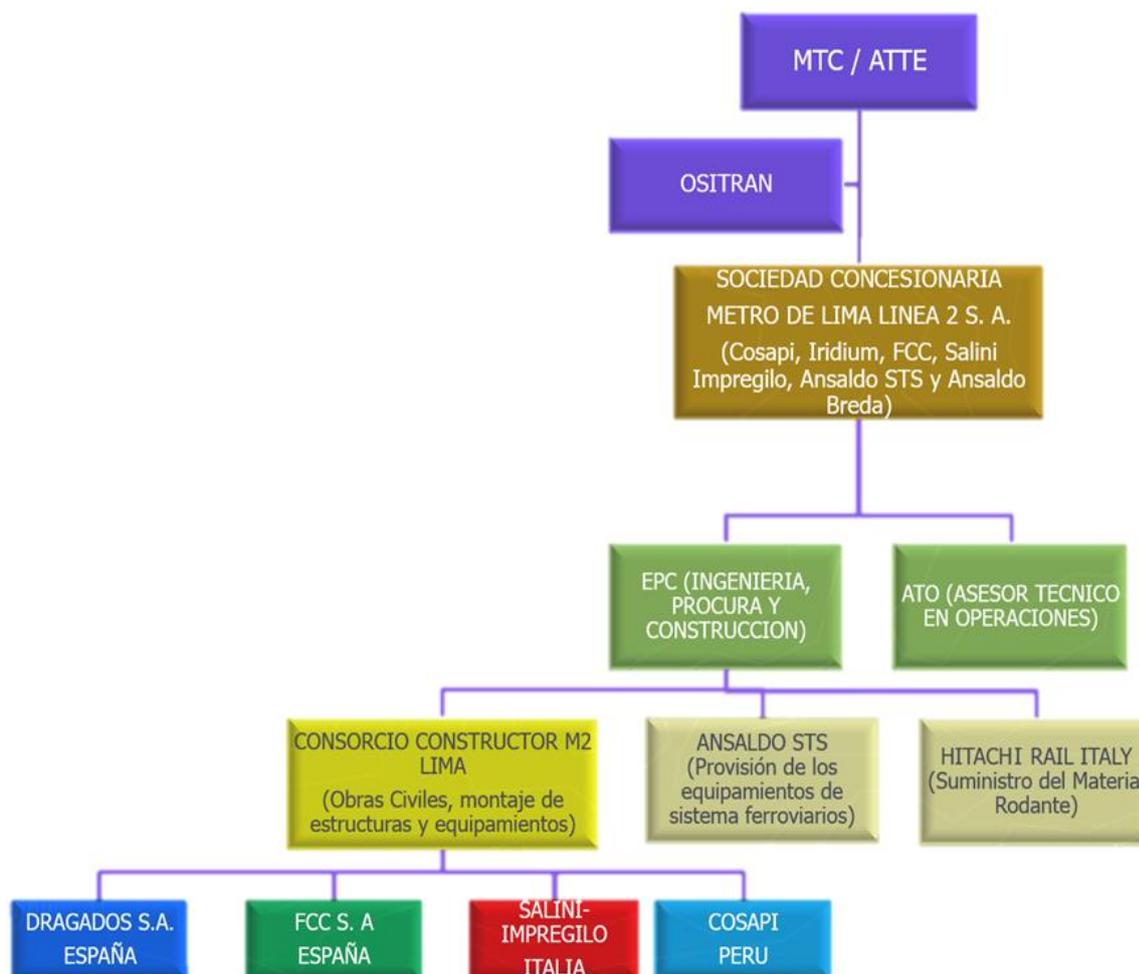
El día 28 de marzo de año 2014 la Agencia de Promoción de la Inversión Privada adjudicó a la Sociedad Concesionaria de la Línea 2 la ingeniería, diseño, procura, construcción, y operación de la Línea 2 del Metro, que inicia en el puerto del Callao y termina en el distrito

de Ate, y el ramal de la Línea 4 que recorre la avenida Faucett, iniciando en la avenida Gambetta y uniéndose con la Línea 2 en la avenida Óscar R. Benavides.

Las empresas que integran la sociedad concesionaria son Ansaldo Breda, Ansaldo STS, FCC, Iridium, Cosapi y Salini Impregilo. La sociedad se adjudicó el proyecto con una oferta que costará alrededor de tres mil millones de dólares en obras civiles como construcción de túneles, estaciones de servicio, pozos de ventilación, una fábrica de dovelas y dos patios talleres. Además, en material rodante serán dos mil millones de dólares invertidos, entre otros trabajos complementarios. En total, cinco mil seiscientos cincuenta y ocho millones de dólares, incluidos el IGV.

La Sociedad Concesionaria ha subcontratado al EPC (Ingeniería, Procura, Construcción). Para ejecutar y equipar ha distribuido los siguientes trabajos:

- a) De las obras civiles se encarga el Consorcio Constructor M2 Lima conformado por las siguientes empresas:
 - Dragados S. A. de España.
 - Cosapi de Perú.
 - FCC S. A. de España.
 - Salini-Impregilo de Italia.
- b) Provisión de los equipamientos de sistema ferroviarios que lo realiza la empresa:
 - Ansaldo STS.
- c) Suministro del material rodante por parte de la empresa:
 - Hitachi Rail Italy.

Figura 3*Organigrama contrato global*

Nota. Información del Plan de Calidad del Consorcio Constructor M2 Lima (2016).

1.3.2. Reseña Histórica de las Empresas que Conforman el CCM2L

1.3.2.1. Dragados S. A. Es una empresa de España con sede en Madrid creada en 1941 para la construcción de un dique en el puerto Palma de Mallorca. En 1951 empezó a ejecutar obras públicas de España y luego se expandió internacionalmente, formando parte del Grupo de Dragados. En el año 2002 formó parte de grupo ACS por la venta de 900 millones de euros del 23.5 % de su participación del banco Santander Central Hispano a su competencia ACS, presidida por Florentino Pérez. Tiene una experiencia en construcción de 1380 km de túneles, 10500 km de carreteras, 1500 puentes, 1700 km ferrocarriles, 250 presas y centrales

hidroeléctricas, 200 km de diques y muelles, 1 millón de metros cuadrados de terminales y 21 millones de metros cuadrados de edificios residenciales.

1.3.2.2. Cosapi. Empresa de Perú con oficina principal en Lima fundada en el año 1960 con el nombre de Pivasa S.A. En el año 1967, el consorcio Sade de Argentina y Pivasa se convirtió en Cosapi. En el año 1993, la empresa Bechtel de EE. UU. se convirtió en socio local con un contrato de diez años ejecutando proyectos de lixiviación en Toquepala. En el año 1996 recibió un capital de The Latin America Enerprise, con lo que aceleró su crecimiento por la política de inversiones privadas y las privatizaciones de empresas públicas. Del año 2010 al 2013, se expandió más vendiendo sus activos con una tasa de 30.5 % al año, que pasó de ciento ochenta y nueve millones de dólares a cuatrocientos diecinueve millones. Su principal actividad es la ingeniería y construcción de infraestructuras de carreteras, puentes, edificaciones. Ejecuta también proyectos de minería.

1.3.2.3. FCC S. A. Su nombre completo es Fomento de Construcciones y Contratas, S. A. Es una empresa de España con sede en Barcelona fundada en el año 1900. En 1911 inició actividades al servicio público en mantenimiento y limpieza de la red de alcantarillado de Barcelona. Sus actividades principales están relacionadas con el medio ambiente, gestión integral del agua y construcción de infraestructuras e inmobiliarias. Se encuentra en 35 países. En el año 2013 Bill Gates se convirtió en accionista con 5.7 % y en el año 2014 su capital se amplió en 1000 millones de euros.

1.3.2.4. Salini Impregilo Es una empresa de Italia con sede en Milán. Se fundó como Impregilo en el año 1959. Se expandió con la fusión de Cogefar-Impresit S.p.A., Girola S.p.A y Lodigiani S.p.A en 1990. En el año 2011 inició Salini, adquisición de Impregilo con la compra de acciones que alcanzó el 25 % en el siguiente año. En el año 2013 Salini lanzó ofertas con el fin de comprar acciones ordinarias restantes de Impregilo. En el año 2014 completó las transacciones, formándose la empresa Salini Impregilo, y en mayo del año 2020 la empresa

cambió su nombre a Webuild y adquirió una participación de Astaldi. Salini Impregilo participó en la construcción de la represa hidroeléctrica del Mantaro.

1.3.3. Principios y Valores

El Consorcio Constructor Metro de Lima Línea 2 se organiza basando sus actuaciones en los siguientes valores: eficiencia, compromiso, excelencia, respeto por el medio ambiente, innovación, ética, responsabilidad, trabajo en equipo, cuidado de las personas, vocación de servicio y empleo de la tecnología más adecuada.

1.3.4. Código General de Conducta y Ética

El personal nuevo que ingresa a la empresa Consorcio Constructor M2 Lima (CCM2L) recibe la inducción sobre el código general de conducta y ética, que aplica para todos los colaboradores de la empresa, socios, sub contratistas, proveedores y otros que estén relacionados con CCM2L. El fin es que se forme una cultura corporativa en conducta y ética. El manual contiene objetivos, diligencias, aplicación, principios básicos de actuación en integridad, lealtad a la empresa, cumplimiento de las leyes, confidencialidad, profesionalidad, respeto. En resumen, son principios aplicados por el consorcio orientados a la ética y la integridad de conducta de todos los colaboradores de la empresa y directivos, y a la administración correcta de los recursos de la empresa como entorno y la buena conducta en la empresa.

1.3.5. Política Integrada de Gestión

Figura 4

Política integrada de gestión del Consorcio Constructor M2 Lima



**POLÍTICA INTEGRADA DE GESTIÓN DEL
CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA**

EL CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA, es una empresa creada para el desarrollo del diseño, construcción y equipamiento electromecánico no ferroviario del Proyecto "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT –AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO", la cual asume el compromiso de cumplir con los requisitos de su cliente, colaboradores, autoridades y normativa aplicable vigente en materia de Calidad, Medio Ambiente, Social, Seguridad y Salud en el Trabajo. Para ello se han establecido los siguientes compromisos:

En materia de Gestión de la Calidad

- Asegurar la satisfacción del cliente.
- Cumplir con los requisitos del cliente y los reglamentariamente establecidos.
- Emplear las mejores prácticas en nuestros procesos de gestión y construcción con el compromiso de la mejora continua.
- Proporcionar al personal el nivel de formación necesario para el desarrollo de sus actividades.
- Proveer los recursos necesarios para el cumplimiento de esta Política y de los objetivos establecidos por medio de la planificación de los mismos.

En materia de Gestión Ambiental

- Cumplir con la legislación ambiental vigente y compromisos ambientales aplicables, suscritos por el CCM2L, contribuyendo con la conservación del medio ambiente.
- Identificar nuestros aspectos ambientales significativos y gestionarlos en concordancia con el principio básico de la prevención, en todas las etapas de nuestra intervención en el Proyecto.
- La mejora continua mediante el análisis, la prevención y minimización de las incidencias ambientales surgidas como consecuencia de nuestra actividad.
- Realizar las actuaciones de prevención de la contaminación del medio ambiente, conservación del mismo mediante la reducción, minimización y/o reutilización de los residuos generados y optimización del consumo de recursos.
- La implicación, concienciación y el compromiso de las partes interesadas (personal propio, clientes y subcontratistas) en la gestión ambiental.

En materia de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo

- Liderar con el ejemplo promoviendo la seguridad, salud y el cuidado de la vida en todas las actividades del proyecto.
- Cumplir con los requisitos legales, normas internas y otros requisitos suscritos por el Consorcio Constructor M2 Lima aplicables a la Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Proporcionar condiciones de trabajo seguras y saludables para prevenir lesiones, dolencias, incidentes y el desarrollo de enfermedades relacionadas con el trabajo asegurando la protección de todos los trabajadores del Consorcio Constructor M2 Lima, colaboradores y visitantes.
- Integrar, mantener y mejorar la Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en los procesos operativos desarrollados por el Consorcio Constructor M2 Lima.
- Promover procesos de mejora continua para mejorar el desempeño del Sistema de Gestión de Seguridad y salud en el trabajo.
- Garantizar la participación y consulta activa de los trabajadores y sus representantes en todos los elementos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

En materia de Responsabilidad Social

- Cumplir con la legislación vigente aplicable al tema social y con los compromisos suscritos por el CCM2L.
- Comunicación y diálogo con todos los grupos de interés, basado en la transparencia, la veracidad y el compromiso.
- Establecer, implementar y mantener estrategias para que la incorporación de la mano de obra no calificada pertenezca a la población local donde se ejecuta las actividades del proyecto.
- Salvaguardar y proteger el patrimonio histórico y cultural.

Los compromisos descritos, están enfocados en un marco de mejora continua, basado en la eficacia del sistema de gestión. La política será distribuida a todos los trabajadores, subcontratistas y público que lo requiera.


 José Emilio Pérez Pascual
 Director de CCM2L

N° DE REVISIÓN:	05
FECHA:	07/12/2021

Nota. Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo del CCM2L (2019).

1.3.6. Política de Alcohol y Drogas

Figura 5

Política de alcohol y drogas del Consorcio Constructor M2 Lima



POLÍTICA DE ALCOHOL Y DROGAS

El **CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA**, tiene como principio la prevención y compromiso con la seguridad, salud y bienestar de todos sus trabajadores, subcontratistas, proveedores y visitantes. Reconociendo que el consumo de alcohol, drogas y hoja de coca pueden causar ausentismo laboral; así como disminución del rendimiento en el trabajo, reducción de la capacidad de respuesta de la persona y afectación de la percepción, lo que conllevaría a incrementar la ocurrencia de accidentes.

Por lo cual, la Dirección del **CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA** determina lo siguiente:

1. El **CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA**, se compromete a fomentar campañas de educación para prevenir el consumo excesivo de alcohol y drogas, asimismo, informará sobre los efectos nocivos para una concientización continua.
2. Es de responsabilidad del trabajador presentarse en condiciones físicas y mentales adecuadas para realizar su trabajo.
3. Por ningún motivo, los trabajadores ingresarán a laborar bajo los efectos del alcohol, de drogas ilegales y/o de la hoja de coca. Tampoco se deberá consumir alcohol, alguna droga ilegal y/o hoja de coca durante la jornada de trabajo.
4. Si el trabajador tuviera que consumir algún medicamento o sustancia (incluida la hoja de coca) que pueda generar alteración en el comportamiento, deberá reportarlo al área de Salud en el Trabajo inmediatamente, mostrando el sustento correspondiente.
5. El incumplimiento de esta política, se considera falta grave y se aplicarán las medidas disciplinarias indicadas en el Reglamento Interno de Trabajo.
6. El cumplimiento de esta política es obligatoria para todo el personal del **CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA**, incluyendo subcontratistas, proveedores y visitantes.

La presente política cumple con lo establecido en el Art.12 (D.S. N° 011-2019-TR) Reglamento de Seguridad en el Trabajo para el Sector Construcción.



José Emilio Pérez Pascual
Director de CCM2L

N° DE REVISIÓN:

FECHA:

03

31/05/2021

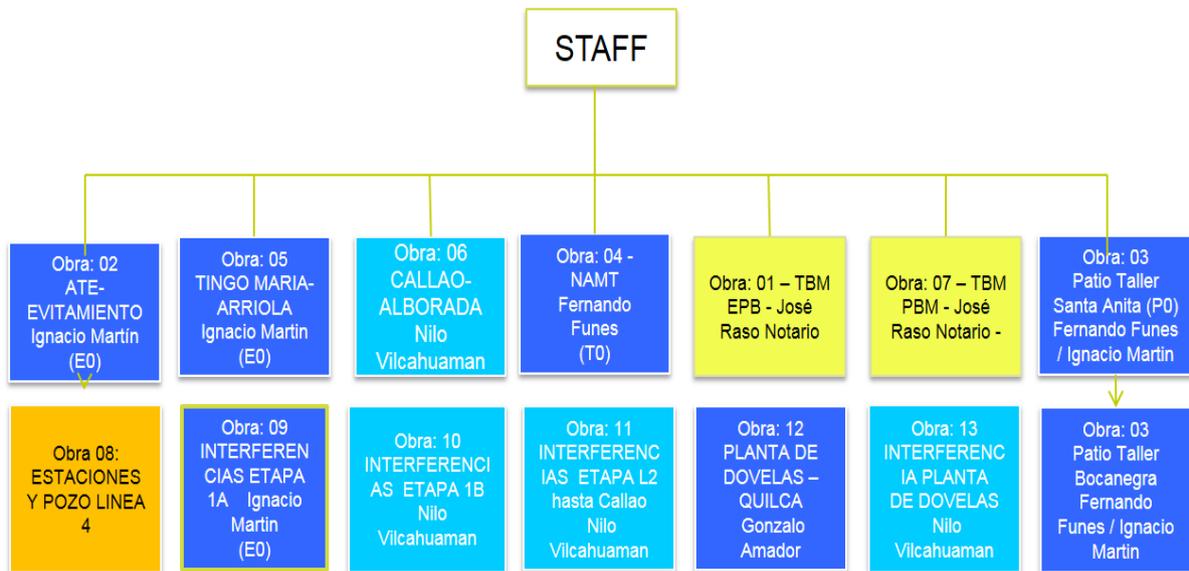
Nota. Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo del CCM2L (2019).

1.4. Organigrama de la Empresa

1.4.1. Organigrama Funcional y Direccional de la Empresa

Figura 6

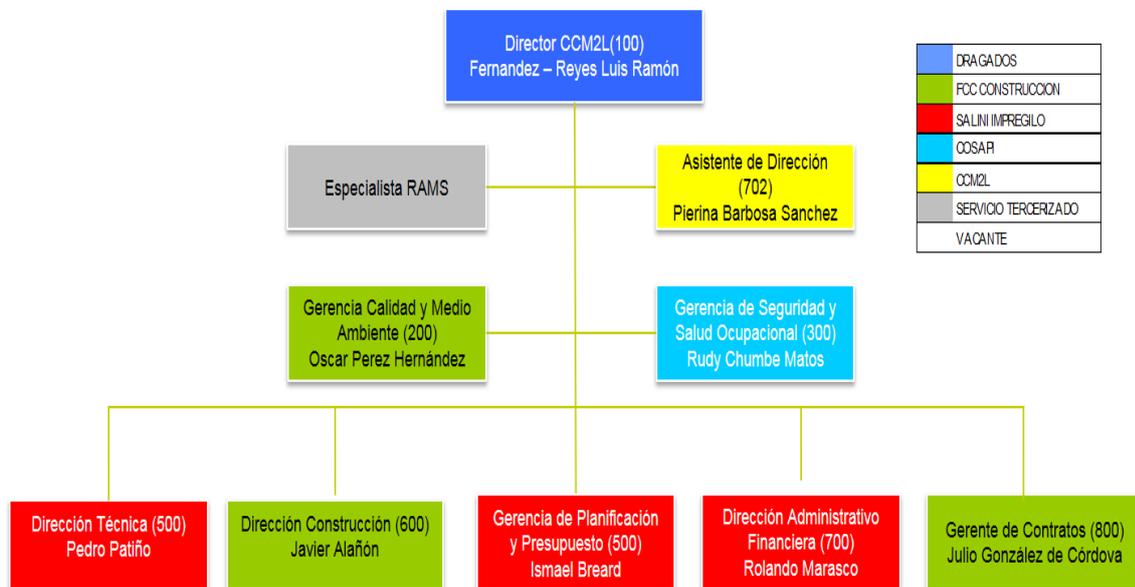
Organigrama funcional del Consorcio Constructor M2 Lima



Nota. Información proporcionada por la Oficina Técnica del CCM2L (2016).

Figura 7

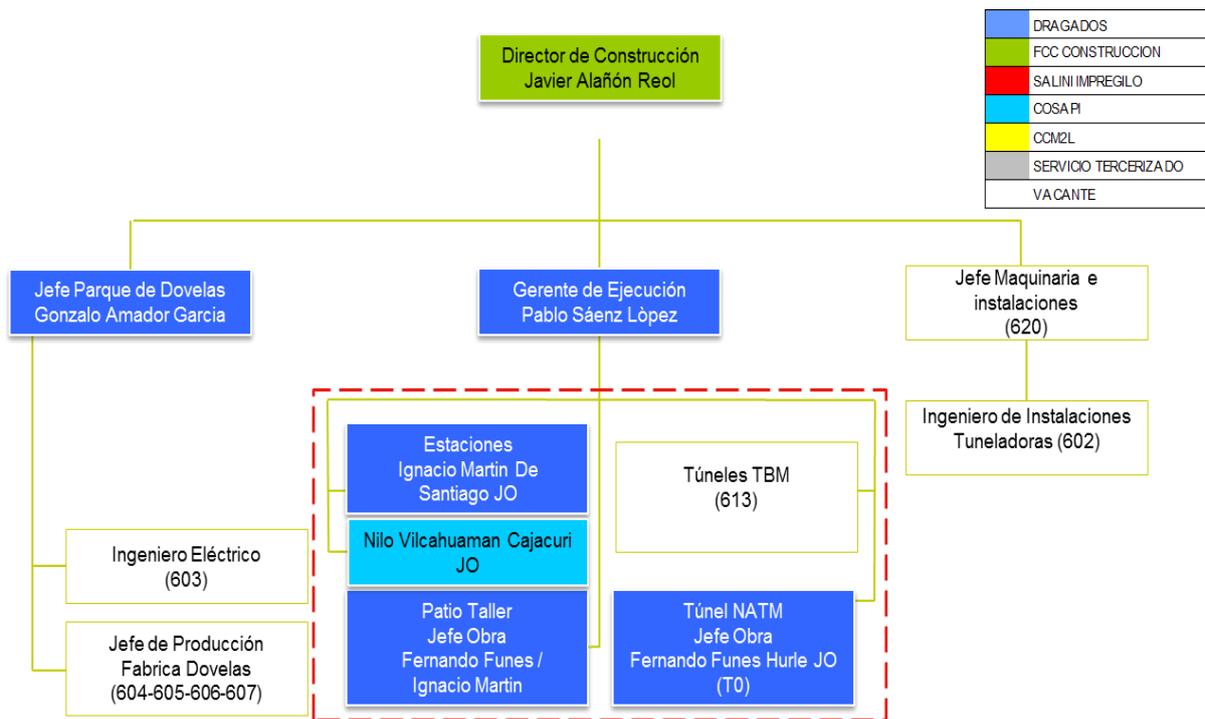
Organigrama dirección de obra Consorcio Constructor M2 Lima



Nota. Información proporcionada por la Oficina Técnica CCM2L (2016).

Figura 8

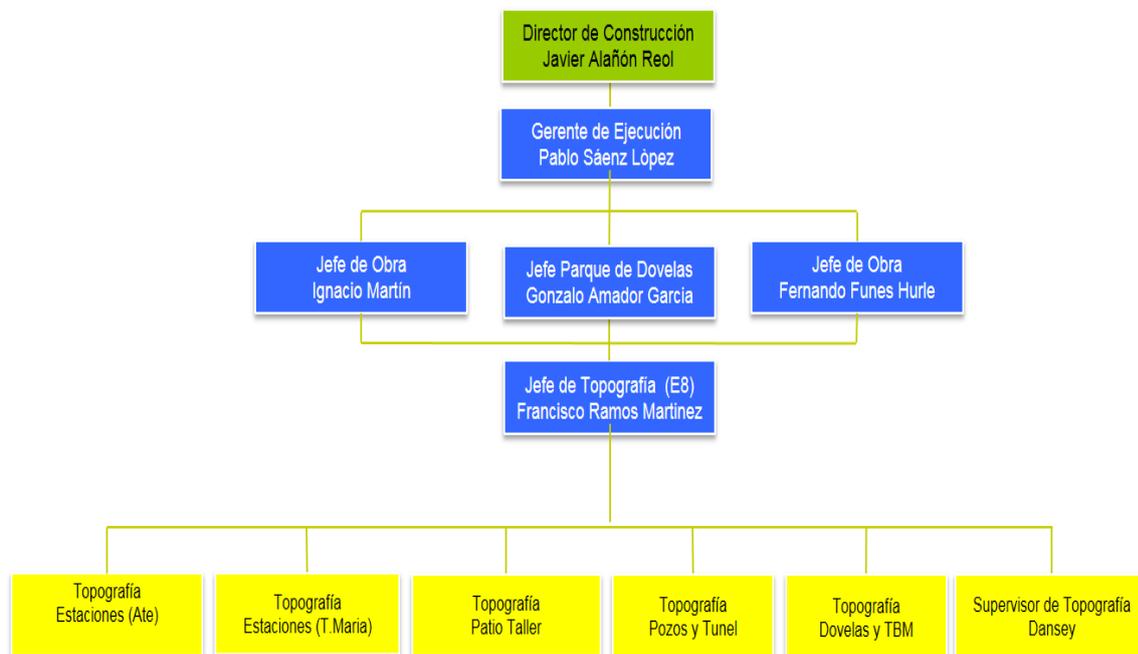
Organigrama dirección de construcción del Consorcio Constructor M2 Lima



Nota. Información proporcionada por la Oficina Técnica CCM2L (2016).

Figura 9

Organigrama de topografía del Consorcio Constructor M2 Lima

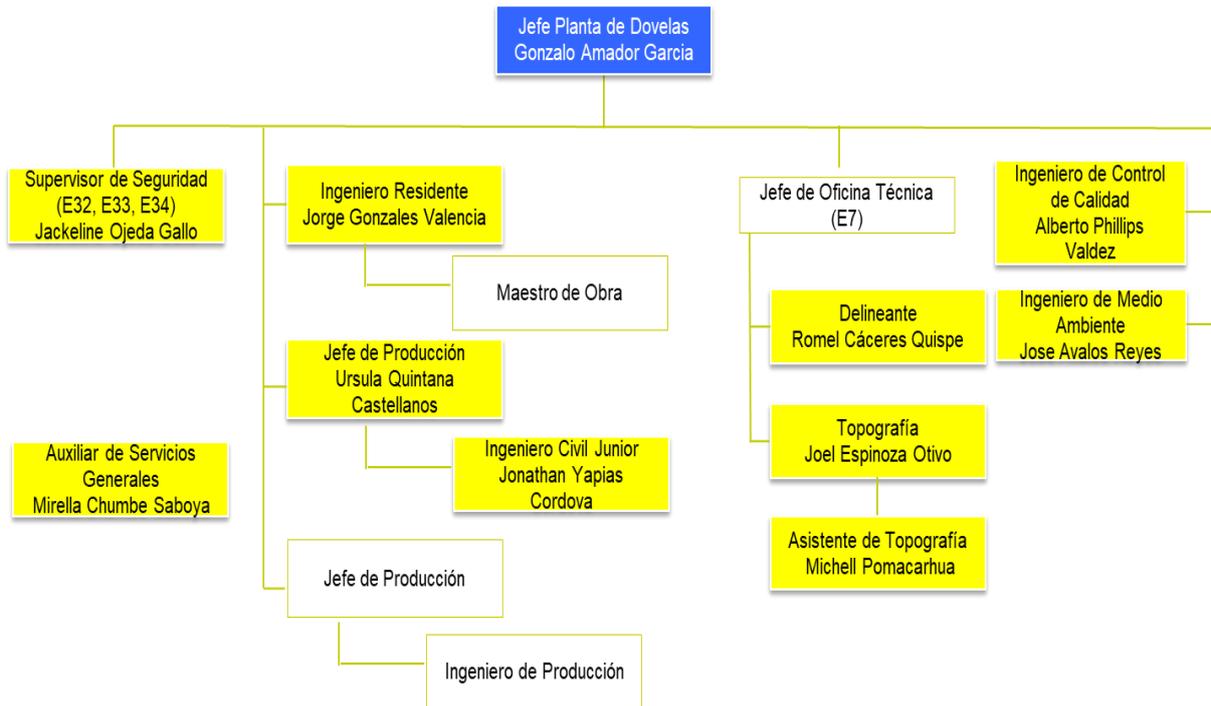


Nota. Información proporcionada por la Oficina Técnica CCM2L (2016).

1.4.2. Organigrama obras Planta de Dovelas y Túnel con TBM

Figura 10

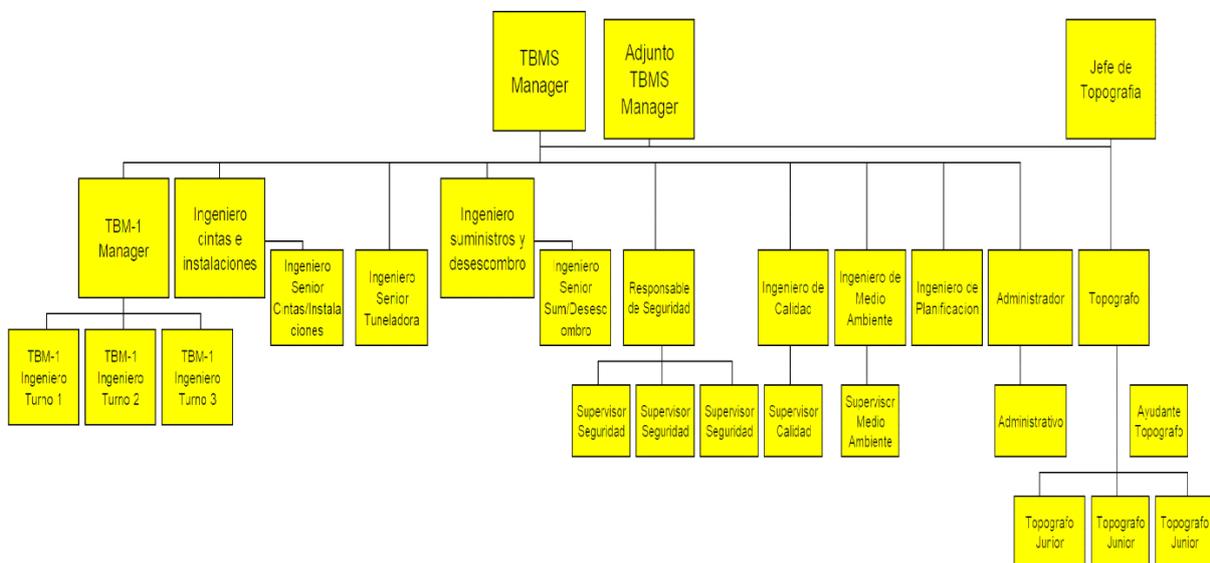
Organigrama Planta de Dovelas del Consorcio Constructor M2 Lima



Nota. Información proporcionada por la Oficina Técnica CCM2L (2018).

Figura 11

Organigrama túnel con TBM del Consorcio Constructor M2 Lima



Nota. Información proporcionada por la Oficina Técnica CCM2L (2018).

1.5. Visión y Misión

1.5.1. Visión

Queremos ser el Consorcio Constructor de referencia a nivel nacional en la acción de soluciones dirigidas a la conformidad de los ciudadanos, para el desarrollo sostenible de la sociedad. Una empresa de variedad e integrada, responsable con sus empleados y un ejemplo por su capacidad para crear valor e innovar para dar alternativas y soluciones a las necesidades sociales.

1.5.2. Misión

Creación de valores para una sociedad, generando una gestión y creación de servicios necesarios para diseñar, calcular expedientes y construir diversos tipos de infraestructuras para asegurar la calidad, la productividad, la seguridad y protección ambiental, dentro de los plazos y presupuestos estimados, con la contribución eficiente, segura y sostenible al bienestar de todos los ciudadanos.

1.6. Bases Legales o Documentos Administrativos

1.6.1. Marco Normativo

El Consorcio Constructor M2 Lima cuenta con un Manual de Gestión de la Calidad para todas las etapas de la ejecución de las obras permanentes y provisionales. Se aplica según las normas ISO 9001 sistema de gestión de calidad, ISO 14001 gestión del medio ambiente, OHSAS 18001 gestión de seguridad y salud, cuyo propósito fundamental es tener una descripción del sistema de aseguramiento de la calidad, seguridad y medio ambiente de todos los elementos operativos, que sirva de referencia permanente para la implantación y el mantenimiento del Sistema de Gestión del CCM2L y su aplicación en obra.

La empresa cuenta con un marco normativo codificado como ML2-CML-GEN-C-000-GRAL-GRGEN-DIS-CD-9001-00 para la aplicación del proyecto con normas nacionales e

internacionales NTE.E020-30-50-60-90, ACI (USA), ASTM (USA), Euro normas, UNE, EN (EN), AASHTO, UNE-EN, entre otras, para las siguientes disciplinas:

1.6.1.1. Seguridad y Diseño Funcional. El dimensionamiento de las estaciones de la Línea 2 viene condicionado en gran medida por el escenario de emergencia. Al tratarse de estaciones enterradas de ferrocarriles metropolitanos, y ante la falta de legislación nacional sobre este tema específico, la norma de referencia de ámbito internacional, para llevar a cabo el dimensionamiento, es la NFPA-130. Dicha norma define los parámetros básicos de evacuación y determina en gran medida la geometría básica de la estación, así como gran parte de su construcción.

Las otras normas o estándares complementarios utilizados para el diseño funcional-arquitectónico y de seguridad de las estaciones son las que seguidamente se citan:

- NFPA 101(R), Código de Seguridad Humana [Ed. 2012].
- NFPA 220, Standard on Types of Building Construction (Norma sobre Tipos de Construcción de Edificios) [Ed. 2013].
- TCRP REPORT 100 – Transit Capacity and Quality of Service – manual2nd (Capacidad de Tránsito y Calidad de Servicio – manual2do) ed.2003.
- Station Planning Standards and Guidelines – Good Practice Guide de Londres (Normas y Directrices de Planificación de Estaciones – Guía de Buenas Prácticas de Londres) [ed. 2012].
- Reglamento Nacional del Sistema Eléctrico de Transporte de Pasajeros en vías férreas que formen parte del Sistema Ferroviario Nacional aprobado por decreto Supremo N.º 039-2010-MTC y modificado por decretos Supremos N.º 003-2013-MTC y N.º 001-2014-MTC.
- RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones [Ed. 2014].

1.6.1.2. Trazado. En el Contrato de Concesión no se incluye un apartado específico para Trazado. Para el marco normativo se recopiló en otros apartados que son de aplicación en trazado. Para el diseño del trazo se ha empleado la siguiente normativa de referencia:

- Decreto Supremo N.º 039-2010-MTC. Decreto Supremo que aprueba el reglamento nacional del sistema eléctrico de transporte de pasajeros en vías férreas que formen parte del sistema ferroviario nacional.

Y para el cálculo de las distancias a obstáculos:

- UNI 7360. Ferrocarriles Metropolitanos. Gálbo cinemático y gálbo límite del material rodante. Perfil mínimo de los obstáculos y distancia entre las vías.
- UNI 7361. Ferrocarriles Metropolitanos. Movimientos transversales máximos del material rodante.
- UNI 7508. Ferrocarriles Metropolitanos. Andenes de estaciones.

1.6.1.3. Geología, Geotecnia e Hidrogeología. En la elaboración de toda la documentación necesaria para la realización de los informes de Geología, Geotecnia e Hidrogeología se consideran las siguientes normativas:

- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) de Perú.
 - Título I. G.050, Seguridad durante la construcción.
 - Título II.2. CE.020, Estabilización de suelos y taludes.
 - Título III.2. E.030, Diseño sismorresistente.
 - Título III.2. E.050, Suelos y cimentaciones.
- Normas AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Normas MTC.
- En 1997 – 2: Eurocode 7, Geotechnical design, Part 2: Ground investigation and testing.

- BS 5930: Code of Practice for Site Investigations.
- BS EN ISO 14688-2:2004, Geotechnical investigation and testing. Identification and classification of soil. Principles for a classification.
- ASTM D420-98(2003) Standard Guide to Site Characterization for Engineering design and Construction Purposes.
- Norma ASTM D 2488 (Práctica estándar para la descripción e identificación de suelos-procedimiento visual manual).
- Norma ASTM D 422 (Método de análisis del tamaño de las partículas de suelo).
- Norma ASTM D 2167 (Método densidad y peso unitaria por el Globo de Hule).
- Norma ASTM D 2487 (Práctica estándar para la clasificación de suelos para propósitos de ingeniería).
- Norma ASTM D 3282 (Características del sistema de clasificación AASHTO).
- Norma ASTM D 4318 (Práctica estándar para límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos).
- Norma ASTM D 2216 (Método de prueba estándar para la determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) de suelos y rocas por masa).
- Normas AASHTO.
- Norma NTP.
- Normas MTC.
- International Building Code (IBC) 2009.
- ASTM- D 4394 – 84: Standard Test Method for determining the In Situ Modulus of deformation of Rock Mass Using the Rigid Plate Loading Method.
- ASTM - D 4428/D 4428M – 00: Standard Test Methods for Crosshole Seismic Testing.
- ASTM - D 5777 – 00: Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Investigation.

- ASTM - D 7400 – 08: Standard Test Methods for Down-Hole Seismic Testing
- ISRM: Suggested methods for deformability determination using a flexible dilatometer.
- ACI: American Concrete Institute.
- Guía de cimentaciones en obras de carretera. Ministerio de Fomento, Gobierno de España.
- Guía para el diseño y ejecución de anclajes al terreno. Dirección Técnica de la Dirección General de Carreteras y AETESS. Gobierno de España.

Donde no se señalan normas específicas para la realización de un ensayo y/o no existen normas peruanas de referencia se utilizarán normas internacionalmente reconocidas; en orden de preferencia: ASTM, Eurocodes, BS.

1.6.1.4. Obras Civiles Superficiales y Subterráneas TBM y NATM. En este punto, se realiza la siguiente división:

- Obras civiles en superficie:
 - Edificios de Patio Taller.
 - Estación de 28 de Julio de Línea 1.
- Obras civiles subterráneas:
 - Pozos y estaciones.
 - Túnel NATM.
 - Túnel TBM.
 - Túnel en trinchera.

Respecto a las obras civiles en superficie, se recoge la documentación de referencia a usar en el diseño de las obras civiles en superficie (edificios de Patio Taller y estación de L1 de 28 de Julio).

- Reglamento Nacional de Edificaciones (2009):
 - NTE.E.020, Cargas.

- NTE.E.030, Diseño Sismo Resistente.
- NTE.E.050, Suelos y Cimentaciones.
- NTE.E.060, Concreto armado.
- NTE.E.090, Estructuras metálicas.
- Normativa de apoyo para detalles específicos y/o cálculos de contraste:
 - Norma ACI (USA).
 - Norma ASTM (USA).
 - Euro Normas (EN).
 - AASHTO LRFD BRIDGE. design Specification Ed.2012.

1.6.1.4.1. Obras Civiles Subterráneas, Pozos, Estaciones, Túnel TMB y en Trinchera.

A continuación, se recoge la documentación de referencia a usar en el diseño de los pozos, el túnel con TBM y en trinchera, y las estaciones subterráneas del proyecto.

a) Normas de Diseño:

- EN-1990 2003: Bases de cálculo de estructuras.
- EN-1991-1-1 2003: Acciones generales en estructuras.
- EN-1992-1-1 2010: Proyecto de estructuras de hormigón.
- EN-1993-1: Diseño de estructuras de acero (Eurocódigo 3).
- EN-1994-1: Diseño de estructuras mixtas de acero y hormigón (Eurocódigo 4).
- EN-1998-1 2011: Proyecto de estructuras sismorresistentes.
- EN-1997-1 2004: Eurocódigo 7. Proyecto geotécnico.

b) Normas de construcción:

- UNE-EN 13670 2013: Ejecución de estructuras de hormigón.
- UNE-EN 206-1 2008: Hormigón. Especificaciones, prestaciones, especificaciones y conformidad.
- UNE-EN 1536:2011: Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Pilotes perforados.

- UNE-EN 1538:2011: Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Muros-pantalla.
- c) Publicaciones y normas de apoyo para detalles específicos y/o cálculos de contrastes.
- AASHTO LRFD BRIDGE. design Specification Ed.2012.
- Seismic design of Tunnels. A Simple State of the Art design Approach. 1991 William Barclay Parsons Fellowship. Parsons Brinckerhoff. Monograph 7.
- Technical Manual for design and Construction of Road Tunnels-Civil Elements. Publication No. FHWA-NHI-10-034. december 2009.
- Hashash, Y. M. A et. al. “Seismic design and analysis of underground structures” – ITA/AITES, 2001.
- ITA-Guidelines for design of Shield Tunnel Lining. November 1999.
- ITA-Seismic design and analysis of underground structures. 2001.
- Seismic design of the Stations and the Inter-Station Tunnels of a Metro-Line in soft ground: a case study. Vrettos, Chen, Rizos. 2012.
- NCHRP Report 611. Seismic Analysis and design of Retaining Walls, Buried Structures, Slopes, and Embankments.
- FHWA.

1.6.1.4.2. Obras Civiles Subterráneas. Túnel NATM. A continuación, se recoge la documentación de referencia a usar en el diseño del túnel en NATM.

- Norma ACI 318-11, “Building Code Requirements for Reinforced Concrete and Commentary”.
- Normas ASTM.
- Norma europea EN 14651, “Método de ensayo para hormigón con fibras metálicas. Determinación de la resistencia a la tracción por flexión”.
- Norma europea EN 14488-5, “Ensayos de hormigón proyectado. Parte 5: determinación de la capacidad de absorción de energía de probetas planas reforzadas con fibras”.

- Norma E.030, “Diseño Sismorresistente” del Reglamento Nacional de Edificación de Perú.
- Norma E.060, “Concreto Armado” del Reglamento Nacional de Edificación de Perú.
- Manual de Diseño de Puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú.
- Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” (EG-2013).
- Normas peruanas NTP y del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Norma ANSI: American National Standard Institute.
- Norma AWS: American Welding Society.

1.6.2. Procedimientos Generales

Los procedimientos de gestión establecen las actuaciones para desarrollar adecuadamente las labores en la ejecución de actividades del Consorcio Constructor.

El Consorcio Constructor M2 Lima cumple con las normas ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007. Aunque existen requisitos adicionales en cada procedimiento de gestión, se encuentra el marco normativo nacional e internacional si es que se requiere.

A continuación, se hace un resumen descriptivo del contenido de los Procedimientos Generales del Sistema de Gestión:

- PG-CML-100: Manual de Gestión de Calidad que contiene los lineamientos para gestionar la calidad en el proceso constructivo, materiales, normas etc.
- PG-CML-120: Organización y funciones define el modelo organizativo que estructura las diferentes organizaciones que constituyen el Consorcio Constructor, determinando las interrelaciones jerárquicas y funcionales, así como las funciones y responsabilidades generales de cada una de ellas.

- PG-CML-121: Organización y funciones de la gerencia de calidad y medio ambiente define el modelo organizativo de la gerencia de Calidad y Medio Ambiente del Consorcio Constructor M2 Lima en el contexto de las organizaciones que conforman el proyecto, determinando su interrelación jerárquica y funcional, así como las funciones y responsabilidades generales.
- PG-CML-125: Revisión por la dirección de la gestión de calidad y medio ambiente. En él se estructura la herramienta para definir y gestionar los indicadores derivados de los objetivos estratégicos mediante relaciones causa-efecto que, conectando fines con actuaciones y medios, hagan posible la rápida respuesta ante cambios en los resultados previstos. El Sistema de Gestión facilita la revisión por la Dirección.
- PG-CML-130: Organización de la dirección técnica define las actividades, interrelaciones y responsabilidades del área de la Dirección Técnica y se define la gestión que realiza la Dirección Técnica para la elaboración de los estudios definitivos de ingeniería.
- PG-CML-160: Gestión de incidencias y reclamos. Se encarga de definir el método para identificar, registrar, realizar el seguimiento y monitorear el avance de una actividad, evento, condición o situación que puede tener un impacto comercial (en términos de tiempo y costo) para CCM2L, pero que no cuenta con un medio de pago aprobado por el concedente, amparado en el Contrato de Concesión.
- PG-CJV-200. Gestión de abastecimientos. Tiene la finalidad de describir y reglamentar todos los pasos y las pautas del proceso de gestión de los abastecimientos de bienes (materiales, repuestos, maquinaria, equipos, instalaciones) y servicios (subcontratos, encargos y puesta en obra, servicios generales, alquileres y servicios de transporte).

- PG-CML-210. Evaluación y seguimiento de proveedores. Se encarga de establecer el modo en que el Consorcio Constructor M2 Lima realiza la evaluación previa y el seguimiento de proveedores hasta la finalización de sus trabajos.
- PG-CML-304: Desarrollo y control del diseño definiendo el proceso organizativo propio para el desarrollo del diseño y estableciendo el sistema de control del mismo. Tiene la finalidad de asegurar el cumplimiento de los requisitos de entrada del concedente y una coordinación eficiente y eficaz de los consultores de diseño involucrados, así como una integración multidisciplinaria interna y externa del CCM2L.
- PG-CML-305: Control de la documentación. Define las medidas necesarias para asegurar que los documentos que pueden afectar la calidad sean elaborados, revisados, aprobados, distribuidos, utilizados, archivados, retirados y destruidos bajo condiciones controladas.
- PG-CML-305-01: Distribución y control de documentos constructivos. Define las medidas para asegurar que los documentos que se usarán en el proyecto no cuenten con ninguna observación. Se aprueba para su emisión y/o actualización. Además, se deben establecer los criterios de emisión, aprobación, distribución, registro y modificación de los documentos constructivos utilizados en las obras por CCM2L.
- PG-CML-308: Plan de Calidad. Este procedimiento establece las directrices para la preparación y el desarrollo del Plan de Calidad, así como la estrategia para planificar la obra desde el punto de vista de la calidad.
- PG-CML-309: Revisión de proyecto. Establece las responsabilidades y las actuaciones necesarias para realizar la revisión del proyecto, así como del resto de documentación técnica contenida en el contrato, con el fin de determinar, en detalle, si existen problemas desde el punto de vista de la ejecución. En este sentido, la revisión se enfoca

hacia la localización de elementos que no están totalmente definidos, cuya solución se puede mejorar, o que puedan generar afecciones a terceros o al medio ambiente. Como consecuencia de la revisión mencionada pueden existir adecuaciones del proyecto. Este procedimiento trata también de la gestión de estas posibles adaptaciones.

- PG-CML-312 Archivo de obra. En él se establecen las medidas necesarias para asegurar que los documentos que se usarán en las diversas obras del metro se digitalicen y archiven, tanto en papel como en formato digital y de forma adecuada. Se conservan los documentos originales durante los plazos legales establecidos.
- PG-CML-314: Control de procesos. Establece los criterios para la definición, seguimiento y control de los procesos de construcción. Determina cuándo es preciso disponer de un procedimiento constructivo específico en función de la concurrencia o no de características especiales de la actividad a desarrollar. Especifica la inclusión de métodos y procesos constructivos, fichas técnicas de construcción, instructivos, criterios para la ejecución de unidades y disposiciones cuando existen incumplimientos de requisitos, estableciendo al menos las condiciones siguientes:
 - Los criterios de ejecución del trabajo tan completamente como sea posible.
 - La supervisión y el control del proceso y de las características del elemento durante su construcción.

Se define el proceso a seguir para que determinados materiales, fijados en la planificación, queden identificados y registrados a lo largo de la obra.

- PG-CML-315: Inspección, ensayo y pruebas. Establece las directrices para la preparación de los PPI o llamados Programas de Puntos de Inspección, ensayos y pruebas, así como la elaboración y aplicación de los registros de control de ejecución correspondientes, o bien el uso de protocolos/partes de inspección. Se determina tanto

el alcance a dar a las inspecciones, a los ensayos de materiales y elementos, y a las pruebas, como las responsabilidades y el momento de la ejecución de estas actividades.

- PG-CML-317: Acciones preventivas correctivas y no conformidades de obra. Establece las medidas que traten de evitar procesos constructivos no adecuados, no aplicación de normas ni procedimientos, ni la aplicación de productos y/o equipos sin certificación.
- PG-CML-324: Seguridad y Salud Ocupacional. Establece lineamientos básicos de actuación para la seguridad y la salud ocupacional en las obras.
- PG-CML-327: Planificación ambiental. Implanta el cumplimiento de los requisitos exigidos por las normas legales, la mejora continua de los resultados de las actividades del Consorcio Constructor que tengan o puedan tener incidencia significativa en el medio ambiente y en la sociedad, mediante:
 - La implantación de políticas, programas y procedimientos de actuación.
 - La evaluación sistemática del rendimiento y efectividad de estos elementos.
- PG-CML-328: Gestión Social. Define los lineamientos para el desarrollo de las actividades relacionadas con la gestión social establecida en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto.
- PG-CML-329: Gestión del Patrimonio Cultural. Define los lineamientos para el desarrollo de las actividades relacionadas con el proyecto en relación con las posibles afecciones al patrimonio cultural.
- PG-CML-340: Gestión del Cronograma. Define los lineamientos para la correcta gestión del cronograma del proyecto.
- PG-CML-350: Plan general de topografía. Este documento aporta las directrices para elaborar los planes de topografía individualizados para cada obra si se amerita.
- PG-CML-351: Procedimiento de verificación/calibración de equipos de topografía. Se establecen los pasos a seguir para el cumplimiento del plan de calidad de equipos de

topografía para garantizar el uso correcto de los mismos. Se indican las periodicidades de las revisiones y las tolerancias máximas admitidas de desviación.

- PG-CML-601: Selección e incorporación de personal. Establece los lineamientos para el reclutamiento, evaluación e incorporación de personal según las necesidades de operación.
- PG-CML-602: Solicitud de ingreso de personal de subcontratista. Se definen los lineamientos de CCM2L para el ingreso de personal propio, personal de subcontratistas de obra o servicio y profesionales independientes que ingresen a trabajar en cualquier zona de operación.
- PG-CML-610 Formación. Se establece los lineamientos para la gestión de la formación, del entrenamiento y de la concienciación de los colaboradores de CCM2L.
- PG-CML-720: Auditorías. Describe el proceso de auditorías y establece la asignación de responsabilidades, así como los métodos a emplear en el desarrollo de todas las actuaciones especificadas anteriormente. Prescribe las actuaciones a llevar a cabo para la planificación, preparación, actuación, seguimiento y finalización de las auditorías.

1.6.3. Protocolo Covid-19

El consorcio implementa un Plan de Prevención, Disminución del Riesgo de Transmisión del Sars-Cov-2 (COVID-19) en el lugar de trabajo, a través de lineamientos generales y específicos para la vigilancia, prevención y control de la salud de los trabajadores en general.

Estableciendo los lineamientos para el control de brotes y acciones permanentes frente al coronavirus COVID-19 en el lugar de trabajo, bajo criterios epidemiológicos, de acuerdo a las leyes N.º 29783, 26842, 29733 y Decreto Supremo N.º 080-2020-PCM, Decreto de Urgencia N.º 026-2020, 055-2021, medidas temporales y excepcionales para prevenir la COVID-19.

1.7. Descripción del Área Donde se Realizan las Actividades Profesionales

El área de topografía reporta y pertenece a la oficina técnica que tiene la responsabilidad del control de interferencias que afectan la construcción normal de las obras, como las redes de servicios públicos y/o cualquier infraestructura instalada que tenga como fin un uso público, hasta la verificación del retiro, reubicación y reposición de todas las interferencias. Asimismo, por razones técnicamente justificadas, y por un acuerdo entre el concedente y el concesionario, la oficina técnica es responsable de la elaboración del proyecto de ingeniería para la liberación de interferencias que sean necesarias para la construcción de las obras. Para tal fin, la oficina técnica elabora expedientes técnicos con la información proporcionada por el área de topografía, el presupuesto y la forma de pago. Para la elaboración de estos expedientes se cuenta con el apoyo de un consultor de diseño, quien apoyan hasta la aprobación de los expedientes que se distribuyen a producción por intermedio del área de calidad.

El área de Topografía tiene la responsabilidad de la preparación de información técnica a incluir en los EDIs, ampliaciones de la cartografía base, toma de detalles de estructuras, control topográfico en obra y otras labores que se le encomiende como calidad, producción, seguridad o medioambiente.

1.7.1. Descripción de las Obras

1.7.1.1. Fábrica de Dovelas. El proyecto se construyó y se ubica en la Av. Faucett de la provincia del Callao. Colinda por uno de sus lados con el aeropuerto Jorge Chávez. El proyecto cuenta con dos ingresos: uno vehicular y peatonal (existente), ubicado en el lado norte del terreno; y otro ingreso vehicular, ubicado en lado sur del terreno. Ambos con frente a la Av. Elmer Faucett.

Para el diseño de la obra del conjunto se ha tomado como referencia el arreglo general entregado por el CCM2L EPC y sus sucesivas actualizaciones e información complementaria (alturas, aforos, disposición de naves, etc.). El interior de la planta cuenta con circuitos viales

para los vehículos que descargan y transportan insumos (acero, arena, etc.) a las diferentes áreas de proceso de fabricación de dovelas, y para los que transportan las dovelas terminadas a sus zonas de almacenamiento temporal y a su posición final que es el túnel.

Al exterior de la planta se encuentran los espacios para las actividades complementarias al proceso, como las plantas de concreto, zona de acopio de agregados, laboratorio, almacén, área de acopio de materiales, área para acopio de aceros, áreas para almacenamiento de dovelas y botadero.

El proyecto cuenta también con áreas para vestuarios, comedor, planta de tratamiento de agua, cámaras de bombeo, área para combustible y estacionamientos para el personal. Se construyeron las siguientes edificaciones principales:

1.7.1.1.1. Nave Carrusel de Fabricación de Dovelas. La nave carrusel de fabricación de dovelas es un edificio de 4,500.00 m², para el vaciado del concreto en los moldes y secado en horno a vapor. La nave cuenta con un puente grúa de 20 toneladas y 30.00 m de luz. Recorre 105.00 m y la altura del gancho será de 6.00 m. Cuenta también con una línea de evacuación que transporta las dovelas al pórtico de acopio.

1.7.1.1.2. Nave de Fabricación de Armaduras. La nave de fabricación de armaduras es un edificio de 1,700.00 m² que se emplea para formar, soldar y preparar las rejillas o armaduras de acero para luego ser llevadas a la nave de carrusel. Cuenta con un puente grúa de cinco toneladas y 17.00 m de luz. Recorrerá 100.00 m y la altura del gancho será de 6.00 m. La nave cuenta también con una noria para la transferencia de las armaduras, desde la zona almacenamiento temporal hacia la nave de carrusel.

1.7.1.1.3. Nave de Elaboración de Aceros. La nave de elaboración de aceros es un edificio de 900.00 m donde se mide, corta y prepara el acero que será usado para la elaboración de las armaduras. Cuenta con un puente grúa de cinco toneladas y 9.00 m de luz. Recorrerá

100.00 m de largo y la altura del gancho será de 6.00 m. Cuenta también con mesas para la preparación de las barras de acero, así como mesas de trabajo y plegado de barras.

1.7.1.1.4. Planta de Concreto Dovelas. En este edificio se prepara el concreto para las dovelas. La planta consta de cuatro silos para almacenamiento de cemento con capacidad de 100 tn cada uno. Un grupo de tolvas para cuatro agregados con capacidad de 100 m³. Cinta transportadora a mezcladora. La altura total de la planta es de 25.00 m y se asienta a una cota de +39.00 m sobre el nivel del mar (msnm), elevándose por tanto hasta la cota 64.00 m.

1.7.1.1.5. Pórtico de Acopio. En el pórtico de acopio se almacenan las dovelas terminadas. El pórtico se asienta a una cota de +39.00 msnm, elevándose por tanto hasta la cota 50.60 m. Este pórtico es el responsable de la manipulación de anillos de dovelas para acopio temporal y posterior transporte a túnel.

1.7.1.1.6. Tanque de Agua. Para el almacenamiento de agua se utilizará un tanque metálico prefabricado similar a la marca “CorGal”. El modelo será determinado según los requerimientos de diseño para que cubra la demanda.

1.7.1.1.7. Oficinas, Vestuarios y Comedor. Las áreas destinadas a oficinas, vestuarios y comedor se encuentran agrupadas en un edificio de material prefabricado, de dos niveles. En la planta del primer nivel se ubican los vestuarios para hombres y mujeres, y el comedor. En la planta del segundo nivel se ubican las oficinas, a las cuales se accede a través de una escalera exterior. El área de oficinas tiene capacidad para 18 empleados.

1.7.1.2. Instalaciones TBM S-973. Es la segunda tuneladora o TBM S-973 nombrada Micaela Bastidas heroína del Perú. La construcción del túnel de la Etapa 2 inicia en octubre del año 2022 y terminara en enero del 2023. Sus instalaciones se edificaron en la Estación 4 ubicada en la Av. Insurgentes con Av. Oscar R. Benavides PK 4+075. La excavación es en dirección de la Estación 1 PK 0+000 ubicada en el Puerto del Callao. La Construcción de obras civiles, montaje de instalaciones y montaje de la TBM S-973, las principales instalaciones,

estructuras o infraestructuras que darán la puesta en marcha a la TBM. En la tabla 2 se nombra la mayoría de sus instalaciones y se resumen las principales instalaciones.

1.7.1.2.1. Planta de Separación de Lodos y Bentonita. Es una instalación ensamblada sobre cimientos con zapatas y pedestales. El fin de este tipo de planta es depurar el líquido de lavado de la tuneladora, por lo que se podría decir que la eficiencia de una planta es la base para el éxito en el uso de máquinas tuneladora del tipo EPB y PBM. Esto es posible porque bombea desde la tuneladora hasta la planta por tuberías.

1.7.1.2.2. Planta de Mortero y Bicomponente y de Bentonita. Cimentada de la misma manera que la anterior estructura, su fin es bombear mediante tuberías los compuestos hacia la tuneladora y e inyectar una lechada de cemento con bentonita (componente A) y activarla a la salida del escudo con un aditivo en base silicato (componente B); de esta forma se rellenará con un volumen suficiente para completar la diferencia entre el diámetro de excavación de la TBM (10,27m) y el diámetro exterior del anillo de dovelas (9,9m).

1.7.1.2.3. Sistema de Cinta Transportadora. De igual manera sus cimentaciones son zapatas y pedestales que están instaladas desde la losa de fondo de la Estación N.º 4 hasta la parte superior hasta llegar al foso de escombros que se utiliza para la evacuación de material excedente que la TBM excava y extrae con un tornillo sin fin hasta la cinta transportadora montada en la misma TBM que empalma con la cinta instalada en el túnel, a medida que avanza la excavación y que es empalmada a la cinta en la losa de fondo.

1.7.1.2.4. Sistema de Sellado de Entrada de Excavación de la TBM S-973. Es la estructura que por excavar por los límites del nivel freático y a medida que avanza se va sumergiendo por debajo del nivel freático. Se emplea este sistema que es un anillo de presión para evitar la inundación en la estación y en el mismo túnel.

Tabla 2*Instalaciones de la TBM S-973 para la puesta en marcha*

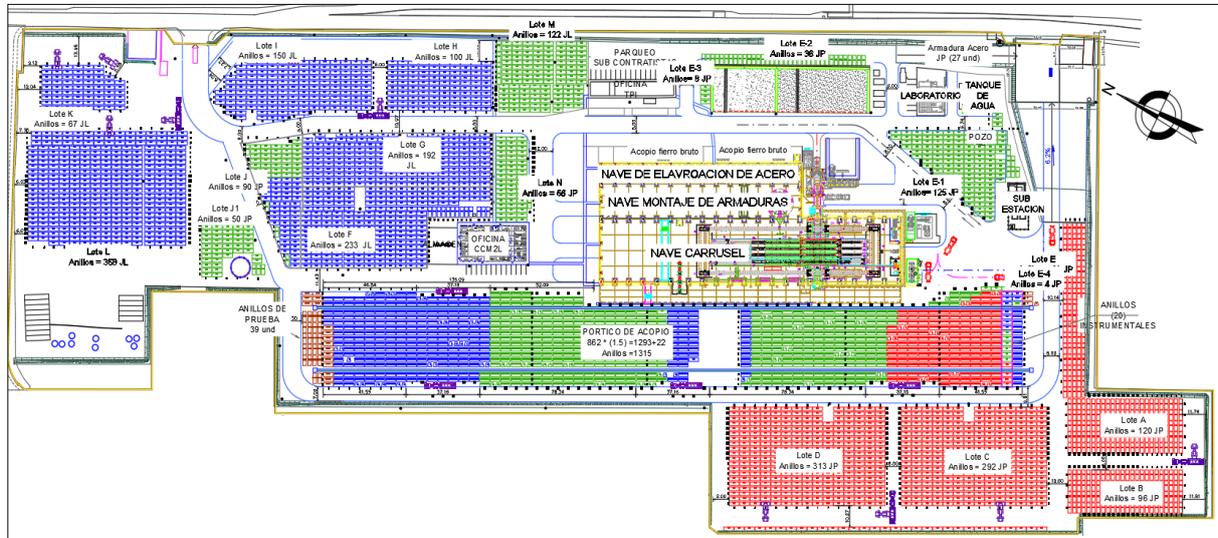
ÍTEM	INSTALACIONES TBM S-973
1	Sistema de cintas trasportadoras
2	Grúa Pórtico
3	Planta de Mortero bicomponente y de bentonita
4	Planta de separación de lodo bentónico
5	Planta Centrifugadora
6	Tanques de Agua y bentonita (limpia y sucia)
7	Foso de escombros
8	Acumulador de banda o cinta trasportadora
9	Sub Estaciones 1, 2, 3
10	Sistema de ventilación del túnel
11	Nave almacén
12	Nave taller
13	Oficinas y vestuarios
14	Sistema de sellado de entrada de la TBM S-973
15	Pórtico de Reacción
16	Montaje Remolque 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
17	Montaje del escudo delantero y accionamiento principal
18	Montaje de la cabeza de corte
19	Montaje de erector de dovelas
20	Montaje del escudo de cola
21	Montaje del tornillo sin fin 1
22	Montaje escudo de cola
23	Montaje tornillo sin fin 2
24	Falso Tunel

Nota. Extraído del procedimiento puesta en marcha TBM2 CCM2L (2022).

1.7.2. Layout de las Obras

Figura 12

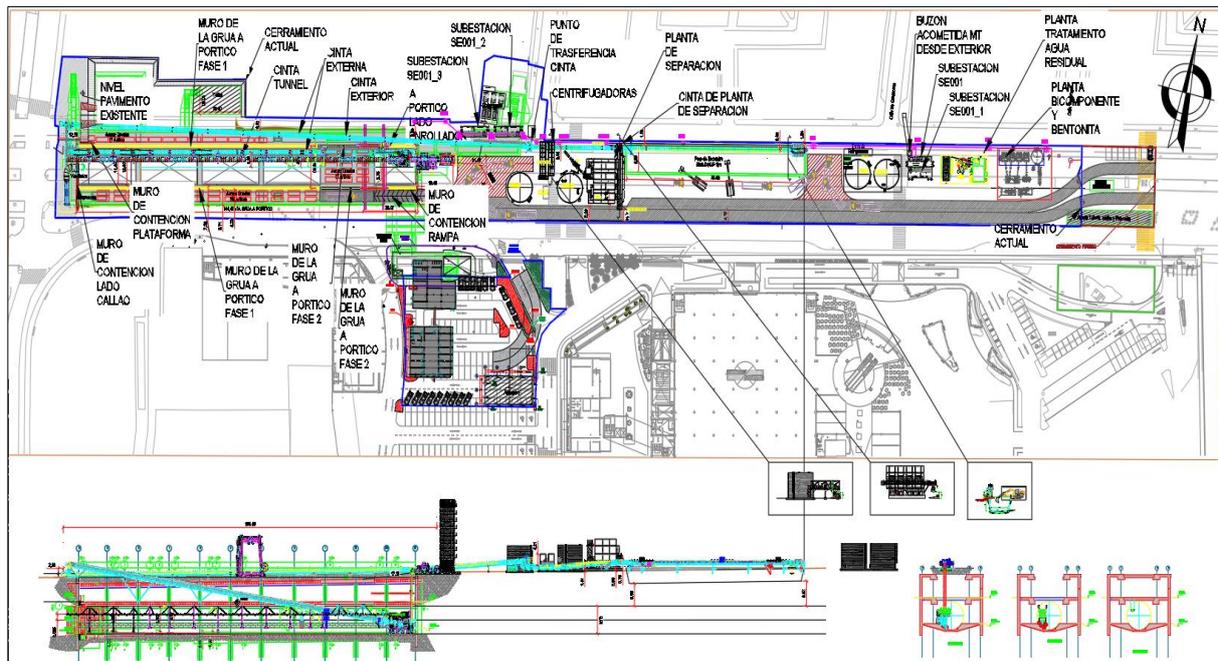
Layout fábrica de dovelas



Nota. Entregable arreglo general plano As built Fabrica de dovelas CCM2L (2021).

Figura 13

Layout instalaciones de La TBM S-973



Nota. Plano Ingeniería Distribución de las Instalaciones de la TBM S-973. Información proporcionada por oficina tecnica CCM2L (2021).

1.7.3. Participación del Bachiller en la Ejecución de las Obras

- Dar el seguimiento preciso en el replanteo y control geométrico de la obra.
- Asegurar la correcta realización y documentación de las inspecciones de control geométrico de acuerdo con las tolerancias establecidas en el presente procedimiento.
- Advertir a quien corresponda (producción, jefatura, etc.) sobre los excesos de tolerancias realizados en los trabajos.
- Garantizar que los listados de replanteo que se utilizan estén controlados y ajustados a la versión vigente.

1.8. Descripción del Cargo y de las Responsabilidades del Bachiller en la Empresa

1.8.1. Cargo Desempeñado

El cargo que desempeñé desde el año 2018 hasta julio del 2022 es de topógrafo en planilla de la empresa Consorcio Constructor M2 Lima (CCM2L).

1.8.2. Responsabilidades del Bachiller

Aplicar correctamente las diversas bases legales y documentos administrativos mencionados en el ítem 1.6, y el que netamente corresponde al área de Topografía es el Plan General de Topografía. Reportar a las distintas áreas involucradas como la oficina técnica, control de la calidad y producción, supervisando el control topográfico en las diversas sub contratistas de concreto, acero, montaje de estructuras, instalaciones sanitarias y eléctricas, montaje de puentes grúas, montaje de equipos para la fabricación de dovelas, montaje en instalaciones de la TBM, etc. Específicos para el correcto funcionamiento de equipos e instalaciones. A continuación, se detallan las responsabilidades como topógrafo en el Consorcio Constructor M2 Lima en las obras de construcción Planta de Dovelas e instalaciones de la TBM S-973.

Tabla 3*Responsabilidades del bachiller*

ÍTEM	RESPONSABILIDADES DEL BACHILLER
1	Elaboración de procedimientos de trabajo para replanteos de obra en base a los datos del EDI y seguimiento, así como coordinaciones de justificación solicitadas por parte del concedente o su representado.
2	Preparación de información topográfica base para los replanteos en obra túneles, estaciones y patios a partir de los EDIs.
3	Supervisión de arranque de trabajos con subcontratistas y seguimiento de estos, preparación de información para posteriores expedientes conforme a obra.
4	Mantenimiento de la Red Geodésica y su actualización anual de acuerdo a las condiciones técnicas. Densificación y diseño de sub-redes para inicio de trabajos.
5	Seguimiento del plan de Calidad en cuanto verificaciones de equipos topográficos propios y de las subcontratas, así como protocolos de liberación.
6	Preparación y selección de personal para formación de equipos para los Jefes de Topografía en los frentes de trabajo y dimensionamiento de las herramientas a utilizar.
7	Seguimiento con la supervisión de la obra de las distintas necesidades que vayan surgiendo para los EDIs y obra.
8	Verificar la elaboración de la documentación técnica relativa a los trabajos de topografía.
9	Coordinar las necesidades de trabajos topográficos demandados por los jefes de topografía de las obras.
10	Determinar los equipos necesarios para el desarrollo de los trabajos de topografía que demanden las diferentes obras.
11	Coordinar con los Jefes de Topografía de las diferentes obras las necesidades tanto materiales como de personal.
12	Verificar que se aplica el Procedimiento de Control de la Documentación para asegurar que los listados de replanteo se encuentran debidamente actualizados y controlados.
13	Gestionar la realización en tiempo y forma de las mediciones de la obra.
14	Controlar el cumplimiento del Plan de Aseguramiento de la Calidad en las tareas topográficas.
15	Verificar que los aparatos topográficos se encuentran debidamente calibrados y son chequeados con la periodicidad establecida en el programa de control de los equipos topográficos.

