

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

**RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE RED
EXTERNA DE GAS NATURAL, CAJAMARCA – 2023**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA CIVIL

Presentado por:

AMADEUS GONZALO CALLA NAVARRO

Asesor:

M. en T. HÉCTOR HUGO MIRANDA TEJADA

Cajamarca, Perú

2026

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Amadeus Gonzalo Calla Navarro
DNI: 47231098
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería. Programa de Maestría en Ciencias, Mención: Ingeniería Civil
2. Asesor: M. en T. Héctor Hugo Miranda Tejada
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
Rendimiento y productividad en la construcción de red externa de gas natural, Cajamarca - 2023.
6. Fecha de evaluación: **07/04/2026**
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **19%**
9. Código Documento: **3117:575860994**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **10/04/2026**

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 M. en T. Héctor Hugo Miranda Tejada DNI: 26617113

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2026 by
AMADEUS GONZALO CALLA NAVARRO
Todos los derechos reservados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD

ESCUELA DE POSGRADO

CAJAMARCA - PERU

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 10:00 horas, del día 10 de febrero de dos mil veintiséis, reunidos en el Aula 1Q-205 de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **DR. JAIME OCTAVIO AMORÓS DELGADO, M. CS. MARCO ANTONIO SILVA SILVA, DR. LUIS VASQUEZ RAMIREZ** y en calidad de Asesor el **M. EN T. HECTÓR HUGO MIRANDA TEJADA**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestrías y Doctorados de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se inició la Sustentación : **“RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE RED EXTERNA DE GAS NATURAL, CAJAMARCA - 2023”**, presentada por el Bachiller en Ingeniería Civil **AMADEUS GONZALO CALLA NAVARRO**.

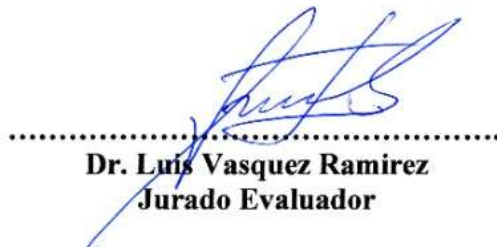
Realizada la exposición y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó APROBADO con la calificación de DECISES/16 - BUENO; en tal virtud, el Bachiller en Ingeniería Civil, **AMADEUS GONZALO CALLA NAVARRO**, se encuentra apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que la acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de **INGENIERÍA**, con mención en **INGENIERÍA CIVIL**.

Siendo las 11:05 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
M. en T. Hectór Hugo Miranda Tejada
Asesor


.....
Dr. Jaime Octavio Amorós Delgado
Jurado Evaluador


.....
M. Cs. Marco Antonio Silva Silva
Jurado Evaluador


.....
Dr. Luis Vasquez Ramirez
Jurado Evaluador

DEDICATORIA

A: mi madre, inspiración y motivo diariamente me impulsa a superarme profesionalmente y a continuar alcanzando grandes metas futuras.

A mis hermanos, pilares en los que busco apoyo y paz en momentos en los que recurrí a buscar claridad para ordenar mis pensamientos

A mi padre, fortaleza que me motivó a continuar ante cualquier obstáculo presente, en afán de conseguir mis ideales en la vida.

A mis amigos, quienes me alentaron día a día a continuar con mis proyectos.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme esa oportunidad de seguir superándome cada momento, a elevar mis conocimientos en diversas ramas de la ingeniería civil.

A mi asesor M. en T. Hugo Miranda Tejada, por apoyarme en todas las etapas del desarrollo de este trabajo de investigación, que, con su paciencia, sabios consejos y enseñanzas que enriquecieron este trabajo de investigación durante su concepción hasta su culminación.

A los doctores e ingenieros que imparten cátedra en proyectos de investigación por ser guía durante las etapas del proyecto de investigación ya que con sus apreciaciones el trabajo académico pueda obtener el nivel que requiere un posgrado.

A los encargados de la empresa encargada de construir redes de gas natural en la ciudad de Cajamarca, por brindarme la oportunidad y autorización de poder recopilar los datos y registros necesarios para la elaboración de este tema de investigación.

Gracias.

EPÍGRAFE

“No hay más que dos épocas en la vida en las que la verdad se nos muestra y ayuda: en la juventud, para instruirnos, y en la vejez, para consolarnos”.

Anna Teresa De Lamber

ÍNDICE

Item	Pág.
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Epígrafe	vii
Índice	viii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xii
Resumen	xvii
Abstract	xviii

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.1. Contextualización	1
1.1.2. Descripción del problema	4
1.1.3. Formulación del problema	4
1.2. Justificación e importancia	4
1.3. Delimitación de la investigación	5
1.4. Limitaciones	6
1.5. Objetivos	6
1.5.1. Objetivos generales	7
1.5.2. Objetivos específicos	7

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación	8
2.2. Bases teóricas	11
2.3. Marco conceptual	13
2.3.1. Uso productivo de la mano de obra	13
2.3.2. Filosofía Lean Construction	13
2.3.3. Carta Balance	14
2.3.4. Rendimiento de la mano de obra	16
2.3.5. Productividad	17
2.3.6. Clasificación de la productividad	17
2.3.7. Diagnóstico de la productividad en la construcción	18
2.3.8. El trabajo	30
2.3.9. Nivel de productividad en función del trabajo	31

2.3.10. Proyecto de masificación del uso de gas natural a nivel Nacional	33
2.3.11. Construcción de redes externas de gas natural	35
2.4. Definición de términos básicos	39
CAPÍTULO III. PLANTEAMIENTO DE HIPOTESIS Y VARIABLES	
3.1. Hipótesis	41
3.2. Variables/ categorías	41
3.3. Operacionalización/ categorización de los componentes de la hipótesis	42
CAPÍTULO VI. MARCO METODOLOGÓGICO	
4.1. Ubicación geográfica	43
4.2. Diseño de la investigación	45
4.3. Población, muestra, unidad de análisis y unidad de observación	47
4.4. Técnicas e instrumentos de recopilación de información	48
4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	49
4.6. Equipos, materiales, insumos, etc.	49
4.7. Matriz de consistencia metodológica	51
CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
5.1. Presentación de resultados	53
5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados	114
5.3. Contrastación de hipótesis	120
CAPÍTULO VI. PROPUESTA	
6.1. Formulación de la propuesta para a solución del problema	127
6.2. Costos e implementación de la propuesta	137
6.3. Beneficios que aporta la propuesta	138
CONCLUSIONES	139
RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS	140
REFERENCIAS	141
APÉNDICE	149
ANEXOS	296

INDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
Tabla 1. Clasificación por tipo de proyecto	19
Tabla 2. Clasificación por tipo de empresa	20
Tabla 3. Clasificación por tipo de sistema administrativo	21
Tabla 4. Nivel de productividad según tipo de sistema administrativo	23
Tabla 5. Nivel de productividad según tipo de empresa	24
Tabla 6. Nivel de productividad según tipo de administración 1/2	25
Tabla 7. Nivel de productividad según tipo de administración 2/2	26
Tabla 8. Matriz de operacionalización de variables	39
Tabla 09. Matriz de consistencia metodológica	48
Tabla 10. Clasificación por tipo de proyecto de gas natural	60
Tabla 11. Clasificación por tipo de empresa de gas natural	61
Tabla 12. Clasificación por sistema de administración de obra	61
Tabla 13. Proyectos y actividades de la evaluación	62
Tabla 14. Actividades de actividad excavación de calicata para carta balance	63
Tabla 15. Actividades de actividad instalación de tubería para carta balance	63
Tabla 16. Actividades actividad compactación/reposición para carta balance	64
Tabla 17. Actividades actividad trabajos mecánicos para carta balance	65
Tabla 18. Resumen general cartas balance 06 proyectos	75
Tabla 19. Resumen nivel de productividad del del estudio	84
Tabla 20. Nivel de productividad por proyecto	84
Tabla 21. Registro de avance de obra proyecto A	85
Tabla 22. Registro de avance de obra proyecto B	86
Tabla 23. Registro de avance de obra proyecto C	86
Tabla 24. Registro de avance de obra proyecto D	87
Tabla 25. Registro de avance de obra proyecto E	88
Tabla 26. Registro de avance de obra proyecto F	88
Tabla 27. Avance de construcción proyectado vs real proyecto A	89
Tabla 28. Avance de construcción proyectado vs real proyecto B	91
Tabla 29. Avance de construcción proyectado vs real proyecto C	93
Tabla 30. Avance de construcción proyectado vs real proyecto D	95
Tabla 31. Avance de construcción proyectado vs real proyecto E	97
Tabla 32. Avance de construcción proyectado vs real proyecto F	99
Tabla 33. Resumen de avance promedio de 06 proyectos	101
Tabla 34. Rendimiento en horas hombre vs unidad actividad calicatas	102

Tabla 35. Rendimiento en horas hombre vs unidad actividad instalación de tubería	104
Tabla 36. Rendimiento en horas hombre vs unidad actividad compactación y reposición de pavimento	106
Tabla 37. Rendimiento en horas hombre vs unidad actividad trabajos mecánicos	108
Tabla 38. Resumen general del rendimiento y avance por proyecto por actividad	110
Tabla 39. Clasificación de productividad	114
Tabla 40. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk variable rendimiento	119
Tabla 41. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk variable productividad	119
Tabla 42. Prueba de hipótesis T-Student indicador / hora-hombre	120
Tabla 43. Prueba de hipótesis U de Mann-Withney indicador / avance de obra	120
Tabla 44. Prueba de hipótesis U de Mann-Withney indicador/ trabajo productivo	120
Tabla 45. Estadístico de prueba variable productividad/ trabajo productivo	121
Tabla 46. Prueba de hipótesis U de Mann-Withney indicador/ tiempo contributorio	121
Tabla 47. Estadístico de prueba indicador tiempo contributorio	121
Tabla 48. Prueba de hipótesis U de Mann-Withney indicador trabajo no contributorio	122
Tabla 49. Contraste de rendimientos	122
Tabla 50. Contraste de productividad	123
Tabla 51. Actividades y responsabilidades del equipo	125
Tabla 52. Cargos y funciones LPS	126
Tabla 53. Porcentaje de plan completado	133
Tabla 54. Causas de no cumplimiento	134
Tabla 55. Presupuesto estimado de implementación	135
Tabla 56. Ventajas y beneficios de la implementación del LPS	135
Tabla 57. Selección de partida del presupuesto de la construcción de red externa de gas natural	147
Tabla 58. Actividades de la partida instalación de redes de tpolietileno y su costo	144

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
Figura 1. Áreas de influencia de las concesiones de gas natural a nivel nacional	2
Figura 2. Gas natural llegó a Cajamarca	4
Figura 3. Clasificación del trabajo por actividad	15
Figura 4. Carta Balance Calicatas	16
Figura 5. Relación entre eficiencia, efectividad y productividad	17
Figura 6. Tipos de productividad	18
Figura 7. Relaciones participantes, obra y elementos del trabajo	30
Figura 8. Composición normal del contenido del trabajo	31
Figura 9. Promedios generales de tipo de trabajo en obra chilenas por dos años	32
Figura 10. Valores del trabajo por tipo de obra.	32
Figura 11. Proceso de producción, transporte y distribución de gas natural	33
Figura 12. Esquema de la instalación de red externa de gas natural	34
Figura 13. Esquema de la instalación de red interna domiciliaria	34
Figura 14. Proceso constructivo de red externa de gas natural	35
Figura 15. Asignación constructiva correspondiente al año 2023	36
Figura 16. Distribución de proyectos por zona constructiva	36
Figura 17. Calicata y excavación de zanja	37
Figura 18. Instalación de tubería y trabajos mecánicos de fusión	37
Figura 19. Perfil de corte de la instalación de red externa de gas natural	38
Figura 20. Proceso de relleno, tapada y resane de pavimento	38
Figura 21. Ubicación política del departamento de Cajamarca	44
Figura 22. Ubicación política de la provincia de Cajamarca	44
Figura 23. Proyecto de masificación del uso de gas natural en la ciudad de Cajamarca	45
Figura 24. Proyectos constructivos asignados para el año 2023	45
Figura 25. Resultados para evaluación de rendimiento y productividad	53
Figura 26. Información general de las actividades de construcción	54
Figura 27. Del personal involucrado en la planificación	55
Figura 28. De las condiciones para la excavación	55
Figura 29. De las condiciones para relleno con material de préstamo	56
Figura 30. De las condiciones para tendido de tubería	56
Figura 31. De las condiciones para la compactación	56
Figura 32. De las condiciones del transporte de materiales	57
Figura 33. De las condiciones de medios de comunicación	57
Figura 34. De las condiciones de control de obra	57
Figura 35. De las condiciones de seguridad en obra	58

Figura 36. De la participación del personal en obra sobre los insumos	58
Figura 37. Del modo de control de obra	59
Figura 38. Solución de atraso en obra	59
Figura 39. Mayor consumo de horas	60
Figura 40. Problemas comunes en de obra	60
Figura 41. Problemas comunes en despacho de materiales	61
Figura 42. Problema con la logística de materiales	61
Figura 43. Tiempo perdido por logística	61
Figura 44. Comunicación con líneas de mando	62
Figura 45. Distribución de la actividad asignada en obra	62
Figura 46. Transmisión de la información en obra	62
Figura 47. Resumen carta balance calicata	69
Figura 48. Resumen carta balance trabajos instalación de tubería	71
Figura 49. Resumen carta balance instalación de tubería	73
Figura 50. Resumen carta balance trabajos mecánicos	75
Figura 51. Uso productivo de mano de obra en calicatas	79
Figura 52. Uso productivo de mano de obra en instalación de tubería	80
Figura 53. Uso productivo de mano de obra en compactación y reposición	81
Figura 54. Uso productivo de mano de obra en trabajos mecánicos	82
Figura 55. Variación del uso productivo de la mano de obra en calicatas	83
Figura 56. Variación del uso productivo de la mano de obra en instalación de tubería	84
Figura 57. Variación del uso productivo de la mano de obra en compactación y reposición	85
Figura 58. Variación del uso productivo de la mano de obra en trabajos mecánicos	86
Figura 59. Curva Sigmoideal S Proyecto A	93
Figura 60. Curva Sigmoideal S Proyecto B	95
Figura 61. Curva Sigmoideal S Proyecto C	97
Figura 62. Curva Sigmoideal S Proyecto D	99
Figura 63. Curva Sigmoideal S Proyecto E	101
Figura 64. Curva Sigmoideal S Proyecto F	103
Figura 65. Variación del rendimiento H/H actividad calicatas	106
Figura 66. Variación del rendimiento H/H actividad instalación de tubería	108
Figura 67. Variación del rendimiento H/H actividad compactación y reposición	110
Figura 68. Variación del rendimiento H/H actividad trabajos mecánicos	112
Figura 69. Fases de la metodología	127
Figura 70. Plan maestro de redes externas	130
Figura 71. Distribución de 4 zonas de trabajo con metrado equitativo	131
Figura 72. Modelo Lookahead	133

Figura 73. Modelo de análisis de restricciones	134
Figura 74. Programa semanal	135
Figura 75. Porcentaje de plan completado	136
Figura 76. Incidencia de causas de no cumplimiento	137
Figura 77. Informe carta balance proyecto A/calicata/01 (224 min.) - 02 (225 min.) – 03 (229 min.)	202
Figura 78. Informe carta balance proyecto A/instalación de tubería/01 (472 min.) - 02 (478 min.) – 03 (522 min.)	203
Figura 79. Informe carta balance proyecto A/Compactación- reposición de pavimento/01 (593 min.) - 02 (608 min.) – 03 (593 min.)	204
Figura 80. Informe carta balance proyecto A/trabajos mecánicos/01 (247 min.) - 02 (209 min.) – 03 (219 min.)	206
Figura 81. Informe carta balance proyecto B/calicata/01 (223 min.) - 02 (242 min.) – 03 (252 min.)	208
Figura 82. Informe carta balance proyecto B/instalación de tubería/01 (504 min.) - 02 (502 min.) – 03 (528 min.)	209
Figura 83. Informe carta balance proyecto B/Compactación- reposición de pavimento/01 (617 min.) - 02 (623 min.) – 03 (537 min.)	210
Figura 84. Informe carta balance proyecto B/trabajos mecánicos/01 (249 min.) - 02 (239 min.) – 03 (247 min.)	211
Figura 85. Informe carta balance proyecto C/calicata/01 (216 min.) - 02 (223 min.) – 03 (229 min.)	214
Figura 86. Informe carta balance proyecto C/instalación de tubería/01 (481 min.) - 02 (492 min.) – 03 (538 min.)	215
Figura 87. Informe carta balance proyecto C/Compactación- reposición de pavimento/01 (611 min.) - 02 (619 min.) – 03 (530 min.)	216
Figura 88. Informe carta balance proyecto C/trabajos mecánicos/01 (233 min.) - 02 (226 min.) – 03 (226 min.)	217
Figura 89. Informe carta balance proyecto D/calicata/01 (212 min.) - 02 (218 min.) – 03 (225 min.)	220
Figura 90. Informe carta balance proyecto D/instalación de tubería/01 (479 min.) - 02 (484 min.) – 03 (530 min.)	221
Figura 91. Informe carta balance proyecto D/Compactación- reposición de pavimento/01 (598 min.) - 02 (617 min.) – 03 (536 min.)	222
Figura 92. Informe carta balance proyecto D/trabajos mecánicos/01 (230 min.) - 02 (205 min.) – 03 (226 min.)	223

Figura 93. Informe carta balance proyecto E/calicata/01 (180 min.) - 02 (225 min.) – 03 (240 min.)	226
Figura 94. Informe carta balance proyecto E/instalación de tubería/01 (467 min.) - 02 (445 min.) – 03 (505 min.)	227
Figura 95. Informe carta balance proyecto E/Compactación- reposición de pavimento/01 (580 min.) - 02 (570 min.) – 03 (483 min.)	228
Figura 96. Informe carta balance proyecto E/trabajos mecánicos/01 (211 min.) - 02 (192 min.) – 03 (202 min.)	228
Figura 97. Informe carta balance proyecto F/calicata/01 (176 min.) - 02 (176 min.) – 03 (180 min.)	232
Figura 98. Informe carta balance proyecto F/instalación de tubería/01 (478 min.) - 02 (506 min.) – 03 (492min.)	233
Figura 99. Informe carta balance proyecto F/Compactación- reposición de pavimento/01 (520 min.) - 02 (516 min.) – 03 (483 min.)	234
Figura 100. Informe carta balance proyecto F/trabajos mecánicos/01 (205 min.) - 02 (196 min.) – 03 (204 min.)	235
Figura 101. Carta balance proyecto A- Calicatas	239
Figura 102. Carta balance proyecto A - Instalación de tubería	240
Figura 103. Carta balance proyecto A – Compactación y reposición de pavimento	241
Figura 104. Carta balance proyecto A – Trabajos mecánicos	242
Figura 105. Carta balance proyecto B- Calicatas	243
Figura 106. Carta balance proyecto B - Instalación de tubería	244
Figura 107. Carta balance proyecto B – Compactación y reposición de pavimento	245
Figura 108. Carta balance proyecto B – Trabajos mecánicos	246
Figura 109 Carta balance proyecto C- Calicatas	247
Figura 110. Carta balance proyecto C - Instalación de tubería	248
Figura 111. Carta balance proyecto C – Compactación y reposición de pavimento	249
Figura 112. Carta balance proyecto C – Trabajos mecánicos	250
Figura 113. Carta balance proyecto D- Calicatas	251
Figura 114. Carta balance proyecto D- Instalación de tubería	252
Figura 115. Carta balance proyecto D – Compactación y reposición de pavimento	253
Figura 116. Carta balance proyecto D – Trabajos mecánicos	254
Figura 117. Carta balance proyecto E- Calicatas	255
Figura 118. Carta balance proyecto E - Instalación de tubería	256
Figura 119. Carta balance proyecto E – Compactación y reposición de pavimento	257
Figura 120. Carta balance proyecto E – Trabajos mecánicos	258
Figura 121. Carta balance proyecto F- Calicatas	259

Figura 123. Carta balance proyecto F - Instalación de tubería	260
Figura 124. Carta balance proyecto F – Compactación y reposición de pavimento	261
Figura 125. Carta balance proyecto F – Trabajos mecánicos	262

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el rendimiento y el nivel de productividad de la mano de obra en seis proyectos de construcción de red externa de gas natural ejecutados en el sector Calispuquio del distrito de Cajamarca durante el año 2023. El estudio fue de enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño no experimental de corte transversal. La población estuvo conformada por seis proyectos asignados por la concesionaria, evaluándose las actividades de calicatas, instalación de tubería, compactación–reposición y trabajos mecánicos correspondientes a la partida instalación de redes de polietileno. Para la recolección de datos se empleó la técnica de observación directa mediante Carta Balance, permitiendo cuantificar el uso productivo de la mano de obra en trabajo productivo (TP), trabajo contributivo (TC) y trabajo no contributivo (TNC). Los resultados evidenciaron que el rendimiento de la mano de obra fue inferior al valor planteado en la hipótesis, mientras que el nivel de productividad superó el rango del 35% establecido. Asimismo, se identificó una predominancia del trabajo contributivo y no contributivo respecto al trabajo productivo, lo que influye en la eficiencia de ejecución. Se concluye que la hipótesis general se cumple de manera parcial, debido a que el indicador de productividad alcanzó el rango previsto, pero el rendimiento no logró el valor esperado.

Palabras clave: Rendimiento, productividad, mano de obra, carta balance, red externa de gas natural.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the labor performance and productivity level in six external natural gas distribution network construction projects executed in the Calispuquio sector of the district of Cajamarca during 2023. The study followed a quantitative approach, descriptive level, and non-experimental cross-sectional design. The population consisted of six projects assigned by the concessionaire, evaluating the activities of test pits, pipe installation, compaction–replacement, and mechanical works corresponding to the polyethylene network installation item. Data were collected through direct observation using the Balance Chart technique, which allowed the quantification of Productive Work (PW), Contributory Work (CW), and Non-Contributory Work (NCW). The results showed that labor performance was lower than the value proposed in the hypothesis, while the productivity level exceeded the established 35% threshold. Additionally, a predominance of contributory and non-contributory work over productive work was identified, affecting overall execution efficiency. It is concluded that the general hypothesis was partially confirmed, since the productivity indicator reached the expected range, whereas the performance indicator did not achieve the projected value.

Key words: performance, productivity, labor, Balance Chart, natural gas distribution networks.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Contextualización

El sector construcción constituye una actividad productiva estratégica para el desarrollo económico de los países, debido a su impacto directo en el progreso social y en la satisfacción de las necesidades básicas de la población mediante la ejecución de diversos proyectos de infraestructura. Además, genera empleo de manera sostenida, incorporando una importante cantidad de mano de obra (Botero y Álvarez, 2004). En este contexto, Cervantes (2005) señala que la intervención del recurso humano en los procesos productivos de un proyecto de construcción influye significativamente en la calidad y en los costos durante todas las etapas de ejecución, involucrando a los distintos actores del proyecto, como el promotor o cliente, el proyectista, el constructor, así como los fabricantes y proveedores.

En la actualidad, el sector construcción enfatiza cada vez más el rendimiento y la productividad, incorporando enfoques como la construcción sin pérdidas. En un contexto de globalización, las empresas buscan ser más eficientes y competitivas para asegurar su permanencia en el mercado (Gómez y Morales, 2015), De igual manera, Santana (1989) aborda el concepto de tiempos improductivos en las obras de construcción, definiéndolos como aquellos que evidencian deficiencias en la administración de los recursos y en la dirección general del proyecto.

En el contexto nacional, la masificación del gas natural constituye una política estratégica orientada a ampliar el acceso a una fuente energética más económica y sostenible. En ese marco, destaca el proyecto “Masificación del uso de gas natural a nivel nacional – Concesión Norte”, adjudicado en 2013 a la empresa Gases del Pacífico S.A.C. (Quavii). Proyecto que contempla la implementación de infraestructura para la distribución de gas natural por ductos en las ciudades de Chimbote, Chiclayo, Trujillo, Huaraz, Cajamarca, Lambayeque y Pacasmayo, con una inversión comprometida de US\$ 145 millones y la meta de 150 137 conexiones residenciales en un periodo de cinco años, conforme al primer plan contractual (Osinermin, 2015), esta ejecución de redes externas implica procesos constructivos especializados, donde la gestión eficiente de la mano de obra y el control de la productividad resultan determinantes para el cumplimiento de plazos, costos y estándares de calidad enmarcado en el plan energético nacional 2014 - 2025.

De acuerdo con Mendoza et al. (2021), las concesiones que se encargarán de la distribución de gas natural en el Perú, ganan la buena pro bajo las modalidades de licitación o concurso público, en la actualidad existen 07 concesiones a nivel nacional.

Figura 1

Áreas de influencia de las concesiones de gas natural a nivel nacional



Nota. Mapa adaptado de *La industria del gas natural en el Perú* por Mendoza et al., 2021.

El proyecto en la ciudad de Cajamarca, fue ejecutado la concesionaria Gases del Pacífico SAC - Quavii conjuntamente con sus contratistas como lo menciona la Editora Radio Programas del Perú (RPP, 2018).

1.1.2. Descripción del problema

En la actualidad, el sector construcción, la limitada disponibilidad de información confiable sobre rendimientos dificulta una planificación precisa, especialmente en proyectos de redes externas de gas natural, cuyas actividades presentan condiciones particulares de ejecución. La variabilidad en la duración de tareas como excavación, tendido de tuberías y reposición de pavimentos puede generar factores que alteran el ritmo de trabajo e inciden en la ruta crítica. Esto origina tiempos y actividades que no agregan valor, pero que consumen recursos y afectan directamente la productividad, generando sobrecostos y posibles retrasos en la entrega del proyecto como lo menciona Arboleda (2014) junto a López y Urrego (2010).

En el contexto peruano, los rendimientos en construcción suelen estimarse con base en índices generales como los de CAPECO; sin embargo, estos no siempre consideran las particularidades de cada proyecto, generando imprecisiones en la planificación y programación (Marrufo, 2014; Arboleda, 2014). La gestión del recurso humano resulta determinante, ya que una parte significativa del tiempo puede destinarse a actividades no contributorias, afectando la productividad (Alarcón y Martínez, 1988). Por ello, el control del rendimiento de la mano de obra es clave para cumplir con los objetivos de plazo, costo y calidad en la ejecución de obras (Cervantes, 2005; Gómez y Morales, 2016).

El sector construcción, al igual que diversos proyectos independientes, continúa empleando sistemas de gestión tradicionales centrados principalmente en los procesos internos más que en la generación de valor para el cliente. Esta situación se evidencia en la ejecución de viviendas, infraestructura pública y obras destinadas a la prestación de servicios públicos (Pons, 2014).

La falta de evaluación cuantitativa del desempeño de la mano de obra limita la identificación de pérdidas operativas, tiempos improductivos y factores que afectan el rendimiento diario de ejecución. Asimismo, dificulta la implementación de estrategias de mejora optimizada basadas en herramientas de gestión como la Carta Balance, orientada a la optimización de procesos constructivos.

En el sector Calispuquio del distrito de Cajamarca, durante el año 2023 se ejecutaron seis proyectos de construcción de redes externas de gas natural como parte del proceso de expansión del servicio en la ciudad. La partida de "Instalación de

redes de polietileno” presentó la mayor incidencia presupuestal dentro de dichos proyectos, involucrando actividades como calicatas, instalación de tubería, compactación/reposición y trabajos mecánicos. No obstante, la ejecución de estas actividades se desarrolló bajo esquemas tradicionales de control, sin una medición detallada del trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC).

Figura 2

El Gas natural llegó a Cajamarca



Nota. Adaptada de *Gas natural llegó a Cajamarca* por Editora radioprogramas del Perú, 2018.

En este contexto, surge la necesidad de determinar el rendimiento y el nivel de productividad de la mano de obra en los seis proyectos evaluados, a fin de generar información técnica verificable que contribuya a mejorar la planificación, control y toma de decisiones en futuras intervenciones de redes de gas natural en la ciudad de Cajamarca.

1.1.3. Formulación del problema

¿Cuál es el rendimiento y nivel de productividad de la mano de obra en seis proyectos de construcción de red externa de gas natural ejecutada en el sector Calispuquio - Cajamarca durante el año 2023?

1.2. Justificación e importancia

La presente investigación se justifica en la aplicación de herramientas propias de la filosofía Lean Construction, particularmente la técnica de Carta Balance, como instrumento para medir y analizar el rendimiento y la productividad de la mano de obra

en proyectos de infraestructura de servicios básicos. Asimismo, se sustenta en el principio de Pareto, el cual establece que un número reducido de partidas concentra el mayor impacto en el costo total del proyecto, permitiendo enfocar el análisis en aquellas actividades de mayor incidencia presupuestal.

Desde el punto de vista técnico, el estudio busca generar datos reales obtenidos en campo sobre la partida “Instalación de tubería de polietileno”, identificando los tiempos productivos, contributivos y no contributivos, así como los factores que influyen en las pérdidas de rendimiento. Esta información contribuye a mejorar la gestión y control de obra, fortaleciendo la toma de decisiones durante la ejecución del proyecto.