ÍTEM	RESPONSABILIDADES DEL BACHILLER
16	Redactar y tramitar los Informes de No Conformidades que procedan y llevar a efecto las medidas que se adopten para su resolución.
17	Elaborar el plan de topografía de su obra.
18	Gestionar la elaboración de la documentación técnica relativa a los trabajos de topografía.
19	Coordinar las necesidades de trabajos topográficos demandados por los responsables de producción, mediciones y control geométrico.
20	Determinar los equipos necesarios, materiales y de personal, para el desarrollo de los trabajos de topografía que demanden las diferentes obras y gestionar su solicitud ante el Jefe del Departamento de Topografía.
21	Verificar que se aplica el Procedimiento de Control de la Documentación para asegurar que los listados de replanteo se encuentran debidamente actualizados y controlados.
22	Gestionar la realización en tiempo y forma de las mediciones de la obra.
23	Controlar el cumplimiento del Plan de Aseguramiento de la Calidad en las tareas topográficas.
24	Verificar que los aparatos topográficos se encuentran debidamente calibrados y son chequeados con la periodicidad establecida en el programa de control de los equipos topográficos.
25	Redactar y tramitar los Informes de No Conformidades que procedan y llevar a efecto las medidas que se adopten para su resolución.
26	Utilizar siempre listados debidamente actualizados y controlados.
27	Controlar que los aparatos bajo su responsabilidad se encuentran debidamente calibrados y proceder a su comprobación con la periodicidad establecida.
28	Aplicar el Plan de Calidad en su trabajo, realizando las comprobaciones necesarias.
29	Adoptar las medidas de Seguridad y Salud que les sean propias.
30	Comunicar las incidencias o desviaciones que pudieran dar lugar a No Conformidades.

Nota. Información de obligación de dentro del Plan de Topografía CCM2L. Información proporcionada por el área de Control de Calidad CCM2L (2016).

Capítulo II : Aspectos Generales de las Actividades Profesionales

2.1. Antecedentes o Diagnóstico Situacional

2.1.1. Obra 12 Planta de Dovelas

Con fecha 26 de diciembre del 2016 se suscribe el Acuerdo de Encargo de la Liberación de Interferencias identificadas en el área a transferir por la Marina de Guerra del Perú a favor de la AATE en mérito de la Adenda N.º 1 al Convenio Específico de Cooperación Interinstitucional para el proyecto de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao. La liberación de interferencias se realizó en un área de 110012.445 m² conformada por redes de agua, alcantarillado y comunicaciones, reubicación de edificios, reubicación de ingreso de la Marina de Guerra, demoliciones y movimiento de tierra. Ello con el fin de construir e instalar la planta o fábrica de dovelas que ocupa un área de 7317.45 m², además de sus instalaciones auxiliares, planta de concreto, tanque de agua, planta de tratamiento, sub estación eléctrica y una grúa pórtico rodante que se desplaza 360 m para acopiar los anillos de concreto que conforman siete dovelas. El resto del espacio sirve como acopio temporal de anillos. Para el túnel de metro se tiene proyectado fabricar 12960 anillos.

La liberación de interferencias inició en febrero del año 2018 y culminó en diciembre de ese año. La fase de construcción de la Planta de Dovelas inició en enero del 2019 y culminó en noviembre de ese año, iniciando la fabricación de las dovelas de prueba según lo indicado por las especificaciones técnicas para encontrar la receta adecuada en cuanto al diseño de mezcla. En diciembre de ese año se concluyó con la fabricación de 42 anillos de prueba, y la certificación del anillo maestro por parte de la empresa Bureau Veritas. De allí oficialmente se inició la operación de fabricación de dovelas con el visto bueno de la supervisión CSIL2. En promedio se fabricaron 13 anillos diarios que son 91 dovelas. En junio del 2021 se fabricaron 2217 anillos de junta pesada que se usarán en el tramo de la Estación 1 en el puerto del Callao en la Av. Insurgentes, que son para utilizarlos en presencia del nivel freático; y 1588 anillos de

junta liviana que se utilizarán en los tramos de la Estación 4 en la Av. Insurgentes hasta la Estación 19 en Sanjuán de Dios. Conforman un total de 3805 anillos que ocupan todo el espacio que se tenía en el acopio de la Planta de Dovelas. En ese momento, el funcionamiento de la TBM se tuvo que parar por la fabricación de dovelas.

2.1.2. Obras 7 Túnel con TBM o Tuneladora (EPB modificada)

Cuando se termine el proyecto Metro de la Línea 2, que constituye un total de 27 km de túnel aproximadamente, de la Estación 1 a la Estación 4 se excavará con la TBM 2 (EPB modificada-PBM) o TBM S-973 que lleva el nombre de Micaela, homenaje a la heroína Micaela Bastidas. De la estación 4 hasta la Estación 19 se excava con la TBM 1 (EPB) o TBM-S972 que lleva el nombre de Delia, homenaje a Delia Tasaigo, la primea ingeniera en graduarse en Perú. De la estación 19 hasta la Estación final de la Línea 2, que es la 27, se viene excavando con el método NATM, que es el convencional austriaco. Cabe resaltar que entre estación y estación la distancia es de un kilómetro, aproximadamente.

Para la puesta en marcha de excavación con las TBM S-973 que iniciarán la excavación la primera semana de octubre 2022, se requiere de infraestructuras e instalaciones auxiliares, además del montaje o ensamblaje de la TBM con protocolos asesorados y supervisados por Herrenknecht AG diseñadores y fabricantes de las tuneladoras. En julio del año 2020 se inició la construcción de las instalaciones y el ensamblaje de la TBM 1 en la estación 19, culminando los trabajos junto con las pruebas de funcionamiento para poder iniciar la excavación en julio del 2021. La excavación inicio en la Estación 19 en dirección a la Estación 18, conectando el primer tramo de túnel excavado con tuneladora el 21 de enero de este año (2022) y luego continuó su excavación conectando con la Estación 17 el 7 de abril del presente año. Actualmente (07 junio de 2022) está en mantenimiento y continuará su excavación hacia la Estación 16, deteniéndose metros antes de dicha estación, ya que no podrá conectar con la estación mencionada por lo que aún no ha iniciado su construcción. La necesidad principal para

que las TBM puedan excavar y conectar las estaciones de servicio es que estas estén construidas a nivel, sin acabados estructuras como los muros guía o pantallas, losa de cubierta, losa de vestíbulo, losa de fondo, cuna etc.

En junio del año 2021 fui asignado a la obra de la TBM 2 con el mismo cargo y mismas responsabilidades que en la obra 12 Planta de Dovelas. Se inició la construcción de obras civiles para las instalaciones y ensamblado de la segunda tuneladora en la Estación 4, comenzando con trabajos de cimentaciones con anclajes planchas embebidas al concreto para las instalaciones de planta bicomponente, planta separación, tanques, sistema de cinta transportadora y su acumulador, planta centrifugadora, sub estaciones eléctricas y la preparación del pozo de ataque con la estructura de sellado, estructura de reacción y montaje de todos los elementos de la TBM S-973. Actualmente (07 junio del 2022) se tiene un avance del 80 % de las obras civiles y un 90 % del montaje de la TBM S-973, y están instalando la parte eléctrica y de tuberías junto con el sistema de cinta transportadora. Se tiene previsto que esta TBM inicie la excavación en octubre del presente año (2022).

Figura 14

Ubicación de las obras



Nota. Ubicación de la Planta de Dovelas e instalaciones de TBM 2. Información de la planta general del túnel. Editado para ubicar las obras. Elaboración propia (2021).

2.2. Identificación de Oportunidad o Necesidad en el Área de Actividad Profesional

La necesidad de contar con el área de topografía en la obra del Metro de La Línea 2. Dicha área es importante, como las demás; está estructurada con un jefe de Topografía, supervisores de Topografía, Topógrafo y asistentes de topografía con el perfil adecuado para cada tipo de cargo, esto dependiendo de la envergadura y tipo de obra, ya que el topógrafo es el profesional que tiene la habilidad para realizar trabajos como controles topográficos, geométricos y dimensionales, en las diferentes disciplinas u obras que comprenden movimientos de tierras, concreto, montaje y equipamiento.

El Plan General de Topografía, como su nombre indica, es general. El topógrafo es aquel profesional que establece los procesos y medios a emplear para los trabajos y que cuenta además con conocimientos amplios en manejo de los equipos topográficos, la Estación Total y sus diversos programas (estacionar, medir, replantear, línea referencia, MDT, medición de series, replanteo, carretera y tune). Existe una matriz de protocolos topográficos de validez de posiciones de elementos de obra para que el topógrafo lo valide con firma, fecha y hora de liberación topográfica, para que luego sea firmado por el ingeniero de producción y control de calidad para adjuntar al dossier de calidad. El área de topografía también es necesaria en el control de planos para construcción y diversas modificaciones, extracción de metrados de diversas partidas de planos en archivos *dwg* del programa Autocad y Civil 3d.

2.3. Objetivos de la Actividad Profesional

El objetivo del trabajo de informe de suficiencia profesional es describir a detalle las actividades realizadas correspondientes a mis funciones como topógrafo, así como también la importancia de los controles topográficos en las obras en las que participe; detallar los medios, metodología, técnicas, software y equipos topográficos utilizados en los procesos realizados en campo y oficina con las intervenciones oportunas de los trabajos, topografías, trazos, replanteos y control topográfico en obras civiles, controles geométricos en verticalidad y alineamientos

de montaje de estructuras metálicas, control dimensional en la verificación de las estructuras prefabricadas de acuerdo a los planos, detalles de ingeniería, especificaciones técnicas y procesos constructivos.

2.4. Justificación de Actividad Profesional

Todos los trabajos topográficos deben asegurar la correcta realización y documentación de las inspecciones de control topográfico, dimensional y geométrico, de acuerdo con las tolerancias establecidas. Se deben dar las instrucciones precisas para el replanteo y control de la obra, garantizando que los listados de replanteo que se utilizan estén controlados, según los planos para la construcción y detalles de ingeniería de versión vigente, para tener una estructura correctamente equilibrada y posicionada con los correctos parámetros del plan de topografía y plan de calidad, y obtener una distribución geométrica correcta de cada elemento, infraestructura e instalación.

El aseguramiento de calidad de la parte topográfica evita que se genere errores en la construcción, reingenierías, retrasos, retrabamos, con pérdidas en horas hombre y horas máquina. Además de ello, garantizan el correcto funcionamiento de los equipos mecánicos. Son montados sobre las cimentaciones y estructuras metálicas. Como ejemplo se tiene que, si se entrega una estructura o equipos con desviaciones fuera de lo permisible, como en los puentes grúa y en las grúas pórticos, se produciría desgaste de pestañas de ruedas, descarrilamiento, calentamiento de las grúas, deformación de los caminos de rodadura (rieles cuadradas y cabeza de hongo), desgaste del cordón de soldadura, pérdida de la garantía por parte de la empresa proveedora Grúas GH, entre otros problemas. En el caso de las instalaciones de la TBM, tener desviaciones fuera de tolerancia en el sistema de cinta ocasionaría un desgaste de cinta, derrame del material que transporta, demasiada vibración de los equipos que afectaría las cimentaciones. No cumplir con el control de redondez en los

tanques ocasionaría filtraciones de la bentonita y de agua; en las plantas de separación y en la centrifugadora ocasionaría mayor vibración, afectando las cimentaciones.

Uno de los puntos más importantes es el sistema de sellado de ingreso de excavación de la TBM, que evita el ingreso de agua por estar dentro del nivel freático. El no estar correctamente perpendicular al eje teórico del túnel para su ingreso ocasionaría una pérdida de presión e inundaría el pozo de ataque y parte de la TBM; por ello es muy importante la actividad de topografía en todas las fases de ejecución de la obra.

2.5. Resultados Esperados

Los resultados esperados con la actividad de topografía deben reflejarse en una buena productividad, con seguridad y calidad de la obra en general, con toda su infraestructura, instalaciones, estructura prefabricada, equipos mecánicos y electromecánicos que funcionarán correctamente y estarán de acuerdo a los estudios definitivos de ingeniería para obtener una infraestructura equilibrada con el correcto posicionamiento y distribución geométrica de cada instalación, con parámetros de acuerdo a los planos, especificaciones técnicas, procedimientos constructivos y detalles de ingeniería; de esta manera se tendrá un correcto funcionamiento de equipos que operarán en la Planta de Dovelas y en la tuneladora con sus instalaciones. El sustento para que cada elemento esté dentro de las desviaciones permisibles se presenta oportunamente a continuación.

Tabla 4

Actividades de trabajos topográficos

ÍTEM	ACTIVIDADES
1	Procedimiento de trabajo topográficos
2	Verificación de los certificados de calibración de equipos topográficos
3	Verificación e inspección de los equipos topográficos
4	Liberaciones topográficas con registros de posición y desviaciones por actividad
5	Registros de Reportes topográficos
6	Planos As built (como construido)

Nota. Elanoración propia.

Capítulo III : Marco Teórico

3.1. Bases Teóricas de las Metodologías o Actividades Realizadas

3.1.1. Topografía

En griego la palabra *topografía* se compone por los términos de *topos* que significa lugar o territorio y *grafía* que es descripción o tratado y proviene del verbo *grafo* que es dibujar, pintar o escribir. Así, se puede decir que la topografía es la descripción del terreno o lugar. Las características del terreno se establecen mediante equipos de mediciones, tomando un amalla de puntos y determinando sus posiciones con referencias a puntos conocidos en planimetría y altimetría.

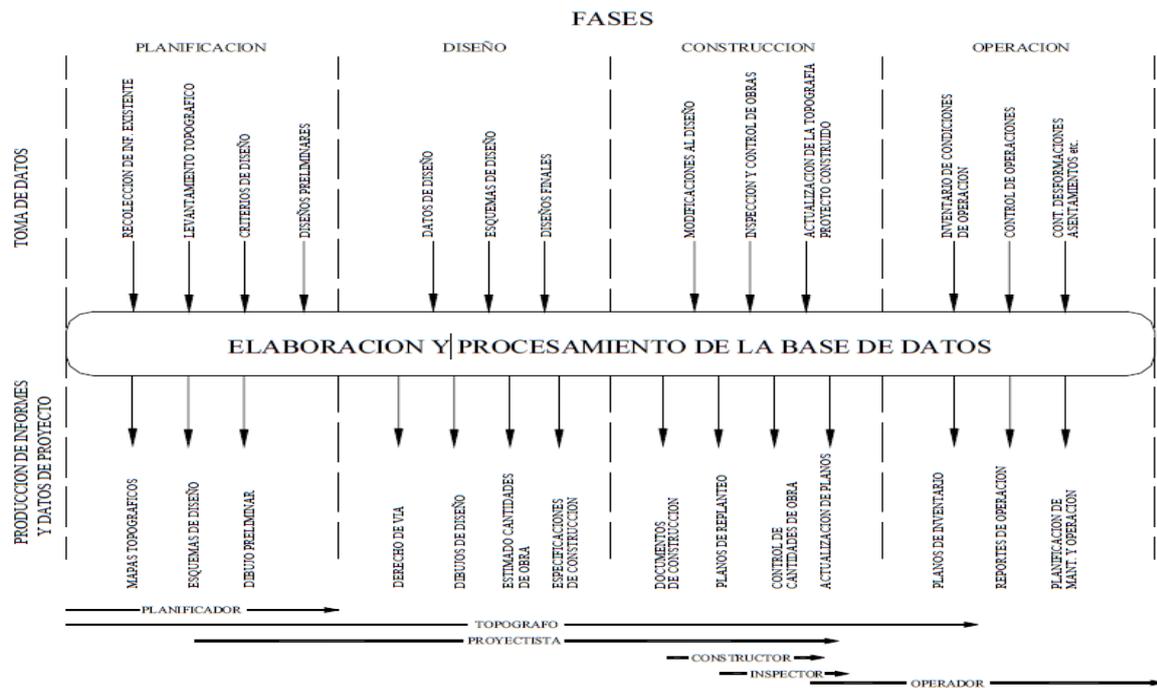
“La topografía es la ciencia que tiene por objeto el estudio del conjunto de procedimientos para determinar la posición de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas según los tres elementos del espacio que son elevación, distancia y dirección” (García, 2005).

“Es una rama de la ingeniería que se propone determinar la posición relativa de los puntos, mediante la recopilación y procesamiento de las informaciones de las partes físicas del geoide, considerando, hipotéticamente, que la superficie terrestre de observación es una superficie plana horizontal. En términos simples: la topografía se encarga de realizar mediciones en una posición de la tierra relativamente pequeña. La información se obtiene de instituciones especializadas en cartografía y/o a información con la aplicación de elementales procedimientos matemáticos” (Mendoza, 2020).

La topografía es fundamental en distintos campos de ingeniería como civil, minas, geología, geográfica, agrícola, mecánica, arquitectura, sanitaria, etc., y desde los procesos de estudios, ejecuciones de obra, cierres de obra y controles posteriores.

Figura 15

Procesos topográficos en las distintas fases de un proyecto



Nota. Procedimiento topográfico aplicable a distintas obras, por Casanova (2002).

3.1.2. Levantamiento Topográfico

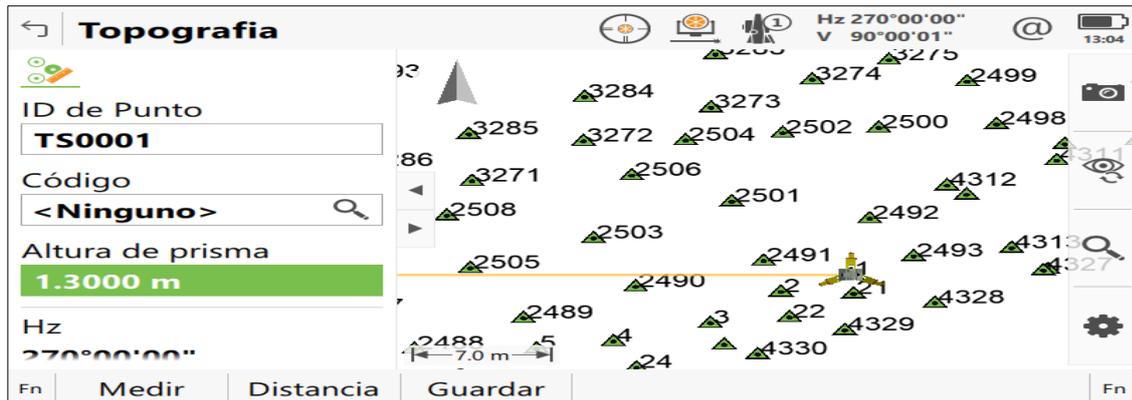
Es la recolección de datos de posición como terreno (desniveles, toe, cresta, pendientes, tipo de suelo etc.), ubicación de estructuras u otros elementos necesarios para graficar en un plano a escala con el modelado de terreno representado con curvas de nivel, lo cual se realiza con equipos de medición como wincha, teodolitos, Estación Total, GPS diferencial, etc.

Al respecto se menciona que “en un levantamiento topográfico se toman los datos para la representación gráfica o elaboración del mapa del área en estudio” (Casanova, 2002).

Como toda Estación Total en la que cuenta el CCM2L Estación Total TS 16 de 3, según el manual, “la aplicación levantamiento se usa para la medición de puntos. Es posible medir ángulos y distancias para puntos y guardar las coordenadas calculadas usando ‘medir distancias’ y ‘guardar’” (Leica Captivate TechRef V 2.0, 2016).

Figura 16

Detalle de medir o recolección de datos Estación Total Ts16



Nota. De Manual Leica Captivate referencia tecnica V 2.0 (2016).

3.1.3. Replanteo Topográfico

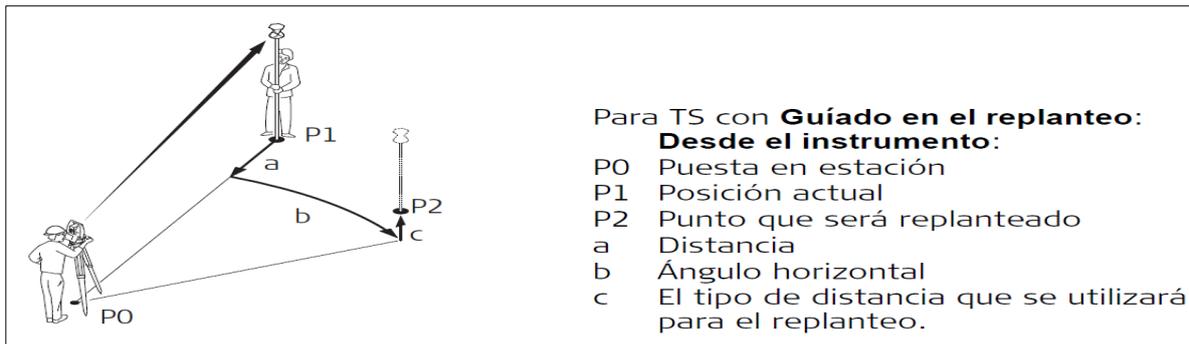
“El replanteo es una de las operaciones más solicitadas y realizadas en obras de edificación y de obra civil. El concepto de replanteo es materializar en el terreno una serie de puntos claves para posteriormente realizar la ejecución correcta de una obra. En otras palabras, el replanteo es la acción inversa a un levantamiento topográfico. Una tarea de replanteo se fundamenta en situar unos puntos, calculados previamente en gabinete, sobre el terreno. Esta acción puede realizarse planimetría (X, Y), altimétrica (Z) o tridimensional (X, Y, Z)” (Cuartero, 2017). El replanteo es llevar las características de un plano o diseño al terreno y/o campo en obra con datos en coordenadas absolutas o relativas, en el Manual de la Estación Total TS 16 de 3” (Leica Captivate TechRef V 2.0, 2016). La estación cuenta con múltiples tipos de replanteos. Los más usados son:

3.1.3.1. Replanteo Puntual. Con la información obtenida de planos y extraída en coordenadas se determina una posición mediante tres formas, como son las siguientes.

3.1.3.1.1. Replante Polar. O de distancia y ángulo. La Estación Total ubica la posición indicando el ángulo a girar y la distancia a desplazarse entre el equipo y el objetivo.

Figura 17

Replanteo polar, ángulos y distancia

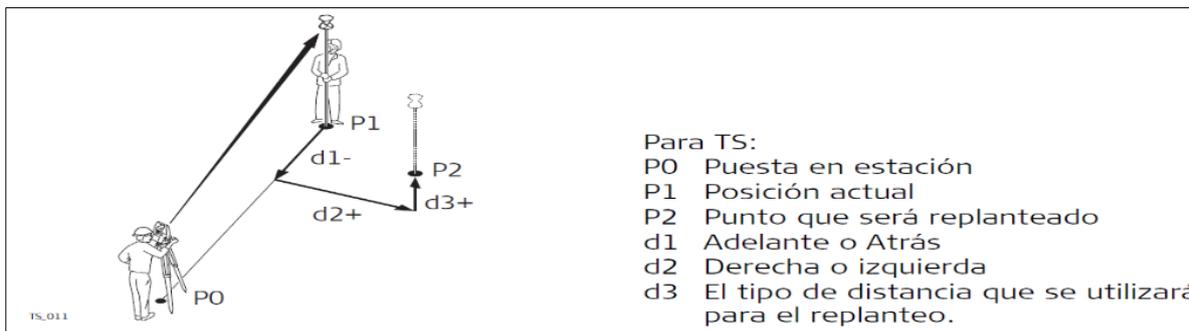


Nota. Manual Leica Captivate TechRef V 2.0 (2016).

3.1.3.1.2. Replanteo Rectangular. El equipo indica que los incrementos en distancias para desplazarse a la posición teórica que se desea encontrar en función a una línea formada entre el equipo y el objetivo son en esa dirección en la que se debe desplazar la persona que lleva el prisma, y perpendicular a ello.

Figura 18

Replanteo rectangular incremento de distancias

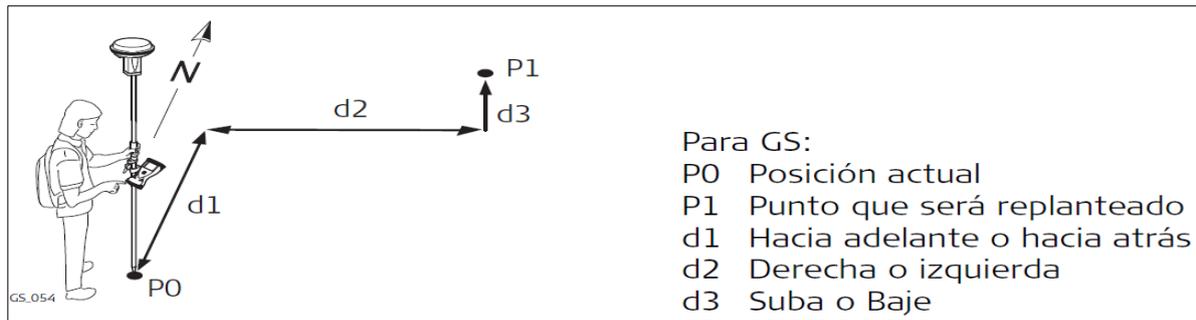


Nota. Manual Leica Captivate TechRef V 2.0 (2016).

3.1.3.1.3. Replanteo de Incrementos de Coordenadas. Este replanteo es muy usado en los GPS diferencias, y la ubicación del punto en función a los incrementos del norte y para llegar al objetivo; para esto la persona debe estar familiarizada con la dirección más aproximada al norte, para moverse hacia dicha dirección y perpendicular a ella.

Figura 19

Replanteo por incremento de coordenadas

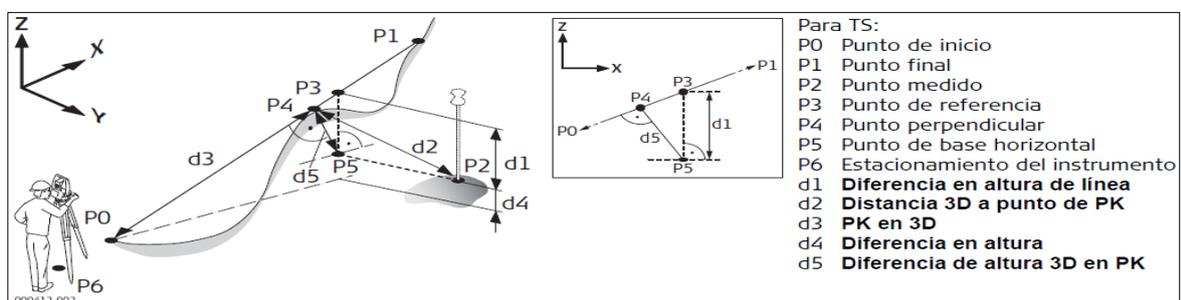


Nota. Manual Leica Captivate TechRef V 2.0 (2016).

3.1.3.2. Replanteo en Línea. Es la determinación de una línea o alineación con pendiente u horizontal. La Estación Total, midiendo el objetivo o prisma, indica la distancia más cercana de un punto a una línea replanteada que es la perpendicularidad, y también indica a qué distancia del inicio de la línea se ubica el objetivo. Con pendiente, la línea interpola la posición indicando el incremento de altura en esa opción de la línea con este replanteo, trazos de alineaciones, paralelas, perpendiculares, etc.

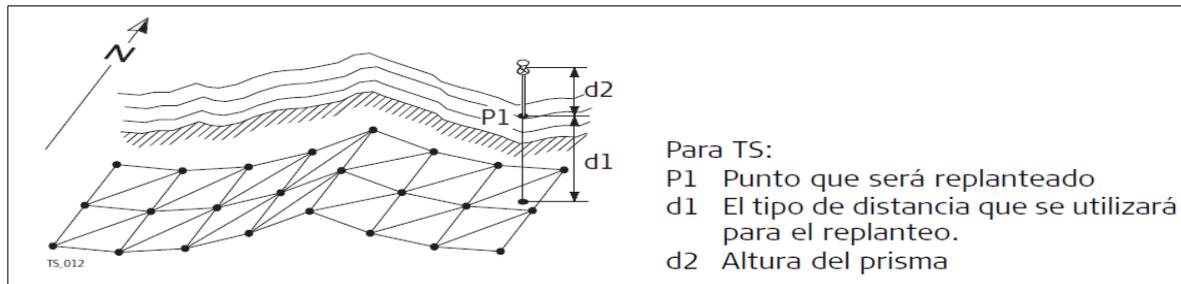
Figura 20

Replanteo de línea de referencia o base

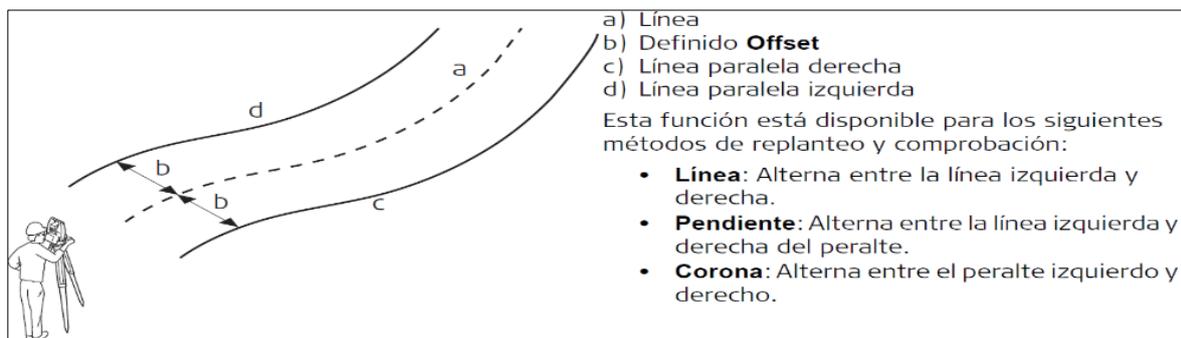


Nota. Manual Leica Captivate TechRef V 2.0 (2016).

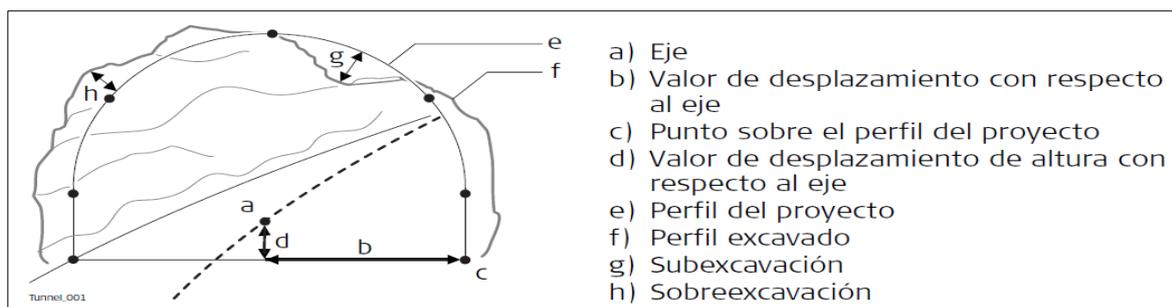
3.1.3.3. Replanteo de Superficie o MDT. Este replanteo se realiza obteniendo el dato digital de superficie o terreno a replantear. La estación TS 16 cuenta para importar datos en XML y DXF, en la que se carga como superficie o MDT, para el replanteo de elevación en cualquier posición de la superficie.

Figura 21*Replanteo de superficie o MDT**Nota.* Manual Leica Captivate TechRef V 2.0 (2016).

3.1.3.4. Replanteo Carretera. Con este programa se realizó replanteos de alineamientos horizontales compuestos por líneas, curvas espirales, etc. Con sus respectivos alineamientos verticales o perfil longitudinal, replantea el seccionamiento de un diseño de carreteras, canal u otros similares, calculando el bombeo y peralte de una calzada, cunetas y taludes. Se puede combinar con el replanteo MDT.

Figura 22*Replanteo de carretera**Nota.* Manual Leica Captivate TechRef V 2.0 (2016).

3.1.3.5. Replanteo de Túnel. “Generalmente, cuando se utilizan ciertos métodos para la perforación de túneles (como la perforación o la excavación mediante una máquina de avance puntual), se requiere replantear el frente del túnel para indicar la posición para excavar” (Leica Captivate TechRef V 2.0, 2016). Con este programa es posible replantear el eje del túnel, su pendiente y el seccionamiento del frente, sea circular o semicircular, u otro tipo de sección.

Figura 23*Replanteo frente de túnel*

Nota. Manual Leica Captivate TechRef V 2.0 (2016).

Tabla 5*Términos y expresiones en replanteo de túnel*

ITEM	TÉRMINO / EXPRESIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Eje	Trazado geométrico en dos o tres dimensiones al cual están referidos todos los elementos del proyecto
2	PK o estación	Distancia acumulada a lo largo del eje que frecuentemente, pero no siempre, comienza en cero.
3	Perfil del proyecto	Descripción geométrica de la forma de la sección transversal del túnel. El perfil del proyecto puede contener elementos rectos o curvos.
4	Perfil excavado	Forma de la sección transversal del túnel que ha sido excavado.
5	Subexcavación	Cuando el perfil excavado se encuentra dentro del perfil del proyecto, la subexcavación es la distancia perpendicular que existe entre el perfil del proyecto y el perfil excavado.
6	Sobreexcavación	Cuando el perfil excavado se encuentra fuera del perfil del proyecto, la sobreexcavación es la distancia perpendicular que existe entre el perfil del proyecto y el perfil excavado.
7	Entrada del túnel	Extremo abierto de un túnel.
8	Frente del túnel	Punto en el cual la excavación del túnel alcanza el terreno.
9	Peralte (Rotación)	Ángulo de rotación de un perfil del proyecto que se utiliza para considerar la velocidad de un vehículo en movimiento en una curva.
10	Punto de rotación	Punto sobre el cual gira el perfil del proyecto. Este punto puede coincidir o no con el eje.

Nota. Manual Leica Captivate TechRef V 2.0 (2016).

3.1.4. Poligonal y Puntos de Control

“La poligonal es uno de los procedimientos topográficos más comunes. Las poligonales se usan generalmente para establecer puntos de control y puntos de apoyo para el levantamiento de detalles y elaboración de planos, para el replanteo de proyectos y para el control de ejecución de obras” (Casanova, 2002).

Los puntos de control son elementos que pueden ser hitos con acero y punto centro, dianas reflectantes en muros fijos con valores asignados en un sistema de coordenadas que utilice la obra según especificación técnica. Se asigna valores mediante procedimientos con equipos de medición y sus ajustes mediante cálculos matemáticos, obteniendo coordenadas corregidas.

Las poligonales pueden estar cerradas o abiertas. La cerrada se realiza con ajustes de corrección de compensación según sea el error de cierre; se corrige si está dentro de las tolerancias establecidas. En el Manual Leica Captivate TechRef V 2.0 existen programas de poligonal y de series para dar valores a nuevas bases o puntos de control. En el caso del poligonal, el programa de la estación indica el error de cierre y realiza los ajustes correspondientes siempre y cuando esté dentro de las desviaciones que se configuran en los equipos y, automáticamente, calculará los valores de este, norte y cota, pudiendo guardarlos en la memoria de la Estación Total. Con esto se evita estar tomando ángulos y distancias para luego calcularlas en una hoja de cálculo de Excel. Además, se cargan los datos en la estación para nuevamente salir a campo.

En cuanto a la tolerancia en que fueron cerrados estos puntos de control, esta fue menor a la tolerancia de trabajo o tolerancias topográficas establecidas.

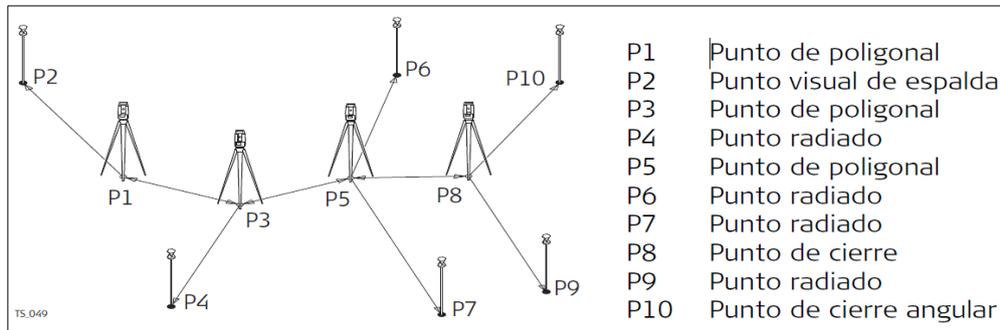
3.1.5. Radiación

“La aplicación radiación se usa para efectuar una de las tareas más comunes para los topógrafos: establecer un sistema de puntos de control que formarán una especie de esqueleto

para otras operaciones topográficas, Por ejemplo, un levantamiento, un replanteo de puntos, de una línea o de una carretera” (Manual Leica Captivate TechRef V 2.0, 2016).

Figura 24

Puntos radiados apartir de una poligonal



Nota. Manual Leica Captivate TechRef V 2.0 (2016).

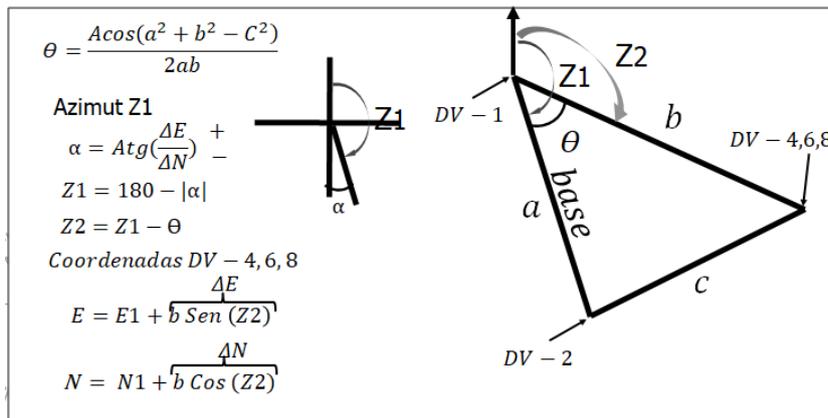
La radiación es la múltiple medición de datos mediante equipos de medición de ángulos y distancias estacionados desde un solo punto. “El método de radiación es el método comúnmente empleando en levantamientos de superficies de mediana y gran extensión, en zonas de topografía accidentada, con vegetación espesa” (Casanova, 2002).

3.1.6. Trilateración

Es la determinación de un punto desconocido a partir de una línea base conociendo las posiciones de los puntos que la conforman. Por medio de las distancias de cada punto conocido hacia el punto desconocido se puede determinar cualquiera de los tres ángulos que conforman el triángulo, para luego determinar el azimut de la línea base conocida. Con el ángulo de triángulo y el azimut de la línea base se determina el azimut de cualquiera de los puntos conocidos hacia el punto desconocido. Con el azimut y la distancia en dirección al punto desconocido con cálculos trigonométricos topográficos se determina las coordenadas del punto desconocido, como se muestra en la Figura 25. También se puede aplicar el AutoCAD creando intersecciones con el método del compás para encontrar el punto requerido.

Figura 25

Cálculo de coordenadas mediante trilateración



Nota. Elaboración propia.

Aplicando la estación total (Manual Leica Captivate TechRef V 2.0, 2016), existe un programa de cálculos geométricos llamado COGO, que en la mayoría de estaciones ya cuenta con ello. Para el caso de la trilateración existe la intersección de distancias que calculará las coordenadas en dos intersecciones para saber cuál es el punto que se debe orientar, observando el primer punto e ingresado hacia el segundo punto. El de la derecha será el primer punto calculado y el de la izquierda será el segundo punto calculado.

3.1.7. Tolerancias Topográficas Establecidas

Es el valor máximo permitido por una especificación o norma en la realización de un trabajo. En planimetría es el error de la resultante del este y norte, y en altimétrica es el error de la cota diferencias de datos nominales y de campo. Las tolerancias especificadas tienen el propósito de determinar la liberación topográfica, si se acepta o rechaza, y se corrige en el momento oportuno del trabajo. Por ejemplo, si la tolerancia en posición de los anclajes de acero es de ± 3 mm con respecto a las coordenadas de los planos, la tolerancia máxima =

$$\sqrt{(\text{error en X})^2 + (\text{error en Y})^2} \leq 3\text{mm.}$$

Las tolerancias en los anclajes se dan en desviaciones de posición de este, norte y en elevación o cota. En montaje de elementos prefabricados las tolerancias son desviaciones en

función a una línea que es la distancia de un punto a una línea medida, y la progresiva en que se encuentra se emplean las verticalidades, Alineaciones y niveles de pre fabricado.

Tabla 6*Tolerancia para pernos de anclajes y montaje Aker Solutions*

Pernos de Anclajes y Montaje de estructuras		
Actividad	Detalle	Tolerancia
a) Pernos De Anclaje	Nivelación	± 1 mm
	Desviación respecto a ubicación teórica	
	D: Diámetro agujero de la placa en mm	$\pm 0.4 (D-d)$
	d: Diámetro nominal del perno en mm	
	Distancia entre pernos, medida entre centros	± 1 mm
b) Placas Base Y Apoyos Estructurales	Nivelación	± 1.6 mm
	Desplazamiento planimétrico	± 2 mm
	Desnivelación medida entre placas base con fundación común	± 1 mm
	Diferencia de nivel entre esquinas de placa base	± 0.5 mm
c) Vigas	Nivelación, respecto a elevación de proyecto	± 5 mm
	Desnivel, medida con respecto a vigas adyacentes	± 2 mm
	Desviación respecto a la vertical medida en sus apoyos H en metros	Max. $2(H)/2$
d) Columnas	Desviación horizontal o vertical, en relación a la altura total	$H/2400$ (Max. 5 mm)
	Excentricidad de almas, medida en punto de conexión	± 2 mm
e) Montaje	Trazado de ejes para columnas principales, con	± 0.5 mm
	Trazado de ejes para columnas secundarias, con	± 1 mm
	Alineación medida respecto a longitud de la pieza	1/500 (Max. 5 mm)
	Plomo medido respecto a longitud de la pieza	1/500 (Max. 2.5 mm)
	Plomo (Verticalidad)	1/200 (5mm por metro)
	Redondez < 12 mtrs	± 3 mm
12<X<45 mtrs	± 19 mm	
45<X<75 mtrs	± 25 mm	
≥ 75 mtrs	± 32 mm	
f) Estanques	Deformación del Manto	Con regla de 90 centímetros no deben tener más de 13 mm de abolladura
	Fundaciones prefabricadas: Anillo base del estanque	± 9 mm por cada 9 mtrs de Perímetro, sin sobrepasar ± 6 mm de la elevación promedio
	Fundaciones insitu	± 3 mm por cada 9 mtrs de Perímetro, sin sobrepasar ± 13 mm de la elevación promedio.

Nota. Instructivo Aker Solutions (2014).

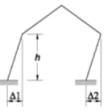
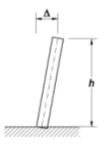
Las tolerancias mencionadas en los cuadros anteriores se formulan sobre la base de procedimientos ya establecidos en trabajos para obras de minería en construcción de plantas concentradoras, chancadora primario, secundario, molino bolas, molino sag, cintas transportadoras, entre otros elementos; pero con las normas europeas se tiene el siguiente cuadro:

Tabla 7*Tolerancias para grupo de pernos de anclajes*

TIPO DE DESVIACIÓN	DESVIACIÓN ADMITIDA
Desviación de la distancia s entre los grupos de pernos de anclaje de pilares adyacentes	$\Delta s = \pm 5 \text{ mm}$
Desviación de la distancia L entre los grupos de pernos de anclaje de los pilares extremos de cada hilera	cuando $L \leq 30 \text{ m}$; $L = \pm 15 \text{ mm}$ cuando $30 \text{ m} < L < 210 \text{ m}$: $\Delta L = \pm 0,25 (L + 30) \text{ mm}$ cuando $L \geq 210 \text{ m}$; $\Delta L = \pm 60 \text{ mm}$ con L en metros

Nota. Gobierno de España, Ministerio de Fomento, s. g., 2011.

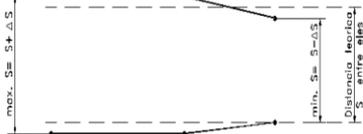
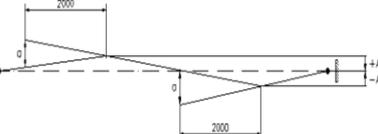
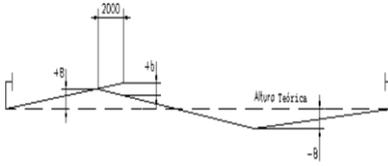
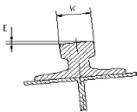
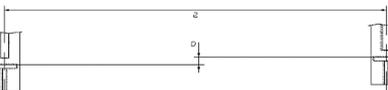
Tabla 8*Tolerancias de montaje de estructuras*

N.º	DESCRIPCIÓN	GRAFICO	PARÁMETRO	DESVIACIÓN ADMISIBLE
1	Inclinación de un pilar que soporta un camino de rodadura		Desplome desde apoyo de carrilera a pie	$ \Delta = h/1000$ No se requiere desviación más estricta.
2	Inclinación de pilares de pórticos sin puentes grúa		Inclinación más desfavorable de los pilares de cada pórtico $\Delta = (\Delta_1 + \Delta_2)/2$	$ \Delta = h/500$ No se requiere desviación más estricta.
3	Inclinación por planta		Desplome	$ \Delta = h/300$ Desviación más estricta: $ \Delta = h/500$
4	Rectitud del pilar		Desviación Δ	$ \Delta = h/750$ Desviación más estricta: $ \Delta = h/1000$

Nota. Gobierno España Ministerio de Fomento, s. g., 2011.

Tabla 9

Tolerancias de caminos de rodadura para grúas

	Tolerancias de caminos de rodadura	Tolerancias de caminos de rodadura (para Grúas puente) según F.E.M.1001-87 (Cuaderno 8) o la UNES8128-87	Norma Americana CMAA 70: 2004 Runaway tolerances
Luz=S (paralelismo)		$S < 15 \text{ m: } \Delta s = \pm 3 \text{ mm}$ $S > 15 \text{ m: } \Delta s = \pm [3 + 0,25 (S - 15)] \text{ mm.}$	$S \leq 50' \square s = 3/16''$ $S > 50' \leq 100' \square s = 1/4''$ $S > 100' \square s = 3/8''$ Max rate of change: $1/4'' \text{ IN } 20'-0$
Alineación de un carril en el plano		$A = \pm 10 \text{ mm}$ En una longitud máxima de carril de 2,0 m, no deberá pasar la tolerancia siguiente: $a = \pm 1,0 \text{ mm}$ En las Grúas de guía por un solo carril: $a = \pm 0,5 \text{ mm}$	$A = 3/8''$ Max. rate of change: $1/4'' \text{ IN } 20'-0''$
Diferencia de altura de un carril (desnivel longitudinal)		$B = \pm 10 \text{ mm}$ En una longitud máxima de carril de 2,0 m, no deberá pasar la tolerancia siguiente: $b = \pm 2 \text{ mm}$	$B = 3/8''$ Max. rate of change: $1/4'' \text{ IN } 20'-0''$
Diferencia de altura entre los dos carriles (desnivel transversal)		$C = \pm 0,2 \%$ de S máx. $= \pm 10 \text{ mm}$	$S \leq 50' C = \pm 3/16''$ $S > 50' \leq 100' C = \pm 1/4''$ $S > 100' C = \pm 3/8''$ Max rate of change: $1/4'' \text{ IN } 20'-0$
Desnivel de la cabeza del carril		Longitudinalmente : $E < 0,3 \%$ Transversalmente : $E < 0,3 \%$	
Diferencia de los topes entre si sobre el plano horizontal		$D = \pm 0,7 \%$ de S máx. $= 20 \text{ mm}$	

Nota. Manual de empresa Grúas GH (2018).

3.1.8. Estación Total

Se trata de un instrumento electrónico óptico que sirve para medir ángulos, distancias y coordenadas, con fines topográficos y otros rubros de la ingeniería, mediante tecnología electrónica. Este instrumento está conformado por un distanciómetro, un microprocesador, una memoria interna y un *firmware*.

3.1.9. Sistema de Coordenadas

“Dos líneas rectas que se corten en ángulo recto constituyen un sistema de ejes de coordenadas rectangulares, conocido también como sistema de coordenadas cartesianas; nombre que se le da en honor al matemático francés Descartes, iniciador de la geometría analítica” (Casanova, 2002).

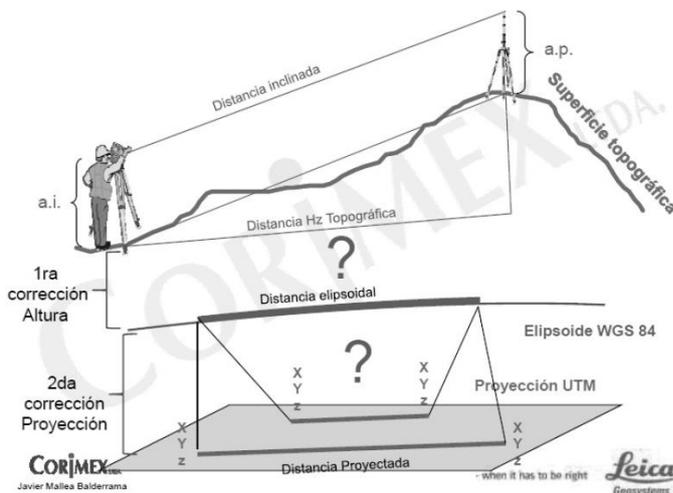
Las coordenadas UTM se definen como “el sistema de coordenadas universal transversal de Mercator (en inglés Universal Transverse Mercator, UTM). Es un sistema de coordenadas basado en la proyección cartográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador, se la hace secante a un meridiano” (Wikipedia, 2022).

“El WGS 84 (World Geodetic System 1984) es un sistema geodésico de coordenadas geográficas usado mundialmente, que permite localizar cualquier punto de la Tierra (sin necesitar otro de referencia) por medio de tres unidades dadas (x,y,z). WGS 84 son las siglas en inglés de World Geodetic System 84 (que significa Sistema Geodésico Mundial 1984)” (Wikipedia, 2022).

Si se habla de sistema de coordenadas se menciona que el factor de escala “es aquel valor que permite proyectar la longitud medida entre dos puntos en el elipsoide de referencia sobre el plano cartográfico” (Herrera, 2020). El factor de elevación “es aquel valor que permite proyectar la longitud medida entre dos puntos en el terreno (distancia reducida al horizonte) sobre el Elipsoide de referencia” (Herrera, 2020). El factor combinado “es el producto proveniente entre el factor de elevación y el factor de escala. El factor combinado K permite transformar la distancia topográfica existente entre dos puntos a distancia de cuadrícula, directamente” (Herrera, 2020).

Figura 26

Factor combinado, distancia topográfica, elipsoidal y proyectada



Nota. Leica Geosystems, por Mallea (2009).

La obra Metro Línea 2 es una obra lineal que abarca 27 kilómetros, por lo que se establece que el sistema de coordenadas usado en el CCM2L es el UTM, proyección de cartográfica, considerando la curvatura terrestre el elipsoide usado WGS 84, el Modelo Geoide EGM96 Global. Con esta configuración ya no se requiere utilizar el factor combinado, ya que el equipo calcula automáticamente dicho factor según coordenada introducida para estacionar y orientar.

Figura 27

Configuración sistema coordenadas Estación Total TS 16



Nota. Software de simulación de Estacion Total Leica TS 16 (2022).

Para que el equipo mida coordenadas de precisión se tiene al Manual Leica Captivate TechRef V 2.0. Los parámetros en esta pantalla definen la ppm y la refracción atmosférica. En los programas de aplicación estándar, la distancia se corrige por efecto de las influencias atmosféricas. La corrección geométrica y las distorsiones de la proyección están fijadas en 0.00. Las alturas se reducen con el coeficiente de refracción estándar. Consultar el manual de empleo específico para información de los cálculos.

Figura 28

Corrección atmosférica Estación Total TS 16



Nota. Software de simulación de Estación Total Leica TS 16 (2022).

Adicionalmente a ello, según el tipo de reflector o prisma, se configura su constante absoluta de acuerdo al objetivo: prisma, mini prisma, diana reflectante o sin prisma. Esto se corrige mediante un valor constante según marca modelo del prisma y sobre dianas reflectantes, y sin prisma solo se configura el equipo que ya tiene esas opciones.

3.1.10. Control Geométrico

Es un control que da seguimiento al correcto posicionamiento de un elemento estructural en el proceso de una obra. El seguimiento de posición mediante registro de coordenadas X, Y, Z llevó una bitácora de datos de levantamiento y replanteos topográficos, con una precisión y tolerancia admisible según la estructura; esto permite que durante la

construcción se puedan corregir las coordenadas y cotas de manera que la estructura quede correctamente en su posición final (TECSA México 2015).

Es el control que se toman de los datos constantemente en cada fase de obra, contrastando con el diseño del proyecto. Es una forma de asegurar la correcta ejecución de la obra (GARSAN, 2016).

3.1.11. Control Dimensional

“El control dimensional de recepción tiene por objetivo principal garantizar el cumplimiento de las especificaciones dimensionales de la pieza a su llegada a la obra. Esta garantía se logra controlando las especificaciones dimensionales y rechazando aquellas que incumplen las tolerancias especificadas en el proyecto. De este modo se asegura el ensamblaje de las piezas y se definen las tolerancias finales. El ensamblaje consiste en unir varios elementos consecutivos de una sección de la estructura, a nivel de suelo, con el propósito de levantar un elemento de mayor tamaño. Todas las comprobaciones dimensionales se realizan de forma relativa, sin existir en esta fase una vinculación con el resto de la estructura” (Vea et al., 2010).

“Se propone un proceso de control dimensional y de replanteo basado en la recepción y el posicionamiento. Cada una de estas fases puede subdividirse en seis sub fases (idénticas para las dos fases previamente definidas): determinación de la precisión, geométrica, selección de la instrumentación y técnicas topográficas, elección, de los puntos de control, colocación de la pieza, comprobación de la pieza y decisión (aceptación o rechazo)” (Vea et al., 2010).

3.1.12. Medio a Emplear

3.1.13. Verificación e Inspección de Equipos

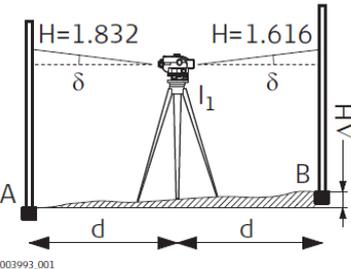
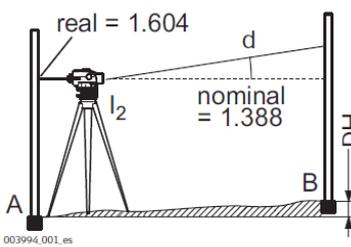
Es importante la verificación de los equipos topográficos, ya que ellos garantizan la precisión de los trabajos. Esto se realiza periódicamente y en el momento que lo crea

conveniente la supervisión. Se tiene el procedimiento de verificación y ajuste del Nivel Automático NA 320 y Estación Total Leica TS 16.

3.1.13.1. Nivel Automático. En una primera posición se estaciona en el centro de dos puntos bases separados por 30 m. Se toma lectura y se obtiene un primer desnivel entre ellos, se cambia de posición a 1 m de distancia de cualquier punto base, se toma la lectura y se obtiene un segundo desnivel. Para comprobar que el nivel está bien en el eje de puntería, ambos desniveles deben ser iguales. Si existe diferencia se realiza el ajuste correspondiente, ajuste del eje de puntería (Leica NA320/24/32, 2015). Estos pasos se detallan, con su ilustración, en la siguiente tabla:

Tabla 10

Comprobación del eje de puntería nivel automático

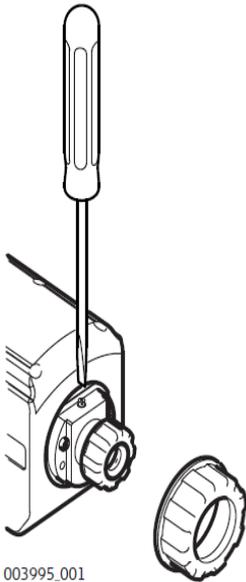
PASO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN
	Si el nivel esférico está calado y ajustado, el eje de puntería debe ser horizontal.	
1	Elija una distancia de aprox. 30 m. en un terreno plano.	
2	Coloque una mira en ambos puntos finales (A,B).	
3	Estacione el instrumento en el punto I1 (punto medio entre A y B) y cale el nivel esférico.	
4	Tome la lectura de ambas miras. Lectura en A = 1.832 m Lectura en B = 1.616 m $\Delta H = A - B = 0.216$ m	
5	Estacione el nivel aprox. a 1 m de la mira A.	
6	Tome la lectura de la mira A (ejem.: 1.604 m).	
7	Calcule la lectura nominal de B; ejem.: Lectura A - $\Delta H = 1.604$ m - 0.216 m = 1.388 m.	
8	Tome la lectura de la mira B, compare la lectura nominal con la lectura real.	

Nota. Manual del nivel automático, Leica Geosystems NA320/24/32 (2015).

El ajuste de puntería se realiza con el equipo estacionado al extremo, a 1m de punto base solo cuando exista diferencias de desniveles entre uno y otro estacionamiento. Se calcula la lectura de ajuste y se obtiene la lectura teórica o nominal tomando lectura al punto más cercano (1m) y realizando la diferencia con el desnivel del primer estacionamiento (centro de dos puntos). Se obtiene la lectura que se debería leer para obtener el mismo desnivel en ambos estacionamientos. Con esa lectura nominal se procede a quitar la tapa del tornillo de ajuste. Por último, se observa el objetivo más lejano y se va regulando hasta llegar a la lectura calculada o nominal (Leica NA320/24/32, 2015).

Tabla 11

Ajuste del eje de puntería del nivel automático

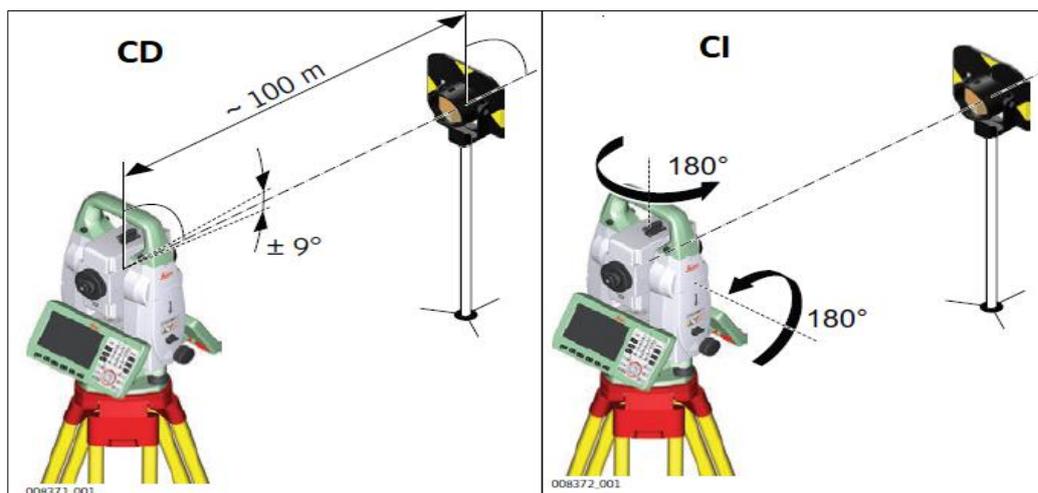
PASO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN
	<p> Si la diferencia entre la lectura nominal y real es mayor de 3 mm, es necesario ajustar el eje de puntería.</p>	
1	Girar el tornillo de ajuste hasta que el hilo medio del retículo llegue a la lectura necesaria (ejem. 1.388 m).	
2	Comprobar nuevamente el eje de puntería.	
	<p> Antes de efectuar mediciones en el campo o después de periodos largos de almacenamiento o transporte del equipo, es necesario comprobar los parámetros de ajuste especificados en este Manual de empleo.</p>	

Nota. Manual del nivel automático, Leica Geosystems NA320/24/32 (2015).

3.1.13.2. Estación Total. Con dos puntos de control conociendo, se procede a estacionarse en un punto y en el otro. Se estaciona una base nivelante con prisma y se toman lecturas en distancias, ángulos verticales y horizontales para comprobación del distanciómetro y de los ejes de la Estación Total. En cuanto al distanciómetro, según la especificación técnica del equipo (ejemplo 1.5mm+1.5 ppm), la distancia horizontal medida en lectura directa e inversa no debe variar más de su especificación. Se varía, se procede a la corrección atmosférica, constate de prisma y/o factor combinado. De no ajustarse, deberá enviarse a un centro de laboratorio especializado y certificado para su reparación o ajuste. En cuanto a los ángulos la lectura horizontal deberá ser 180° en sexagesimal, y en el vertical la suma de ambas lecturas directas e inversas deberá ser 360° . Mientras que la desviación debe ser menor a 3 segundos, dividido entre dos 1.5 segundos (Leica TS 16 UM, 2016).

Figura 29

Posición de lecturas directas e inversas de la Estación Total



Nota. Manual de uso Leica TS 16 (2016).

Colimación ajuste del eje de muñones, comprobación y ajustes del compensador, ingresando y estando estacionado en un punto de control o bases conocidas, se visualiza y se da lectura al objetivo con un prisma que también está en una base conocida. Se toman lecturas directas e inversas para su compensación. La Estación Total mostrará la compensación para la

corrección y si está conforme se guardará la compensación y si no se repite la operación hasta estar conforme con el compensador; si sobrepasa el factor de compensación, el equipo no podrá compensarlo y se deberá enviar a un laboratorio para su calibración y emisión de un nuevo certificado (Leica Captive TS 16 UM, 2016).

Figura 30

Comprobar y ajustar en Estación Total Leica TS 16



Nota. Software de simulación de Estacion Total Leica TS 16 (2022).

3.1.14. Nave Industrial

Se trata de una edificación o construcción industrial, diseñada y creada para la producción de algún bien, pudiendo ser prefabricado, metálico o concreto, procesos de recuperación de minerales, producción de alimentos, entre otros. Las naves industriales pueden ser de tamaños y formas diferentes, en cuyo caso dependerá de la función o tipo de producción de bienes. Además, las naves industriales están conformadas por cimientos de anclaje de acero y/o estructuras prefabricadas.

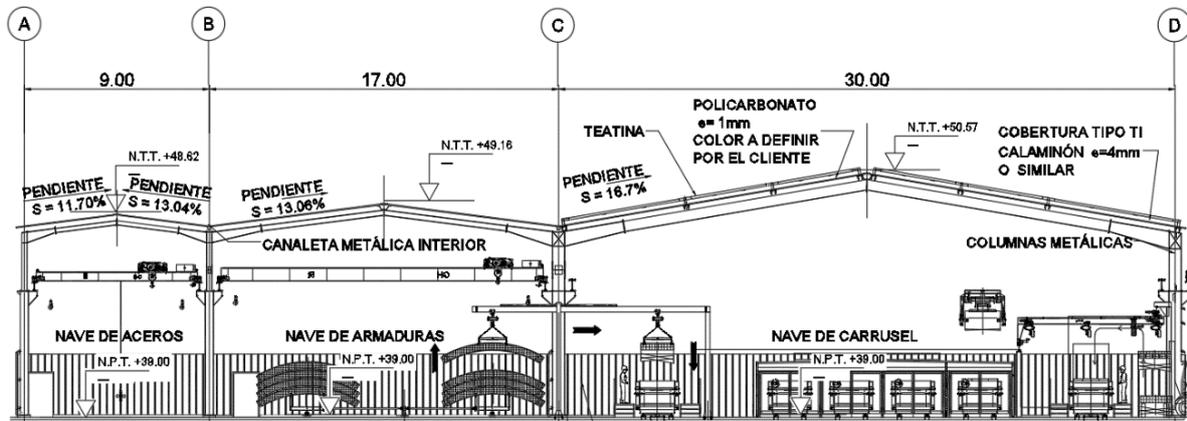
3.1.15. Planta de Dovelas

Es una instalación industrial dedicada a la fabricación de dovelas. La Planta de Dovelas del Metro de la Línea 2 está conformada por tres naves industriales, para la elaboración de

acero, armado de armadura y hormigonado de las dovelas con innovadores elementos y semi automatizada para la producción de los elementos prefabricados llamados dovelas.

Figura 31

Seccion de la Planta de Dovelas del CCM2L



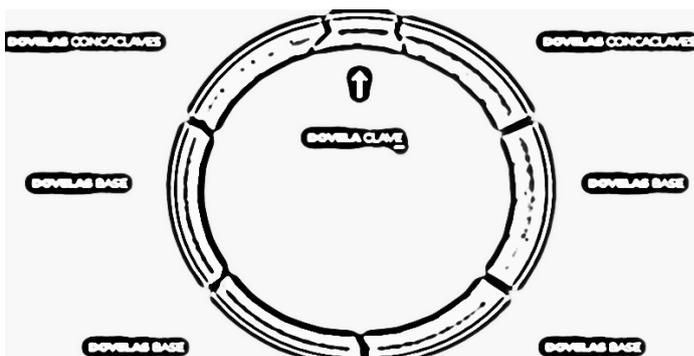
Nota. Plano arquitectura de la Planta de Dovelas del CCM2L (2016).

3.1.16. Dovelas

Las dovelas que fabrica el Metro de la Línea 2 constituyen un elemento prefabricado de concreto armado que se utiliza para conformar el anillo de recubrimiento del túnel. El anillo del túnel está conformado por siete segmentos de diferentes geometrías, cuatro dovelas bases, dos concaclaves y una clave, que conforman un anillo de diámetro de 9.90 m de cara exterior y 9.26 m de interior.

Figura 32

Anillo de concreto armado para el túnel de la Línea 2



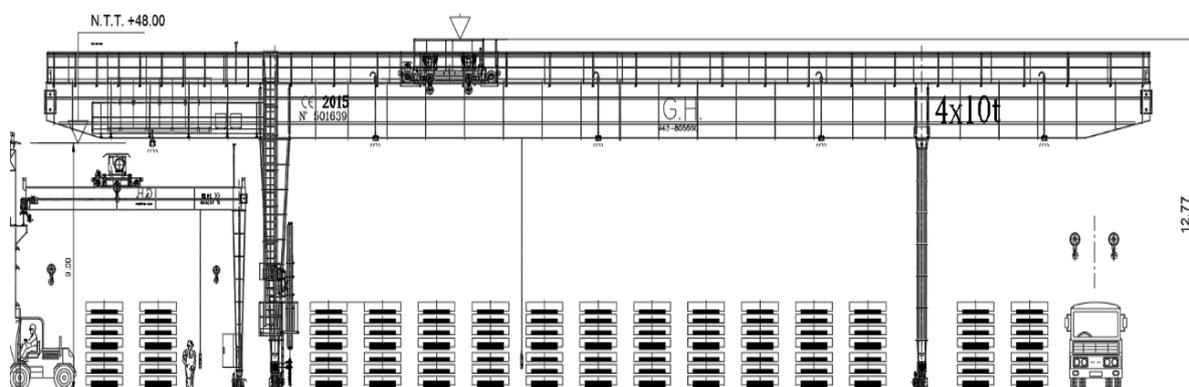
Nota. Estudio de ingeniería definitiva del Consorcio Constructor M2 Lima (2016).

3.1.17. Grúa Pórtico

Son estructuras rodantes que se movilizan sobre rieles fijos en una determinada cimentación. La parte de los rieles está conformada por dos columnas en cada extremo y está unido por dos vigas transversales en la parte inferior y superior.

Figura 33

Grúa pórtico para acopio de dovelas



Nota. Estudio definitivo de ingeniería CCM2L (2016).