En el contexto local, el proyecto de masificación del gas natural en Cajamarca, correspondiente a la Concesión Norte, constituye una iniciativa de inversión privada de interés nacional orientada a ampliar la cobertura de un servicio básico en la ciudad. Al tratarse de un proyecto relativamente nuevo dentro del sector construcción regional, existe limitada evidencia empírica sobre indicadores reales de productividad en este tipo de infraestructura.

Por ello, la investigación adquiere relevancia académica y práctica, ya que amplía la base de datos locales sobre rendimiento de mano de obra en redes externas de gas natural, permitiendo que futuros proyectos cuenten con información técnica confiable para la elaboración de presupuestos, programación y control de obra. Asimismo, los resultados pueden servir como referencia para el promotor del proyecto, proyectistas, contratistas, proveedores y personal técnico, promoviendo la adopción de prácticas orientadas a mejorar la eficiencia y desempeño constructivo.

1.3. Delimitación de la investigación

La investigación se desarrolló en el sector Calispuquio, distrito de Cajamarca, durante el año 2023, en el marco de los proyectos de masificación del gas natural asignados por Gases del Pacífico (Quavii). El estudio comprendió seis proyectos ejecutados por la contratista ejecutor Profesionales Asociados del Perú (PAPERÚ), correspondientes a la construcción de redes externas de distribución de gas natural.

El análisis se delimitó exclusivamente al rendimiento y nivel productividad de la mano de obra directa, excluyendo maquinaria, materiales y costos. Se evaluaron

las actividades de calicatas, instalación de tubería, compactación - reposición y trabajos mecánicos, pertenecientes a la partida **“Instalación de redes de polietileno”**, seleccionada siguiendo el criterio de concentración de costos planteado por Santa María (2016), plazo de ejecución, información técnica y trabajo de campo.

1.4. Limitaciones

En primer lugar, existe limitada información académica y antecedentes específicos relacionados con el análisis de rendimiento y productividad en la construcción de redes externas de gas natural, especialmente en el contexto regional de Cajamarca. Esta escasez de estudios locales restringió la posibilidad de realizar comparaciones directas con investigaciones similares dentro del mismo tipo de infraestructura.

Asimismo, la ejecución de los proyectos evaluados estuvo condicionada a la programación de asignaciones constructivas establecidas por la empresa concesionaria y a la obtención de autorizaciones municipales para intervención en vía pública, lo que determinó que la recolección de datos en campo se realizara únicamente durante el periodo operativo disponible.

La medición se efectuó en un plazo de tres meses, dentro de seis proyectos en ejecución, limitándose al análisis de actividades de calicatas, instalación de tubería, compactación - reposición y trabajos mecánicos de la partida **“instalación de redes de polietileno”**. Por tanto, los resultados representan el comportamiento productivo observado en dicho periodo y en esas condiciones específicas de ejecución.

Finalmente, el estudio se delimitó exclusivamente al análisis del uso productivo de la mano de obra directa mediante la técnica de Carta Balance, sin considerar variables asociadas a maquinaria, materiales, costos indirectos u otros factores externos que también podrían influir en el desempeño global del proyecto.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivos generales

Determinar el rendimiento y nivel de productividad de la mano de obra en seis proyectos de construcción de red externa de gas natural ejecutada en el sector Calispuquio - Cajamarca durante el año 2023.

1.5.2. Objetivos específicos

Determinar el rendimiento de la mano de obra de las actividades de calicatas, instalación de tubería, compactación - reposición y trabajos mecánicos de la partida instalación de redes de polietileno.

Determinar el nivel de productividad de la mano de obra de las actividades de calicatas, instalación de tubería, compactación - reposición y trabajos mecánicos de la partida instalación de redes de polietileno.

Cuantificar el trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC) de las actividades de calicatas, instalación de tubería, compactación - reposición y trabajos mecánicos de la partida instalación de redes de polietileno.

Identificar los factores que afectan el rendimiento de la mano de obra y nivel de productividad de los seis proyectos evaluados.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Nivel internacional

Coronel, Quezada y Gárate (2022), en su artículo científico, analizaron los factores que influyen en el rendimiento de la mano de obra en la construcción de instalaciones eléctricas mediante una metodología cuantitativa de alcance descriptivo y revisión bibliográfica, aplicando encuestas a expertos del sector. Los resultados evidenciaron que los menores niveles de rendimiento se asocian con personal sindicalizado, con remuneración básica y bajo nivel educativo; mientras que los mayores rendimientos se registran cuando los trabajadores cuentan con disponibilidad de materiales, equipos de protección personal y capacitación adecuada para las labores asignadas.

2.1.2. Nivel nacional

Ángeles y Quispe (2023), en su trabajo de suficiencia profesional, aplicaron herramientas de Lean Construction y Lean Manufacturing para optimizar la baja productividad de una empresa contratista del sistema de distribución de gas natural en Lima y Callao. Entre los principales hallazgos identificaron la presencia de reprocesos (40 %), baja calidad del producto terminado (35 %) y tiempos improductivos (18 %), además de otros factores (7 %). La implementación de la Teoría de Restricciones, a partir del análisis de causa raíz, permitió incrementar el rendimiento en la instalación de tuberías de 9 a 10 metros lineales por hora-hombre (ML/HH) y en la colocación de accesorios, como válvulas, de 3 a 3,86 unidades por hora-hombre (UND/HH).

Cosi (2017), en su investigación, tuvo como objetivo diagnosticar y evaluar el sector construcción mediante la aplicación de herramientas de la filosofía Lean Construction, enfocándose en el análisis de la productividad, los sistemas de gestión y las pérdidas en obra. Para ello, utilizó encuestas y entrevistas dirigidas a personal profesional y obrero, así como formatos de categorización de actividades mediante carta balance en las partidas críticas de acero, encofrado y concreto, evaluando tres proyectos de infraestructura

educativa. Entre sus principales conclusiones destacan la identificación de un nivel de productividad con altas pérdidas superficiales e internas, evidenciando la necesidad de implementar un modelo de mejora continua. Asimismo, determinó que el trabajo productivo (TP) osciló entre 36 % y 41 %, el trabajo contributorio (TC) alcanzó un 34 % —principalmente en transporte de materiales— y el trabajo no contributorio (TNC) representó el 25 %, asociado principalmente a retrabajos.

Quispe (2017) evaluó la influencia de la aplicación de técnicas de Lean Construction en la productividad durante la ejecución de obras de edificación en Huancavelica. El estudio fue de tipo explicativo, con diseño transversal y cuasi experimental, empleando un muestreo no probabilístico con grupo de control y grupo experimental. La recolección de datos se realizó mediante encuestas de 20 preguntas, observación directa en campo y análisis documental, utilizando estadística descriptiva para el procesamiento de la información. Los resultados evidenciaron que la metodología Lean Construction tiene una influencia significativa en la productividad de la mano de obra, identificándose porcentajes de trabajo productivo (TP) del 39 %, trabajo contributorio (TC) del 37 % y trabajo no contributorio (TNC) del 24 %.

Nunjar (2014), en su informe de experiencia profesional en el área de gerencia de proyectos de ingeniería en la empresa peruana JC & InelmeC Asociados S.A.C., dedicada al sector de gas natural e integración de especialidades en automatización industrial, mecánica, obras civiles y electricidad, analizó la aplicación del costeo basado en actividades (ABC) en la construcción de redes internas y externas de gas natural. La implementación de esta metodología permitió optimizar la capitalización de recursos y mejorar los márgenes de rentabilidad, en coherencia con el alineamiento estratégico del negocio, obteniéndose resultados favorables en la gestión económica de los proyectos.

- Se redujo el costo en un 30% en redes externas y un 31 % en redes internas.
- Se incrementó el rendimiento en 214% en redes externas (pasaron de 7m a 15 m por excavador) y un 13 % en redes internas (pasaron de 0.7 instalaciones por cuadrilla/día a 1,5 instalaciones por cuadrilla/día).

- El margen del negocio respecto a las ventanas fracturadas se incrementó en un 20 % respecto a lo previsto por redes externa y en un 25 % adicional, en redes internas.

Sánchez, Cruz y Benavides (2014) tuvieron como objetivo implementar herramientas de gestión de la productividad basadas en la metodología Lean Construction para optimizar los procesos estructurales en la edificación de viviendas. El estudio fue de enfoque cuantitativo, descriptivo y de tipo estudio de caso, empleando como instrumentos la observación directa mediante fichas de campo, toma de datos y mediciones para el diagnóstico interno de la empresa. En el diagnóstico inicial se determinó un nivel de trabajo productivo (TP) del 34 %, trabajo contributorio (TC) del 41 % y trabajo no contributorio (TNC) del 24 %. Tras la aplicación de herramientas de planificación y control propias de Lean Construction, el trabajo productivo se incrementó al 44 %. Los autores concluyen que la adecuada gestión de actividades contributorias y la reducción de actividades no contributorias permiten alcanzar mayores niveles de productividad, destacando la importancia de aplicar de manera sistemática estas herramientas durante la etapa de ejecución del proyecto.

2.1.3. Nivel local

Gonzales (2021) determinó el rendimiento y la productividad en la ejecución de partidas de concreto simple en cimientos corridos, encofrado de columnas, concreto armado en losa aligerada y muros de ladrillo, empleando la técnica de la carta balance para la clasificación y cuantificación de actividades. A partir del análisis de tiempos en 20 viviendas evaluadas, registró rendimientos de 4.380 H-H/m³, 1.724 H-H/m³, 9.542 H-H/m³, 4.125 H-H/m³ y 1.704 H-H/m³, respectivamente. Asimismo, la medición mediante carta balance permitió identificar porcentajes de trabajo productivo (TP) entre 41.99 % y 50.64 %, trabajo contributorio (TC) entre 25.20 % y 31.16 %, y trabajo no contributorio (TNC) entre 24.16 % y 34.47 %. Como conclusión principal, el autor señala que la productividad promedio obtenida fue de 43.86 % de trabajo productivo, valor superior al planteado en su hipótesis, evidenciando la utilidad de la carta balance como herramienta eficaz para evaluar y controlar la productividad de la mano de obra.

Chávez (2018) evaluó la productividad de la mano de obra en la construcción de la infraestructura educativa secundaria Ricardo Palma, ubicada en la provincia de Sorochocho, Cajamarca. Para ello, aplicó herramientas de Lean Construction y el análisis de Pareto en las partidas de concreto y encofrado, considerando que la mano de obra representaba el 25.7 % del total de trabajadores involucrados en dichas actividades. La evaluación se realizó mediante la clasificación continua de las actividades en trabajo productivo (TP), trabajo contributivo (TC) y trabajo no contributivo (TNC), permitiendo identificar oportunidades de mejora en el desempeño operativo.

Rojas (2014) determinó que el rendimiento de la mano de obra en la partida de muros y tabiques de albañilería, en la construcción de viviendas ubicadas en zonas de expansión urbana de Cajamarca —como Mollepampa, Nuevo Cajamarca y La Tulpuna— fue inferior a los valores referenciales establecidos por la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), validando así la hipótesis planteada en su estudio. Asimismo, la investigación constituye un aporte significativo para el sector construcción en Cajamarca, al proporcionar información objetiva sobre rendimientos reales de obra, contribuyendo a una formulación más precisa de los análisis de precios unitarios y a la elaboración de presupuestos, tanto para entidades públicas como privadas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Teoría de la productividad

La productividad es una medición de la eficiencia donde los recursos son administrados para elaborar un producto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado (Serpell, 2002), así mismo como mencionan Mejía y Hernández (2007) este concepto indica la cantidad de obra ejecuta por un hombre o una cuadrilla definida en un periodo de tiempo.

Para Ballard y Howell (1998) consideran que el pensamiento Lean, es una nueva forma de administrar la construcción y aplicando las técnicas de manufactura, tratando de lograr mayor estandarización a los proyectos, considerando la dinámica existente de la construcción.

Koskela (1992) considera que dentro de la producción es posible iniciar la reducción significativa de los costos de actividades que no agregan valor, a través de la medición y la aplicación de los principios para el mejoramiento del control de flujo propuesto donde las actividades que agregan valor son mejoradas a través de la optimización interna y uso del equipamiento existente. Solo después esta mejora se podría considerar las inversiones en nuevas tecnologías.

2.2.2. Teoría de la eliminación de pérdidas en construcción

La filosofía Lean Construction se basa en la teoría de la búsqueda de la optimización de recursos, tiempos y costos, basada en la eliminación de desperdicios o pérdidas en actividades que no genera valor si no que, conllevan a demoras y reprocesos en la cadena productiva como lo mencionan Gómez y Morales (2016), así mismo como lo menciona Páez (2016), uno de sus principios básicos es reducir al máximo posible el tiempo invertido en actividades que no agregan valor al producto final, es decir, reducir las pérdidas en las actividades de construcción.

2.2.3. Teoría del consumo y rendimiento de la mano de obra

Dentro del proceso productivo, la mano de obra es un componente que afecta la productividad, al tener diversos aspectos que van modificándose de acuerdo a como la empresa empleadora se vuelva más competitiva, donde el consumo es la cantidad del recurso humano empleado para ejecutar una actividad unitaria dentro del proyecto y el rendimiento es el avance del proyecto ejecutado por una cuadrilla (Botero, 2002).

2.2.4. Principio de Pareto

Una de las herramientas que sirve para la evaluación de incidencias, a fin de mostrar aspectos relevantes para la toma de decisiones para la gestión de proyectos, en torno a la asignación de prioridades en problemas de calidad, diagnóstico de causas y solución como lo plantea Santa María (2016) en la gestión de proyectos está en plantear comparaciones desde distintos puntos de vista sobre aspectos como el tiempo de ejecución, costo de partidas,

metrado de partida, personal que involucra la partida tiempo de fabricación o importación de provisiones, materiales de mercado, etc.

“El principio de Pareto equivale la regla del 80/20 o 20/80, establece que para un amplio número de fenómenos aproximadamente el 80% de la consecuencia proviene del 20 % de las causas” (Moncada,2018), mismo que sirve para centrar la atención en lo que realmente importa, en lo que otorga mayores satisfacciones con esfuerzos menores, sin malgastar energías o recursos para obtener resultados.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Uso productivo de la mano de obra

Es un diagnóstico del cómo se distribuye el tiempo del personal obrero en toda la obra, empleado la carta balance para evaluar de manera aleatoria el trabajo del uso productivo de la mano de obra (eficiencia con que el trabajador utiliza su condición física y mental para producir bienes o servicio), que busca optimizar procesos, asignación adecuada de tareas e inversión en mano de obra calificada reduciendo errores y sobrecostos como lo menciona Bombilla y Hidalgo (2021).

2.3.2. Filosofía Lean Construction

La filosofía Lean Construction tiene sus raíces en el sistema productivo de Toyota. Según Pons (2014), su origen se vincula al concepto de Jidoka, introducido por Sakichi Toyoda, que otorga a las máquinas la capacidad de detenerse ante anomalías para identificar su causa raíz. Posteriormente, en la década de 1950, Kiichiro Toyoda implementó el sistema Just in Time (JIT), orientado a producir solo lo necesario, en el momento y cantidad requeridos, minimizando inventarios y promoviendo la coordinación con proveedores. Este enfoque se fortaleció con el ciclo Plan–Do–Check–Act (PDCA) difundido por Edwards Deming en Japón, base de la mejora continua. En las décadas de 1960 y 1970, Taiichi Ohno consolidó el Toyota Production System (TPS), adaptándolo a contextos de baja demanda y alta variedad, lo que permitió a la

empresa mantener competitividad frente a la industria estadounidense (Pons, 2014).

Posteriormente, tras analizar la eficiencia japonesa frente a la crisis automotriz, el Massachusetts Institute of Technology (MIT) desarrolló un estudio comparativo que dio origen al término Lean Production, acuñado por John Krafcik para describir el modelo de Toyota como lo presenta Pons (2014) y Brioso (2015). En 1992, Lauri Koskela trasladó estos principios al sector construcción al introducir el concepto de Lean Construction, proponiendo entender la producción como un proceso de transformación y flujo que genera valor, orientado a eliminar pérdidas y optimizar tiempos de entrega en los proyectos (Porrás, Sánchez y Galvis, 2014).

2.3.3. Carta balance

Para Serpell (2002) esta herramienta que forma parte de la metodología Lean Construction, permite describir el proceso de una operación de construcción detalladamente, identificando el método empleado, la cantidad de obreros más adecuada, es así que esta carta balance o de control de cuadrilla consiga información importante para el análisis de rendimiento en actividades que ejecuta la mano de obra, considerando que las actividades en campo ocupan muy poco tiempo para revisar procedimientos y metodologías que distribuyan al personal de obra óptimamente.

La vía para mejorar la eficiencia del grupo de trabajo se basa en la reasignación de tareas entre sus miembros y modificación de la cantidad de cuadrilla mostrando la carta balance como gráfico de barras verticales, que tienen como variables el tiempo y recursos (hombre, maquina, etc.) que participan de la actividad que se estudia, asignando una barra vertical por recurso, tal barra se subdivide en el tiempo según la secuencia de actividades que participa el recurso, incluyendo los lapsos improductivos y trabajo inefectivo (Serpell,2002). Se presentan algunos pasos para el desarrollo y aplicación de la carta balance planteada por y adaptada por diversos autores en investigación como son:

- a) Es importante identificar cada uno de los procesos que involucran una actividad y agruparlas a la medición del trabajo productivo, contributorio y no contributorio como se aprecia en la figura 3.
- b) Se realiza la carta de balance, considerando como máximo una cantidad de 10 recursos obreros) ya que una cantidad mayor sería muy complicada medir (Vargas, 2017), como se muestra en la figura 4.
- c) El encargado de recopilar la información deberá de ubicarse en un punto donde se pueda visualizar de todo el personal y obtener todos los datos de la cuadrilla analizada (Vargas, 2017).
- d) El muestreo de las actividades ejecutadas e identificadas en la carta de balance por cada obrero en un intervalo de 1 minuto (Vargas, 2017).
- e) Se realizar esta medición por 30 min, se tendrá que realizar una cantidad significativa de mediciones para poder tener con datos estadísticos confiables (Vargas, 2017), además de considerar que, para actividades de mayor incidencia en el presupuesto, estas deben cubrir la totalidad de tiempo que realiza la actividad el mismo día, dichas actividades de medirse de inicio a fin de jornada Castillo y Flores (2016).

Figura 3

Clasificación del trabajo por actividad

CLASIFICACIÓN DE TRABAJO - CALICATAS		
O	OBSERVAR	TCN
C	CONVERSAR	
F	FATIGA	
R	REFRIGERIO	
D	DESCANSO	
P	PLANO	TC
I	INSTRUCCIÓN	
T	TRASLADO	
S	SEÑALIZACIÓN	
RE	REGISTRO	TP
TR	TRAZO	
CO	CORTE	
E	EXCAVACIÓN	
T	TAPADO	

Nota. Adaptada de Mejora de la productividad en la construcción Carta Balance por Vargas, 2017.

Figura 4
Carta Balance calicata

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA
 PROGRAMA DE MAESTRIA CON MENCION EN INGENIERIA CIVIL

TESIS: "RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE RED EXTERNA DE GAS NATURAL, CAJAMARCA-2023"

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE

PROYECTO: _____ DESCRIPCIÓN: _____
 REGISTRO: _____ FECHA: _____
 N° DE PLANTEL: _____ HORA DE INICIO: _____
 ACTIVIDAD: _____ HORA DE FIN: _____

MENCIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE

	I	II	III	IV	V	VI	OBSERVACIONES
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

RECURSO I	ACTIVIDAD	TIPO DE RECURSO	MEMBRE CODIGO
RECURSO II			
RECURSO III			
RECURSO IV			
RECURSO V			
RECURSO VI			

CLASIFICACIÓN DE TRABAJOS - CALIDAD

CÓDIGO	ACTIVIDAD	TIPO
B	EMPAQUE	A
C	CONCRETO	
F	FINIS	
B	REPLANTAR	B
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	C
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	D
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	E
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	F
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	G
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	H
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	I
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	J
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	K
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	L
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	M
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	N
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	O
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	P
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	Q
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	R
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	S
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	T
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	U
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	V
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	W
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	X
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	Y
B	REPLANTAR	
B	REPLANTAR	Z
B	REPLANTAR	

Nota. Adaptada de *Mejora de la productividad en la construcción Carta Balance* por Vargas, 2017.

El resultado confeccionar la carta de balance nos indica cuanto es el porcentaje de las actividades consumen más tiempo y recursos,, para posteriormente procesar la información y plantear la mejora de esta producción se tiene que reasignar tareas entre sus miembros, modificar el tamaño de la cuadrilla o implementar algún cambio tecnológico que modifique considerablemente todo el proceso constructivo para poder obtener mejor eficiencia en todo el proceso de la actividad analizada (Vargas, 2017).

2.3.4. Rendimiento de la mano de obra

La mano de obra como uno de los componentes en el proceso de producción, aparece como una de las variables que afectan la productividad, en tal sentido Botero (2002), Conceptualiza al rendimiento de la mano de obra como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla compuesta por uno o varios obreros de diferente especialidad por unidad de recurso humano medida en horas hombre.

2.3.5. Productividad

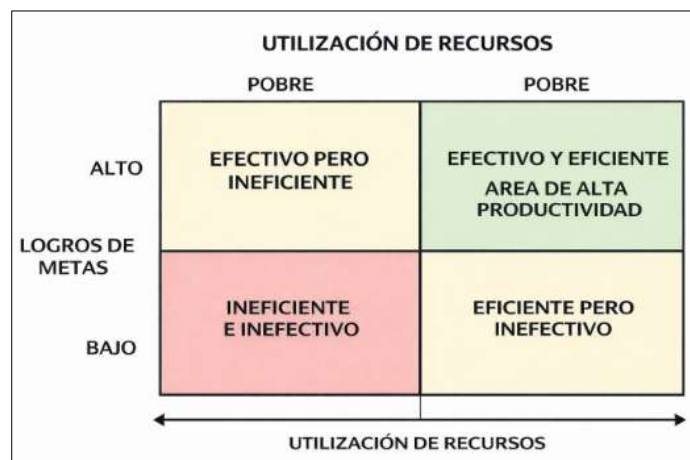
Parte de la meta física de la administración de una empresa, proyecto u proyecto constructivo, es ser productiva y buscar su mejora continua como lo menciona (Serpell, 2002), definiendo a la productividad es considerada como la relación lo producido con lo consumido, expresado de la siguiente forma:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{recursos empleados}}$$

Por otra parte, según Serpell (2002), la productividad se puede definir como la medición de la eficiencia con la que los recursos son administrados para culminar un producto, en un plazo establecido que mantenga un estándar de calidad establecido, apreciándose en la figura 5.

Figura 5

Relación entre eficiencia, efectividad y productividad



Nota. Adaptada de Administración de operaciones de construcción por Serpell, 2002.

2.3.6. Clasificación de la productividad

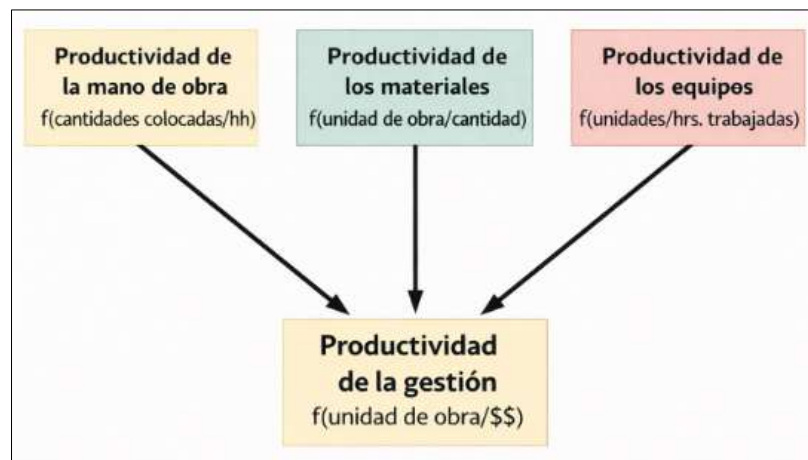
De acuerdo con Serpell (2002) al considerar los tipos de recursos de un proyecto la productividad se clasifica:

- a) **Productividad de materiales:** una buena administración de los recursos materiales evitando las pérdidas en el proceso.

- b) **Productividad de mano de obra:** el recurso de la mano de obra es un factor crítico de determina el ritmo fijo del trabajo y del cual depende en gran medida la producción de los recursos.
- c) **Productividad de la maquinaria:** Factor importante por el costo elevado de los equipos, por lo que es muy importante evitar las pérdidas en la administración del recurso.

Figura 6

Tipos de productividad



Nota. Adaptada de *Administración de operaciones de construcción* por Serpell, 2002.

2.3.7. Diagnóstico de la productividad en la construcción

Bajo la experiencia recopilada por Ghio (2001) en base a los estudios realizados por alumnos de la Pontificia Universidad Católica del Perú, sobre la productividad de obras de construcción en Lima, en la que se determinaron los niveles de competitividad de empresas constructoras en el área de edificaciones presentan los siguientes puntos para realizar la evaluación correspondiente al diagnóstico:

a) **Muestreo del trabajo a nivel general de la obra**

Contabilización estadística del tipo de trabajo (productivo, no contributivo, contributivo), sus componentes, orientada en el uso del tiempo por el personal en obra (Ghio,2001).

b) Muestreo del trabajo para actividades particulares y su carta balance

Muestreo de actividades de específicas que evalúa el porcentaje del tiempo que dedica el personal dentro de una actividad a cada componente de la partida, por obrero de la cuadrilla (Ghio,2001).

c) Encuestas a profesionales responsable de obra

Entrevista que da a conocer la organización de la interna de la administración del proyecto, así como sus mejoras en la producción (Ghio,2001).

d) Encuestas a personal obrero

Entrevista orientada a obtener mayor información del grado detalle de la planificación de los obreros, control t factores que afectan la administración de actividades (Ghio,2001).

e) Clasificación de proyectos

Para la clasificación de las empresas consolidadas se consideran tres aspectos como el tipo de proyecto ver tabla 1, tipo de empresa ver tabla 2 y sistema de administración de obra ver tabla 3.

Tabla 1

Clasificación por tipo de proyecto

Tipo	Monto de proyecto	Grado de supervisión por parte del dueño o empresa
A	>US\$1,500,000	De eventual a permanente
B	Hasta US\$1,500,000	De ninguno a eventual
C	≤US\$ 500,00	Ninguno

Nota. Adaptada de *Productividad en obras de construcción diagnóstico, críticas y propuesta* por Ghio, 2001.

Tabla 2

Clasificación por tipo de empresa

	Empresa tipo C	Empresa tipo B	Empresa tipo A
Organización	Maestro permanente, ingeniero o arquitecto eventual o cualquier de estas combinaciones	Maestro permanente (no siempre) o ingeniero asistente	Equipo de trabajo permanente, compuesto por jefe de proyecto, ingeniero de costos, administrador, maestro de obra, asistente
Tecnología utilizada	Mínima: Mezcladora, vibradores	Equipos mixtos de encofrados, winchas, vibradores, concreto premezclado, equipos de trazo y replanteo, computadora, etc.	Variedad de equipos: computadoras, mezcladoras, winchas, grúas, plataformas verticales, fajas transportadoras, concreto premezclado, equipos de trazo y replanteo, equipos de movimiento de tierras, de sistemas modernos encofrados, etc.
Control interno	Control informal: Recorridos de obra, cumplimiento de metas	Algún tipo de informe escrito, usualmente informes de avance y costos	Reportes escritos de producción, avance y costos
Seguridad en obra	Ninguna o mínimas, la seguridad es responsabilidad del trabajador	Parcial. Uso obligatorio de cascos, eventualmente equipos menores de seguridad, líneas de vida, guantes, gafas, zapatos de seguridad, botas, cinturones de seguridad, señalización, etc.	Sistema de seguridad establecido (uso obligatorio de cascos, zapatos de seguridad, gafas, guantes, botas de jebe, líneas de vida, señalización, etc.)

Nota. Adaptada de *Productividad en obras de construcción diagnóstico, críticas y propuesta* por Ghio, 2001.

Tabla 3

Clasificación por tipo de sistema administrativo

	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Tipo V
Responsable de la planificación	El maestro general, quién está permanentemente en la obra. El profesional responsable o el propietario visita la obra periódicamente con la finalidad de controlar el avance, abastecimiento de materiales, etc.	El ingeniero es consciente de la planificación y, por lo tanto, establece metas semanales a ser cumplidas en obra, su presencia ahí, responde a la verificación del cumplimiento de estas metas y el control de la calidad de la obra	El ingeniero sobre la base de una planificación que es realizada y actualizada por él mismo o por la empresa constructora, determina metas diarias de producción en la obra	Existe un profesional responsable de la planificación, él actualiza y reprograma las actividades y determina así la producción semanal	Existe un profesional responsable de la planificación, él actualiza y reprograma las actividades y determina así la producción diaria
Actualización de la planificación	Ninguna	Ninguna o verificaciones regulares	De ninguna a verificaciones diarias	Verificaciones semanales a reprogramación de obra	Desde verificaciones diarias a reprogramaciones de la obra
Planificación de la utilización de los recursos	El número de integrantes de las cuadrillas, el tiempo, materiales y equipos empleados para ejecutar determinada tarea son determinados según la experiencia de los capataces o del maestro en general	El número de integrantes de las cuadrillas, el tiempo, materiales y equipos empleados para ejecutar determinada tarea son determinados según la experiencia del ingeniero, capataces o del maestro en general	El número de integrantes de las cuadrillas, el tiempo, materiales y equipos empleados para ejecutar determinada tarea son determinados según la experiencia del ingeniero los capataces o el maestro de obra general y en casos se establecen rendimientos mínimos	El número de integrantes de las cuadrillas, el tiempo, los materiales y los equipos empleados para ejecutar determinada tarea son determinados en gran medida por el ingeniero en coordinación con el maestro de obra general y en función de los rendimientos mínimos establecidos por el ingeniero o por la empresa	El número de integrantes de las cuadrillas, el tiempo, los materiales y los equipos empleados para ejecutar determinada tarea son determinados en su totalidad por el ingeniero en coordinación con el maestro de obra general y en función de rendimientos mínimos establecidos por el ingeniero o por la empresa
	Los alcances de la planificación se transmiten	Las metas semanales quedan establecidas	Las metas diarias provenientes de la	La producción diaria, proveniente de la	La producción diaria, proveniente de la

Diseño de transmisión de la planificación	en forma oral del maestro de obra a los capataces	en forma oral, que el maestro transforma en tareas diarias, para los obreros	planificación semanal transmitidas al maestro de obra de forma oral, las cuales el maestro de obra transforma en tareas diarias para los obreros	planificación, es transmitida al maestro general en forma escrita, quien a su vez da las instrucciones necesarias en forma oral a los capataces y jefes de cuadrilla	planificación, es transmitida al maestro general en forma escrita, quien a su vez da las instrucciones necesarias en forma oral a los capataces y jefes de cuadrilla
Distribución de los recursos	El maestro general distribuye los recursos (mano de obra, materiales y equipos)	El maestro general distribuye los recursos (mano de obra, materiales y equipos)	El maestro general distribuye los recursos (mano de obra, materiales y equipos), bajo la supervisión del ingeniero	El maestro general distribuye los recursos (mano de obra, materiales y equipos), bajo la supervisión del ingeniero	El maestro general distribuye los recursos (mano de obra, materiales y equipos), bajo Según lo definido por el ingeniero

Nota. Adaptada de *Productividad en obras de construcción diagnóstico, críticas y propuesta* por Ghio, 2001.

Evaluado el uso productivo de la mano de obra se puede revisar los niveles de productividad según el tipo de proyecto tabla 4, tipo de empresa tabla 5 y tipo de administración tabla 6 y tabla 7, evaluando los procesos para obtener el diagnóstico general, con el cual se clasifica y debate el nivel de productividad y competitividad de una empresa conforme al rubro en el que se encuentra, para el desarrollo de esta investigación se considera la contratista encargada de construir la red de gas natural en Cajamarca.

Tabla 4*Nivel de productividad según tipo de sistema administrativo*

	N°	TP	TC	TNC		N°	TP	TC	TNC		N°	TP	TC	TNC
PROYECTOS TIPO A	1	27%	42%	31%	PROYECTOS TIPO B	3	29%	39%	32%	PROYECTOS TIPO C	4	31%	34%	35%
	2	27%	36%	37%		5	25%	40%	35%		8	28%	37%	35%
	11	30%	37%	33%		6	26%	40%	34%		13	32%	32%	36%
	12	34%	37%	29%		7	26%	41%	33%		17	27%	28%	45%
	14	32%	29%	39%		9	33%	43%	24%		18	23%	40%	37%
	15	30%	30%	40%		10	24%	41%	35%		19	22%	48%	30%
	16	26%	34%	40%		20	24%	37%	39%		28	26%	42%	32%
	21	26%	34%	40%		24	20%	42%	38%		29	21%	49%	30%
	22	25%	47%	28%		26	33%	39%	28%		30	24%	40%	36%
	23	32%	28%	40%		34	31%	30%	39%		33	32%	35%	33%
	25	20%	35%	45%		39	20%	33%	47%		35	28%	37%	35%
	27	37%	36%	27%		41	34%	30%	36%		38	30%	25%	45%
	31	32%	26%	42%		42	33%	30%	37%		44	28%	33%	39%
	32	30%	35%	35%		45	24%	46%	30%		47	26%	34%	40%
36	27%	34%	39%	46	28%	35%	37%	48	28%	37%	35%			
37	22%	36%	42%	49	26%	42%	32%	-	-	-	-			
40	32%	30%	38%	50	28%	39%	33%	-	-	-	-			
43	32%	33%	35%	-	-	-	-	-	-	-	-			
PROM.	29%	34%	37%	PROM.	27%	38%	35%	PROM.	27%	37%	36%			

Nota. Adaptada de Productividad en obras de construcción diagnóstico, críticas y propuesta por Ghio, 2001.

Tabla 5

Nivel de productividad según tipo de empresa

PROYECTOS TIPO A				PROYECTOS TIPO B				PROYECTOS TIPO C			
N°	TP	TC	TNC	N°	TP	TC	TNC	N°	TP	TC	TNC
1	27%	42%	31%	2	27%	36%	37%	4	31%	34%	35%
3	29%	39%	32%	6	26%	40%	34%	5	25%	40%	35%
11	30%	37%	33%	10	24%	41%	35%	7	26%	41%	32%
12	34%	37%	29%	14	32%	29%	39%	8	28%	37%	36%
16	29%	33%	38%	15	30%	30%	40%	9	33%	43%	25%
22	25%	47%	28%	17	27%	28%	45%	13	32%	32%	36%
23	32%	28%	40%	20	24%	37%	39%	18	23%	40%	37%
25	20%	35%	45%	21	26%	34%	40%	19	22%	48%	31%
27	37%	36%	27%	36	27%	34%	39%	24	20%	42%	38%
31	32%	26%	42%	42	33%	30%	37%	26	26%	39%	28%
32	30%	35%	35%	43	32%	33%	35%	28	26%	42%	32%
37	22%	36%	42%	-	-	-	-	29	21%	49%	30%
39	20%	33%	47%	-	-	-	-	30	24%	40%	36%
40	32%	30%	37%	-	-	-	-	33	32%	35%	33%
48	28%	37%	35%	-	-	-	-	34	31%	30%	39%
-	-	-	-	-	-	-	-	35	28%	37%	36%
-	-	-	-	-	-	-	-	38	30%	25%	45%
-	-	-	-	-	-	-	-	41	34%	30%	36%
-	-	-	-	-	-	-	-	44	28%	33%	38%
-	-	-	-	-	-	-	-	45	24%	46%	30%
-	-	-	-	-	-	-	-	46	28%	35%	37%
-	-	-	-	-	-	-	-	47	26%	34%	40%
-	-	-	-	-	-	-	-	49	26%	42%	32%
-	-	-	-	-	-	-	-	50	28%	39%	33%
PROM.	28%	35%	36%	PROM.	28%	34%	38%	PROM.	27%	38%	35%

Nota. Adaptada de Productividad en obras de construcción diagnóstico, críticas y propuesta por Ghio, 2001.

Tabla 6*Nivel de productividad según tipo de administración 1/2*

PROYECTOS TIPO I				PROYECTOS TIPO II				PROYECTOS TIPO III			
N°	TP	TC	TNC	N°	TP	TC	TNC	N°	TP	TC	TNC
4	31%	34%	35%	6	26%	40%	34%	2	27%	36%	37%
5	25%	40%	35%	7	26%	42%	32%	9	33%	42%	25%
24	20%	42%	38%	8	28%	36%	36%	13	32%	32%	36%
29	21%	49%	30%	10	24%	41%	35%	14	32%	29%	39%
34	31%	30%	39%	18	23%	40%	37%	17	27%	29%	44%
38	30%	25%	45%	21	26%	34%	40%	19	22%	47%	31%
45	24%	46%	30%	28	26%	42%	32%	20	24%	37%	39%
46	28%	35%	37%	35	29%	36%	35%	22	25%	46%	29%
47	26%	34%	40%	36	27%	34%	39%	25	20%	35%	45%
49	26%	42%	32%	37	22%	36%	42%	26	33%	39%	28%
-	-	-	-	42	33%	30%	37%	30	24%	40%	36%
-	-	-	-	44	28%	33%	38%	32	30%	35%	35%
-	-	-	-	50	28%	39%	33%	33	32%	35%	33%
-	-	-	-	-	-	-	-	39	20%	33%	47%
-	-	-	-	-	-	-	-	40	32%	31%	37%
-	-	-	-	-	-	-	-	41	34%	30%	36%
-	-	-	-	-	-	-	-	43	32%	33%	35%
PROM.	26%	38%	36%	PROM.	27%	37%	36%	PROM.	28%	36%	36%

Nota. Adaptada de Productividad en obras de construcción diagnóstico, críticas y propuesta por Ghio, 2001.

Tabla 7*Nivel de productividad según tipo de administración 2/2*

PROYECTOS TIPO IV				PROYECTOS TIPO V			
N°	TP	TC	TNC	N°	TP	TC	TNC
1	27%	42%	31%	11	30%	37%	33%
3	29%	39%	32%	12	34%	37%	29%
15	30%	31%	39%	17	37%	36%	27%
16	29%	32%	39%	-	-	-	-
23	32%	28%	40%	-	-	-	-
31	32%	26%	42%	-	-	-	-
48	28%	37%	35%	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
PROM.	30%	34%	37%	PROM.	34%	37%	30%

Nota. Adaptada de Productividad en obras de construcción diagnóstico, críticas y propuesta por Ghio, 2001.

2.3.8. El trabajo

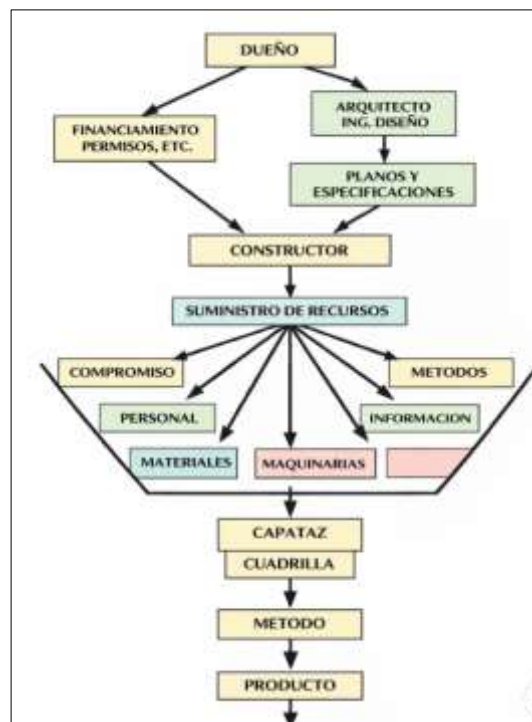
Serpell (2002), en su libro “Administración de operaciones de construcción”, define al trabajo como “La expresión final de o la demostración de una acción de la administración de recursos ante una actividad”. Los elementos que conforman el trabajo son:

- a) **Personal:** aporta habilidad, capacidad y demanda la satisfacción de deseos y necesidades.
- b) **Materiales:** necesarios para la ejecución del trabajo.
- c) **Ubicación:** acceso de al trabajo, entorno de la obra.
- d) **Herramientas y equipos:** elementos que colaboran en la actividad.
- e) **Información:** técnica y de gestión.

Por otra parte, se observa que la relación que existe entre los participantes de un proyecto, los elementos del trabajo y el producto final la obra o proyecto concluida como se aprecia en la figura 7.

Figura 7

Relaciones participantes, obra y elementos del trabajo



Nota. Adaptada de *Administración de operaciones de construcción* por Serpell, 2002.

2.3.9. Nivel de productividad en función del trabajo

Saldaña y Taricuarima (2022) mencionan que el nivel general de actividad mide la proporción en porcentaje de las tipologías del trabajo total de la obra como son:

a) Trabajo no contributorio

Serpell (2002) define a este tipo como actividades que no aportan a la producción de la obra, dentro de estas se encuentran caminar con manos vacías, esperas, uso de servicios higiénicos, entre otras.

b) Trabajo contributorio

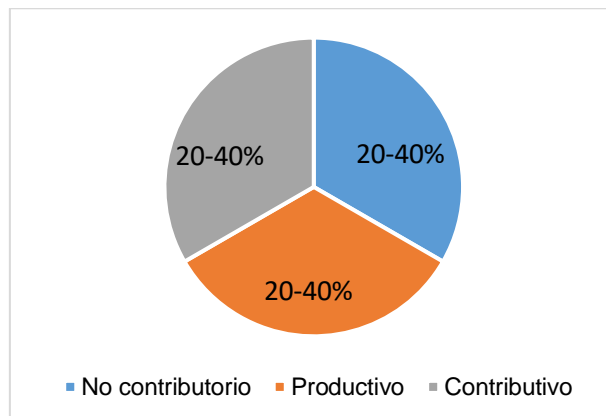
Serpell (2002) define a este tipo como actividades de apoyo que deben ser ejecutadas para que pueda ejecutar un trabajo, dentro de este tipo se encuentran recibir instrucciones, leer planos, retirar materiales, limpiar, etc.

c) Trabajo productivo

Serpell (2002) define a este tipo como aquel que aporta en forma directa a la producción, algunas actividades dentro de la construcción de viviendas esta la colocación de aceros, pintado de muros, etc. La figura 8 muestra la composición normal del trabajo en rangos del 20 al 40%, que otorgan la dimensión de cuadrilla.

Figura 8

Composición normal del contenido del trabajo

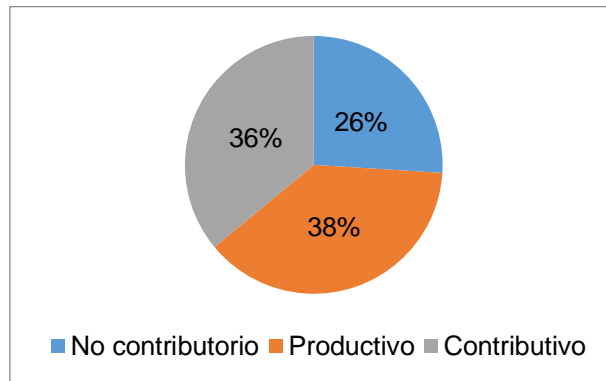


Nota. Adaptada de *Administración de operaciones de construcción* por Serpell, 2002.

Serpell (2002), en el marco del Servicio de Productividad y Gestión del Departamento de Ingeniería y Gestión de la Pontificia Universidad Católica de Chile, evaluó 30 obras de distintos tipos constructivos, obteniendo valores promedio para diversas categorías de trabajo asociadas a la medición de la productividad, como se muestra en la figura 9.

Figura 9

Promedios generales de tipo de trabajo en obra chilenas por dos años

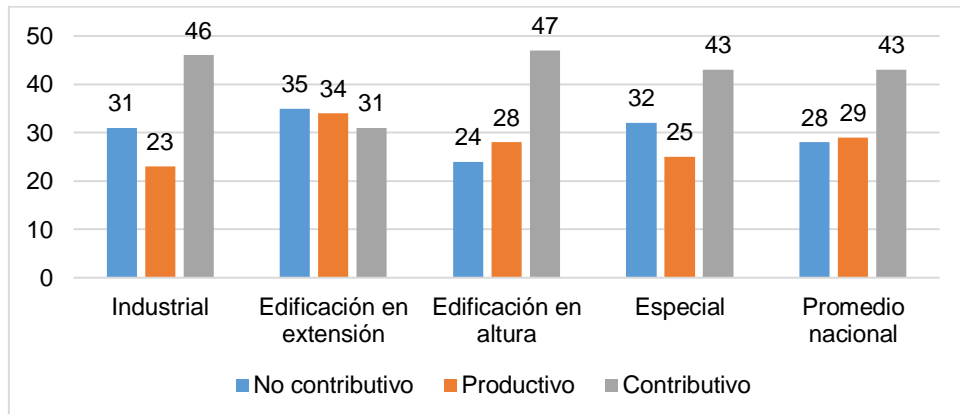


Nota. Adaptada de *Administración de operaciones de construcción* por Serpell, 2002.

Las diferencias presentadas por Serpell (2002), para diversos tipos de obras (industriales, edificación en extensión, edificación en altura, obras especiales y promedios) que se encontraban en un proceso de mejoramiento de la productividad como se aprecia en la figura 10.

Figura 10

Valores del trabajo por tipo de obra



Nota. Adaptada de *Administración de operaciones de construcción* por Serpell, 2002.

2.3.10. Proyecto de masificación gas natural a nivel Nacional

El proyecto de masificación del gas natural es considerado un servicio público regulado por el Estado, orientado a garantizar accesibilidad y cobertura en siete ciudades del norte del Perú (Autoridad Nacional de Protección al Consumidor, 2015). Su abastecimiento se origina en Camisea (Cusco), desde donde el recurso es transportado por ductos de acero a alta presión hasta Lima y, en zonas alejadas, mediante transporte virtual con plantas de regasificación que permiten su almacenamiento y posterior distribución a través de redes de polietileno (Gases del Pacífico, 2019). Se puede apreciar en la siguiente figura 11.

Figura 11

Proceso de producción, transporte y distribución de gas natural



Nota. Adaptada Proyecto de masificación de gas natural – concesión norte por Gases del Pacífico, 2019.

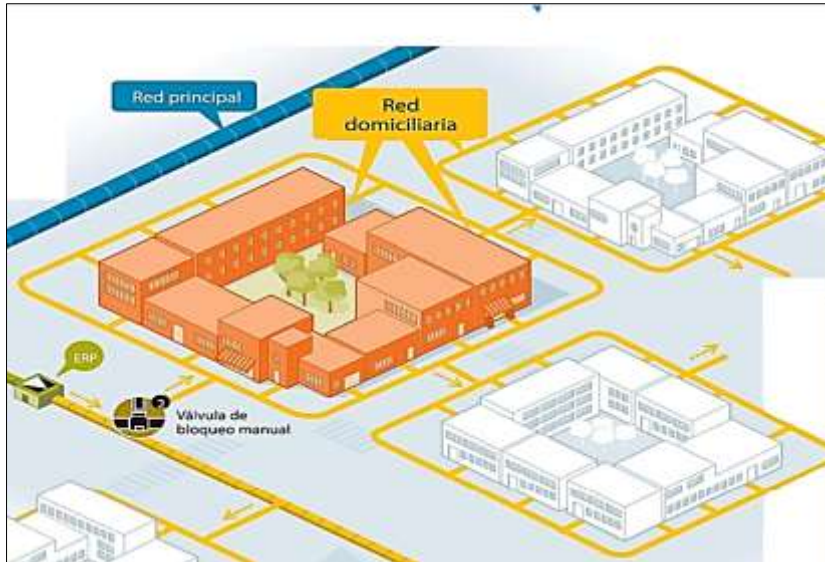
La red externa corresponde al concepto de anillos (red distribución), abarcan entre 4 y 6 manzanas instaladas fuera de las viviendas, cuentan con una válvula de seccionamiento y opera a una presión de hasta 6 bar (Gases del Pacífico, 2019), como se aprecia en la figura 12.

La instalación domiciliaria corresponde a la tubería instalada dentro de la vivienda hasta el punto gasodoméstico, cuenta con acometida, válvula de

servicio, regulador a presión 23 mbar y se alimenta de las redes externas, como se aprecia en la figura 13.

Figura 12

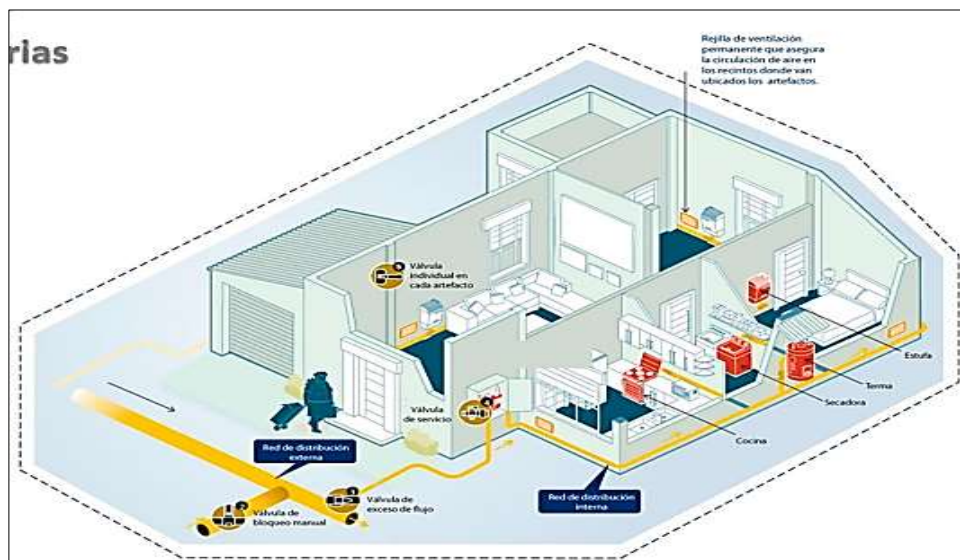
Esquema de la instalación de red externa de gas natural



Nota. Adaptada de Acceso y características del servicio público de gas natural por redes de ductos por Osinergmin, 2019.

Figura 13

Esquema de la instalación de red interna domiciliaria



Nota. Adaptada de Acceso y características del servicio público de gas natural por redes de ductos por Osinergmin, 2019.

2.3.11. Construcción de redes externas de gas natural

Nunjar (2014), menciona que las actividades de construcción de redes externas deben cumplir con las directivas de seguridad industrial, salud ocupacional, medio ambiente, normas legales vigentes, reglamentos y procedimientos constructivos, la etapa de construcción se rige bajo la norma técnica peruana 111.021, la cual tiene diversas etapas como se aprecia en la figura 14.

Figura 14

Proceso constructivo de red externa de gas natural



Nota. Adaptada de Acceso y características del servicio público de gas natural por redes de ductos por Osinergmin, 2019.

Conforme a lo planificado por Gases del Pacífico (2019) se presentan etapas importantes como:

- a) **Asignación constructiva y planos.** En esta actividad se asigna la meta constructiva proyectada en kilómetros de tubería distribuyendo las redes en (anillos y troncales) (Gases del Pacífico, 2023) como se aprecia en la figura 15 y 16.

Figura 15

Asignación constructiva correspondiente al año 2023



Nota. Adaptada de Cobertura de gas natural por Gases del Pacífico, 2023.

Figura 16

Distribución de proyectos por zona constructiva



Nota. Adaptada de Cobertura de gas natural por Gases del Pacífico, 2023.

- b) Expedientes técnicos y autorizaciones.** Según Osinergmin (2015), el concesionario debe elaborar la ingeniería de detalle de los planos de construcción, identificación de interferencias con otros servicios para tramitar las autorizaciones competentes y comunicar el inicio de actividades.
- c) Corte, rotura, calicata y excavación.** La etapa constructiva inicia con las calicatas exploratorias cada 50 metros, el corte, rotura, y el inicio de

excavación, como lo estipula la norma técnica peruana 111.021 presentada por el instituto nacional de calidad (2016) con mayor detalle ver figura 17.

Figura 17

Calicata y excavación de zanja



Nota. Registro fotográfico realizado en zonas constructivas aledañas.

- d) Instalación de Tubería.** Esta etapa se conforma con los rellenos de cama y sobrecama de arena, la instalación de la tubería, los registros de distancias de seguridad como lo estipula la NTP.111.021 presentada por el instituto nacional de calidad (2016), con mayor detalle ver figura 18 y perfil de zanja figura 19.

Figura 18

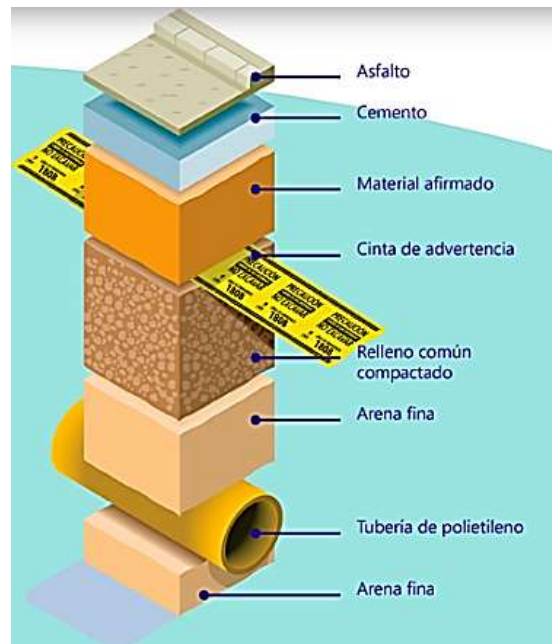
Instalación de tubería y trabajos mecánicos de fusión



Nota. Registro fotográfico realizado en zonas constructivas aledañas.

Figura 19

Perfil de corte de la instalación de red externa de gas natural



Nota. Adaptada de *Acceso y características del servicio público de gas natural por redes de ductos* por Osinergmin, 2019.

- e) **Proceso de relleno, compactación y reposición de pavimento.** En esta etapa se realiza los rellenos con material de préstamo – propio seleccionado, instalación de cable catódico, cinta de seguridad, compactación y reposición de acuerdo al tipo de pavimento como lo estipula la NTP.111.021 presentada por el instituto nacional de calidad (2016), con mayor detalle ver figura 20.

Figura 20

Proceso de relleno, tapado y reposición de pavimento



Nota. Registro fotográfico realizado en zonas constructivas aledañas.

2.4. Definición de términos básicos

2.4.1. Mano de obra

La real academia española señala que se conoce como mano de obra al esfuerzo tanto físico como mental que se aplica durante el proceso de elaboración de un bien. El concepto también se aprovecha para apuntar hacia el costo de esta labor (es decir, el dinero que se le abona al trabajador por sus servicios). La mano de obra junto a los materiales y herramientas forma parte del costo directo lo que significa que es un índice muy interesante y que influye de manera directa en el costo del proyecto (Marrufo, 2014).

2.4.2. Pérdidas

El significado es simplemente el tiempo dedicado por un individuo a actividades que el cliente del proyecto no está dispuesto a pagar; en proyectos de construcción son algunos: esperas por falta de equipos, herramientas o materiales, en actividades previas inconclusas o mal ejecutadas, incorrecta instrucción para realizar el trabajo, tiempo ocios, desplazamientos innecesarios debido a falta de recursos e inadecuada planeación del sitio del trabajo, reprocesos por trabajo que no cumple con las especificaciones y cambio en el diseño (Páez, 2016).

2.4.3. Productividad

Según Serpell (1986), la productividad es la relación entre lo producido y lo consumido o recursos utilizados. Es posible hablar de productividad de los materiales, de los equipos, del terreno o espacio y de la mano de obra. En la construcción, siendo todas importantes, no cabe duda que la más impredecible es la última. Para lograr una buena productividad es importante que aporten todos quienes de una u otra forma puedan afectar el avance de obra como el mandante, los proyectistas, los directivos de la obra, los proveedores, etc. la productividad se mide en relación al trabajo, siendo este último la expresión final de la administración.

2.4.4. Trabajo no contributivo (TNC)

Es aquel tiempo en que el trabajador no aporta en ningún sentido a la ejecución de la obra y que incluye actividades tales como: detenciones por falta de materiales y/o equipos o por falta de proyecto o instrucciones; ocio innecesario; reconstrucción de trabajos mal hechos; traslados a más de 10 metros del lugar de trabajo por materiales y herramientas; etc. (Marrufo, 2014).

2.4.5. Trabajo contributivo (TC)

Es aquel trabajo que puede ser realizado para que pueda existir el trabajo productivo, entre cuyas actividades están las siguientes: discusiones de consulta, de planificación o de chequeo; trazado y medición; ajustes y/o reparación de herramientas y equipos; retiro de escombros y basura; ocio necesario debido a cuadrillas mal balanceadas o a las características de la operación, etc. (Marrufo, 2014).

2.4.6. Trabajo productivo (TP)

Es aquel trabajo que aporta en forma directa a la construcción, con actividades tales como: fabricación, montaje, desmontaje, terminaciones, armado, etc. (Marrufo, 2014).

2.4.7. Rendimiento de mano de obra

El rendimiento de mano de obra es la inversión de horas/hombre de construcción o por unidad de obra. El rendimiento se expresa en horas/hombre por unidad de medida. Por ejemplo: el pañete se mide en horas/hombre por m², la excavación en horas/hombre por, etc. Cuando se trata de la programación de las actividades, es necesario recurrir al tema de los rendimientos, puesto que la duración de una labor, tarea, trabajo, depende de la rapidez con que esta se realice. El ideal sería que todas las actividades de la construcción se hicieran tan rápidamente como se quisiera, pero existen en el hombre limitaciones de tipo físico que obligan a que las cosas se hagan a una velocidad acorde con las capacidades del ser humano (Marrufo, 2014).

CAPÍTULO III. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

El rendimiento y nivel de productividad de la mano de obra en la construcción de redes externas de gas natural en el sector Calispuquio – Cajamarca durante el año 2023 se ubica en un rango del 35%.

3.2. Variables/ categorías

Variable Independiente: Rendimiento.