3.1.18. TBM (Tunnel Boring Machine)

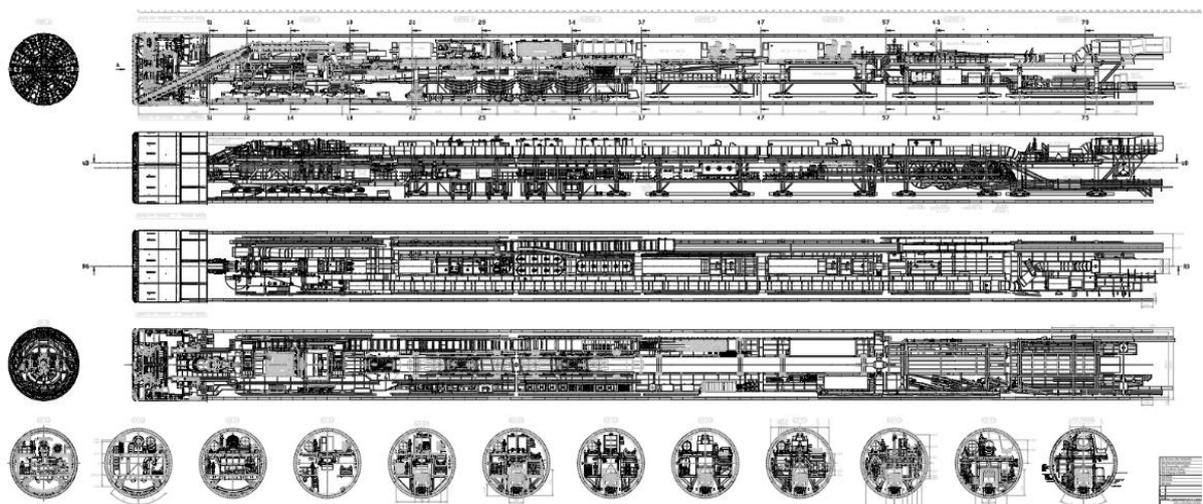
Las siglas en inglés de TBM significan Túnel Boring Machine, que en español significa Máquina Perforadora de Túneles. Para la construcción del túnel del Metro de Lima Línea 2 y Ramal 4 se empleará dos tipos de TBM. Uno es el EPB (Earth Pressure Balance), que es Equilibrio de Presión de Tierra y que utiliza con un tornillo sin fin para la evacuación de material excavado. Este equipo conectará la estación de San Juan de Dios (E-19) con la estación de Insurgentes (E-4) en la recta que une los distritos del este de Lima (Ate, Santa Anita) con los del centro de Lima y Callao (eje este-oeste), de aproximadamente 13,5 km de longitud.

Cabe destacar que este tramo será dividido en dos fases: una primera desde la estación de San Juan de Dios hasta la tercera vía de la estación Parque Murillo, y la segunda desde la tercera vía de Parque Murillo hasta la estación de Insurgentes. Esta segunda fase prevé el traslado de todas las instalaciones relacionadas con la logística de la tuneladora desde San Juan

de Dios hasta la tercera vía de Parque Murillo. El tipo PBM (Pumping Boring Machine), que en español significa Máquina Perforadora y Bombeo de Material Excavado, además de tener dos tornillos sin fin en serie para la extracción del material excavado, conectará la estación de Insurgentes (E-04) con la estación de Puerto Callao (E-01) en la recta que une los ejes este-oeste del Callao, terminando así en el pozo PV1Bis. Estas tuneladoras han sido fabricadas por la empresa Herrenknecht (HK). El diámetro de excavación que realizará la tuneladora es de 10,21 m, mientras el diámetro exterior de las dovelas es 9.9 m y el interior final del túnel será de 9,26m.

Figura 34

TBM S-973 escudo de presión de tierras y bombeo de agua



Nota. Plano de fabricación de empresa Tunnelling Herrenknecht (2015).

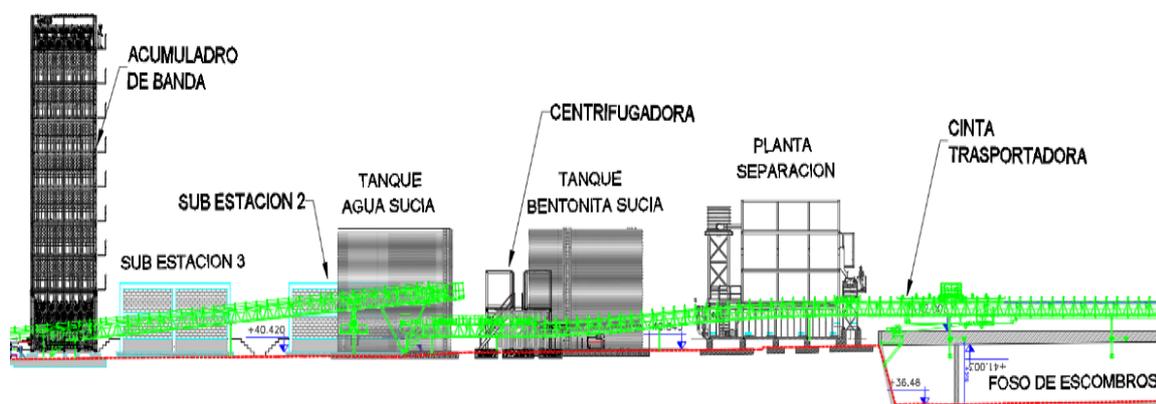
3.1.19. Instalaciones TBM

Son diversas infraestructuras para que la tuneladora inicie la puesta en marcha y comience con la excavación del túnel mediante la TBM2, que mientras avanza con la excavación, al mismo tiempo va revistiendo con las dovelas que son siete segmentos que conforman el anillo que reviste el túnel; y por los tornillos sin fin evacúa el material excedente hasta la cinta transportadora de la misma tuneladora, hasta llegar a la cinta transportadora que se va instalando en el túnel a medida que avanza la TBM; y por los tubos de inyección se va

inyectando el mortero entre el anillo revestido y el terreno excavado. Así, el material excavado va a una planta de lodos. Así como esta instalación se requieren múltiples instalaciones para la puesta en marcha de la TBM2, como son los tanques de agua y bentonita limpia y sucia o contaminada, planta centrifugadora, planta de separación, planta bicomponente, planta de tratamiento de agua, acumulador de cinta, sistema de cintas transportadora de material excavado, sistema de ventilador, sistema de sellado, foso de escombros, sub estaciones eléctricas, actividad del montaje de los componentes de la TBM S-973, entre otros.

Figura 35

Perfil de las instalaciones de la tuteadora S-973 en la Estación 4



Nota. Estudio de ingeniería definitivo de CCM2L (2016).

3.2. Informe de Compatibilidad del Proyecto

3.2.1. Compatibilidad con el Terreno

Anteriormente, la Autoridad Autónoma del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, conocida como AATE, era quien realizaba las entregas de terreno con la liberación de interferencias al Consorcio Constructor M2 Lima. En la actualidad es la Autoridad de Transporte Urbano, conocida como ATU. Esta entidad realiza las entregas de los diversos terrenos para las obras de todo el proyecto del Metro de la Línea 2, ya con la liberación de interferencias, como son de alcantarillado, agua, energía, comunicaciones, gas, etc. Con los documentos legales y los planos de liberación de interferencias, la dirección técnica

del Consorcio Constructor M2 Lima cuenta con un procedimiento de recepción de terreno para las diversas obras que conforman la Línea 2.

3.2.2. Compatibilidad de Diseño

Sobre la compatibilidad de detalles de ingeniería o planos para construcción de la Planta de Dovelas e instalaciones de la TBM2 de diversas disciplinas como obras civiles, sanitarios, eléctricos, comunicaciones, estructuras metálicas, entre otras más, se realizaron durante la ejecución de las obras, además de realizarse esquemas firmados por el jefe de producción o residente y entregadas a los sub contratistas para su ejecución; lo que luego se refleja en los planos Asbuilt o pos construcción y dossier de calidad. Para detallar el mecanismo de soluciones a las convergencias de las diversas disciplinas durante la ejecución, se menciona el flujograma de aprobación, entrega de EDIs o expediente técnico y ejecución de obras.

La sociedad Metro de Lima Línea 2 S. A. se adjudicó la construcción y concesión del Metro Línea 2 y la sociedad concesionaria sub contrato al Consorcio Constructor M2 Lima como el EPC Ingeniería Procura y construcción, en lo que concierne a obras civiles. Como se indica en la Figura 3 *Organigrama del Contrato Global*, el Consorcio es Consultor y Constructor. El desarrollo de los EDIs Estudios Definitivos de Ingeniería o expediente técnico lo realiza la Dirección Técnica y quien ejecuta es la Dirección de Construcción, como se muestra en la Figura 7. Este es el mismo sistema para las 13 obras que conforman el proyecto del Metro de la Línea 2 que se aprecia en la Tabla 1.

Para la aprobación y flujograma de los EDIs se sigue el siguiente procedimiento:

- a) El EPC Dirección Técnica diseña y realiza la aprobación interna y emite a la sociedad concesionaria para la aprobación.
- b) La Sociedad concesionaria aprueba y emite al MTC y ATEE para la aprobación.
- c) Una vez aprobado el MTC y ATEE, la sociedad concesionaria remite los documentos al EPC.

- d) El EPC Dirección Técnica verifica y realiza escaneo y carga al ACONEX.
- e) El área de control documentario del EPC Dirección de Construcción transmite a la Dirección Técnica para validación de Carga de ACONEX.
- f) El área de control documentario del EPC Dirección de Construcción elabora el registro de distribución de documento para obra.
- g) El área de control documentario de calidad del EPC Dirección de Construcción remite copia a control documentario de obra.
- h) El área de Oficina Técnica de Obra del EPC Dirección de Construcción indica la distribución de cada documento al jefe de obra, al jefe de producción de obra y a los involucrados.

Se menciona a los sub contratistas que ejecutaron la obra Planta de Dovelas.

- Obras de concreto: la empresa Túneles y Prefabricados Inca (TPI).
- Habilitación de acero y armaduras para hormigonar: empresa AGF Peru S. A.
- Montaje de estructuras nave planta dovelas: empresa FGA Ingenieros S. A.
- Montaje de puentes grúa y grúas pórticos: empresa GH Grúas.
- Equipamiento de sistema carrusel para fabricación de dovelas: empresa CBE Grupo.
- Sub estación e instalaciones eléctricas: empresa Eecol Electric.

La Oficina Técnica de Obra entrega los planos para construcción mediante documentación formal y correo electrónico a los sub contratistas para su ejecución. Se inicia la ejecución de obra con los planos con sellos para construcción. Se realizan los primeros replanteos y el área de oficina técnica, junto con topografía, realiza el cruce de información de planos con el software AutoCAD de diversas disciplinas cuando exista una convergencia. Se realiza una modificación mediante la aprobación del jefe de producción y/o el jefe de obra a través de un esquema a mano alzada o en *dwg*, y se entrega a los sub contratistas involucrados.

En cuanto a la supervisión CSIL2 por parte de la MTC y ATEE, que actualmente pasó

a la ATU, esta no interviene en la obra por ser una obra de inversiones obligatorias y para la fabricación de las dovelas que si están sujetas a supervisión y aseguramiento de la calidad. La Planta de Dovelas es una obra provisional que operará alrededor de tres a cuatro años, con el fin de fabricar las dovelas. Durante la ejecución de obra se realizaron 40 con esquemas por el jefe de producción del CCM2L. Con el mencionado esquema se libera y se generan los protocolos de liberación topográficos, anexos, protocolos topográficos, obras civiles y montaje (ver Anexos 4, 5, 6, 7).

Capítulo IV : Descripción de las Actividades Profesionales

4.1. Descripción de Actividades Profesionales

Mis actividades profesionales desarrolladas en la empresa Consorcio Constructor M2 Lima fueron de campo y oficina, en el área Oficina técnica y Producción. Estuve encargado de la Topografía y Control Geométrico en la supervisión y ejecución de obras de movimiento de tierra, obras civiles, montaje de estructuras prefabricadas, montaje de equipos y otros elementos que se requieren.

4.1.1. Enfoque de las Actividades Profesionales

La actividad está enfocada en el trabajo de topografía y sus controles, que son los levantamientos topográficos de terrenos iniciales y de frecuentes, según cambia la obra por ser dinámica. En los replanteos periódicos, o constantes, de elementos que requieran más precisión se aplican los controles geométricos, como en los anclajes de acero que requieren precisiones de +/- 3 mm. En el montaje de columnas cuyo desplome debe sobrepasar la relación de 1/1000 y como máximo 10 mm, las vigas carrileras y los caminos de rodaduras de los puentes grúas deben tener una tolerancia que no exceda en +/- 2 mm en vertical y horizontal. También se requiere precisiones para elementos que son muy importantes para el funcionamiento de la TBM S-973.

El propósito del trabajo es que todo elemento esté en posición correcta dentro de las desviaciones admisibles para que los equipos no tengan inconvenientes al momento de su funcionamiento. La topografía y el control geométrico son actividades que se realizan constantemente con una precisión requerida para cada tipo de obra y procedimientos de acuerdo al Plan de Topografía, que es general para la obra del Metro de la Línea 2 de Lima. Para cada trabajo en específico o frente de trabajo se debe adecuar y detallar los pasos a seguir tanto en la supervisión de los sub contratistas como en la ejecución directa que esté dentro del tren de actividades de los procesos constructivos aprobados por el jefe de Control de Calidad y el

ingeniero de producción, ya que se debe obtener un trabajo que cumpla los controles de calidad y sin deficiencias o pausas por temas topográficos al momento de los procesos constructivos, generando los respectivos documentos que acrediten que el trabajo está correctamente ejecutado (documento llamado protocolo topográfico que se llena después de una liberación topográfica). Para llevar a cabo todo este trabajo de campo es necesario centrarse en la raíz de los planos o detalles de ingeniería analizados desde la computadora.

4.1.2. Alcance de las Actividades Profesionales

La actividad profesional realizada por mi persona en la empresa Consorcio Constructor M2 Lima abarcó desde febrero del 2018 hasta junio del 2022. En ese periodo realicé dos obras dentro del proyecto de la Línea 2: construcción de la Planta de Dovelas e instalaciones TBM 2, con personal calificado que son los auxiliares de topografía. Los recursos para esta actividad están dentro de un centro de costo y una partida específica dentro del presupuesto global. Estos recursos utilizados son los equipos de protección personal, equipos topográficos y herramientas. El alcance que se tiene en la actividad topográfica abarca a distintas áreas como Calidad, Seguridad, Oficina Técnica, Producción y Montaje de Estructuras y Equipos.

4.1.2.1. Oficina Técnica. La topografía alimenta datos al área mencionada para la elaboración de documentos técnicos y para los diseños y ubicación de estructuras de instalaciones acometidas, metrados, explanación y ubicación de interferencias.

4.1.2.2. Control de Calidad. El plan general de topografía se rige por el plan de calidad y todo tipo de documento topográfico como protocolos, inspecciones de equipos y registros que son firmados por el topógrafo del consorcio y sus subcontratistas.

4.1.2.3. Área de Seguridad. Siempre se requieren los mapas de riesgos en un periódico mural que es elaborado por el ingeniero de seguridad en un borrador y es digitalizado por el área de Topografía, para luego tener el visto bueno del área de Seguridad. Se realizan los planos en dwg, los cuales son modificados de acuerdo al avance de la obra.

4.1.2.4. Área de Producción. Siempre va de la mano con Topografía, puesto que esta constituye los ojos de la construcción, pues ubica los elementos de cada fase, frecuencia o cambio de actividad de la obra, o en el momento que requiera el ingeniero de producción las ubicaciones de los elementos a replantear.

4.1.2.5. Área Montaje y Equipamiento. Es el área que realiza controles topográficos de montaje de estructuras prefabricadas metálicas o de concreto armado para su posicionamiento en verticalización y alineación, para su liberación topográfica mediante un protocolo. Existen diversas áreas de montaje en la Planta de Dovelas: el montaje de las naves planta, el montaje de los equipos para los hormigonados de las dovelas, el montaje de los caminos de rodadura, el montaje de los puentes grúa y pórtico grúa; y en la obra de instalaciones TBM2 el montaje de tanques, el montaje de planta de lodos, centrifugadora, bicomponente y el montaje de acumulador de banda y del sistema de cinas encargado de un ingeniero en cada disciplina.

4.1.3. Entregables de las Actividades Profesionales

Dentro de las actividades que realice, se entregaron documentos auditables como protocolos de liberación topográfica y verificación de equipos topográficos, así como información solicitada por ingenieros de jerarquía, información digital requerida, por correo corporativo.

4.1.3.1. Entregables Planta de Dovelas. Verificaciones mensuales de Estación Total Ts 16 de 3” serie 3203527 en cumplimiento del Plan General de Topografía PG-CML-350.

Figura 36

Protocolo de verificación e inspección de estaciones totales

EQUIPO		ESTACION TOTAL			MARCA	LEICA	FECHA
MODELO		TS 16			PRECISIÓN ANGULAR	3"	
N° SERIE		3203527			PRECISIÓN EN DISTANCIA	1 mm + 1.5 PPM	
BASES DE VERIFICACION		DV-1 @ DV-2			DIST.HORIZONTAL		200.5790
ANGULOS							
HORIZONTAL				VERTICAL			
SERIE 1	CD = 00°00'00"	Diferencia con 180°00'00"		SERIE 1	CD = 90°08'10"	Suma CD y CI y diferencia con 360°00'00"	
	CI = 180°00'03"	00°00'02"			CI = 269°51'54"	00°00'02"	
SERIE 2	CD = 00°00'00"	Diferencia con 180°00'00"		SERIE 2	CD = 90°08'11"	Suma CD y CI y diferencia con 360°00'00"	
	CI = 180°00'02"	00°00'01"			CI = 269°51'51"	00°00'01"	
SERIE 3	CD = 00°00'00"	Diferencia con 180°00'00"		SERIE 3	CD = 90°08'11"	Suma CD y CI y diferencia con 360°00'00"	
	CI = 180°00'03"	00°00'02"			CI = 269°51'53"	00°00'02"	
		Media Series 00°00'02"				Media Series 00°00'02"	
INCIDENCIA PLANIMETRICA DEL ERROR EN REPLANTEO A 100 MTS				INCIDENCIA ALTIMETRICA DEL ERROR EN REPLANTEO A 100 MTS			
DISTANCIA							
HORIZONTAL							
SERIE 1	CD = 200.5791	Promedio Serie 1 CD y CI		Diferencia con teorica			
	CI = 200.5789	200.5790		0.0000			
SERIE 2	CD = 200.5790	Promedio Serie 2 CD y CI		Diferencia con teorica			
	CI = 200.5791	200.5791		0.0001			
SERIE 3	CD = 200.5794	Promedio Serie 3 CD y CI		Diferencia con teorica			
	CI = 200.5791	200.5793		0.0003			
		Media Series 200.57.91		Diferencia media 0.0001			
OBSERVACIONES:							
ET de 1cc - TOLERANCIA ANGULAR 15cc							
ET de 3cc - TOLERANCIA ANGULAR 30cc							
DISPOSICION DEL EQUIPO		REVISADO POR:			PROXIMA REVISION		
APTO	NO APTO	Firma:					
		Nombre					

Nota. Formato establecido en el procedimiento de verificación/calibración de equipos de topografía del CCM2L (2016).

Durante la construcción de la obra Planta de Dovelas se verificó el equipo de la empresa y la de sus sub contratistas.

Tabla 12

Lista de verificación de equipos topográficos del CCM2L

ENTREGADO POR:		CCM2L			FECHA: 02/07/2022		
Item	Nombre del Documento	Código de Documento	No. de Documento	N° de páginas	Fecha de verificación	Descripción	Observaciones
OBRA: "PLANTA DE DOVELAS"							
VERIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS							
VERIFICACIONES ESTACIONES TOTALES							
1.0 CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA							
1.1	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE ENERO	PTC-CA-0033	1	1	17/01/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 16 Serie: 3203538	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
1.2	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE FEBRERO	PTC-CA-0033	1	1	11/02/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 16 Serie: 3203538	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
1.3	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE MARZO	PTC-CA-0033	1	1	1/03/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 16 Serie: 3203538	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
1.4	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE MARZO	PTC-CA-0033	1	1	15/03/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 16 Serie: 3203538	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
1.5	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE ABRIL	PTC-CA-0033	1	1	1/04/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 16 Serie: 3203538	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
1.6	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE ABRIL	PTC-CA-0033	1	1	15/04/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 16 Serie: 3203538	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
1.7	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE MAYO	PTC-CA-0033	1	1	1/05/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 16 Serie: 3203538	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
1.8	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE MAYO	PTC-CA-0033	1	1	15/05/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 16 Serie: 3203538	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
1.9	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE JUNIO	PTC-CA-0033	1	1	1/06/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 16 Serie: 3203527	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
2.0	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE JUNIO	PTC-CA-0033	1	1	15/06/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 16 Serie: 3203527	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
VERIFICACIONES DE NIVELES							
1.0 CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA							
1.1	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE FEBRERO	PTC-CA-0032	1	1	11/02/2019	Nivel automatico Modelo: Leica - NA320 Serie: 802320319481	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
1.2	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE MARZO	PTC-CA-0032	1	1	1/03/2019	Nivel automatico Modelo: Leica - NA320 Serie: 802320319481	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
1.3	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE MARZO	PTC-CA-0032	1	1	15/03/2019	Nivel automatico Modelo: Leica - NA320 Serie: 802320319481	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
1.4	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE ABRIL	PTC-CA-0032	1	1	1/04/2019	Nivel automatico Modelo: Leica - NA320 Serie: 802320319481	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
1.5	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE ABRIL	PTC-CA-0032	1	1	15/04/2019	Nivel automatico Modelo: Leica - NA320 Serie: 802320319481	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
1.6	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE MAYO	PTC-CA-0032	1	1	1/05/2019	Nivel automatico Modelo: Leica - NA320 Serie: 802320319481	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
1.7	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE MAYO	PTC-CA-0032	1	1	15/05/2019	Nivel automatico Modelo: Leica - NA320 Serie: 802320319481	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
1.8	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE JUNIO	PTC-CA-0032	1	1	1/06/2019	Nivel automatico Modelo: Leica - NA320 Serie: 802320319481	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm

Nota. Índice de dossier de calidad de la construcción Planta de Dovelas del CCM2L (2021).

Tabla 13

Verificación de equipos topográficos de sub contratistas 1 de 2

ENTREGADO POR:		CCM2L		FECHA:		02/07/2022	
Item	Nombre del Documento	Código de Documento	No. de Documento	N° de páginas	Fecha de verificación	Descripción	Observaciones
VERIFICACIONES ESTACIONES TOTALES							
2.0 SUBCONTRATISTA - TUNELES Y PREFABRICADOS INCA							
2.1	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE FEBRERO	PTC-CA-0033	1	1	12/02/2019	Estación Total Marca Trimble Modelo: M3 Serie: 601617	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
2.2	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE MARZO	PTC-CA-0033	1	1	1/03/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 06 PLUS Serie: 1389398	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
2.4	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE MARZO	PTC-CA-0033	1	1	4/03/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 06 PLUS Serie: 1386227	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
2.3	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE MARZO	PTC-CA-0033	1	1	15/03/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 06 PLUS Serie: 1389398	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
2.5	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE MARZO	PTC-CA-0033	1	1	15/03/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 06 PLUS Serie: 1386227	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
2.6	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE ABRIL	PTC-CA-0033	1	1	1/04/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 06 PLUS Serie: 1386227	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
2.7	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE ABRIL	PTC-CA-0033	1	1	1/04/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 06 PLUS Serie: 1389398	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
2.8	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE ABRIL	PTC-CA-0033	1	1	15/04/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 06 PLUS Serie: 1386227	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
2.9	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE ABRIL	PTC-CA-0033	1	1	15/04/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 06 PLUS Serie: 1389398	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
2.10	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE MAYO	PTC-CA-0033	1	1	2/05/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 06 POWER Serie: 1352377	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
2.11	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE MAYO	PTC-CA-0033	1	1	15/05/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 06 POWER Serie: 1352377	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
2.12	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE MAYO	PTC-CA-0033	1	1	3/06/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 06 POWER Serie: 1352377	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
2.13	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE JUNIO	PTC-CA-0033	1	1	17/06/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 06 POWER Serie: 1352377	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
2.0 SUBCONTRATISTA - TUNELES Y PREFABRICADOS INCA							
2.1	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE FEBRERO	PTC-CA-0032	1	1	11/02/2019	Nivel automatico Modelo: South NL-C32 Serie: X073372	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
2.2	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE MARZO	PTC-CA-0032	1	1	1/03/2019	Nivel automatico Modelo: South NL-C32 Serie: X073372	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
2.3	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE MARZO	PTC-CA-0032	1	1	4/03/2019	Nivel automatico Modelo: South NL-C32 Serie: X072587	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
2.4	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE MARZO	PTC-CA-0032	1	1	15/03/2019	Nivel automatico Modelo: South NL-C32 Serie: X073372	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
2.5	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE MARZO	PTC-CA-0032	1	1	15/03/2019	Nivel automatico Modelo: South NL-C32 Serie: X072587	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
2.6	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE ABRIL	PTC-CA-0032	1	1	1/04/2019	Nivel automatico Modelo: South NL-C32 Serie: X073372	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
2.7	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE ABRIL	PTC-CA-0032	1	1	1/04/2019	Nivel automatico Modelo: South NL-C32 Serie: X072587	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
2.8	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE ABRIL	PTC-CA-0032	1	1	15/04/2019	Nivel automatico Modelo: South NL-C32 Serie: X073372	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
2.9	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE ABRIL	PTC-CA-0032	1	1	15/04/2019	Nivel automatico Modelo: South NL-C32 Serie: X072587	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
2.10	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE MAYO	PTC-CA-0032	1	1	1/05/2019	Nivel automatico Modelo: Pentax AP-228 Serie: 642683	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
2.11	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE MAYO	PTC-CA-0032	1	1	15/05/2019	Nivel automatico Modelo: Pentax AP-228 Serie: 642683	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
2.13	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE JUNIO	PTC-CA-0032	1	1	1/06/2019	Nivel automatico Modelo: Pentax AP-228 Serie: 642683	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
2.15	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE JUNIO	PTC-CA-0032	1	1	15/06/2019	Nivel automatico Modelo: Pentax AP-228 Serie: 642683	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm

Nota. Índice de dossier de calidad de la construcción Planta de Dovelas del CCM2L (2021).

Tabla 14

Verificación de equipos topográficos de sub contratistas 2 de 2

ENTREGADO POR:		CCM2L		FECHA: 02/07/2022			
Item	Nombre del Documento	Código de Documento	No. de Documento	N° de páginas	Fecha de verificación	Descripción	Observaciones
OBRA: "PLANTA DE DOVELAS"							
VERIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS							
VERIFICACIONES ESTACIONES TOTALES							
3.0 SUBCONTRATISTA - FGA							
3.1	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE MARZO	PTC-CA-0033	1	1	19/03/2019	Estación total Marca Geomax Modelo: Zoom 20PRo 3" A4 Serie: 2831590	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
3.2	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE ABRIL	PTC-CA-0033	1	1	1/04/2019	Estación total Marca Geomax Modelo: Zoom 20PRo 3" A4 Serie: 2831590	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
3.3	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE ABRIL	PTC-CA-0033	1	1	15/04/2019	Estación total Marca Geomax Modelo: Zoom 20PRo 3" A4 Serie: 2831590	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
3.4	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE MAYO	PTC-CA-0033	1	1	1/05/2019	Estación total Marca Geomax Modelo: Zoom 20PRo 3" A4 Serie: 2831590	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
3.5	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE MAYO	PTC-CA-0033	1	1	15/05/2019	Estación total Marca Geomax Modelo: Zoom 20PRo 3" A4 Serie: 2831590	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
3.6	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE JUNIO	PTC-CA-0033	1	1	1/06/2019	Estación total Marca Geomax Modelo: Zoom 20PRo 3" A4 Serie: 2831590	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
4.0 SUBCONTRATISTA - MARKINT							
4.1	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE MAYO	PTC-CA-0033	1	1	14/05/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 06 Serie: 1357573	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
4.2	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE JUNIO	PTC-CA-0033	1	1	6/06/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 06 Serie: 1382784	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
5.0 SUBCONTRATISTA - EECOL							
5.1	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE JUNIO	PTC-CA-0033	1	1	3/06/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 06 Serie: 1382784	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
5.2	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE ESTACIÓN TOTALES. MES DE JUNIO	PTC-CA-0033	1	1	13/06/2019	Estación total Marca Leica Modelo: TS 06 Serie: 1382784	Base de verificación: DV - 1 @ DV - 2 Dist. Horizontal UTM: 200,5790
VERIFICACIONES DE NIVELES							
3.0 SUBCONTRATISTA - MARKINT							
3.1	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE MAYO	PTC-CA-0032	1	1	14/05/2019	Nivel automatico Modelo: Wild NA-2 Serie: 365554	Presición sobre mira normal: 0,7mm Tolerancia a desnivel: 0,7mm
3.2	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE JUNIO	PTC-CA-0032	1	1	6/06/2019	Nivel automatico Modelo: Wild NA-2 Serie: 365554	Presición sobre mira normal: 0,7mm Tolerancia a desnivel: 0,7mm
4.0 SUBCONTRATISTA - FGA							
4.1	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE MARZO	PTC-CA-0032	1	1	19/03/2019	Nivel automatico Modelo: AT-B4 Serie: JZ2941	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
4.2	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE ABRIL	PTC-CA-0032	1	1	1/04/2019	Nivel automatico Modelo: AT-B4 Serie: MZ- 8680	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
4.3	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE ABRIL	PTC-CA-0032	1	1	15/04/2019	Nivel automatico Modelo: AT-B4 Serie: MZ- 8680	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
4.4	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE MAYO	PTC-CA-0032	1	1	1/04/2019	Nivel automatico Modelo: AT-B4 Serie: MZ- 8680	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
4.5	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE MAYO	PTC-CA-0032	1	1	15/05/2019	Nivel automatico Modelo: AT-B4 Serie: MZ- 8680	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm
4.6	CONTROL Y VERIFICACIÓN DE NIVELES MES DE JUNIO	PTC-CA-0032	1	1	10/06/2019	Nivel automatico Modelo: AT-B4 Serie: MZ- 8680	Presición sobre mira normal: 1mm Tolerancia a desnivel: 1mm

Nota. Índice de dossier de calidad de la construcción Planta de Dovelas del CCM2L (2021).

Archivos digitales en *dwg* de movimiento de tierras para estimaciones de metrados y de avance de ejecución de obra para conciliación con el sub contratista. Realicé el procesado de datos para reporte de volúmenes en la obra *Interferencia para la construcción de la Planta de Dovelas*. La obra es dinámica y con cambios por la cantidad de equipos pesados que participan en la construcción. Realicé el control de los avances en metrados con el software Civil 3D según partidas como las que se mencionan en la metodología, y teniendo los levantamientos topográficos ordenados y con los códigos que correspondan. Generé los sustentos que son los planos por secciones de las partidas. Para llevar a cabo estos cálculos con el software de Autocad Civil 3D generé múltiples superficies y a su vez múltiples tipos de materiales, con una plantilla de autocad Civil 3d, generada por mi persona y adecuada para este proyecto. Asimismo, realicé los sustentos de los metrados de explanación para valorización, con el fin de presentar a la AATE (Autoridad Autónoma del Tren eléctrico) en todo el proceso de la obra de liberación de interferencias y, posteriormente, los planos Asbuilt (pos Construcción).

Planos As Built: Al término de la etapa de movimiento de tierras realicé los planos de pos construcción, entregando en archivos digital los siguientes planos:

Tabla 15

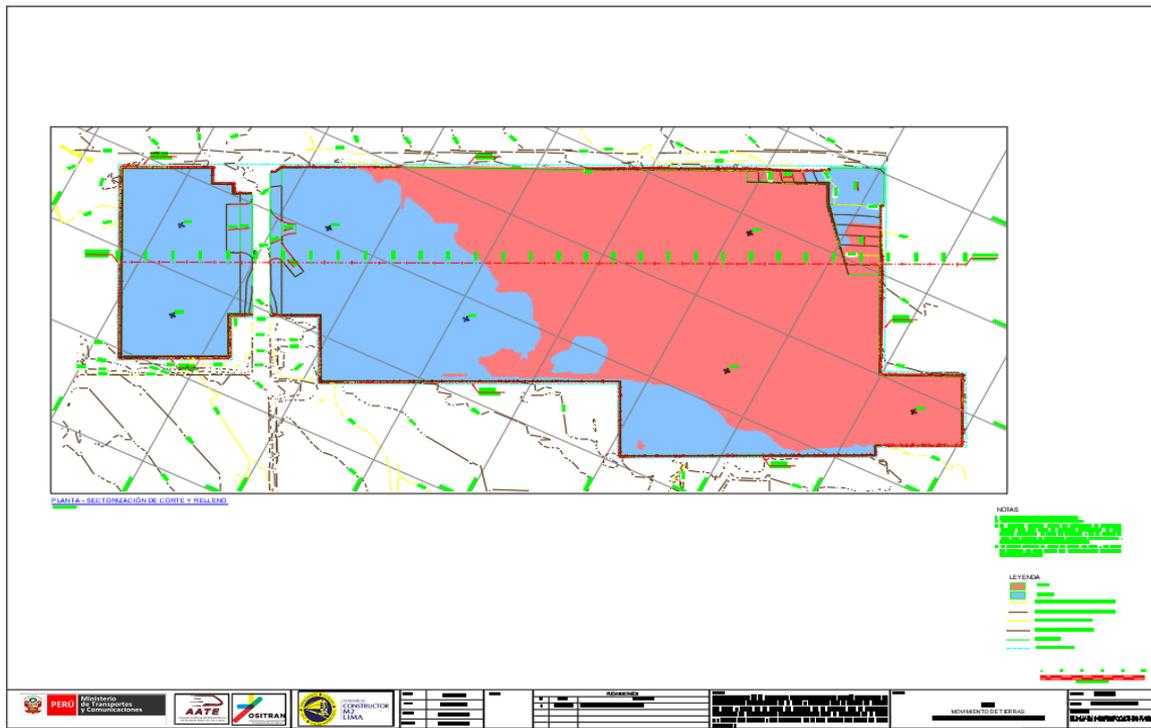
Lista de planos As Built entregados

N°	Detalle	Plano
1	Planta y Perfil	ML2-CJV-2L4-C-000-FBDV-OCMOV-DIS-PL-0101-1-As built
2	Sectorización Corte y Relleno	ML2-CJV-2L4-C-000-FBDV-OCMOV-DIS-PL-0102-1-As built
3	Secciones Transversales 1 de 4	ML2-CJV-2L4-C-000-FBDV-OCMOV-DIS-PL-0103-1-As built
4	Secciones Transversales 2 de 4	ML2-CJV-2L4-C-000-FBDV-OCMOV-DIS-PL-0104-1-As built
5	Secciones Transversales 3 de 4	ML2-CJV-2L4-C-000-FBDV-OCMOV-DIS-PL-0105-1-As built
6	Secciones Transversales 4 de 4	ML2-CJV-2L4-C-000-FBDV-OCMOV-DIS-PL-0107-0-As built.

Nota. Elaboración propia.

Figura 37

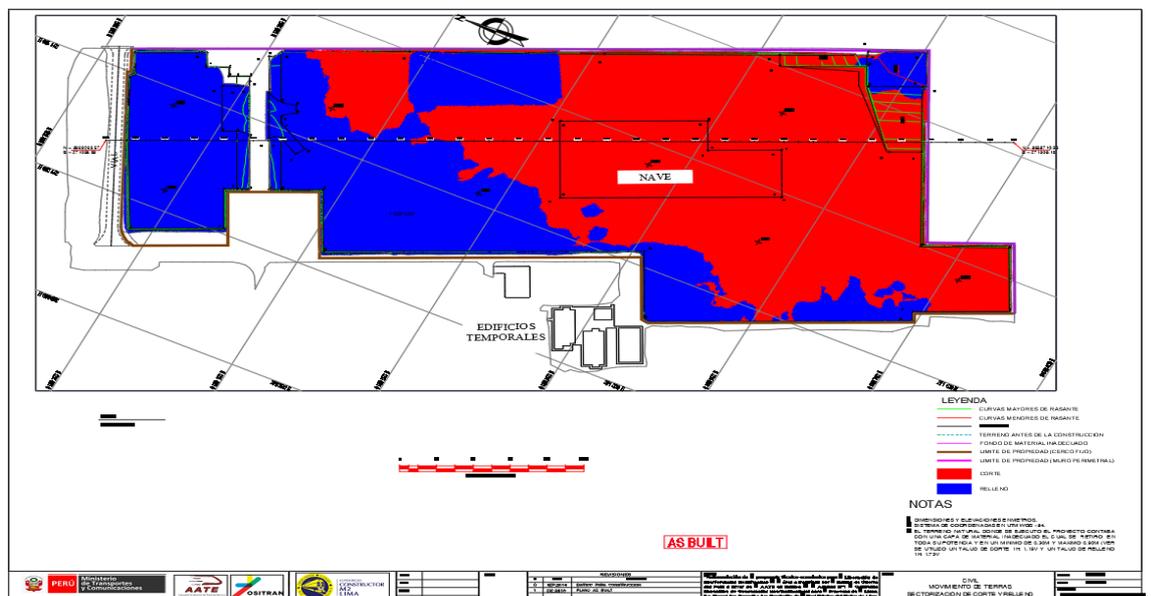
Plano proyecto sectorización de corte y relleno



Nota. Detalle de ingeniería, movimiento de tierras en la Planta de Dovelas (2016).

Figura 38

Plano pos construcción sectorización de corte y relleno



Nota. Elaboración propia para entrega a Oficina Técnica (2020).

Registro de reporte topográfico: Toda actividad para liberación topográfica, como verificación de área y niveles de fundación; para solado, niveles de solado, niveles de encofrado alineación e instalaciones de pernos de anclajes en pre vaciado de concreto y pos vaciado de concreto en cimentaciones. Se realiza y se entrega al ingeniero de control de calidad con el formato siguiente:

Figura 39

Formato de reporte de registro topográfico

REGISTRO		PTC-CA-0011			
		Revision: 01			
		Fecha: 23/02/2017			
		Pag. 1 de 1			
Ubicación:		Fecha:			
Estructura:					
Sector:					
BMs:		Estación:			
Equipo Topografico:					
ITEM	ACTIVIDAD	SI	NO	N.A.	OBSERVACIONES
1	Comprobacion de BMs de referencia				
2	Ubicación de Puntos Auxiliares				
3	Trazo y Replanteo de ejes (Muros guia; losas, otros)				
4	Replanteo y verificación de encofrados (Muros guia, losas, otros)				
5	Colocación de niveles				
6	Verticalidad y alineamiento				
7	Levantamiento Topográfico				
8	Otros				
<p>INFORMACIÓN VARIABLE DEPENDIENDO DE LA LIBERACIÓN TOPOGRÁFICA PUEDE SER DATOS, COORDENADAS, DIFERENCIAS DE DESVIACIONES Y/O CROQUIS DE LIBERACIÓN</p>					
Observaciones:					
Topografía o Producción Subcontratista		Topografía o Producción CCM2L		Topografía Supervisión	
Nombre / Firma:		Nombre / Firma:		Nombre / Firma:	
Fecha y Hora:		Fecha y Hora:		Fecha y Hora:	

Nota. Plan general de topografía, CCM2L (2016).

Información en el reporte topográfico: En el espacio de información variable, la liberación topográfica, desde fundaciones hasta encofrado de cimentaciones, solo se realiza el

croquis. En el caso de pernos de anclajes y de alineaciones de rieles se manejan los siguientes cuadros:

Tabla 16

Diferencia de coordenadas de anclajes entre nominal y de campo

EJE	Ø	#	COORDENADAS TEÓRICAS			COORDENADAS CAMPO			DESVIACIONES (mm)			
			Este	Norte	Cota	Este	Norte	Cota	Este	Norte	Result.	Cota
D,2	1-1/4"	1	271142.737	8668963.14	39.167	271142.7371	8668963.146	39.1668	0.1	1.5	1.5	-0.2
D,2	3/4"	2	271142.545	8668963.05	39.167	271142.5442	8668963.05	39.1669	-0.3	0.5	0.6	-0.1
D,2	3/4"	3	271142.276	8668962.92	39.167	271142.2761	8668962.914	39.1685	0.2	-1.6	1.6	1.5
D,2	1-1/4"	4	271142.083	8668962.82	39.167	271142.0834	8668962.819	39.1685	0.0	-0.7	0.7	1.5
D,2	1-1/4"	5	271142.032	8668962.92	39.167	271142.0319	8668962.921	39.1683	-0.3	-1.3	1.3	1.3
D,2	1-1/4"	6	271141.981	8668963.03	39.167	271141.981	8668963.026	39.1686	0.0	-0.2	0.2	1.6
D,2	3/4"	7	271142.174	8668963.12	39.167	271142.1718	8668963.121	39.1675	-1.7	-0.5	1.8	0.5
D,2	3/4"	8	271142.442	8668963.26	39.167	271142.4415	8668963.254	39.1667	-0.6	-0.7	0.9	-0.3
D,2	1-1/4"	9	271142.635	8668963.35	39.167	271142.6334	8668963.352	39.1666	-1.2	1.2	1.7	-1.0
D,2	1-1/4"	10	271142.686	8668963.25	39.167	271142.6848	8668963.248	39.1655	-1.0	0.1	1.0	-1.5

Tabla 17

Reporte de alineación de caminos de rodadura

Coordenadas teoricas Alineacion Eje "F"			Ecuacion de la Recta	$Ax + By + C = 0 = mX - Y - mX1 + Y1 = 0$	A = m	-2.0103
F1	E-271064.0665	N-8669092.4791			B = 1	-1.0000
F2	E-271224.4188	N-8668770.1184	Pendiente	$m = (Y1 - Y2)/(X1 - X2)$	C = mX1 + Y1	9214020.1304
Coordenadas teoricas Alineacion Eje "G"					A = m	-2.0103
G1	E-271037.2061	N-8669079.1179	Distancia de Punto a la Linea	$\frac{A1 + BY1 + C}{\sqrt{A^2 + B^2}}$	B = 1	-1.0000
G2	E-271197.5584	N-8668756.7572			C = mX1 + Y1	9213952.7711

Portico de Acopio Alineaciones

Prog.	Datos de Riel Eje "F"				Luz (Paralelismo) Teórico 30 m	Datos de Riel Eje "G"				Obs.
	Este	Norte	Desviación Eje Real / Eje Teórico (mm)	Alineación del Carril en un Plano (mm)		Alineación del Carril en un Plano (mm)	Desviación Eje Real / Eje Teórico (mm)	Este	Norte	
0+002.00	271064.9567	8669090.6881	0.6		30.0025		3.1	271038.0941	8669077.3259	Anillos Acopiados
0+004.00	271065.8475	8669088.8975	0.5	-0.1	30.0026	0.1	3.2	271038.9848	8669075.5351	Anillos Acopiados
0+006.00	271066.7381	8669087.1067	0.7	0.2	30.0019	-0.5	2.6	271039.8760	8669073.7447	Anillos Acopiados
0+008.00	271067.6291	8669085.3161	0.4	-0.3	30.0020	-0.2	2.5	271040.7669	8669071.9541	Anillos Acopiados
0+010.00	271068.5199	8669083.5255	0.4	-0.1	30.0019	-0.2	2.3	271041.6578	8669070.1635	Anillos Acopiados
0+012.00	271069.4104	8669081.7347	0.6	0.3	30.0017	0.1	2.4	271042.5485	8669068.3727	Anillos Acopiados
0+014.00	271070.3011	8669079.9440	0.7	0.0	30.0017	0.0	2.4	271043.4392	8669066.5820	Anillos Acopiados
0+016.00	271071.1916	8669078.1531	1.0	0.3	30.0011	-0.3	2.1	271044.3302	8669064.7915	Anillos Acopiados
0+018.00	271072.0818	8669076.3622	1.6	0.6	30.0000	-0.6	1.5	271045.2215	8669063.0010	Anillos Acopiados
0+020.00	271072.9725	8669074.5714	1.7	0.1	29.9988	-1.1	0.5	271046.1132	8669061.2108	Anillos Acopiados
0+022.00	271073.8633	8669072.7808	1.6	-0.1	29.9981	-0.8	-0.3	271047.0046	8669059.4205	Anillos Acopiados
0+024.00	271074.7540	8669070.9901	1.6	0.0	29.9980	0.0	-0.4	271047.8954	8669057.6298	Anillos Acopiados
0+026.00	271075.6453	8669069.1997	1.0	-0.6	29.9987	0.0	-0.3	271048.7861	8669055.8391	Anillos Acopiados
0+028.00	271076.5357	8669067.4088	1.4	0.4	29.9983	0.0	-0.4	271049.6769	8669054.0484	Anillos Acopiados
0+030.00	271077.4265	8669065.6182	1.3	-0.1	29.9995	1.2	0.8	271050.5666	8669052.2572	Anillos Acopiados

Tabla 18

Protocolos entregados de obras civiles: Planta de Dovelas

ENTREGADO POR:		CCM2L				FECHA: 02/07/2022	
Ítem	Nombre del Documento	Código de Documento	No. de Documento	N° de páginas	Fecha de verificación	Descripción	Observaciones
1.027	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	27	3	17/02/2019	Liberación de alinamiento y elevación de pernos de anclaje	Eje C: (C-2), (C-3)
1.028	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	28	3	18/02/2019	Liberación de alinamiento y elevación de pernos de anclaje	Eje C: (C-4) Eje D: (D-1)
1.029	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	29	3	19/02/2019	Liberación de alinamiento y elevación de pernos de anclaje	Eje D: (D-2), (D-3)
1.033	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	33	3	25/02/2019	* Liberación de ubicación y elevación de pernos de anclaje. Nave de elaboración de acero	Eje B: (B-2), (B-3)
1.034	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	34	3	25/02/2019	* Liberación de ubicación y elevación de pernos de anclaje. Nave de elaboración de acero	Eje B: (B-4), (B-5)
1.035	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	35	3	25/02/2019	* Liberación de ubicación y elevación de pernos de anclaje. Nave de elaboración de acero	Eje A: (A-2), (A-3)
1.036	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	36	3	25/02/2019	Liberación de los pernos de anclaje - POST VACIADO	Eje C (C-2), Eje D: (D-1)
1.037	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	37	3	25/02/2019	Liberación de los pernos de anclaje - POST VACIADO	Eje C (C-3), Eje D: (D-2)
1.038	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	38	3	25/02/2019	Liberación de los pernos de anclaje - POST VACIADO	Eje C (C-4), Eje D: (D-3)
1.039	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	39	3	26/02/2019	* Liberación de ubicación y elevación de pernos de anclaje. Nave Carrusel	Eje D: (D-4), (D-5)
1.040	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	40	3	26/02/2019	* Liberación de ubicación y elevación de pernos de anclaje. Nave Carrusel	Eje D: (D-6)
1.041	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	41	3	26/02/2019	* Liberación de ubicación y elevación de pernos de anclaje. Nave Carrusel	Eje C: (C-5), (C-6)
1.042	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	42	3	26/02/2019	* Liberación de ubicación y elevación de pernos de anclaje. Nave Carrusel	Eje C: (C-7)
1.043	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	43	3	27/02/2019	Liberación de alinamiento verticalidad, niveles, ubicación y elevación de pernos de anclaje (POST VACIADO)	Eje A: (A-2), (A-3)
1.044	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	44	3	27/02/2019	Liberación de alinamiento verticalidad, niveles, ubicación y elevación de pernos de anclaje Nave de liberación de acero (POST VACIADO)	Eje B: (B-2), (B-3)
1.045	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	45	3	27/02/2019	Liberación de alinamiento verticalidad, niveles, ubicación y elevación de pernos de anclaje Nave de liberación de acero (POST VACIADO)	Eje B: (B-4), (B-5)
1.046	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	46	3	28/02/2019	Liberación de alineamiento, verticalidad, niveles, elevación de pernos de anclaje de Nave Carrusel (POST VACIADO)	Eje C: (C-5), (C-6)
1.047	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	47	3	28/02/2019	Liberación de alineamiento, verticalidad, niveles, elevación de pernos de anclaje de Nave Carrusel (POST VACIADO)	Eje C: (C-7) Eje D: (D-4)
1.048	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	48	3	28/02/2019	Liberación de alineamiento, verticalidad, niveles, elevación de pernos de anclaje de Nave Carrusel (POST VACIADO)	Eje D: (D-5), (D-6)
1.049	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	49	3	1/03/2019	* Liberación de alineamiento, verticalidad de encofrados * Ubicación y elevación de pernos de anclaje * Liberación de alineamiento, verticalidad de encofrados	Eje B: (B-6), (B-7)
1.050	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	50	3	1/03/2019	* Ubicación y elevación de pernos de anclaje * Liberación de alineamiento, verticalidad de encofrados	Eje A: (A-4), (A-5)
1.051	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	51	3	1/03/2019	* Ubicación y elevación de pernos de anclaje * Liberación de alineamiento, verticalidad de encofrados	Eje A: (A-6), (A-7)
1.052	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	52	3	2/03/2019	* Liberación de alineamiento, verticalidad de encofrados * Ubicación y elevación de pernos de anclaje * Liberación de alineamiento, verticalidad de encofrados	Eje C: (C-8), (C-9)
1.053	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	53	3	2/03/2019	* Liberación de alineamiento, verticalidad de encofrados * Ubicación y elevación de pernos de anclaje * Liberación de alineamiento, verticalidad de encofrados	Eje C: (C-10)
1.054	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	54	3	2/03/2019	* Liberación de alineamiento, verticalidad de encofrados * Ubicación y elevación de pernos de anclaje * Liberación de alineamiento, verticalidad de encofrados	Eje D: (D-7), (D-8)
1.055	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	55	3	2/03/2019	* Liberación de alineamiento, verticalidad de encofrados * Ubicación y elevación de pernos de anclaje * Liberación de alineamiento, verticalidad de encofrados	Eje D: (D-9)
1.056	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	56	3	4/03/2019	Liberación de alineamiento, verticalidad, niveles, elevación de pernos de anclaje de Nave de elaboración de acero (POST VACIADO)	Eje A: (A-4), (A-5)
1.057	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	57	3	4/03/2019	Liberación de alineamiento, verticalidad, niveles, elevación de pernos de anclaje de Nave de elaboración de acero (POST VACIADO)	Eje A: (A-6), (A-7)
1.058	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	58	3	4/03/2019	Liberación de alineamiento, verticalidad, niveles, elevación de pernos de anclaje de Nave de elaboración de acero (POST VACIADO)	Eje B: (B-6), (B-7)
1.059	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	59	3	4/03/2019	Liberación de alineamiento, verticalidad, niveles, elevación de pernos de anclaje de Nave Carrusel (POST VACIADO)	Eje C: (C-8), (C-9)
1.060	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	60	3	4/03/2019	Liberación de alineamiento, verticalidad, niveles, elevación de pernos de anclaje de Nave Carrusel (POST VACIADO)	Eje C: (C-10)
1.061	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	61	3	4/03/2019	Liberación de alineamiento, verticalidad, niveles, elevación de pernos de anclaje de Nave Carrusel (POST VACIADO)	Eje D: (D-7), (D-8)
1.062	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	62	3	4/03/2019	Liberación de alineamiento, verticalidad, niveles, elevación de pernos de anclaje de Nave Carrusel (POST VACIADO)	Eje D: (D-9)
1.063	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	63	3	5/03/2019	* Ubicación y elevación de pernos de anclaje Nave de elaboración de acero	Eje A: (A-8), (A-9)
1.064	REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS	PTC-CA-0011	64	3	5/03/2019	* Ubicación y elevación de pernos de anclaje Nave de elaboración de acero	Eje A: (A-10)

Nota. Índice de dossier de calidad de la construcción Planta de Dovelas del CCM2L (2020).

Tabla 19

Protocolos entregados de montaje de estructuras: Planta de Dovelas

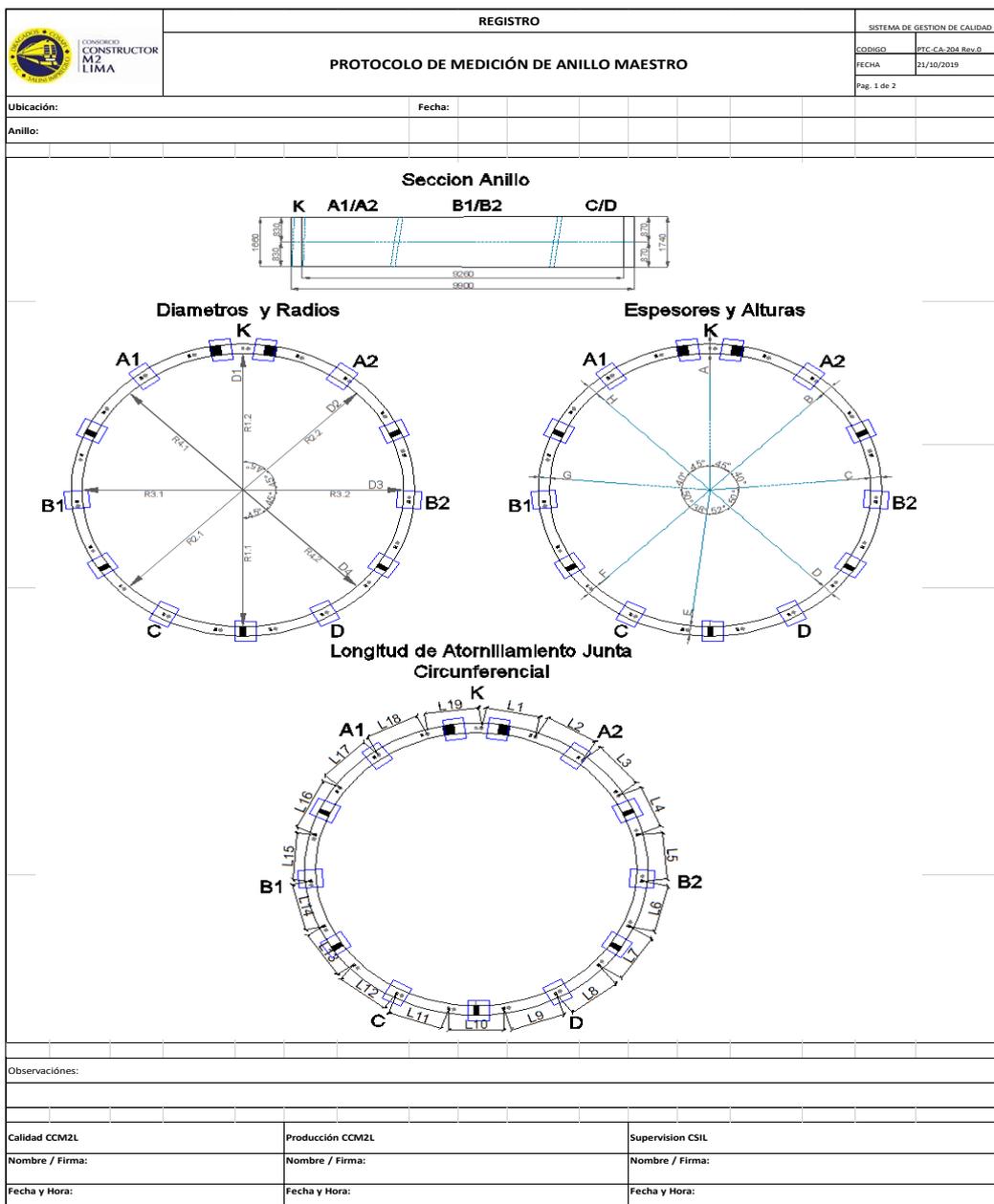
		PROYECTO: DISEÑO, DETALLAMIENTO, SUMINISTRO, FABRICACION, TRANSPORTE Y MONTAJE DE NAVES INDUSTRIALES PARA LA PLANTA DE DOVELAS				3059P3-PC-LOG-001-F1 Revisión: 0	
DOSSIER DE CALIDAD DE OBRA							Pag. 1-3
ESPECIALIDAD:		MONTAJE ESTRUCTURAS METALICAS					
DESCRIPCIÓN:		NAVES PLANTA DOVELAS					
Item	N° de Correlativo :	Descripción	Rev	N° de páginas	Fecha	Venue	Observación
1	AV-001	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	25/04/2019	Planta Dovelas	APROBADO
2	AV-002	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	25/04/2019	Planta Dovelas	APROBADO
3	AV-003	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	25/04/2019	Planta Dovelas	APROBADO
4	AV-004	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	29/04/2019	Planta Dovelas	APROBADO
5	AV-005	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	29/04/2019	Planta Dovelas	APROBADO
6	AV-006	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	29/04/2019	Planta Dovelas	APROBADO
7	AV-007	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	29/04/2019	Planta Dovelas	APROBADO
8	AV-008	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	29/04/2019	Planta Dovelas	APROBADO
9	AV-009	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	29/04/2019	Planta Dovelas	APROBADO
10	AV-010	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	4/05/2019	Planta Dovelas	APROBADO
11	AV-011	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	13/05/2019	Planta Dovelas	APROBADO
12	AV-012	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	13/05/2019	Planta Dovelas	APROBADO
13	AV-013	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	13/05/2019	Planta Dovelas	APROBADO
14	AV-014	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	13/05/2019	Planta Dovelas	APROBADO
15	AV-015	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	27/05/2019	Planta Dovelas	APROBADO
16	AV-016	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	27/05/2019	Planta Dovelas	APROBADO
17	AV-017	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	27/05/2019	Planta Dovelas	APROBADO
18	AV-018	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	27/05/2019	Planta Dovelas	APROBADO
19	AV-019	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	28/05/2019	Planta Dovelas	APROBADO
20	AV-020	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	28/05/2019	Planta Dovelas	APROBADO
21	AV-021	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	28/05/2019	Planta Dovelas	APROBADO
22	AV-022	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	28/05/2019	Planta Dovelas	APROBADO
23	AV-023	Registro de Alineamiento y Verticalidad	0	2	30/05/2019	Planta Dovelas	APROBADO

Nota. La lista es parte del QC index, ya que el total de protocolos topográficos en obras civiles es de 583 y en montaje 148. Índice de dossier de calidad de la construcción Planta de Dovelas del CCM2L (2020).

Protocolo de control dimensional Anillo Maestro: es el montaje de siete dovelas que forman un anillo para revestimiento del túnel. Se coloca mediante la tuneladora. Son dos anillos que se arman para su demostración, lo cual se cumple con sus tolerancias dimensionales, y para certificar y fabricar en masa. El primer y segundo anillo fueron certificados por la empresa Bureau Veritas.

Figura 40

Protocolo de medición Anillo Maestro, croquis de la medición



Nota. Elaboración propia con aprobación del área de Control de Calidad (2019).

Tabla 20

Protocolo Anillo Maestro, medidas nominales vs. campo

REGISTRO																								
															PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE ANILLO MAESTRO					<small>SISTEMA DE GESTIÓN</small> <small>CONDIGO FIC-CA-204 Rev.0</small> <small>FECHA 23/02/2019</small> <small>Pág. 26 de 2</small>				
															Anillo:									
Ubicación:																								
Radio N°	Radio Interno en "mm" (+/- 20 mm)					Ø N°	Diámetro Interno en "mm" (+/- 20 mm)					Punto	Espesores Superior en "mm" (+/- 3 mm)			Espesores Inferior en "mm" (+/- 3 mm)			Altura Interna en "mm" (+/- 1 mm)			Altura Externa en "mm" (+/- 1 mm)		
	Nominal	Superior	Dif	Inferior	Dif		Nominal	Superior	Dif	Inferior	Dif		Nominal	Medido	Dif.	Nominal	Medido	Dif.	Nominal	Medido	Dif.	Nominal	Medido	Dif.
R 1.1	4630.00	4632.00	2.00	4632.00	2.00	D 1	9260.00	9264.00	4.00	9263.00	-1.00	A	320.00	321.00	1.00	320.00	321.00	1.00	1662.59	1662.20	-0.39	1660.00	1660.00	0.00
R 1.2	4630.00	4632.00	2.00	4631.00	1.00		B	320.00	321.00	1.00	320.00	322.00	2.00	1673.54	1672.66	-0.88	1671.72	1671.60	-0.12					
R 2.1	4630.00	4630.00	0.00	4629.00	-1.00	D 2	9260.00	9262.00	2.00	9259.00	-3.00	C	320.00	320.50	0.50	320.00	321.50	1.50	1696.74	1696.20	-0.54	1696.51	1696.20	-0.31
R 2.2	4630.00	4632.00	2.00	4630.00	0.00		D	320.00	320.00	0.00	320.00	320.50	0.50	1726.46	1726.30	-0.16	1728.28	1727.30	-0.98					
R 3.1	4630.00	4631.00	1.00	4632.00	2.00	D 3	9260.00	9263.00	3.00	9261.00	-2.00	E	320.00	321.00	1.00	320.00	322.50	2.50	1737.14	1737.80	0.66	1739.70	1738.80	-0.90
R 3.2	4630.00	4632.00	2.00	4629.00	-1.00		F	320.00	321.00	1.00	320.00	321.00	1.00	1726.46	1726.70	0.24	1728.28	1727.50	-0.78					
R 4.1	4630.00	4630.00	0.00	4631.00	1.00	D 4	9260.00	9260.00	0.00	9261.00	1.00	G	320.00	320.50	0.50	320.00	322.00	2.00	1696.74	1696.30	-0.44	1696.51	1695.90	-0.61
R 4.2	4630.00	4630.00	0.00	4630.00	0.00		H	320.00	320.50	0.50	320.00	321.00	1.00	1673.54	1672.80	-0.74	1671.72	1671.70	-0.02					
Junta Dovela	Brecha en Junta Radial en "mm" (+/- 2 mm)			Escalon en Junta Rad. En "mm" (+/- 20 mm)			Escalon en Junta circ. En "mm" (+/- 20 mm)			Longitud entre Atornillamiento de Junta Circunferencial en "mm"														
	Superior	Medio	Inferior	Superior	Medio	Inferior	Superior	Medio	Inferior	Línea	Superior	Línea	Superior	Línea	Superior	Línea	Inferior	Línea	Inferior	Línea	Inferior	Línea		
K/A2	0.10	0.00	0.04	3.00	2.00	2.00	2.00	1.00	---	L1	1577.00	L8	1577.00	L15	1577.00	L1	---	L8	---	L15	---	---	---	
A2/B2	0.60	0.00	0.80	2.00	0.00	1.00	0.50	1.00	---	L2	1577.00	L9	1577.00	L16	1577.00	L2	---	L9	---	L16	---	---	---	
B2/D	0.00	0.40	1.60	2.00	0.00	2.00	0.00	1.00	---	L3	1577.00	L10	1577.00	L17	1577.00	L3	---	L10	---	L17	---	---	---	
D/C	0.40	0.20	0.70	4.00	3.00	2.00	1.00	0.00	---	L4	1577.00	L11	1577.00	L18	1577.00	L4	---	L11	---	L18	---	---	---	
C/B1	1.50	0.40	0.10	1.00	0.00	4.00	0.00	0.00	---	L5	1577.00	L12	1577.00	L19	1578.00	L5	---	L12	---	L19	---	---	---	
B1/A1	0.80	0.20	0.60	2.00	0.00	2.00	0.00	1.00	---	L6	1577.00	L13	1578.00	---	---	L6	---	L13	---	---	---	---	---	
A1/K	0.50	0.04	0.10	5.00	2.00	2.00	3.00	3.00	---	L7	1577.00	L14	1577.00	---	---	L7	---	L14	---	---	---	---	---	
Observaciones:																								
Calidad CCM2L							Produccion CCM2L							Supervision CSIL										
Nombre / Firma:							Nombre / Firma:							Nombre / Firma:										
Fecha y Hora:							Fecha y Hora:							Fecha y Hora:										

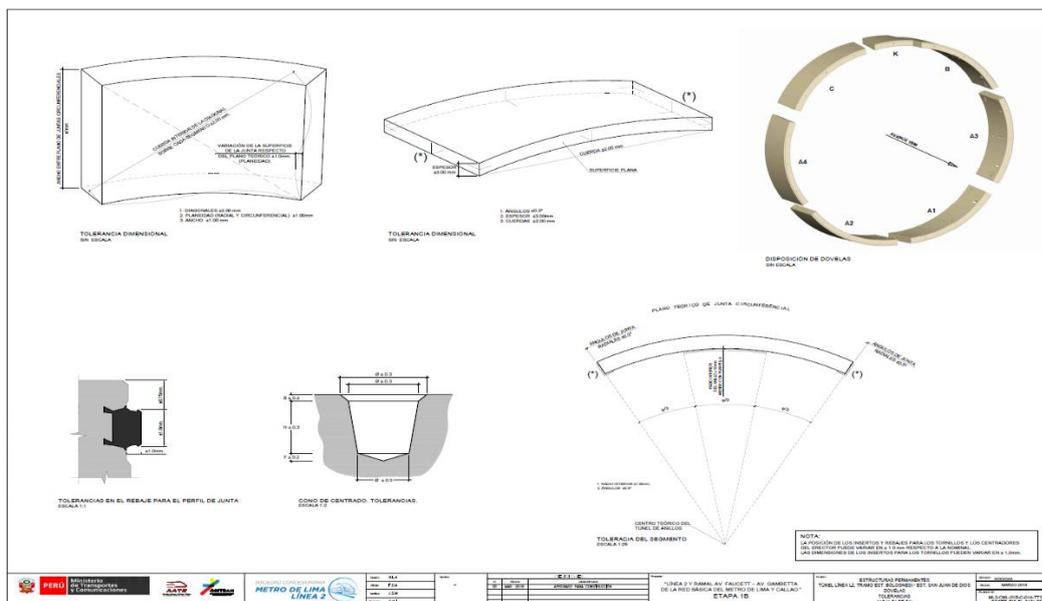
Nota. Las evidencias de la certificación del anillo y del protocolo están en los anexos 3 y 4. Elaboración propia con aprobación del área de Control de Calidad (2019).

Protocolo Control Dimensional de Dovelas: En el plano “ML2-CML-01B-D-014-TT34-OCSTR-DIS-PL-3101” del Estudio definitivo de Ingeniería se recogen las tolerancias dimensionales de fabricación de las dovelas. En promedio se realizan 13 anillos de dovelas durante el proceso de fabricación. Se mide un anillo completo, es decir, siete segmentos o dovelas que conforman un anillo de diámetro exterior 9.90 m e interior de 9.26 m. A continuación, se resumen las tolerancias dimensionales más representativas indicadas en la siguiente tabla y figura, e información de las especificaciones técnicas y el detalle de ingeniería en él.

Tabla 21*Tolerancias de control dimensional de dovelas*

N°	Detalle	Tolerancia
1	Desviación de la longitud de la cuerda interior de la diagonal de cada dovela	± 2.00 mm.
2	Desviación del espesor de la dovela	± 3 mm
3	Desviación del ancho de la dovela	± 1 mm entre plano de juntas circunferenciales.
4	Desviación del plano de la junta medido perpendicular a la cara de la junta	± 1.00 mm.
5	Desviación de la superficie de la junta respecto al plano teórico	$\pm 1,00$ mm
6	Torsión de la superficie interior de la dovela relativa a la superficie en cualquier punto elegido	1.5 mm respecto a la posición teórica
7	Desviación del radio interior del anillo	± 1 mm, medido con plantilla.
8	Ajuste de las superficies planas de carga en las superficies de junta radial con la superficie interior de la dovela relativo al ángulo teórico	$\pm 0.3^\circ$
9	La posición de los insertos y rebajes para los tornillos y centradores del erector pueden variar en	± 1 mm respecto a su valor nominal.
10	Las dimensiones para los insertos de los tornillos pueden variar	± 1 mm.

Nota. Especificaciones técnicas de fabricación de dovelas (2016).

Figura 41*Plano ilustrativo de control dimensional de dovelas*

Nota. Estudio definitivo de ingeniería de obras permanentes; dovelas de revestimiento para el túnel con TBM (2016).