El rendimiento está definido como la cantidad de obra o alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla o varios trabajadores expresada en unidad de medida en horas hombre (Botero, 2002) cuenta con el indicador (Hora-Hombre/unidad producida).

Variable Dependiente: Productividad.

La productividad viene a ser la producción de una unidad producto en relación a las horas de trabajo empleado (Mejía y Hernández, 2007) cuenta con indicadores los porcentajes del uso productivo de la mano de obra (TP, TC y TNC).

3.3. Operacionalización / categorización de los componentes de la hipótesis

Tabla 8

Matriz de operacionalización de variables

TÍTULO: RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE RED EXTERNA DE GAS NATURAL, CAJAMARCA 2023					
Hipótesis	Definición conceptual de las variables	Definición operacional de las variables / categorías			
		Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
El rendimiento y La productividad se nivel de define como la relación productividad de entre obra producida y la mano de obra horas empleadas en la construcción Serpell (1986). de redes externas de gas natural en el sector		Productividad	Uso productivo de la mano de obra	Trabajo Contributorio (TC) Porcentaje del tiempo en minutos de observación por actividad constructiva	Carta balance/Ficha de observación y entrevista
				Trabajo no Contributorio (TNC) Porcentaje del tiempo en minutos de observación por actividad constructiva	
				Trabajo productivo (TP) Porcentaje del tiempo en minutos de observación por actividad constructiva	
Calispuquio – El rendimiento es la Cajamarca cantidad de obra durante el año ejecutada por unidad 2023 se ubica en un rango del 35%. horas-Hombre Botero (2002).		Rendimiento	Avance diario (%)	Porcentaje de avance en metros lineales instalados	Recolección documental en reporte diario de avance de obra
				Hora-hombre/ metros lineales instalados	
			Dimensión de cuadrilla (und)	Hora-hombre/ unidades ejecutadas	Carta balance

CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación geográfica

La investigación se desarrolló en el departamento Cajamarca entre los paralelos 4°30' Y 7°45' latitud sur y los meridianos 77°30' de longitud oeste de Greenwich, con altitud de 2720 m. s. n. m, donde la capital ciudad de Cajamarca en los 7°09'26" latitud sur y 78°31'31" longitud oeste de Greenwich (Instituto Nacional de estadística e informática [INEI], 2001).

Figura 21

Ubicación política del departamento de Cajamarca



Nota. Adaptada de *Perú Tourist Guide* por Valderrama, 2005.

Figura 22

Ubicación política de la provincia de Cajamarca



Nota. Adaptada de *Perú Tourist Guide* por Valderrama, 2005.

4.1.1. Clima

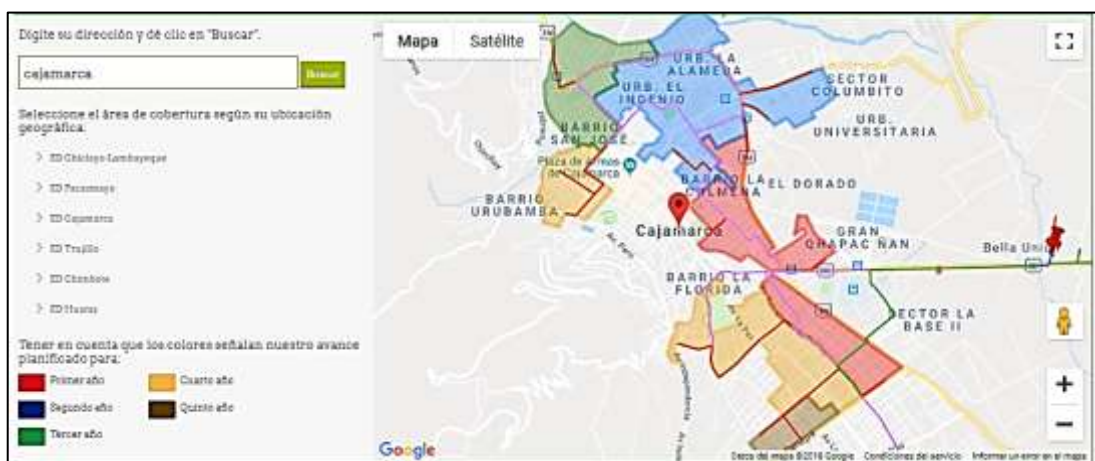
Para el INEI (2001), el clima es templado, seco y soleado en el día y frío en la noche, con temperatura media anual: 13°C (máxima media:21.4°C y mínima 5°C), con presencia de lluvias con precipitaciones medianas y fuertes entre diciembre a marzo.

4.1.2. Límites del proyecto

El límite del proyecto contempla la zona de asignación constructiva para el año 2023, conforme a la información documental solicitada a la empresa a cargo de la ejecución del proyecto como lo muestra las figuras 23 y 24.

Figura 23

Proyecto de masificación del uso de gas natural en la ciudad de Cajamarca.



Nota. Adaptada de Cobertura de gas natural por Gases del Pacífico, 2023.

Figura 24

Proyectos constructivos asignados para el año 2023



4.2. Diseño de la investigación

4.2.1. Por la finalidad:

Aplicada, donde el interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos, en la búsqueda del conocer para hacer, actuar, construir o modificar el objeto de estudio, como lo menciona Alfaro (2012).

4.2.2. Por el enfoque teórico metodológico:

Cuantitativa, por cuanto a lo mencionado por Alfaro (2012), este tipo de investigación supone que el objeto de interés existe, por lo tanto, existe alguna cantidad que se puede medir, misma que se complementa con el empleo de pruebas estadísticas tradicionales.

4.2.3. Por objetivos generales:

Explicativa, responde a la interrogante ¿por qué?, es decir, que se puede conocer que un hecho o fenómeno de la realidad tiene características, cualidades, propiedades, en las que el investigador conoce y da a conocer las causas o factores que han dado origen o han condicionado la existencia de la naturaleza del objeto en estudio (Alfaro,2012).

4.2.4. Por fuente de datos:

Mixta, de acuerdo al recojo de información y el empleo de herramientas para determinar el objeto en estudio bajo información documental y campo (Alfaro,2012).

4.2.5. Por control en el diseño en la prueba:

No experimental, de acuerdo con Alfaro (2012) pues el investigador se limita a observar los acontecimientos del objeto en estudio sin intervenir en los mismos.

4.2.6. Por temporalidad:

La investigación es transversal de acuerdo con Alfaro (2012), pues el objeto de estudio apunta a un momento o tiempo definido.

4.2.7. Métodos de investigación:

La metodología empleada por la presente investigación es el método deductivo, que como lo menciona Lafuente y Marín (2008), este método consiste en partir de premisas generales, llegar a inferir enunciados particulares.

4.2.8. Procedimiento de la investigación

- a) **Preliminar.** Etapa en la que se desarrolla el plan de tesis, se gestiona los permisos con la contratista y se inicia la recolección documental de información
- b) **Campo.** Etapa en la que se desarrolla la selección de la zona en estudio, se selecciona la herramienta Lean Constrution a implementar y se continua con la recolección de datos de campo.
- c) **Gabinete.** Etapa en la que se desarrolla en gabinete la estadística descriptiva para de los datos recopilados y se elabora el informe final de tesis.

La investigación se desarrolló empleando instrumentos como ficha de observación y entrevista (para identificar el estado actual de la mano de obra dirigida a la línea de mando y obreros), herramienta Lean Construction “Carta Balance” (herramienta que permite evaluar los tiempos productivo, contributivo y no contributivo dentro de las partidas de mayor incidencia en obra) además de información de avance de obra de la contratista (reportes del avance de obra donde se materializa los metrado y ocurrencias).

Se considera como uno de los criterios más importantes para la selección de la unidad de análisis es la identificación de las partidas con mayor incidencia en el presupuesto de la instalación de red de tubería de gas natural en pista de concreto, donde se evalúa la mano de obra en campo para medir

la productividad de la mano de obra y el acceso a los reportes de avance de obra de la culminación del proyecto para medir el nivel de rendimiento que presenta la contratista.

Para el recojo de información se solicita el acceso a los reportes del avance de obra y ocurrencias (revisión documental) de los 06 proyectos para encontrar el rendimiento, además se emplea la técnica de la observación directa para medir el nivel de productividad evaluando in situ las partidas de calicatas, instalación de tubería, compactación/ reposición y trabajos mecánicos), desde el inicio hasta su culminación, eligiendo para la evaluación obreros como calicateros (3), excavadores (3), operarios (3) y técnico fusionista (1), recopilando 03 muestras en 03 días diferentes durante la jornada regular en la construcción de red externa de gas natural en 06 proyectos, este instrumento se aplica durante la etapa de construcción de los proyectos entre los meses de octubre 2023 a marzo del 2024.

4.3. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación

4.3.1. Población

Todos los proyectos de construcción de red externa de gas natural ejecutados en el sector Calispuquio - Cajamarca durante el año 2023.

4.3.2. Muestra

Seis proyectos de construcción de redes externas ejecutados por la empresa contratista en el sector de Calispuquio - Cajamarca durante el 2023, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia del investigador, considerando el costo incidente, la temporalidad de ejecución, disponibilidad de información técnica y acceso a obra, como se aprecia en las tablas 57 y 58 del apéndice 1.

4.3.3. Unidad de análisis

Actividades de la partida instalación de redes de polietileno de gas natural.

4.3.4. Unidad de observación

Cuadrillas de trabajo que ejecutan las actividades de calicatas, instalación de tubería, compactación-reposición y trabajos mecánicos de la partida seleccionada.

4.4. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

a. La técnica a emplear en la investigación se detalla a continuación

La observación directa, una técnica que dispone observar atentamente un fenómeno o caso de estudio a fin de registrar la información para un posterior análisis (Alfaro, 2012).

La entrevista realizada al personal encargado de obra generando dialogo, con la finalidad de obtener datos generales de la ejecución del proyecto (Alfaro, 2012).

b. Los instrumentos empleados se detallan seguidamente

Ficha de observación y entrevista, Formato diseñado según las características del proyecto de redes de gas natural, orientado a recopilar datos generales de obra y apreciaciones del equipo, incluyendo reconocimiento de obra y entrevistas a personal profesional y obrero como se puede apreciar en el apéndice 06.

Carta balance, Medición basada en la filosofía Lean Construction, que analiza el ciclo de trabajo (productivo, contributorio y no contributorio) de cada actividad de la partida con mayor incidencia presupuestal, ver Apéndice 06.

c. Validación de instrumentos

Según Corral (2009), existen instrumentos como la entrevista, listas de cotejo, fichas de observación, hojas de registro, entre otros que por su naturaleza no ameritan el cálculo de confiabilidad, sin embargo debe comprobar su validez a través de un juicio de expertos a fin de que los aspectos contenidos se encuentren

bien redactados y midan lo que se pretende medir, bajo este concepto, los instrumentos empleados en la investigación fueron validados con el juicio de tres expertos, cuyas constancias se encuentran en el apéndice 5.

d. La revisión documental

Información física obtenida bajo solicitud formal a la empresa, con mayor detalle se puede revisar el anexo 1, esta documentación refleja el avance de obra diario en reportes aprobados por residente y supervisión a cargo, para mayor detalle revisar el anexo 2.

4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Para el análisis y procesamiento de la información se utilizó estadística descriptiva, elaborándose bases de datos en Microsoft Excel. Asimismo, se empleó el software SPSS Statistics V21, siguiendo lo recomendado por Reguant Vilá y Torrado (2018), debido a su capacidad para realizar análisis estadísticos diversos, tales como medidas de tendencia central, distribución de frecuencias, análisis bivariados (varianza y prueba t), regresiones, análisis factorial y representaciones gráficas. Complementariamente, se utilizaron Microsoft Word y Excel para la elaboración de tablas, gráficos y la redacción del informe de tesis.

4.6. Equipos, materiales, insumos, etc.

Para el desarrollo de la investigación se emplearon los siguientes equipos, materiales e insumos necesarios para la recolección, procesamiento y análisis de la información:

a) Equipos tecnológicos

Computadora portátil para el procesamiento y análisis de datos.

Teléfono móvil con cámara fotográfica para el registro visual de las actividades evaluadas en campo.

b) Software utilizado

Microsoft Excel, para el procesamiento, tabulación y análisis de datos cuantitativos.

Microsoft Word, para la elaboración y sistematización del informe de investigación.

Civil 3D versión 2024, para la revisión e interpretación de planos constructivos.
IBM SPSS Statistics versión 27, para el análisis estadístico de la información recopilada.

c) Instrumentos y documentos técnicos

Fichas de observación y formatos de Carta Balance.

Cuaderno de campo para anotaciones técnicas.

Reportes diarios de avance de obra.

Planos constructivos correspondientes al área de intervención.

4.7. Matriz de consistencia metodológica

Tabla 9

Matriz de consistencia metodológica

TÍTULO: RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE RED EXTERNA DE GAS NATURAL, CAJAMARCA 2023.								
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Metodología	Población y muestra
<p>General: ¿Cuál es el rendimiento y nivel de productividad de la mano de obra en seis proyectos de construcción de red externa de gas natural ejecutada en el sector Calispuquio - Cajamarca durante el año 2023?</p>	<p>OG: Determinar el rendimiento y nivel de productividad de la mano de obra en seis proyectos de construcción de red externa de gas natural ejecutada en el sector Calispuquio - Cajamarca durante el año 2023.</p>	<p>HG: El rendimiento y nivel de productividad de la mano de obra en la construcción de redes externas de gas natural en el sector Calispuquio – Cajamarca durante el año 2023 se ubica en un rango del 35%.</p>					<p>Por la finalidad: Aplicada</p> <p>Por el enfoque teórico metodológico: Cuantitativa</p>	<p>Población: Todos los proyectos de construcción de red externa de gas natural ejecutados en el sector Calispuquio - Cajamarca durante el año 2023.</p>
<p>Específico 1: ¿Cuál es el rendimiento de la mano de obra en las actividades de calicatas, instalación de tubería, compactación-reposición y trabajos mecánicos correspondientes a la partida instalación de redes de polietileno?</p>	<p>O1: Determinar el rendimiento de la mano de obra de las actividades de calicatas, instalación de tubería, compactación - reposición y trabajos mecánicos de la partida instalación de redes de polietileno.</p>	<p>H1: El rendimiento de la mano de obra para la construcción de red externa de gas natural es en tubería instalada de 120 m/día, hora - hombre de 1.8 HH/ (metro de tubería instalada y unidad por actividad constructiva).</p>	Productividad	Nivel general de actividad	<p>Porcentaje del tiempo en minutos de observación por actividad constructiva de los trabajos:</p> <p>Trabajo contributivo (TC) (%)</p> <p>Trabajo no Contributivo (TNC) (%)</p> <p>Trabajo productivo (TP) (%)</p>	<p>Carta balance/Ficha de observación y entrevista</p>	<p>Por objetivos generales: Explicativa</p> <p>Por fuente de datos: Mixta</p> <p>Por control en el diseño en la prueba: No experimental</p> <p>Por temporalidad: Transversal</p>	<p>Muestra: Seis proyectos de construcción de redes externas ejecutados por la empresa contratista en el sector de Calispuquio - Cajamarca durante el 2023, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por</p>
<p>Específico 2: ¿Cuál es el nivel de productividad de la mano de obra en las actividades de calicatas, instalación de tubería, compactación-reposición y trabajos mecánicos correspondientes a la partida instalación de redes de polietileno?</p>	<p>O2: Determinar el nivel de productividad de la mano de obra de las actividades de calicatas, instalación de tubería, compactación - reposición y trabajos mecánicos de la partida instalación de redes de polietileno.</p>	<p>H2: El nivel de productividad de la mano de obra en las actividades evaluadas se ubica en un nivel B, con un porcentaje de trabajo productivo comprendido entre el 40% y 60% del tiempo total registrado.</p>						

<p>Específico 3: ¿Cuál es la proporción de trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC) en las actividades de calicatas, instalación de tubería, compactación-reposición y trabajos mecánicos de la partida instalación de redes de polietileno?</p>	<p>O3: Cuantificar el trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC) de las actividades de calicatas, instalación de tubería, compactación-reposición y trabajos mecánicos de la partida instalación de redes de polietileno.</p>	<p>H3: La proporción del trabajo en las actividades evaluadas es igual a 23% para TP, 46% para TC y 31% para TNC del tiempo total registrado.</p>	<p>Porcentaje de avance en metros lineales instalados</p>	<p>Recolección documental en reporte diario de avance de obra</p>	<p>conveniencia del investigador, considerando el costo incidente, la temporalidad de ejecución, disponibilidad de información técnica y acceso a obra</p>
<p>Rendimiento</p>			<p>Hora-hombre/ unidades ejecutadas</p>		<p>Unidad de análisis: Actividades de la partida instalación de redes de polietileno de gas natural.</p>
<p>Específico 4: ¿Qué factores influyen en el rendimiento de la mano de obra y en el nivel de productividad de los seis proyectos evaluados?</p>	<p>O4: Identificar los factores que afectan el rendimiento de la mano de obra y nivel de productividad de los seis proyectos evaluados.</p>	<p>Los factores operativos presentes en los seis proyectos evaluados influyen negativamente en el rendimiento y la productividad de la mano de obra, evidenciándose en mayores porcentajes de trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC).</p>	<p>Dimensión de cuadrilla (und)</p>	<p>Cantidad personal por actividad constructiva</p> <p>Carta balance</p>	<p>Unidad de observación: Cuadrillas de trabajo que ejecutan las actividades de calicatas, instalación de tubería, compactación-reposición y trabajos mecánicos de la partida seleccionada.</p>

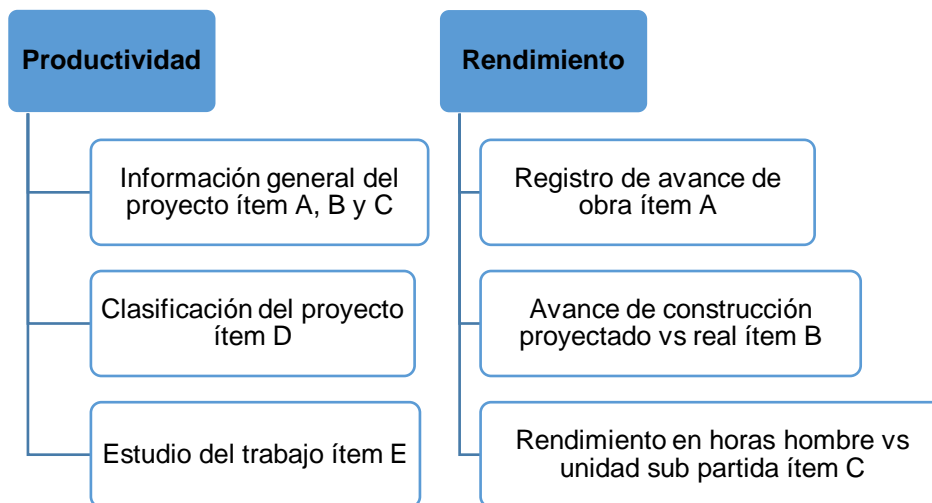
CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación de resultados

Recopilada y procesada la información se presenta el contenido de los resultados seguidamente además de la figura 25 que lo resume:

Figura 25

Resultados para evaluación de rendimiento y productividad



El diagnóstico de la productividad del proyecto (ver acápite 5.1.1), que incorpora datos obtenidos de la ficha de entrevista aplicada en aspectos generales (ver ítem A), información de profesionales (ver ítem B) y personal obrero (ver ítem C) identificados en figuras de tipo barras y torta; así mismo la clasificación del proyecto presentada en tabulaciones bajo los criterios de Ghio (2002) (ver ítem D) y el estudio del trabajo de la partida más incidente en el presupuesto (ver ítem E) presentados en informes (ver apéndice 3) los cuales muestran figuras tipo barra, torta y diagramas de Pareto, además de los reportes que muestran el resumen de carta balance y evidencias fotográficas obtenidos de la aplicación de las 4 cartas balance a los 6 proyectos evaluados y resúmenes generales de los totales (ver apéndice 4).

El estudio del rendimiento (ver acápite 5.1.2.) integra datos de reportes diarios y autorizaciones municipales de seis proyectos, organizados en tablas de avance (ítem A); además, compara el avance proyectado vs. ejecutado mediante tablas y curvas sigmoideas (ítem B), y presenta el rendimiento en horas-hombre por actividad con resúmenes en tablas y gráficos de variación (ítem C).

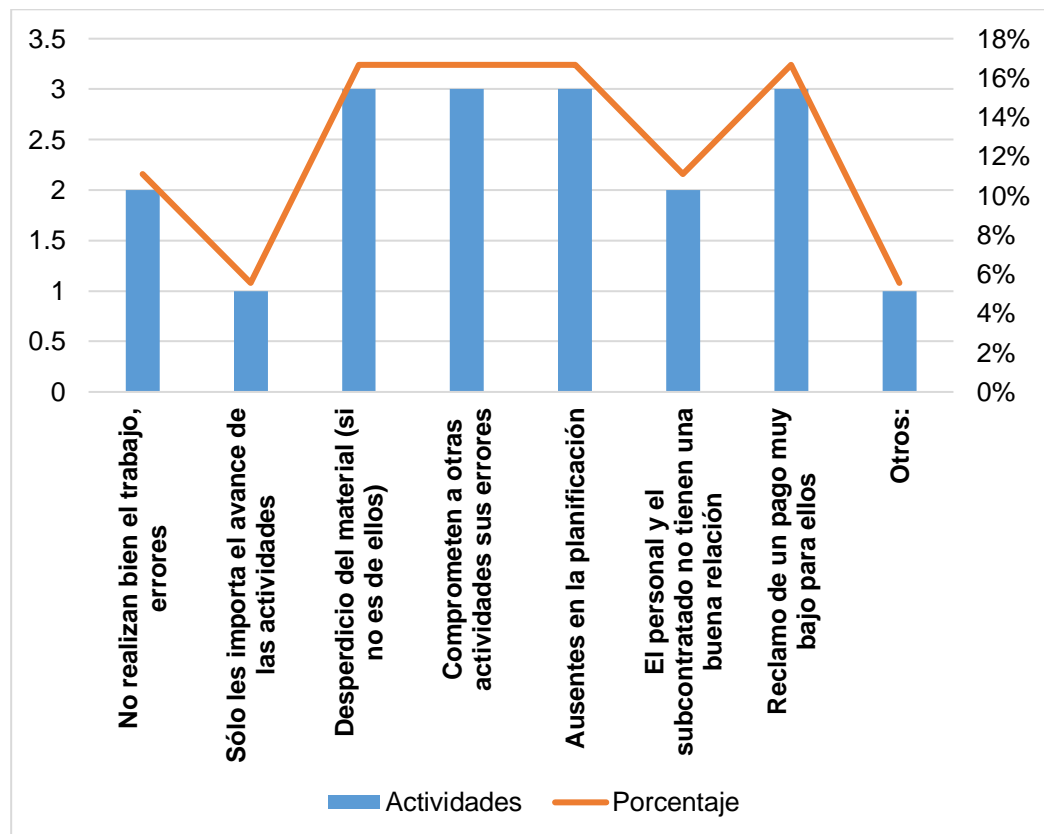
5.1.1. Diagnóstico de la productividad del proyecto

A) Generalidades del proyecto

El proyecto pertenece a la construcción de redes de gas natural a nivel nacional, a cargo de la concesión norte Gases Del Pacifico, cuyo sector asignado al año 2023 en la ciudad de Cajamarca es el sector de Calispuquio, donde la asignación constructiva consta de 06 proyectos (01 matriz y 05 distribución), por parte del personal operativo se encuentra el profesional de la zona, supervisor y residente, la cuadrilla consta de 56 trabajadores distribuidos entre equipo profesional y obreros, con un rendimiento proyectados de 80 metros lineales.

Figura 26

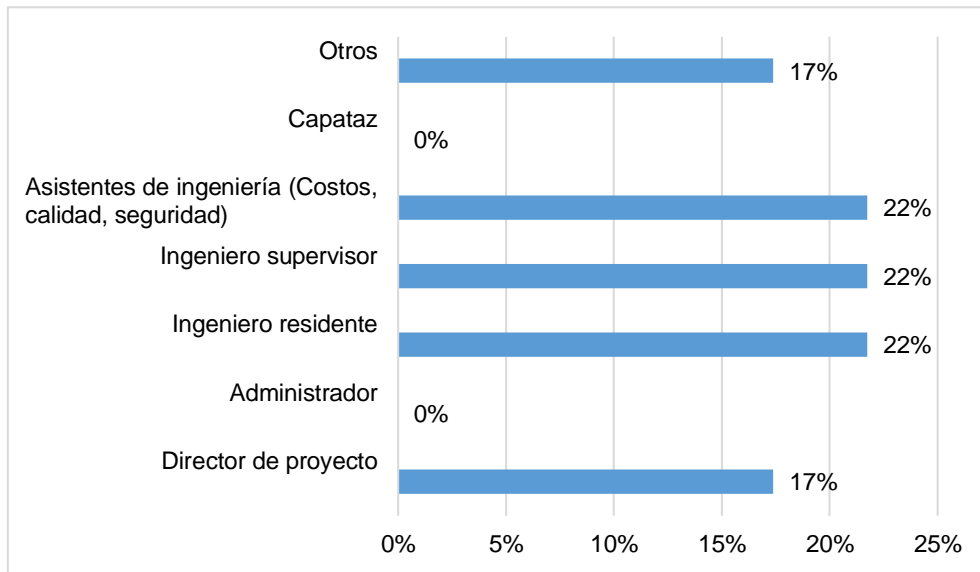
Información general de las actividades de construcción



La figura 26 presenta la información de las actividades con mayor repercusión durante la construcción está en un 18.00% en torno al desperdicio de material, errores que traen consigo reprocesos, falta de planificación y la falta de relación cordial entre el equipo de profesionales y el personal subcontratado.

Figura 27

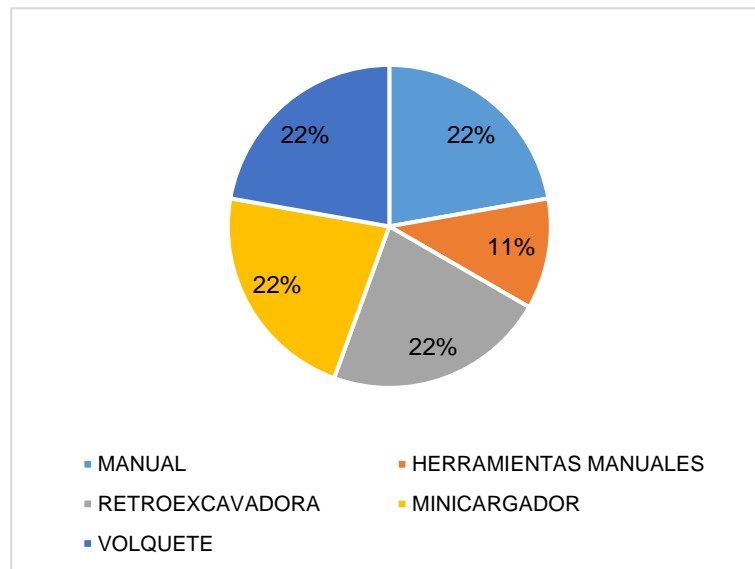
Del personal involucrado en la planificación



La figura 27, presenta al personal involucrado en la planificación con un 22.00% los asistentes de ingeniería, ingeniero supervisor y residente de obra.

Figura 28

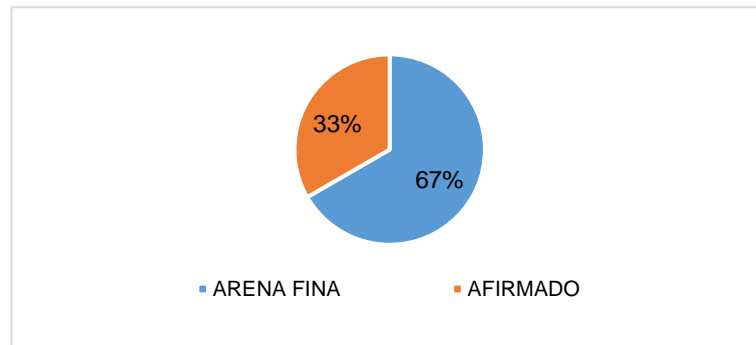
De las condiciones para la excavación



La figura 28, presenta los equipos (minicargador, retroexcavadora, volquete y personal manual) para la actividad de excavación, estos son distribuidos en un rango de 22% y un 11% en herramientas manuales.

Figura 29

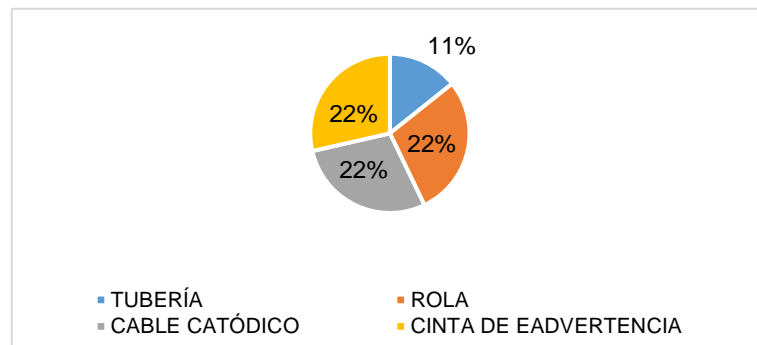
De las condiciones para relleno con material de préstamo



De la figura 29, se aprecia que el 67 % del material para relleno es la arena y el afirmado con un 33%.