Tabla 22

Formato protocolo de control dimensional de dovelas

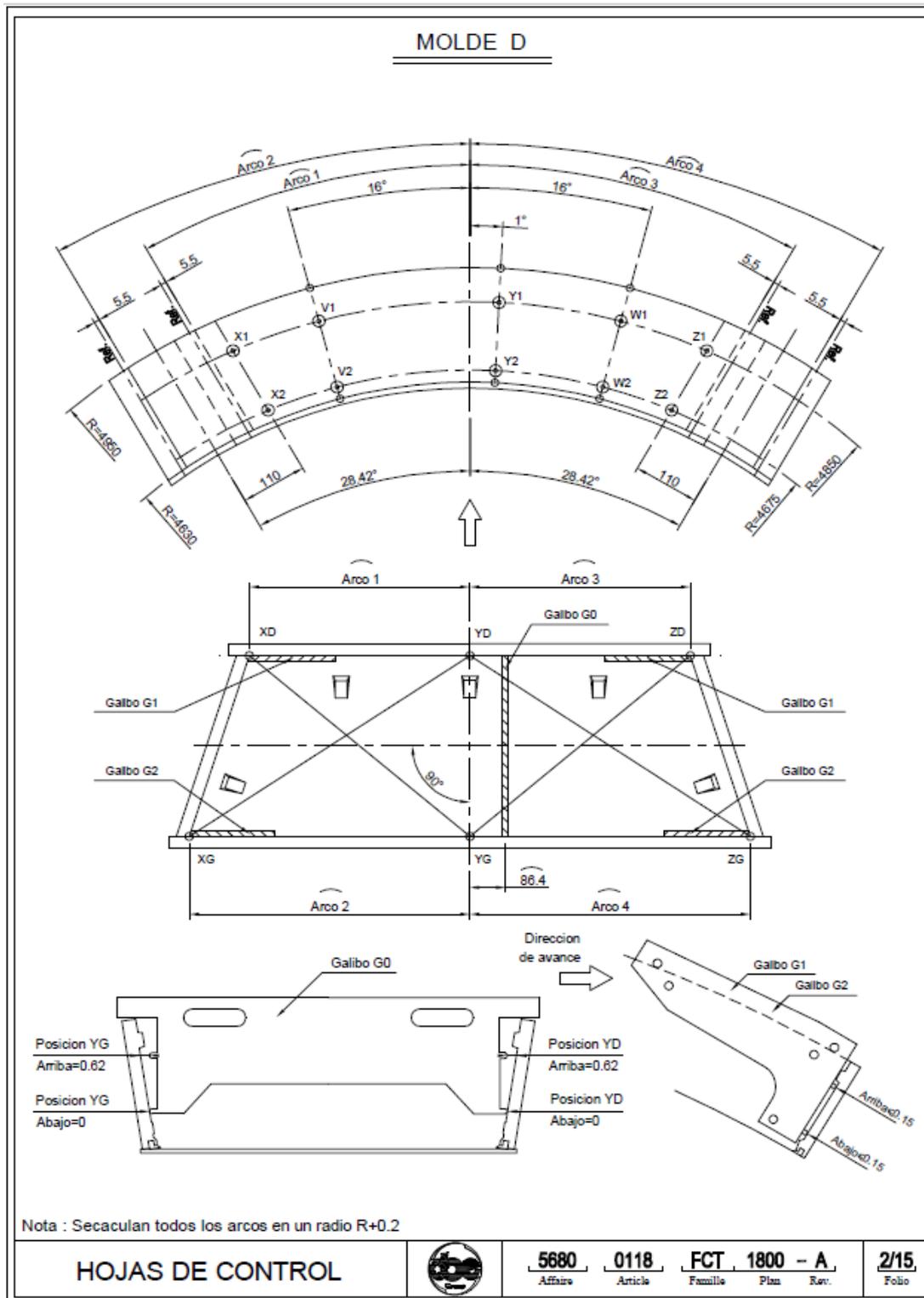
REGISTRO																										
																		SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD								
CONTROL DIMENSIONAL DE DOVELAS																		CÓDIGO: PFC-CA-288 Rev. 0								
Ubicación: <i>Planta dovelas</i>																		Fecha: <i>5/02/2020</i>								
Anillo: <i>00253 - JL</i>																		FECHA: 20/02/2020								
																		Pag. 1 de 1								
ITEM	ACTIVIDAD	SI	NO	N.A.	OBSERVACIONES																					
1	Planeidad Radial tolerancia +/- 1 mm	✓																								
2	Planeidad Circunferencial +/- 1 mm	✓																								
3	Radio Interior del Anillo Medido con plantilla tolerancia +/- 1 mm	✓																								
ANCHO (mm) Tolerancia +/- 1 mm																		CUERDAS INTERIORES Tolerancia +/- 2 mm						ESPESOR Tolerancia +/- 3 mm		
Dovela	Posición	Lado Izquierdo			Centro			Lado Derecho			Super			Base			Diagonales			Espesor						
		Teorico	Control	Dif.	Teorico	Control	Dif.	Teorico	Control	Dif.	Teorico	Control	Dif.	Teorico	Control	Dif.	Diag. 1	Teorico	Control	Dif.	Teorico	Control	Dif.			
D	Interior	1727.03	1727.00	-0.03	1732.90	1733.00	0.10	1744.05	1744.00	-0.05	4273.64	4274.00	0.36	4539.71	4540.00	0.29	Diag. 1	4734.95	4735.00	0.05	320.00	321.00	1.00			
	Exterior	1728.37	1728.50	0.13	1735.18	1735.00	-0.18	1746.55	1746.00	-0.55							Diag. 2	4733.55	4733.00	-0.55						
B2	Interior	1691.41	1691.50	0.09	1703.09	1703.00	-0.09	1727.03	1727.00	-0.03	4408.77	4410.00	1.23	4406.03	4407.00	0.97	Diag. 1	4602.35	4602.00	-0.35	320.00	322.00	2.00			
	Exterior	1690.28	1690.00	-0.28	1703.30	1703.00	-0.30	1728.37	1729.00	0.63							Diag. 2	4846.74	4847.00	0.26						
A2	Interior	1694.33	1694.00	-0.33	1670.47	1670.50	0.03	1691.41	1691.50	0.09	4316.96	4316.00	-0.96	4472.08	4472.00	-0.08	Diag. 1	4508.25	4509.00	0.75	320.00	322.00	2.00			
	Exterior	1691.21	1691.00	-0.21	1668.43	1669.00	0.57	1690.28	1691.00	0.72							Diag. 2	4895.75	4896.00	0.25						
K	Interior	1694.33	1694.00	-0.33	1662.59	1663.00	0.41	1694.33	1694.50	0.17	1870.13	1870.00	-0.13	1232.10	1233.00	0.90	Diag. 1	2274.85	2274.50	-0.35	320.00	321.00	1.00			
	Exterior	1691.21	1691.00	-0.21	1660.00	1660.00	0.00	1691.21	1691.00	-0.21							Diag. 2	2274.85	2274.00	-0.85						
A1	Interior	1691.41	1691.00	-0.41	1670.47	1670.50	0.03	1694.33	1694.00	-0.33	4316.88	4318.00	1.12	4472.00	4472.00	0.00	Diag. 1	4895.68	4896.00	0.32	320.00	321.00	1.00			
	Exterior	1690.28	1690.00	-0.28	1668.43	1668.50	0.07	1691.21	1691.00	-0.21							Diag. 2	4508.18	4509.00	0.82						
B1	Interior	1727.03	1727.00	-0.03	1703.09	1703.00	-0.09	1691.41	1691.50	0.09	4408.76	4410.00	1.24	4406.03	4407.00	0.97	Diag. 1	4846.74	4847.00	0.26	320.00	321.50	1.50			
	Exterior	1728.37	1728.00	-0.37	1703.30	1703.00	-0.30	1690.28	1690.50	0.22							Diag. 2	4602.34	4602.00	-0.34						
C	Interior	1744.05	1744.00	-0.05	1732.90	1733.00	0.10	1727.03	1727.00	-0.03	4408.08	4408.50	0.42	4406.78	4407.00	0.22	Diag. 1	4857.85	4858.00	0.15	320.00	321.00	1.00			
	Exterior	1746.55	1746.00	-0.55	1735.18	1735.00	-0.18	1728.37	1728.50	0.13							Diag. 2	4610.37	4610.00	-0.37						
Todas las unidades en mm.																										
Observaciones: <i>Molde 2</i>																										
<i>Dovela A1 y C pertenece al anillo 247 (Reposición)</i>																										
Calidad CCM2L									Producción CCM2L									Supervisión CSIL								
Nombre / Firma:									Nombre / Firma:									Nombre / Firma:								
Fecha y Hora:									Fecha y Hora:									Fecha y Hora:								

Nota. Elaboración propia con aprobación del área de Control de Calidad (2019).

Protocolo de Control Dimensional de Molde para hormigonado de dovelas: Son metálicos con gran solidez y con una superficie interior lisa. Según la especificación técnica, su control para dimensional se realiza cada 250 puestas. En sistema carrusel se cuenta con 56 moldes para 8 anillos y se fabrican por día 13 anillos; por ello la supervisión y el consorcio establecieron que se realice un control dimensional diario a un molde sin repetir hasta terminar los otros 55 moldes. Para ello la empresa CBE Group, proveedora de dichos equipos, proporciona el protocolo de control dimensional y los accesorios y herramientas que se usan para su medición, como galibos, micrómetro de interiores, cinta metálica milimetrada y profundímetro. El formato entregado por la empresa CBE fue incorporado a los protocolos de Control de Calidad. Cada segmento o dovela (A1, A2, B1, B2, C, D, K) tiene su propio protocolo con sus medidas de control.

Figura 42

Hoja de control dimensional de moldes de hormigonado



Nota. Protocolo del fabricante de los moldes para hormigonado de dovelas. Elaborado por la empresa CBE Group (2019).

Tabla 23

Protocolo de control dimensional de moldes de hormigonado

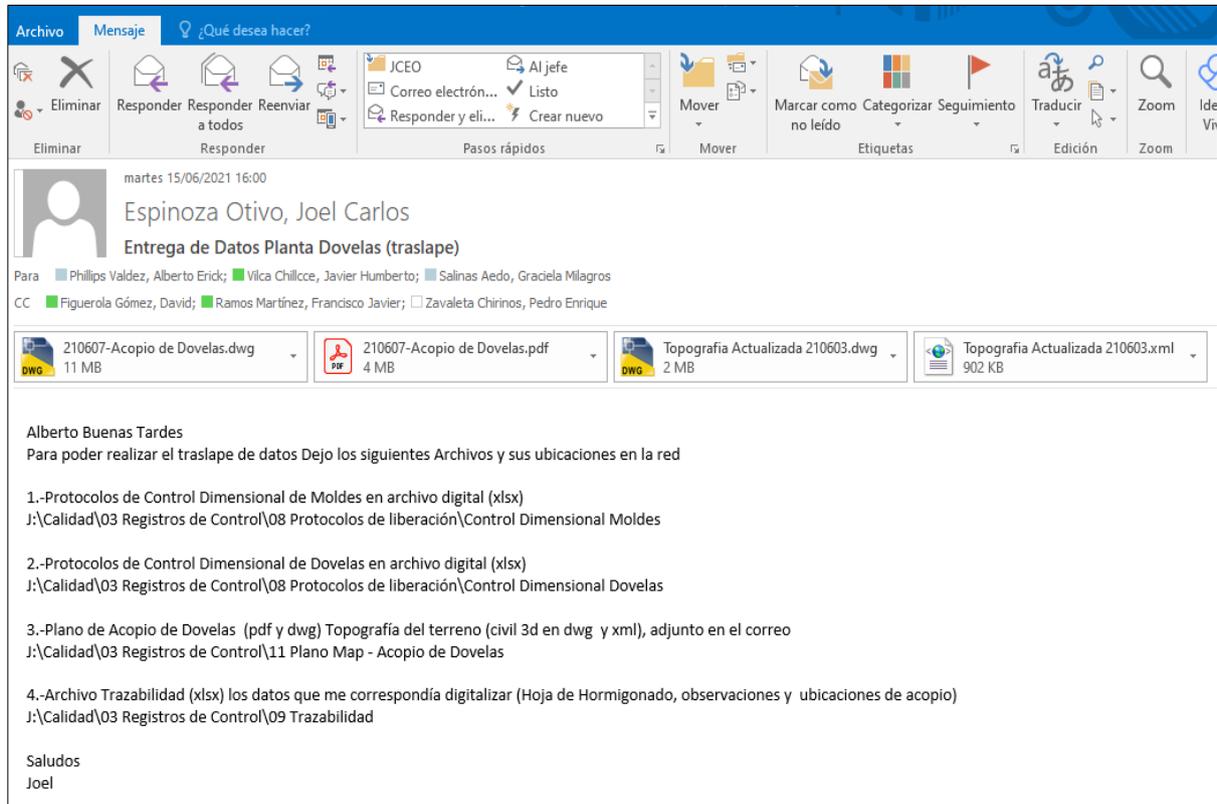
Molde A1 - 7								
<i>5/02/2020</i>								
Referencia	Medida Teorica (mm)	Control CCM2L (mm)	Diferencia (mm)	Tolerancia (mm)				
X1	1661.61	1661.64	0.03	± 0.3				
X2	1662.58	1662.33	-0.25	± 0.3				
V1	1663.64	1663.87	0.23	± 0.3				
V2	1664.95	1665.04	0.09	± 0.3				
Y1	1669.50	1669.45	-0.05	± 0.3				
Y2	1670.60	1670.35	-0.25	± 0.3				
W1	1676.91	1676.75	-0.16	± 0.3				
W2	1677.74	1677.54	-0.20	± 0.3				
Z1	1683.45	1683.20	-0.25	± 0.3				
Z2	1684.02	1683.79	-0.23	± 0.3				
Arco 1 XD	2303.30	2303.00	-0.30	+ 0.4 - 0.3				
Arco 2 XG	2624.00	2624.00	0.00	+ 0.4 - 0.3				
Arco 3 ZD	2523.20	2523.00	-0.20	+ 0.4 - 0.3				
Arco 4 ZG	2376.80	2376.50	-0.30	+ 0.4 - 0.3				
	G	D	G	D	G	D	G	D
Orientacion X Arriba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	≤ 0.15	≤ 0.15
Orientacion X Abajo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	≤ 0.15	≤ 0.15
Orientacion y Arriba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Orientacion Y Abajo	0.55	0.55	0.50	0.50	-0.05	-0.05	± 0.15	± 0.15
Orientacion Z Arriba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	≤ 0.15	≤ 0.15
Orientacion Z Abajo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	≤ 0.15	≤ 0.15
Espeor XD	320.0	320.00	0.00	+ 1.0 - 1.0				
Espeor YD	320.0	320.50	0.50	+ 1.0 - 1.0				
Espeor ZD	320.0	320.00	0.00	+ 1.0 - 1.0				
Espeor XG	320.0	320.20	0.20	+ 1.0 - 1.0				
Espeor ZG	320.0	320.30	0.30	+ 1.0 - 1.0				
Espeor YG	320.0	320.00	0.00	+ 1.0 - 1.0				
Diagonal XG YD	3075.50	3075.00	-0.50	± 1.0				
Diagonal XD YG	2818.50	2818.00	-0.50	± 1.0				
Diagonal YD ZG	2883.20	2884.00	0.80	± 1.0				
Diagonal YG ZD	3000.50	3001.00	0.50	± 1.0				
Calidad CCM2L	Produccion CCM2L			Supervisor CSIL				

Nota. Protocolo del fabricante de los moldes para hormigonado de dovelas. Elaborado por la empresa CBE Group (2019).

Plano Asbuil de Acopio de dovelas: En la Figura 12 se aprecia el plano mencionado que se entregó en junio del 2021 con todos los datos y protocolos dejados en el disco “J” que maneja la red de la empresa en la carpeta de control de calidad.

Figura 43

Correo entrega de datos digitales mediante disco en red “J”



Nota. Correo donde se especifican los entregables de protocolos de control dimensional al jefe de calidad de la obra Planta de Dovelas (2021).

4.1.3.2. Instalaciones de la TBM S-973. Por ser una obra no permanente o provisional -durará hasta que se termine la excavación con tuneladora-, son pocos los entregables auditables, y los formatos son los mismos y están mencionados en el ítem 4.1.3.1 (entregables, planta de dovela). El caso de verificación de equipos y el caso de registros topográficos solo cambian el contenido de información variable de la Figura 40. Los entregables son:

- a) Verificaciones mensuales de Estación Total Ts 16 de 3”.
- b) Registro topográfico de nivelación de cabeza de corte de la TBM.

- c) Registro topográfico de nivelación de escudo de cola de la TBM.
- d) Registro topográfico montaje de anillo metálico de encofrado.
- e) Registro topográfico de encofrado de muro anillo estanco.
- f) Metrados de avance de obras civiles de los sub contratistas.
- g) Ubicación reubicación propuestas de estructuras auxiliares u obras civiles.
- h) Metrados estimados de obras civiles.

Información entregable de instalaciones. Fue solo por correo, solicitado por oficina técnica, producción y calidad, como la imagen del correo institucional siguiente:

Figura 44

Correos con información sobre el sistema de ventilación

The screenshot shows an Outlook window titled 'Elementos enviados - jespinozao@ccmetrolima.com - Outlook'. The interface includes a ribbon with various actions like 'Nuevo mensaje de correo electrónico', 'Eliminar', 'Responder', and 'Reenviar'. The left sidebar shows the 'Elementos enviados' folder. The main pane displays a list of sent emails, with the most recent one selected: 'David Chirito Lazo RE: OSD07.00091 - CB METAL - DISEÑO, FABRICACION Y SUMINISTRO DE TU...'. The right pane shows the details of this email, including the sender 'Joel Carlos Espinoza Otivo', the recipient 'David Chirito Lazo', and the subject 'RE: OSD07.00091 - CB METAL - DISEÑO, FABRICACION Y SUMINISTRO DE TU...'. The email content includes a 3D model of a ventilation structure and a 2D plan view. The 3D model shows a complex structure with various components and dimensions. The 2D plan view shows a top-down view of the structure with dimensions and labels. The text in the email body reads: 'David Buen dia Adjunto el Archivo en Cad con las cotas y posiciones en Campo', 'Verificando el plano de cimentaciones del ventilador CIV-TBM2-STR-PL-0423-01 en la sección "F" la distancia entre la brida y el interior del túnel es de 0.14 mts y de acuerdo a lo enviado se tendrá 0.07 mts', and 'Plano CIV-TBM2-STR-PL-0423-01 Verificado de acuerdo a las cotas en Campo'. The 2D plan view shows a dimension of 0.14 m and another dimension of 0.07 m, both circled in red.

Nota. Se informó sobre las incongruencias entre el detalle de accesorio y el plano de obras civiles, mediante correo institucional CCM2L (2022).

4.2. Aspectos Técnicos de las Actividades Profesionales

4.2.1. Metodología

4.2.1.1. Descriptivos. Se describieron los procesos de control topográfico, geométrico y dimensionales en las obras Planta de Dovelas e instalaciones de la TBM2 del CCM2L.

4.2.1.2. Cuantitativo. Por comparación de mediciones de coordenadas respecto a los datos nominales y a los de campo y en las diversas fases de la ejecución de obra.

4.2.1.3. Aplicativo. Por utilizar conocimientos pre existentes con base en las normas, procedimientos, especificaciones, manuales de topografía y de equipos topográficos para emplearse en el desarrollo de las actividades.

4.2.1.4. Analítico. Por interpretar planos, especificaciones, procedimientos y datos que estén dentro de las desviaciones o tolerancias admisibles establecidas para cada trabajo, y dar la liberación topográfica en aceptación, rechazo, acción correctiva y/o qué problemas ocasionaría de no corregirse la actividad.

4.2.1.5. Longitudinal. Por recolectar datos de coordenadas en un tiempo determinado mediante los equipos de medición y luego volver a tomar datos en los mismos elementos o puntos para verificar que la desviación continúa dentro de los parámetros. Por ejemplo, mediciones de posición de anclajes, insertos u planchas en el pre vaciado y el pos vaciado; en el montaje de columnas al momento del montaje y a la hora del torque; en instalaciones de rieles cuadradas y cabeza de hongo; en el montaje y posterior a la colocación del cordón de soldadura. Es por ello que es longitudinal.

4.2.1.6. No Experimental. Por realizar una actividad enfocada en el desarrollo de los procesos del control topográfico, sin necesidad de usar un laboratorio.

4.2.2. Técnica

4.2.2.1. Documentación. Se empleó el EDI, que es el Estudio Definitivo de Ingeniería. Los detalles de ingeniería, planos, especificaciones técnicas, planes de trabajo, libros y/o manuales de topografía y de equipos topográficos, y normas aplicables.

4.2.2.2. Entrevista no Estructurada. Por tratarse de preguntas abiertas para obtener información del proceso constructivo a detalle, se entrevistó a los siguientes profesionales (tanto de obra Planta de Dovelas y de instalaciones TBM2): a los jefes de obra, ingenieros residentes y de producción, supervisores de campo, jefe de topografía, jefes de calidad y jefe de oficina técnica. En otras palabras, es una coordinación de trabajo diario donde realicé interrogantes de lo requerido por cada área y de los parámetros que se requieren para entregar lo solicitado por cada área.

4.2.2.3. Observación no Participante. Teniendo en cuenta la técnica de documentación, se observó directamente el seguimiento del proceso constructivo con una frecuencia y lista de verificación en los trabajos de controles y liberaciones topográficas para intervenir oportunamente en los controles.

4.2.2.4. Observación Sistemática. Es la observación mediante los equipos de medición; en este caso, Estación Total Leica TS 16. Observaciones que, mediante este equipo, no arrojan datos en distancias, ángulos, coordenadas, líneas, etc., para su interpretación topográfica.

4.2.3. Instrumentos

En el caso del análisis documental y la entrevista, se utilizó la libreta de campo para registrarlos en la computadora y en su unidad de almacenaje. Dependiendo de la información, se almacenó en las diversas extensiones de cada software. Los más usados fueron AutoCAD, Excel y Word.

En las observaciones no participantes, se empleó la libreta de campo, cámara fotográfica, además del almacenaje de la memoria en un ordenador.

En la observación sistemática se recolectaron los datos mediante lecturas de medición en coordenadas, utilizando la Estación Total a través de su memoria interna, para, posteriormente, descargarlo a la memoria del ordenador para procesar datos, ya sea un protocolo de registro topográfico, procesado para metrados de explanación, una distribución actual de los elementos, avance de los elementos en posición o alguna modificación según distribución actual.

4.2.4. Equipos y Materiales Utilizados en el Desarrollo de las Actividades

En las actividades profesionales realizadas se utilizaron equipos de protección personal básicos y también EPP contra caída. Para mediciones y controles geométricos y dimensionales de obra se utilizaron equipos topográficos. A continuación, se detalla lo utilizado:

Tabla 24

Equipos de protección personal

ÍTEM	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	DETALLE
1	Zapatos de seguridad punta de acero	Protección Para los Pies
2	Casco	Protector para la cabeza
3	Lentes de seguridad	Protección Para los ojos
4	Chaleco con cinta reflectiva	Para distinguirse en el área de trabajo
5	Respiradores para polvo	Protección contra polvos gases al respirara
6	Arnés, línea de anclaje y línea de vida	Protección contra caídas en trabajos en altura

Nota. Elaboración propia.

Tabla 25*Equipos y/o herramientas para control topográfico y dimensional*

ÍTEM	EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS	DETALLE / USO
1	Ordenador o computadora personal	Procesar datos y reportes topográficos
2	GPS Leica GNSS 14	Colocación de las primeras bases o puntos de control
3	Nivel electrónico digital DNA 3 marca Leica	Asignación de valores de elevación para los puntos de control
4	Estación total Leica TS 16 de 3"	control topográfico de la obra mediante coordenadas
5	Nivel Óptico NA 320	control topográfico de la obra mediante niveles o cotas
6	Calculadora Casio 9860 G II SD	Cálculos en campo en trazos replanteo y niveles
7	Radios Motorola DEP 450	Comunicación con el asistente o auxiliar en topografía y otros colaboradores
8	Mini prisma	Replanteos de precisión por su altura baja y diámetro del lente
9	Prisma porta prisma y bastón	Levantamientos topográficos de terrenos y utilización bases con insertos embebidos
10	Trípode de madera y de aluminio	Soporte de la estación total y nivel automático
11	Mira telescópica y Nivel esférico para Mira	Nivelar correctamente la mira de nivel automático
12	Nivel torpedo 23cm, nivel de mano de 30 cm y de 60 cm	Nivelar y/o verticalizar los embebidos como anclajes, pernos de anclajes, planchas
13	Yeso, cordel pabilo y nylon	Para trazar entre dos puntos replanteados en excavaciones
14	Punto centro Stanley 1/4"(6mm)	Fijar con precisión el centro en elementos metálicos como anclajes y/o puntos de control
15	Lápiz para rayar Metal	Rayar los ejes en las planchas embebidas al concreto
16	Dianas reflectantes de 40 mm	Puntos de control en superficies verticales
17	Cinta topográfica - Flagging (azul, verde, naranja, rojo)	Dejar marcas después de replantear en movimiento de tierras
18	Wincha Metálica 30 Metros, Carcasa de Resina, (ancho 6mm)	Para mediciones de distancias largas y comprobación del distanciómetro de la estación
19	Flexómetro de 8mts	para comprobación de medidas cortas en los replanteos y trazos
20	Escuadras planas de 30 cm	para los trazos de cimentaciones en solados y/o verificaciones de encofrados con embebidos
21	Tira línea y ocre	Para trazar luego de replantear en solados y losas
22	Galibo G0 al G4	Control dimensional de moldes de dovelas
23	Micrómetro de interiores	Control dimensional de moldes de dovelas
24	Profundímetro	Control dimensional de moldes de dovelas

Nota. La lista se realiza en función a las actividades realizadas.

4.3. Ejecución de las Actividades Realizadas

4.3.1. Cronograma de Actividades Realizadas

Tabla 26

Cronograma de actividades obra Planta de Dovelas 1 de 2

ÍTEM	ACTIVIDADES	2018												2019							
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
1.00	Movimiento de Tierras																				
1.01	Verificación de Equipo y Ubicación de Puntos Base																				
1.02	Establecimiento de Nuevos Puntos Bases																				
1.03	Replanteos Iniciales																				
1.04	Levantamiento Topográfico Iniciales																				
1.05	Procesamiento de Datos y cálculo de Metrados de Movimiento de Tierras a Ejecutar y de Avance																				
1.06	Trazos para Reubicación de interferencias de Agua, desagua, comunicaciones, accesos, edificaciones																				
1.07	Control Topográfico en Excavación de Material Inadecuado (espesor min=0.30 m - max=0.90m)																				
1.08	Control Topográfico en Excavación de Material Masivo (cota +38.8m)																				
1.09	Control Topográfico en Relleno de Base Terraplén (desde fondo de material inadecuado hasta la cota																				
1.10	Control Topográfico en Relleno de Cuerpo Terraplén (entre las cotas +37.60 m. - +38.60 m.)																				
1.11	Control Topográfico en Relleno de Corona Terraplén (entre las cotas +38.60 m. - +39.00 m.)																				
1.12	Control Topográfico en Relleno Localizado (entre las cotas +38.80 m. y +39.00 m.)																				
1.13	Levantamientos topográficos finales de Movimiento de Tierras y Generación de Planos As built																				
2.00	Construcción Planta Dovelas																				
2.01	Replanteos Iniciales para excavación de Cimentaciones																				
2.02	Verificación de Equipo topográficos de sub contratistas																				
2.03	Establecimiento de Nuevos Puntos Bases																				
2.04	Replanteos y trazo Para fundación de solados																				
2.05	Replanteos y trazo Para encofrados de Cimentaciones y losas																				
2.06	Replanteos Para Fijación de Pernos de Anclajes Embebidos																				
2.07	Control topográfico de Pernos de Anclajes Embebidos antes que fragüe el concreto																				

Nota. Elaboración propia.

Tabla 27*Cronograma de actividades obra Planta de Dovelas 2 de 2*

ITEM	ACTIVIDADES	2019												2020												2021					
		Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio		
2.08	Levantamiento de Pernos de Anclaje para Protocolos																														
2.09	Control de Geométrico en el Montaje de Estructuras prefabricadas (Columnas)																														
2.10	Control de Geométrico en el Montaje de Estructuras prefabricadas (Vigas y Carrileras)																														
2.11	Replanteos de Acometidas de agua, desagüe, comunicaciones y eléctricos																														
2.12	Control de Geométrico en el Montaje de Caminos de rodadura de puentes Grúa																														
2.13	Control de Geométrico en el Montaje de Caminos de rodadura de grúa Pórtico y grúa semi pórtico																														
2.14	Control de Geométrico en el Montaje de Caminos sistema de Rieles y equipos para hormigonado y el circuito de la Nave Carrusel (recorrido de Moldes)																														
2.15	Control Geométrico de anclajes y montaje de Tanque de Agua																														
2.16	Control Geométrico de anclajes y montaje de Planta de concreto																														
3.00 Fabricación de Dovelas																															
3.01	Replanteos de accesos y acopios de Dovelas																														
3.02	Montaje del Anillo maestro																														
3.03	Control dimensional de Dovelas																														
3.04	Control dimensional de Moldes de Hormigonado																														
3.05	Levantamientos topográficos finales de Acopio de Dovelas de Planos As built																														

Nota. Elaboración propia.

La obra construcción Planta de Dovelas se dividió en las siguientes fases: liberación de interferencias y movimiento de tierras, construcción de la Planta de Dovelas y fabricación y

acopio de dovelas. El plano final se aprecia en la Plano Asbuil de Acopio de Dovelas mostrado en la Figura 12.

Tabla 28

Cronograma de actividades para obra instalaciones TBM S-973

ITEM	ACTIVIDADES	2021						2022					
		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
1.00	Instalaciones TBM S-973												
1.01	Trabajos iniciales de Replanteo y Levantamiento Topográfico Iniciales	■											
1.02	control de Alineación y niveles de Rieles para Grúa Pórtico	■											
1.03	Replanteo de Obras Civiles Canalización para energía y losas de nivelación sub estaciones 1, 2, 3	■	■										
1.04	Replanteo de losas de nivelación, Planta bicomponente, tratamiento de agua, tanques de agua y bentonita		■	■									
1.05	Replanteo y control topográfico de cimentaciones y pedestales de planta de separación o lodos			■									
1.06	Replanteo y control topográfico de Foso de Escombros			■	■								
1.07	Replanteo y control topográfico de cimentaciones de Acumulador de Banda					■							
1.08	Replanteo y control topográfico de cimentaciones sistema de ventilación										■		
1.09	Replanteo y control topográfico de cimentaciones sistema de cinta transportadora											■	
1.10	Replanteo y control topográfico en de oficinas, Nave almacén y taller				■	■					■		
1.11	Nivelaciones para soldadura de los discos de corte de la cabeza de corte de la TBM S-973					■	■						
1.12	Control de Redondez en el montaje del escudo cola						■						
1.13	Control de Redondez en Anillo de Encofrado del sistema de sellado						■						
1.14	Trazos para el montaje de Dovelas en cuna para el montaje de Remolques						■						
1.15	Trazos para el montaje de los Remolques 1, 2, 3, 4, 5, 6 de la TBM S-973							■	■				
1.16	Control Geométrico en el Montaje del anillo de encofrado (sistema de sellado) y encofrado perimetral						■						
1.17	Trazos para el montaje del escudo delantero y accionamiento principal								■				
1.18	Trazos y control para montaje de estructura de reacción									■			
1.19	Trazos para el montaje de Acumulador de banda									■			
1.20	Trazos para el montaje del sistema de cintas inferior (dentro de la Estación de servicio)										■	■	
1.21	Trazos para el montaje del sistema de cintas Exterior (Superficie)												■

Nota. Elaboración propia.

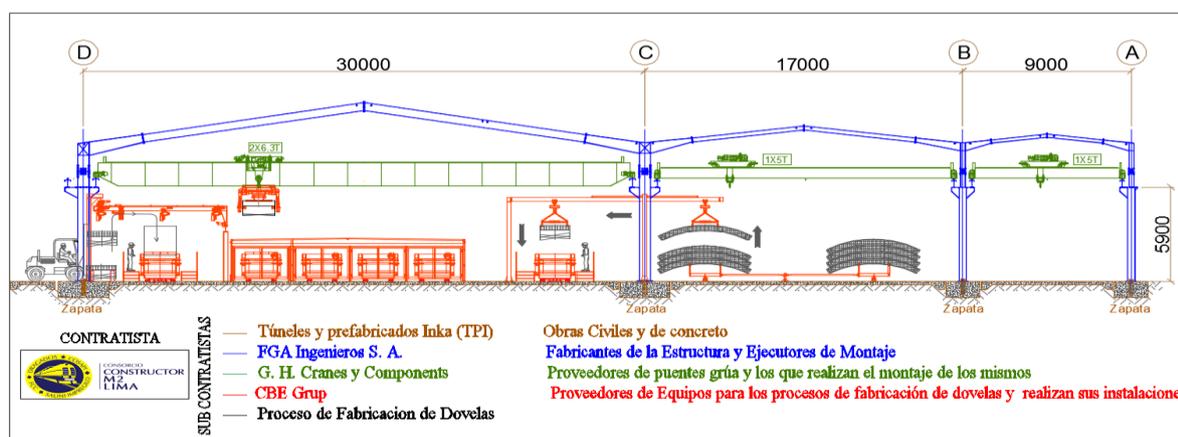
4.3.2. Proceso y Secuencia Operativa de las Actividades Profesionales en Obra

Construcción Planta de Dovelas

Para conocer el proceso y la secuencia se debe conocer las actividades de cada sub contratista, mostrado en la siguiente figura.

Figura 45

Secuencia de actividades por sub contratistas



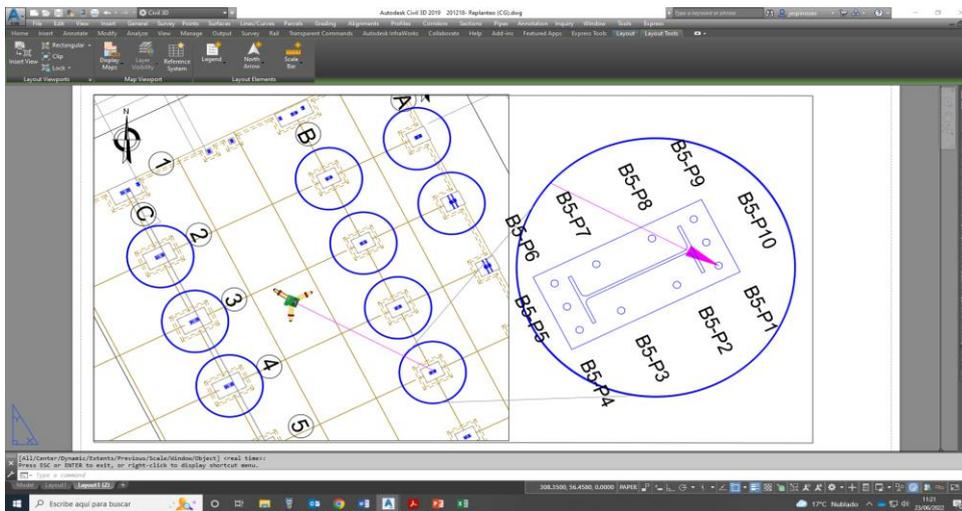
Nota. Estudio definitivo de ingeniería CCM2L (2016).

4.3.2.1. Comprobación de Bases. Antes de iniciar los trabajos topográficos se comprueban los puntos bases entregados por el topógrafo encargado de la poligonal red de Metro de la Línea 2 y Ramal 4, mediante un protocolo que utiliza un GPS diferencial Leica GNSS 14. Posterior a eso se comprueban las bases con la Estación Total realizando las correcciones atmosféricas mencionadas en el ítem 3.1.9, y se verifican los equipos topográficos, certificación y comprobación en campo (se menciona en el ítem 3.1.13) junto al factor combinado, el cual se ajusta a la distancia horizontal y con la misma orientación para poder cerrar en +/- 2mm. El GPS deja el error entre 3 a 4 mm en una distancia de 185.691 m.

4.3.2.2. Generación de Datos para Replanteo. Se revisó el estudio definitivo de ingeniería y de la información en *dwg* en el programa Autocad Civil 3D; se georreferenció y se extrajeron los datos de puntos y líneas para cargar a la Estación Total Leica TS 16.

Figura 46

Georreferenciación, generación y extracción de datos



Nota. Elaboración propia.

Para la generación de datos a replantear y para el cargado de información a la memoria de la Estación Total -para utilizar sus programas: estacionamiento, mediciones, replanteos, líneas, trazado, túnel-, esa información para que reconozca los programas de la Estación Total se trasfiere en extensiones de csv, dxf, xml y otros como dbx para el uso del programa túnel. En ocasiones la información entregada por ingeniería y los planos en extensión dwg se tienen que georreferenciar para extraer la información.

Tabla 29

Coordenadas replanteo de pernos de anclajes

Coordenadas Replanteo De Pernos De Anclajes												
Punto	Eje y Nom Perno	Civil 3D			Detalle de Ingeniería Planos							
		Este	Norte	Cota	Ejes	Eje	Numer o	Medida plano	Medida coordenad	Diferencia	Error	
191	B5-P1	271194.0570	8668965.2463	39.126	B5	B	1	0.150	0.1500	0.0000	----	
192	B5-P2	271193.9227	8668965.1795	39.126	B5	B	2	0.200	0.2000	0.0000	----	
193	B5-P3	271193.7436	8668965.0904	39.126	B5	B	3	0.150	0.1500	0.0000	----	
194	B5-P4	271193.6093	8668965.0236	39.126	B5	B	4	0.090	0.0900	0.0000	----	
195	B5-P5	271193.5692	8668965.1042	39.126	B5	B	5	0.090	0.0900	0.0000	----	
196	B5-P6	271193.5291	8668965.1848	39.126	B5	B	6	0.150	0.1500	0.0000	----	
197	B5-P7	271193.6634	8668965.2516	39.126	B5	B	7	0.200	0.2000	0.0000	----	
198	B5-P8	271193.8425	8668965.3407	39.126	B5	B	8	0.150	0.1500	0.0000	----	
199	B5-P9	271193.9768	8668965.4075	39.126	B5	B	9	0.090	0.0900	0.0000	----	
200	B5-P10	271194.0169	8668965.3269	39.126	B5	B	10	7.090	7.0900	0.0000	----	

Como se menciona, la estación total Leica puede cargar múltiples tipos de extensiones para la apreciación de un mapa en la pantalla y para facilitar los replanteos, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 47

Mapa de estación total Leica Ts 16 con datos para replantear



Nota. Software de simulación de Estacion Total Leica TS 16 (2022).

4.3.2.3. Instalación de Nuevas Bases. Con los puntos iniciales P1 y P2 en coordenadas UTM y por el método de radiación, el programa serie en la Estación Total Leica TS 16 es un programa que realiza múltiples mediciones de radiación directas e inversas para asignar valores de coordenadas a nuevas bases. En la fase de interferencias y movimiento de tierras se instaló puntos de control con dianas reflectantes en estructuras que no se demolerán; fue posible dejar puntos de control llamados DT-1, DT-2, DT-3, DT-4, DT-5, DT-6, DT-7, DT-8, DT-9, DT-10.

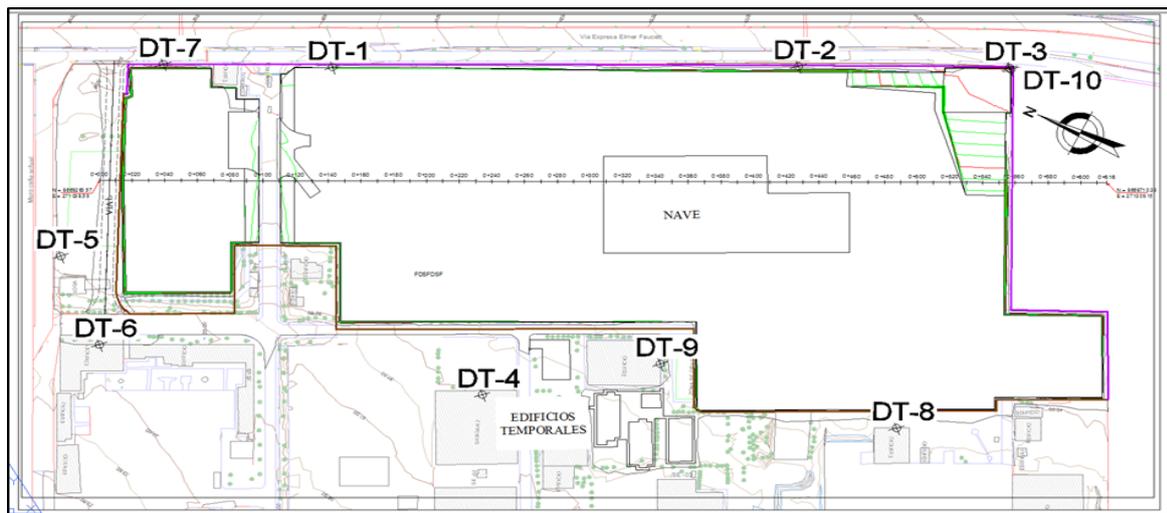
Tabla 30

Coordenadas de puntos de control dianas

CUADRO DE PUNTOS DE CONTROL			
Punto	Este	Norte	Cota
DT-1	271171.845	8669170.301	42.944
DT-2	271298.291	8668915.152	45.116
DT-3	271354.159	8668798.953	46.643
DT-4	271008.844	8668987.924	43.331
DT-5	270980.965	8669261.471	42.068
DT-6	270936.374	8669213.240	36.432
DT-7	271127.982	8669264.055	41.092
DT-8	271100.067	8668750.520	43.883
DT-9	271076.078	8668899.764	43.381
DT-10	271353.729	8668797.713	48.267

Figura 48

Ubicación de puntos de control dianas reflectantes



Nota. Captura de imagen Autocad de datos procesados.

Ya en la construcción de la Planta de Dovelas se requirió mayor precisión. Nuevamente, el topógrafo encargado de la poligonal del Metro Línea 2 con GPS diferencial Leica GNSS 14 dejó dos puntos DV-1 y DV-2 como base para instalar puntos de control. Con el método de trilateración, para su asignación de valores, norte (valores críticos) y cota, se realizó el método de triangulación de distancias a partir de una línea base de puntos con coordenadas topográficas (locales factor de escala 1). Se realizaron cinco lecturas de distancias horizontales directas y cinco lecturas inversas. Las distancias solo varían décimas de milímetros a pesar de variar hasta 15 segundos en el equipo o disparar a un extremo del prisma con diámetro de 6 cm. La distancia horizontal no varía.

Se obtuvieron los promedios en distancias de un triángulo. Para el cálculo de coordenadas se menciona el ítem 3.1.6, método de trilateración o cálculo de intersección en Autocad y también con cálculo COGO de la misma Estación Total. Esto es una aplicación práctica que se utilizó para los cálculos en campo, obteniendo los datos de las nuevas bases en coordenadas. Se comprobó en campo realizando múltiples estaciones inversas o libres, llegando a determinar un error máximo de 1.5 mm.

Tabla 31*Distancias triangulando los puntos de control Dv1, Dv2, Dv6, Dv8*

# LECTURAS 5 DIRECTAS Y 5 INVERSAS	DV1-DV6 Distancias	DV6-DV1 Distancias	DV2-DV6 Distancias	DV6-DV2 Distancias	DV6-DV8 Distancias	DV8-DV6 Distancias	DV2-DV8 Distancias	DV8-DV2 Distancias	DV1-DV8 Distancias	DV8-DV1 Distancias
1	172.0223	172.0236	124.2146	124.2139	186.2332	186.2347	148.4601	148.4603	332.4587	332.4587
2	172.0226	172.0233	124.2148	124.2149	186.2332	186.2335	148.4607	148.4600	332.4586	332.4591
3	172.0220	172.0236	124.2146	124.2149	186.2337	186.2341	148.4599	148.4606	332.4590	332.4589
4	172.0223	172.0232	124.2145	124.2147	186.2334	186.2339	148.4660	148.4601	332.4589	332.4586
5	172.0224	172.0233	124.2142	124.2152	186.2332	186.2336	148.4603	148.4605	332.4590	332.4594
1'	172.0223	172.0235	124.2147	124.2148	186.2329	186.2334	148.4603	148.4604	332.4585	332.4589
2'	172.0221	172.0234	124.2140	124.2146	186.2335	186.2337	148.4599	148.4600	332.4581	332.4587
3'	172.0219	172.0232	124.2149	124.2148	186.2335	186.2339	148.4601	148.4601	332.4589	332.4594
4'	172.0226	172.0233	124.2145	124.2145	186.2331	186.2341	148.4604	148.4596	332.4591	332.4589
5'	172.0225	172.0234	124.2146	124.2151	186.2336	186.2339	148.4597	148.4601	332.4586	332.4576
PROMEDIO	172.0223	172.0234	124.2145	124.2147	186.2333	186.2339	148.4607	148.4602	332.4587	332.4588
DIFERENCIAS		-0.0011		-0.0002		-0.0006		0.0006		-0.0001
PROMEDIO IDA Y VUELTA		172.0228		124.2146		186.2336		148.4605		332.4588
Distancia promedio		172.0228		124.2146		186.2336		148.4605		332.4588
Distancias corregida		172.0236		124.2149		186.2344		148.4613		332.4593
compensación		-0.0008		-0.0003		-0.0008		-0.0008		-0.0005

Nota. Elaboración propia.**Tabla 32***Distancias triangulando los puntos de control Dv1, Dv2, Dv5, Dv7, Dv8*

# LECTURAS 5 DIRECTAS Y 5 INVERSAS	DV7-DV1 Distancias	DV1-DV7 Distancias	DV7-DV2 Distancias	DV2-DV7 Distancias	DV8-DV5 Distancias	DV5-DV8 Distancias	DV7-DV6 Distancias	DV6-DV7 Distancias
1	152.4757	152.4757	74.2357	74.2356	180.4895	180.4894	57.8996	57.8995
2	152.4755	152.4757	74.2358	74.2358	180.4896	180.4893	57.8995	57.8994
3	152.4754	152.4756	74.2359	74.2358	180.4895	180.4892	57.8995	57.8995
4	152.4756	152.4757	74.2359	74.2357	180.4896	180.4893	57.8995	57.8996
5	152.4758	152.4759	74.2357	74.2358	180.4895	180.4891	57.8998	57.8993
1'	152.4757	152.4756	74.2358	74.2355	180.4894	180.4891	57.8996	57.8997
2'	152.4757	152.4759	74.2359	74.2354	180.4895	180.4891	57.8995	57.8994
3'	152.4758	152.4754	74.2357	74.2355	180.4896	180.4887	57.8996	57.8995
4'	152.4757	152.4754	74.2358	74.2354	180.4894	180.4892	57.8997	57.8994
5'	152.4755	152.4755	74.2357	74.2355	180.4894	180.4888	57.8994	57.8996
PROMEDIO	152.4756	152.4756	74.2358	74.2356	180.4895	180.4891	57.8996	57.8995
DIFERENCIAS		0.0000		0.0002		0.0004		0.0001
PROMEDIO IDA Y VUELTA		152.4756		74.2357		180.4893		57.8995
Distancia promedio		152.4756		74.2357		180.4893		57.8995
Distancias corregida		152.4759		74.2360		180.4888		57.8998
compensación		-0.0003		-0.0003		0.0005		-0.0003

Nota. Elaboración propia.

Tabla 33

Coordenadas por método de trilateración del DV-4, DV- 6, DV-8

CALCULO DE COORDENADAS POR TRILATERACIÓN							
Punto	Este	Norte	ΔE	ΔN	Azimut		
					°	'	"
DV-1	271042.15	8669101.872	58.2736	-191.9274	163	6	37.8
DV-2	271100.4236	8668909.945	2do Cuadrante				

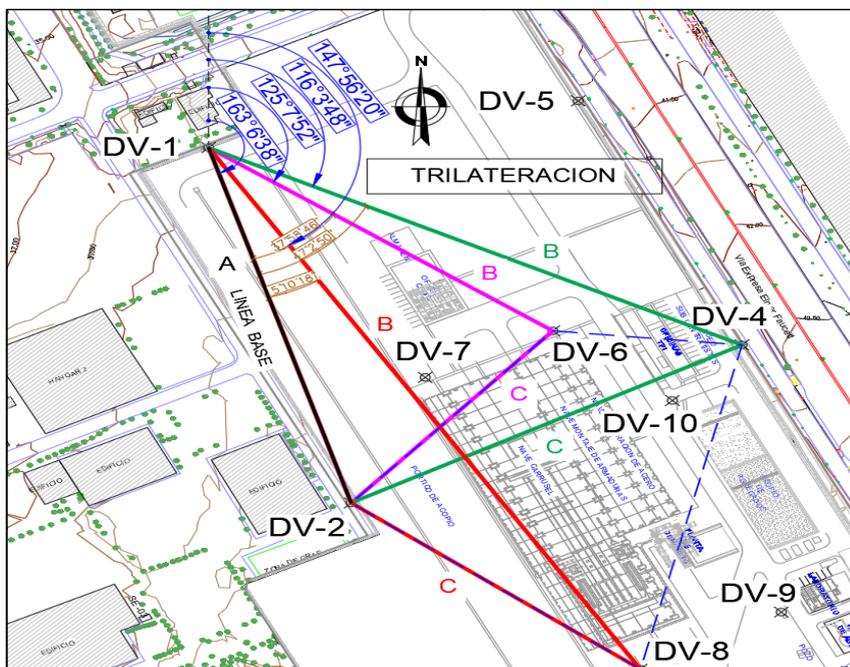
Triangulo	Dist. A	Dist. B	Dist. C	Angulo		
				°	'	"
DV2-DV1-DV6	200.579	172.0237	124.2148	37	58	46.2
DV2-DV1-DV4	200.579	242.6231	181.0457	47	2	50
DV2-DV1-DV8	200.579	332.4594	148.4614	15	10	17.5

PT.	Distancia	Azimut			Coordenadas	
		°	'	"	E	N
DV-6	172.0237	125	7	52	271182.8376	8669002.882
DV-4	242.6231	116	3	48	271260.1006	8668995.273
DV-8	332.4594	147	56	20	271218.6269	8668820.119

Nota. Elaboración propia.

Figura 49

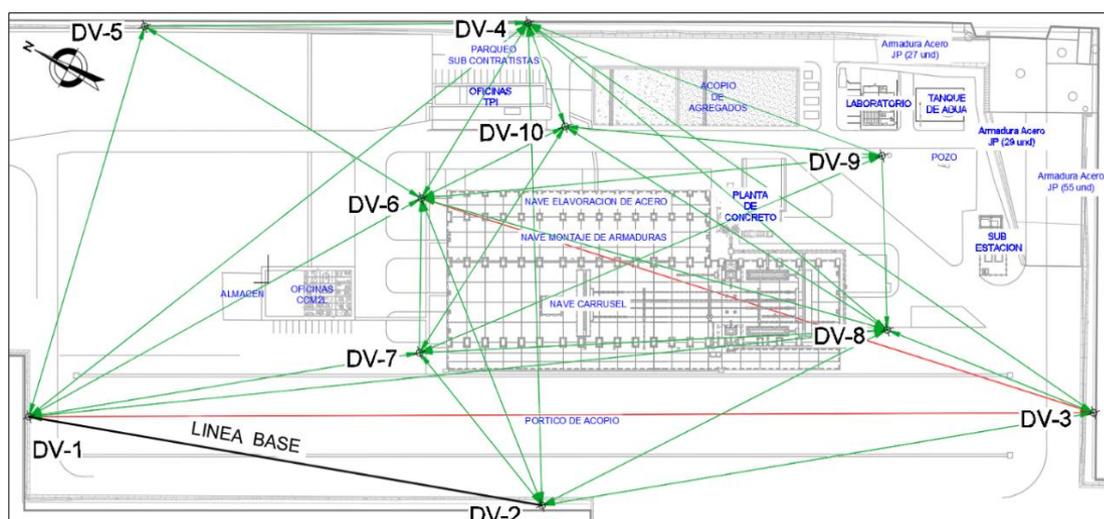
Trilateración del DV-4, DV- 6, DV-8



Nota. Elaboración propia.

Figura 50

Triangulación y ubicación de puntos de control



Nota. Elaboración propia con captura de imagen Autocad Civil 3D.

Para las cotas se realizaron nivelaciones geométricas de ida y regreso. Las nivelaciones de los anclajes y planchas embebidas al concreto se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 34

Cuadro de nivelación geométrica

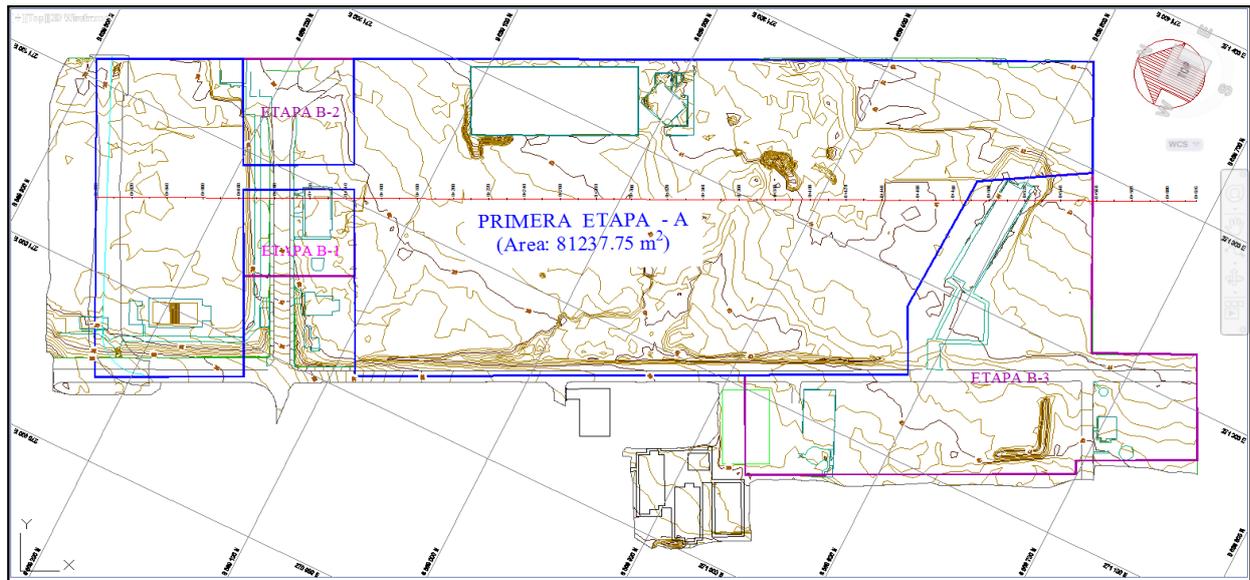
NIVELACION DE H2 A DV-1									
Punto	IDA			VUELTA			DIF.	PROMEDIO	
	VT	VD	Cota	VT	VD	Cota		Punto	Cota
H2	1.3980		39.0520	1.3710	39.0520	0.0000	H2	39.052	
1	1.4200	1.4350	39.0150	1.4080	1.4140	39.0150	1	39.015	
2	1.4260	1.4020	39.0330	1.3960	1.4125	39.0330	2	39.033	
3	1.4320	1.4450	39.0140	1.4310	1.4200	39.0145	3	39.014	
4	1.3680	1.4300	39.0160	1.4180	1.2500	39.0165	4	39.016	
DV-1		0.8145	39.5695	0.6960		39.5705	DV-1	39.570	
Sumatoria	7.0440	6.5265		6.3490	6.8675				
Diferencia		0.5175			-0.5185				
Error de ida y vuelta					-0.0010				

Nota. Elaboración propia.

4.3.2.4. Replanteo Inicial. Para poder identificar el área que ocupa la obra se realizan replanteos preliminares para identificar y posicionar los cerramientos límites de rellenos, cortes ubicación de estructuras, infraestructuras y losas. Ello para que los ingenieros y los supervisores de campo tengan la ilustración de cada elemento.

4.3.2.5. Toma de Datos del Terreno Inicial. Se realizan los levantamientos iniciales para la identificación de interferencias y configuración de terrenos. La etapa de movimiento de tierras e interferencias (Quilca, octubre de 2018) se realizó a diario porque la obra estaba en constante cambio, ya que se cuantificaron los metrados por partida de avance de movimiento de tierras y también se registraron los levantamientos topográficos para su respectiva conciliación con el sub contratista. Este trabajo debe quedar en un protocolo topográfico. A partir de estos datos se generaron los planos *as built* o planos de pos construcción.

Levantamientos topográficos en la interferencia Quilca: se realizó el fuero luego de desbrozar el terreno natural a una profundidad promedia de 67 cm en toda la plataforma, cuya área es de 98 441.13 m² que se desbrozó en dos etapas por la entrega de terreno por parte de la AATE, que duró aproximadamente siete meses. Una vez ya desbrozado el terreno y eliminado el material inadecuado, se inició con el corte masivo que sirvió como relleno de material propio, y también se realizaron constantes levantamientos topográficos con el fin de cuantificar el avance del corte masivo, así como el resto que queda por cortar. En la zona donde se realizaron desbroces no se requería de cortes para llegar a la cota 39.00 por estar debajo de la cota de plataforma. Se preparó una fundación para terreno de terraplén con escarificación, regado, batido, conformado y compactado con moto rodillo y cisternas. En dicha área de fundación se realizaron levantamientos topográficos para identificar el área de fundación por su unida en partida, que es m³, y esta topografía sirvió como base de cálculo del volumen de relleno de terraplén. También se realizó los levantamientos topográficos de relleno de terraplén base, terraplén cuerpo y terraplén corona.

Figura 51*Levantamientos topográficos iniciales*

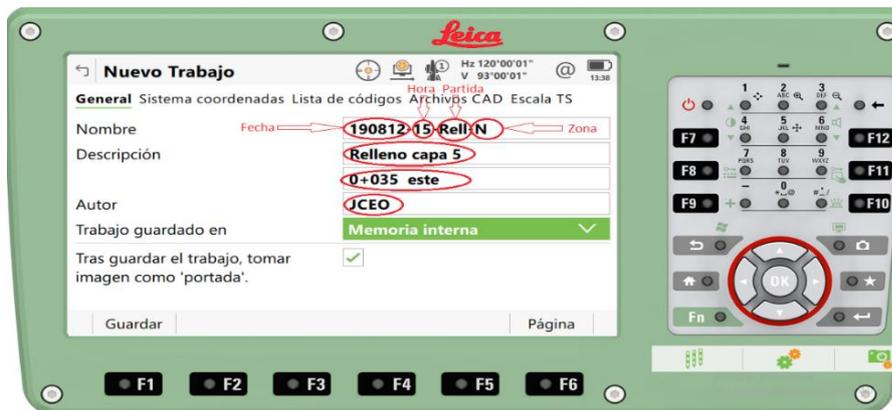
Nota. Captura del Autocad Civil 3D. Elaboración propia.

Levantamientos topográficos en construcción planta dovelas: realicé levantamientos topográficos continuos, según las liberaciones topográficas de los anclajes de aceros y pernos embebidos una vez liberado topográficamente el área para vaciado de concreto y pos vaciado. También realicé levantamientos topográficos en los rieles que están sobre la viga de cimentación del pórtico de acopio, una vez montado y liberado topográficamente. Asimismo, realicé levantamientos topográficos en los rieles que están colocadas en la viga carrilera sobre la ménsula de las columnas metálicas. Estos levantamientos topográficos y sus coordenadas quedan plasmados en los protocolos de liberación topográfica para adjuntar al dossier de calidad.

Todos los levantamientos topográficos que realicé tienen fecha, lugar y elemento a levantar, para tener orden al momento de procesar datos, ya sea para los registros topográficos, cálculos de volúmenes o presentación de planos pos construcción.

Figura 52

Nomenclatura de almacenamiento de levantamientos topográficos

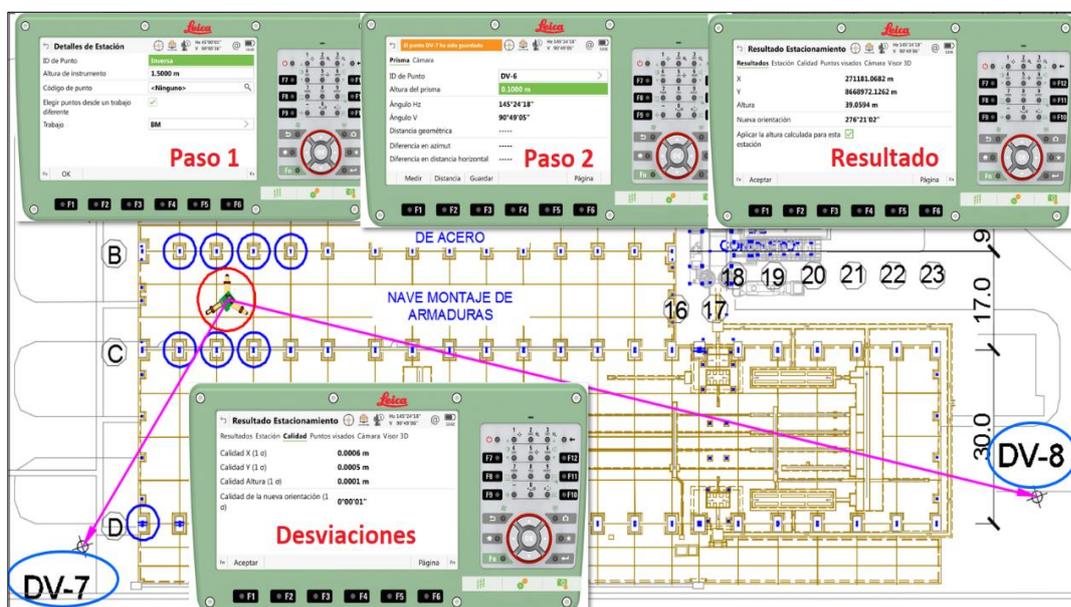


Nota. Software de simulación de Estacion Total Leica TS 16 (2022).

4.3.2.6. Replanteos, Trazos y Control Geométrico. Mediante estaciones libres o inversas y con los archivos en *dxg* y el archivo *csv* creado del Excel se cargó a la memoria interna de la Estación Total ts 16 de 3 segundos, para el replanteo de distintos elementos como, por ejemplo, de pernos de anclajes. Para aclarar estos puntos respecto a la estación inversa se muestra la siguiente figura:

Figura 53

Proceso de estacionamiento libre o inversa



Nota. Captura de imagen de simulación del replanteo. Elaboración propia.

4.3.2.6.1. Trazos en Solado. Posterior a los trazos y trabajos de excavación y vaciado de solado, se realizan trazos en el solado para el encofrado de cimentaciones con embebido. Se marca con tira línea dónde el carpintero colocará su encofrado.

4.3.2.6.2. Alineamiento y Verticalización del Encofrado. Una vez asegurado, alineado y verticalizado con herramientas manuales (nivel de mano, plomada, etc.) por parte del carpintero, se procede a realizar la verificación con el programa *Línea de Referencia* de la Estación Total para los alineamientos y la verticalidad del encofrado. Con ayuda del carpintero se corrige hasta estar dentro de las tolerancias permisibles y nuevamente volver a asegurar el encofrado.

4.3.2.6.3. Trazo de Ejes en el Encofrado y Colocación de Niveles de Vaciado. Nuevamente, con el programa *Línea de Referencia* de la Estación Total, que es el programa más usado, se realizan los trazos de ejes de la plancha base de la distribución de los pernos de anclajes y la colocación de los niveles, con la finalidad de que los carpinteros coloquen una plantilla de triplay con agujeros para la colocación de pernos de anclajes para posicionar, aplomar y asegurar los pernos con sus alturas correspondientes en función a lo marcado (por el topógrafo, ejes y niveles). Normalmente, el carpintero debe tener destreza en estos trabajos.

4.3.2.6.4. Verificación de los Niveles de los Pernos de Anclajes. La verificación de los niveles de los pernos se realizó con el nivel óptico. Los niveles fuera de tolerancia se corrigen con ayuda de los carpinteros y fierros, girando la tuerca para bajar o subir los pernos hasta llegar a su posición. La recomendación es que la tolerancia debería estar de 0 a 3.0 mm por encima de la cota del proyecto, ya que, por recomendación de los fabricantes, es preferible tener unos milímetros por encima de la cota para que cuando se realice el montaje y se tenga que asegurar con la tuerca encima de la plancha base, el perno tenga como mínimo tres hilos por encima de la tuerca. Finalmente, al llegar la cota requerida, se procede a asegurar la tuerca y contratuerca en la plantilla de triplay para que no se baje la cota.

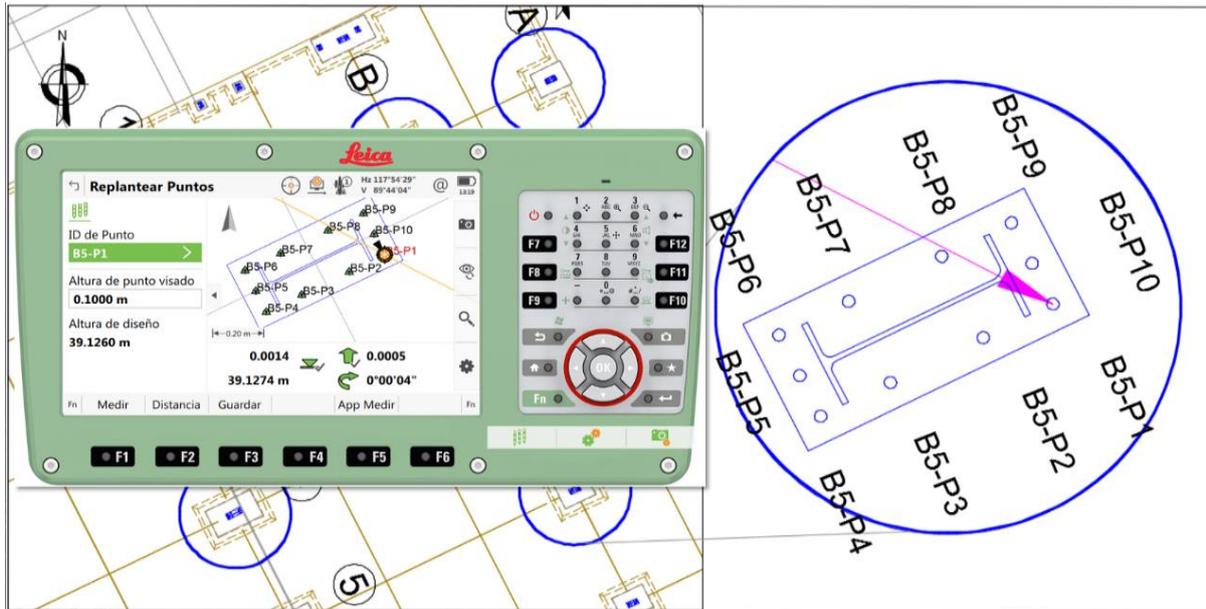
Figura 54

Alineación y aplomado manual de encofrado



Nota. Proceso de control topográfico. Elaboración propia.

4.3.2.6.5. Verificación de la Posición de los Pernos de Anclajes. La verificación de las posiciones las realicé con la Estación Total. En su mayoría se utilizó el programa replante de la Estación Total. El carpintero, con destreza en este trabajo, normalmente las deja a 3.0 mm como máximo, en desviación, según lo mencionado. En la entrevista de los topógrafos existen carpinteros hábiles que lo dejan en 1.0 mm; en nuestro caso, lo dejaron con 3.00 mm; pero por ser la máxima tolerancia, se realizó la corrección con la ayuda del carpintero y fierro, en caso la armadura choque con el perno y este no permita aplomarlos. Cuanto más precisa era la corrección, más nos demorábamos y se corría el riesgo de no terminar de verificar todos los pernos de las demás zapatas. En la corrección, con ayuda de clavos de dos pulgadas, se logra desplazar los milímetros que se requería ajustarlos. Y ya teniendo el correcto posicionamiento dentro de la tolerancia permisible, el carpintero asegura los pernos con mucho cuidado para que no se muevan o se muevan lo mínimo durante el hormigonado.

Figura 55*Replanteo de pernos de anclajes*

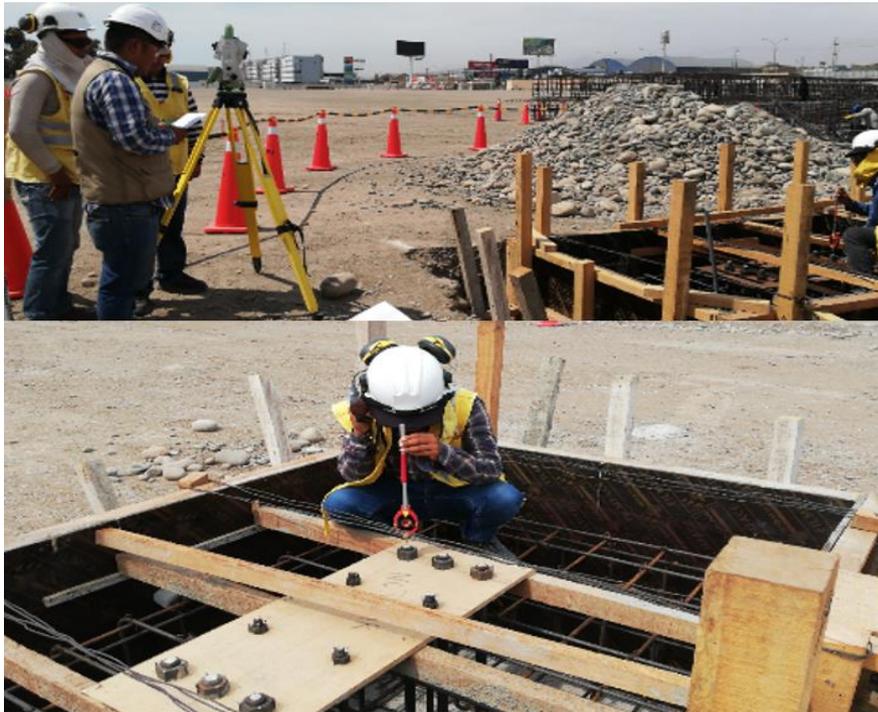
Nota. Proceso de control topográfico. Elaboración propia.

4.3.2.6.6. Levantamiento Topográfico de Pernos de Anclajes. Se realiza el levantamiento topográfico de los pernos de anclajes ubicando el mini prisma en el punto centro del perno de anclaje en un orden secuencial para descargarlo y procesarlo en la computadora, y generar el registro topográfico contrastando con las coordenadas nominales.

4.3.2.6.7. Liberación Topográfica en Vaciado de Concreto de Zapata. Una vez terminado el levantamiento topográfico para el contraste de información de campo vs. el nominal, si todo está dentro de los parámetros de desviaciones admisibles, se acepta y se realiza la liberación topográfica mediante un protocolo de registro topográfico. Con esto queda aprobado para que continúe con el vaciado de concreto a la zapata, comunicando al supervisor del sub contratista del frente de trabajo; y en caso esté fuera de las tolerancias, se rechaza hasta que se subsane la observación.

Figura 56

Control geométrico de anclajes y embebidos en el pre hormigonado



Nota. Proceso de control topográfico. Elaboración propia.

4.3.2.6.8. Control Geométrico pos Hormigonado. Realizada la liberación topográfica, se procede al hormigonado. En esta fase de control se vuelve a repetir los controles de niveles y posición de los pernos de anclajes antes de que fragüe, ya que, producto del hormigonado, es muy probable que se mueva, y por tener el concreto aún fresco se puede corregir.

4.3.2.6.9. Niveles de Anclajes Antes que Fragüe el Concreto. Trascurrido el hormigonado, media a una hora en promedio, se procede a verificar los niveles de los pernos de anclajes. Se aprecia que han variado las alturas producto del hormigonado y gracias a que el concreto aún está fresco, se ajustan los niveles hasta estar dentro de la tolerancia máxima. Una vez obtenido el resultado requerido, el carpintero ajusta el perno de anclaje.

4.3.2.6.10. Corrección de Posición X, Y Antes de que Fragüe el Concreto. Nuevamente, utilizando el programa de replanteo de la Estación Total, con ayuda de un carpintero se empieza a verificar las posiciones en este y norte antes que fragüe el concreto, el

cual corregirá las posiciones. Esto se debe a que, producto del hormigonado, se llegaron a desplazar, en algunos casos, hasta 2.0 mm. Así, existen posiciones de desviación con tolerancias en el pre vaciado de hasta 2.5 mm, y sumado al desplazamiento del hormigonado de 2.0 mm, llegarían en casos puntuales hasta 4.5 mm, pudiendo reducir las desviaciones en este estado de concreto que aún no se endurece para volver a ser ajustado y fijado con colaboración del carpintero.

Figura 57

Control geométrico de anclajes y embebidos en el pos hormigonado



Nota. Proceso de control topográfico. Elaboración propia.

4.3.2.6.11. Registro Topográfico Pos Vaciado. El levantamiento topográfico de los pernos de anclajes los realicé después de las 24 horas de haber realizado el hormigonado, en conjunto con el topógrafo de la empresa sub contratista FGA, quien es encargado de realizar el montaje de estructuras prefabricadas. Se dio la conformidad al registro topográfico del subcontratista TPI, quien se encarga de las obras de concreto armado, el topógrafo FGA y el topógrafo de la empresa Consorcio Constructor M2 Lima, en el formato mencionado en el ítem 4.1.3 entregables.

4.3.2.7. Montaje de Estructuras y/o Equipos. El montaje de estructuras metálicas lo realice a través de procedimientos que deben cumplir las estructuras con las tolerancias establecidas. El procedimiento es similar en las tolerancias. Los controles se mencionan en el ítem 4.3.2.6. Replanteo trazo y control geométrico.

- a) Instalación de bases.
- b) Verificación de equipos.
- c) Generación de datos.
- d) Replanteos iniciales.
- e) Replanteos para el montaje de la plancha base de columnas.
- f) Replanteo para verticalización de columnas.
- g) Replanteo para montaje de vigas carrileras.
- h) Replanteo para el montaje de rieles cuadradas y cabeza de hongo en pre soldadura.
- i) Replanteo para el montaje de rieles cuadradas y cabeza de hongo en pos soldadura.
- j) Replanteo para montaje de rieles de circuito de sistema carrusel (recorrido de moldes de hormigonado de Dovelas).
- k) Verificación del montaje de los puentes grúas.

Figura 58

Control geométrico de columnas, carrileras y rieles para puente grúa



Nota. Proceso de control topográfico. Elaboración propia.

4.3.2.7.1. Montaje de Columnas. Previo a realizar el montaje de las columnas, realicé las nivelaciones de las tuercas bases o para que sienten bien las columnas y también realicé los trazos de los ejes de la plancha base en el piso, al tiempo que dejé marcados en la misma estructura sus ejes, para que cuando se realice el montaje el rigger se posicione lo más cercano posible. Posterior a ello, con tecles y winches se logra posicionar bien las planchas bases y con las contrapuertas se logra verticalizar. Se realizó el montaje con grúas de 50 toneladas.

4.3.2.7.2. Montaje de Vigas Carrileras. Con grúas de 50 toneladas, el personal de montaje posiciona aproximadamente las vigas carrileras sobre la ménsula. Realicé el control con el disparador sin prisma en el alma de la viga y con el programa línea de referencia para comprobar su posición en altimetría y planimetría. Ya en su posición, la sub contratista encargada del montaje procede a realizar los torques de las tuercas.

4.3.2.7.3. Montaje de Rieles. Se realizaron los trazos sobre las vigas carrileras para que la posición de los rieles por donde recorrerán los puentes grúas verifique su posición y su alineación previo a la soldadura y pos soldadura.

4.3.2.7.4. Montaje de Puentes Grúa. Este montaje lo realizó la empresa GH Grúas una vez ya con las carrileras ya soldadas y bien posicionadas de acuerdo a las tolerancias de caminos de rodaduras. Ellos proceden a realizar el montaje cuando ya están en su posición final. Además, verifiqué que el alma de todos los puentes grúas y los pórticos grúas estén perpendicular a los caminos de rodadura. Se encontró que dos puentes grúas no estaban perpendicular y la empresa GH Grúas corrigió su posicionamiento usando dos grúas de 300.

4.3.2.8. Control Dimensional de Dovelas y Moldes. El control dimensional de dovelas es una tarea rutinaria cuyo formato protocolar y sus tolerancias se mencionan en el ítem 4.1.3.1 entregables. Se procede con la siguiente toma de medidas en el caso de las dovelas con hinchas metálicas, y los moldes de hormigonado tienen sus herramientas para su control dimensional.

4.3.2.8.1. Dovelas.

- a) Los anchos de las dovelas en los extremos, medios, interior y exterior del anillo.
- b) Las cuerdas de cada circunferencia superior y base en el interior, junto con las diagonales.
- c) Los espesores de las dovelas en cada cara.
- d) Con la plantilla circular y las linternas se verifica el radio de las dovelas.
- e) Generación de protocolo.

Figura 59

Control dimensional de dovelas



Nota. Proceso de fabricación de dovelas. Elaboración propia.

4.3.2.8.2. Moldes.

- a) Se empieza a medir con Gálidos las caras de la junta radial.
- b) Con el micrómetro de interiores se miden los anchos de las los moldes.
- c) Con el profundímetro se mide el espesor de las dovelas.
- d) El semicírculo de los moldes se mide con la wincha metálica.
- e) Generación de protocolo.

Figura 60*Control dimensional de moldes de hormigonado*

Nota. Proceso de fabricación de dovelas. Elaboración propia.

4.3.3. Proceso y Secuencia Operativa de las Actividades Profesionales en Obra

Instalaciones de la TBM S-973

El proceso y secuencia de la construcción de infraestructuras de la TBM S-973 es similar a lo ya mencionado desde el ítem 4.3.2.1 al 4.3.2.9. La diferencia estriba en los tipos de anclajes embebidos y las estructuras prefabricadas de montaje. El principio se mantiene siempre con la secuencia de excavación para cimentaciones, obras civiles, montaje de estructuras prefabricadas y montaje de equipos, siempre cuidando las posiciones, alineaciones, verticalizaciones y niveles de cada elemento. Esto se menciona en el cronograma, que es el ítem 4.3.1 Tabla 28.

Figura 61*Control geométrico montaje de instalaciones TBM S-973*

Nota. Proceso del control topográfico. Elaboración propia.

Capítulo V : Resultados

5.1. Resultados Finales de las Actividades Realizadas

A partir de la actividad topográfica se realizaron mediciones, replanteos, trazos y levantamientos topográficos continuos mediante la Estación Total TS 16 de tres segundos y el manejo de datos en un ordenador para el proceso del control topográfico, control geométrico y control dimensional dentro de los parámetros establecidos que indican las especificaciones técnicas de los procedimientos y recomendaciones de los proveedores de los fabricantes de estructuras durante la fase de:

Liberación de interferencias y movimiento de tierras para la construcción de la Planta de Dovelas en el área entregada por la base Aéreo Naval. Se realizaron los controles topográficos en las reubicaciones de acometidas de agua, desagüe, eléctricos y comunicaciones, reubicación de edificios (demolición e instancias de modulares sobre vigas de cimentación), reubicación de accesos a la base. Se realizaron los trabajos de movimiento de tierras de excavación de material inadecuado, material masivo, relleno de base de terraplén, cuerpo terraplén y corona de plataforma.

En la construcción de la Planta de Dovelas se realizaron los controles topográficos y geométricos para las ejecuciones de las obras de civiles o de concreto con pernos de anclajes embebidos, el control de montaje de los elementos estructurales prefabricados que conforman las tres naves, montaje de columnas, vigas carrileras, rieles y pórticos; y en el equipamiento se realizaron controles geométricos de las instalaciones de la línea carrusel, recorrido de los moldes de hormigonado de las dovelas desde el montaje de armadura, caseta de hormigonado, área para nivelado de concreto en los moldes, túnel del curado en el ciclo recorrido por los equipos, montaje de los puentes grúa de la nave de elaboración de acero, nave montaje de armadura y nave carrusel, y montaje de los grúas pórticos.

En la fabricación de dovelas se realizaron los controles dimensionales de los moldes y de las dovelas diariamente, según indica la especificación técnica de fabricación. Así mismo, se llevó el control de los acopios de cada anillo con un nomenclatura o numeración única tanto en anillos como en la junta pesada y liviana.

En instalaciones de TBM S-973 se realizaron los controles topográficos y cimentaciones, losas de nivelación, zapatas y pedestales para el montaje de estructuras, para lo cual se realizaron controles geométricos de tanques y plantas, de tratamiento de agua, lodos, centrifugadora, cinta transportador, sistema de ventilación y el control geométrico en el armado de la cabeza de corte y la instalación de sus discos de corte en el control dimensional del escudo de cola y el anillo de encofrado que corresponde a la estructura de sellado de ingreso de la TBM S-973, control de niveles y montaje de remolques 1 al 6, y trazo para la posición del accionamiento principal de la TBM. En las instalaciones TBM aún se continúan con los trabajos para la puesta en marcha de la TBM2 o TBM S-973.

5.2. Logros Alcanzados

Se lograron las liberaciones topográficas con los métodos y/o técnicas mencionadas en el ítem 3.1 bases teóricas de acuerdo al ítem 4.3.2 proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales. Se resume lo siguiente:

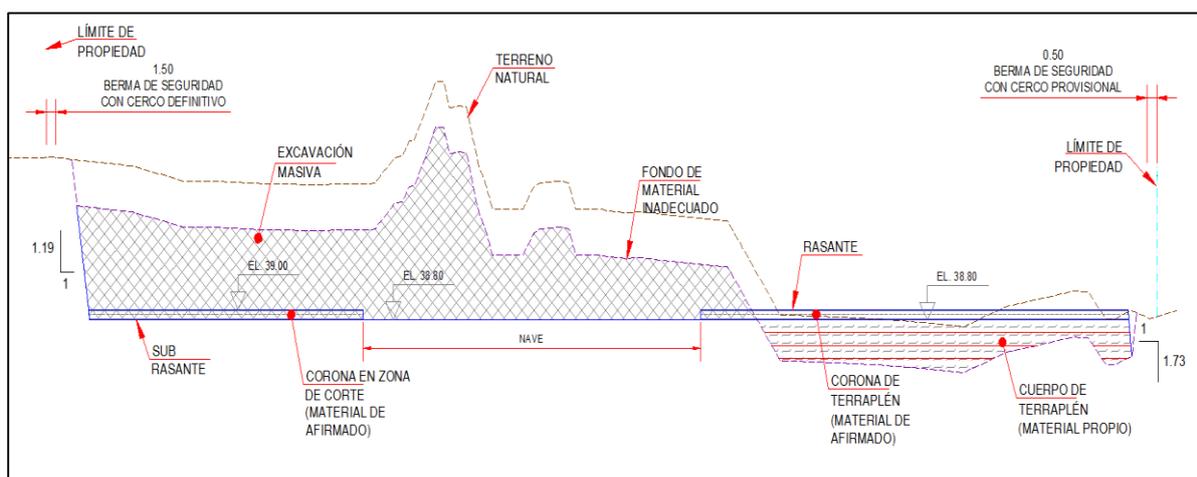
En la liberación de interferencias se liberó un área de 110012.445 m² de la base Aérea Naval para realizar el plataformado de planta o fábrica de dovelas que durante la fase de movimiento de tierras se logró construir la plataforma de un área de 102 440.48 m² con los controles topográficos adecuados como controles de replanteos en niveles y ubicaciones. Se realizó seguimiento de los metrados ejecutados de acuerdo a las partidas del presupuesto.

Tabla 35*Metrados de partidas ejecutadas con control topográfico*

RESUMEN METRADOS EJECUTADOS AL 15/12/2018			
ITEMS	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO
06.01.00	Movimiento de tierras		
06.01.01	Excavación de Material Inadecuado	m3	75752.71
06.01.02	Excavación Masiva (cota +38.8m)	m3	74013.06
06.01.04	Terraplen - Corona (entre las cotas +38.80 m. - +39.00 m.)	m3	18195.99
06.01.05	Terraplén - Cuerpo (entre las cotas +37.60 m. - +38.80 m.)	m3	32884.21
06.01.06	Terraplén - Base (desde fondo de material inadecuado hasta la cota +37.60 m.)	m3	25823.07

Nota. Se calculó mediante el Autocad Civil 3D, según lo ejecutado.

Se lograron las liberaciones topográficas en función a los avances de la obra en las cuales se realizaron liberaciones de fundación y de rellenos por capas controladas, ya que las capas de relleno son de 0.50 m tanto en terraplén base, terraplén cuerpo como en terraplén corona, que fue de 0.20 y con precisión en la cota de +/- 1cm de la cota 39.00 se liberó con espesor de 0.19 cm como mínimo espesor y como máximo espesor 0.30 m.

Figura 62*Sección trasversal de la plataforma para la Planta de Dovelas*

Nota. Sección del plataformado en base a la topografía actual. Elaboración propia.

En la construcción de la Planta de Dovelas se logró la liberación topográfica de obras civiles con el sub contratista Túneles y Prefabricados Inca, a cargo de las obras de concreto con anclajes y planchas embebidas con el sub contratista de 583 protocolos de registros topográficos de liberaciones de vigas de cimentaciones, zapata y losas. Las principales son dos vigas de cimentación con platinas y pernos de anclajes con una longitud de 360 m en cada viga para los carriles de la grúa pórtico. Se controlaron 998 platinas a lo largo de las dos vigas de cimentación, en las zapatas con anclajes para las naves que conforman la fábrica de dovelas; se logró su control geométrico dentro de los parámetros establecidos en un total de 74 zapatas con 760 anclajes donde se posicionaron las estructuras metálicas prefabricadas. Adicionalmente, se logró el control geométrico de 86 anclajes en las cimentaciones de la planta de concreto, 24 anclajes para el tanque de agua distribuidos circularmente, una estación eléctrica, plata de concreto, zona de acopio y materiales.

Tabla 36

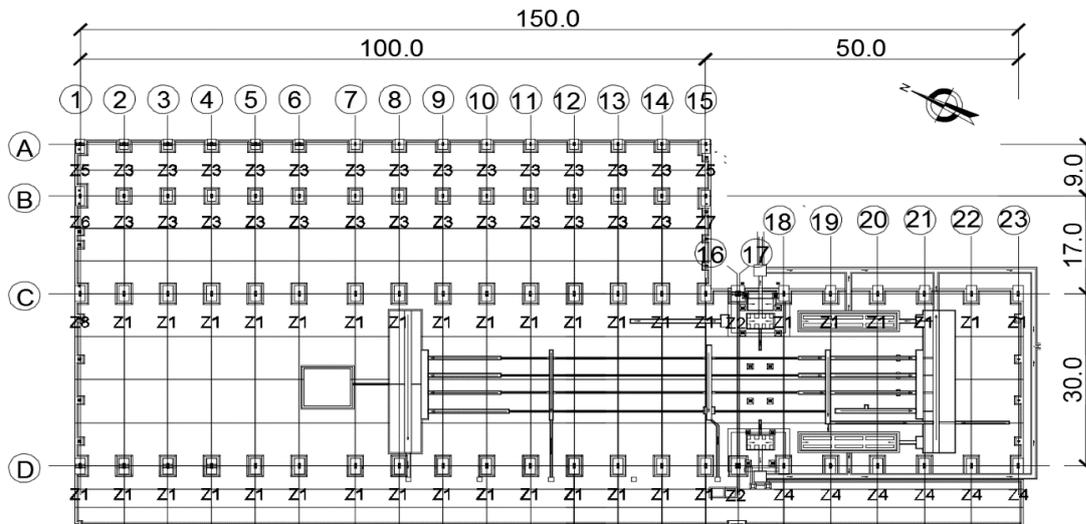
Cuadro de zapatas y especificaciones técnicas de anclajes de acero

CUADRO DE ZAPATAS								
NOMB RE	UND	DIMENSION ES		ALTUR A (H)	NFZ	REFUERZO	ESPECIFICACIÓN DE ANCLAJES DE ACERO	# DE ANCLAJ ES
		A	B					
Z1	35	1.60	2.70	1.00	38.00	Ø5/8" @ 0.20 MALLA INFERIOR / Ø1/2" @ 0.20 MALLA SUPERIOR	10-PA-Ø1 1/4"-700-A36- P150	350
Z2	2	2.10	2.70	1.00	38.00	Ø5/8" @ 0.20 MALLA INFERIOR / Ø1/2" @ 0.20 MALLA SUPERIOR	20-PA-Ø1 1/4"-700-A36- P150	40
Z3	26	1.40	1.80	1.00	38.00	Ø5/8" @ 0.20 MALLA INFERIOR / Ø1/2" @ 0.20 MALLA SUPERIOR	10-PA-Ø3/4"-600-A36- P150	260
Z4	6	1.60	2.70	1.30	37.70	Ø5/8" @ 0.20 MALLA INFERIOR / Ø1/2" @ 0.20 MALLA SUPERIOR	10-PA-Ø1 1/4"-700-A36- P150	60
Z5	2	1.40	2.40	1.00	38.00	Ø5/8" @ 0.20 MALLA INFERIOR / Ø1/2" @ 0.20 MALLA SUPERIOR	10-PA-Ø3/4"-600-A36- P150	20
Z6	1	1.40	3.20	1.00	38.00	Ø5/8" @ 0.20 MALLA INFERIOR / Ø1/2" @ 0.20 MALLA SUPERIOR	10-PA-Ø3/4"-600-A36- P150	10
Z7	1	1.40	2.70	1.00	38.00	Ø5/8" @ 0.20 MALLA INFERIOR / Ø1/2" @ 0.20 MALLA SUPERIOR	10-PA-Ø3/4"-600-A36- P150	10
Z8	1	1.60	3.00	1.00	38.00	Ø5/8" @ 0.20 MALLA INFERIOR / Ø1/2" @ 0.20 MALLA SUPERIOR	10-PA-Ø1 1/4"-700-A36- P150	10
TOTAL	74						TOTAL	760

Nota. Cantidad de anclajes que realiza el control topográfico: 760.

Figura 63

Distribución de zapatas para la naves de la Planta de Dovelas

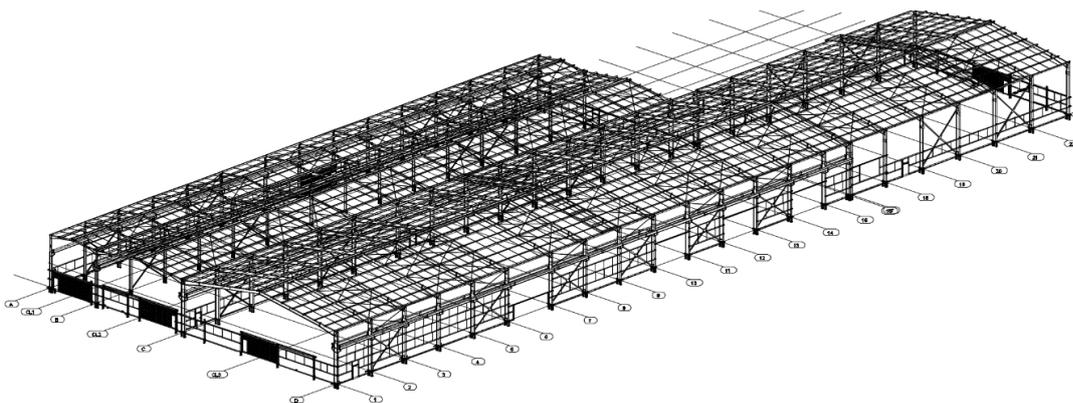


Nota. Detalle de ingeniería de la cimentación de las tres naves que conforman la Planta de Dovelas del CCM2L (2016).

Durante el montaje de las estructuras prefabricadas a cargo de la empresa sub contratista FGA Ingeniero, se lograron 149 liberaciones de registros topográficos de alineación, verticalización y niveles de las estructuras prefabricadas durante el montaje y posterior a la colocación de cordón de soldadura en caso de las carrileras y rieles, logrando conformar el esqueleto y el cerramiento de las tres naves que conforma la Planta de Dovelas.

Figura 64

Vista isométrica de la naves de la Planta de Dovelas



Nota. Planos de Estructuras Metálicas de FGA Ingenieros S.A (2016).

Y finalmente en el equipamiento de la planta se lograron todos los controles geométricos y dimensionales de los equipos proporcionados e instalados por CBE Grupo, procedente de Francia, que se aprecia en la Figura 46. Se puso en marcha la fábrica de dovelas.

Durante la fabricación de dovelas, se logró fabricar un total de 3807 anillos para el túnel de la Línea 2. La meta es de 12960 anillos en promedio, pero por falta de área de acopio solo se fabricó la cantidad mencionada. La distribución se puede apreciar en la Figura 12, que se resume en el siguiente cuadro:

Tabla 37

Distribución de acopio de dovelas por lotes

ACOPIO DE ANILLOS 07/06/2021			
Lugar de Acopio	# Anillos	Lugar Acopio	# Anillos
Lote-A	120	Lote-I	150
Lote-B	96	Lote-J	140
Lote-C	292	Lote-K	67
LoteD	313	Lote-L	358
Lote-E, E1, E2, E3, E4	253	Lote-M	122
lote-F	233	Lote-N	56
Lote-G	192	Portico	1315
Lote-H	100		
Total anillos acopiados			3807

Nota. Realicé el control de la ubicación de acopio de cada anillo de fabricación.

En las instalaciones de TBM S-973, los logros alcanzados fueron los cumplimientos y las metas propuestas en la construcción de las infraestructuras provisionales para el funcionamiento de la TBM, con los parámetros establecidos en las desviaciones o tolerancias que requieran las instalaciones de la gran mayoría de las infraestructuras. Para ello se requiere la TBM, que iniciará la excavación de la Estación 4 en dirección a la Estación 3 en los próximos meses.

5.3. Dificultades Encontradas

- a) En construcción la Planta de Dovelas, fase de movimiento de tierras, una de las dificultades principales fue que los metrados de movimiento de tierras en el replanteo diferían de los metrados del presupuesto en un porcentaje significativo. Además, la partida de desbroce especificaba un espesor de 0.30 m a 0.90 m y se estimó con 0.90 m en el peor escenario y en la ejecución se encontraron metrados diferentes, por el desbroce que no fue a una altura constante y que, en algunos casos, sobrepasó los 0.90 m. Asimismo, no se consideró el relleno de una estructura que se demolió y que tenía un sótano de dos niveles a una dimensión de 94 m de largo, 40 m de ancho y de profundidad 4.75 m. En estudio definitivo indica que el relleno de corona terraplén, que es un material zarandeado menor a 3" (material propio), no se recuperaba, ya que por cada 100 m³ de material crudo para zarandeo solo se recuperaba 30 m³ de material para terraplén corona. Al final se tuvo que comprar afirmado para terminar la capa de 0.20 m de terraplén corona. En la partida de relleno localizado y corona terraplén se consideró que es una sola, con espesor de 0.20 m y dividida por dos tipos de material que son de afirmado y material propio zarandeado. En el cálculo de los metrados la dificultad encontrada fue disgregar el movimiento de tierras por partidas y sustentadas por secciones transversales; fue un proceso muy tedioso en el que uno debe tener mucha práctica con software Autocad Civil 3d para sustentar estas partidas ante la Autoridad Autónoma del Tren Eléctrico (AATE), que en la actualidad es la ATU.
- b) En la fase de obras civiles y montaje de estructuras durante la construcción de la Planta de Dovelas, se contó con el Plan General de Topografía. Se encontró que los detalles de ingeniería, planos de alcantarillado, agua, eléctricos y de comunicaciones no se realizaron cruces de las disciplinas mencionadas. Esto, en una superposición en AutoCAD, arroja que se realizarían cruces de acometidas mencionadas, por lo que se

plantearon diferentes propuestas para su construcción final. En los controles de los embebidos en concreto, como planchas y anclajes para las estructuras, no se contaba con un cuadro de tolerancias, lo cual dificultó los parámetros para la liberación topográfica; si las tolerancias topográficas se establecían más precisas, la liberación topográfica llevaría mayor tiempo, ocasionando retrasos al momento de los vaciados de concretos; pero si fuese holgada, las tolerancias correrían el riesgo de no encajar las estructuras. El montaje de la tolva de gruesos de la planta de concreto no encajó correctamente en los insertos o planchas embebidas, por diferencias en los planos civiles y mecánicos, este último proporcionado por el vendedor o promovedor de la planta de concreto, generando nuevos insertos con hilti y resina con morteros nivelantes para encajar las patas de la tolva de gruesos.

- c) Previo a la fabricación en masa de las dovelas se hormigonaron varios anillos de prueba, como indican las especificaciones técnicas. Se realizaron las mediciones de las dovelas en los puntos mencionados en la especificación técnica para sus respectivos controles dimensionales; sin embargo, no se podía emplear la Estación Total, por lo que se tenía que realizar mediante técnicas manuales con wincha metálica certificada y otros accesorios. Para poder cruzar información y determinar las medidas de las dovelas se tuvo que contrastar con las hojas de protocolos entregados por los proveedores de los moldes de las dovelas, para determinar las medidas actuales de fabricación y contrastar que formarían los anillos a la hora de realizar el montaje de los siete segmentos, y enviar los nuevos valores para que ingeniería rehaga una nueva revisión de los EDIs de las dovelas. Esto generó una demora para conseguir la aprobación de la supervisión y la liberación de los protocolos de control dimensional. En el montaje del anillo maestro, la empresa TPI con personal ya experimentado en fábrica de dovelas en otros países, indicó las bases donde se debió realizar el montaje y armado del anillo maestro. Dicha

recomendación no fue oída, lo cual dificultó el montaje, ya que, como las dovelas son estructuras rígidas, armar el primer segmento hasta el cuarto segmento no generó problema alguno, pero ya para el quinto, ajustar con los pernos de uniones originaba que se moviera todo el grupo de segmentos ya armados, ocasionando el problema de estar fuera de tolerancias de montaje del anillo. Con métodos de anclar acero corrugado de 3/4" para que no se movieran los segmentos ya posicionados dentro de las desviaciones, se pudo armar el anillo maestro, pero teniendo demoras en el montaje y posteriormente en la certificación.

- d) Las instalaciones TBM S-973 el EDI estudio de ingeniería definitivo se realizó con una topografía de terreno del 2016. En el momento que fui trasferido a dicha obra (21 de junio del 2021) realicé el levantamiento topográfico con puntos bases de la red de poligonal que maneja consorcio, el cual fue utilizado para la construcción de la Estación de Servicio 4. La topografía de ingeniería difería en una altura paralela de 40 cm por debajo de la línea de la topografía actual, esto generó que se adaptaran a la elevación de la topografía actual algunas estructuras como tanques, sub estaciones, planta bicomponente, tratamiento de agua y foso de escombros; pero estructuras como planta de separación o de lodos planta centrifugadora, acumulador de banda sistema de cinta transportadora y sistema de ventilación mantuvieron su cota de diseño por estar relacionados entre sí por el sistema de cintas transportadora; pero cada plano, enviado por ingeniera para construcción, no fue adaptado a la topografía actual, pues se manejó desde campo las modificaciones en elevación y posición de algunas estructuras que no dependiesen de otra para no afectarlas, proyectando el flujo de operatividad de la excavación de la TBM.

El sistema de sellado que comprende un anillo de encofrado de diámetro de 10.41 m, que se colocó en la posición, posicionarlo en el muro pantalla de la Estación 4, lado

callado. Como control geométrico no se encontró algún precedente para el montaje de este tipo de estructura. Para poder realizar los controles durante el proceso constructivo se tuvo que tomar criterios sobre la base de una recomendación o entrevista personal de la empresa Webuild Spa para su correcto replanteo y controles.

5.4. Planteamiento de las Mejoras

Se plantea mejorar los procedimientos de trabajos topográficos en los registros topográficos, protocolos topográficos, para mejor el desarrollo del control topográfico en el proceso constructivo de la obra con precisiones adecuadas y la implementación de algunos accesorios que ayudarán a realizar mediciones mediante la Estación Total y con wincha a la hora de realizar el control dimensional de las dovelas.

5.4.1. Metodologías Propuestas

La metodología se propuso en función del elemento a replantear. Se definió el elemento o actividad a replantear, su precisión requerida, los instrumentos a usar y sus especificaciones, los puntos en el elemento que se replantea para su posicionamiento en su lugar final, si las decisiones a tomar están correctamente o fuera de los parámetros establecidos. La implementación se propuso con base en los manuales de la Estación Total, al plan de topografía, y a la bibliografía mencionada que se detalló en el ítem 4.3.2 proceso y secuencia operativa de las actividades. Se deja en el Anexo 8 el Plan General de Topografía del CCM2L y el Anexo 9 el plan implementado por mi persona que se resume en la siguiente tabla:

Tabla 38*Metodología del proceso de control topográfico*

ÍTEM	METODOLOGÍA	DETALLE
1	Definición de la estructura a replantar movimiento de tierra, obras de concreto o montaje de estructuras prefabricada y/o Equipo	Cortes, Rellenos, sub, rasante, rasantes, cimentaciones, anclajes embebidos y pos instalados, platinas embebidas, prefabricados como Columnas, vigas, Carrileras, rieles, tanques, equipos etc.
2	Se establece las tolerancias o desviaciones permitidas sobre la posición final (pos vaciado, pos soldadura, después de un torque etc.)	Tolerancias a replantar obras movimiento de tierras masivos 50 mm, rellenos sub rasante y rasante 15 mm, obras de concreto 10 mm, montaje columnas y vigas 1/1000 (máx. 10mm), carrileras 3 mm, rieles 2 mm, en el montaje de equipos 3 mm
3	Especificación técnica de la Estación total y Nivel Automático	Estación Total con precisión de 3 " en ángulo y 1.5 mm + 2ppm, Nivel Automático +/- 1mm
4	Corrección atmosféricas, verificaciones de ángulos y distancias de Estación Total	Temperatura, presión, constante de prisma, factor combinado, verificación y corrección de ángulos
5	Control Topográfico, Geométrico y Dimensional	Cortes, Rellenos, sub, rasante, rasantes, cimentaciones, anclajes embebidos y pos instalados, platinas embebidas, prefabricados como Columnas, vigas, Carrileras, rieles, tanques, equipos etc.
6	Liberación Topográfica	Mediante comprobaciones de Replanteos puntuales y de línea para verificar su posición, nivel verticalidad, alineamiento, dimensión, etc.
7	Decisión	si está dentro de las desviaciones permitidas se acepta, en caso este fura se rechaza y se procede a su corrección

Nota. Elaboración propia en función a lo que se aplicó en campo.

Puesto que los embebidos se ejecutan en gran cantidad, en caso de los elementos embebidos al concreto como anclajes, pernos, platinas, insertos y otros, se propone una metodología en función a tiempos de liberación, ya que el tiempo para cada control es limitado

por realizar controles en pre vaciado y pos vaciado. Además de realizar un control, antes de que fragüe el concreto se plantea la metodología según el orden de la siguiente tabla:

Tabla 39

Metodología de control geométrico de embebidos al concreto

ÍTEM	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
1.00	Instalación de Puntos de Control	
1.01	Embebidos de Anclajes de acero para Prisma	La fabricación en un torno los anclajes tomo tres días 12 elementos y el encofrado embebido y vaciado de concreto fue de un día por hito (durante 3 horas)
1.02	Triangulación de distancias y proceso de datos	La toma de datos en campo duro todo un día (8 horas) y el proceso de datos medio día (4 horas) pero sin embargo se repitió 3 veces por que la comprobación en campo no cerraban los puntos
1.03	Comprobación de puntos de control en campo	La comprobación en campo fue de 6 horas ya que se debía comprobar el cierre con métodos de inversa y conocida con distintos topógrafos y sus asistentes así como también el intercambio de estaciones totales
2.00	Control Geométrico pre hormigonado	
2.01	Procesado de datos para replanteo de estructuras y pernos de anclajes	El procesado de datos y su comprobación tomaron un día (8 horas)
2.02	Trazo preliminar en solado para el encofrado	Los trazos preliminares se realizaban en función al vaciado de solado que en promedio fue 6 a 8 trazos por día durante una hora por solado o zapata
2.03	Alineamiento y verticalizacion del encofrado	El alineamiento de encofrado con la estación total tomo un tiempo de 30 minutos por zapata
2.04	Trazo de ejes en el encofrado y colocación de niveles de vaciado	El trazo de encofrado de ejes tomo un tiempo de 30 minutos por zapata encofrada
2.05	Verificación de los niveles de los pernos de anclajes	La verificación y ajuste tomo un tiempo de 30 minutos por zapata (10 pernos)
2.06	Verificación de la posición de los pernos de anclajes	La verificación y ajuste tomo un tiempo de 50 minutos por zapata (10 pernos)
2.07	Levantamiento topográfico de los pernos para registro topográfico	La verificación y ajuste tomo un tiempo de 15 minutos por zapata (10 Pernos)
2.08	Liberación topográfica o pase para el vaciado de concreto en la zapata	Por día se liberaban 6 zapatas por los que vale decir que son 60 pernos por día, la muestra se tomó una zapata cada dos días intercalado
3.00	Control Geométrico pos hormigonado	
3.01	Verificación de niveles de pernos de anclajes antes que fragüe el concreto	La verificación y ajuste tomo un tiempo de 25 minutos por zapata (10 pernos)
3.02	Verificación y corrección de posición X, Y antes de que fragüe el concreto	La verificación y ajuste tomo un tiempo de 35 minutos por zapata (10 pernos)
3.03	Levantamiento topográfico para registro topográfico	El control y liberación y generación de registro fue de 6 zapatas por día que vienen hacer 60 pernos, la muestra se tomó una zapata cada 2 días intercalado

Nota. Elaboración propia.

5.4.2. Descripción de la Implementación

La empresa en la que trabajé, Consorcio Constructor M2 Lima, cuenta con procedimientos de trabajos como son los PG-CML-350, Plan General de Topografía, que es del 2016, y no se ha actualizado hasta la fecha. Es por ese motivo que se implementó un Plan de Topografía para cada frente o trabajo, ya que el plan general es una directriz para generar procedimientos específicos para cada frente. En el PG-CML-351 Verificación / Calibración de Equipos de Topografía, también del año 2016, mencionan cómo verificar los quipos topográficos, la Estación Total, GPS y Nivel Automático. Respecto a la Estación Total, no se menciona cómo realizar las respectivas correcciones y ajustes de colimaciones Hz, compensador (l, t) índice V, eje de muñones y ATR Hz, así como las correcciones atmosféricas y el sistema de coordenadas para obtener un equipo de precisión, ya que toda Estación Total tiene este contenido en su *firmware*, la comprobación y ajuste. Esto es una implementación que se incorporó en el Plan de Topografía de la Planta de Dovelas. Respecto al nivel automático, no menciona la corrección del eje de puntería que se implementó para que no varíen las lecturas entre los equipos de los sub contratistas y contratistas. Además, evita estar enviando a calibrar el nivel cada vez que se desvié su lectura, así solo se enviaría a calibrarlo cuando venza su certificado de calibración.

También se llegaron a implementar accesorios como puntas de mini prismas con diferentes alturas de 25 mm, 75 mm, 100 mm, 125 mm y 150 mm, enviadas a fabricarlas en un torno especializado y comprobado en campo con la Estación Total con mini prisma original, teniendo de desviación solo decimas de milímetros, ya que de fábrica u original solo es de 50 mm. Con eso la altura al eje del mini prisma sería de 100 mm, y, aumentando una varilla que es de 300 mm, se tendría 400 mm de altura de mini prisma; a mayor altura, mayor dificultad para nivelar y aumentar la inclinación y el error de la línea o punto replanteado. Implementando estas puntillas variadas se pudo graduar con alturas bajas para precisiones en los controles. En

el montaje de equipos se pudo acomodar el objetivo a la altura observada, ya que en común se tiene que realizar mediciones por interferencias y se debe fijar el objetivo con pequeñas aberturas.

Adicionalmente, para no tener que usar bases nivelantes con prisma (estas son costosas), se debe utilizar con trípode o un accesorio para sujetar la base nivelante. Se implementaron insertos con cabeza para encajar el prisma y se embebió al concreto o con hiltin en concreto. Esto facilitó la realización de estaciones inversas con la Estación Total, sin tener que enviar a alguien a nivelar la referencia, logrando una estabilidad al momento del resultado de la inversa.

En el control dimensional de dovelas se implementaron unas herramientas hechizas que forman dos escuadras paralelas, para poder medir las diagonales de las dovelas, ya que proyectar con una escuadra metálica plana se demora más tiempo y se tiene un error. Como falta la fabricación de 9155 anillos en promedio, se puede enviar a un especialista en metal mecánica a fabricar estas herramientas hechizas y certificarlas.

5.5. Análisis

El proyecto de Metro de la Línea 2 es una obra emblemática de prioridad nacional que en el 2014 se adjudicó la Sociedad Concesionaria Metro de Lima Línea 2 y sub contrató a la EPC (Ingeniería Procura y Construcción), Ansalto STS para provisiones de equipamiento de sistema ferroviarios, Hitachi Rail en los suministros de material rodante y la empresa Consorcio Constructor M2 Lima para la ejecución de las obras civiles que está formado por las empresas Dragados de España, FCC S. A. de España, Salini Impregilo de Italia hoy llamada Webuild SpA y Cosapi de Perú, mostrados en el organigrama del contrato (Figura 3). Por la complejidad de su ejecución se dividió en etapas 1, 1A, 1B y 2, como se muestra en la Figura 2, dividiéndose así en 13 obras, como lo muestra la Tabla 1. Al finalizar la obra tendrá 27 kilómetros de túnel

y 27 estaciones de servicio en la Línea 2, y ocho km de túnel y ocho estaciones de servicio en el ramal de la Línea 4, con dos patios de mantenimiento ubicados en Santa Anita y Bocanegra.

La construcción de la fábrica de dovelas -obra en la que participé- es una obra necesaria para el funcionamiento de la TBM, ya que las dovelas son insumos para excavar la TBM y colocar los anillos conformados por las siete dovelas, requisito para que funcione la TBM. También es necesario tener en cuenta que esté con sus instalaciones o infraestructuras para la puesta en marcha, y para ello las estaciones de servicio deben estar terminadas a nivel rústico. El control topográfico se entiende que está presente en todas sus etapas y obras con un organigrama de topógrafos liderados por el jefe de Topografía de toda la obra en general. Los trabajos de topografía están bajo los lineamientos del Plan General de Topografía, el cual es acoplado a cada frente de trabajo y/o actividad. Por los trabajos topográficos se generan documentos de verificación, registros topográficos, protocolos que son documentos auditables, que son parte del dossier de calidad, que dan conformidad a las liberaciones topográficas firmadas por el topógrafo sub contratista, contratista, supervisión y el supervisor de Control de Calidad. El dossier de calidad, que es parte del informe final de obra, es adjuntado a los planos de pos construcción o llamados también planos As built, generados por los delineantes o topógrafos con la información proporcionada por los topógrafos de cada obra.

5.6. Aporte del Bachiller en la Empresa

Durante la actividad realizada se tuvieron aportes tanto en la obra Planta de Dovelas como en las Instalaciones de la TBM:

- a) Implementación de la comprobación de los equipos topográficos de la Estación Total y Nivel Automático en el ajuste y corrección de lecturas mencionadas en el ítem 3.1.13.
- b) Propuestas de estimaciones de metrados de movimiento de tierras con diferentes configuraciones como alturas variadas de corte material inadecuado y masivo. Esto afecta a los metrados de relleno, ya que, mientras más corte de material inadecuado,

menor fue el corte masivo y, por lo tanto, el relleno del terraplén con material propio se vio afectado y se requirió el relleno con material de préstamo.

- c) Propuestas de modificaciones en reubicaciones para la construcción de acometidas de agua, desagüe, comunicaciones, eléctricos y estructuras como acopio de materiales rampa, alimentador a la tolva de gruesos, etc. Se realizó el cruce de información de planos y se vio las interacciones de acometidas y las infraestructuras.
- d) Implementación de cuadro comparativo de datos topográficos teóricos de planos llamados nominales contra los de campo o ejecutado e instalados dentro del formato de protocolo Registro Topográfico del CCM2L en los controles topográficos, geométricos y dimensionales de distintos elementos.
- e) Metodología para la liberación topográfica de embebidos de planchas, anclajes, pernos de anclajes para pre y pos vaciado de concreto para la interpretación de control de calidad.
- f) Metodología para la liberación topográfica de instalación de vigas carrileras y caminos de rodaduras de puentes grúas y grúas pórticos.
- g) Implementación del formato de registro del control dimensional de dovelas.
- h) Implementación del formato de registro del control dimensional del anillo maestro.
- i) Propuestas de modificaciones en reubicaciones de estructuras de cimentaciones de tanque de agua en Planta de Dovelas. De acuerdo al Plano de Instalaciones 46, que se muestra en la Figura 13, existen elementos que no están en los planos y esto hace que se reacomode o reubique adecuadamente para no perder demasiada área ni el flujo de todas las instalaciones necesarias por la TBM2, ya que no se cuenta con un espacio adecuado.
- j) Implementación de la metodología del control dimensional de anillo e encofrado del sistema de la estructura de sellado y su montaje.

Conclusiones

En mis actividades desarrollados, se cumplió con los objetivos trazados en tiempo y costo con productividad, calidad y seguridad, con la entrega de protocolos de liberaciones topográficas de actividades de movimiento de tierras, concreto y montaje de estructuras durante construcción de Planta de Dovelas y en la obra Instalaciones TBM S-973, cumpliendo con las tolerancias topográficas establecidas.

La Estación Total de tres segundos de precisión angular y de $1.5\text{mm} + 2\text{ppm}$ en distancias es un equipo determinante en los trabajos topográficos de precisión, siempre y cuando se les realice las configuraciones o correcciones de ángulos como colimación, y con respecto al distanciómetro, se realizan las correcciones atmosféricas, factor combinado y la constante de prisma.

La base fundamental de los controles topográficos de trabajos de precisión milimétrica, como los pernos de anclajes y montaje de estructuras, es que el punto de control se alcanzó, su error de cierre menor a 1.5 mm, comprobado en campo con el método de trilateración. Los puntos de control fueron tipo pedestales para insertar los prismas, lo que lo hace estable y se anula el error humano (nivelación de mini prisma manual) y fue comprobada en campo con múltiples estaciones inversas.

De todos los elementos del control topográfico, los más comunes en diversas obras son los anclajes embebidos al concreto y montaje de estructuras de naves. En las obras que participe se realizaron múltiples controles en el pre instalado de anclajes, en el aseguramiento de los anclajes con la armadura de acero y el encofrado, antes de que fragüe el concreto, la lectura final para el registro de control topográfico, el montaje antes de montar la plancha base, el control de alineamiento y verticalización cuando el elemento prefabricado esté posicionado en el anclaje y antes que se realice el torque o suelden los elementos.

Recomendaciones

Se recomienda que la determinación de la precisión geométrica debe ser proporcional al elemento estructural prefabricado a montar; de ser muy finas, llevaría demasiado tiempo la liberación topográfica y pausaría el vaciado de concreto pudiendo perderse, y si es muy holgada podrían dañarse los pernos a la hora de montar las estructuras y tener el riesgo de no poder verticalizar y/o alinear las estructuras prefabricadas. Esta relación se puede determinar entre el cruce de planos civiles y el de montaje de estructuras.

Se recomienda el uso de estaciones totales de tres segundos como máximo y en distancia de $2m+2ppm$, así como verificar que el equipo esté calibrado y certificado por un taller homologado. También se debe llevar a cabo el control de las estaciones tanto en ángulo y distancia con una línea base. Esto se debe realizar con una frecuencia adecuada al proyecto.

Es recomendable tener una buena precisión en los puntos de control, no solo que cierren matemáticamente en gabinete, sino que se compruebe en campo con múltiples pruebas de estación conocida, inversa; y el replanteo de los puntos de control deben ser hitos tipo pedestales que garanticen la estabilidad durante todo el proceso constructivo de la obra, usando anclajes embebidos para el uso de los prismas, ya que es más estable y de menor costo que las bases de nivel anteriores.

Se recomienda realizar los trazos y controles topográficos previos para evitar interferencias como la armadura de acero que impide verticalizar los pernos de anclajes, ya que el personal se da cuenta una vez ya asegurado el encofrado y tiene que volver a desarmarlos para acomodar la armadura y poder verticalizar. Y en el montaje de estructuras fijar y posicionar bien la plancha base antes de verticalizar o alinear las estructuras.

Referencias Bibliográficas

1. AKER SOLUTIONS. 2014. *Procedimiento de Topografía*. Huaraz : s.n.
2. CASANOVA, L. 2002. *Topografía Plana*.
3. COLABORADORES DE WIKIPEDIA. 2020. *Estación total*.
4. CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA. 2016. *Estudio Definitivo de Ingeniería, Plan de Calidad, Plan de Topografía*. Lima : s.n.
5. CUARTERO, A. 2017. *Guía De Prácticas De Topografía En Edificación*.
6. GARCÍA , G. 2005. *Topografía Básica*.
7. GOBIERNO DE ESPAÑA, MINISTERIO DE FOMENTO, SECRETARIA GENERAL. 2011. *EAE instrucciones de Acero Estructural*. España : Ministerio de Fomento, Secretaria general tecnica, Gobierno de España.
8. GRÚAS GH. 2018. *Manual de descripcion*. Lima : GH Gruas.
9. MENDOZA, J. 2020. *Topografía y Geodesia*.
10. LEICA GEOSYSTEMS. 2015. *Manual de uso Leica NA320/24/32*. Heerbrugg, Suiza : Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Switzerland.
11. LEICA GEOSYSTEMS. 2016. *Manual de uso Leica TS16, Manual Leica Captivate referencia tecnica V 2.0*. Heerbrugg, Switzerland : Leica Geosystems AG.
12. MALLEA, J. 2009. *Estaciones Totales Factor Combinado*.
13. MANZANO, F. 1999. *Aplicación del sistema de posicionamiento global GPS A la georreferenciación y control geométrico en la ingeniería*.
14. TECSA. 2015. *Técnicas Especiales Para la Construcción. Control Geometrico*. [En línea]. https://tecsa.com.mx/?page_id=102.
15. TUNNELLING HERRENKNECHT. 2015. *Detalle de fabricacion de TBM S-973*. Alemania : s.n.
16. VEA, F. J., PÉREZ, J., PELLICER, E., & YEPES, V. 2010. *Sistema de control dimensional y de replanteo de alta precisión de elementos prefabricados singulares*.

Anexos

Anexo 1: Certificados de Calibración de Equipos para Control Topográficos



ACRE SURVEYING SOLUTIONS PERÚ SAC
 RUC: 20557845667
 Calle Bolívar 472 Of. 204, Miraflores - Lima - Perú
 Telf.: 01 344-8044 / Cel.: +51 999 919 674
 www.grupoacre.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Nº de Certificado :2019 / CE / 063 Fecha de Calibración 21/05/2019
 Expedido a : Recomendación próxima Calibración: 21/05/2020
 CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA

DATOS DEL EQUIPO

Marca	LEICA	Modelo	TS16 A 3" R500	Nº de serie	3203527
Tipo	Estación Total				
Precisión Angular Horizontal	+/- 0,0009 gones				
Precisión Angular Vertical	+/- 0,0009 gones				
Precisión en distancia Infrarojo	1,5 mm +2ppm				
Precisión en distancia Láser	2 mm +2 ppm				

PATRONES UTILIZADOS

Colimador Leica Universal triposicional con compensador N° Serie 11473, certificado por el C.E.M. con el Número : CEM- 151035001 cuya incertidumbre asociada es de 0,0005 gones con un nivel de confianza del 95% (K=2)

Línea base con centrado forzoso y 3 reflectores a las distancias conocidas y certificadas por el CEM. N°CEM: 151035002 Distancia Prisma 1: 10.448 8 (m), Distancia Prisma 2: 4.075 8 (m) Distancia Diana1: 10.429 6 (m), Distancia Diana 2: 4.467 4 (m)

TEMPERATURA/HUMEDAD: 21 +/- 0.5 °c / 999.9 +/- 0.1 hPa

Incertidumbres calculadas con un nivel de confianza del 95% (k=2)

Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
 Acre Surveying Solutions Perú S.A.C.



REVISADO
 Inspectorate Services Peru S.A.
 A. Bureau Veritas Group Company

Todos los valores están expresados en gon

ENTRADA DEL ANGULO HORIZONTAL

S/N 3203527

	1-I	1-II	2-I	2-II	3-I	3-II	4-I	4-II	5-I	5-II
LECTURA	0.0000	200.0004	0.0000	200.0006	0.0000	200.0005	0.0000	200.0006	0.0000	200.0006
ERROR	0.0002		0.0003		0.0002		0.0003		0.0003	

ERROR MEDIO O DIFERENCIA 0.0003

SALIDA DEL ANGULO HORIZONTAL

	1-I	1-II	2-I	2-II	3-I	3-II	4-I	4-II	5-I	5-II
LECTURA	0.0000	200.0000	0.0000	200.0000	0.0000	200.0000	0.0000	200.0000	0.0000	200.0000
ERROR	0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000	

ERROR MEDIO O DIFERENCIA 0.0000 INCERTIDUMBRE 0.0005

ENTRADA DEL ANGULO VERTICAL

	1-I	1-II	2-I	2-II	3-I	3-II	4-I	4-II	5-I	5-II
LECTURA	100.0004	300.0006	100.0008	300.0012	100.0008	300.0010	100.0006	300.0010	100.0008	300.0005
ERROR	0.0005		0.0009		0.0009		0.0008		0.0007	

ERROR MEDIO O DIFERENCIA 0.0008

SALIDA DEL ANGULO VERTICAL

	1-I	1-II	2-I	2-II	3-I	3-II	4-I	4-II	5-I	5-II
LECTURA	100.0000	300.0000	100.0000	300.0000	100.0000	300.0000	100.0000	300.0000	100.0000	300.0000
ERROR	0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000	

ERROR MEDIO O DIFERENCIA 0.0000 INCERTIDUMBRE 0.0005

ERROR DE MUÑONES

(Para una inclinación de +/- 30 gon)

	1	2	3	4	5	ERROR MEDIO O DIFERENCIA	INCERTIDUMBRE
ENTRADA	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
SALIDA	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005

Entrada EDM Láser/Infrarojo: 1.5 mm

1.5 mm

Salida EDM Láser/Infrarojo: 1.5 mm

Entrada EDM Láser: 2 mm

2 mm

Salida EDM Láser: 2 mm

COMPROBACION DE PLOMADA O.K

COMPROBACION DE DISTANCIAS CEM O.K



REVISADO
 Inspectorste Services Peru S.A.
 A. Bureau Ventas Group Company

CERTIFICADO DE CALIBRACION

N°20643-18

San Isidro 9. noviembre 2018

A petición de FGA INGENIEROS S.A., la empresa SURVEY RENTAL & SALES SAC, le expide el presente Certificado de Calibración por un (01);

NIVEL AUTOMATICO MARCA TOPCON MODELO AT-B4

Con N° de serie JZ2941, dicho instrumento ha sido revisado y calibrado todos los puntos en nuestro laboratorio y se encuentra en perfecto estado de funcionamiento de acuerdo a los estándares internacionales establecidos (DIN18723).

Equipo de calibración utilizado :

Equipo /Modelo	Marca	Serie	Temperatura
ESTACION TOTAL TS11	LEICA	1674905	25°C

Resultados :

Valor de Patrón	Valor Obtenido	Precisión	Error Medido
90° 00' 00"	90° 00' 00"	2.0 mm	0.0mm.

Certificado Por:

Ing. José Quispe Peña

Supervisor de Laboratorio

Firma:

Survey Rental & Sales S.A.C.

JOSE MANUEL QUISPE P
ING. ELECTRONICO JEFE DE SERVICIO TECNICO

Fecha Calibración:

9. noviembre 2018

Fecha Prox. Calibración:

9. mayo 2019



Anexo 2: Certificados de Calibración de Equipos Control Dimensional Topográficos



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC-11744-2019

PROFORMA : 3570A

Fecha de emisión : 2019 - 11 - 21

Página : 1 de 3

SOLICITANTE : CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA

Dirección : Av. Faucett S/N Ex Base Aeronaval Del Callao - Planta De Dovelas.

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : FLEXÓMETRO

Marca : FACOM
Modelo : DELA2881.01
N° de Serie : R011051A
Intervalo de Indicación : 0 m a 10 m
Resolución : 1 mm
Procedencia : No Indica
Identificación : No Indica
Fecha de Calibración : 2019 - 11 - 21

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISOMETEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro regla patrón según procedimiento PIC-TC-21 "Procedimiento interno para calibración de flexómetros". Primera Edición - Marzo 2017. TEST & CONTROL S.A.C.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,8 °C	20,0 °C
Humedad Relativa	54,2 %	52,2 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

REVISADO
Inspectorate Services Peru S.A.
A. Bureau Veritas Group Company

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

PGC-16-r29/Marzo 2017/Rev.00

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC-11744-2019

Página : 2 de 3

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Láser estabilizado con Incertidumbre de 0,08 μ m DM - INACAL	Regla de Acero Clase I 0 mm a 1 000 mm	LLA-432-2019
Microscopio de Herramientas Incertidumbre 0,7 μ m DM-INACAL	Reticula de Medición 0 mm a 10 mm	LLA-445-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Instrumento a Calibrar		Indicación del Patrón	Corrección	E.M.P. (°) Clase II	Incertidumbre
(m)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
0,5	500	499,9	-0,1	1,0	0,2
1	1 000	999,9	-0,1	1,0	0,2
2	2 000	2 000,0	0,0	1,4	0,2
3	3 000	3 000,0	0,0	1,8	0,2
4	4 000	4 000,0	0,0	2,2	0,2
5	5 000	5 000,1	0,1	2,6	0,2
6	6 000	6 000,1	0,1	3,0	0,2
7	7 000	7 000,2	0,2	3,4	0,2
8	8 000	8 000,3	0,3	3,8	0,2
9,9	9 900	9 900,3	0,3	4,6	0,2

REVISADO
 Inspectorate Services Peru S.A.
 A. Bureau Veritas Group Company

PGC-16-r29/Marzo 2017/Rev.00

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

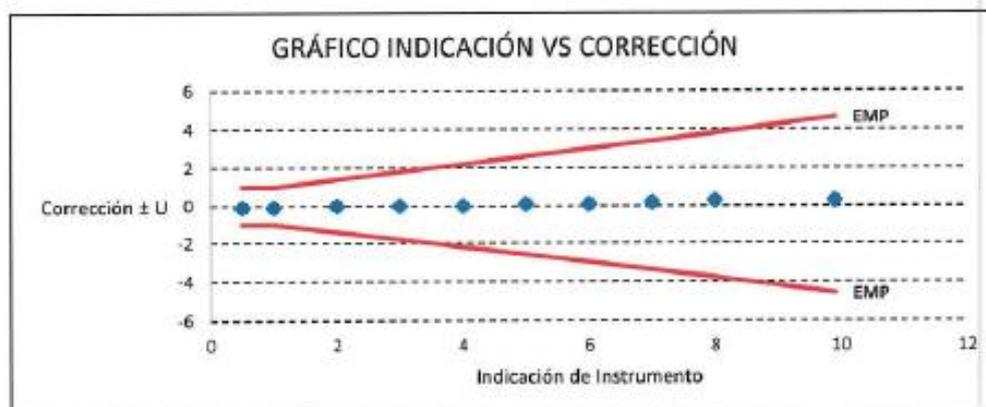


Laboratorio de Calibración

**SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017**

Certificado : TC-11744-2019

Página : 3 de 3

RESULTADOS DE MEDICIÓN**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

(*) El cliente indicó que se considere clase II.

Los errores máximos permitidos especificados en la tabla son de la clase II, acuerdo a la norma OIML R35-1.

El instrumento presenta un doblez en la indicación 9,99 m, por lo que solo se calibró hasta 9,90 m.

DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA U

La Incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

REVISADO
 Inspectorate Services Peru S.A.
 A. Bureau Veritas Group Company

PGC-16-r29/Marzo 2017/Rev.00

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 10878 - 2019

PROFORMA : 3570A

Fecha de emisión: 2019 - 11 - 20

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA

Dirección : Av. Faucett S/N Ex Base Aeronaval Del Callao - Planta De Dovelas.

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PROFUNDÍMETRO
 Tipo : ANALÓGICO
 Marca : No Indica
 Modelo : No Indica
 N° de Serie : 1903046
 Intervalo de Indicación : 0 mm a 500 mm
 División de Escala : 0,02 mm
 Procedencia : No Indica
 Identificación : No Indica
 Fecha de Calibración : 2019 - 11 - 20

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,7 °C	20,1 °C
Humedad Relativa	45,4 %	63,6 %

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

REVISADO
 Inspectorate Services Peru S.A
 A. Bureau Veritas Group Company



Lic. Nicolás Ramos Paucar
 Gerente Técnico
 CFP: 0316

PGC-16-r06/Octubre 2017/Rev.01

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC - 10878 - 2019

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 0,5 mm a 100 mm Grado 0	LLA-C-069-2019
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 200 mm Grado 0	LLA-285-2019
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 300 mm Grado 0	LLA-266-2019
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 500 mm Grado 0	LLA-265-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Valor Patrón (mm)	Promedio Indicación del Profundímetro (mm)	Error (µm)
0,000	0,000	0
50,000	49,900	-100
99,999	99,920	-79
149,999	149,920	-79
199,999	200,000	1
249,999	249,960	-39
299,998	299,980	-18
349,998	349,900	-98
399,998	399,920	-78
449,998	449,960	-38
499,997	499,908	-89

Alcance de error de indicación ($r_{máx}$): 101 µm

Incertidumbre del error de indicación: 104 µm



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

PGC-16-r06/Octubre 2017/Rev.01

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC-11743-2019

PROFORMA : 3570A Fecha de emisión: 2019-11-21 Página : 1 de 3

SOLICITANTE : CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA
Dirección : Av. Faucett S/N Ex Base Aeronaval Del Callao - Planta De Dovelas.

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : LAINAS
 Marca : FACOM
 Modelo : 804.L
 N° de Serie : No Indica
 N° de Lainas : 19
 Intervalo de Indicación : 0,04 mm - 1,00 mm
 Procedencia : No Indica
 Identificación : No Indica
 Fecha de Calibración : 2019-11-21

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,7 °C	19,8 °C
Humedad Relativa	53,8 %HR	55 %HR

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

REVISADO
Inspectorate Services Peru S.A.
A. Bureau Veritas Group Company



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado N° : TC-11743-2019

Página : 2 de 3

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloques Patrón Grado 0 METROIL	Micrómetro de Exteriores Incertidumbre 1 µm	L-0590-2019

RESULTADO

Indicación Nominal del equipo (mm)	Indicación del Patrón			Máxima desviación hallada (µm)	Incertidumbre (µm)
	Zona A (mm)	Zona B (mm)	Zona C (mm)		
0,040	0,043	0,042	0,043	3	2
0,050	0,051	0,051	0,051	1	1
0,060	0,061	0,062	0,062	2	2
0,070	0,074	0,074	0,074	4	2
0,080	0,082	0,082	0,082	2	2
0,090	0,090	0,090	0,090	0	2
0,100	0,103	0,102	0,102	3	2
0,150	0,152	0,152	0,152	2	2
0,200	0,201	0,201	0,201	1	2
0,250	0,255	0,255	0,255	5	2
0,300	0,305	0,305	0,304	5	2
0,350	0,342	0,342	0,344	-8	2
0,400	0,397	0,397	0,397	-3	2
0,500	0,499	0,499	0,499	-1	2
0,600	0,608	0,609	0,609	9	2
0,700	0,706	0,708	0,708	8	2
0,800	0,802	0,802	0,801	2	2
0,900	0,901	0,901	0,901	1	2
1,000	1,017	1,019	1,019	19	2

Indicación del patrón = Indicación nominal del equipo + Desviación

REVISADO
Inspectorato Servicio Peru S.A.
A. Bureau Veritas Group Company

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

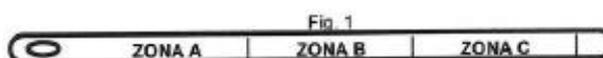
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado N° : TC-11743-2019
 Página : 3 de 3

RESULTADO**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
 Las zonas estudiadas se muestran en la Fig. 1.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

REVISADO
 Inspectorate Services Peru S.A.
 A. Bureau Veritas Group Company



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
CERTIFICADO DE CALIBRACION N° F-2181-2019

Solicitante : CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA
Dirección : Av. Elmer Faucett - Callao

1.- Instrumento : Pie de rey
 Tipo de indicación : Analógica
 Alcance : 0 mm a 2000 mm
 División Mínima : 0,02 mm
 Fabricante : Mitutoyo
 Procedencia : Japón
 Modelo : CM80°P(*)
 Código : 160-159(*)
 N° de Serie : 19004193
 Código del cliente : No indica

Expediente: 0716-2019

2.- Lugar y fecha de calibración
 Laboratorio de Calibración FESEPSA S.A. 2019-11-22

3.- Patrones utilizados en la calibración
 Bloque patrón grado 0, N° de serie 9910063 certificado de calibración N° LLA-275-2018.
 Bloque patrón grado 1, N° de serie 9909270 certificado de calibración N° LLA-C-035-2019.
 Calibrados por el INACAL-DM, con trazabilidad a los patrones nacionales y en concordancia con el sistema internacional de unidades de medida (SI).

4.- Método de Calibración
 La calibración se realizó por comparación directa según PC-LM-01 Ver. 01.
 Procedimiento de calibración de pie de rey

5.- Condiciones ambientales
 Temperatura 20 ± 2 °C Humedad 55 ± 20 %

6.- Incertidumbre de medición U= 0,05 mm
 La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura K=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %

7.- Resultados de medición
 Los resultados de medición se muestran en la página siguiente.
 (*) Lo indica la caja que lo contiene.

REVISADO
 Inspectorate Services Peru S.A.
 A. Bureau Veritas Group Company



Miguel Baulista B
 Jefe de laboratorio
 Fecha de emisión 2019-11-25

pg. 1/2

Este certificado no deberá ser reproducido en forma parcial sin la autorización por escrito de FESEPSA. Los resultados de este certificado se refieren exclusivamente al instrumento sometido a calibración no siendo extensivo a otro alguno.

Av. Elmer Faucett 390 - Callao Telfs.: 451-1052 - 451-4787
 r.martinez@fesepssa.pe m.cortez@fesepssa.pe
 l.arias@fesepssa.pe ventas@fesepssa.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACION F-2181-2019
7,1 Resultados de Medición

Valor patrón (mm)	Error de indicación (mm)		
	Medición exterior		Medición Interior
	Fondo	Punta	
0,00	0,00	0,00	—
50,00	0,00	0,00	-0,02
100,00	0,00	0,00	-0,02
200,00	0,00	0,00	-0,02
300,00	0,00	0,00	-0,02
400,00	0,00	-0,02	-0,02
600,00	0,00	-0,02	-0,02
800,00	-0,02	-0,04	-0,02
1000,00	-0,02	-0,04	-0,02
1200,00	-0,04	-0,06	-0,04
1400,00	-0,04	-0,06	-0,04
1600,00	-0,04	-0,08	-0,04
1800,00	-0,06	-0,08	-0,06
2000,00	-0,06	-0,08	-0,06

8.- Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color anaranjado con la indicación calibrado.
 - se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- El instrumento presenta oxidación

REVISADO
 Inspectorate Services Peru S.A.
 A. Bureau Ventas Group Company



Miguel Baustista B
 Jefe de laboratorio
 Fecha de emisión: 2019-11-25

pag 2/2

Este certificado no deberá ser reproducido en forma parcial sin la autorización por escrito de FESEPSA. Los resultados de este certificado se refieren exclusivamente al instrumento sometido a calibración no siendo extensivo a foto alguno.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 17234 - 2020

PROFORMA : 5124A Fecha de emisión: 2020-11-27

SOLICITANTE : CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA

Dirección : Av. Guillermo Dansey Nro. 1660 Urb. Lima Industrial Lima - Lima - Lima

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PIE DE REY
 Tipo : Vernier
 Marca : KEX
 Modelo : No Indica
 N° de Serie : No Indica
 Intervalo de Indicación : 0 mm a 200 mm
 División de Escala : 0,05 mm
 Procedencia : ALEMANIA
 Identificación : No Indica
 Fecha de Calibración : 2020 - 11 - 27

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro bloques patrón según procedimiento PC - 012 " Procedimiento de calibración de pie de rey". Quinta Edición - Agosto 2012. SNM - INDECOPI

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,4 °C	19,7 °C
Humedad Relativa	57,7 %	58,4 %

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado : TC - 17234 - 2020

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 0,5 mm a 100 mm Grado 0	LLA-261-2020
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 200 mm Grado 0	LLA-285-2019
Comparador Horizontal Incertidumbre de 0,2 μ m DM-INACAL	Varilla Cilíndrica 10 mm	LLA-422-2019
Máquina de Medición por Coordenadas DM-INACAL	Anillo Patrón 5 mm	LLA-274-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓNError de referencia inicial (I) = 0 μ m**Error de indicación del pie de rey para medición de exteriores**

Valor Patrón (mm)	Promedio de la indicación del Pie de Rey (mm)	Error (μ m)
50,000	50,050	50
100,000	100,050	50
150,000	150,050	50
200,001	200,050	49

Error de contacto superficie parcial (E)

Valor Patrón (mm)	Error (μ m)
200,000	0



Certificado : TC - 17234 - 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN**Error de repetibilidad (R)**

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
150,000	0

Error de cambio de escala de exteriores a interiores (S_{E-I})

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
10,000	50

Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (S_{E-P})

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
10,000	100

Error de contacto lineal (L)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
10,000	0

Error de contacto de superficie completa (J)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
10,000	0

Error debido a la distancia de cruce de las superficies de medición para medición de interiores (K)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
5,000	0

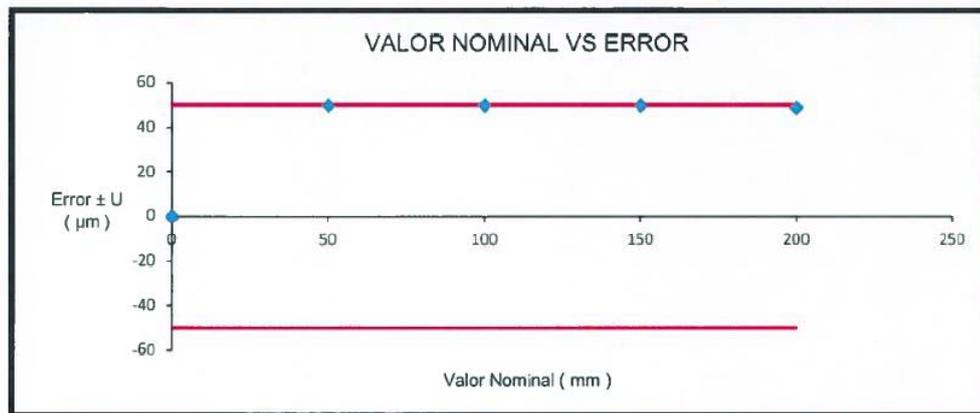
Incertidumbre de Medición : $(64,55^2 + 0,01^2 \times L^2)^{1/2} \mu\text{m}$
 L: Indicación del pie de rey expresado en milímetros (mm)

Nota 1: Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores e interiores (SE-I).

Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (SE-P).

Nota 3: El instrumento tiene un error máximo permitido de $\pm 50 \mu\text{m}$, según norma DIN 862.

Certificado : TC - 17234 - 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-17237-2020

PRÓFORMA : 5124A

Fecha de emisión: 2020 - 11 - 27

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA

Dirección : Av. Guillermo Dansey Nro. 1660 Urb. Lima Industrial Lima - Lima - Lima

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MICRÓMETRO DE INTERIORES

 Tipo : ANALÓGICO
 Marca : MITUTOYO
 Modelo : IMJ-2100
 N° de Serie : 58116972
 Intervalo de Indicación : 100 mm a 2100 mm
 División de Escala : 0,01 mm
 Procedencia : JAPÓN
 N° de Parte : 139-177
 Identificación : No Indica
 Fecha de Calibración : 2020 - 11 - 27

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro bloques patrón tomando como referencia el procedimiento PC - 013 "Procedimiento de calibración de micrómetros de exteriores". Segunda Edición - Diciembre 2001. SNM - INDECOPI

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,4 °C	19,7 °C
Humedad Relativa	57,7 %	55,7 %

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



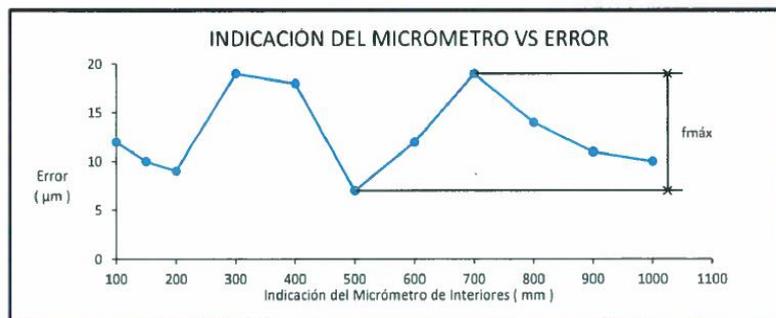
 Lic. Nicolás Ramos Paucar
 Gerente Técnico
 CFP: 0316


Certificado : TC-17237-2020
 Página : 2 de 2
TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 0,5 mm a 100 mm Grado 0	LLA-261-2020
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 200 mm Grado 0	LLA-285-2019
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 300 mm Grado 0	LLA-266-2019
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 500 mm Grado 0	LLA-265-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Valor Patrón (mm)	Promedio Indicación del Micrómetro de Interiores (mm)	Error (µm)
100,000	100,012	12
150,002	150,012	10
200,002	200,011	9
300,003	300,022	19
400,004	400,022	18
500,005	500,012	7
600,006	600,018	12
700,007	700,026	19
800,008	800,022	14
900,009	900,020	11
1 000,010	1 000,020	10

 Alcance de error de indicación ($f_{máx}$): 12 µm
 Incertidumbre del error de indicación: 13 µm
**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. Para una mejor aproximación del instrumento bajo calibración, se subdividió la división de escala en 5 partes.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO


 Jr. Condesa de Lemos N°117
 San Miguel, Lima

 (01) 262 9536
 (51) 988 901 065

 informes@testcontrol.com.pe
 www.testcontrol.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACION
TC-17314-2020

PROFORMA : 5124A

Fecha de emisión : 2020-11-26

SOLICITANTE : CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA

Dirección : Av. Guillermo Dansey Nro. 1660 Urb. Lima Industrial Lima - Lima - Lima

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CINTA MÉTRICA

 Marca : FACOM
 Modelo : DELA2881.01
 N° de Serie : R011051A
 Intervalo de Indicación : 0 m a 10 m
 Resolución : 1 mm
 Procedencia : No Indica
 Identificación : No Indica
 Fecha de Calibración : 2020 - 11 - 26

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro regla patrón según procedimiento PIC-TC-21 "Procedimiento interno para calibración de flexómetros". Primera Edición - Marzo 2017. TEST & CONTROL S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,1 °C	20,3 °C
Humedad Relativa	50,0 %	51,0 %

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



 Lic. Nicolás Ramos Paucar
 Gerente Técnico
 CFP: 0316


Certificado : TC-17314-2020

TRAZABILIDAD

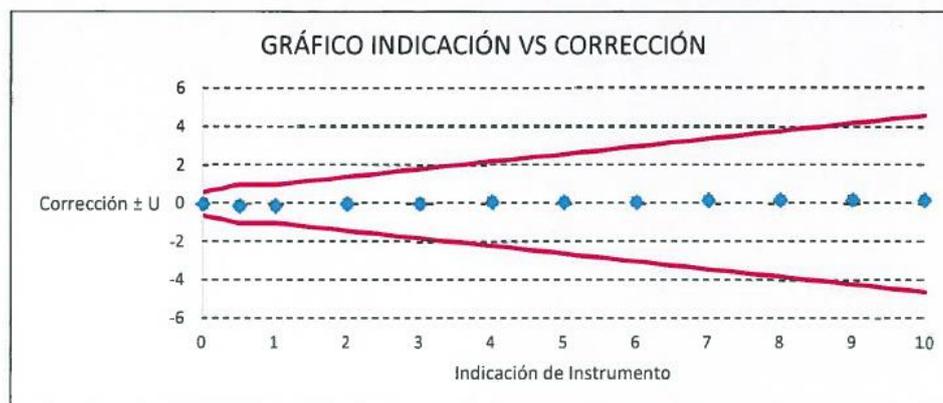
Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Láser estabilizado con incertidumbre de 0,08 μ m DM - INACAL	Regla de Acero Clase I 0 mm a 1 000 mm	LLA-432-2019
Microscopio de Herramientas Incertidumbre 0,7 μ m DM-INACAL	Reticula de Medición 0 mm a 10 mm	LLA-445-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Instrumento a Calibrar		Indicación del Patrón (mm)	Corrección (mm)	E.M.P. Clase II (mm)	Incertidumbre (mm)
(m)	(mm)				
0	0	0,0	0,0	0,6	0,2
0,5	500	499,9	-0,1	1,0	0,2
1	1 000	999,9	-0,1	1,0	0,2
2	2 000	2 000,0	0,0	1,4	0,2
3	3 000	3 000,0	0,0	1,8	0,2
4	4 000	4 000,1	0,1	2,2	0,2
5	5 000	5 000,1	0,1	2,6	0,2
6	6 000	6 000,1	0,1	3,0	0,2
7	7 000	7 000,2	0,2	3,4	0,2
8	8 000	8 000,2	0,2	3,8	0,2
9	9 000	9 000,2	0,2	4,2	0,2
10	10 000	10 000,2	0,2	4,6	0,2



Certificado : TC-17314-2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
 Los errores máximos permitidos especificados en la tabla son de la clase II, acuerdo a la norma OIML R35-1.

DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA U

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

Anexo 3: Certificado de Control Dimensional Anillo Maestro

**BUREAU
VERITAS**

S/T IND 274533

Nº 003530

CERTIFICADO DE CONTROL GEOMETRICO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS Nº 92026

Callao, 23 de Diciembre del 2019

Pág. 1 de 7

1. DATOS GENERALES

- 1.1. ORGANISMO DE INSPECCION: INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C.
 1.2. CLIENTE: CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA
 1.3. DIRECCION: Av. Guillermo Dansey Nro. 1660 Urb. Lima Industrial Lima -
 Lima - Lima

2. PROPOSITO DEL CERTIFICADO DE INSPECCION

Evaluar que las Dovelas de concreto pre - fabricadas indicadas en el Ítem 3, cumpla con los requerimientos del Registro Protocolo De Medición De Anillo Maestro Nº PTC-CA-204 Rev.0.

3. DATOS DEL PRODUCTO

02 Anillos de concreto conformado por 07 Dovelas cada uno:

- Dovela: A1
 Dovela: A2
 Dovela: B1
 Dovela: B2
 Dovela: C
 Dovela: D
 Dovela: K

4. LUGAR Y FECHA DE INSPECCION

Planta de Dovelas: Av. Elmer Faucett S/N – Ex Base Aeronaval – Callao – Lima.

Fecha: viernes, 20 de Diciembre del 2019.

5. REQUISITO / METODO

PTC-CA-204 Rev.0

Registro Protocolo De Medición De Anillo Maestro

6. RESULTADOS

6.1. TOLERANCIA DIMENSIONALES



**BUREAU
VERITAS**

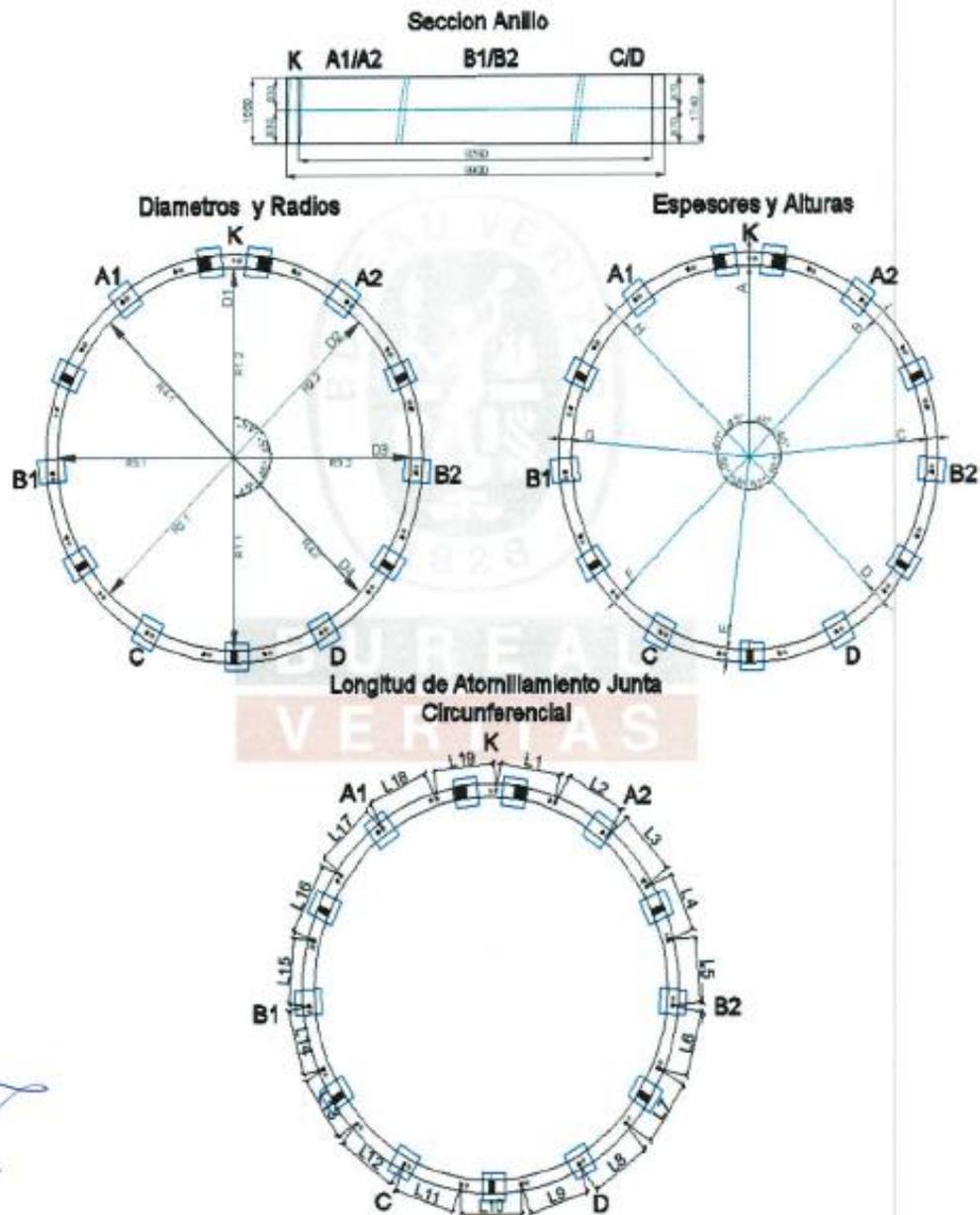
S/T IND 274533

Nº 002531 CERTIFICADO DE CONTROL GEOMETRICO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS N° 92026

Callao, 23 de Diciembre del 2019

Pág. 2 de 7

GRAFICO DE DETALLE DE MEDICIONES:





**BUREAU
VERITAS**

S/T IND 274533

N° 003533 CERTIFICADO DE CONTROL GEOMETRICO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS N° 92026

Callao, 23 de Diciembre del 2019

Pág. 3 de 7

ITEM DE INSPECCION: Diámetro interior del anillo 9.26 (m) "+/- 20 mm"

Ø N°	Diámetro Interno en "mm" (+/- 20 mm)				
	Nominal	Superior	Dif	Inferior	Dif
D 1	9260.00	9261.00	1.00	9257.00	-3.00
D2	9260.00	9260.00	0.00	9260.00	0.00
D3	9260.00	9264.00	4.00	9262.00	2.00
D4	9260.00	9262.00	2.00	9260.00	0.00

ITEM DE INSPECCION: Espesor Superior "+/- 3 mm"

Punto	Espesores Superior en "mm" (+/- 3 mm)		
	Nominal	Medido	Dif.
A	320.00	321.00	1.00
B	320.00	320.00	0.00
C	320.00	321.00	1.00
D	320.00	320.00	0.00
E	320.00	320.00	0.00
F	320.00	321.00	1.00
G	320.00	320.00	0.00
H	320.00	321.00	1.00

ITEM DE INSPECCION: Brecha en junta radial "+/- 2 mm"

Junta Dovela	Brecha en Junta Radial en "mm" (+/- 2 mm)		
	Superior	Medio	Inferior
K/A2	0.80	0.00	0.40
A2/B2	1.50	0.60	0.00
B2/D	0.00	0.20	1.35
D/C	1.00	0.30	0.50
C/B1	0.60	0.50	1.90
B1/A1	3.00	0.90	0.07
A1/K	2.50	0.60	0.15



**BUREAU
VERITAS**

S/T IND 274533

Nº 002533 CERTIFICADO DE CONTROL GEOMETRICO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS Nº 92026

Callao, 23 de Diciembre del 2019

Pág. 4 de 7

ITEM DE INSPECCION: Escalón de la junta radial "+/- 20 mm"

Junta Dovela	Escalón en Junta Rad. En "mm" (+/- 20 mm)		
	Superior	Medio	Inferior
K/A2	4.0	2.0	2.0
A2/B2	0.0	-1.0	-2.0
B2/D	-1.0	2.0	0.0
D/C	5.0	5.0	3.0
C/B1	2.0	2.0	1.0
B1/A1	-2.0	1.0	1.0
A1/K	-5.0	-2.0	0.0

ITEM DE INSPECCION: Escalón de la junta circunferencial "+/- 20 mm"

Junta Dovela	Escalón en Junta circ. En "mm" (+/- 20 mm)		
	Superior	Medio	Inferior
K/A2	0.0	-1.0	-1.0
A2/B2	0.0	0.0	-1.0
B2/D	4.0	0.0	-3.0
D/C	0.0	3.0	-5.0
C/B1	0.0	0.0	2.0
B1/A1	0.0	-3.0	0.0
A1/K	0.0	0.0	1.0

ITEM DE INSPECCION: Longitud entre Atornillamiento de Junta Circunferencial "+/- 10 mm"

Longitud entre Atornillamiento de Junta Circunferencial en "mm"					
Linea	Superior	Linea	Superior	Linea	Superior
L1	1577.0	L8	1577.0	L15	1577.0
L2	1577.0	L9	1577.0	L16	1579.0
L3	1577.0	L10	1577.0	L17	1577.0
L4	1577.0	L11	1577.0	L18	1577.0
L5	1577.0	L12	1577.0	L19	1578.0
L6	1577.0	L13	1576.0	---	---
L7	1576.0	L14	1577.0	---	---



**BUREAU
VERITAS**

S/T IND 274533

Nº 003534

CERTIFICADO DE CONTROL GEOMETRICO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS Nº 92026

Callao, 23 de Diciembre del 2019

Pág. 5 de 7

ITEM DE INSPECCION: Rotacion de Anillo2 respecto a Anillo 1

Rotacion de Anillo2 respecto a Anillo 1					
Linea1 Superior	Linea2 Inferior	Linea1 Superior	Linea2 Inferior	Linea1 Superior	Linea2 Inferior
L1 =	L11	L8=	L18	L15=	L6
L2 =	L12	L9=	L19	L16=	L7
L3 =	L13	L10=	L1	L17=	L8
L4=	L14	L11=	L2	L18=	L9
L5=	L15	L12=	L3	L19=	L10
L6=	L16	L13	L4		
L7=	L17	L14=	L5		

7. EQUIPOS UTILIZADOS

Descripción	Código	Nº Certificado	Fecha de Calibración	Estado
Profundímetro	1903046	TC-10878-2019	2019-11-20	Vigencia
Lainas	No indica	TC-11743-2019	2019-11-21	Vigencia
Estación Total	3203527	2019/CE/063	2019-05-21	**

** Se Adjuntan certificados de calibración del cliente, incluyendo CARTA DE ACLARACION DE CERTIFICADO (Proporcionado por ACRE SURVEYING SOLUTIONS PERU S.A.C.)

8. CONCLUSIONES

Los anillos descritos en el Ítem 3 del presente documento, **ES CONFORME** con los requerimientos del Registro Protocolo De Medición De Anillo Maestro Nº PTC-CA-204 Rev.0.

9. CONDICIONES DEL CERTIFICADO

El presente certificado de inspección es válido solo para el propósito indicado en el ítem 2, y el producto descrito en el Ítem 3, y a los resultados indicados en el Ítem 6 del presente certificado de inspección no pudiéndose extender la conclusión a otras unidades diferentes a la certificada.

10. VALIDEZ DEL CERTIFICADO

Este certificado de inspección es válido sólo en su papel original, para el producto indicado en el ítem 3 y las condiciones señaladas en el presente documento, siempre que el producto mencionado no sea alterado ni modificado en su conformado.

ING. JOSE ANTONIO ESTRADA ANDRADE
JEFE DE INSPECCIONES
TANQUES Y RECIPIENTES PRESURIZADOS
Bureau Veritas Services Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett N° 444 Distrito del Callao - Perú
Central: 51 (1) 319-5100 / www.bureauveritas.com



**BUREAU
VERITAS**

S/T IND 274533

Nº 002525

CERTIFICADO DE CONTROL GEOMETRICO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS Nº 92026

Callao, 23 de Diciembre del 2019

Pág. 6 de 7

REPORTE FOTOGRAFICO



Handwritten signature



**BUREAU
VERITAS**

S/T IND 274533

Nº 003536 CERTIFICADO DE CONTROL GEOMETRICO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS N° 92026

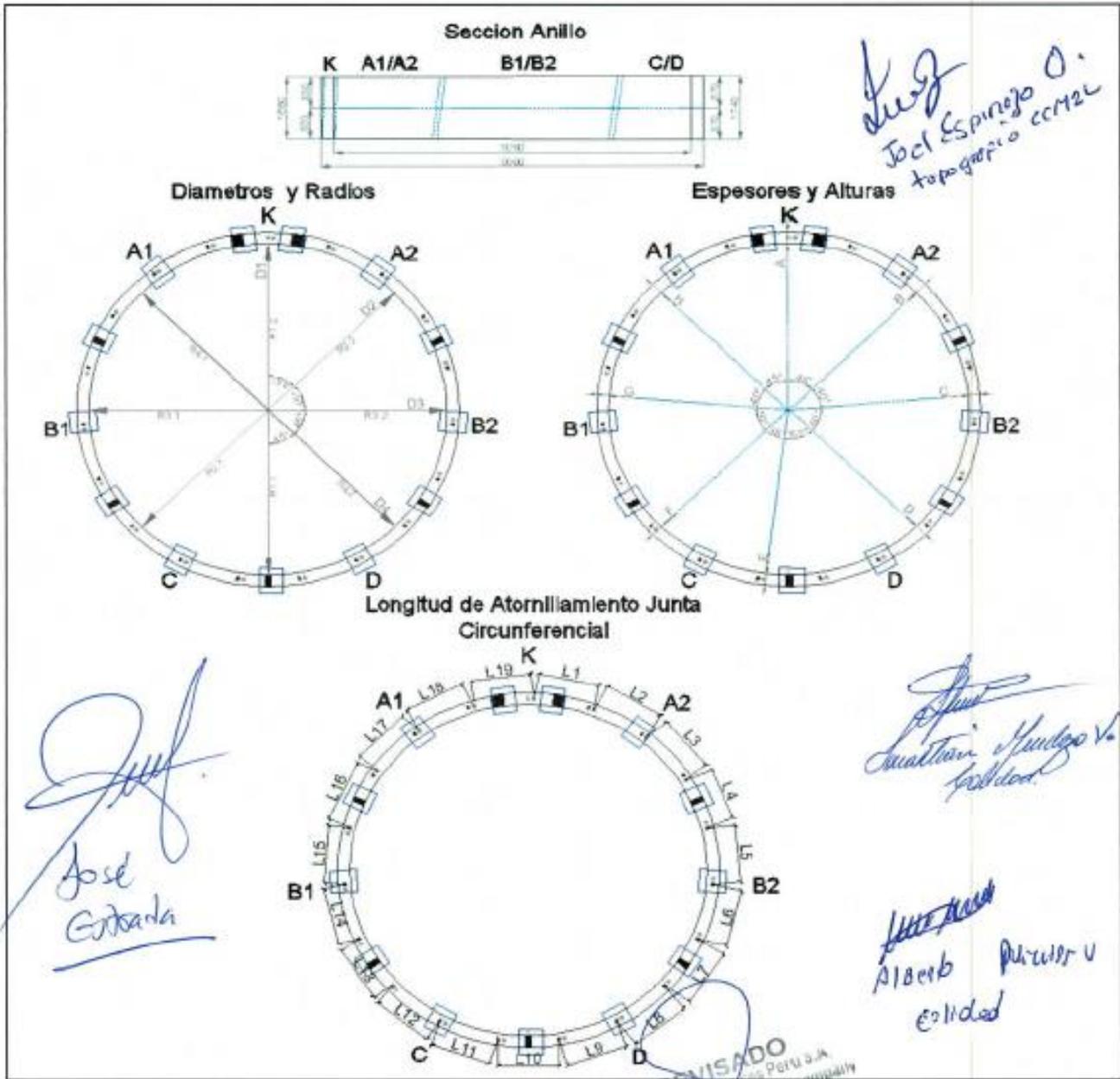
Callao, 23 de Diciembre del 2019

Pág. 7 de 7



Anexo 4: Protocolo Control Dimensional Anillo Maestro Para Certificación

 <p>CONSTRUCTOR M2 LIMA</p>	REGISTRO	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	
	PROTOKOLO DE MEDICIÓN DE ANILLO MAESTRO		CC0002
Ubicación: _____ fecha: _____		PC04	23/07/2019
Anillo: _____		Pag. 1 de 2	



Observaciones:		
Calidad CCMZL	Producción CCMZL	Supervisión CSIL
Nombre / Firma:	Nombre / Firma:	Nombre / Firma:
Fecha y Hora:	Fecha y Hora:	Fecha y Hora:

Anexo 5: Protocolos Topograficos de Obras Civiles

 Túneles y Prefabricados Inka	DOSSIER DE CALIDAD	00000001 FECHA DE EMISION: JUNIO-2020
	"CIMENTACIONES E INSTALACIONES SANITARIAS DE PLANTA DE DOVELAS"	

ÍNDICE GENERAL**TOMO I**

- Memoria descriptiva de planta dovelas rev.00
- Plan de calidad TPI
- Plan de puntos de inspección – TPI
- formato de protocolos
- Procedimientos de trabajos
 - ✓ Procedimiento de topografía TPI
 - ✓ Procedimiento de excavación, relleno y compactación TPI
 - ✓ Procedimiento encofrado, desencofrado y concreto TPI
 - ✓ Procedimiento de colocación de pernos TPI
 - ✓ Procedimiento de trabajo en instalaciones sanitarias TPI
 - ✓ Procedimiento de trabajo en canalizaciones eléctricas y comunicaciones TPI
 - ✓ Procedimiento de trabajo en montaje de sistema de cañerías TPI
- Certificación de calibración de equipos de medición
- Control y verificación de equipos topográficos
- Certificados de calidad, fichas técnicas, manuales y diagramas de instalación

TOMO II

- Certificados de calidad, fichas técnicas, manuales y diagramas de instalación
- Protocolos de aseguramiento de calidad
- PROTOCOLO DEREPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS
 - ✓ PROTOCOLO: 0001 @ PROTOCOLO: 0069

TOMO III

- PROTOCOLO DE REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS
 - ✓ PROTOCOLO: 0070 @ PROTOCOLO: 0209

TOMO IV

- PROTOCOLO DE REPORTE TOPOGRÁFICO/ ALINEACIÓN DE ELEMENTOS
 - ✓ PROTOCOLO: 0210 @ PROTOCOLO: 0359

00000769

	REGISTRO	PTC-CA-0011
	REPORTE TOPOGRAFICO / ALINEACION DE ELEMENTOS	Revision: 01
		Fecha: 23/02/2017
		Pag. 1 de 1

Ubicación: Fabrica de Dovelas	Fecha: 21-02-19
Estructura: Nave Carrusel	027
Sector: Eje "C" (C,2) (C,3)	
BMs: DV-2 / DV-5	Estación:
Equipo Topografico: Estacion Leica TS-3" Serie 3203538 Nivel Automatico Leica NA-320 Serie 802320319481	

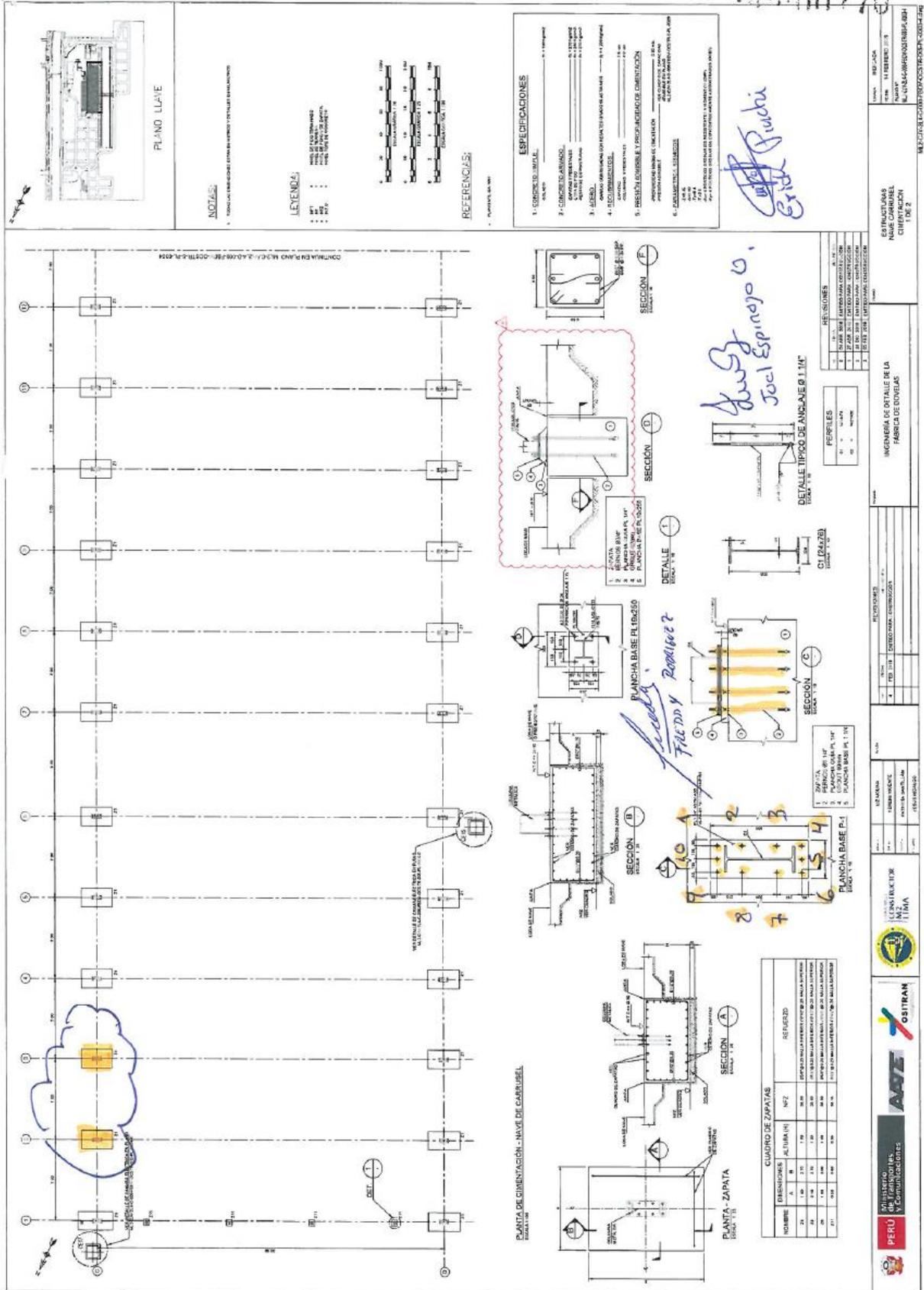
ITEM	ACTIVIDAD	SI	NO	N.A.	OBSERVACIONES
1	Comprobacion de BMs de referencia		✓		
2	Ubicación de Puntos Auxiliares		✓		
3	Trazo y Replanteo de ejes (Muros guia; losas, otros)	✓			Liberacion de Alineamiento, verticalidad, niveles de encofrado
4	Replanteo y verificacion de encofrados (Muros guia, losas, otros)	✓			ubicacion, elevacion de pernos de anclaje
5	Colocación de niveles	✓			
6	Verticalidad y alineamiento	✓			
7	Levantamiento Topográfico	✓			
8	Otros		✓		

Pernos de Anclaje

Eje	Ø	#	Coordenadas teoricas			Coordenadas campo			Desviaciones (mm)			
			Este	Norte	Cota	Este	Norte	Cota	Este	Norte	Result.	Cota
C,2	1-1/4"	1	271169.5974	8668976.5061	39.1670	271169.5980	8668976.5053	39.1691	0.6	-0.8	1.0	2.1
C,2	3/4"	2	271169.4049	8668976.4103	39.1670	271169.4050	8668976.4099	39.1688	0.1	-0.4	0.4	1.6
C,2	3/4"	3	271169.1363	8668976.2757	39.1670	271169.1365	8668976.2755	39.1689	0.2	-1.2	1.2	1.9
C,2	1-1/4"	4	271168.9438	8668976.1810	39.1670	271168.9446	8668976.1809	39.1697	0.8	-0.1	0.8	2.7
C,2	1-1/4"	5	271168.8925	8668976.2839	39.1670	271168.8934	8668976.2843	39.1700	0.9	0.4	1.0	3.0
C,2	1-1/4"	6	271168.8413	8668976.3869	39.1670	271168.8417	8668976.3866	39.1697	0.4	-0.3	0.5	2.7
C,2	3/4"	7	271169.0338	8668976.4826	39.1670	271169.0345	8668976.4825	39.1684	0.7	-0.1	0.7	1.4
C,2	3/4"	8	271169.3024	8668976.6162	39.1670	271169.3035	8668976.6166	39.1684	1.1	0.4	1.2	1.4
C,2	1-1/4"	9	271169.4949	8668976.7120	39.1670	271169.4957	8668976.7112	39.1687	0.8	-0.8	1.1	1.7
C,2	1-1/4"	10	271169.5462	8668976.6090	39.1670	271169.5470	8668976.6091	39.1696	0.8	0.1	0.8	2.6
C,3	1-1/4"	1	271172.7150	8668970.2887	39.1670	271172.7143	8668970.2401	39.1698	-0.7	1.4	1.6	2.8
C,3	3/4"	2	271172.5225	8668970.1429	39.1670	271172.5236	8668970.1440	39.1693	1.1	1.1	1.6	2.3
C,3	3/4"	3	271172.2539	8668970.0093	39.1670	271172.2552	8668970.0112	39.1692	1.3	1.9	2.3	2.2
C,3	1-1/4"	4	271172.0614	8668969.9135	39.1670	271172.0625	8668969.9149	39.1696	1.1	1.4	1.8	2.6
C,3	1-1/4"	5	271172.0102	8668970.0165	39.1670	271172.0094	8668970.0176	39.1695	-0.8	1.1	1.4	2.5
C,3	1-1/4"	6	271171.9589	8668970.1195	39.1670	271171.9584	8668970.1202	39.1697	-0.5	0.7	0.9	2.7
C,3	3/4"	7	271172.1514	8668970.2152	39.1670	271172.1507	8668970.2162	39.1692	-0.7	1.0	1.2	2.2
C,3	3/4"	8	271172.4200	8668970.3488	39.1670	271172.4189	8668970.3508	39.1697	-1.1	2.0	2.3	2.7
C,3	1-1/4"	9	271172.6125	8668970.4446	39.1670	271172.6113	8668970.4462	39.1691	-1.2	1.6	2.0	2.1
C,3	1-1/4"	10	271172.6638	8668970.3416	39.1670	271172.6618	8668970.3414	39.1697	-2.0	-0.2	2.0	2.7

Observaciones:
LIBERACION PRE VACIADO DE CONCRETO.

Topografía o Produccion Subcontratista	Topografía o Produccion CCM2L	SUPERVISOR CALIDAD. FGA.
Nombre / Firma: Erick Puchi F.	Nombre / Firma: Joel Espinoza O.	FREDDY RODRIGUEZ Z.
Fecha y Hora: 21-02-2019	Fecha y Hora: 21-02-2019	21-02-2019.



00000770

ESTRUCTURAS
CONSTRUCCION
1 DE 2

INGENIERIA DE DETALLE DE LA
FABRICA DE DOTEVAS

PERFILES
1. 2" x 2" x 1/8"
2. 2" x 2" x 1/8"
3. 2" x 2" x 1/8"
4. 2" x 2" x 1/8"
5. 2" x 2" x 1/8"

SECCION
1. 2" x 2" x 1/8"
2. 2" x 2" x 1/8"
3. 2" x 2" x 1/8"
4. 2" x 2" x 1/8"
5. 2" x 2" x 1/8"

SECCION
1. 2" x 2" x 1/8"
2. 2" x 2" x 1/8"
3. 2" x 2" x 1/8"
4. 2" x 2" x 1/8"
5. 2" x 2" x 1/8"

SECCION
1. 2" x 2" x 1/8"
2. 2" x 2" x 1/8"
3. 2" x 2" x 1/8"
4. 2" x 2" x 1/8"
5. 2" x 2" x 1/8"

SECCION
1. 2" x 2" x 1/8"
2. 2" x 2" x 1/8"
3. 2" x 2" x 1/8"
4. 2" x 2" x 1/8"
5. 2" x 2" x 1/8"

PERU
INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION

OSIRIM

AFZ

00000784

	REGISTRO	PTC-CA-0011
	REPORTE TOPOGRAFICO / ALINEACION DE ELEMENTOS	
	Revision: 01	
	Fecha: 23/02/2017	
Pag. 1 de 1		

Ubicación: **Fabrica de Dovelas** Fecha: **25-02-19**

Estructura: **Nave de elaboración de acero** 033

Sector: **Eje "B" (B,2) Eje "B" (B,3)**

BMs: **DV-2 / DV-5** Estación:

Equipo Topografico: **Estacion Leica TS-3" Serie 3203538 Nivel Automatico Leica NA-320 Serie 802320319481**

ITEM	ACTIVIDAD	SI	NO	N.A.	OBSERVACIONES
1	Comprobacion de BMs de referencia		✓		
2	Ubicación de Puntos Auxiliares		✓		
3	Trazo y Replanteo de ejes (Muros guia; losas, otros)	✓			Liberacion de Alineamiento, verticalidad, niveles de encofrado
4	Replanteo y verificacion de encofrados (Muros guia, losas, otros)	✓			ubicacion, elevacion de pernos de anclaje
5	Colocación de niveles	✓			
	Verticalidad y alineamiento	✓			
7	Levantamiento Topográfico	✓			
8	Otros		✓		

Pernos de Anclaje

Eje	Ø	#	Coordenadas teoricas			Coordenadas campo			Desviaciones (mm)			
			Este	Norte	Cota	Este	Norte	Cota	Este	Norte	Result.	Cota
B,2	3/4"	1	271184.7041	8668984.0486	39.126	271184.7064	8668984.0490	39.129	2.3	0.4	2.3	3.0
B,2	3/4"	2	271184.5698	8668983.9818	39.126	271184.5701	8668983.9828	39.129	0.3	1.0	1.0	3.0
B,2	3/4"	3	271184.3908	8668983.8927	39.126	271184.3891	8668983.8944	39.1286	-1.7	1.7	2.4	2.6
B,2	3/4"	4	271184.2565	8668983.8259	39.126	271184.2568	8668983.8276	39.1287	0.3	1.7	1.7	2.7
B,2	3/4"	5	271184.2164	8668983.9065	39.126	271184.2168	8668983.9076	39.1282	0.4	1.1	1.2	2.2
B,2	3/4"	6	271184.1763	8668983.9871	39.126	271184.1769	8668983.9887	39.1281	0.6	1.6	1.7	2.1
B,2	3/4"	7	271184.3106	8668984.0539	39.126	271184.3094	8668984.0553	39.1284	-1.2	1.4	1.8	2.4
B,2	3/4"	8	271184.4897	8668984.1429	39.126	271184.4893	8668984.1445	39.1289	-0.4	1.6	1.6	2.9
B,2	3/4"	9	271184.6240	8668984.2097	39.126	271184.6257	8668984.2100	39.1288	1.7	0.3	1.7	2.8
B,2	3/4"	10	271184.6641	8668984.1292	39.126	271184.6654	8668984.1288	39.1288	1.3	-0.4	1.4	2.8
B,3	3/4"	1	271187.8217	8668977.7812	39.126	271187.8236	8668977.7789	39.1289	1.9	-2.3	3.0	2.9
B,3	3/4"	2	271187.6874	8668977.7144	39.126	271187.6879	8668977.7144	39.1281	0.5	0.0	0.5	2.1
B,3	3/4"	3	271187.5084	8668977.6253	39.126	271187.5083	8668977.6270	39.1276	-0.1	1.7	1.7	1.6
B,3	3/4"	4	271187.3741	8668977.5585	39.126	271187.3749	8668977.5594	39.1279	0.8	0.9	1.2	1.9
B,3	3/4"	5	271187.3340	8668977.6391	39.126	271187.3355	8668977.6402	39.1274	1.5	1.1	1.9	1.4
B,3	3/4"	6	271187.2939	8668977.7196	39.126	271187.2943	8668977.7220	39.1272	0.4	2.4	2.4	1.2
B,3	3/4"	7	271187.4282	8668977.7864	39.126	271187.4279	8668977.7859	39.1283	-0.3	-0.5	0.6	2.3
B,3	3/4"	8	271187.6073	8668977.8755	39.126	271187.6076	8668977.8752	39.1277	0.3	-0.3	0.4	1.7
B,3	3/4"	9	271187.7416	8668977.9423	39.126	271187.7432	8668977.9437	39.1284	1.6	1.4	2.1	2.4
B,3	3/4"	10	271187.7817	8668977.8617	39.126	271187.7841	8668977.8620	39.1275	2.4	0.3	2.4	1.5

Observaciones:

Liberación de pernos - pre vaciado de concreto

NOTA: Se UTILIZO PLANTILLAS DE MADERA (FENOLICAS).

Topografía o Produccion Subcontratista	Topografía o Produccion CCM2L	SUPERVISOR CALIDAD. FGA.
Nombre / Firma: <i>Erick Pinchi F.</i>	Nombre / Firma: <i>Joel Espinoza O.</i>	<i>RODRIGUEZ ZURICHAQUI FREDDY</i>
Fecha y Hora: <i>25-02-2019</i>	Fecha y Hora: <i>25/02/2019</i>	<i>25/02/2019.</i>

up joel Espinoza

00000793

	REGISTRO	PTC-CA-0011
	REPORTE TOPOGRAFICO / ALINEACION DE ELEMENTOS	
	Revision: 01	
	Fecha: 23/02/2017	
Pag. 1 de 1		

Ubicación: Fabrica de Dovelas Fecha: 25-02-19

Estructura: Nave Carrusel 036

Sector: Eje "C" (C,2) "D" (D.1)

BMs: DV-2 / DV-5 Estación:

Equipo Topografico: Estacion Trimble M 3-DR2" Serie 601617, Nivel Automatico SOUTH-NL-C32 Serie X0773372

ITEM	ACTIVIDAD	SI	NO	N.A.	OBSERVACIONES
1	Comprobacion de BMs de referencia		✓		
2	Ubicación de Puntos Auxiliares		✓		
3	Trazo y Replanteo de ejes (Muros guía; losas, otros)		✓		Liberacion de Alineamiento, verticalidad, niveles de encofrado
4	Replanteo y verificación de encofrados (Muros guía, losas, otros)	✓			ubicacion, elevacion de pernos de anclaje
5	Colocación de niveles		✓		
6	Verticalidad y alineamiento	✓			
7	Levantamiento Topográfico	✓			
8	Otros		✓		

Pernos de Anclaje

Eje	Ø	#	Coordenadas teoricas			Coordenadas campo			Desviaciones (mm)			
			Este	Norte	Cota	Este	Norte	Cota	Este	Norte	Result.	Cota
C,2	1-1/4"	1	271169.5974	8668976.5060	39.1670	271169.5973	8668976.5050	39.169	-0.1	-1.0	1.0	2.0
C,2	3/4"	2	271169.4049	8668976.4100	39.1670	271169.4049	8668976.4090	39.169	0.0	-1.0	1.0	2.0
C,2	3/4"	3	271169.1363	8668976.2770	39.1670	271169.1353	8668976.2760	39.169	-1.0	-1.0	1.4	1.9
C,2	1-1/4"	4	271168.9438	8668976.1810	39.1670	271168.9430	8668976.1810	39.168	-0.8	0.0	0.8	1.8
C,2	1-1/4"	5	271168.8925	8668976.2840	39.1670	271168.8924	8668976.2840	39.169	-0.1	0.0	0.1	2.0
C,2	1-1/4"	6	271168.8413	8668976.3870	39.1670	271168.8403	8668976.3860	39.169	-1.0	-1.0	1.4	1.9
C,2	3/4"	7	271169.0338	8668976.4830	39.1670	271169.0338	8668976.4820	39.169	0.0	-1.0	1.0	2.0
C,2	3/4"	8	271169.3024	8668976.6160	39.1670	271169.3028	8668976.6150	39.168	0.4	0.0	0.4	1.5
C,2	1-1/4"	9	271169.4949	8668976.7120	39.1670	271169.4956	8668976.7100	39.169	0.7	-2.0	2.1	1.7
C,2	1-1/4"	10	271169.5462	8668976.6090	39.1670	271169.5471	8668976.6080	39.169	0.9	-1.0	1.3	1.0
D,1	1-1/4"	1	271139.6194	8668969.4120	39.1670	271139.6198	8668969.4120	39.169	0.4	0.0	0.4	2.0
D,1	3/4"	2	271139.4269	8668969.3170	39.1670	271139.4272	8668969.3180	39.168	0.3	1.0	1.0	1.7
D,1	3/4"	3	271139.1583	8668969.1890	39.1670	271139.1586	8668969.1830	39.168	0.3	0.0	0.3	1.9
D,1	1-1/4"	4	271138.9658	8668969.0870	39.1670	271138.9662	8668969.0860	39.169	0.4	1.0	1.1	1.6
D,1	1-1/4"	5	271138.9146	8668969.1900	39.1670	271138.9130	8668969.1890	39.169	-1.6	-1.0	1.9	2.0
D,1	1-1/4"	6	271138.8634	8668969.2930	39.1670	271138.8625	8668969.2920	39.168	-0.9	-1.0	1.3	1.7
D,1	3/4"	7	271139.0559	8668969.3890	39.1670	271139.0559	8668969.3880	39.169	0.0	-1.0	1.0	1.4
D,1	3/4"	8	271139.3245	8668969.5230	39.1670	271139.3240	8668969.5230	39.169	-0.5	0.0	0.5	2.0
D,1	1-1/4"	9	271139.5170	8668969.6180	39.1670	271139.5161	8668969.6170	39.168	-0.9	1.0	1.3	1.7
D,1	1-1/4"	10	271139.5682	8668969.5150	39.1670	271139.5684	8668969.5150	39.169	0.2	0.0	0.2	2.0

Observaciones:
Liberacion de pernos - post vaciado de concreto

Topografía o Produccion Subcontratista	Topografía o Produccion CCM2L	SUPERVISOR CALIDAD FGA.
Nombre / Firma: <u>Erick Pinchi F.</u>	Nombre / Firma: <u>José Espinoza O. J.</u>	<u>FREDDY RODRIGUEZ Z.</u>
Fecha y Hora: <u>25-02-2019</u>	Fecha y Hora: <u>25/02/2019</u>	<u>25/02/2019.</u>

Handwritten signature/initials

00000796

	REGISTRO	PTC-CA-0011										
	REPORTE TOPOGRAFICO / ALINEACION DE ELEMENTOS	Revision: 01										
		Fecha: 23/02/2017 Pag. 1 de 1										
Ubicación: <u>Fabrica de Dovelas</u>		Fecha: <u>25-02-19</u>										
Estructura: <u>Nave Carrusel</u>		<u>037</u>										
Sector: <u>Eje "C" (C.3) "D" (D.2)</u>												
BMs: <u>DV-2 / DV-5</u>		Estación:										
Equipo Topografico: <u>Estacion Trimble M 3-DR2" Serie 601617, Nivel Automatico SOUTH-NL-C32 Serie X0773372</u>												
ITEM	ACTIVIDAD	SI	NO	N.A.	OBSERVACIONES							
1	Comprobacion de BMs de referencia		✓									
2	Ubicación de Puntos Auxiliares		✓									
3	Trazo y Replanteo de ejes (Muros guía; losas, otros)		✓		Liberacion de Alineamiento, verticalidad, niveles de encofrado							
4	Replanteo y verificación de encofrados (Muros guía, losas, otros)	✓			ubicacion, elevacion de pernos de anclaje							
5	Colocación de niveles		✓									
6	Verticalidad y alineamiento	✓										
7	Levantamiento Topográfico	✓										
8	Otros		✓									
Pernos de Anclaje												
Eje	Ø	#	Coordenadas teoricas			Coordenadas campo			Desviaciones (mm)			
			Este	Norte	Cota	Este	Norte	Cota	Este	Norte	Result.	Cota
C,3	1-1/4"	1	271172.7150	8668970.2390	39.1670	271172.7133	8668970.2402	39.169	-1.7	1.2	2.1	2.0
C,3	3/4"	2	271172.5225	8668970.1430	39.1670	271172.5222	8668970.1438	39.169	-0.3	0.8	0.9	2.0
C,3	3/4"	3	271172.2539	8668970.0090	39.1670	271172.2530	8668970.0110	39.1689	-0.9	2.0	2.2	1.9
C,3	1-1/4"	4	271172.0614	8668969.9140	39.1670	271172.0612	8668969.9169	39.1698	-0.2	2.0	2.0	1.8
C,3	1-1/4"	5	271172.0102	8668970.0170	39.1670	271172.0119	8668970.0180	39.169	1.7	1.0	2.0	2.0
C,3	1-1/4"	6	271171.9589	8668970.1200	39.1670	271171.9578	8668970.1200	39.1689	-1.1	0.0	1.1	1.9
C,3	3/4"	7	271172.1514	8668970.2150	39.1670	271172.1499	8668970.2160	39.169	-1.5	1.0	1.8	2.0
C,3	3/4"	8	271172.4200	8668970.3490	39.1670	271172.4199	8668970.3513	39.1685	-0.1	2.0	2.0	1.5
C,3	1-1/4"	9	271172.6125	8668970.4450	39.1670	271172.6118	8668970.4456	39.1697	-0.7	0.6	0.9	1.7
C,3	1-1/4"	10	271172.6638	8668970.3420	39.1670	271172.6629	8668970.3410	39.168	-0.9	-1.0	1.3	1.0
D,2	1-1/4"	1	271139.6194	8668969.4120	39.1670	271139.6198	8668969.4120	39.169	0.4	0.0	0.4	2.0
D,2	3/4"	2	271139.4269	8668969.3170	39.1670	271139.4272	8668969.3180	39.1687	0.3	1.0	1.0	1.7
D,2	3/4"	3	271139.1583	8668969.1830	39.1670	271139.1586	8668969.1830	39.1689	0.3	0.0	0.3	1.9
D,2	1-1/4"	4	271138.9658	8668969.0870	39.1670	271138.9642	8668969.0880	39.1686	0.4	1.0	1.1	1.6
D,2	1-1/4"	5	271138.9146	8668969.1900	39.1670	271138.9130	8668969.1890	39.169	-1.6	-1.0	1.9	2.0
D,2	1-1/4"	6	271138.8634	8668969.2930	39.1670	271138.8625	8668969.2920	39.1687	-0.9	-1.0	1.3	1.7
D,2	3/4"	7	271139.0559	8668969.3890	39.1670	271139.0559	8668969.3880	39.1684	0.0	-1.0	1.0	1.4
D,2	3/4"	8	271139.3245	8668969.5230	39.1670	271139.3240	8668969.5230	39.169	-0.5	0.0	0.5	2.0
D,2	1-1/4"	9	271139.5170	8668969.6180	39.1670	271139.5161	8668969.6190	39.1687	-0.9	1.0	1.3	1.7
D,2	1-1/4"	10	271139.5682	8668969.5150	39.1670	271139.5684	8668969.5150	39.169	0.2	0.0	0.2	2.0
Observaciones:												
Liberacion de pernos - post vaciado de concreto												
Topografía o Produccion Subcontratista				Topografía o Produccion CCM2L				SUPERVISOR CALIDAD. FGA.				
Nombre / Firma: <u>Erick Puchá F.</u>				Nombre / Firma: <u>Jocel Espinoza O.</u>				FREDDY RODRIGUEZ Z.				
Fecha y Hora: <u>25-02-2019</u>				Fecha y Hora: <u>25/02/2019</u>				25/02/2019.				

Handwritten signature/initials

00000826

 CONSTRUCTOR M2 LIMA	REGISTRO	PTC-CA-0011
	REPORTE TOPOGRAFICO / ALINEACION DE ELEMENTOS	Revision: 01
		Fecha: 23/02/2017
		Pag. 1 de 1

Ubicación: Fabrica de Dovelas	Fecha: 28-02-19
Estructura: Nave Carrusel	047
Sector: Eje "C" (C.7) Eje "D" (D.4)	

BMs: DV-2 / DV-5	Estación:
Equipo Topografico: Estacion Leica TS-3" Serie 3203538 Nivel Automatico Leica NA-320 Serie 802320319481	

ITEM	ACTIVIDAD	SI	NO	N.A.	OBSERVACIONES
1	Comprobacion de BMs de referencia		✓		
2	Ubicación de Puntos Auxiliares		✓		
3	Trazo y Replanteo de ejes (Muros guía; losas, otros)		✓		Liberacion de Alineamiento, verticalidad, niveles
4	Replanteo y verificación de encofrados (Muros guía, losas, otros)	✓			ubicacion, elevacion de pernos de anclaje (Pos Vaciado)
5	Colocación de niveles		✓		
	Verticalidad y alineamiento	✓			
7	Levantamiento Topográfico	✓			
8	Otros		✓		

Pernos de Anclaje

Eje	Ø	#	Coordenadas teoricas			Coordenadas campo			Desviaciones (mm)			
			Este	Norte	Cota	Este	Norte	Cota	Este	Norte	Result.	Cota
C,7	1-1/4"	1	271186.0752	8668943.3783	39.167	271186.0752	8668943.3796	39.168	-1.0	1.3	1.6	1.3
C,7	3/4"	2	271185.8837	8668943.2825	39.167	271185.8846	8668943.2837	39.169	0.9	1.2	1.5	1.7
C,7	3/4"	3	271185.6151	8668943.1489	39.167	271185.6145	8668943.1500	39.168	-0.6	1.1	1.3	1.1
C,7	1-1/4"	4	271185.4226	8668943.0532	39.167	271185.4225	8668943.0551	39.169	-0.1	1.9	1.9	1.7
C,7	1-1/4"	5	271185.3713	8668943.1561	39.167	271185.3702	8668943.1572	39.167	-1.1	1.1	1.6	-0.1
C,7	1-1/4"	6	271185.3201	8668943.2591	39.167	271185.3204	8668943.2605	39.168	0.3	1.4	1.4	0.7
C,7	3/4"	7	271185.5126	8668943.3549	39.167	271185.5123	8668943.3562	39.166	-0.3	1.3	1.3	-0.7
C,7	3/4"	8	271185.7812	8668943.4885	39.167	271185.7808	8668943.4898	39.169	-0.4	1.3	1.4	1.6
C,7	1-1/4"	9	271185.9737	8668943.5842	39.167	271185.9726	8668943.5856	39.167	-1.1	1.4	1.8	-0.4
C,7	1-1/4"	10	271186.0249	8668943.4813	39.167	271186.0247	8668943.4821	39.167	-0.2	0.8	0.8	-0.4
D,4	1-1/4"	1	271148.9722	8668950.6101	39.167	271148.9719	8668950.6120	39.170	-0.3	1.9	1.9	2.6
D,4	3/4"	2	271148.7797	8668950.5143	39.167	271148.7799	8668950.5157	39.169	0.2	1.4	1.4	1.7
D,4	3/4"	3	271148.5111	8668950.3807	39.167	271148.5108	8668950.3821	39.169	-0.3	1.4	1.4	2.0
D,4	1-1/4"	4	271148.3186	8668950.2849	39.167	271148.3179	8668950.2856	39.170	-0.7	1.7	1.8	3.0
D,4	1-1/4"	5	271148.2674	8668950.3879	39.167	271148.267	8668950.3894	39.170	-0.4	1.5	1.6	3.0
D,4	1-1/4"	6	271148.2162	8668950.4909	39.167	271148.2168	8668950.4914	39.170	0.6	0.5	0.8	3.0
D,4	3/4"	7	271148.4087	8668950.5866	39.167	271148.4068	8668950.5855	39.169	-1.9	-0.1	1.9	1.8
D,4	3/4"	8	271148.6773	8668950.7202	39.167	271148.6779	8668950.7218	39.170	0.6	1.6	1.7	3.0
D,4	1-1/4"	9	271148.8698	8668950.8160	39.167	271148.8705	8668950.8166	39.170	0.7	0.6	0.9	3.0
D,4	1-1/4"	10	271148.9210	8668950.7130	39.167	271148.9212	8668950.7149	39.169	0.2	1.9	1.9	2.2

Ab. Dolar
Com. 24

Observaciones:

POS VACIADO

Topografía o Produccion Subcontratista	Topografía o Produccion CCM2L	SUPERVISOR CALIDAD FGA.
Nombre / Firma: Erick Ruachi F.	Nombre / Firma: Joel Espinoza O.	FREDDY RODRIGUEZ Z.
Fecha y Hora: 28-02-2019	Fecha y Hora: 28-02-2019	28/02/2019.

00000827



NOTAS

- 1. TENER EN CUENTA LAS ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES.

LEYENDA

- 1. BARRA DE ACERO
- 2. BARRA DE ALUMINIO
- 3. BARRA DE CEMENTO
- 4. BARRA DE HIERRO



REFERENCIAS

- 1. NORMA E. 060

ESPECIFICACIONES

1. CEMENTO PORTLAND: Tipo I, Clase 40.
2. ACERO: BARRA DE ACERO: Tipo B, Clase 40.
3. BARRA: BARRA DE ALUMINIO: Tipo B, Clase 40.
4. BARRA: BARRA DE CEMENTO: Tipo B, Clase 40.
5. BARRA: BARRA DE HIERRO: Tipo B, Clase 40.
6. BARRA: BARRA DE HIERRO: Tipo B, Clase 40.

CANTIDAD DE ZAPATAS

CANTIDAD	ESPECIFICACIONES	ESPESOR
1	1.00 x 1.00 m	150
2	1.00 x 1.00 m	150
3	1.00 x 1.00 m	150
4	1.00 x 1.00 m	150
5	1.00 x 1.00 m	150
6	1.00 x 1.00 m	150
7	1.00 x 1.00 m	150
8	1.00 x 1.00 m	150
9	1.00 x 1.00 m	150
10	1.00 x 1.00 m	150
11	1.00 x 1.00 m	150
12	1.00 x 1.00 m	150
13	1.00 x 1.00 m	150
14	1.00 x 1.00 m	150
15	1.00 x 1.00 m	150
16	1.00 x 1.00 m	150
17	1.00 x 1.00 m	150
18	1.00 x 1.00 m	150
19	1.00 x 1.00 m	150
20	1.00 x 1.00 m	150
21	1.00 x 1.00 m	150
22	1.00 x 1.00 m	150
23	1.00 x 1.00 m	150
24	1.00 x 1.00 m	150
25	1.00 x 1.00 m	150
26	1.00 x 1.00 m	150
27	1.00 x 1.00 m	150
28	1.00 x 1.00 m	150
29	1.00 x 1.00 m	150
30	1.00 x 1.00 m	150
31	1.00 x 1.00 m	150
32	1.00 x 1.00 m	150
33	1.00 x 1.00 m	150
34	1.00 x 1.00 m	150
35	1.00 x 1.00 m	150
36	1.00 x 1.00 m	150
37	1.00 x 1.00 m	150
38	1.00 x 1.00 m	150
39	1.00 x 1.00 m	150
40	1.00 x 1.00 m	150
41	1.00 x 1.00 m	150
42	1.00 x 1.00 m	150
43	1.00 x 1.00 m	150
44	1.00 x 1.00 m	150
45	1.00 x 1.00 m	150
46	1.00 x 1.00 m	150
47	1.00 x 1.00 m	150
48	1.00 x 1.00 m	150
49	1.00 x 1.00 m	150
50	1.00 x 1.00 m	150

INGENIERIA DE DETALLE DE LA VIGANETA DE CIMENTACION

PROYECTO: ...

FECHA: ...

INGENIERO: ...

CONSTRUCCION: ...