Figura 30

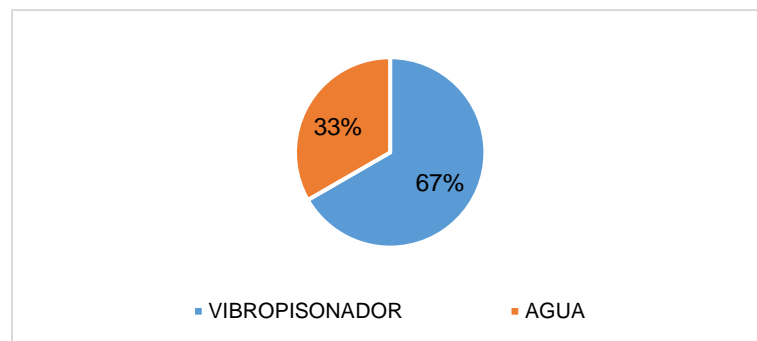
De las condiciones para tendido de tubería



La figura 30, presenta el material necesario distribuido entre la tubería con un 11% y un 22% la rola, cable catódico y cinta de advertencia.

Figura 31

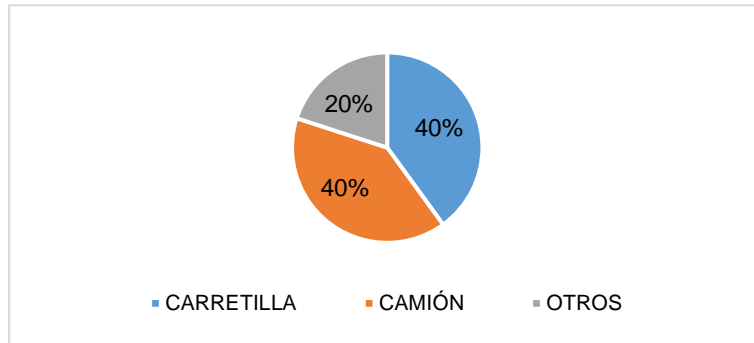
De las condiciones para la compactación.



La figura 31, muestra que el material y equipo para la compactación (operativo) es el equipo vibro apisonador con un 67%.

Figura 32

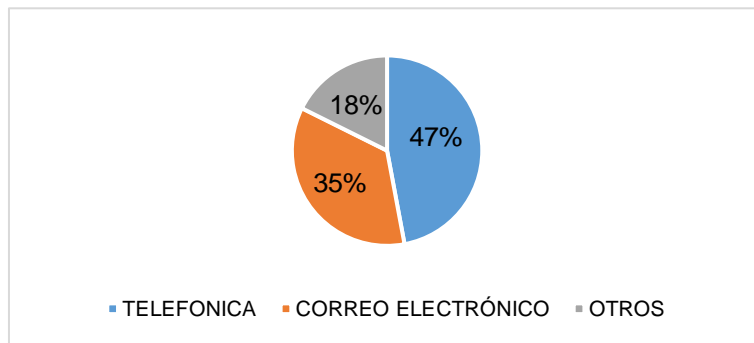
De las condiciones del transporte de materiales



En la figura 32, se aprecia que el traslado de materiales es un 40% distribuido en el uso de camión y carretilla.

Figura 33

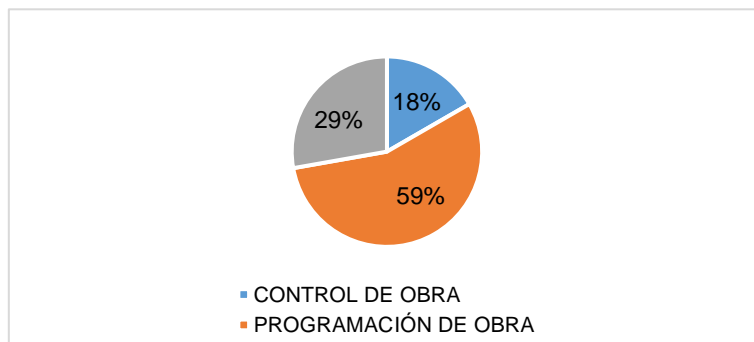
De las condiciones de medios de comunicación



En la figura 33, se observa que los medios de comunicación más utilizados durante la construcción son por vía telefónica con un 47 %.

Figura 34

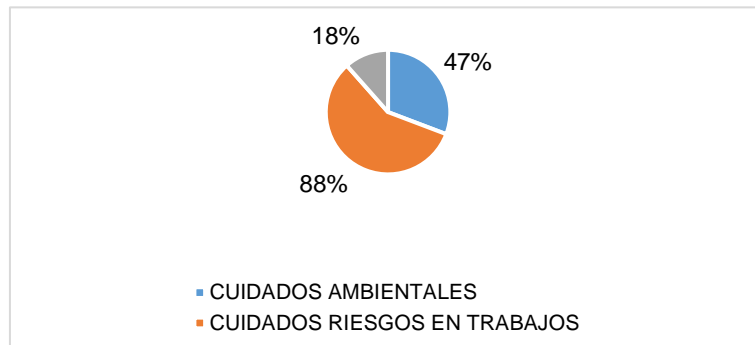
De las condiciones de control de obra



La figura 34, se identifica que el control de avance de obra está en base a las programaciones semanales con un 59%.

Figura 35

De las condiciones de seguridad en obra



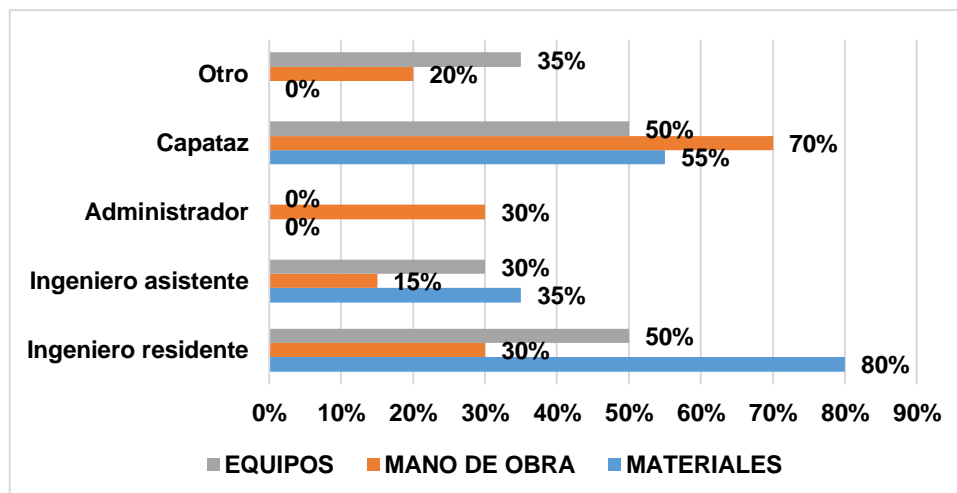
En la figura 35, se identifica que el control de seguridad en obra se basa en la prevención de riesgos en el trabajo con un 88%.

B) Información del personal operativo

Dentro de los aspectos a evaluar esta la información brindada por el personal profesional encargado del proyecto como lo es el residente, supervisor y HSEQ, en la cual se inicia replanificación notando que la forma de transmitir la información al personal es de forma oral ver figura 36.

Figura 36

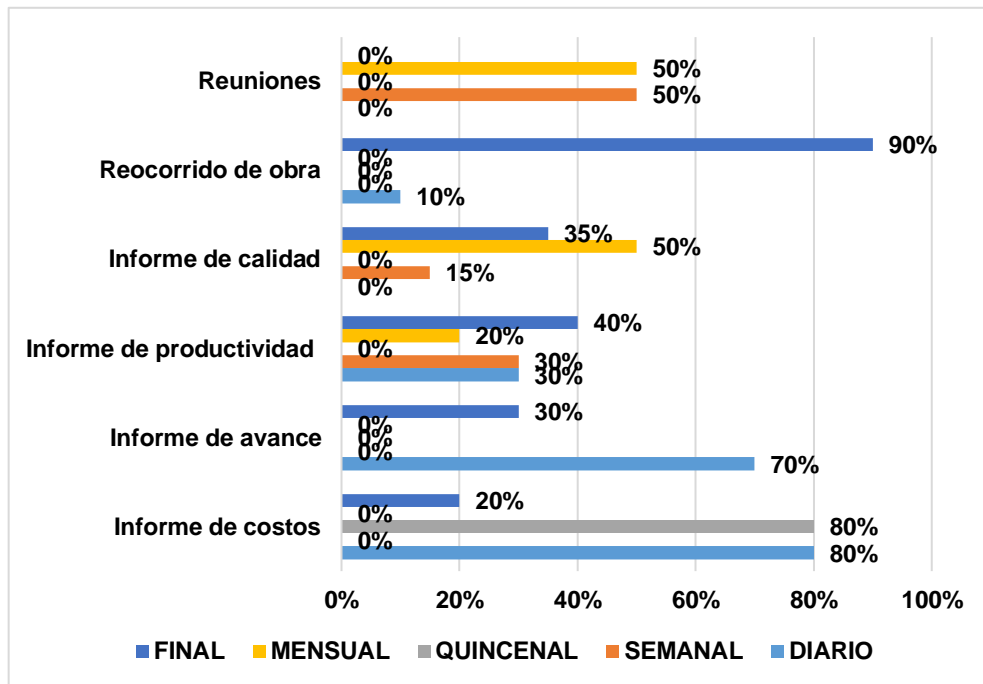
De la participación del personal en obra sobre los insumos



La figura 36 presenta que el porcentaje de participación del personal en base al recurso como parte de la planificación bajo la experiencia del profesional residente con incidencia en equipos de 50%, materiales con 30% y mano de obra 80% así mismo la participación del capataz en equipos con 50%, materiales con 70% y mano de obra 55% y/o históricos de rendimientos de la empresa.

Figura 37

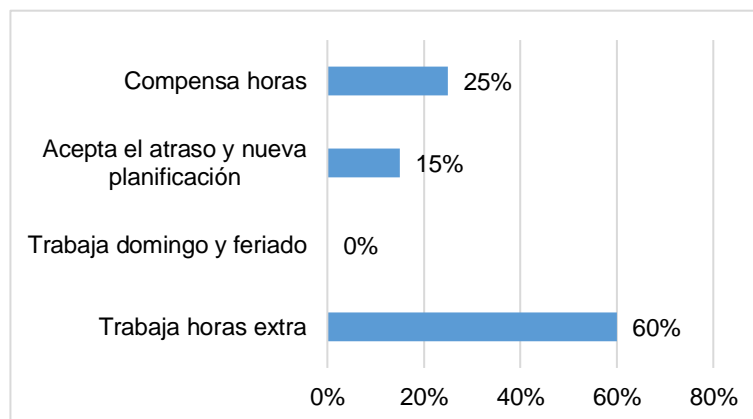
Del modo de control de obra



La figura 37 muestra, que cada parte de línea de mando tiene personal a sus cargo y dirección siendo uno modo de control de obra los diagramas de cuadra reportados diariamente, lo cual obliga a actualizar la planificación de obra, por otra parte, se identifica que el informe de avance diario y final en costos, avance de obra y representan el 80% del control en obra.

Figura 38

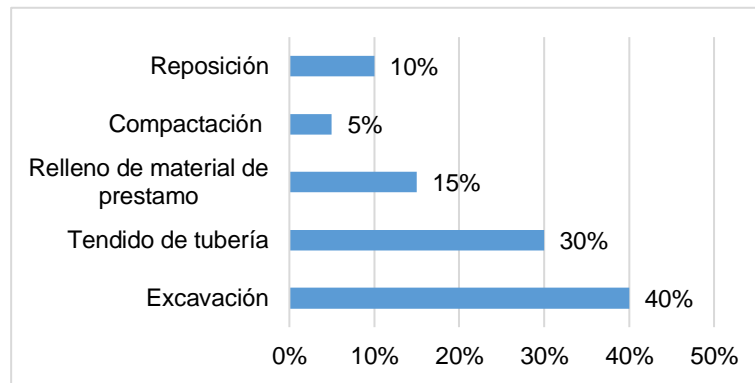
Solución de atraso en obra



La figura 38 muestra, una de las soluciones impuestas para el atraso de obra es el trabajo en horario complementario con un 60%.

Figura 39

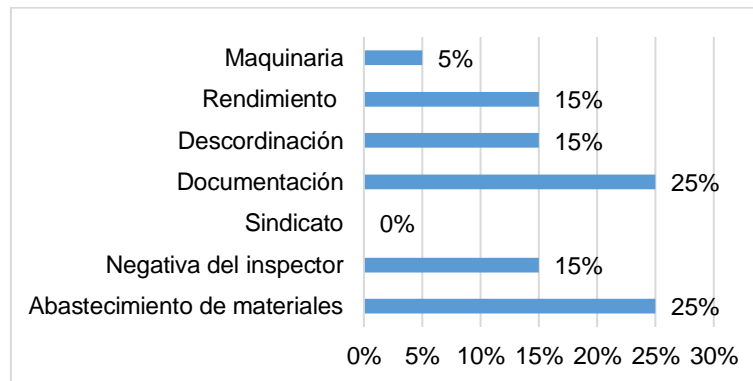
Mayor consumo de horas



De la figura 39, se observa que el mayor consumo de horario laboral está en la actividad de excavación con un 40%.

Figura 40

Problemas comunes en de obra



En la figura 40, se observa el abastecimiento de materiales con un 25% y la documentación con un 25 % son los puntos que generan problemas en obra.

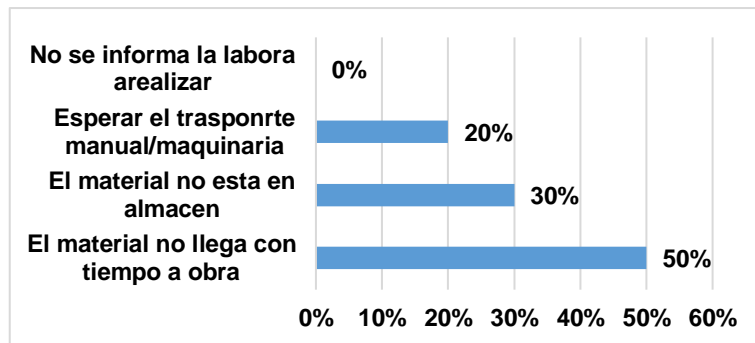
Ante estos problemas presentados se busca evaluar las condiciones para proponer la toma de acciones inmediatas y analizar la situación como experiencia futura, en pro capacitar al personal a medida que avanza la obra.

C) Información del personal obrero

Dentro de los aspectos generales a evaluar esta la información brindada por el personal obrero que pertenece a una de las cuadrillas de cada partida, identificando los puntos más desfavorables que limitan el avance del a obra como los materiales, comunicación e instrucción como se detalla a continuación:

Figura 41

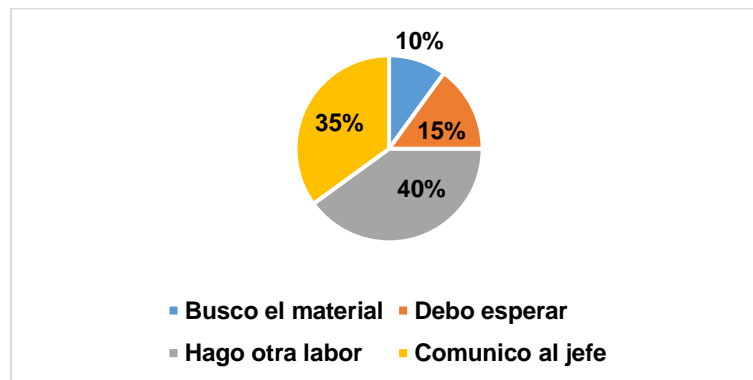
Problemas comunes en despacho de materiales



La figura 41, muestra que el problema está en el despacho de materiales a tiempo con 50%.

Figura 42

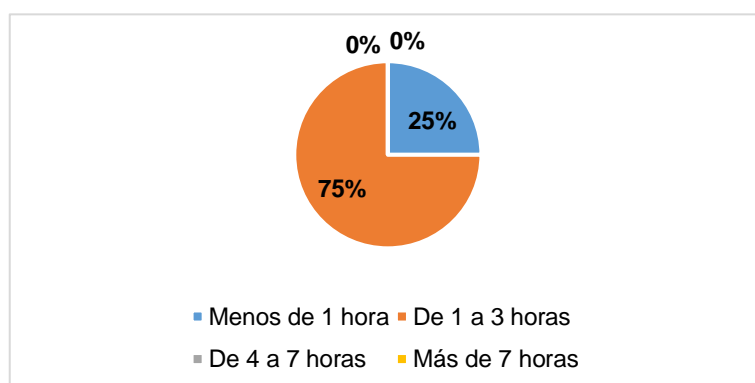
Problema con la logística de materiales



La figura 42, muestra la actitud del obrero en torno al problema de logística, donde realizan otra labor en 40 % hasta es que llegue el material e iniciar la actividad designada.

Figura 43

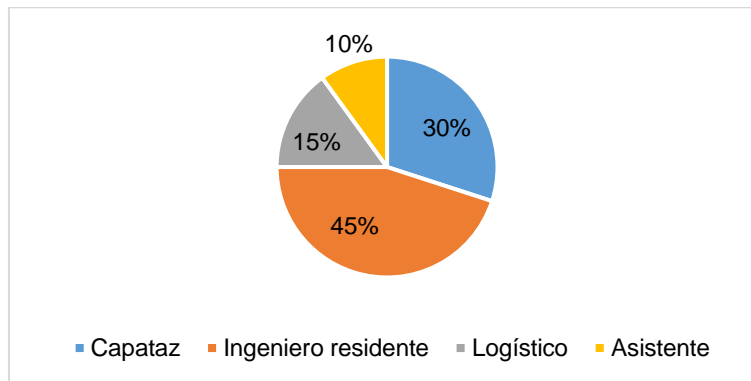
Tiempo perdido por logística



En la figura 43, se aprecia que el tiempo perdido mayormente en esperas por materiales es de 1 a 3 horas con un 75%.

Figura 44

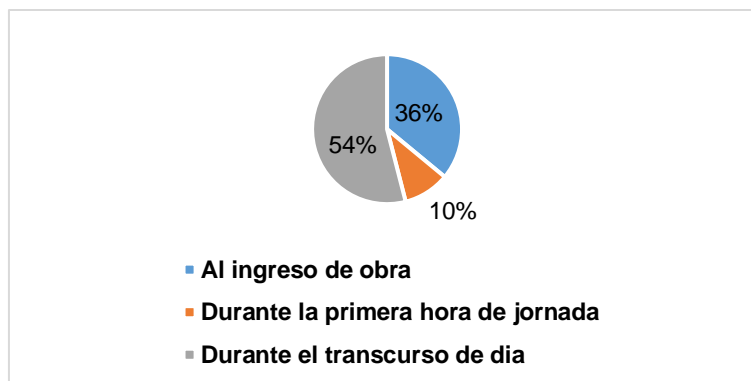
Comunicación con líneas de mando



La figura 44, muestra que la comunicación de incidencias del obrero es con el residente de obra con un 45%.

Figura 45

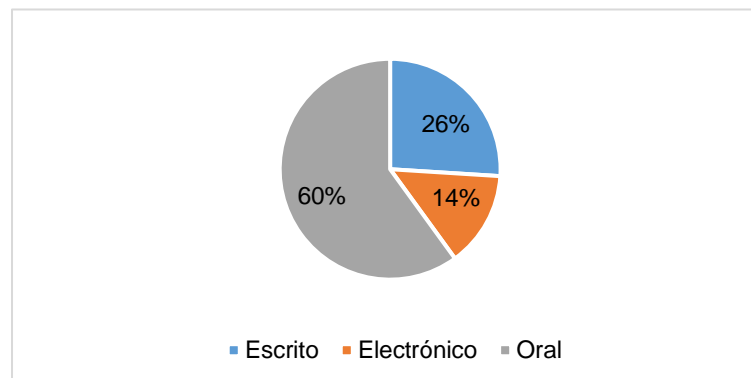
Distribución de la actividad asignada en obra



En la figura 45, se indica que las actividades se van asignando conforme transcurre el día en un 54%.

Figura 46

Transmisión de la información en obra



De la figura 46, se muestra que la transmisión de la información de la obra es de forma oral en un 60%.

D) Clasificación del proyecto

La clasificación por tipo de proyecto empleando la tabla 1, donde el parámetro se centra en la magnitud y monto del proyecto, por tanto, el valor monetario estimado de la asignación del año 2023, convertido de soles a dólares, identifica que el tipo de proyecto pertenece a la categoría “C”, notando que el grado de acompañamiento del dueño de la empresa tiende a ser nula, es decir terceriza los trabajos, ver tabla 10.

Tabla 10

Clasificación por tipo de proyecto de gas natural

Proyecto	Longitud de tubería (m)	Val. Estimado (\$)
A	889.95	\$28,754.10
B	1047.91	\$37,995.68
C	414.37	\$15,442.73
D	706.41	\$25,884.03
E	764.76	\$27,851.04
F	435.66	\$16,159.79
Total	4259.06	\$152,087.37
C	≤US\$ 500,000	Ninguno

La clasificación por tipo de empresa, centrada en la gestión administrativa, identifica factores como organización, tecnología, seguridad y control interno que pueden afectar la productividad, una vez evaluados según los criterios de la tabla 2, la clasificación es “**Tipo A**”, donde se identifica que los criterios de organización, tecnología, control interno y seguridad de obra son los más altos, dando a entender que la contratista cuenta con estos indicadores de control, como se presenta en la tabla 11.

La clasificación por tipo sistema de administración se centra en las etapas de construcción durante la ejecución de obra como (planificación, personal, diseño y distribución de recursos) conforme a lo descrito en la tabla 3, la clasificación es “**Tipo IV**” denotando que existe responsables a cargo de la planificación, diseño y distribución de recursos con mandos bajo responsabilidad de personal como presenta la tabla 12.

Tabla 11*Clasificación por tipo de empresa de gas natural*

Empresa tipo A	
Organización	Equipo de trabajo permanente, compuesto por jefe de proyecto, ingeniero de costos, administrador, maestro de obra y asistentes.
Tecnología	Variedad de equipos: computadoras, mezcladoras, winchas, concreto premezclado, equipos de trazo y replanteo, equipos de movimiento de tierras, etc.
Control interno	Reportes escritos de producción, avance y costos.
Seguridad en obra	Sistema de seguridad establecido (uso obligatorio de cascos, zapatos de seguridad, gafas, guantes, botas de jebe, líneas de vida, señalización, etc.)

Nota: Adaptada de *Productividad en obras de construcción diagnóstico, críticas y propuesta* por Ghio, 2001.

Tabla 12*Clasificación por sistema de administración de obra*

Tipo IV	
Responsable de la planificación	Existe un profesional responsable de la planificación, él actualiza, reprograma las actividades y determina así la producción semanal.
Actualización de la planificación	Verificaciones semanales a reprogramación de obra.
Planificación de la utilización de los recursos	El número de integrantes de cuadrillas, el tiempo, los materiales y los equipos empleados para ejecutar determinada tarea son dirigidos en gran medida por el ingeniero en coordinación con el maestro de obra general y en función de rendimientos mínimos establecidos por el ingeniero o por la empresa.
Diseño de transmisión de la planificación	La producción diaria, proveniente de la planificación, es transmitida al maestro general en forma escrita, quien a su vez da las instrucciones necesarias en forma oral a los capataces y jefes de cuadrilla.
Distribución de los recursos	El maestro general distribuye los recursos (mano de obra, materiales y equipos), bajo la supervisión del ingeniero.

Nota: Adaptada de *Productividad en obras de construcción diagnóstico, críticas y propuesta* por Ghio, 2001.

E) Estudio del uso productivo de la mano de obra

Para el estudio se evaluó la carta balance, habiendo obtenido la autorización y coordinación para el acceso a la obra, se recopiló información como hora de inicio, datos del personal codificado, registros y fotográficos del proceso de la actividad de la partida seleccionada (indicando al personal que no se usara la información ante su condición laboral), esta información se registra hasta culminar el ciclo de trabajo anotando la hora de finalización.

Una vez recopilada la información se usa hojas de cálculo para obtener el trabajo productivo, contributivo y no contributivo de la partida más incidente en el presupuesto "instalación de tubería de gas natural" como se puede apreciar en el acápite 4.3.2 y el apéndice 1, partida que contiene la actividades de excavación de calicatas, instalación de tubería, compactación /reposición y trabajos mecánicos ver tabla 14, 15, 16 y 17 respectivamente para cada registro de datos, con el fin de obtener el informe individual que muestra los porcentajes por actividad desagregada del ciclo del trabajo complementado con gráficos tipo torta, barras para identificar el porcentaje por obrero y diagrama de Pareto para identificar factores de pérdidas en la productividad, además de un informe general donde se agrupo la información de los 06 proyectos para realizar las interpretaciones respectivas.

La figura 14 muestra el estado el resumen de los proyectos considerando codificación, metrado, diámetro, estado de avance constructivo y actividades en ejecución de las que se registraron las cartas balance.

Tabla 13

Proyectos y actividades de la evaluación

Proyecto	Metrado (ml)	Diámetro (mm)	Estado	Actividades
A	889.95	63	En construcción	Excavación de calicatas
B	1047.91	32	Por ejecutar	Instalación de tubería de gas natural
C	414.37	32	Por ejecutar	Compactación y reposición de pavimento
D	706.41	32	En construcción	Trabajos mecánicos
E	764.76	32	En construcción	
F	435.66	32	En construcción	

Tabla 14*Actividades de actividad excavación de calicata para carta balance*

CÓDIGO	ACTIVIDAD	TIPO
O	OBSERVAR	
C	CONVERSAR	
F	FATIGA / CANSANCIO	TNC
R	REFRIGERIO	
D	DESCANSO	
P	LECTURA DE PLANO	
I	INSTRUCCIÓN	
T	TRASLADO	TC
S	SEÑALIZACIÓN	
RE	REGISTRO	
TR	TRAZO	
CO	CORTE/ROTURA	TP
E	EXCAVACIÓN	
TA	TAPADO	

La actividad **excavación de calicatas**, inicia como sondeo de identificación de interferencias (otros servicios públicos o elementos de limiten el tendido de tubería) con dimensiones ancho de 60 cm, largo de 120 cm y profundidad de 120 cm, donde las actividades que conforman este ciclo de trabajo se aprecian en la tabla 14.

Tabla 15*Actividades de actividad instalación de tubería para carta balance*

CÓDIGO	ACTIVIDAD	TIPO
O	OBSERVAR	
C	CONVERSAR	
F	FATIGA	
R	REFRIGERIO	TNC
SH	SERVICIO HIGIENICO	
UCE	USO CELULAR	
OBS	OBSERVACIONES	
ESP	ESPERAS	
I	INSTRUCCIÓN	
T	TRASLADO	
TR	TRAZO	
ACH	ACARREO DE HERRAMIENTAS	TC
MED	MEDICIONES	
LBZ	LIMPIEZA BORDE ZANJA	
S	SEÑALIZAR	
E	EXCAVACIÓN	TP
CA	CAMA DE ARENA	

TT	TENDIDO DE TUBERÍA
SCA	SOBRECAMA DE ARENA
TCC	TENDIDO DE CABLE CATODICO
RLM	RELLENO MATERIAL

La actividad **instalación de tubería**, inicia con la excavación de 11 metros lineales con ancho de 30 cm y profundidad de 75 cm, continua con cama de arena con 10 cm, tendido de tubería de diámetro 32mm o 63 mm, sobrecama de arena con 15 cm, instalación de cable catódico y culmina con el relleno con material (préstamo o propio) con aproximadamente 26 cm, donde las actividades que conforman este ciclo de trabajo se aprecian en la tabla 15.

Tabla 16

Actividades de actividad compactación/reposición para carta balance

CÓDIGO	ACTIVIDAD	TIPO
O	OBSERVAR	
C	CONVERSAR	
F	FATIGA	
SH	SERVICIO HIGIENICO	TNC
OBS	OBSERVACIONES	
ESP	ESPERAS	
R	REFRIGERIO	
I	INSTRUCCIÓN	
T	TRASLADO	
HA	HECHAR AGUA	
ACH	ACARREO DE HERRAMIENTAS	TC
MED	MEDICIONES	
EDC	ENSAYO DENSIDAD CAMPO	
MAT	MATERIALES	
MOT	MOVIMIENTO DE TIERRAS	
CSB	COMPACTACIÓN DE SUB BASE	
INC	INSTALACIÓN DE CINTA	TP
CB	COMPACTACIÓN DE BASE	
REP	REPOSICIÓN	

Así mismo para la actividad **compactación /reposición de pavimento**, inicia con la compactación (base y subbase) en capas, instalación de cinta de seguridad, toma de ensayos de densidad de campo y culmina con la reposición de pavimento (terreno natural o concreto), donde las actividades que conforman este ciclo de trabajo se aprecian en la tabla 16.