LOGOS: PERU, AYTE, OSTRAN

00000973

	REGISTRO			PTC-CA-0011	
	REPORTE TOPOGRAFICO / ALINEACION DE ELEMENTOS			Revisión: 01	
				Fecha: 23/02/2017 Pag. 1 de 3	
Ubicación: Fabrica de Dovelas				Fecha: 27-02-19	
Estructura: Portico de abeplo				100	
Sector: Eje "F" Prog. 0+000 a 0+030					
BMs: DV-1 / DV-2			Estación:		
Equipo Topografico: Estacion Leica TS-3" Serie 3203538 Nivel Automatico Leica NA-320 Serie 802320319481					
ITEM	ACTIVIDAD	SI	NO	N.A.	OBSERVACIONES
1	Comprobacion de BMs de referencia		✓		
2	Ubicacion de Puntos Auxiliares		✓		
3	Trazo y Replanteo de ejes (Muros guía, losas, otros)	✓			Liberacion de Alineamiento, verticalidad, ubicacion, niveles
4	Replanteo y verificacion de encofrados (Muros guía, losas, otros)		✓		de plancha 3/4" y pernos de 3/4"
5	Colocacion de niveles	✓			proyeccion de perno 70 mm
6	Verticalidad y alineamiento	✓			
7	Levantamiento Topografico	✓			
8	Otros		✓		

Coordenadas teoricas Alineacion Eje "F" Prog. 0+000 # 0+302		m= -2.0100	A=m -2.0100
P1	E-271063.6393 N-8669093.3380	Ecuacion Recta	B=-1 -1.0000
P2	E-271224.8642 N-8668769.2290	mX-Y-mX1+Y1=0	C=-mX1+Y1 9234020.2783

Coordenadas Plancha (Junta de dilatacion Nte)

PL 3/4"	Progresivas teoricas de alineamiento eje de plancha			Coordenadas campo alineamiento eje de plancha y progresivas				Desviaciones (mm)					
	Distancia al Eje de PL 3/4"	Prog. Eje PL 3/4"	Cota	Este	Norte	Cota	Prog	Prog.	Distancia al Eje	Cota			
										Esq. 1	Esq. 1	Esq. 1	Esq. 1
1	1.000	0+001.0000	39.0000	271064.1210	8669092.3690	39.0000	0+001.0000	-0.1	0.3	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
2	0.400	0+001.7510	29.0000	271064.4190	8669091.7700	29.0000	0+001.7510	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.600	0+002.5510	29.0000	271064.7750	8669091.0340	29.0000	0+002.5510	0.2	0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
4	0.9000	0+003.3510	29.0000	271065.1320	8669090.3370	29.0000	0+003.3510	-0.7	0.1	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3
5	0.8000	0+004.1510	39.0000	271065.4880	8669089.6210	39.0000	0+004.1510	-0.4	0.2	-0.5	-0.2	-0.8	-0.8
6	0.8000	0+004.9510	29.0000	271065.8440	8669088.9050	29.0000	0+004.9510	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0000	0+005.7510	39.0000	271066.2010	8669088.1890	39.0000	0+005.7510	0.0	-0.4	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
8	0.8000	0+006.5510	29.0000	271066.5570	8669087.4720	29.0000	0+006.5510	-0.5	0.2	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
9	0.8000	0+007.3510	29.0000	271066.9130	8669086.7560	29.0000	0+007.3510	-0.1	0.4	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
10	0.8000	0+008.1510	29.0000	271067.2700	8669086.0400	29.0000	0+008.1510	-0.1	-0.4	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9
11	0.0000	0+008.9510	29.0000	271067.6260	8669085.3240	29.0000	0+008.9510	0.1	-0.3	-0.5	-0.8	-0.8	-0.8
12	0.8000	0+009.7510	29.0000	271067.9820	8669084.6070	29.0000	0+009.7510	-0.4	0.3	-0.5	-0.9	-0.9	-0.9
13	0.8000	0+010.5510	29.0000	271068.3370	8669083.8910	29.0000	0+010.5510	-0.4	-0.4	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
14	0.8000	0+011.3510	29.0000	271068.6930	8669083.1750	29.0000	0+011.3510	-0.1	-0.3	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
15	0.8000	0+012.1510	29.0000	271069.0510	8669082.4590	29.0000	0+012.1510	0.3	-0.1	-0.5	-0.8	-0.8	-0.8
16	0.6000	0+012.9500	39.0000	271069.3490	8669081.6900	39.0000	0+012.9500	0.3	-0.2	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9

Observaciones:

Topografia o Produccion Subcontratista	Topografia o Produccion CCM2L
Nombre / Firma: <i>Erick Pinchi F.</i>	Nombre / Firma: <i>Joel Espinoza O. Luz</i>
Fecha y Hora: 27-02-2019	Fecha y Hora: 27-02-2019

00000074

 <p>CONSTRUCCION M2 LIMA</p>	REGISTRO	PTC-CA-0011
	REPORTE TOPOGRAFICO / ALINEACION DE ELEMENTOS	Revisión: 01
		Fecha: 23/02/2017
		Pag. 2 de 3

Ubicación: Fabrica de Dovelos Fecha:

Estructura: Portico de acopio

Sector: Eje "F" Prog. 0+000 a 0+030

BMs: DV-1 / DV-2 Estación:

Equipo Topografico: Estacion Leica TS-3" Serie 3203538 Nivel Automatico Leica NA-320 Serie 802320319481

ITEM	ACTIVIDAD	SI	NO	N.A.	OBSERVACIONES
1	Comprobacion de BMs de referencia				
2	Ubicacion de Puntos Auxiliares				
3	Trazo y replanteo de ejes (Muros guia, losas, otros)				Liberacion de Alineamiento, verticalidad, ubicacion, niveles
4	Replanteo y verificacion de encafrados (Muros guia, losas, otros)				de plancha 3/4" y pernos de 3/4"
5	Colocacion de niveles				proyeccion de perno 70 mm
6	Verticalidad y alineamiento				
7	Levantamiento Topografico				
8	Otros				

Prog. 0+000 @ Ch=352			
P1	E-271053.6395	N-8669093.5380	
P2	E-271224.8642	N-8668769.2230	

m=	-2.0103
Ecuacion Recta	
mX-Y-mX1+Y1=0	

A=mi	-2.0103
B=-1	-1.0000
C=-mX1+Y1	9214020.2783

Coordenadas Plancha (Junta de dilatacion Piel)

PL 3/4"	Progresivas teoricas de alineamiento eje de plancha			Coordenadas campo alineamiento eje de plancha y progresivas				Desviaciones (mm)					
	Distancia al Eje de PL 3/4"	Prog. Eje PL 3/4"	Cota	Este	Norte	Cota	Prog	Prog.	Distancia al Eje	Cota			
										Esq. 1	Esq. 1	Esq. 1	Esq. 1
17	0.000	0+013.1800	36.0000	271069.5090	8669073.5370	36.0000	0+013.1800	-0.2	0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
18	0.6200	0+013.8000	36.0000	271069.7010	8669080.9820	36.0000	0+013.8000	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.8500	0+014.6000	36.0000	271070.1470	8669083.2660	36.0000	0+014.6000	-0.1	-0.3	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
20	0.8000	0+015.4000	36.0000	271070.4910	8669079.5490	36.0000	0+015.4000	-0.8	0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3
21	0.8000	0+015.2000	36.0000	271070.3540	8669078.8330	36.0000	0+015.2000	-0.2	0.5	-0.0	-0.8	-0.8	-0.8
22	0.8000	0+017.0000	36.0000	271071.2110	8669078.1170	36.0000	0+017.0000	-0.3	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.1000	0+017.8000	36.0000	271071.5670	8669077.4010	36.0000	0+017.8000	0.1	-0.1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
24	0.8000	0+018.6000	36.0000	271071.9230	8669076.6840	36.0000	0+018.6000	-0.4	0.5	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
25	0.8000	0+019.4000	36.0000	271072.2800	8669075.9680	36.0000	0+019.4000	-0.3	-0.3	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
26	0.8000	0+020.2000	36.0000	271072.6360	8669075.2520	36.0000	0+020.2000	-0.1	-0.1	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9
27	0.8000	0+021.0000	36.0000	271071.9920	8669074.5360	36.0000	0+021.0000	0.3	0.0	-0.5	-0.8	-0.8	-0.8
28	0.8000	0+021.8000	36.0000	271073.3480	8669073.8200	36.0000	0+021.8000	-0.7	-0.3	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9
29	0.8000	0+022.6000	36.0000	271073.7040	8669073.1040	36.0000	0+022.6000	-0.3	-0.2	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
30	0.8000	0+023.4000	36.0000	271074.0610	8669072.3880	36.0000	0+023.4000	0.1	0.0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
31	0.8000	0+024.2000	36.0000	271074.4170	8669071.6720	36.0000	0+024.2000	0.5	0.1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
32	0.6200	0+024.8200	36.0000	271074.6640	8669071.1150	36.0000	0+024.8200	-0.7	-0.3	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9

Observaciones:

Topografia o Produccion Subcontratista	Topografia o Produccion CCM2L
Nombre / Firma: <i>Erick Pinchi F.</i>	Nombre / Firma: <i>Joel Espinoza O. Kuj</i>
Fecha y Hora: <i>27-02-2019</i>	Fecha y Hora: <i>27-02-2019</i>

00300075

	REGISTRO	PTC-CA-0011
	REPORTE TOPOGRAFICO / ALINEACION DE ELEMENTOS	
	Revision: 01	
	Fecha: 23/02/2017	
Pag. 3 de 3		

Ubicación: Fabrica de Dovelas Fecha: _____

Estructura: Portico de acopio

Sector: Eje "F" Prog. 0+000 a 0+030

BMs: DV-1 / DV-2 Estación: _____

Equipo Topografico: Estacion Leica TS-3" Serie 3203538 Nivel Automatico Leica NA-320 Serie 802320319481

ITEM	ACTIVIDAD	SI	NO	N.A.	OBSERVACIONES
1	Comprobacion de BMs de referencia				
2	Ubicación de Puntos Auxiliares				
3	Trazo y Replanteo de ejes (Muros guía; losas, otros)				Liberacion de Alineamiento, verticalidad, ubicación, niveles
4	Replanteo y verificación de encofrados (Muros guía, losas, otros)				de plancha 3/4" y pernos de 3/4"
5	Colocación de niveles				proyeccion de perno 70 mm
6	Verticalidad y alineamiento				
7	Levantamiento Topográfico				
8	Otros				

Coordenadas teoricas Alineacion Eje "F"		
Prog 0+000 @ 0+362		
P1	E-271063.6393	N-8669093.3380
P2	E-271224.8642	N-8668769.2230

m=	-2.0103
Ecuacion Recta	
mX-Y-mX1+Y1=0	

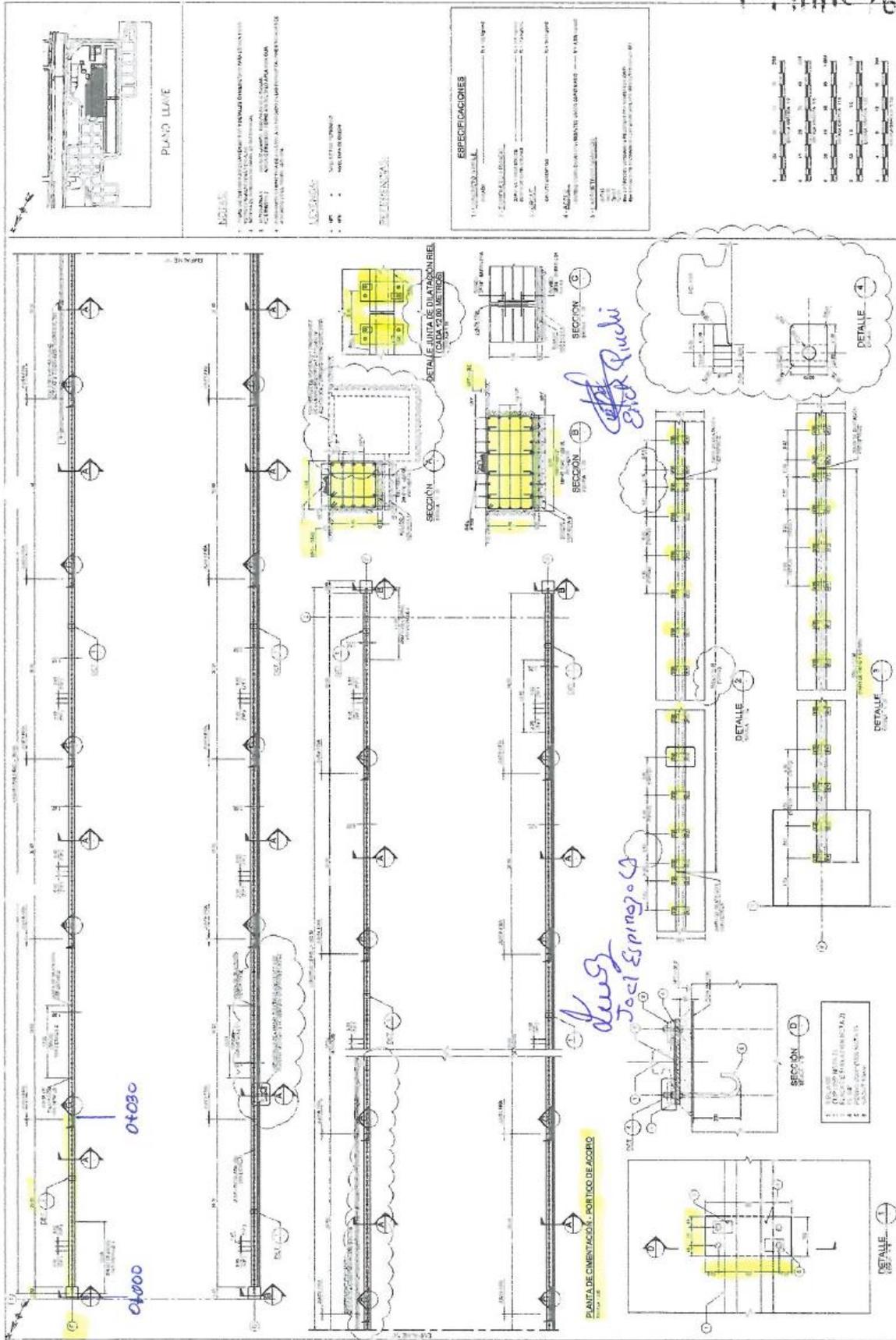
A=m	-2.0103
B=1	-1.0000
C=-mX1+Y1	9214020.2783

Coordenadas Plancha (junta de dilatacion Riel)

PL 3/4"	Progresivas teoricas de alineamiento eje de plancha			Coordenadas campo alineamiento eje de plancha y progresivas				Desviaciones (mm)					
	Distancia al Eje de PL 3/4"	Prog. Eje PL 3/4"	Cota	Este	Norte	Cota	Prog	Prog.	Distacia al Eje	Cota			
										Esq. 1	Esq. 1	Esq. 1	Esq. 1
33	0.3000	0+025.1800	39.0000	271074.8540	8669070.7980	39.0000	0+025.1800	-0.3	-0.1	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
34	0.6000	0+075.8000	39.0000	271075.1300	8669070.2360	39.0000	0+025.8000	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35	0.8000	0+026.6000	39.0000	271075.4800	8669069.5220	39.0000	0+026.5987	0.3	0.1	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
36	0.6000	0+027.4000	39.0000	271075.6420	8669068.8050	39.0000	0+027.4007	-0.7	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3
37	0.6000	0+028.2000	39.0000	271076.1950	8669068.0850	39.0000	0+028.2009	-0.3	-0.1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
38	0.8000	0+029.0000	39.0000	271076.5550	8669067.3730	39.0000	0+028.9999	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
39	0.8000	0+029.8000	39.0000	271076.9110	8669056.6570	39.0000	0+029.7990	0.4	0.2	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8

Observaciones:

Topografía o Produccion Subcontratista	Topografía o Produccion CCM2L
Nombre / Firma: <i>Erick Puchi F.</i>	Nombre / Firma: <i>José Espinoza O. Ruiz</i>
Fecha y Hora: <i>27-02-2014</i>	Fecha y Hora: <i>27-02-2014</i>



00001205

	REGISTRO	PTC-CA-0011
	REPORTE TOPOGRAFICO / ALINEACION DE ELEMENTOS	Revision: 01
		Fecha: 23/02/2017
		Pag. 1 de 1

Ubicación: Fabrica de Doveles Fecha: 23-03-19
 Estructura: Concreto de obras
 Sector: Eje "C" (C.1) (C.2)

BMs: DV-2 / DV-8 Estación:
 Equipo Topografico: Estacion Trimble M 3-DR2" Serie G01617, Nivel Automatico SOUTH-NL-C32 Serie X0773372

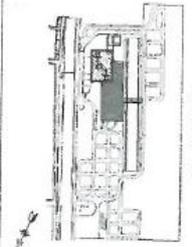
ITEM	ACTIVIDAD	SI	NO	N.A.	OBSERVACIONES
1	Comprobacion de BMs de referencia		✓		
2	Ubicación de Puntos Auxiliares		✓		
3	Trazo y Replanteo de ejes (Muros guia; losas, otros)	✓			* Liberación de Alineamiento, verticalidad, niveles de encofrado
4	Replanteo y verificación de encofrados (Muros guia, losas, otros)	✓			para PB1. Cota = 39.450
5	Colocación de niveles	✓			* Ubicación y elevacion de pernos de anclaje PB1. Cota = 39.590
6	Verticalidad y alineamiento	✓			
7	Levantamiento Topográfico	✓			
8	Otros		✓		

Eje	Ø mm	#	Coordenadas teoricas			Coordenadas campo			Desviaciones (mm)			
			Este	Norte	Cota	Este	Norte	Cota	Este	Norte	Result.	Cota
			C,1	24	1	271236.8800	8668893.4498	39.5900	271236.8810	8668893.4490	39.592	1.0
C,1	24	2	271236.7636	8668893.3919	39.5900	271236.7620	8668893.3910	39.592	-0.6	-0.9	1.1	2.0
C,1	24	3	271236.6472	8668893.3340	39.5900	271236.6470	8668893.3345	39.592	-0.2	0.5	0.5	2.0
C,1	24	4	271236.5308	8668893.2761	39.5900	271236.5310	8668893.2760	39.592	-0.8	-0.1	0.8	2.0
C,1	24	5	271236.4729	8668893.3925	39.5900	271236.4726	8668893.3925	39.592	-0.3	0.4	0.5	2.0
C,1	24	6	271236.4150	8668893.5089	39.5900	271236.4157	8668893.5087	39.592	0.7	-0.2	0.7	2.0
C,1	24	7	271236.3571	8668893.6253	39.5900	271236.3570	8668893.6250	39.592	-0.1	-0.3	0.3	2.0
C,1	24	8	271236.4735	8668893.6832	39.5900	271236.4730	8668893.6839	39.592	-0.5	0.7	0.9	2.0
C,1	24	9	271236.5899	8668893.7411	39.5900	271236.5890	8668893.7419	39.592	-0.9	0.8	1.2	2.0
C,1	24	10	271236.7063	8668893.7990	39.5900	271236.7061	8668893.7997	39.592	0.6	0.7	0.9	2.0
C,1	24	11	271236.7642	8668893.6826	39.5900	271236.7640	8668893.6820	39.592	0.7	-0.6	0.9	2.0
C,1	24	12	271236.8221	8668893.5662	39.5900	271236.8220	8668893.5670	39.592	0.8	0.8	1.1	2.0
C,2	24	1	271234.1940	8668892.1137	39.5900	271234.1940	8668892.1130	39.591	0.9	-0.7	1.1	2.0
C,2	24	2	271234.0776	8668892.0558	39.5900	271234.0770	8668892.0550	39.592	-0.6	-0.8	1.0	2.0
C,2	24	3	271233.9612	8668891.9979	39.5900	271233.9620	8668891.9970	39.592	0.8	-0.9	1.2	2.0
C,2	24	4	271233.8448	8668891.9400	39.5900	271233.8440	8668891.9490	39.592	-0.8	9.0	9.0	2.0
C,2	24	5	271233.7869	8668892.0564	39.5900	271233.7860	8668892.0570	39.592	-0.9	0.6	1.1	2.0
C,2	24	6	271233.7290	8668892.1728	39.5900	271233.7290	8668892.1720	39.592	0.9	-0.8	1.2	2.0
C,2	24	7	271233.6711	8668892.2892	39.5900	271233.6716	8668892.2899	39.592	0.5	0.7	0.9	2.0
C,2	24	8	271233.7875	8668892.3471	39.5900	271233.7870	8668892.3473	39.592	-0.5	0.8	0.9	2.0
C,2	24	9	271233.9289	8668892.4050	39.5900	271233.9290	8668892.4067	39.592	-0.9	0.7	1.1	2.0
C,2	24	10	271234.0203	8668892.4629	39.5900	271234.0210	8668892.4620	39.592	0.7	-0.9	1.1	2.0
C,2	24	11	271234.0782	8668892.3465	39.5900	271234.0790	8668892.3470	39.592	0.8	0.5	0.9	2.0
C,2	24	12	271234.1361	8668892.2301	39.5900	271234.1360	8668892.2310	39.592	0.8	0.9	1.2	2.0

Observaciones:
 Liberación de pernos - pre vaciado de concreto

Topografía o Producción Subcontratista	Topografía o Producción CCM2L
Nombre / Firma: <u>Erick Piuchi F.</u>	Nombre / Firma: <u>José Espinoza O. J. J.</u>
Fecha y Hora: <u>23-03-2019</u>	Fecha y Hora: <u>23-03-2019</u>

00001206



NOTAS:

1. VERIFICAR ESTOS PLANOS CON LOS PLANOS GENERALES DE OBRAS.
2. LAS CIMENTACIONES DEBEN SER DE CONCRETO ARMADO.
3. LAS CIMENTACIONES DEBEN SER DE CONCRETO ARMADO.
4. LAS CIMENTACIONES DEBEN SER DE CONCRETO ARMADO.

LEYENDA:

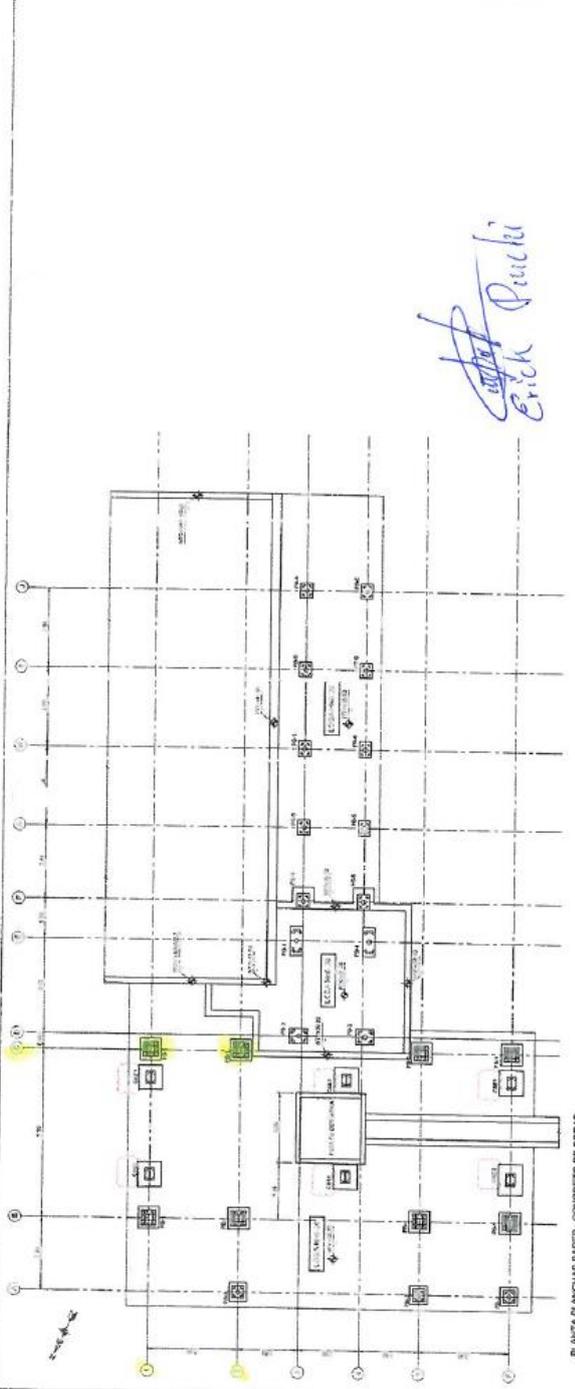
- : LINEA DE CIMENTACION
- : LINEA DE CIMENTACION
- : LINEA DE CIMENTACION

REFERENCIAS:

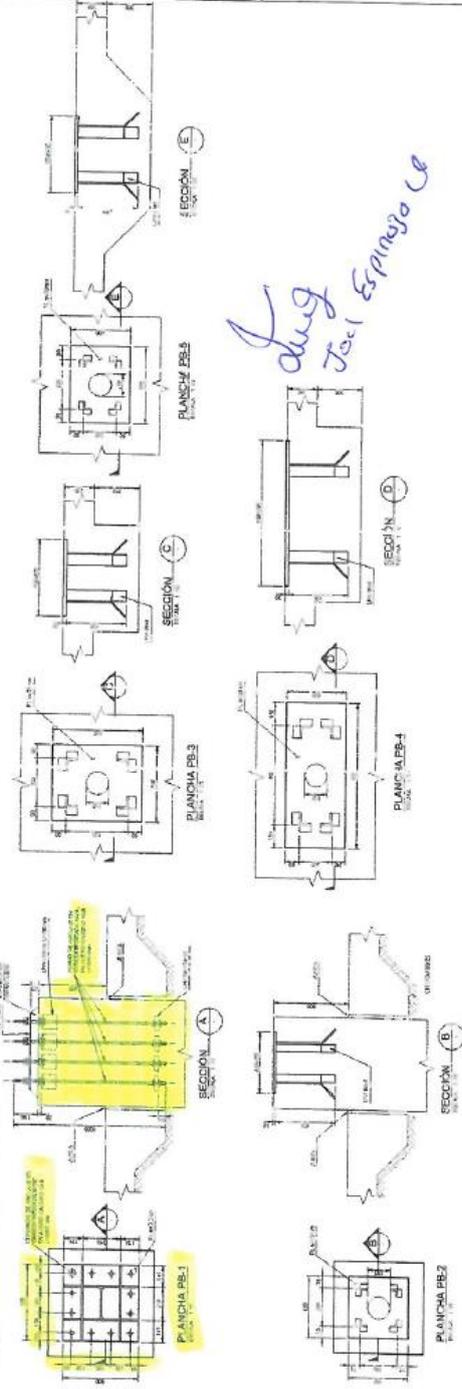
- 1. COTE: PLANOS DE OBRAS GENERALES

ESPECIFICACIONES

1. CIMENTACIONES:
 - 1.1. CIMENTACIONES DE BARRAS: 15 CM DE ANCHO
 - 1.2. CIMENTACIONES DE BARRAS: 15 CM DE ANCHO
 - 1.3. CIMENTACIONES DE BARRAS: 15 CM DE ANCHO
2. CIMENTACIONES DE BARRAS: 15 CM DE ANCHO
3. CIMENTACIONES DE BARRAS: 15 CM DE ANCHO
4. CIMENTACIONES DE BARRAS: 15 CM DE ANCHO
5. CIMENTACIONES DE BARRAS: 15 CM DE ANCHO
6. CIMENTACIONES DE BARRAS: 15 CM DE ANCHO
7. CIMENTACIONES DE BARRAS: 15 CM DE ANCHO
8. CIMENTACIONES DE BARRAS: 15 CM DE ANCHO
9. CIMENTACIONES DE BARRAS: 15 CM DE ANCHO
10. CIMENTACIONES DE BARRAS: 15 CM DE ANCHO



Erick Pueli



Jorge José Espinoza C



Ministerio de Transportes y Comunicaciones

OSITRAN

CONSTRUCION MAZ LIMA

INGENIERIA DE ESTE DE LA FABRICA DE OBLAS

ASISTENCIAS PLANTA DE CONCRETO DE OBLAS DE BARRAS

00001206

Anexo 6: Protocolos Topográficos en Montaje de Estructuras

	PROYECTO: "DISEÑO, DETALLAMIENTO, SUMINISTRO, FABRICACION, TRANSPORTE Y MONTAJE DE NAVES INDUSTRIALES PARA LA PLANTA DE DOVELAS" ÍNDICE - DOSSIER DE CALIDAD OBRA		Código: 3059-DOSS-EST-004		
			Revisión: 0		
			Fecha: 10/07/18		
ESPECIALIDAD:	MECANICA	CARPETA No:	1		
SUBCONTRATO:	FGA INGENIEROS S.A	ENTREGADA POR:	FREDDY RODRIGUEZ		
I. MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS PARA LAS NAVES PLANTA DE DOVELAS					
1. PUNCH LIST - LIBRO DE OBSERVACIONES					
2. MEMORIA DESCRIPTIVA CONFORME A OBRA					
3. PLAN Y/O PROCEDIMIENTO DE TRABAJO					
3.1	PLAN DE CALIDAD DE FABRICACION Y MONTAJE				
3.2	PLAN DE PUNTOS DE INSPECCION				
3.3	PROCEDIMIENTOS				
3.4	NO CONFORMIDADES				
4. CERTIFICADOS DE CALIDAD					
5. CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE EQUIPOS DE MEDICIÓN					
6. REGISTROS DE CONTROL					
6.1	REGISTRO DE RECEPCION DE MATERIALES Y PRODUCTOS				
6.2	REGISTRO DE CONTROL TOPOGRAFICO - NIVELACION				
6.3	REGISTRO DE CONTROL TOPOGRAFICO - VERTICALIDAD Y ALINEAMIENTO				
6.4	REGISTRO DE UNIONES EMPERNADAS				
6.5	REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL				
6.6	REGISTRO DE INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA				
6.7	REGISTRO DE INSTALACION DE COBERTURAS				
6.8	REGISTRO DE PRUEBA DE IMPERMEABILIDAD DE TECHO				
6.9	ACTA DE ENTREGA DE DOSSIER DE CALIDAD				
7. PROCESO DE SOLDADURA					
8. COMPARACION DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS					
9. REPORTE FOTOGRAFICO					
10. ANEXOS					
10.1	PLANOS AS BUILT				
ELABORADO POR FGA INGENIEROS S.A		REVISADO POR CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA		APROBADO POR CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA	
NOMBRE/CARGO:	D: 10	NOMBRE/CARGO:	D: 14	NOMBRE/CARGO:	D: 14
FREDDY RODRIGUEZ / SUP. CALIDAD	M: 07	Alberto Prieto Voldez.	M: 08	DOUGLAS GONZALEZ	M: 08
FIRMA:	A: 2019	FIRMA:	A: 17	FIRMA:	A: 19


PROYECTO: DISEÑO, DETALLAMIENTO, SUMINISTRO, FABRICACION, TRANSPORTE Y MONTAJE DE NAVES INDUSTRIALES PARA LA PLANTA DE DOVELAS
MASTER PUNCH LIST
 CODIGO: 01
 REV. 01

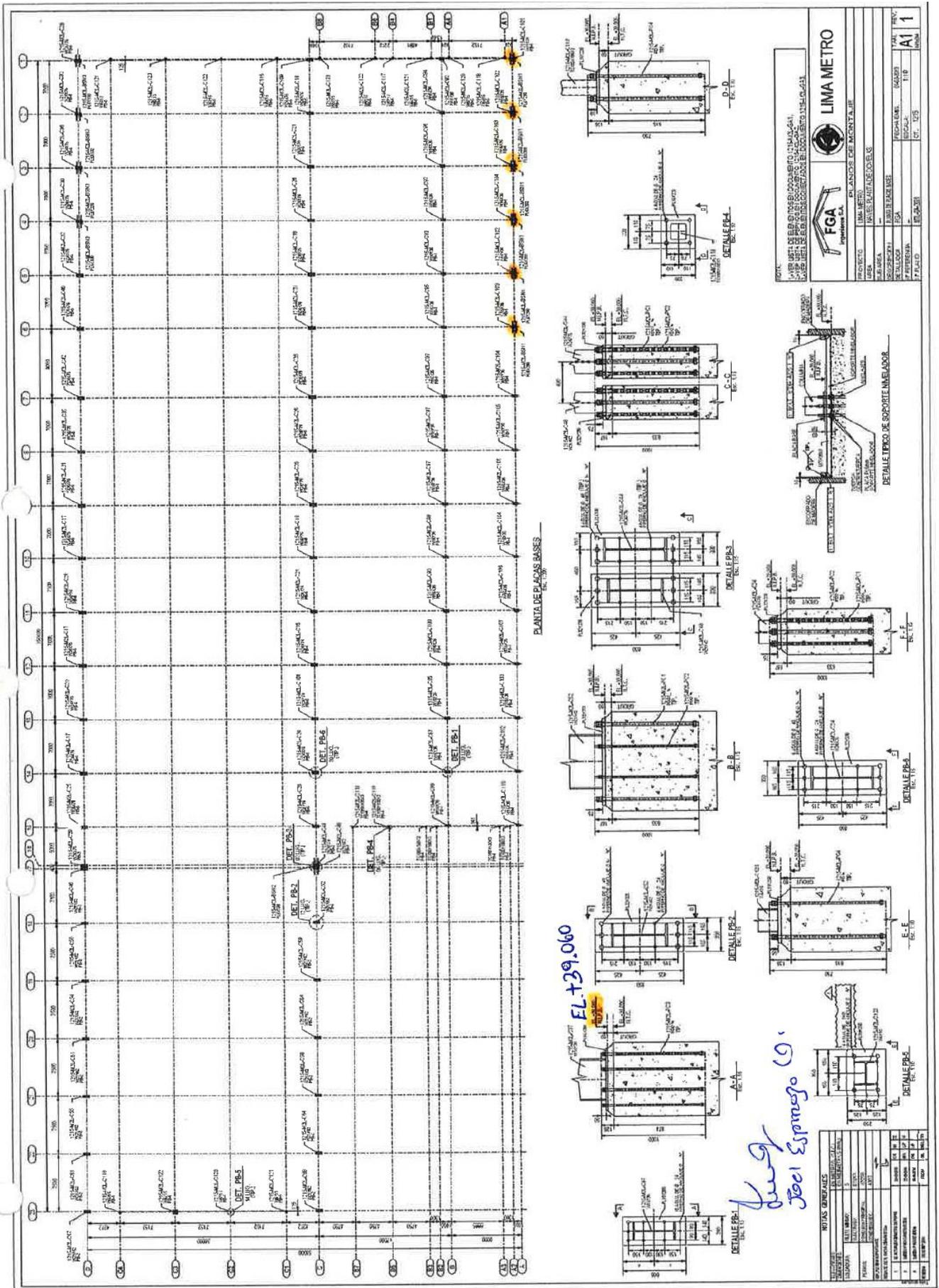
SISTEMA: Diseño, Detallamiento, Suministro, Fabricación, Transporte y Montaje de Naves Industriales para la Planta Dovelas
 AREA: NAVES PLANTAS DOVELAS
 EJE/CITADO POR: FGA INGENIEROS SA
 DOCUMENTOS O PLANOS DE REFERENCIA:
 RESPONSABLE DE PUNCH LIST: ALBERTO PHILLIPS
 FECHA DE PUNCH LIST: 25/07/2019 de 2
 PAGINAS: 1 de 1
 CAMINATA N°:

PARTICIPANTES DE LA CAMINATA

Consortio Constructor Metro 2 Lima		FGA Ingenieros sa	
NOMBRE	CARGO / EMPRESA	NOMBRE	CARGO / EMPRESA
Jorge Gonzales	Residente de Obra	Carlos Tiplan	Residente de Obra
Alberto Phillips	Supervisor de Calidad	Freddy Rodriguez	Supervisor de Calidad
Joel Espinoza	Topografo	Percy Marchena	Topografo
Walter Mesias	Supervisor Medio Ambiental	Luis Martinez	Supervisor de Seguridad
		Erick Calderon	Capataz de Obra

ITEM	DESCRIPCION	CATEG.	DISC.	OBSERV. POR	ACCION POR	FECHA PROGRAM.	FGA Ingenieros sa		CCMZL		Estatus
							Ejec. Por	Fecha	Rev. Por	Fecha	
1	Falta Prueba de Hermeticidad en techo (canaleta, cubierta y tubería)	B	Mec.	Alberto Phillips	Freddy Rodriguez	25-30/07/19	F.R.CH.	27/07/2019	A.D	03/08	CERRADO
2	Falta documentos de cierre de NO CONFORMIDAD (02 pendientes)	B	Mec.	Alberto Phillips	Freddy Rodriguez	25-30/07/19	F.R.CH.	31/07/2019	A.D	02/08	CERRADO
3	Falta levantamiento del informe de medio ambiente	B	Mec.	Walter Mesias	Luis Martinez	25-30/07/19	L.M.H.	30/07/2019	W.M	03/08	CERRADO
4	Falta protocolo de post soldadura en rieles	B	Mec.	Joel Espinoza	Percy Marchena	25-30/07/19	P.M.G.	26/07/2019	J.E	02/08	CERRADO
5	Falta Verificación en campo rieles post soldadura	B	Mec.	Joel Espinoza	Percy Marchena	25-30/07/19	P.M.G.	26/07/2019	J.E	02/08	CERRADO
6	Sustento de soportera de canaleta (detalle)	B	Mec.	Jorge Gonzales	Carlos Tiplan	25-31/07/19	C.T.M.	30/07/2019	J.G	03/08	CERRADO
7	Retoque de pintura donde calentaron los pernos eje A	B	Mec.	Alberto Phillips	Carlos Tiplan	25-30/07/19	C.T.M.	25/07/2019	W.M	01/08	CERRADO
8	Corregir canaletas cara exterior salientes o entrantes en el eje A	B	Mec.	Jorge Gonzales	Carlos Tiplan	25-30/07/19	C.T.M.	27/07/2019	J.G	01/08	CERRADO
9	Union para conexión de tubería a tubería eje A	B	Mec.	Alberto Phillips	Carlos Tiplan	25-30/07/19	C.T.M.	26/07/2019	W.M	01/08	CERRADO
10	Pintado de columnas sopladas eje B	B	Mec.	Alberto Phillips	Carlos Tiplan	25-30/07/19	C.T.M.	25/07/2019	W.M	01/08	CERRADO
11	Planchas abolladas eje A entre las columnas 14-15	B	Mec.	Alberto Phillips	Carlos Tiplan	25-30/07/19	C.T.M.	26/07/2019	W.M	01/08	CERRADO
12	Planchar, limas y pintar cobertura lateral eje A entre columna 12-13	B	Mec.	Jorge Gonzales	Carlos Tiplan	25-30/07/19	C.T.M.	26/07/2019	J.G	01/08	CERRADO
13	Corregir pintura puerta y marco columna 15 entre los ejes A	B	Mec.	Jorge Gonzales	Carlos Tiplan	25-30/07/19	C.T.M.	27/07/2019	J.G	02/08	CERRADO
14	Soldadura plancha corregir filos de la puerta	B	Mec.	Alberto Phillips	Carlos Tiplan	25-30/07/19	C.T.M.	25/07/2019	W.M	01/08	CERRADO
15	Retiro de taco de madera eje A entre columna 14-15	B	Mec.	Walter Mesias	Carlos Tiplan	25-30/07/19	C.T.M.	26/07/2019	W.M	02/08	CERRADO
16	Plancha quemada al borde en la columna 15 en el eje A (esquina)	B	Mec.	Alberto Phillips	Carlos Tiplan	25-30/07/19	C.T.M.	26/07/2019	W.M	01/08	CERRADO
17	Asegurar marco de un esquinero en la columna 15 en el eje A	B	Mec.	Alberto Phillips	Carlos Tiplan	25-30/07/19	C.T.M.	25/07/2019	W.M	01/08	CERRADO
18	Cerrojo de puerta por fuera columna 15 en el eje A (observado)	B	Mec.	Alberto Phillips	Carlos Tiplan	25-30/07/19	C.T.M.	25/07/2019	W.M	01/08	CERRADO
19	Rebaba y filo en el eje A columna 15 (esquinero colocar)	B	Mec.	Alberto Phillips	Carlos Tiplan	25-30/07/19	C.T.M.	25/07/2019	W.M	01/08	CERRADO
20	Corregir pintura puerta y marco columna 15 entre los ejes B	B	Mec.	Alberto Phillips	Carlos Tiplan	25-30/07/19	C.T.M.	25/07/2019	W.M	01/08	CERRADO
21	Limpieza de techo basura (desperdicios)	B	Mec.	Alberto Phillips	Carlos Tiplan	25-30/07/19	C.T.M.	25/07/2019	W.M	01/08	CERRADO

	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	Código: 3059-P3-PC-EST-022-F1						
	REGISTRO DE CONTROL TOPOGRÁFICO	Revisión: 0 Fecha: 20/08/2018 Página:						
PROYECTO : DISEÑO, DETALLAMIENTO, SUMINISTRO, FABRICACION, TRANSPORTE Y MONTAJE DE NAVES INDUSTRIALES PARA LA PLANTA DE DOVELAS			Nº CORRELATIVO :	N-001				
CLIENTE : CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA		UBICACIÓN: CALLAO		FECHA : 24/04/2019				
VENUE: NAVES PLANTA DE DOVELAS								
PLANO / DOC. REF.: MTL-GA-2004								
ESTRUCTURAS : <input checked="" type="checkbox"/>								
ITEM	ELEMENTO	PLANCHA BASE				EJES		RESULTADO
		N. TEORICO (mm)	N.REAL (mm)	Δ	TOLERAN.(mm)			
1	1215-M2L-C101	39.076	30.076	0	+/- 3mm	EJEA	EJE1	C
2	1215-M2L-C102	39.076	39.075	-1	+/- 3mm	EJEA	EJE2	C
3	1215-M2L-C103	39.076	39.077	1	+/- 3mm	EJEA	EJE3	C
4	1215-M2L-C104	39.076	39.075	-1	+/- 3mm	EJEA	EJE4	C
5	1215-M2L-C102	39.076	39.074	-2	+/- 3mm	EJEA	EJE5	C
6	1215-M2L-C103	39.076	39.079	3	+/- 3mm	EJEA	EJE6	C
C : Conforme ; NC : No Conforme ; N/A : No Aplica								
EQUIPO:	ESTACION TOTAL	MODELO:	ZOOM 20 PRO 3" A4	FECHA DE CALIBRACIÓN:	14/01/2019			
MARCA:	GEOMAX	Nº DE SERIE:	2831590	FECHA DE VENCIMIENTO:	14/01/2020			
DATOS ADICIONALES :								
FGA		FGA		CC M2 LIMA		CC M2 LIMA		
Nombre/Cargo:	D:	Nombre/Cargo:	D:	Nombre/Cargo:	D:	Nombre/Cargo:	D:	
<i>Perry G. Marchena G.</i>	24	<i>Carlos T. Pizarro</i>	24	<i>José Espinoza O.</i>	24	<i>Jorge Conzales</i>	20	
TOPOGRAFO DE OBRA	M:	RESIDENTE DE OBRA	M:	TOPOGRAFO DE OBRA	M:	RESIDENTE DE OBRA	M:	
<i>Perry G. Marchena G.</i>	04	<i>[Firma]</i>	04	<i>[Firma]</i>	04	<i>[Firma]</i>	4	
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:	
<i>[Firma]</i>	2019	<i>[Firma]</i>	2019	<i>[Firma]</i>	2019	<i>[Firma]</i>	19	

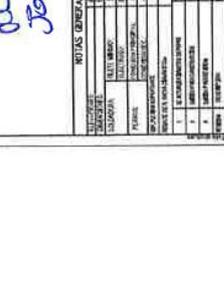
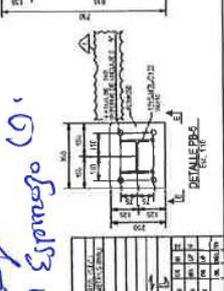
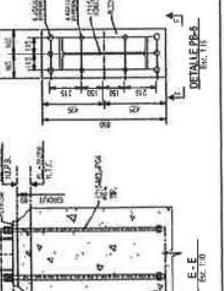
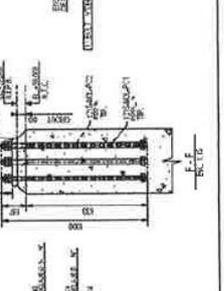
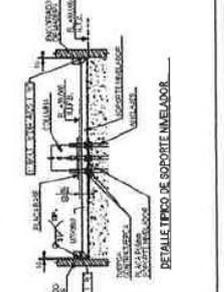



FGA
 INGENIERIA DE
 ANÁLISIS DE MONTAJE

LIMA METRO
 INGENIERIA DE
 ANÁLISIS DE MONTAJE

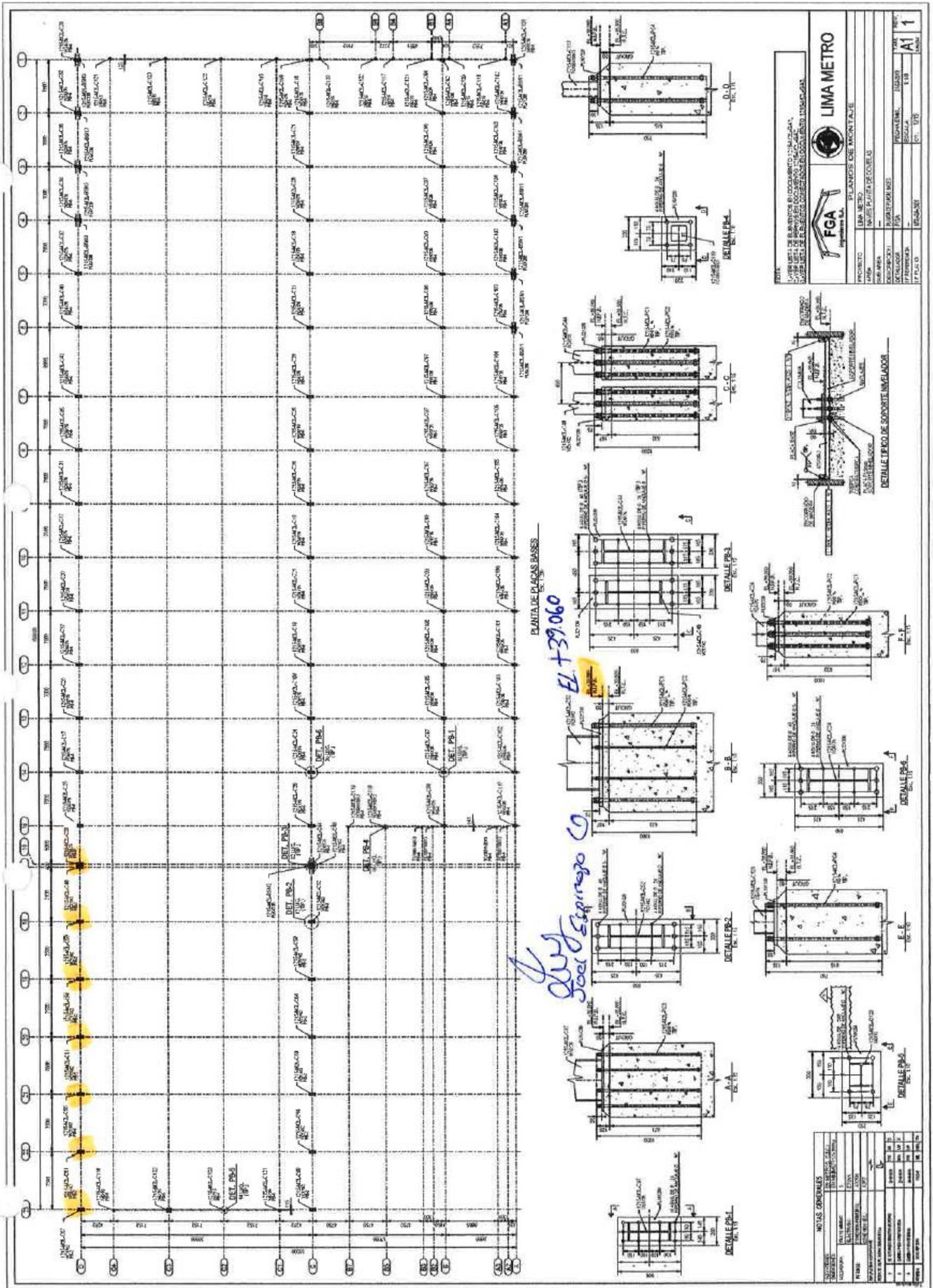
PROYECTO: []
 AREA: []
 SUBAREA: []
 METALOGRAFIA: []
 PREVENCIÓN: []
 PUERTO: []

ESCALA: []
 FECHA: []
 AUT. PROF.: []
 AUT. CIV.: []
A1 1



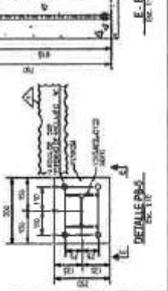
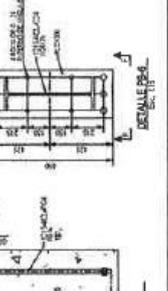
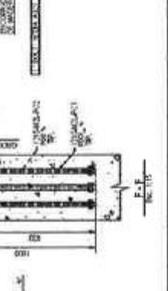
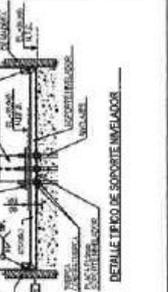
NOTAS GENERALES	
1.	...
2.	...
3.	...
4.	...
5.	...
6.	...
7.	...
8.	...
9.	...
10.	...

	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	Código: 3059-P3-PC-EST-022-F1						
	REGISTRO DE CONTROL TOPOGRÁFICO	Revisión: 0 Fecha: 20/08/2018 Página:						
PROYECTO : DISEÑO, DETALLAMIENTO, SUMINISTRO, FABRICACION, TRANSPORTE Y MONTAJE DE NAVES INDUSTRIALES PARA LA PLANTA DE DOVELAS			Nº CORRELATIVO :	N-009				
CLIENTE : CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA		UBICACIÓN: CALLAO		FECHA : 13/05/2019				
VENUE: NAVES PLANTA DE DOVELAS								
PLANO / DOC. REF.: MTL-GA-2001								
ESTRUCTURAS : <input checked="" type="checkbox"/>								
ITEM	ELEMENTO	PLANCHA BASE				EJES		RESULTADO
		N. TEORICO (mm)	N. REAL (mm)	Δ	TOLERAN.(mm)			
1	1215-M2L-C29	39.092	39.091	-1	+/- 3mm	EJE D	EJE16	C
2	1215-M2L-C46	39.092	39.091	-1	+/- 3mm	EJE D	EJE17	C
3	1215-M2L-C50	39.092	39.092	0	+/- 3mm	EJE D	EJE18	C
4	1215-M2L-C54	39.092	39.091	-1	+/- 3mm	EJE D	EJE19	C
5	1215-M2L-C61	39.092	39.091	-1	+/- 3mm	EJE D	EJE20	C
6	1215-M2L-C55	39.092	39.092	0	+/- 3mm	EJE D	EJE21	C
7	1215-M2L-C61	39.092	39.091	-1	+/- 3mm	EJE D	EJE22	C
8	1215-M2L-C67	39.092	39.091	-1	+/- 3mm	EJE D	EJE23	C
C : Conforme ; NC : No Conforme ; N/A : No Aplica								
EQUIPO:	ESTACION TOTAL	MODELO:	ZOOM 20 PRO 3° A4	FECHA DE CALIBRACIÓN:	14/01/2019			
MARCA:	GEOMAX	N° DE SERIE:	2831590	FECHA DE VENCIMIENTO:	14/01/2020			
DATOS ADICIONALES :								
FGA Nombre/Cargo: D: <i>Percy Gustavo Marchena G.</i> 13 M: TOPOGRAFO DE OBRA 05 Firma: <i>Percy Marchena</i> A: 2019		FGA Nombre/Cargo: D: <i>Carlos T. Piron</i> 13 M: RESIDENTE DE OBRA 05 Firma: <i>[Signature]</i> A: 2019		CC M2 LIMA Nombre/Cargo: D: <i>[Signature]</i> 13 M: TOPOGRAFO DE OBRA 05 Firma: <i>[Signature]</i> A: 2019		CC M2 LIMA Nombre/Cargo: D: <i>[Signature]</i> 15 M: RESIDENTE DE OBRA 05 Firma: <i>[Signature]</i> A: 19		

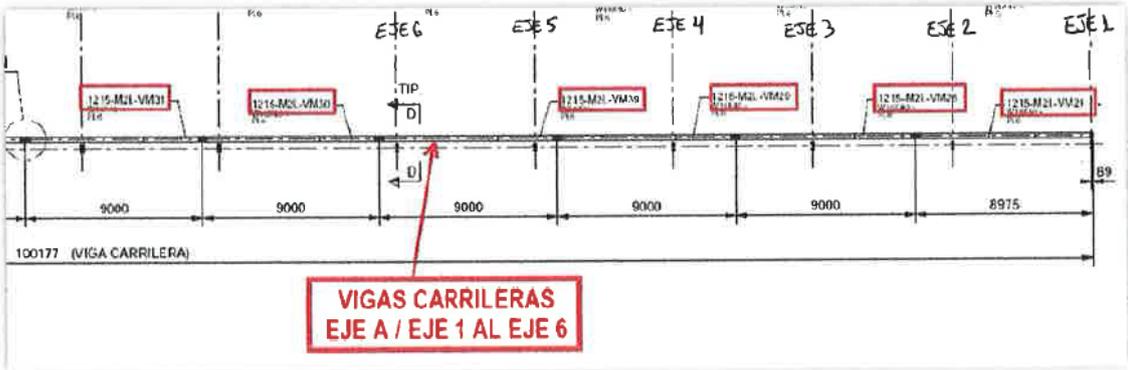


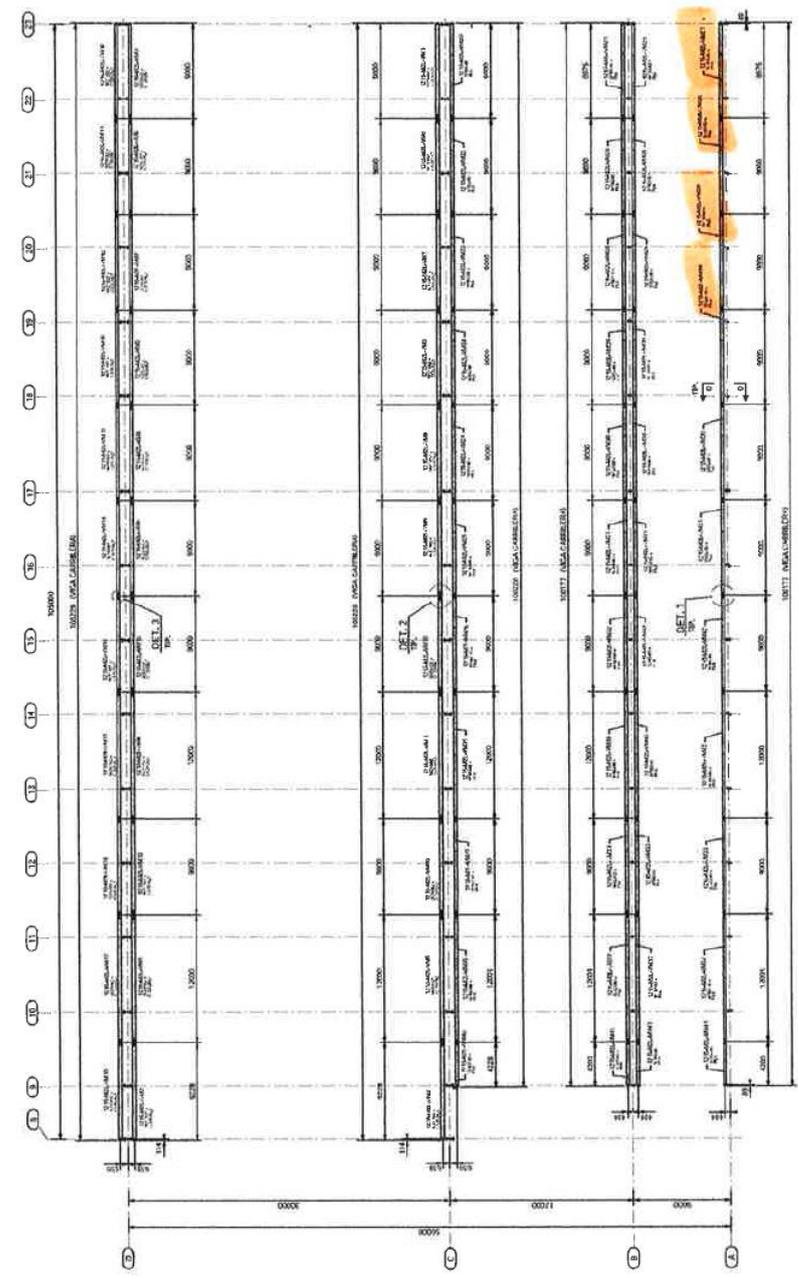
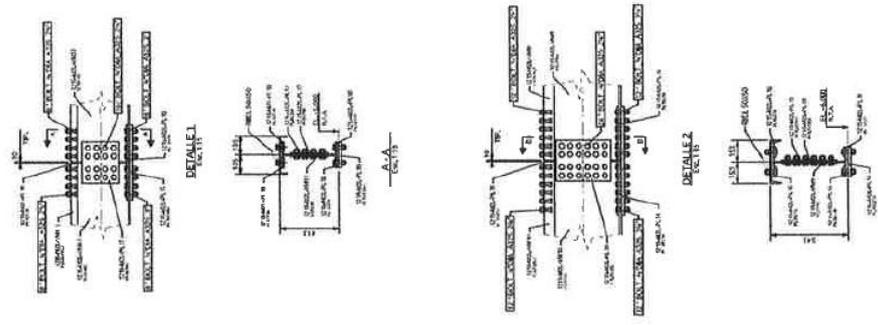
Solo Espirado
EL +39.060

PLANOS DE MONTAJE			
PROYECTO	LIMA METRO	FECHA	1.18
AREA	BASES PLACAS BASES	PROYECTADO	EL
ESCALA	1:100	REVISADO	EL
FECHA	1.18	PROYECTADO	EL
FECHA	1.18	REVISADO	EL

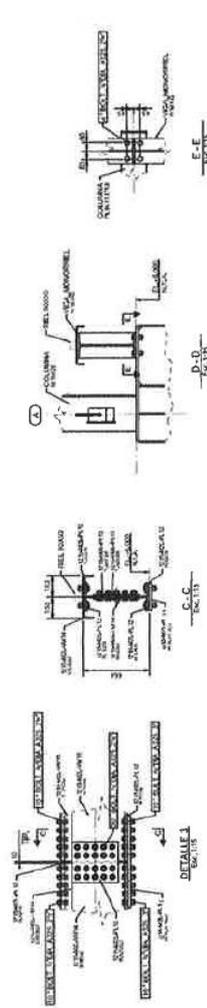


NOTAS ORDINALES	
1	...
2	...
3	...
4	...
5	...
6	...
7	...
8	...
9	...
10	...

	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	Código: 3059-P3-PC-EST-022-F1																																																														
	REGISTRO DE CONTROL TOPOGRÁFICO	Revisión: 0 Fecha: 20/08/2018 Página:																																																														
PROYECTO : DISEÑO, DETALLAMIENTO, SUMINISTRO, FABRICACION, TRANSPORTE Y MONTAJE DE NAVES INDUSTRIALES PARA LA PLANTA DE DOVELAS		Nº CORRELATIVO :	N-011																																																													
CLIENTE : CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA		UBICACIÓN : CALLAO	FECHA : 27/05/2019																																																													
VENUE: NAVES PLANTA DE DOVELAS																																																																
PLANO / DOC. REF.: MTL-GA-2005																																																																
ESTRUCTURAS : <input checked="" type="checkbox"/>																																																																
ITEM	ELEMENTO	PLANCHA BASE				EJES		RESULTADO																																																								
		N. TEORICO (mm)	N. REAL (mm)	Δ	TOLERAN. (mm)	EJEA	EJEB																																																									
1	1215-M2L-VM21	44.960	44.960	0	+/- 3mm	EJEA	EJE1	C																																																								
2	1215-M2L-VM21	44.960	44.960	-1	+/- 3mm	EJEA	EJE2	C																																																								
3	1215-M2L-VM28	44.960	44.960	0	+/- 3mm	EJEA	EJE3	C																																																								
4	1215-M2L-VM29	44.960	44.960	-1	+/- 3mm	EJEA	EJE4	C																																																								
5	1215-M2L-VM39	44.960	44.960	-2	+/- 3mm	EJEA	EJE5	C																																																								
6	1215-M2L-VM39	44.960	44.960	-1	+/- 3mm	EJEA	EJE6	C																																																								
C : Conforme ; NC : No Conforme ; N/A : No Aplica																																																																
																																																																
EQUIPO: ESTACION TOTAL		MODELO: ZOOM 20 PRO 3" A4		FECHA DE CALIBRACIÓN: 14/01/2019																																																												
MARCA: GEOMAX		Nº DE SERIE: 2831590		FECHA DE VENCIMIENTO: 14/01/2020																																																												
DATOS ADICIONALES :																																																																
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">FGA</th> <th colspan="2">FGA</th> <th colspan="2">CC M2 LIMA</th> <th colspan="2">CC M2 LIMA</th> </tr> <tr> <td>Nombre/Cargo:</td> <td>D:</td> <td>Nombre/Cargo:</td> <td>D:</td> <td>Nombre/Cargo:</td> <td>D:</td> <td>Nombre/Cargo:</td> <td>D:</td> </tr> <tr> <td><i>Perry G. Marchena</i></td> <td>27</td> <td><i>Carlos T. D'Am</i></td> <td>27</td> <td><i>Joel Espinoza</i></td> <td>27</td> <td><i>Josue Gonzales</i></td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>TOPOGRAFO DE OBRA</td> <td>M:</td> <td>RESIDENTE DE OBRA</td> <td>M:</td> <td>TOPOGRAFO DE OBRA</td> <td>M:</td> <td>RESIDENTE DE OBRA</td> <td>M:</td> </tr> <tr> <td></td> <td>05</td> <td></td> <td>05</td> <td></td> <td>05</td> <td></td> <td>05</td> </tr> <tr> <td>Firma:</td> <td>A:</td> <td>Firma:</td> <td>A:</td> <td>Firma:</td> <td>A:</td> <td>Firma:</td> <td>A:</td> </tr> <tr> <td><i>Perry G. Marchena</i></td> <td>2019</td> <td><i>[Signature]</i></td> <td>2019</td> <td><i>[Signature]</i></td> <td>2019</td> <td><i>[Signature]</i></td> <td>2019</td> </tr> </table>									FGA		FGA		CC M2 LIMA		CC M2 LIMA		Nombre/Cargo:	D:	Nombre/Cargo:	D:	Nombre/Cargo:	D:	Nombre/Cargo:	D:	<i>Perry G. Marchena</i>	27	<i>Carlos T. D'Am</i>	27	<i>Joel Espinoza</i>	27	<i>Josue Gonzales</i>	29	TOPOGRAFO DE OBRA	M:	RESIDENTE DE OBRA	M:	TOPOGRAFO DE OBRA	M:	RESIDENTE DE OBRA	M:		05		05		05		05	Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:	<i>Perry G. Marchena</i>	2019	<i>[Signature]</i>	2019	<i>[Signature]</i>	2019	<i>[Signature]</i>	2019
FGA		FGA		CC M2 LIMA		CC M2 LIMA																																																										
Nombre/Cargo:	D:	Nombre/Cargo:	D:	Nombre/Cargo:	D:	Nombre/Cargo:	D:																																																									
<i>Perry G. Marchena</i>	27	<i>Carlos T. D'Am</i>	27	<i>Joel Espinoza</i>	27	<i>Josue Gonzales</i>	29																																																									
TOPOGRAFO DE OBRA	M:	RESIDENTE DE OBRA	M:	TOPOGRAFO DE OBRA	M:	RESIDENTE DE OBRA	M:																																																									
	05		05		05		05																																																									
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:																																																									
<i>Perry G. Marchena</i>	2019	<i>[Signature]</i>	2019	<i>[Signature]</i>	2019	<i>[Signature]</i>	2019																																																									



PLANTA DE VIGAS GABRIELERAS
Esc. 1/200

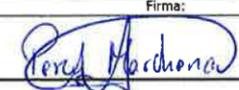
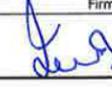
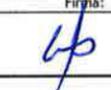


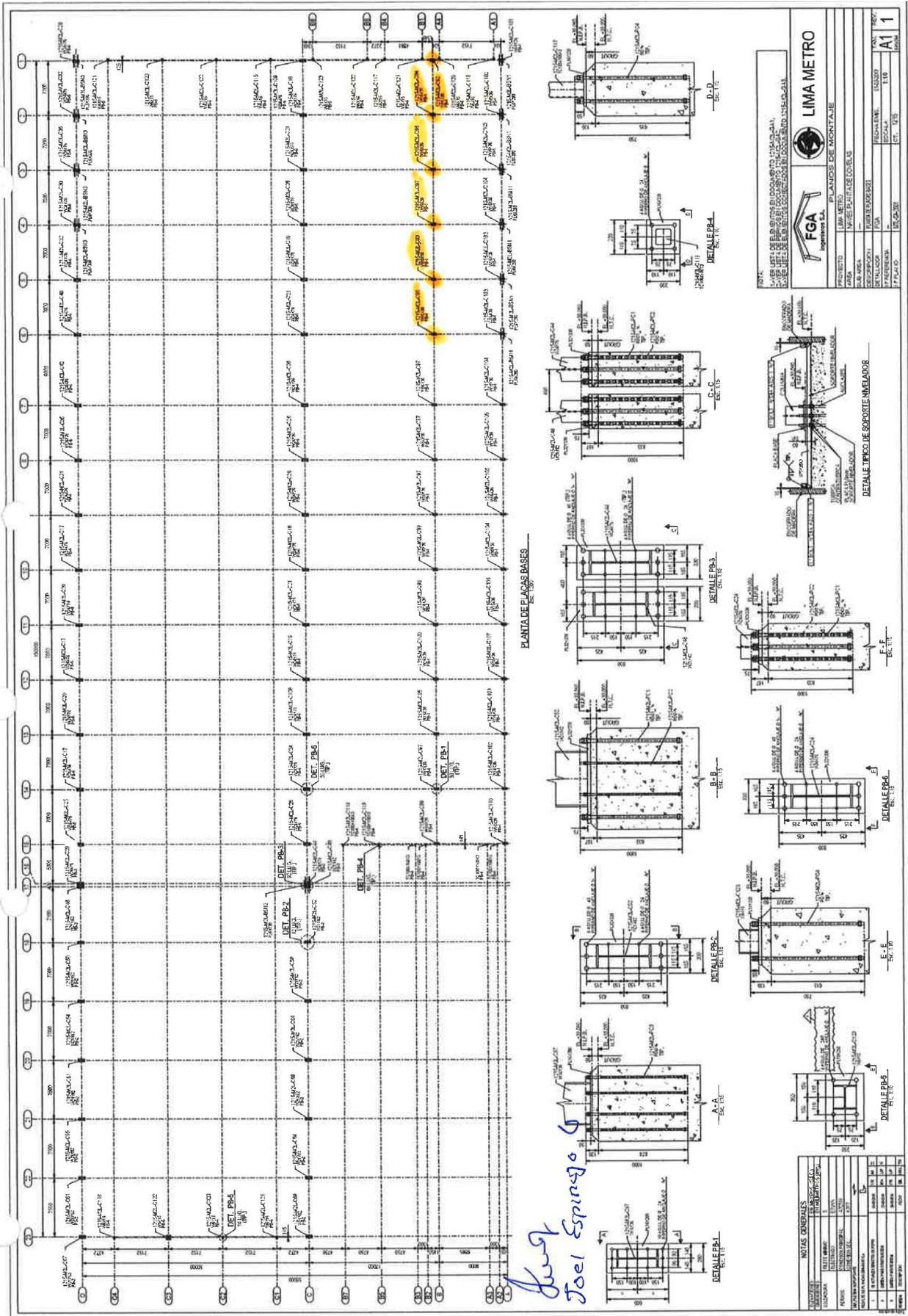
FGA
Ingeniería S.A.

LIMA METRO
PLANCHAS DE ACORTALE

PROYECTO	LIMA METRO
AREA	MAVESA PLANTA DE DORNELIS
DESCRIPCION	RECONSTRUCCION
FECHA	11/01/2011
PROYECTANTE	MTI-CARLOS
REVISOR	MTI
APROBADO	MTI
FECHA	11/01/2011
ESCALA	1:10
HOJA	110
TOTAL	110

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	ARMAZON DE ACORTALE	1	UNIDAD
2	RECONSTRUCCION	1	UNIDAD
3	RECONSTRUCCION	1	UNIDAD
4	RECONSTRUCCION	1	UNIDAD
5	RECONSTRUCCION	1	UNIDAD
6	RECONSTRUCCION	1	UNIDAD
7	RECONSTRUCCION	1	UNIDAD
8	RECONSTRUCCION	1	UNIDAD
9	RECONSTRUCCION	1	UNIDAD
10	RECONSTRUCCION	1	UNIDAD

	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	Código: 3059-P3-PC-EST-029-F1									
	REGISTRO DE ALINEAMIENTO Y VERTICALIDAD	Revisión: 0 Fecha: 20/08/2018 Página:									
PROYECTO : DISEÑO, DETALLAMIENTO, SUMINISTRO, FABRICACION, TRANSPORTE Y MONTAJE DE NAVES INDUSTRIALES PARA LA PLANTA DE DOVELAS		Nº CORRELATIVO : AV-002									
CLIENTE : CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA		UBICACIÓN: CALLAO									
VENUE: NAVES PLANTA DE DOVELAS		FECHA : 25/04/2019									
PLANO / DOC. REF.: MTL-GA-200											
ESTRUCTURAS : <input checked="" type="checkbox"/>											
ITEM	CODIGO DE ELEMENTO	ALTURA(mm)	VALOR NOMINAL		VALOR REAL		Δ VARIACION		EJES		RESULTADO
			NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	EJE B	EJE	
01	1215-M2L-C92 BASE	6900	4	0	0	-2	-4	-2	EJE B	EJE 1	C
02	1215-M2L-C92 SUPERIOR	6900	4	0	1	-2	-3	-2	EJE B	EJE 1	C
03	1215-M2L-C94 BASE	6900	7004	0	7003	2	-1	2	EJE B	EJE 2	C
04	1215-M2L-C94 SUPERIOR	6900	7004	0	7004	2	0	2	EJE B	EJE 2	C
05	1215-M2L-C96 BASE	6900	14004	0	14005	-2	1	-2	EJE B	EJE 3	C
06	1215-M2L-C96 SUPERIOR	6900	14004	0	14001	-4	-3	-4	EJE B	EJE 3	C
07	1215-M2L-C97 BASE	6900	21004	0	21003	0	-1	0	EJE B	EJE 4	C
08	1215-M2L-C97 SUPERIOR	6900	21004	0	21003	-2	-1	-2	EJE B	EJE 4	C
09	1215-M2L-C93 BASE	6900	28004	0	28007	0	3	0	EJE B	EJE 5	C
10	1215-M2L-C93 SUPERIOR	6900	28004	0	28005	-1	1	-1	EJE B	EJE 5	C
11	1215-M2L-C95 BASE	6900	35004	0	35005	2	1	2	EJE B	EJE 6	C
12	1215-M2L-C95 SUPERIOR	6900	35004	0	35004	0	0	0	EJE B	EJE 6	C
C : Conforme ; NC : No Conforme ; N/A : No Aplica											
EQUIPO:	ESTACION TOTAL	MODELO:	ZOOM 20 PRO 3" A4	FECHA DE CALIBRACIÓN:	14/01/2019						
MARCA:	GEOMAX	Nº DE SERIE:	2831590	FECHA DE VENCIMIENTO:	14/01/2020						
DATOS ADICIONALES :											
FGA		FGA		CC M2 LIMA		CC M2 LIMA					
Nombre/Cargo:	D:	Nombre/Cargo:	D:	Nombre/Cargo:	D:	Nombre/Cargo:	D:				
Percy G. Marchena G.	25	Carlos TIPIAN	25	Jael Espinoza	25	Diego Gonzalez	26				
TOPOGRAFO DE OBRA	M:	RESIDENTE DE OBRA	M:	TOPOGRAFO DE OBRA	M:	RESIDENTE DE OBRA	M:				
	04		04		04		4				
Firma:		Firma:		Firma:		Firma:					
	A:		A:		A:		A:				
	2019		2019		2019		19				



Joel Espinoza

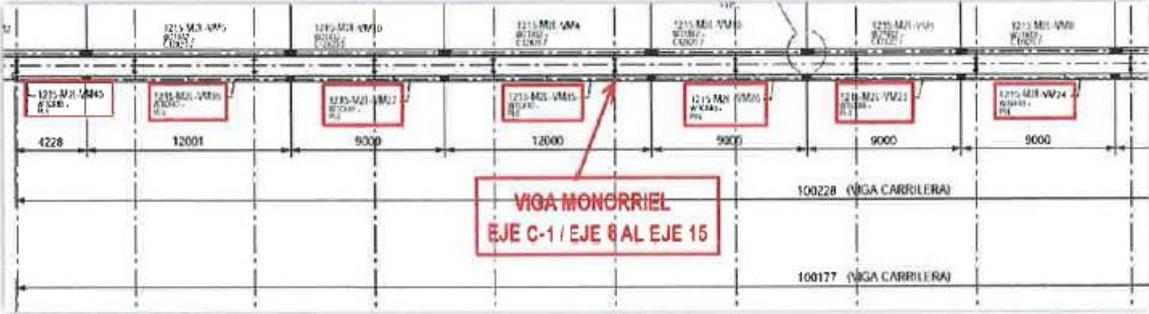
FGA
Ingeniería S.A.