Tabla 17*Actividades para carta balance actividad trabajos mecánicos*

CÓDIGO	ACTIVIDAD	TIPO
O	OBSERVAR	
C	CONVERSAR	
F	FATIGA	
SH	SERVIVIO HIGIENICO	TNC
OBS	OBSERVACIONES	
ESP	ESPERAS	
R	REFRIGERIO	
I	INSTRUCCIÓN	
T	TRASLADO	
MED	MEDICIONES	
CDP	CALENTAMIENTO DE PLANCHA	TC
AL	ALINEAMIENTO	
MA	MANIOBRABILIDAD	
EN	ENFRIAMIENTO	
HAH	HABILITACIÓN DE HERRAMIENTAS	
E	EXCAVACIÓN	
TE	TERMOFUSION	TP
COD	CODIFICACIÓN	
TA	TAPE	

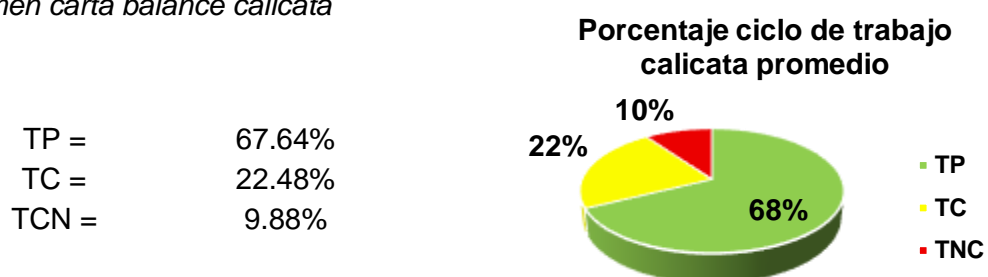
En cuanto a la actividad **trabajos mecánicos**, estos implican la ejecución de la fusión de accesorios (termofusión/ electro fusión) tipo unión, tee, tapón, codo y válvula, culminando con su codificación y registro, definiendo las actividades que generalmente realizan durante el ciclo de trabajo como se aprecia en la tabla 17.

Una vez diseñadas las cartas balance para las 04 actividades, esta fue aplicadas dentro del proceso de construcción de las redes de gas natural obteniendo 24 cartas balance (ver apéndice 02), del proceso de datos se obtuvo 24 informes de cada carta balance (ver apéndice 03) y 24 reportes resumen con soporte fotográfico de los 6 proyectos evaluados (ver apéndice 04).

Seguidamente, se presenta el resumen de la evaluación de las cartas balance, informes y reportes de los 6 proyectos para las actividades de calicatas (ver figura 71), instalación de tubería (ver figura 72), compactación – reposición (ver figura 73) y trabajos mecánicos (ver figura 74).

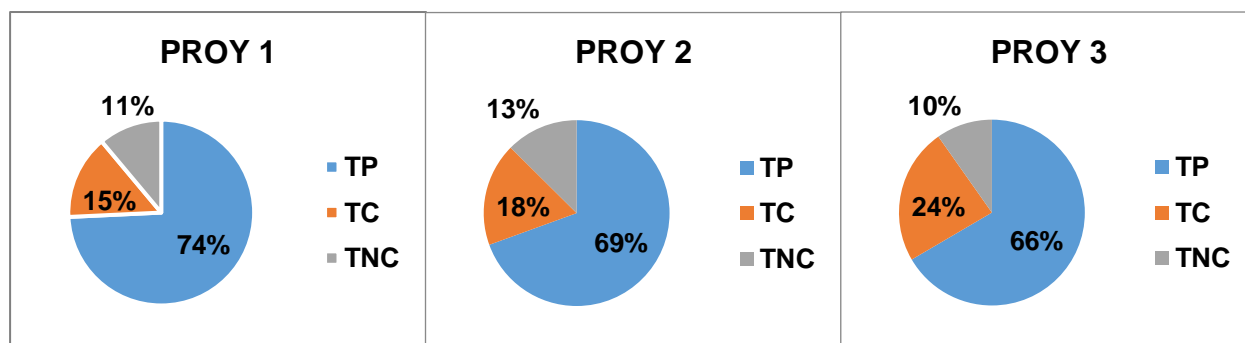
Figura 47

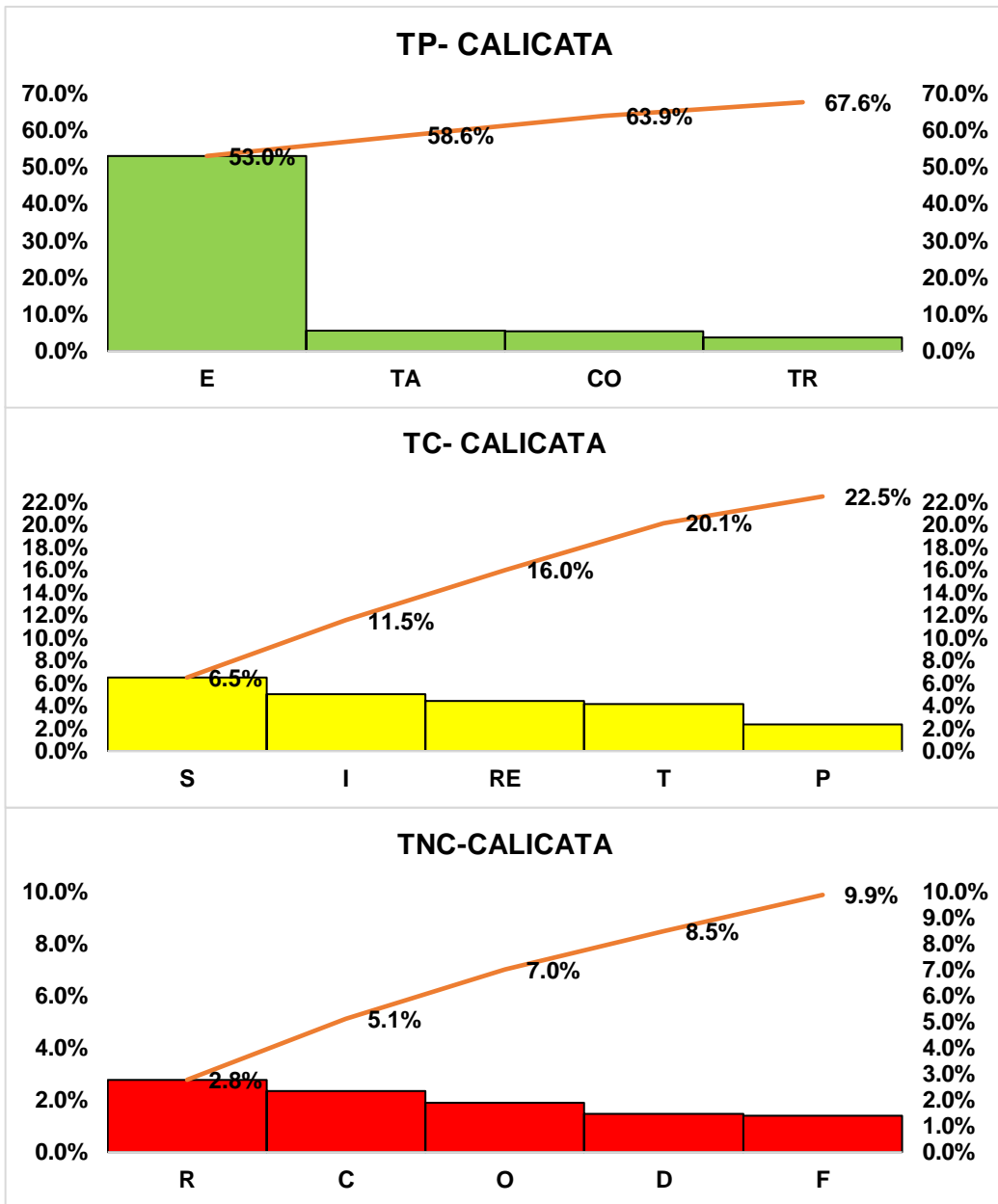
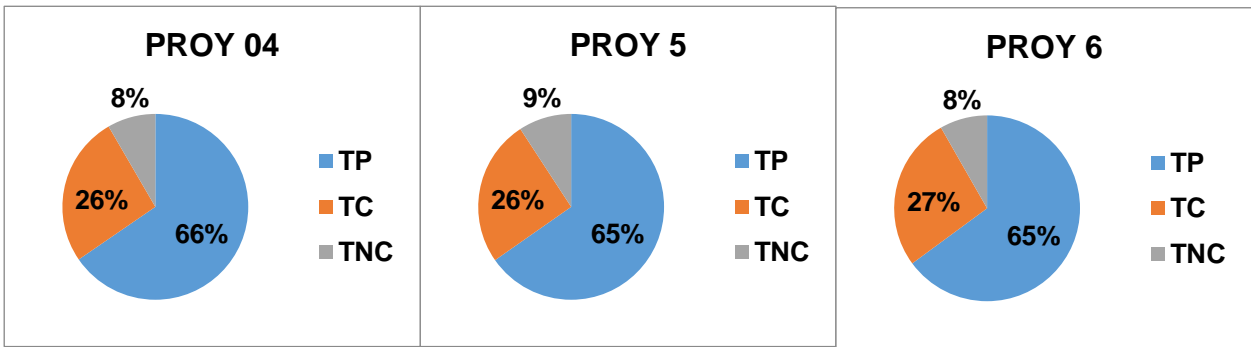
Resumen carta balance calicata



TIPO	COD.	ACT.	PROYECTOS						PROM.
			F (1)	E (2)	D (3)	C (4)	B(5)	A (6)	
TP	TR	TRAZO	2.44%	3.26%	2.90%	4.49%	5.44%	3.98%	3.75%
	CO	CORTE	0.00%	4.65%	6.56%	5.99%	8.23%	6.34%	5.30%
	E	EXCAVACIÓN	68.23%	57.21%	51.15%	48.95%	45.05%	47.64%	53.04%
	TA	TAPADO	3.57%	4.34%	5.95%	5.99%	6.56%	6.93%	5.56%
TC	P	PLANO	0.56%	1.55%	2.44%	2.40%	2.23%	4.87%	2.34%
	I	INSTRUCCIÓN	1.32%	4.34%	5.95%	6.29%	5.58%	6.78%	5.04%
	T	TRASLADO	4.89%	3.88%	3.97%	5.09%	3.63%	3.54%	4.16%
	S	SEÑALIZACIÓ N	6.02%	5.58%	6.87%	6.29%	6.97%	7.23%	6.49%
	RE	REGISTRO	1.88%	2.64%	4.43%	6.14%	7.11%	4.42%	4.44%
TNC	O	OBSERVAR	1.69%	2.48%	2.29%	1.65%	2.79%	0.44%	1.89%
	C	CONVERSAR	0.56%	2.64%	3.97%	3.74%	0.70%	2.51%	2.35%
	F	FATIGA	1.50%	1.71%	1.53%	1.80%	0.98%	0.88%	1.40%
	R	REFRIGERIO	5.45%	3.41%	1.68%	1.20%	1.53%	3.39%	2.78%
	D	DESCANSO	1.88%	2.33%	0.31%	0.00%	3.21%	1.03%	1.46%
TOTAL			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Nota: Codificación (COD.), actividad (ACT.) y promedio (PROM.).





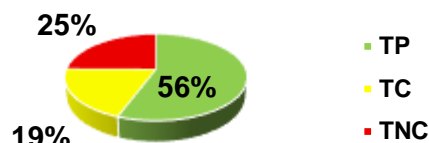
Nota: Resumen elaborado de los 6 informes de calicatas, ver el apéndice 2.

Figura 48

Resumen carta balance trabajos instalación de tubería

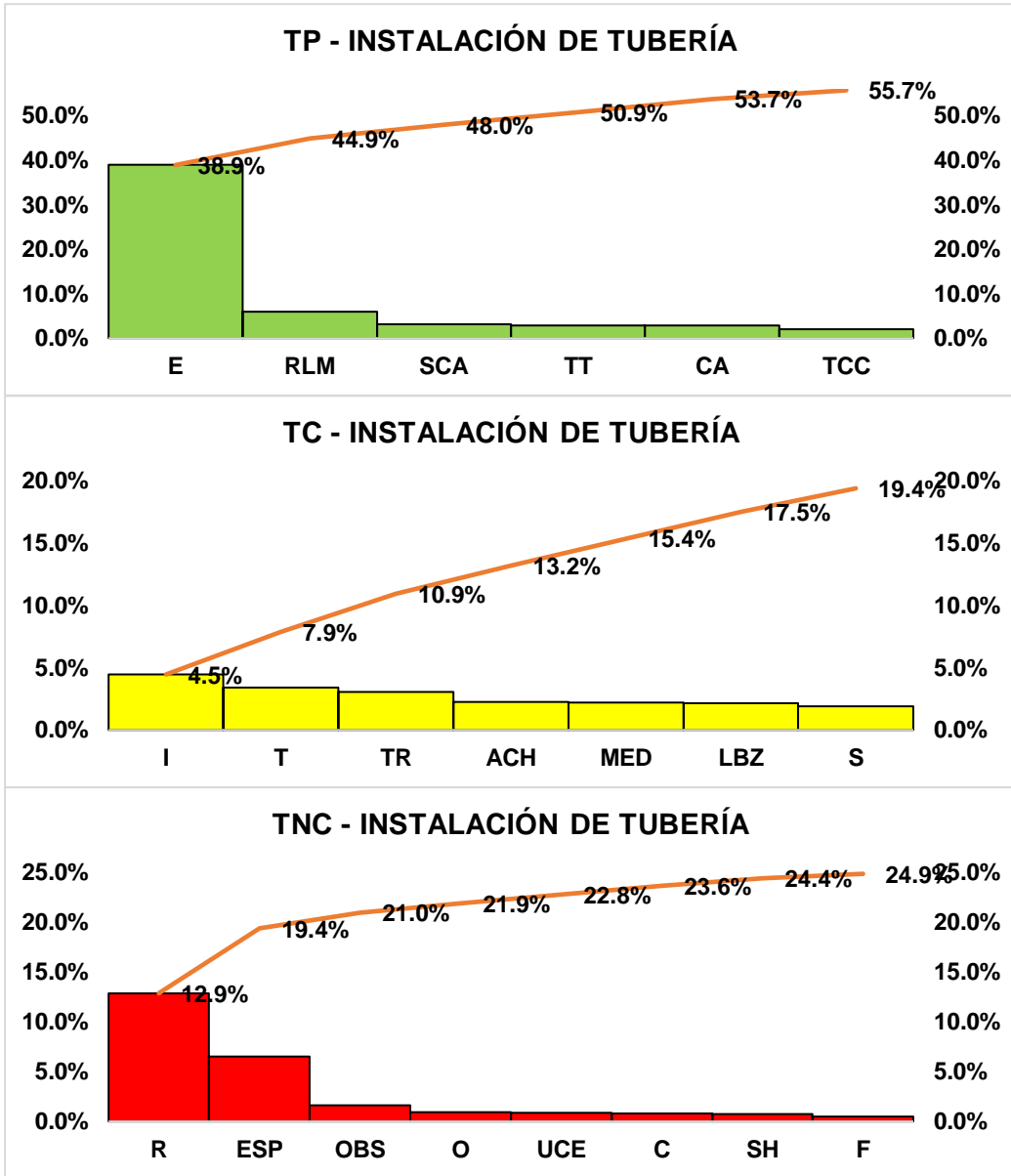
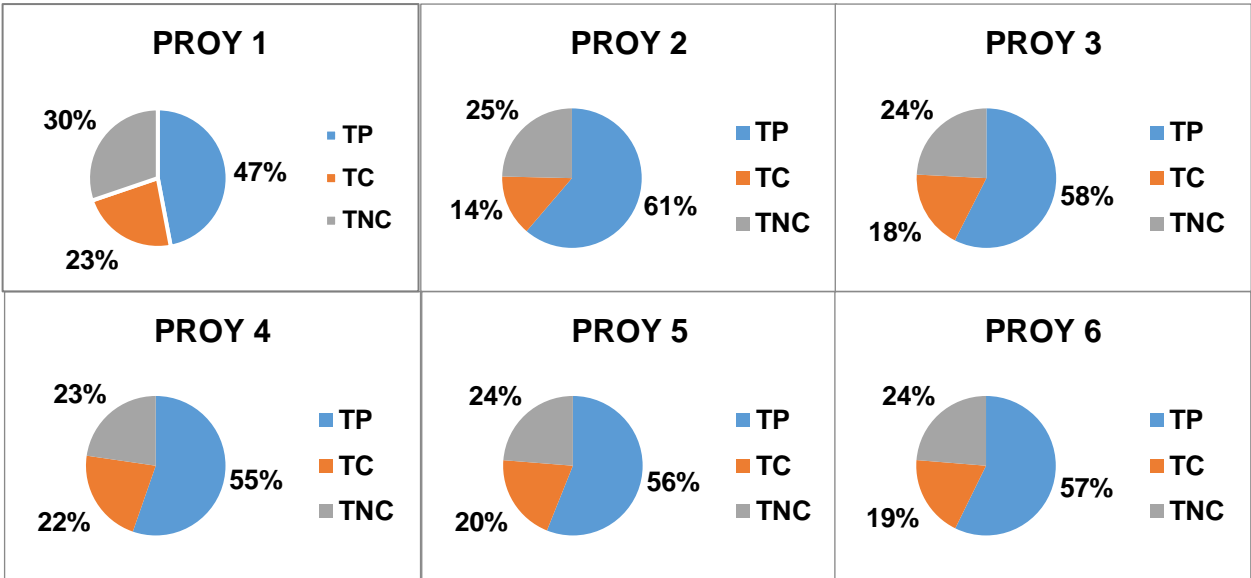
Porcentaje ciclo trabajo instalación de tuberías promedio

TP= 55.73%
 TC= 19.41%
 TNC= 24.86%



TIPO	COD.	ACTIV.	PROYECTOS						PROM.
			F (1)	E (2)	D (3)	C (4)	B(5)	A (6)	
TP	E	EXCAVACIÓN	33.54%	43.90%	39.99%	37.99%	38.07%	40.15%	38.94%
	CA	CAMA DE ARENA	1.36%	3.53%	2.55%	3.04%	3.59%	3.19%	2.88%
	TT	TENDIDO DE TUBERÍA	3.79%	3.81%	2.41%	2.18%	2.61%	2.45%	2.88%
	SCA	SOBRECAMA DE ARENA	3.05%	3.60%	3.01%	2.85%	3.32%	2.85%	3.11%
	TCC	TENDIDO DE CABLE CATODICO	1.69%	1.69%	2.08%	2.25%	2.28%	2.04%	2.01%
	RLM	RELLENO MATERIAL PROPIO	3.59%	4.73%	7.43%	7.02%	6.19%	6.59%	5.93%
TC	I	INSTRUCCIÓN	3.46%	2.19%	3.22%	3.31%	2.93%	3.19%	3.05%
	T	TRASLADO	6.44%	3.25%	3.15%	2.85%	2.61%	2.17%	3.41%
	TR	TRAZO	3.12%	1.83%	2.21%	2.32%	1.76%	1.90%	2.19%
	ACH	ACARREO DE HERRAMIENTAS	3.79%	2.05%	1.54%	1.65%	2.22%	1.56%	2.14%
	MED	MEDICIONES	2.91%	2.47%	4.15%	6.15%	5.15%	5.91%	4.46%
	LBZ	LIMPIEZA BORDE ZANJA	0.95%	1.41%	2.48%	3.04%	2.74%	2.99%	2.27%
	S	SEÑALIZAR	2.10%	0.92%	1.61%	2.65%	2.80%	1.29%	1.89%
TNC	O	OBSERVAR	1.29%	1.06%	1.00%	1.26%	0.72%	0.27%	0.93%
	C	CONVERSAR	1.36%	0.85%	0.67%	0.86%	0.72%	0.54%	0.83%
	F	FATIGA	1.02%	0.56%	0.47%	0.00%	0.00%	0.75%	0.47%
	R	REFRIGERIO	14.02%	13.55%	12.66%	12.31%	11.99%	12.70%	12.87%
	SH	SERVICIO HIGIENICO	1.96%	0.99%	0.87%	0.00%	0.52%	0.20%	0.76%
	UCE	USO CELULAR	0.95%	0.71%	0.54%	0.73%	0.91%	1.49%	0.89%
	OBS	OBSERVACIONES	1.76%	1.13%	1.27%	1.79%	2.22%	1.49%	1.61%
	ESP	ESPERAS	7.86%	5.79%	6.70%	5.76%	6.65%	6.25%	6.50%
TOTAL			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Nota: Codificación (COD.), actividad (ACT.) y promedio (PROM.).



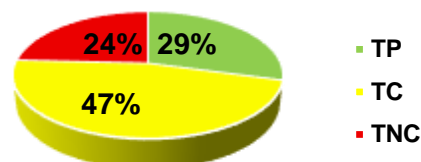
Nota: Resumen elaborado de los 6 informes de instalación de tubería, ver el apéndice 2.

Figura 49

Resumen carta balance compactación y reposición

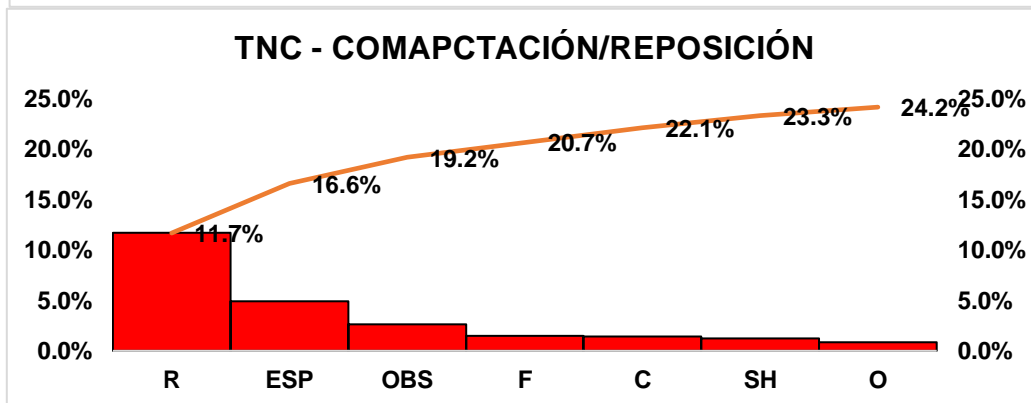
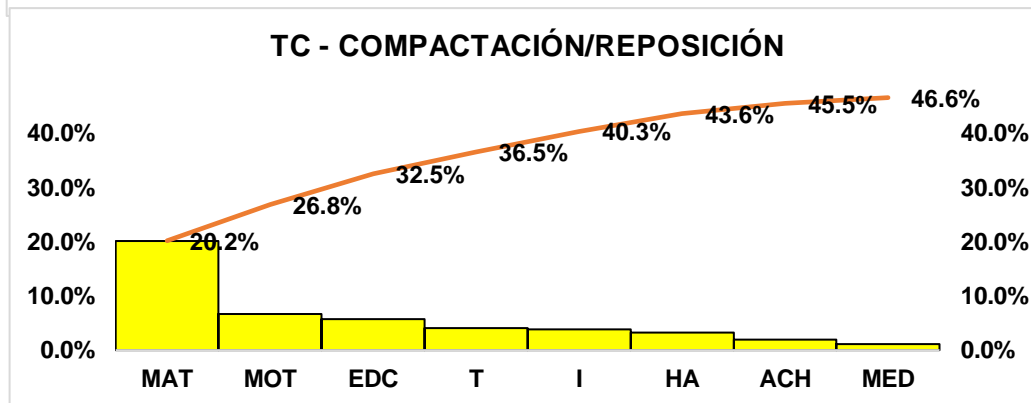
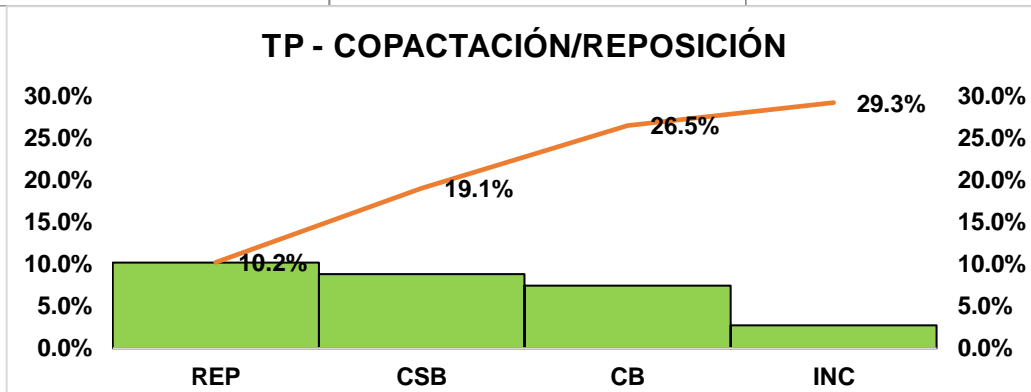
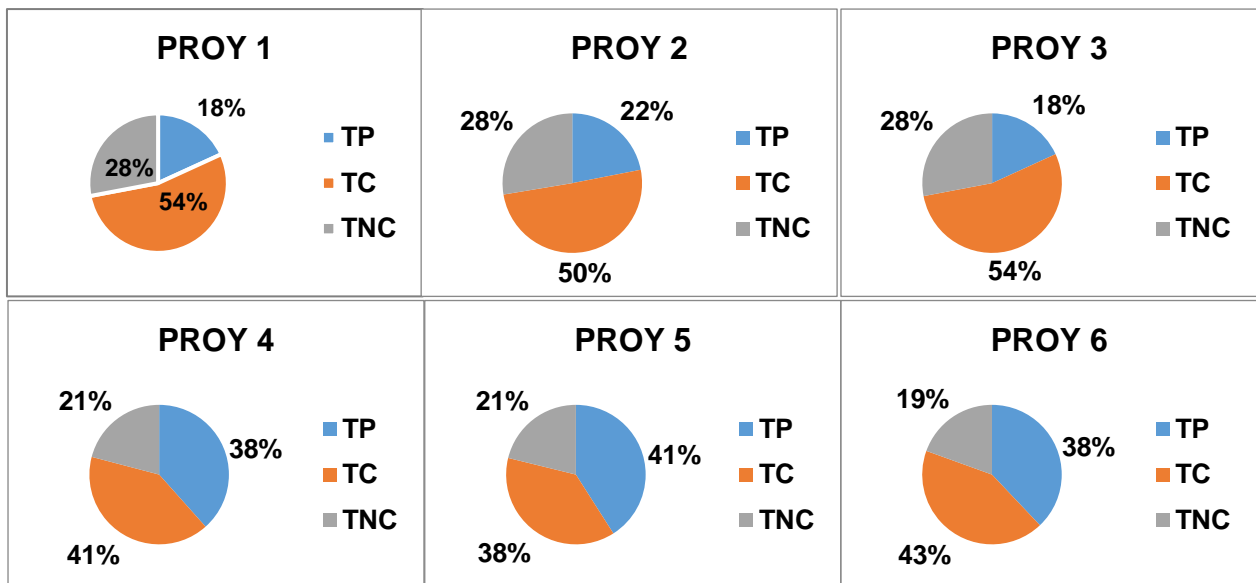
TP= 29.26%
 TC= 46.55%
 TNC= 24.19%

Porcentaje ciclo trabajo compactación y reposición promedio



TIPO	COD.	ACTIV.	PROYECTOS						PROM.
			F (1)	E (2)	D (3)	C (4)	B(5)	A (6)	
TP	CSB	COMPACTACIÓN DE SUB BASE	5.27%	7.41%	5.27%	11.53%	12.16%	11.38%	8.84%
	INC	INSTALACIÓN DE CINTA	2.50%	2.88%	2.50%	2.67%	2.53%	3.28%	2.73%
	CB	COMPACTACIÓN DE BASE	5.27%	7.65%	5.27%	8.58%	8.22%	9.83%	7.47%
	REP	REPOSICIÓN	5.13%	3.98%	5.13%	15.63%	18.06%	13.45%	10.23%
TC	I	INSTRUCCIÓN	5.53%	3.74%	5.53%	2.33%	2.87%	2.82%	3.80%
	T	TRASLADO	5.73%	4.78%	5.73%	3.69%	2.76%	1.49%	4.03%
	HA	HECHAR AGUA	1.84%	1.47%	1.84%	3.13%	6.02%	5.11%	3.24%
	ACH	ACARREO DE HERRAMIENTAS	1.65%	2.02%	1.65%	2.33%	2.08%	1.61%	1.89%
	MED	MEDICIONES	0.20%	0.73%	0.20%	1.88%	1.13%	2.47%	1.10%
	EDC	ENSAYO DENSIDAD CAMPO	5.73%	5.45%	5.73%	4.94%	5.29%	6.90%	5.67%
	MAT	MATERIALES	28.24%	24.07%	28.24%	14.20%	11.87%	14.43%	20.18%
MOT	MOVIMIENTO DE TIERRAS	4.94%	8.21%	4.94%	8.18%	5.85%	7.76%	6.65%	
TNC	O	OBSERVAR	2.11%	0.92%	2.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.86%
	C	CONVERSAR	3.03%	2.20%	3.03%	0.00%	0.00%	0.17%	1.41%
	F	FATIGA	2.24%	2.51%	2.24%	0.57%	0.73%	0.80%	1.52%
	SH	SERVIVIO HIGIENICO	1.91%	1.29%	1.91%	0.68%	0.39%	1.15%	1.22%
	OBS	OBSERVACIONES	1.84%	4.65%	1.84%	3.24%	3.32%	0.75%	2.61%
	ESP	ESPERAS	3.49%	4.53%	3.49%	5.80%	5.97%	6.09%	4.89%
	R	REFRIGERIO	13.36%	11.51%	13.36%	10.63%	10.75%	10.52%	11.69%
TOTAL			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Nota: Codificación (COD.), actividad (ACT.) y promedio (PROM.).