LIMA METRO
PLAZA DE CAMBIOS EXE INCONTANTE

PROYECTO: LIMA METRO - PLAZA DE CAMBIOS EXE INCONTANTE
 AREA: 10000 m²
 ESTADIOS: 10000 m²
 PROFUNDIDAD: 10000 m²
 ESCALA: 1:10
 FECHA: 10/10/2017
 AUT. REV. A1 1

NOTAS GENERALES

1	REVISAR Y APROBADO	INGENIERO	INGENIERO
2	REVISAR Y APROBADO	INGENIERO	INGENIERO
3	REVISAR Y APROBADO	INGENIERO	INGENIERO
4	REVISAR Y APROBADO	INGENIERO	INGENIERO
5	REVISAR Y APROBADO	INGENIERO	INGENIERO

	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	Código: 3059-P3-PC-EST-022-F1						
	REGISTRO DE CONTROL TOPOGRÁFICO	Revisión: 0 Fecha: 20/08/2018 Página:						
PROYECTO : DISEÑO, DETALLAMIENTO, SUMINISTRO, FABRICACION, TRANSPORTE Y MONTAJE DE NAVES INDUSTRIALES PARA LA PLANTA DE DOVELAS			Nº CORRELATIVO :	N-072				
CLIENTE : CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA		UBICACIÓN: CALLAO		FECHA : 22/06/2019				
VENUE: NAVES PLANTA DE DOVELAS								
PLANO / DOC. REF.: MTL-GA-2005								
ESTRUCTURAS : <input checked="" type="checkbox"/>								
ITEM	ELEMENTO	PLANCHA BASE				EJES		RESULTADO
		N. TEÓRICO (mm)	N. REAL (mm)	Δ	TOLERAN.(mm)			
1	1215-M2L-VM34	44.960	44.961	1	+/- 2mm	EJE C-1	EJE6	C
2	1215-M2L-VM24	44.960	44.960	0	+/- 2mm	EJE C-1	EJE7	C
3	1215-M2L-VM25	44.960	44.961	1	+/- 2mm	EJE C-1	EJE8	C
4	1215-M2L-VM26	44.960	44.960	0	+/- 2mm	EJE C-1	EJE9	C
5	1215-M2L-VM35	44.960	44.960	0	+/- 2mm	EJE C-1	EJE10	C
6	1215-M2L-VM35	44.960	44.961	1	+/- 2mm	EJE C-1	EJE11	C
7	1215-M2L-VM27	44.960	44.960	0	+/- 2mm	EJE C-1	EJE12	C
8	1215-M2L-VM36	44.960	44.961	1	+/- 2mm	EJE C-1	EJE13	C
9	1215-M2L-VM36	44.960	44.961	1	+/- 2mm	EJE C-1	EJE14	C
10	1215-M2L-VM40	44.960	44.961	1	+/- 2mm	EJE C-1	EJE15	C
C : Conforme ; NC : No Conforme ; N/A : No Aplica								
								
EQUIPO: ESTACION TOTAL		MODELO: ZOOM 20 PRO 3" A4		FECHA DE CALIBRACIÓN: 14/01/2019				
MARCA: GEOMAX		N° DE SERIE: 2831590		FECHA DE VENCIMIENTO: 14/01/2020				
DATOS ADICIONALES : <hr/> <hr/> <hr/>								
FGA Nombre/Cargo: D: <i>Percy G. Maldonado</i> 22 M: TOPOGRAFO DE OBRA Firma: 06 <i>Percy Maldonado</i> A: 2019		FGA Nombre/Cargo: D: <i>Carlos Tristán</i> 22 M: RESIDENTE DE OBRA Firma: 06 <i>[Signature]</i> A: 2019		CC M2 LIMA Nombre/Cargo: D: <i>Joel Espinoza</i> 022 M: TOPOGRAFO DE OBRA Firma: 06 <i>[Signature]</i> A: 2019		CC M2 LIMA Nombre/Cargo: D: <i>Carlos Gonzalez</i> 28 M: RESIDENTE DE OBRA Firma: 7 <i>[Signature]</i> A: 19		

	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	Código: 3059-P3-PC-ES	
	REGISTRO DE CONTROL TOPOGRÁFICO	Revisión: 0 Fecha: 20/08/2018	
PROYECTO : LIMA METRO CLIENTE : CONSORCIO CONSTRUCTOR M2 LIMA		Página:	L-005
UBICACIÓN: CALLAO		Nº Reg :	FECHA : 25/07/2019
VENUE: NAVES PLANTA DE DOVELAS			
PLANO / DOC. REF.:			
DESCRIPCION : RIELES DE VIGAS MONORRIEL			
ESTRUCTURAS : <input checked="" type="checkbox"/>			

Coordenadas teoricas Alineacion Eje "B2"				Coordenadas teoricas Alineacion Eje "C1"			
P1	E-271180.8496	N-8668990.1494	B=-1	P1	E-271166.6410	N-8668983.1095	B=-1
P2	E-271125.4662	N-8668900.4555	C=-mX1+Y1	P2	E-271211.2798	N-8668893.3708	C=-mX1+Y1

NAVE DE MONTAJE DE ARMADURA													
Prog	Riel Eje "B2"			Distancia 15.857		Riel Eje "C1"			Prog	Cota			
	Este	Norte	Offset (mm)	Distancia Campo	Diferenc. (mm)	Offset (mm)	Este	Norte		Eje "B2" (mm)	Eje "C1" (mm)	Des. Eje B2 (mm)	Des. Eje C1 (mm)
0+025.50	271192.2078	8668967.3183	-1.1	15.8602	3.2	2.0	271177.9960	8668960.2777	0+025.50	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+026.00	271192.4308	8668966.8708	-1.5	15.8604	3.4	1.9	271178.2188	8668959.8301	0+026.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+026.50	271192.6538	8668966.4232	-1.8	15.8606	3.6	1.7	271178.4416	8668959.3825	0+026.50	45.4230	0.0	45.4240	1.0
0+027.00	271192.8767	8668965.9757	-2.1	15.8608	3.8	1.7	271178.6643	8668958.9348	0+027.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+027.50	271193.0993	8668965.5280	-2.0	15.8608	3.8	1.8	271178.8869	8668958.4871	0+027.50	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+028.00	271193.3215	8668965.0801	-1.5	15.8605	3.5	2.1	271179.1094	8668958.0393	0+028.00	45.4240	1.0	45.4230	0.0
0+028.50	271193.5437	8668964.6322	-0.9	15.8602	3.2	2.2	271179.3319	8668957.5916	0+028.50	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+029.00	271193.7659	8668964.1842	-0.3	15.8597	2.7	2.4	271179.5545	8668957.1438	0+029.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+029.50	271193.9881	8668963.7363	0.2	15.8593	2.3	2.5	271179.7770	8668956.6961	0+029.50	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+030.00	271194.2103	8668963.2884	0.7	15.8590	2.0	2.8	271179.9995	8668956.2483	0+030.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+031.00	271194.4325	8668962.8405	1.8	15.8579	0.9	2.7	271180.2220	8668955.8005	0+031.00	45.4230	0.0	45.4240	1.0
0+032.00	271195.0991	8668961.4968	2.9	15.8565	-0.5	2.4	271180.8906	8668954.4578	0+032.00	45.4240	1.0	45.4250	2.0
0+033.00	271195.5443	8668960.6013	3.1	15.8562	-0.8	2.3	271181.3360	8668953.5625	0+033.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+034.00	271195.9902	8668959.7063	2.5	15.8568	-0.2	2.3	271181.7814	8668952.6671	0+034.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+035.00	271196.4362	8668958.8112	1.8	15.8575	0.5	2.3	271182.2268	8668951.7718	0+035.00	45.4240	1.0	45.4230	0.0
0+036.00	271196.8822	8668957.9162	1.1	15.8583	1.3	2.4	271182.6721	8668950.8764	0+036.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+037.00	271197.3278	8668957.0209	0.9	15.8587	1.7	2.5	271183.1173	8668949.9810	0+037.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+038.00	271197.7734	8668956.1257	0.6	15.8586	1.6	2.2	271183.5630	8668949.0858	0+038.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+039.00	271198.2190	8668955.2305	0.3	15.8584	1.4	1.7	271184.0088	8668948.1907	0+039.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+040.00	271198.6645	8668954.3352	0.2	15.8582	1.2	1.4	271184.4544	8668947.2955	0+040.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+041.00	271199.1101	8668953.4400	-0.1	15.8586	1.6	1.6	271184.8997	8668946.4000	0+041.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+042.00	271199.5546	8668952.5442	0.9	15.8576	0.6	1.5	271185.3451	8668945.5047	0+042.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+043.00	271199.9987	8668951.6482	2.3	15.8552	-1.8	0.6	271185.7913	8668944.6098	0+043.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+044.00	271200.4429	8668950.7523	3.6	15.8540	-3.0	0.7	271186.2366	8668943.7144	0+044.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+045.00	271200.8871	8668949.8563	5.0	15.8535	-3.5	1.5	271186.6812	8668942.8187	0+045.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+046.00	271201.3323	8668948.9614	4.1	15.8549	-2.1	2.0	271187.1261	8668941.9231	0+046.00	45.4250	2.0	45.4240	1.0
0+047.00	271201.7779	8668948.0666	2.9	15.8563	-0.7	2.1	271187.5714	8668941.0277	0+047.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+048.00	271202.2235	8668947.1719	1.5	15.8577	0.7	2.2	271188.0167	8668940.1329	0+048.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+049.00	271202.6729	8668946.2771	0.2	15.8586	1.6	1.7	271188.4625	8668939.2372	0+049.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+050.00	271203.1195	8668945.3824	-1.2	15.8594	2.4	1.2	271188.9084	8668938.3421	0+050.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+051.00	271203.5660	8668944.4876	-2.5	15.8604	3.4	0.9	271189.3540	8668937.4469	0+051.00	45.4230	0.0	45.4240	1.0
0+052.00	271204.0104	8668943.5918	-1.4	15.8597	2.7	1.3	271189.7990	8668936.5514	0+052.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+053.00	271204.4542	8668942.6956	0.4	15.8583	1.3	1.7	271190.2440	8668935.6558	0+053.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+054.00	271204.8979	8668941.7995	2.2	15.8570	0.0	2.3	271190.6889	8668934.7602	0+054.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+055.00	271205.3429	8668940.9039	2.7	15.8571	0.1	2.8	271191.1338	8668933.8647	0+055.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+056.00	271205.7882	8668940.0086	2.7	15.8576	0.6	3.3	271191.5787	8668932.9691	0+056.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+057.00	271206.2336	8668939.1132	2.7	15.8578	0.8	3.5	271192.0239	8668932.0737	0+057.00	45.4240	1.0	45.4230	0.0
0+058.00	271206.6791	8668938.2180	2.5	15.8571	0.1	2.7	271192.4700	8668931.1787	0+058.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+059.00	271207.1246	8668937.3226	2.4	15.8564	-0.6	1.9	271192.9161	8668930.2837	0+059.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+060.00	271207.5699	8668936.4273	2.5	15.8567	-0.3	2.2	271193.3612	8668929.3882	0+060.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+061.00	271208.0152	8668935.5319	2.6	15.8571	0.1	2.7	271193.8061	8668928.4926	0+061.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+062.00	271208.4605	8668934.6365	2.7	15.8571	0.1	2.8	271194.2514	8668927.5973	0+062.00	45.4230	0.0	45.4240	1.0
0+063.00	271208.9059	8668933.7412	2.6	15.8570	0.0	2.6	271194.6969	8668926.7020	0+063.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+064.00	271209.3512	8668932.8458	2.7	15.8564	-0.6	2.1	271195.1427	8668925.8069	0+064.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+065.00	271209.7965	8668931.9504	2.8	15.8557	-1.3	1.5	271195.5887	8668924.9118	0+065.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+066.00	271210.2418	8668931.0550	2.9	15.8567	-0.3	2.6	271196.0330	8668924.0160	0+066.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+067.00	271210.6874	8668930.1598	2.6	15.8571	0.1	2.8	271196.4783	8668923.1205	0+067.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+068.00	271211.1331	8668929.2646	2.3	15.8569	-0.1	2.1	271196.9242	8668922.2255	0+068.00	45.4240	1.0	45.4230	0.0
0+069.00	271211.5785	8668928.3693	2.1	15.8563	-0.7	1.5	271197.3702	8668921.3304	0+069.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0
0+070.00	271212.0238	8668927.4739	2.3	15.8560	-1.0	1.3	271197.8157	8668920.4351	0+070.00	45.4240	1.0	45.4240	1.0

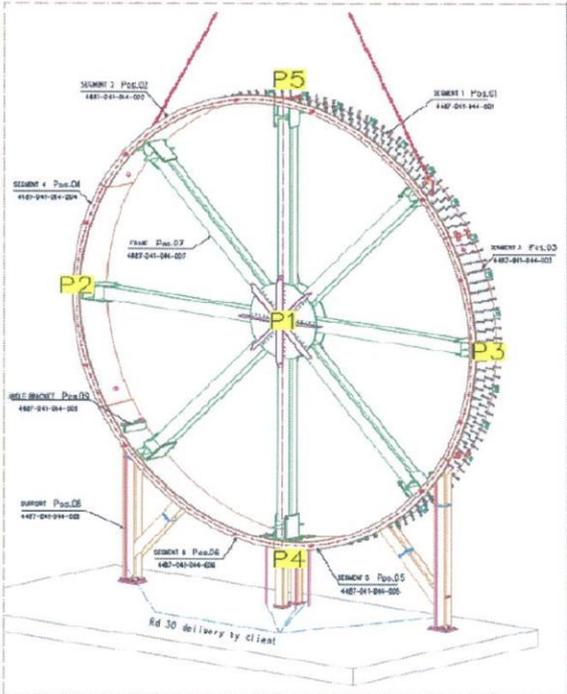
EQUIPO: ESTACION TOTAL **MODELO:** ZOOM 20 PRO 3" A4 **FECHA DE CALIBRACIÓN:** 14/06/2019
MARCA: GEOMAX **Nº DE SERIE:** 2831590 **FECHA DE VENCIMIENTO:** 14/12/2019

DATOS ADICIONALES :

FGA Nombre/Cargo: <i>Percy G. Marchena</i> TOPOGRAFO DE OBRA Firma: <i>Percy Marchena</i>	D: 25 M: 07 A: 2019	FGA Nombre/Cargo: <i>Cecilia T. Pizarro</i> RESIDENTE DE OBRA Firma: <i>Cecilia T. Pizarro</i>	D: 25 M: 07 A: 2019	CC M2 LIMA Nombre/Cargo: <i>José Espinoza</i> TOPOGRAFO DE OBRA Firma: <i>José Espinoza</i>	D: 25 M: 07 A: 2019	CC M2 LIMA Nombre/Cargo: <i>José G. Gamba</i> RESIDENTE DE OBRA Firma: <i>José G. Gamba</i>	D: 25 M: 07 A: 2019
--	------------------------------------	---	------------------------------------	--	------------------------------------	--	------------------------------------

Anexo 7: Protocolo de Sistema del Sellado TBM S-973

	REGISTRO				PTC-CA-0011
	REPORTE TOPOGRAFICO / ALINEACION DE ELEMENTOS				Revision: 01
					Fecha: 23/02/2017 Pag. 1 de 1
Ubicación: Estacion N° 4					Fecha:
Estructura: Anillo de Estanquedad					
Sector: Anillo de Encofrado					
BMs: G0, G1, G3, G6			Estación:		
Equipo Topografico: Estacion Total Leica TS 16 de 3" Serie 3203527					
ITEM	ACTIVIDAD	SI	NO	N.A.	OBSERVACIONES
1	Comprobacion de BMs de referencia	✓			
2	Ubicación de Puntos Auxiliares		✓		
3	Trazo y Replanteo de ejes (Muros guia; losas, otros)	✓			
4	Replanteo y verificacion de encofrados (Muros guia, losas, otros)	✓			
5	Colocación de niveles	✓			
6	Verticalidad y alineamiento	✓			
7	Levantamiento Topográfico	✓			
8	Otros		✓		



Puntos de Replanteados (m)									
Punto	Nominal			Campo			Diferencias		
	Offset	Pk	Cota	Offset	Pk	Cota	Offset	Pk	Cota
P1	0.000	0.800	23.000	0.001	0.801	22.998	-0.001	-0.001	0.002
P2	-5.324	0.868	23.000	-5.325	0.864	22.999	0.001	0.004	0.001
P3	5.328	0.865	23.000	5.326	0.865	22.998	0.002	0.000	0.002
P4	0.000	0.861	17.673	0.002	0.861	17.674	-0.002	0.000	-0.001
P5	0.000	0.863	28.322	0.001	0.863	28.320	-0.001	0.000	0.002

Observaciones:	Liberación de Montaje de Anillo de Encofrado (metálico) Verticalidad alineación y Niveles				
	Plano Referencia-ML2-CML-2L2-C-006-SINS-OCSTR-DIS-PL-9018-00				

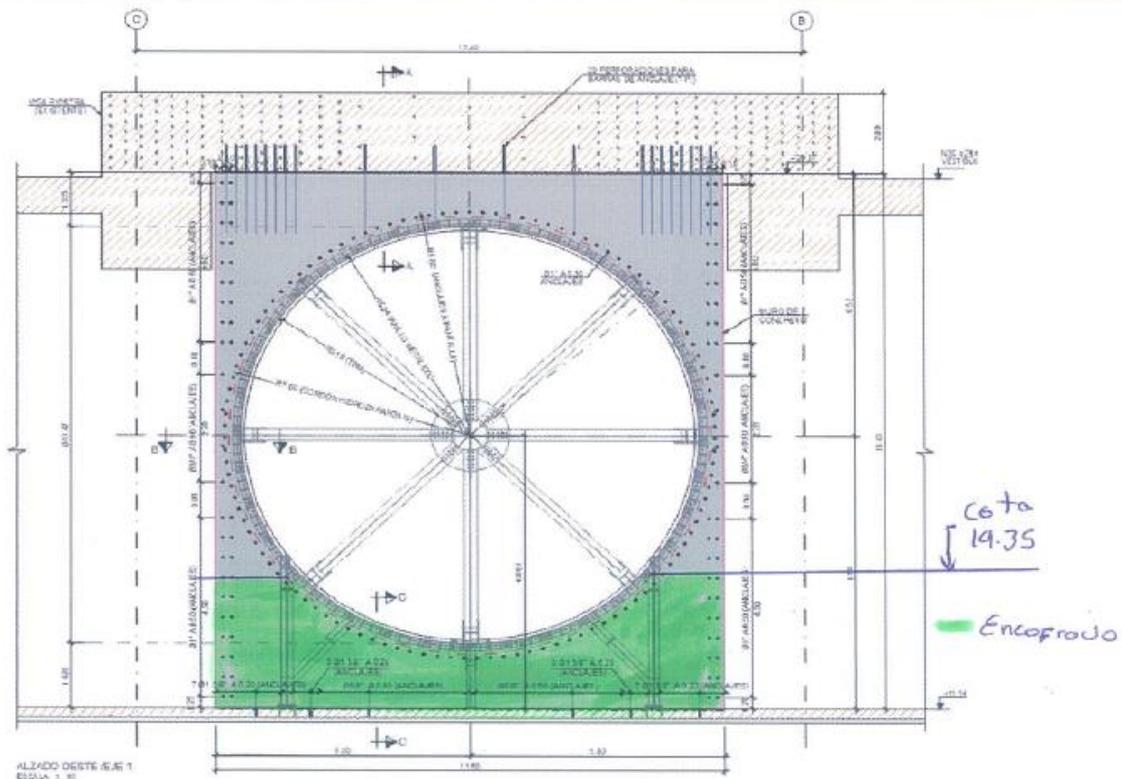
Topografía o Produccion Subcontratista	Topografía o Produccion CCM2L	Topografía Supervisión
Nombre / Firma:	Nombre / Firma: <i>Joel Espinoza O.</i>	Nombre / Firma: <i>[Signature]</i>
Fecha y Hora:	Fecha y Hora: 07-12-2021	Fecha y Hora: 07-12-2021



	REGISTRO	PTC-CA-0011
	REPORTE TOPOGRAFICO / ALINEACION DE ELEMENTOS	Revision: 01
		Fecha: 23/02/2017
		Pag. 1 de 1

Ubicación: Estacion N° 4	Fecha:
Estructura: Anillo de Estanquedad	
Sector: Encofrado	
BMs: G0, G1, G3, G6	Estación:
Equipo Topografico: Estacion Total Leica TS 16 de 3" Serie 3203527	

ITEM	ACTIVIDAD	SI	NO	N.A.	OBSERVACIONES
1	Comprobacion de BMs de referencia	✓			
2	Ubicación de Puntos Auxiliares		✓		
3	Trazo y Replanteo de ejes (Muros guia; losas, otros)	✓			
4	Replanteo y verificación de encofrados (Muros guia, losas, otros)	✓			
5	Colocación de niveles	✓			
6	Verticalidad y alineamiento	✓			
7	Levantamiento Topográfico		✓		
8	Otros		✓		



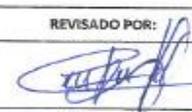
Observaciones: Liberación de Ecofrado en Anillo Estanco
 Plano Referencia-ML2-CML-2L2-C-006-SINS-OCMEC-DIS-PL-9001-00, 9002-00, 9015-00, 9016-00, 9017-00, 9018-00

Topografía o Produccion Subcontratista	Topografía o Produccion CCM2L	Topografía Supervisión
Nombre / Firma:	Nombre / Firma: <i>Joel Espinoza O.</i>	Nombre / Firma:
Fecha y Hora:	Fecha y Hora: 22-12-2021	Fecha y Hora: 22-12-2021



Anexo 8: Verificación de Equipos Topográficos de Sub Contratistas

00000125

		REGISTRO TOPOGRAFIA				PTC-CA-0033	
		CONTROL Y VERIFICACION DE ESTACIONES TOTALES				REVISION: 01	
						01/03/2016	
						Página 1 de 1	
EQUIPO	ESTACION TOTAL	MARCA	LEICA	FECHA	01-04-2019		
MODELO	TS 06 PLUS	PRECISION ANGULAR	3"	TOLERANCIA EN ANG.	3"		
N° SERIE	1389398	PRECISION EN DISTANCIA	1.5 mm + 2 PPM	TOLERANCIA EN DIST.	1.5 mm		
BASES DE VERIFICACION	DV-1 @ DV-2		DIST. HORIZONTAL	200.5790			
ANGULOS							
HORIZONTAL				VERTICAL			
SERIE 1	CD 00°00'00"	Diferencia con 180°00'00"		SERIE 1	CD 90°07'22"	Suma CD y CI y diferencia con 360°00'00"	
	CI 180°00'01"	+ 00°00'01"			CI 269°52'40"	+ 00°00'02"	
SERIE 2	CD 00°00'00"	Diferencia con 180°00'00"		SERIE 2	CD 90°07'21"	Suma CD y CI y diferencia con 360°00'00"	
	CI 179°59'59"	- 00°00'01"			CI 269°52'39"	00°00'00"	
SERIE 3	CD 00°00'00"	Diferencia con 180°00'00"		SERIE 3	CD 90°07'22"	Suma CD y CI y diferencia con 360°00'00"	
	CI 180°00'01"	+ 00°00'01"			CI 269°52'40"	+ 00°00'02"	
Media Series				Media Series			
INCIDENCIA PLANIMETRICA DEL ERROR EN REPLANTEO A 100 MTS				INCIDENCIA ALTIMETRICA DEL ERROR EN REPLANTEO A 100 MTS			
DISTANCIA							
HORIZONTAL							
SERIE 1	CD 200.5804	Promedio Serie 1 CD y CI		Diferencia con teorica			
	CI 200.5806	200.5805		+ 0.0015			
SERIE 2	CD 200.5807	Promedio Serie 2 CD y CI		Diferencia con teorica			
	CI 200.5803	200.5805		+ 0.0015			
SERIE 3	CD 200.5804	Promedio Serie 3 CD y CI		Diferencia con teorica			
	CI 200.5806	200.5805		+ 0.0015			
Media Series				Diferencia media			
OBSERVACIONES: ET de 1cc - TOLERANCIA ANGULAR 15cc ET de 3cc - TOLERANCIA ANGULAR 30cc							
DISPOSICION DEL EQUIPO		REVISADO POR:			PROXIMA REVISION		
APTO	NO APTO	Firma: 					
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nombre: Erick Puchi Faboya					

Jesús Joel Espinoza

00000136

 CONSTRUCTOR M2 LIMA		REGISTRO			PTC-CA-0033	
		TOPOGRAFIA			REVISION: 01	
		CONTROL Y VERIFICACION DE ESTACIONES TOTALES			01/03/2016	
					Pagina 1 de 1	
EQUIPO	ESTACION TOTAL	MARCA	LEICA	FECHA	01 - 04 - 2019	
MODELO	TS 06 PLUS	PRECISION ANGULAR	3"	TOLERANCIA EN ANG.	3"	
N° SERIE	1386227	PRECISION EN DISTANCIA	1.5 mm + 2 PPM	TOLERANCIA EN DIST.	1.5 mm	
BASES DE VERIFICACION	DV-1 @ DV-2		DIST. HORIZONTAL	200.5790		
ANGULOS						
HORIZONTAL				VERTICAL		
SERIE 1	CD 00°00'00"	Diferencia con 180°00'00"		SERIE 1	CD 90°16'43"	Suma CD y CI y diferencia con 360°00'00"
	CI 180°00'03"	+ 00°00'03"			CI 269°43'16"	- 00°00'01"
SERIE 2	CD 00°00'00"	Diferencia con 180°00'00"		SERIE 2	CD 90°16'42"	Suma CD y CI y diferencia con 360°00'00"
	CI 180°00'01"	+ 00°00'01"			CI 269°43'17"	- 00°00'01"
SERIE 3	CD 00°00'00"	Diferencia con 180°00'00"		SERIE 3	CD 90°16'44"	Suma CD y CI y diferencia con 360°00'00"
	CI 180°00'01"	+ 00°00'01"			CI 269°43'16"	+ 00°00'00"
		Media Series				Media Series
INCIDENCIA PLANIMETRICA DEL ERROR EN REPLANTEO A 100 MTS				INCIDENCIA ALTIMETRICA DEL ERROR EN REPLANTEO A 100 MTS		
DISTANCIA						
HORIZONTAL						
SERIE 1	CD 152.4762	Promedio Serie 1 CD y CI	Diferencia con teorica			
	CI 152.476	152.4761	+ 0.0004			
SERIE 2	CD 152.4752	Promedio Serie 2 CD y CI	Diferencia con teorica			
	CI 152.4759	152.4755	- 0.0002			
SERIE 3	CD 152.476	Promedio Serie 3 CD y CI	Diferencia con teorica			
	CI 152.4759	152.4759	+ 0.0002			
		Media Series	Diferencia media			
OBSERVACIONES: ET de 1cc - TOLERANCIA ANGULAR 15cc ET de 3cc - TOLERANCIA ANGULAR 30cc						
DISPOSICION DEL EQUIPO		REVISADO POR:		PROXIMA REVISION		
APTO	NO APTO	Firma: 		15-04-2019		
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nombre: Soel Ramirez Flores				

Soel Ramirez Flores

00000203

 CONSTRUCTOR M2 LIMA	REGISTRO					PTC-CA-0032
	TOPOGRAFIA					REVISION:01
	CONTROL Y VERIFICACION DE NIVELES					1/03/2016
						Página 1 de 1
EQUIPO	NIVEL AUTOMATICO	MODELO	PENTAX AP-228	N° SERIE	642683	01-05-19
PRECISION SOBRE MIRA NORMAL	1 mm		TOLERANCIA EN DESNIVEL	1 mm		
DESNIVEL PUNTO MEDIO						
MEDIDA 1	Lecturas		MEDIDA 2	Lecturas		
	Espalda	1.428		Espalda	1.444	
	Frente	1.260		Frente	1.276	
	Desnivel	0.168		Desnivel	0.168	
DESNIVEL PUNTO EXTREMO						
MEDIDA 1	Lecturas		MEDIDA 2	Lecturas		
	Espalda	1.440		Espalda	1.451	
	Frente	1.272		Frente	1.283	
	Desnivel	0.168		Desnivel	0.168	
DIFERENCIAS						
PTO.MEDIO & PTO.EXTREMO MEDIDA 1			PTO.MEDIO & PTO.EXTREMO MEDIDA 2			
+- 0			+- 0			
OBSERVACIONES :						
DISPOSICION DEL EQUIPO		REVISADO POR:			PROXIMA REVISION	
APTO	NO APTO	Firma:			15-05-2019	
		Nombre: Erick Purchi Fabara				

Joel Espinoza O.

Anexo 9: Plan General de Topografía Consorcio Constructor M2 Lima**Procedimiento de gestión****PG-CML- 350****CONSORCIO
CONSTRUCTOR
M2
LIMA****PLAN GENERAL DE TOPOGRAFÍA**

Edición: 00

Fecha : 16-05-2016

Aprobado por:

Ramón Fernández-Reyes Luis

**Línea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta De La Red Básica Del
Metro De Lima y Callao**

Plan: PG-CML-350
 Revisión: 00
 Fecha: 16 - Mayo - 2016



CONSORCIO
**CONSTRUCTOR
 M2
 LIMA**

CONTROL DE EMISIÓN

Edic. N°	Fecha	Descripción	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
0	16/05/2016	Inicial	Javier Martín Jefe Dpto. Topografía	Óscar Pérez Hernández Gerente de Calidad y Medioambiente	Ramón Fernández-Reyes Luis Director de Obra

Firmas de la revisión vigente

Javier Martín de la Iglesia
 Javier Martín de la Iglesia
 Jefe de Topografía
 Consorcio Constructor M2 Lima



Ramón Fernández-Reyes Luis
 Ramón Fernández-Reyes Luis
 Director de Obra
 Consorcio Constructor M2 Lima

Plan PG-CML-350
 Revisión: 00
 Fecha: 16 – Mayo - 2016



CONSORCIO
 CONSTRUCTOR
 M2
 LIMA

Índice de Contenido

1.	OBJETO	4
2.	ALCANCE	4
3.	RESPONSABILIDADES	4
4.	PROCESO	6
4.1	Medios a Emplear	6
4.1.1	Personal	6
4.1.2	Materiales	7
4.2	Unidades y Convenios	8
4.2.1	Unidades	8
4.2.2	Convenios	8
4.2.3	Controles	8
4.3	Comprobación de bases	8
4.4	Replanteo Inicial	9
4.5	Toma de datos del terreno inicial	9
4.6	Establecimiento de nuevas bases	10
4.7	Replanteos	10
4.8	Control geométrico	11
4.9	Verificación de equipos	11
4.10	Programación de replanteos	11
4.11	Control de documentación	12
4.12	Otros	12
ANEJO 1	13
ANEJO 2	15

Plan PG-CML-350
 Revisión: 00
 Fecha: 16 – Mayo - 2016



1. OBJETO

El objeto de este documento es aportar directrices para la elaboración de un Plan de Topografía referenciado en el Procedimiento General de Control de Documentación PG-CML-305,.

Los contenidos aquí incluidos son orientativos, debiendo realizar cada obra un Plan específico de Topografía adaptado a las circunstancias de la misma.

2. ALCANCE

Es aplicable a todas las obras de CCM2LC. En particular, de acuerdo con el PG-CML-305, aplicará a aquellas obras en las que exista la necesidad de efectuar un control y seguimiento de los trabajos de topografía.

3. RESPONSABILIDADES

De acuerdo con los procedimientos generales de la empresa, las responsabilidades de realización y aplicación del Plan de Topografía recaen en los máximos responsables de la obra (y Director de Construcción y Director de Obra).

Las responsabilidades del Plan de Topografía se incluyen a continuación

DIRECTOR DE CONSTRUCCIÓN:

- Realizar las gestiones para disponer los medios necesarios para acometer los trabajos de acuerdo con la secuencia prevista en la planificación técnica.
- Verificar que se aplica el Plan de Calidad.
- Verificar que se aplican las disposiciones sobre Seguridad y Salud.
- Aprobar la resolución de las No Conformidades o proponer a la Dirección de Obra soluciones para las mismas (según proceda), ordenar su resolución y aprobar su cierre.

JEFE DE DEPARTAMENTO TÉCNICO:

- Gestionar la elaboración de la documentación técnica.
- Gestionar la obtención de la documentación adicional que se precise de servicios técnicos, Asistencia Técnica o Dirección de Obra.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA:

- Verificar la elaboración de la documentación técnica relativa a los trabajos de topografía.
- Coordinar las necesidades de trabajos topográficos demandados por los jefes de topografía de las obras.

Plan PG-CML-350
 Revisión: 00
 Fecha: 16 – Mayo - 2016



- Determinar los equipos necesarios para el desarrollo de los trabajos de topografía que demanden las diferentes obras.
- Coordinar con los Jefes de Topografía de las diferentes obras las necesidades tanto materiales como de personal.
- Verificar que se aplica el Procedimiento de Control de la Documentación para asegurar que los listados de replanteo se encuentran debidamente actualizados y controlados.
- Gestionar la realización en tiempo y forma de las mediciones de la obra.
- Controlar el cumplimiento del Plan de Aseguramiento de la Calidad en las tareas topográficas.
- Verificar que los aparatos topográficos se encuentran debidamente calibrados y son chequeados con la periodicidad establecida en el programa de control de los equipos topográficos.
- Redactar y tramitar los Informes de No Conformidades que procedan y llevar a efecto las medidas que se adopten para su resolución.

JEFES DE TOPOGRAFÍA DE OBRA:

- Elaborar el plan de topografía de su obra.
- Gestionar la elaboración de la documentación técnica relativa a los trabajos de topografía.
- Coordinar las necesidades de trabajos topográficos demandados por los responsables de producción, mediciones y control geométrico.
- Determinar los equipos necesarios, materiales y de personal, para el desarrollo de los trabajos de topografía que demanden las diferentes obras y gestionar su solicitud ante el Jefe del Departamento de Topografía
- Verificar que se aplica el Procedimiento de Control de la Documentación para asegurar que los listados de replanteo se encuentran debidamente actualizados y controlados.
- Gestionar la realización en tiempo y forma de las mediciones de la obra.
- Controlar el cumplimiento del Plan de Aseguramiento de la Calidad en las tareas topográficas.
- Verificar que los aparatos topográficos se encuentran debidamente calibrados y son chequeados con la periodicidad establecida en el programa de control de los equipos topográficos.
- Redactar y tramitar los Informes de No Conformidades que procedan y llevar a efecto las medidas que se adopten para su resolución.

Plan PG-CML-350
 Revisión: 00
 Fecha: 16 – Mayo - 2016



CONSORCIO
 CONSTRUCTOR
 M2
 LIMA

JEFES DE OBRA:

- Incluir en los Programas de Puntos de Inspección las comprobaciones topográficas necesarias.
- Evaluar y someter a la consideración del Director de construcción los efectos de la No Conformidades que se produzcan como consecuencia de trabajos topográficos no conformes, proponiendo soluciones.

JEFES DE PRODUCCIÓN:

- Prever, con la suficiente antelación, las necesidades topográficas en los tajos bajo su responsabilidad e involucrar al personal a su cargo en correcto desarrollo de los trabajos de producción garantizando el mantenimiento de las señales o marcas topográficas necesarias para el desarrollo de los trabajos estos y la utilización de planos o croquis donde se reflejen los elementos constructivos a ejecutar.

TOPÓGRAFOS:

- Utilizar siempre listados debidamente actualizados y controlados.
- Controlar que los aparatos bajo su responsabilidad se encuentran debidamente calibrados y proceder a su comprobación con la periodicidad establecida.
- Aplicar el Plan de Calidad en su trabajo, realizando las comprobaciones necesarias.
- Adoptar las medidas de Seguridad y Salud que les sean propias.
- Comunicar las incidencias o desviaciones que pudieran dar lugar a No Conformidades.

ENCARGADOS Y CAPATACES:

- Realización de replanteos y comprobaciones básicas a partir de las referencias o indicaciones del equipo de topografía donde solo sea necesario el uso de metros de mano, niveles de burbuja, etc.
- Utilización e interpretación de planos o croquis distribuidos por la oficina técnica de obra

4. PROCESO

4.1 Medios a Emplear

4.1.1 Personal

Todos los responsables de trabajos topográficos deberán poseer la cualificación adecuada para las labores que deben realizar.



4.1.2 Materiales

Para el desarrollo de los trabajos se cuenta con el siguiente equipo:

Nombre del Equipo	Modelo	Serie
Estación Total	MS50	369504
Estación Total	TS15A	1669355
Estación Total	TS15A	1669263
Estación Total	TS15A	1669354
Estación Total	TS15P	1669078
Estación Total	TS15P	1669117
GNSS	GS14	2872615
GNSS	GS14	2872262
Nivel digital	DNA-03	348333
Nivel láser	RUGBY 620	15236203218
Estación Total	TS15A	1669143
Estación Total	TS15A	1669636
Estación Total	TS15A	1669882
Estación Total	TS15A	1669892
Nivel digital	DNA-03	348464
GNSS	GS14	2872627
GNSS	GS14	2872609

Este listado es el inicial, los equipos aumentarán según necesidades.

- Estaciones totales de tipo MS 50, de 1^{cc} segundos de precisión o similares, para trabajos de precisión, con sistemas de almacenamiento de datos (Poligonales principales en túneles, enlaces entre estaciones y pozos ,etc.).
- Estaciones totales de tipo TS 15, de 1^{cc} o 3^{cc} segundos de precisión, para medida de perfiles y otros trabajos en túneles, obra civil, levantamientos topográficos, etc.
- Equipos de GPS para implantación de redes Geodésicas, base de replanteo, levantamientos topográficos, etc.
- Niveles digitales u ópticos para trabajos de líneas de nivelación y transmisión de desniveles geométricos de precisión como montajes de vía etc.

Los programas informáticos de obtención y cálculo de datos utilizados son:

- Ispol

Plan PG-CML-350
 Revisión: 00
 Fecha: 16 - Mayo - 2016



- MDT
- Autocad
- Civil3D
- TCP Tunel
- Clip
- Leica GeoOffice.

4.2 Unidades y Convenios

4.2.1 Unidades

Para distancias, cotas y coordenadas en general se utiliza el metro como unidad de medida. Los ángulos son centesimales, con progresión azimutal en sentido horario.

4.2.2 Convenios

El elemento más comúnmente utilizado en los replanteos son las estacas si bien pueden utilizarse otros medios alternativos acordes con el tipo de obra.

Habitualmente se indican en la estaca o elemento de referencia, los datos o información necesaria para ejecutar la unidad de obra correspondiente, por ejemplo distancias, desniveles, cotas, pendientes, puntos kilométricos, etc. Las cotas se escribirán con su signo, (-) para desmontes y excavaciones y (+) para terraplenes y rellenos.

De forma análoga, en caso de indicarse distancias horizontales, en la propia estaca se suele poner una flecha indicando el sentido de dicha distancia.

Igualmente debe procederse si se utilizan otros medios de replanteo (clavos, trozos de ferralla, angulares, etc.).

4.2.3 Controles

Es habitual establecer un código de colores para las cabezas de las estacas de replanteo, de modo que dicho color sea representativo de los elementos replanteados. Al menos para las principales unidades (eje, desmontes, terraplenes, expropiaciones, etc.) establecer una serie de colores básicos que permitan diferenciar cada replanteo. Dichos colores se materializan mediante pintura o encintados.

4.3 Comprobación de bases

Antes del comienzo de los trabajos topográficos propios de las unidades de obra debe realizarse la comprobación de las bases de replanteo del proyecto. En los trabajos en túnel se realizará una poligonal mediante un itinerario cerrado, utilizando el equipo disponible de mayor precisión por topografía clásica. La tolerancia de cierre se establecerá en función del método e instrumento empleado siendo habitual una elipse de error en los cálculos de ± 1 cm en xyz. En los trabajos en exterior es frecuente la implantación de poligonales mediante

Plan PG-CML-350
 Revisión: 00
 Fecha: 16 – Mayo - 2016



CONSORCIO
 CONSTRUCTOR
 M2
 LIMA

equipos y metodología GPS así como su comprobación, lo cual es además imprescindible si está prevista la utilización de este tipo de equipos para los distintos trabajos de replanteo a llevar a cabo en la obra. La tolerancia fijada es la misma que en el caso anterior. El empleo de métodos clásicos para las poligonales se hará en función de las condiciones de obra.

En caso de que se encuentren errores importantes en alguna de las bases, debe realizarse una segunda comprobación, corrigiendo en lo posible los errores detectados. Se debe transmitir el hecho a la Dirección de Obra y ajustar las nuevas coordenadas de las bases erróneas de forma consensuada.

Los datos de dichas bases deben ser archivados y debidamente controlados de acuerdo con el PG-CML-305.

4.4 Replanteo Inicial

Antes de comenzar los trabajos en la obra se debe efectuar, en las zonas que sean accesibles, un replanteo previo del proyecto, el cual servirá como primera comprobación del encaje del mismo. El replanteo previo incluirá al menos el de los ejes principales de la obra o elementos geométricos significativos de esta, pudiéndose también replantear los ejes auxiliares de referencia cuya utilización se prevea vaya a ser necesaria, así como los límites de la superficie de ocupación y expropiación, que servirá para delimitar la zona de trabajo

El replanteo inicial se materializará mediante estaquillado u otro tipo de señalización admisible con el terreno o firme existente.

4.5 Toma de datos del terreno inicial

Previo al comienzo de los trabajos se realizará un levantamiento del área abarcada por el proyecto a una escala acorde al nivel de detalle necesario. Este levantamiento servirá de comprobación y densificación de la información de la cartografía de base sobre la que se ha encajado dicho proyecto.

En el caso de movimientos de tierras, un levantamiento preciso del terreno inicial servirá entre otras cosas como origen para las mediciones periódicas necesarias para la cubicación siendo la referencia necesaria para las posteriores certificaciones de obra.

Se deberán tomar también los datos suficientes para analizar las conexiones con los elementos exteriores a la obra, por ejemplo viales existentes, servicios, aceras, bordillos, etc.

El levantamiento topográfico deberá de ser lo suficientemente amplio y a la escala conveniente para que el modelo de terreno resultante pueda ser utilizado para el estudio de posibles variantes sin la necesidad de volver a tomar datos al terreno en cada ocasión.

A partir del modelo digital del terreno se podrán efectuar los cortes transversales necesarios para la elaboración de los perfiles transversales de la obra, etc.

Plan: PG-CML-350
 Revisión: 00
 Fecha: 16 – Mayo - 2016



4.6 Establecimiento de nuevas bases

Las nuevas bases auxiliares de replanteo deben de implantarse a partir de las bases de proyecto comprobadas inicialmente. La materialización de éstas puede ser variable según las necesidades y medios de cada obra (hitos, fenos, mojonos de hormigón, placas de acero, etc.). Es conveniente indicar el tipo de elemento que se debe utilizar en cada caso.

Las coordenadas de estas bases deben comprobarse en el momento de su colocación observando su coherencia con otras bases exteriores de la red principal que sirvió de partida o bien tomando datos de elementos de obra ya replanteados y verificados con anterioridad. Debe asegurarse que se encuentran dentro de una tolerancia acorde con la metodología empleada en su cálculo y elemento a replantear. De forma orientativa deberían estar en torno a 1 cm. en planta y en cota, aunque en determinados casos estas exigencias pueden variar considerablemente.

Los datos de dichas bases deben ser archivados y debidamente controlados de acuerdo con el PG-CML-305.

4.7 Replanteos

En este apartado deben indicarse con detalle las pautas que se seguirán en la obra para la realización de replanteos y su seguimiento o comprobación posterior (Flujograma Anejo1).

De forma orientativa, los apartados a desarrollar pueden ser:

- Métodos de replanteo: Según el elemento a replantear y las aplicaciones disponibles en estaciones totales, GPS y niveles del Proyecto.
- Elaboración y registro de datos: La base de datos de replanteo son los EDIs aprobados. Los Jefes de Topografía son los responsables de extraer la información necesaria, intentando en la medida de lo posible, realizar el menor número de pasos en su proceso y manipulación. El dato de replanteo será introducido en las estaciones totales, GPS, etc, siempre que sea posible directamente por el Jefe de Topografía. En caso de envío de datos por red, será el Topógrafo el que realizara esta función de introducción de los datos.
- Marcado en campo: En coordinación con el equipo de producción se consensuara al comienzo de los trabajos un criterio para las marcaciones topográficas.
- Comprobación del replanteo: Se realizara en función de lo indicado en los registros de liberaciones Topográficas. Estos registros deben ser archivados en físico o soporte informático dependiendo de su naturaleza por parte del Topógrafo quedando almacenados principalmente estos últimos en el servidor de la obra para cualquier posterior comprobación o aclaración. Todos los ficheros de trabajo con los datos de replanteo quedaran debidamente registrados en los impresos generados para tal fin.
- Seguimiento y verificación de la correcta ejecución del replanteo en base a las referencias topográficas. Se consensuara con el equipo de Producción y Calidad

Plan PG-CML-350
 Revisión: 00
 Fecha: 16 – Mayo - 2016



- la sistemática de la comprobación de los replanteos y el responsable de la comprobación (replanteos que para comprobar una vez marcados no es necesaria la presencia del topógrafo).
- Decisiones a adoptar en caso de posibles errores de replanteo o de su ejecución: Se abrirán las debidas No conformidades o Acciones correctoras si el error es sistemático.

Todos estos apartados se consensuaran al comienzo de los trabajos entre el equipo de Producción, Calidad y Topografía.

4.8 Control geométrico

El control geométrico debe estar definido en los Programas de Puntos de Inspección de las distintas actividades de obra. Como en el caso anterior, previo al comienzo de las actividades, se consensuara con el equipo de producción estos puntos de inspección.

En el caso de trabajos subcontratados, las distintas empresas aportaran, previo al comienzo de los trabajos, un plan general de Topografía donde quedaran reflejados estos Programas de Puntos de Inspección acordes con el plan de Calidad de la empresa que ejecuta el proyecto. Este plan será verificado y aprobado por el Jefe de Topografía y Calidad correspondientes.

En caso de obtención de resultados fuera de tolerancias, el tema deberá tratarse como No Conformidad, de acuerdo con el PG-CML-317.

El control de los equipos de topografía utilizados en la obra debe realizar se acuerdo con el PG-CML-351 Verificación/calibración de equipos de topografía.

En caso de utilizar equipos externos (o empresas de topografía subcontratadas) las exigencias serán las mismas que para los equipos propios.

4.9 Verificación de equipos

El control de los equipos de topografía utilizados en la obra debe realizar se acuerdo con el PG-CML-351 Verificación/calibración de equipos de topografía

En caso de utilizar equipos externos (o empresas de topografía subcontratadas) las exigencias serán las mismas que para los equipos propios.

4.10 Programación de replanteos

Los replanteos serán programados con la antelación suficiente por el Jefe de Topografía del área de trabajo correspondiente el cual coordinará con las partes implicadas a pie de obra (Jefes de Producción, Encargados y Topógrafos).

Para el caso se trabajos urgentes o no planificados se valorarán los medios y personal disponible en la obra, así como que otros frentes de trabajo pueden disminuir la presencia de Topógrafos para reforzar las áreas no programadas con antelación.

En la medida en que el sistema establecido sea asumido y respetado por todas las partes implicadas, la organización de los trabajos topográficos resultará más eficiente.

Plan PG-CML-350
Revisión: 00
Fecha: 16 – Mayo - 2016



4.11 Control de documentación

El tratamiento de la documentación generada y utilizada en los trabajos de topografía debe realizarse de acuerdo con el procedimiento general de Control de Documentación PG-CML-305.

En particular, los datos de bases, ejes y listados topográficos deben someterse a control de documentos válidos para construir. Cuando se maneje documentación en soporte informático (muy habitual en trabajos de topografía) debe procederse de acuerdo a lo indicado en dicho procedimiento PG-CML-305 (establecer un procedimiento de acceso y cambios de la información o controlar los documentos en papel).

Para un mejor control de los ficheros informáticos, estos se registrarán en documentos ad-hoc por parte del jefe de topografía (anexo 2)

Los documentos resultantes de la verificación de equipos (de acuerdo con la PG-CML-351 Verificación/calibración de equipos de topografía) deben mantenerse actualizados y archivados en obra.

4.12 Otros

En el Plan de topografía específico de cada obra se podrán incluir todos aquellos apartados y cuestiones particulares complementarias relacionadas con el seguimiento y control de los trabajos de topografía.

Plan PG-CML-350
Revisión: 00
Fecha: 16 – Mayo - 2016



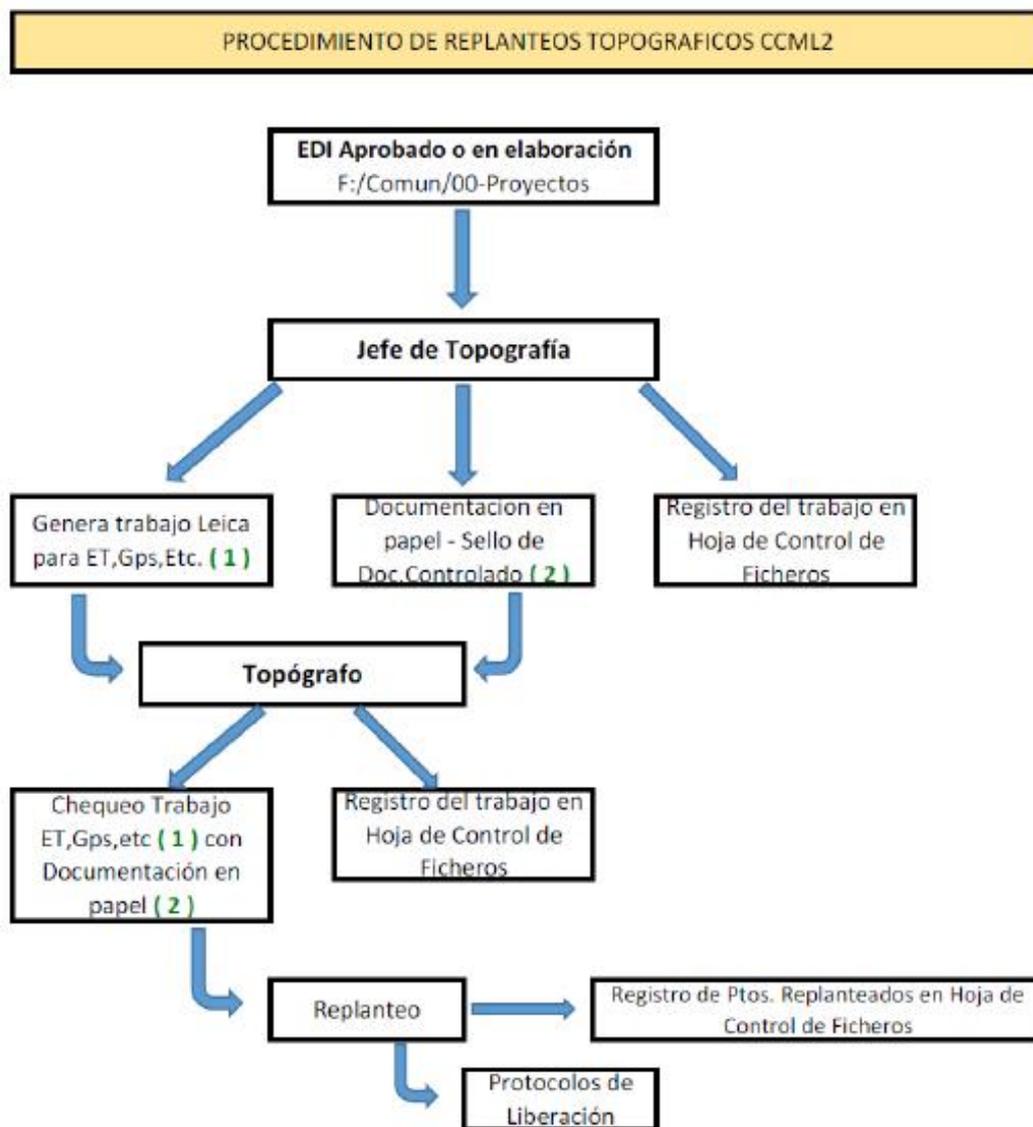
CONSORCIO
CONSTRUCTOR
M2
LIMA

ANEJO 1 FLUJOGRAMA DE REPLANTEO

Plan PG-CML-350
 Revisión: 00
 Fecha: 16 – Mayo - 2016



CONSORCIO
 CONSTRUCTOR
 M2
 LIMA



Plan PG-CML-350
Revisión: 00
Fecha: 16 – Mayo - 2016



CONSORCIO
CONSTRUCTOR
M2
LIMA

ANEJO 2

CONTROL DE FICHEROS

Jefe de topografía

Topógrafo

Anexo 10: Procedimiento Topográfico Túneles y Prefabricados Inca

00000074

	PROCEDIMIENTO DE TOPOGRAFÍA	Código: TPI-OPER-PRC-001
		Revisión: 00
		Pág. 1 de 8



Túneles y Prefabricados Inca

PROCEDIMIENTO DE TOPOGRAFIA

CÓDIGO: TPI-OPER-PRC-001

CONTROL DE EMISION Y CAMBIOS				
Revisión	Fecha	Descripción	Elaborado	Aprobado
	24 ENE. 2019	-	 NOE DAVID PALLARCO ARAUJO INGENIERO ELECTRICISTA Reg. CIP N° 152711	Túneles y Prefabricados Inca S.A.C. Joaquim A. Alves Santos Gerente General

 Túneles y Prefabricados Inka	PROCEDIMIENTO DE TOPOGRAFÍA	Código: TPI-OPER-PRC-001
		Revisión: 00
		Pág. 8 de 8

6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

6.1. RECEPCIÓN DE PUNTOS TOPOGRÁFICOS:

El CCM2L entregará los puntos topográficos para ejecución del proyecto, estos puntos serán verificados en campo por la empresa TPI. De encontrar alguna diferencia en distancia o cotas será informado al CCM2L para ajustar las medidas y cotas, quedando en conformidad ambas partes.

6.2. EJECUCIÓN:

- El topógrafo realizará los trazos de acuerdo a las medidas y profundidades indicados en los planos, identificando el área por medio de estacas y/o yeso, para los trazos se utilizará el equipo de estación total.
- Se verificará la excavación que cumplan con las dimensiones y la profundidad, para dar conformidad se llenara el protocolo de excavación (PTC-CA-0049), para luego proceder a colocar los niveles para el solado.
- Se procede la instalación de la estación total para realizar el trazo para el encofrado, utilizando tira línea.
- Se verificará el alineamiento y verticalidad del encofrado, para dar conformidad se llenara el protocolo de encofrado (PTC-CA-0003).
- Se realizará el replanteo de pemos de acuerdo a las medidas y proyecciones indicados en el plano, luego se informar al CCM2L para que verifique y nos pueda dar la conformidad.

7. RESTRICCIONES

- Cualquier trabajo de topografía se paralizará de existir incumplimientos de norma, especificaciones técnicas y/o planos.

8. REGISTROS

- Protocolo de topografía (PTC-CA-0011).

	Proyecto: DISEÑO, DETALLAMIENTO, SUMINISTRO, FABRICACION, TRANSPORTE Y MONTAJE DE NAVES INDUSTRIALES PARA LA PLANTA DE DOVELAS.		
Procedimiento de Control Topográfico	Código: 3059-P3-PC-EST-022	Revisión: 0	Página: 4 de 6

Luego para el trabajo se hará 3 pasos sencillos que se repetirán en todo el montaje de la placas bases, columnas pórticos.

- **Nivelación de placa base:** Las placas bases son elementos estructurales de conexión, que constituyen la interface entre las columnas de acero y cimentación de concreto. Una placa base recibe las cargas de la columna de acero y las distribuye en un área mayor del concreto localizado bajo dicha placa.

Las placas bases deben cumplir con la tolerancia ± 2.0 mm en cuanto a niveles todos los puntos medidos deben registrarse dentro de ese margen.

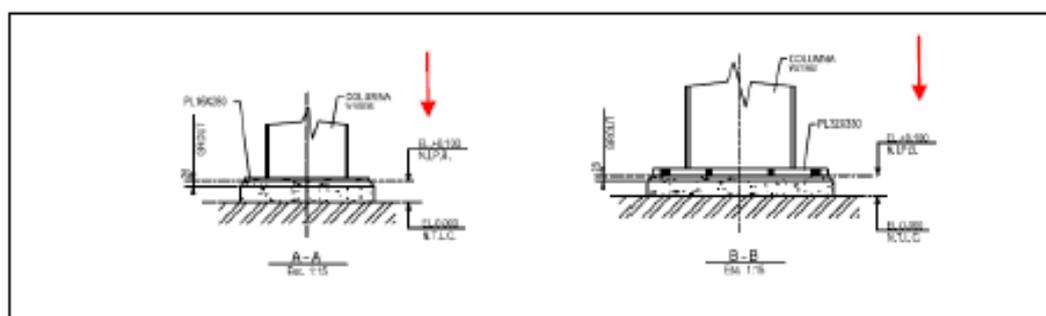


Fig.01: Placa

- **Alineamiento de las columnas con los ejes:** Se deberá cumplir con la tolerancia recomendada ± 2.0 mm aquí se hará un levantamiento topográfico para identificar las coordenadas de los ejes que coincidan con la de columnas pórticos estos pasos se repetirán en todos los ejes y todas las columnas.

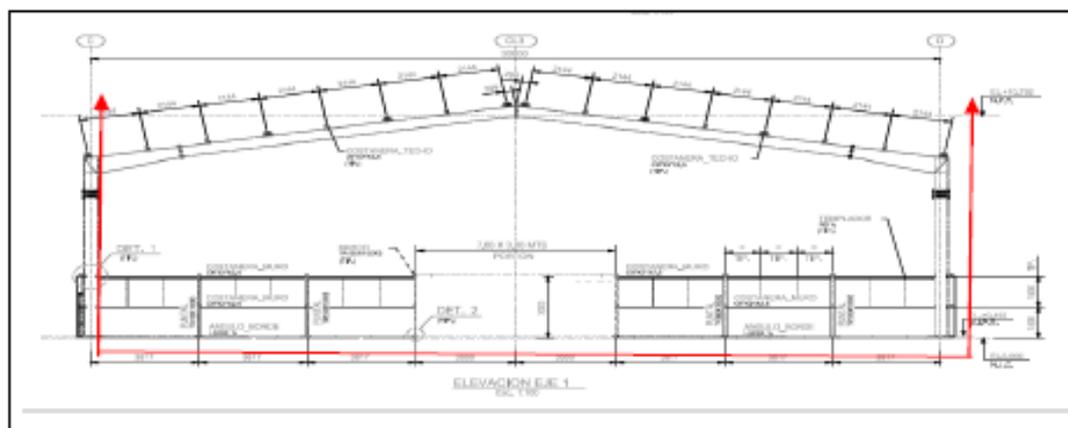


Fig.02: Ejes de la columna

	Proyecto: DISEÑO, DETALLAMIENTO, SUMINISTRO, FABRICACION, TRANSPORTE Y MONTAJE DE NAVES INDUSTRIALES PARA LA PLANTA DE DOVELAS.		
Procedimiento de Control Topográfico	Código: 3050-P3-PC-EST-022	Revisión: 0	Página: 5 de 6

- Verticalidad:** Las columnas deben cumplir 1/500 es decir 1 mm por metro.
 Estas deben alinearse con los ejes verticales de todas las columnas.
 Largo < 10 000mm (10m) = 1mm x largo total de viga (m).
 Largo = 10 000mm (10m) y = 15 000mm(15m) = 10mm.

Estas verificaciones y controles serán realizados por el equipo de topografía, con una estación total y/o nivel topográfico que este con certificado vigente según recomendaciones del cliente.

Se respetara los pasos indicados según este procedimiento para cumplir el objetivo de este documento.

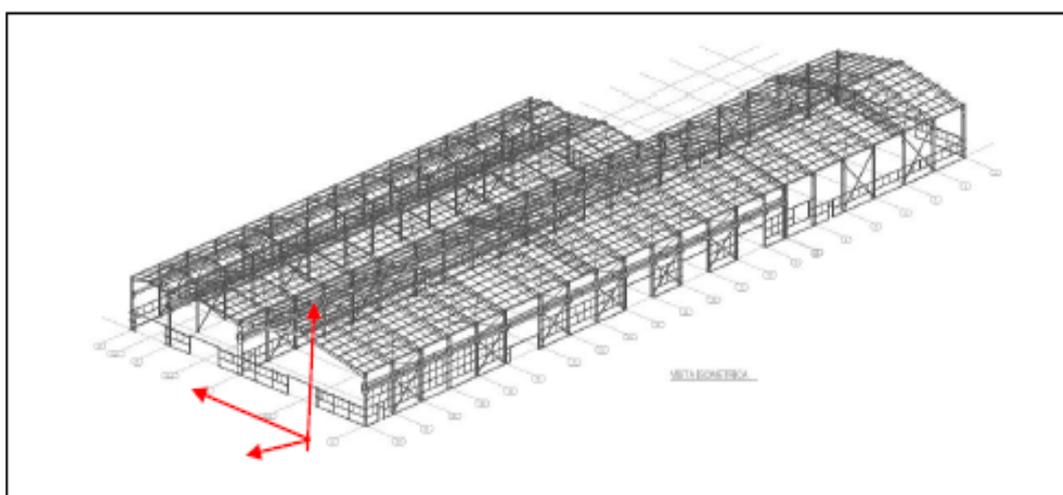


Fig.03: Las columnas y sus líneas de verticalidad

5.1. Recursos

5.1.1 Mano de Obra:

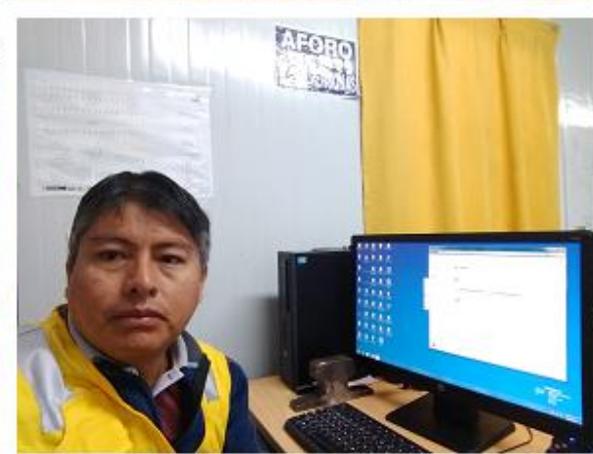
- Topógrafo
- Ayudante de topógrafo
- Capataz
- Operador de equipo
- Oficiales

5.1.2 Equipos:

- Manlít
- Estación total
- Nivel óptico
- Prisma

Anexo 12: Panel Fotografico de Participacion en Control Topografico



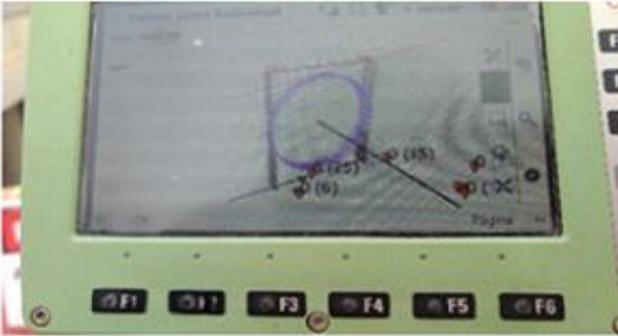




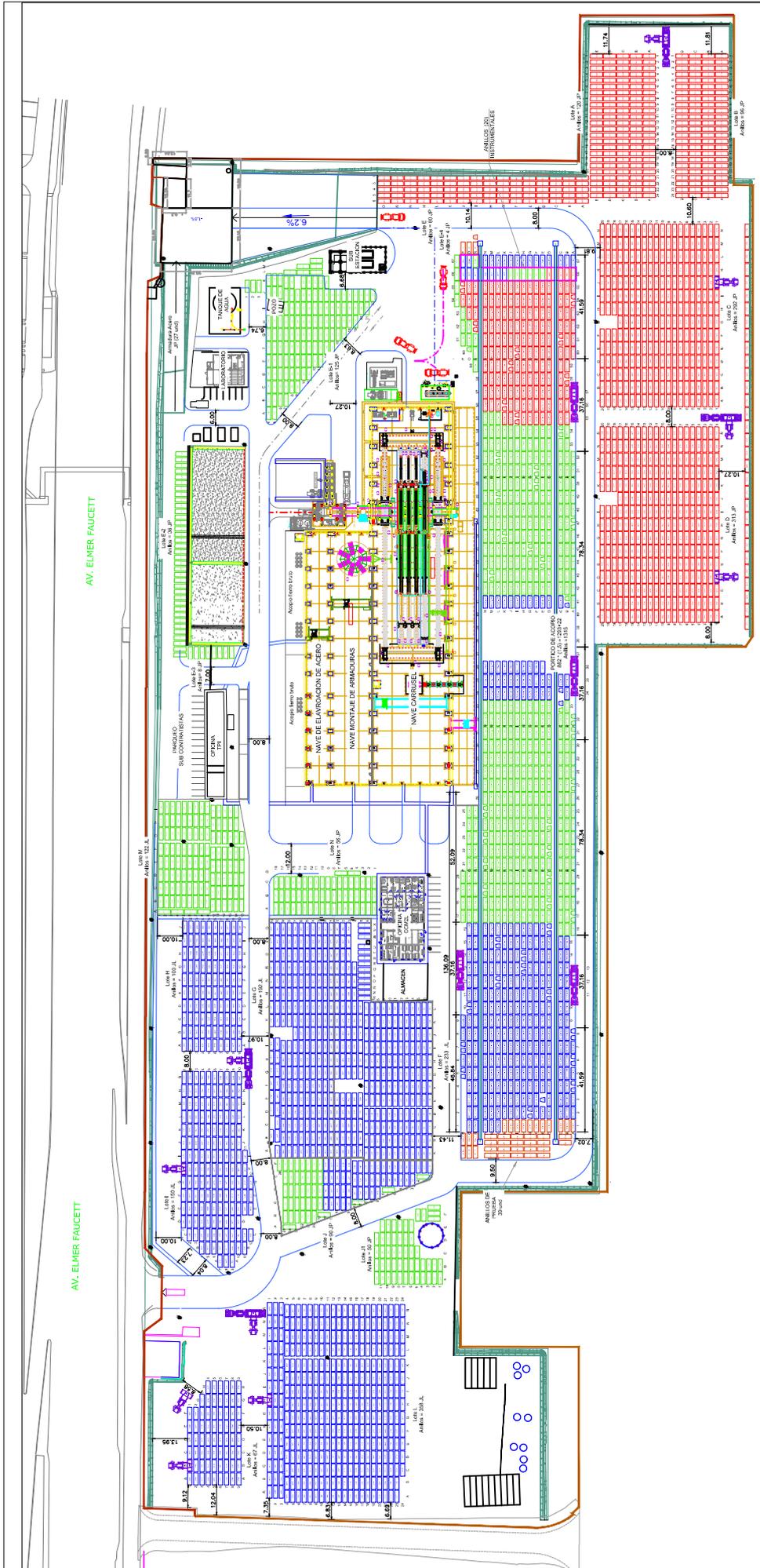












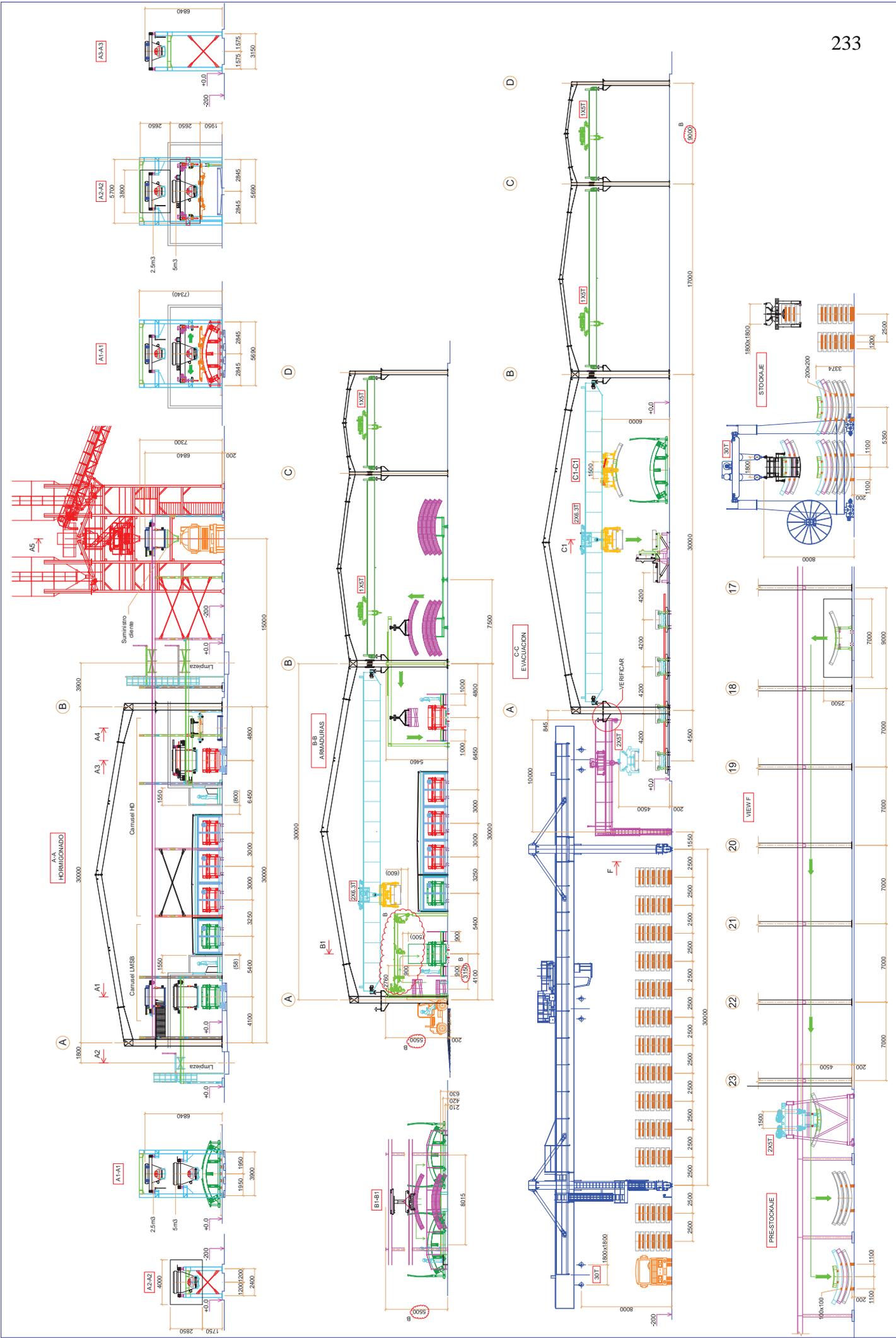
ACOPIO DE ANILLOS 07/06/2021

Lugar de Acopio	# Anillos	Lugar Acopio	# Anillos
Lote-A	120	Lote-I	150
Lote-B	96	Lote-J	140
Lote-C	292	Lote-K	67
Lote-L	313	Lote-L	358
Lote-E, E1, E2, E3, E4	253	Lote-M	122
Lote-F	233	Lote-N	56
Lote-G	192	Portico	1315
Lote-H	100		
Total anillos acopiados			3807

Nota : no incluye Dovelas de Prueba

- Legenda**
- 1124 Anillos Acopiados Junta Pesada 325Kg = 1124 Und (Incluye 4 inst.)
 - 2217 Anillos Acopiados Junta Pesada 365Kg = 1093 Und (Incluye 6 inst.)
 - 1588 Total Anillos Acopiado Junta Pesada = 2217 Und
 - Inst-J Anillos Acopiados Junta Ligera = 1588 Und (Incluye 8 inst.)
 - Inst-2 Anillos Adicional J.L Inst. = 1 Und
 - DP-42 Anillos Adicional J.P 365 Kg Inst. = 1 Und
 - Anillos Acopiados Dovelas de Prueba = 42 Und

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones	 AATE	 OSITRAN	 INSTITUTO NACIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	REVISIONES No. FECHA DESCRIPCION	PLANEO TITULO "LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GANABETTA DE LA RED BASICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	INDICADA FECHA: 07/05/2021 PLANEO: AC
---	---	--	---	-------------------------------------	---	---



PERU
 Ministerio de Transportes y Comunicaciones
 AATE
 Asesoría Técnica en Asesoría de Ingeniería y Arquitectura

PERU
 CONSTRUCTOR
 M2
 LIMA

REVISIONES
 N° FECHA REVISOR ENTIDAD DESTINATARIO

N°	FECHA	REVISOR	ENTIDAD	DESTINATARIO
0	18.02.2019			

PLANOS
 "LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BASICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO" (PGUAT 1 DE 9)

PROYECTA
 CM-FBDY-GEN-FI-0012.dwg

ESCALA
 FECHA
 PLANOS
 1/150
 27 FEBRERO 2019
 CM-FBDY-GEN-PL-0012