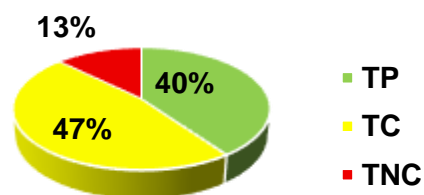
Nota: Resumen elaborado de los 6 informes de compactación/reposición, ver el apéndice 2.

Figura 50

Resumen carta balance trabajos mecánicos

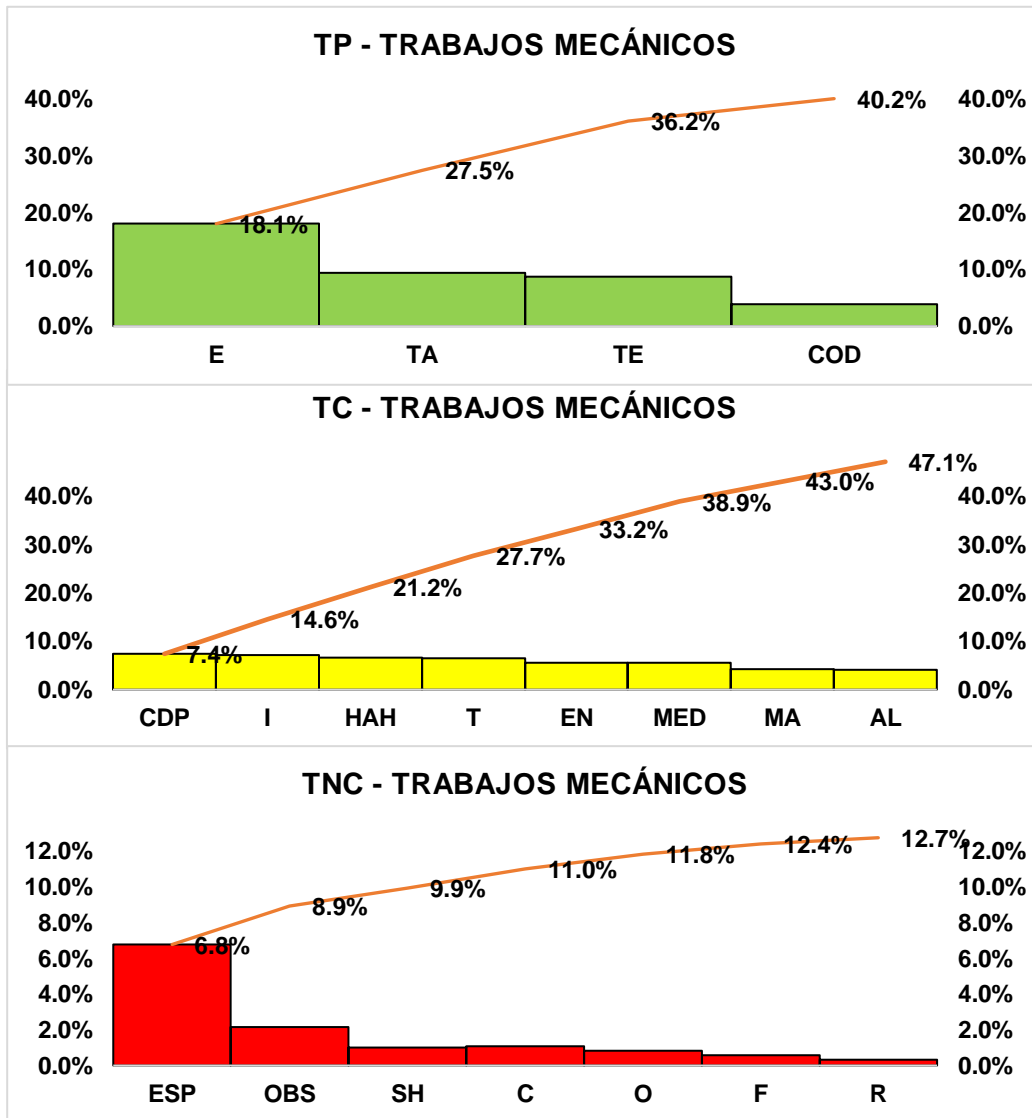
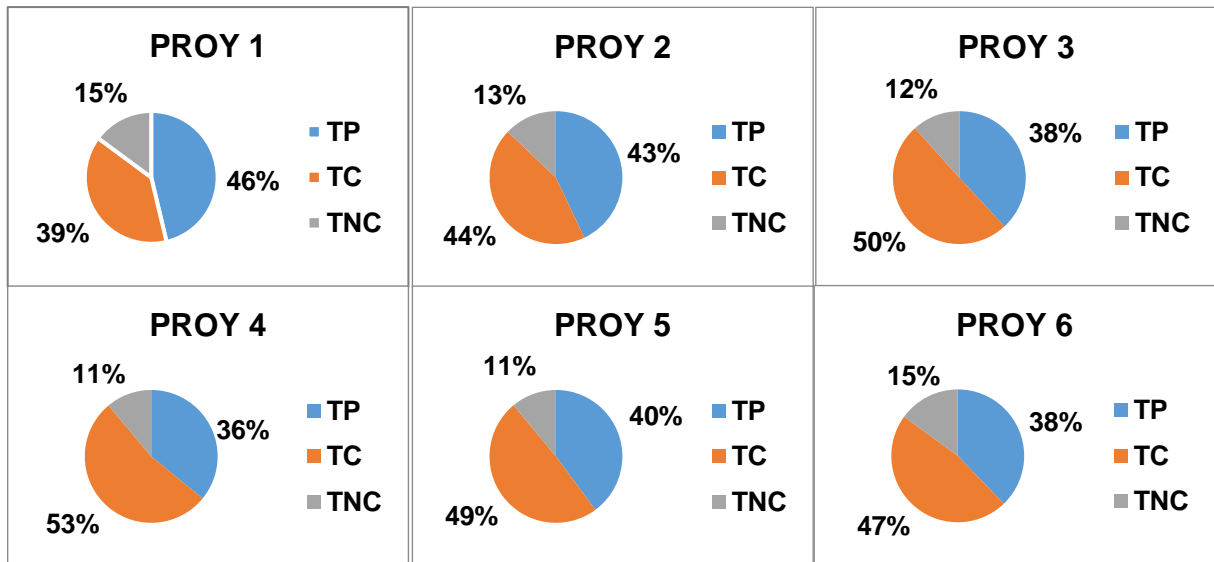
TP= 40.16%
 TC= 47.09%
 TNC= 12.75%

Porcentaje ciclo trabajos mecánicos promedio



TIPO	COD.	ACTIV.	PROYECTOS						PROM.
			F (1)	E (2)	D (3)	C (4)	B(5)	A (6)	
TP	E	EXCAVACIÓN	23.31%	19.67%	14.67%	14.45%	19.73%	16.59%	18.07%
	TE	TERMOFUSION	10.41%	10.41%	8.02%	8.03%	7.76%	7.70%	8.72%
	COD	CODIFICACIÓN	3.14%	4.13%	3.93%	4.38%	4.22%	3.70%	3.92%
	TA	TAPE	9.42%	8.76%	11.50%	9.05%	8.16%	9.78%	9.45%
TC	I	INSTRUCCIÓN	8.43%	8.43%	9.23%	7.59%	3.40%	6.07%	7.19%
	T	TRASLADO	5.29%	7.77%	5.75%	6.28%	8.16%	5.78%	6.50%
	MED	MEDICIONES	2.31%	2.31%	5.60%	7.74%	9.66%	6.07%	5.62%
	CDP	CALNTAMIENTO DE PLANCHA	5.62%	6.45%	8.47%	8.32%	8.16%	7.41%	7.40%
	AL	ALINEAMIENTO	3.64%	3.97%	3.93%	4.38%	4.22%	4.15%	4.05%
	MA	MANIOBRABILIDAD	2.98%	4.30%	4.39%	4.53%	4.35%	4.59%	4.19%
	EN	ENFRIAMIENTO	4.63%	4.46%	5.45%	6.57%	6.39%	5.93%	5.57%
	HAH	HABILITACIÓN DE HERRAMIENTAS	5.95%	6.45%	7.41%	7.59%	4.76%	7.26%	6.57%
TNC	O	OBSERVAR	2.31%	0.99%	0.00%	0.00%	1.63%	0.00%	0.82%
	C	CONVERSAR	1.49%	2.15%	1.06%	1.61%	0.00%	0.15%	1.07%
	F	FATIGA	1.98%	0.33%	0.00%	0.44%	0.00%	0.74%	0.58%
	SH	SERVIVIO HIGIENICO	3.31%	1.65%	1.06%	0.00%	0.00%	0.00%	1.00%
	OBS	OBSERVACIONES	1.65%	2.64%	1.97%	1.61%	0.82%	4.30%	2.16%
	ESP	ESPERAS	2.81%	4.46%	7.56%	7.45%	8.57%	9.78%	6.77%
	R	REFRIGERIO	1.32%	0.66%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.33%
TOTAL			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Nota: Codificación (COD.), actividad (ACT.) y promedio (PROM.).



Nota: Resumen elaborado de los 6 informes de trabajos mecánicos, ver el apéndice 2.

La figura 47 presenta el resumen para la actividad de calicatas de los 06 proyectos evaluados, el gráfico de torta presenta el promedio del trabajo productivo con 67.64%, trabajo contributivo con 22.48% y trabajo no contributivo 09.88%, la tabla presenta las actividades por tipo de trabajo siendo la excavación con 53.04% la más productiva, la señalización con 6.49% la más contributiva y el refrigerio con 2.78% la no contributiva, además en los gráficos de Pareto se identifica las actividades que pueden traer problemas al ciclo de trabajo son señalización, indicaciones, registro y traslado en trabajo contributivo y el refrigerio, conversar y observar en el no contributivo.

La figura 48 presenta el resumen para la actividad de instalación de tuberías de los 06 proyectos evaluados, el gráfico de torta presenta el promedio del trabajo productivo con 55.73%, trabajo contributivo con 19.41% y trabajo no contributivo 24.86%, en la tabla se presenta las actividades por tipo de trabajo siendo la excavación con 38.94% la más productiva, la traslado con 3.41% la más contributiva y el refrigerio con 12.87% la no contributiva, del mismo modo en los gráficos de Pareto se identifica las actividades que pueden traer problemas en el ciclo de trabajo son indicaciones, traslado, trazo y acarreo de herramientas en trabajo contributivo y el refrigerio, esperas y observaciones en el no contributivo.

La figura 49 presenta el resumen para la actividad de compactación y reposición de pavimento de los 06 proyectos evaluados, en el gráfico de torta presenta el promedio del trabajo productivo con 29.26%, trabajo contributivo con 46.55% y trabajo no contributivo 24.19%, en la tabla se presenta las actividades por tipo de trabajo siendo la reposición con 10.23% la más productiva, la materiales con 20.18% la más contributiva y el refrigerio con 11.69% la no contributiva, del mismo modo en los gráficos de Pareto identifica que actividades pueden traer problemas en el ciclo de trabajo son materiales y movimiento de tierras en trabajo contributivo y el refrigerio, esperas y observaciones en el no contributivo.

La figura 50 presenta el resumen para la actividad de trabajos mecánicos de los 06 proyectos evaluados, en el gráfico de torta presenta el promedio del trabajo productivo con 40.16%, trabajo contributivo con 47.09% y trabajo no contributivo 12.75%, en la tabla se presenta las actividades por tipo de trabajo siendo la excavación con 18.07% la más productiva, la calentamiento de plancha con 7.40% la más contributiva y el esperas con 06.77% la no contributiva, del mismo modo en los gráficos de Pareto identifica que actividades pueden traer problemas en el ciclo de trabajo son calentamiento de plancha, indicaciones, habilitación de herramientas y traslado de tierras en trabajo contributivo y las esperas y observaciones en el no contributivo.

Tabla 18

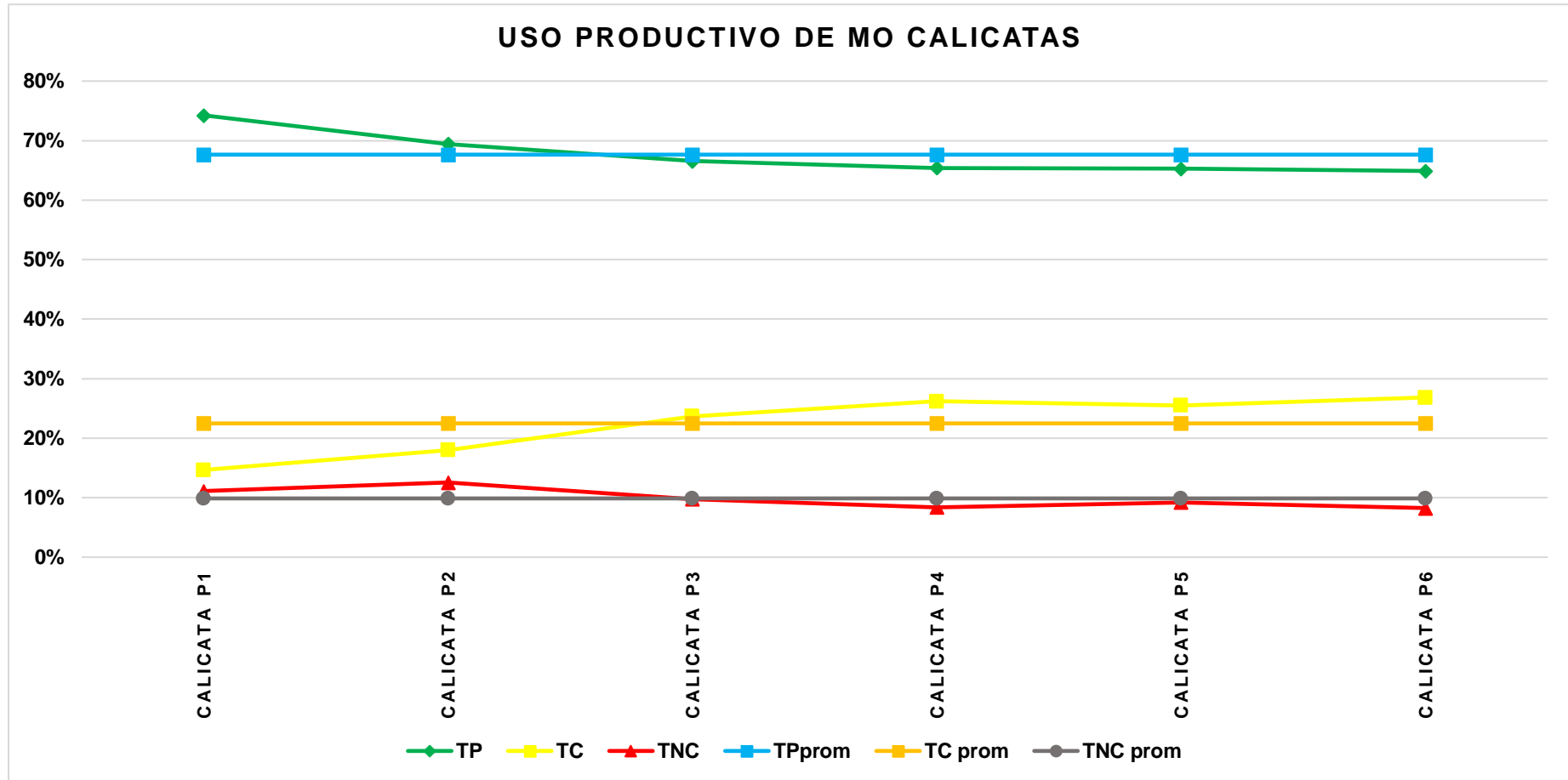
Resumen general cartas balance 06 proyectos

Actividades	P.01		P.02		P.03		P.04		P.05		P.06		PROMEDIO	
	PARC.	TOT.	PARC.	TOT.	PARC.	TOT.	PARC.	TOT.	PARC.	TOT.	PARC.	TOT.	PARCIAL	TOTAL
Trabajo Productivo - TP														
Calicata	74%		69%		67%		65%		65%		65%		68%	
Instalación de tubería	47%	46%	61%	49%	57%	45%	55%	49%	56%	51%	57%	49%	56%	48%
Compactación/reposición	18%		22%		18%		38%		41%		38%		29%	
Trabajo mecánico	46%		43%		38%		36%		40%		38%		40%	
Trabajo Contributorio - TC														
Calicata	15%		18%		24%		26%		26%		27%		22%	
Instalación de tubería	23%	33%	14%	32%	18%	37%	22%	35%	20%	33%	19%	34%	19%	34%
Compactación/reposición	54%		50%		54%		41%		38%		43%		47%	
Trabajo mecánico	39%		44%		50%		53%		49%		47%		47%	
Trabajo No Contributorio - TNC														
Calicata	11%		13%		10%		8%		9%		8%		10%	
Instalación de tubería	30%	21%	25%	19%	24%	18%	23%	16%	24%	16%	24%	17%	25%	18%
Compactación/reposición	28%		28%		28%		21%		21%		21%		24%	
Trabajo mecánico	15%		13%		12%		11%		11%		15%		13%	

En la tabla 19 se presenta el promedio de la evaluación del uso productivo de la mano de obra evaluado con trabajo productivo con 48%, trabajo contributivo con 34% y trabajo no contributivo con 18% de las actividades calicatas, instalación de tubería, compactación reposición de pavimento y trabajo mecánicos de la partida “instalación de redes de gas natural” de los 6 proyectos ejecutados.

Figura 51

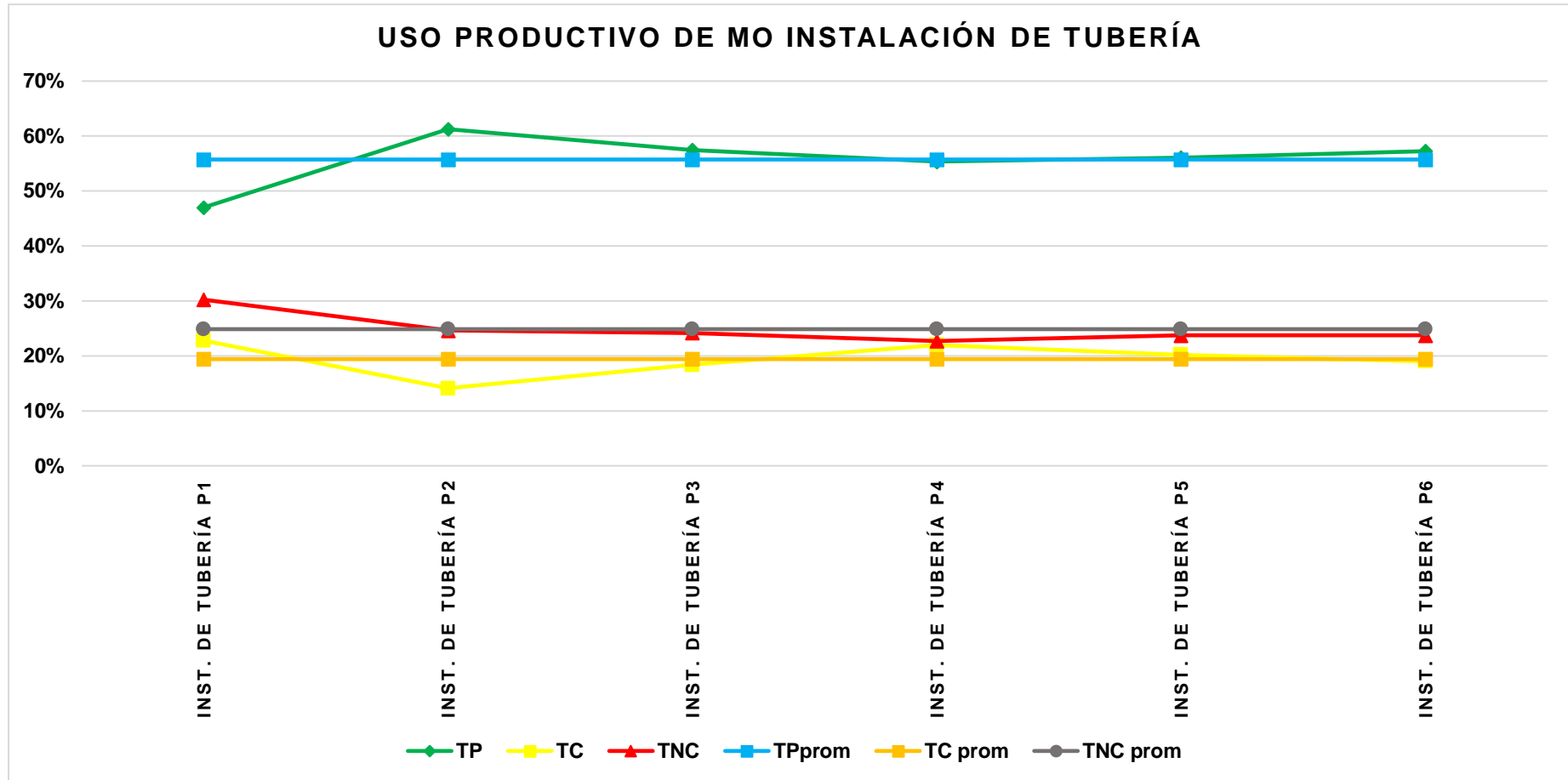
Uso productivo de mano de obra en calicatas



En la figura 51 muestra la fluctuación de los porcentajes de la partida calicatas de los 06 proyectos evaluados, donde se observa la línea decreciente del trabajo productivo en relación al promedio varía en +/- 3%, criterio bajo que refleja que la distribución de la cuadrilla es adecuada y que se debería optimizar los procesos contributivos para mejorar la tarea asignada.

Figura 52

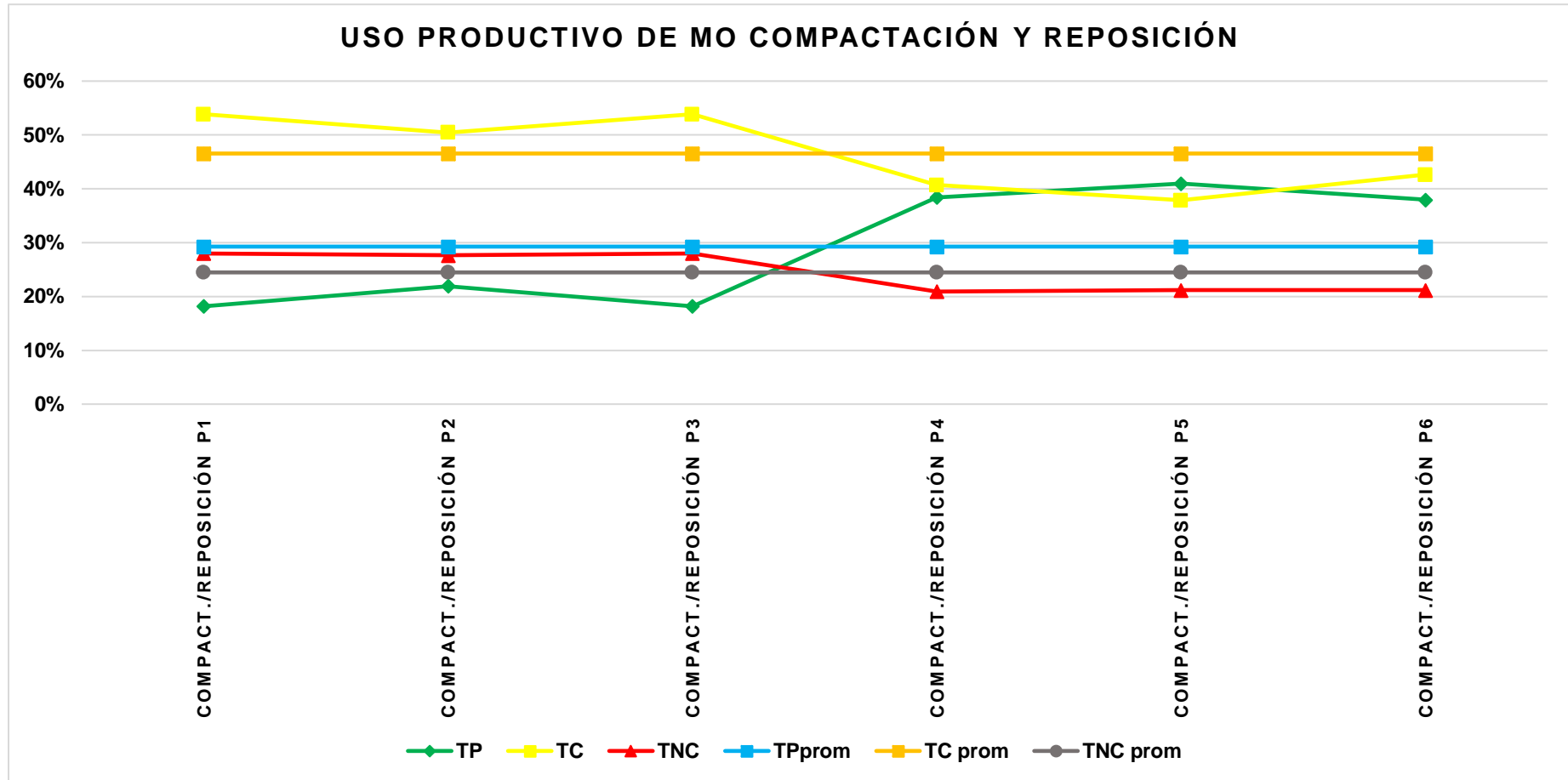
Uso productivo de mano de obra en instalación de tubería



En la figura 52 muestra la fluctuación de los porcentajes de la partida instalación de tubería de los 06 proyectos evaluados, donde se observa la línea del trabajo productivo se ajusta al promedio, criterio intermedio que refleja que la distribución de la cuadrilla es adecuada para la tarea asignada, y que para superar el promedio se debe incorporar 3 obreros a la cuadrilla base para optimizar la partida y eliminar TNC.

Figura 53

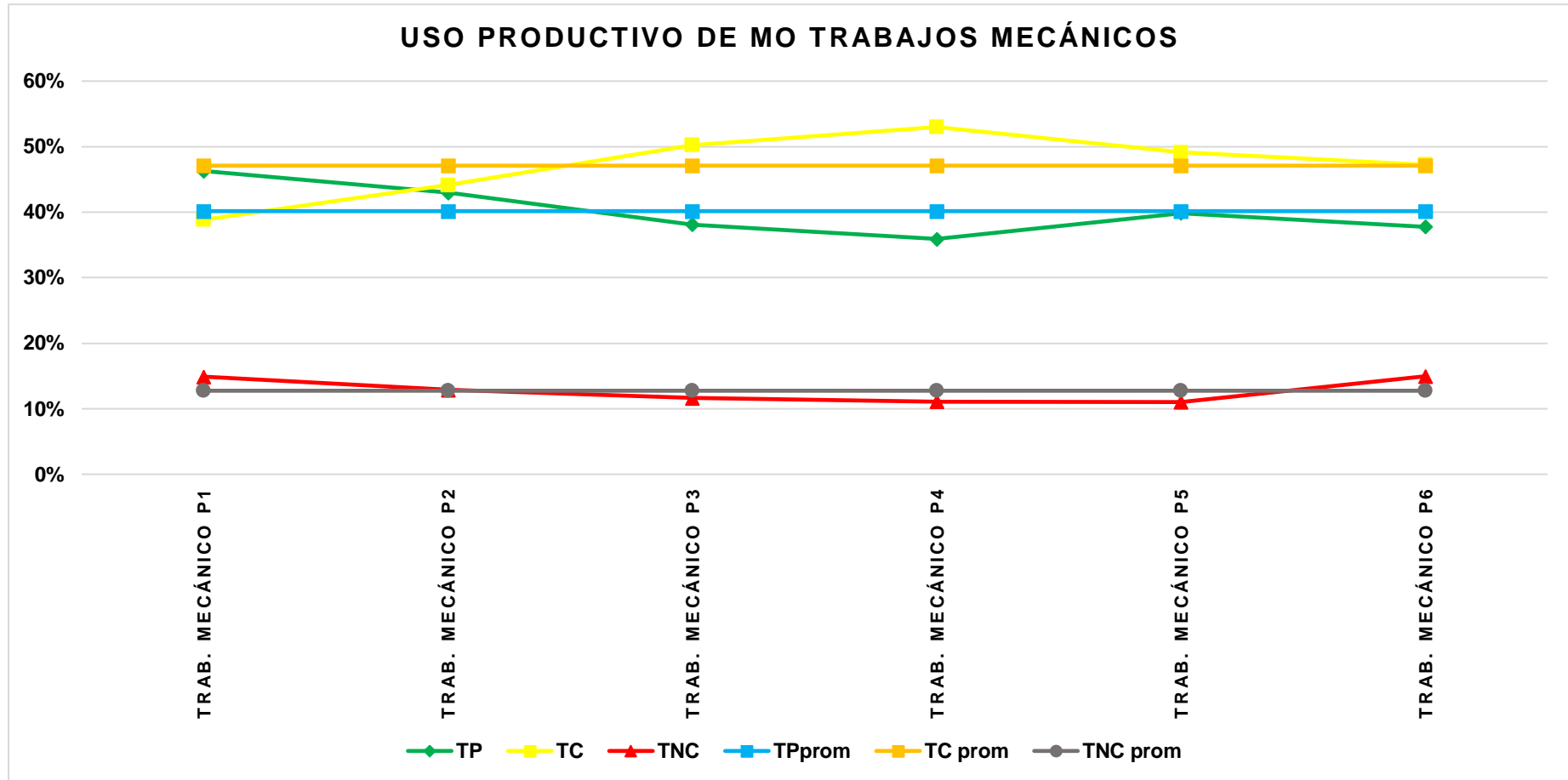
Uso productivo de mano de obra en compactación y reposición



En la figura 53 muestra la fluctuación de los porcentajes de la partida compactación y reposición de los 06 proyectos evaluados, donde se observa la línea creciente del trabajo productivo en relación al promedio varía en +/- 10%, criterio bajo que refleja que la distribución de la cuadrilla es inadecuada, por lo que debe incrementar en 2 obreros en compactación y 1 en reposición para eliminar los procesos contributorios.

Figura 54

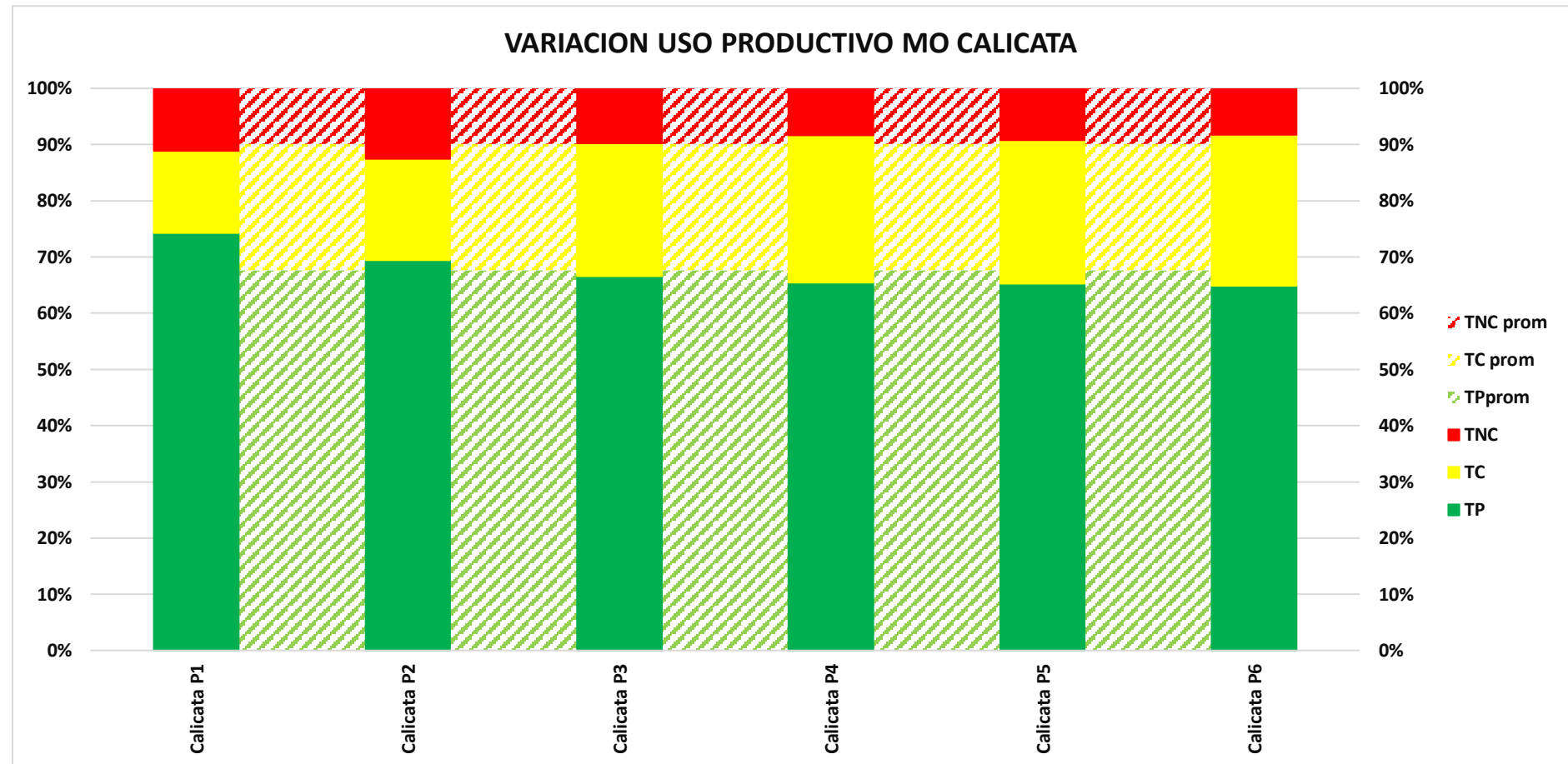
Uso productivo de mano de obra en trabajos mecánicos



En la figura 54 muestra la fluctuación de los porcentajes de la partida trabajos mecánicos de los 06 proyectos evaluados, donde se observa la línea decreciente del trabajo productivo en relación al promedio varía en +/- 3%, criterio bajo que refleja que la distribución de la cuadrilla es inadecuada, por lo que debe incrementar 1 oficial técnico fusionista para eliminar los procesos contributorios.

Figura 55

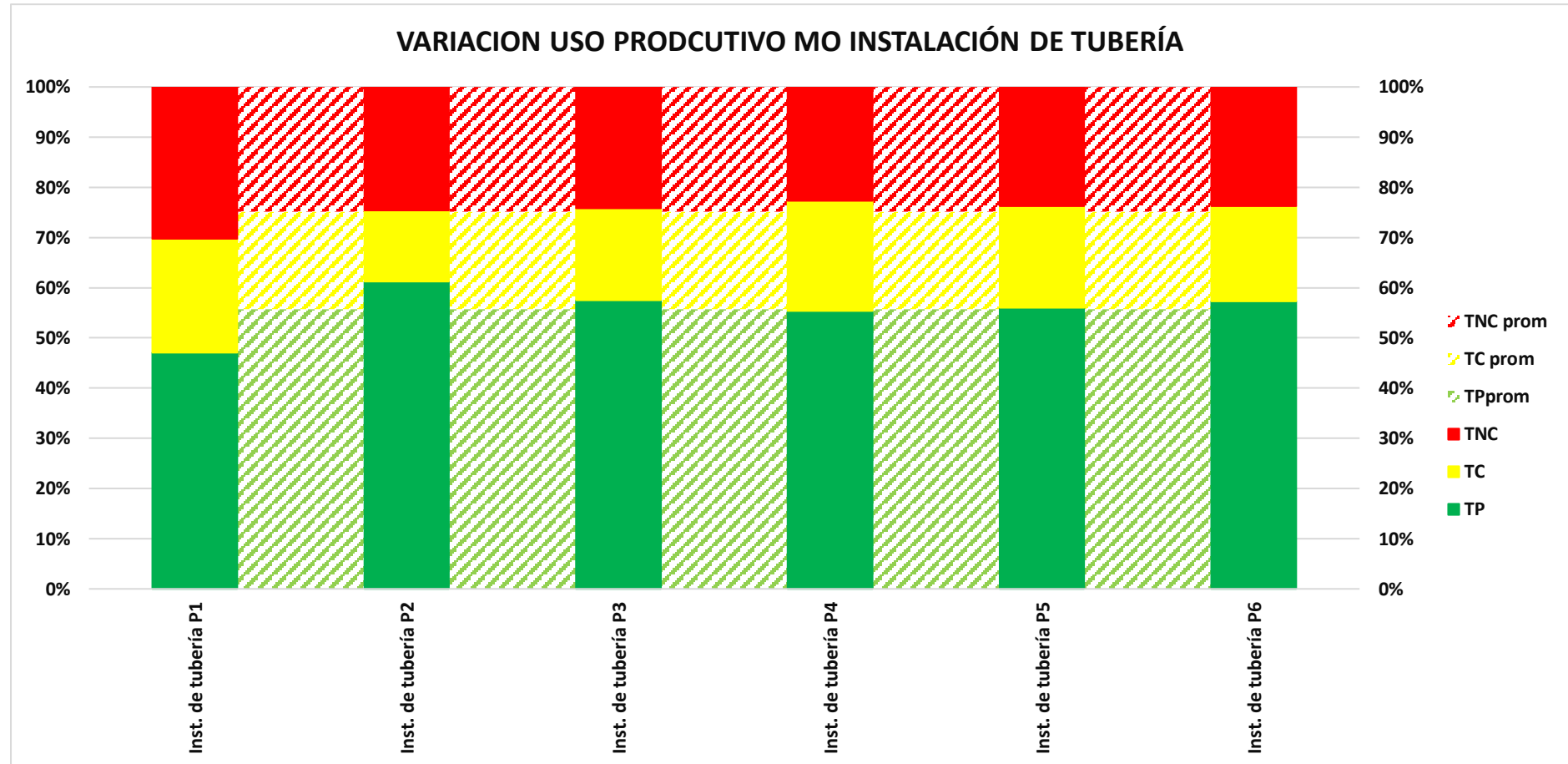
Variación del uso productivo de la mano de obra en calicatas



En la figura 55 se adapta la información de la figura 53 evaluando los porcentajes en barras acumuladas al 100% para observar el comportamiento de los promedios generales (relleno en trama diagonal descendente), presentando el trabajo productivo en la parte inferior, trabajo contributivo en la parte media y el trabajo no contributivo en la parte superior para la partida calicata.

Figura 56

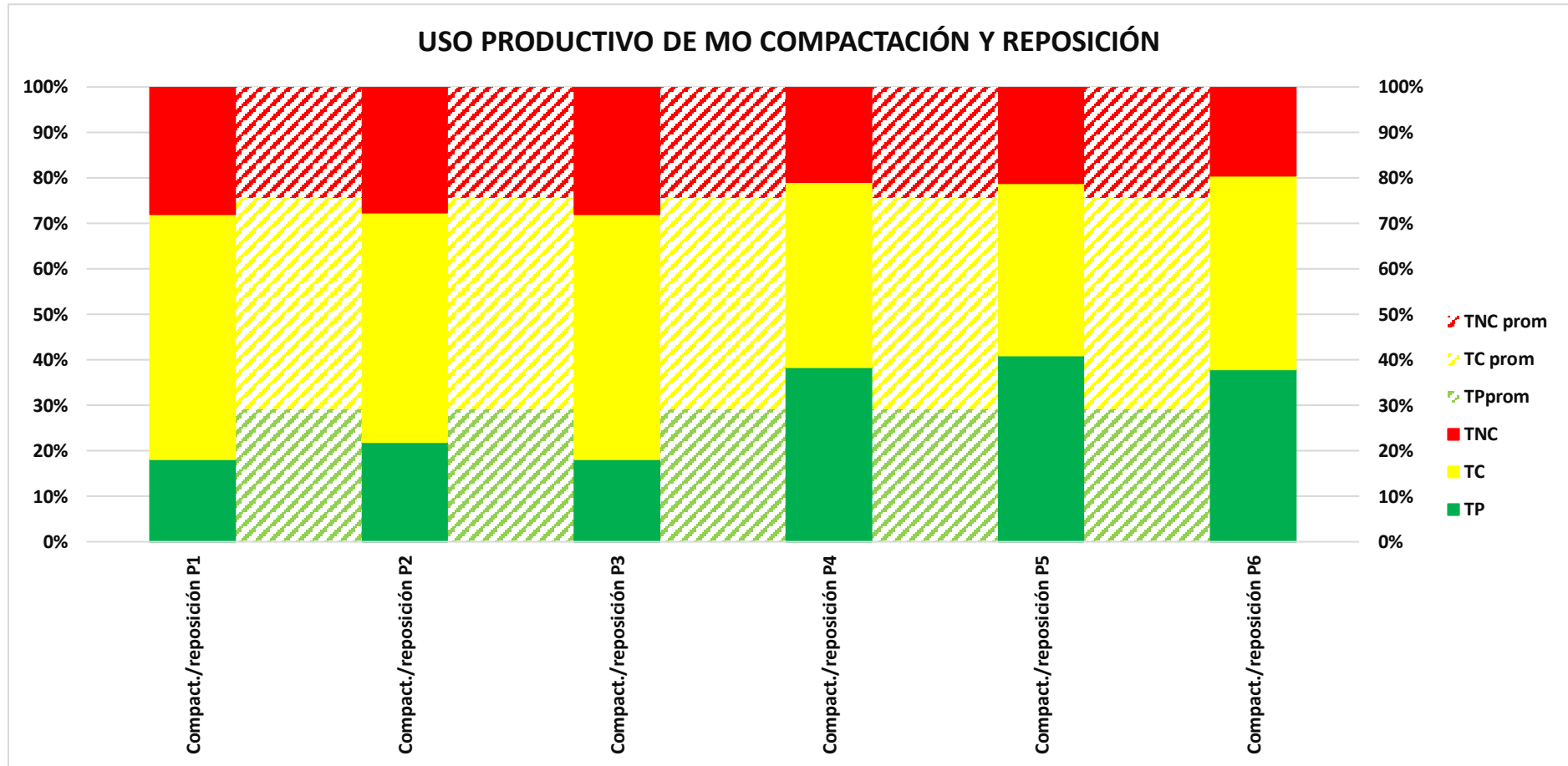
Variación del uso productivo de la mano de obra en instalación de tubería



En la figura 56 se adapta la información de la figura 54 evaluando los porcentajes en barras acumuladas al 100% para observar el comportamiento de los promedios generales (relleno en trama diagonal descendente), presentando el trabajo productivo en la parte inferior, trabajo contributivo en la parte media y el trabajo no contributivo en la parte superior para la partida instalación de tubería.

Figura 57

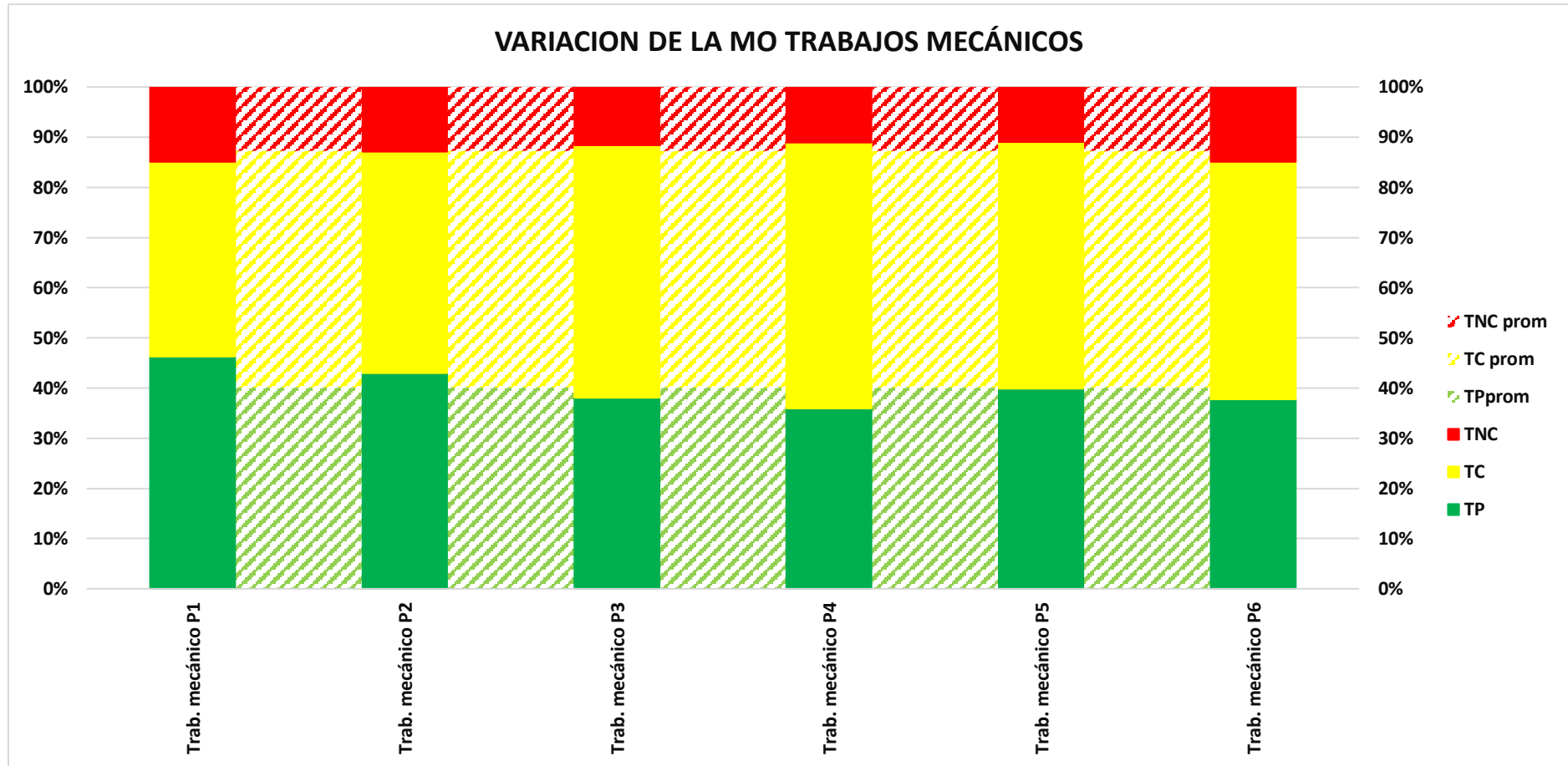
Variación del uso productivo de la mano de obra en compactación y reposición



En la figura 57 se adapta la información de la figura 55 evaluando los porcentajes en barras acumuladas al 100% para observar el comportamiento de los promedios generales (relleno en trama diagonal descendente), presentando el trabajo productivo en la parte inferior, trabajo contributivo en la parte media y el trabajo no contributivo en la parte superior para la partida compactación y reposición.

Figura 58

Variación del uso productivo de la mano de obra en trabajos mecánicos



En la figura 58 se adapta la información de la figura 56 evaluando los porcentajes en barras acumuladas al 100% para observar el comportamiento de los promedios generales (relleno en trama diagonal descendente), presentando el trabajo productivo en la parte inferior, trabajo contributivo en la parte media y el trabajo no contributivo en la parte superior para la partida trabajos mecánicos.

Tabla 19*Resumen nivel de productividad del del estudio*

NIVEL DE PRODUCTIVIDAD	TP	TC	TNC
PROYECTO TIPO C	27%	37%	36%
EMPRESA TIPO A	28%	35%	36%
ADMINISTRACIÓN TIPO IV	30%	34%	37%
USO PRODUCTIVO M. O	48%	34%	19%
PROMEDIO	33%	35%	32%

En la tabla 18, se aprecia nivel de productividad según proyecto tipo C (ver tabla 05), empresa tipo A (ver tabla 06), administración tipo IV (ver tabla 08) y estudio del trabajo (ver tabla 14), del desarrollo de la investigación mostrando el porcentaje promedio de los tipos de trabajo productivo, contributivo y no contributivo del diagnóstico realizado con un rango del 33%, 35% y 32% respectivamente.

Así mismo para cumplir con uno de los objetivos específicos se determinó el nivel de productividad de los 6 proyectos según el estudio del uso productivo de la mano de obra, que se aprecia en la tabla 20.

Tabla 20*Nivel de productividad por proyecto*

PROYECTO	A	B	C	D	E	F	PROMEDIO
Trabajo productivo (TP)	46%	49%	45%	49%	51%	49%	48%
Trabajo contributivo (TC)	33%	32%	37%	35%	33%	34%	34%
Trabajo no contributivo (TNC)	21%	19%	18%	16%	16%	17%	18%

Nota: Elaborada del resumen de la tabla 18.

5.1.2. Estudio de rendimientos de los proyectos

A. Registro de avance de obra por proyecto

A continuación, se presenta la información recopilada del avance diario de construcción, indicando la fecha, el diámetro, el tipo de pavimento intervenido, número de viviendas conectadas, válvulas además del metrado (proyectado y ejecutado).

Tabla 21

Registro de avance de obra proyecto A

FECHA	DIÁMETRO	TIPO PAVIMENTO				VIVIENDA	VÁLVULA Ø63 mm	METRADO	LONG. PROYECTADA
		Natural	Flexible	Rígido	Mixto				
26/10/2023	63	19.80	-	82.90	-	0.00	-	102.70	864.79
28/10/2023	63	2.90	-	40.00	-	0.00	-	42.90	
30/10/2023	63	-	-	42.20	-	0.00	-	42.20	
31/10/2023	63	38.70	-	13.80	-	0.00	-	52.50	
1/11/2023	63	-	-	0.00	-	0.00	1.00	0.00	
8/11/2023	63	-	-	38.20	-	0.00	-	38.20	
9/11/2023	63	-	-	32.50	-	0.00	-	32.50	
10/11/2023	63	4.10	-	27.80	-	0.00	-	31.90	
13/11/2023	63	-	-	36.00	-	0.00	-	36.00	
14/11/2023	63	-	-	49.80	-	0.00	-	49.80	
15/11/2023	63	-	-	29.00	-	0.00	-	29.00	
16/11/2023	63	-	-	47.70	-	0.00	-	47.70	
17/11/2023	63	-	-	47.00	-	0.00	-	47.00	
30/11/2023	63	-	-	0.00	-	0.00	1.00	0.00	
4/12/2023	63	-	-	0.00	-	0.00	1.00	0.00	
5/12/2023	63	-	-	0.00	-	0.00	1.00	0.00	
15/12/2023	63	-	-	163.60	-	0.00	-	163.60	
16/12/2023	63	-	-	69.00	-	0.00	-	69.00	
17/12/2023	63	-	-	77.00	-	0.00	-	77.00	
20/12/2023	63	-	-	20.50	-	0.00	-	20.50	
28/12/2023	63	-	-	0.00	-	0.00	2.00	0.00	
29/12/2023	63	-	-	0.00	-	0.00	1.00	0.00	
TOTALES		65.50	0.00	817.00	0.00	0.00	7.00	882.50	

Tabla 22*Registro de avance de obra proyecto B*

FECHA	DIÁMETRO	TIPO PAVIMENTO				VIVIENDA	VÁLVULA Ø32 mm	METRADO	LONG. PROYECTADA
		Natural	Flexible	Rígido	Mixto				
5/02/2024	32	99.00	-	-	-	4.00	-	99.00	930.00
6/02/2024	32	67.50	-	92.10	-	10.00	-	159.60	
13/02/2024	32	-	-	100.30	-	12.00	-	100.30	
14/02/2024	32	-	-	146.00	-	11.00	-	146.00	
15/02/2024	32	-	-	133.40	-	14.00	-	133.40	
16/02/2024	32	-	-	116.00	-	9.00	-	116.00	
22/02/2024	32	98.80	-	45.80	-	10.00	-	144.60	
23/02/2024	32	-	-	121.90	-	10.00	-	121.90	
28/02/2024	32	4.30	-	6.10	-	1.00	1.00	10.40	
1/03/2024	32	2.70	-	24.70	-	2.00	-	27.40	
TOTALES		272.30	0.00	786.30	0.00	83.00	1.00	1,058.60	

Tabla 23*Registro de avance de obra proyecto C*

FECHA	DIÁMETRO	TIPO PAVIMENTO				VIVIENDA	VÁLVULA Ø32 mm	METRADO	LONG. PROYECTADA
		Natural	Flexible	Rígido	Mixto				
8/11/2023	32	-	-	28.00	-	2.00	-	28.00	417.43
9/11/2023	32	-	-	28.70	-	4.00	-	28.70	
10/11/2023	32	4.10	-	25.40	-	3.00	-	29.50	
29/01/2024	32	28.50	-	-	-	11.00	-	28.50	
29/01/2024	32	-	-	8.50	-	-	-	8.50	
29/01/2024	32	-	-	86.20	-	-	-	86.20	
1/02/2024	32	-	-	112.70	-	10.00	-	112.70	
3/02/2024	32	-	-	92.00	-	11.00	-	92.00	
26/02/2024	32	-	-	6.00	-	1.00	1.00	6.00	
29/02/2024	32	-	-	11.10	-	-	-	11.10	
TOTALES		32.60	0.00	398.60	0.00	42.00	1.00	431.20	

Las tablas 21, 22 y 23 se elaboraron con los reportes diarios del anexo 1, presenta el proyecto “A” con metrado ejecutado de 882.50 m / proyectado de 864.79 m y 7 válvulas de la red matriz, del mismo modo el proyecto “B” con metrado ejecutado de 1058.60 m / proyectado de 930.00 m, 01 válvula y 83 viviendas conectadas, además del proyecto “C” con metrado ejecutado de 431.20 m / proyectado de 417.43 m, 01 válvula y 42 viviendas conectadas respectivamente.

Tabla 24

Registro de avance de obra proyecto D

FECHA	DIÁMETRO	TIPO PAVIMENTO				VIVIENDA	VÁLVULA Ø32 mm	METRADO	LONG. PROYECTADA
		Natural	Flexible	Rígido	Mixto				
30/10/2023	32	-	-	42.20	-	4.00	-	42.20	710.00
31/10/2023	32	38.70	-	13.80	-	10.00	-	52.50	
1/11/2023	32	56.00	-	-	-	6.00	-	56.00	
7/11/2023	32	133.50	-	-	-	16.00	-	133.50	
8/11/2023	32	21.30	-	38.20	-	5.00	-	59.50	
9/11/2023	32	-	-	28.70	-	4.00	-	28.70	
10/11/2023	32	4.10	-	27.80	-	3.00	-	31.90	
13/11/2023	32	1.70	-	36.00	-	5.00	-	37.70	
14/11/2023	32	-	-	48.80	-	5.00	-	48.80	
15/11/2023	32	6.10	-	21.00	-	6.00	-	27.10	
16/11/2023	32	-	-	47.70	-	7.00	-	47.70	
17/11/2023	32	-	-	92.40	-	9.00	-	92.40	
2/12/2023	32	2.20	-	1.90	-	1.00	-	4.10	
17/12/2023	32	-	-	73.30	-	10.00	-	73.30	
28/12/2023	32	-	-	5.50	-	0.00	1.00	5.50	
TOTALES		263.60	0.00	477.30	0.00	91.00	1.00	740.90	

Tabla 25*Registro de avance de obra proyecto E*

FECHA	DIÁMETRO	TIPO PAVIMENTO				VIVIENDA	VÁLVULA Ø32 mm	METRADO	LONG. PROYECTADA
		Natural	Flexible	Rígido	Mixto				
20/10/2023	32	69.50	-	-	-	6.00	-	69.50	769.36
23/10/2023	32	115.70	-	5.50	-	8.00	-	121.20	
24/10/2023	32	136.10	-	3.10	-	12.00	-	139.20	
25/10/2023	32	101.30	-	-	-	9.00	-	101.30	
26/10/2023	32	-	-	82.90	-	10.00	-	82.90	
27/10/2023	32	-	-	130.00	-	17.00	-	130.00	
28/10/2023	32	2.90	-	40.00	-	4.00	-	42.90	
30/10/2023	32	17.30	-	67.90	-	8.00	-	85.20	
1/11/2023	32	-	-	6.40	-	0.00	-	6.40	
8/11/2023	32	7.50	-	3.00	-	0.00	-	10.50	
9/11/2023	32	-	-	3.80	-	0.00	-	3.80	
4/12/2023	32	4.30	-	-	-	2.00	0.00	4.30	
28/12/2023	32	-	-	5.40	-	0.00	-	5.40	
TOTALES		454.60	0.00	348.00	0.00	76.00	0.00	802.60	

Tabla 26*Registro de avance de obra proyecto F*

FECHA	DIÁMETRO	TIPO PAVIMENTO				VIVIENDA	VÁLVULA Ø32 mm	METRADO	LONG. PROYECTADA
		Natural	Flexible	Rígido	Mixto				
9/10/2023	32	200.40	-	-	-	16.00	-	200.40	435.66
10/10/2023	32	163.50	-	1.40	-	17.00	-	164.90	
11/10/2023	32	70.20	-	-	-	6.00	-	70.20	
5/12/2023	32	4.00	-	-	-	1.00	1.00	4.00	
TOTALES		438.10	0.00	1.40	0.00	40.00	1.00	439.50	

Las tablas 24, 25 Y 26 se elaboraron con los reportes diarios del anexo 1, presentan al proyecto "D" con metrado ejecutado de 740.90 m / proyectado de 710.00 m, 01 válvula y 91 viviendas conectadas, del mismo modo al proyecto "E" con metrado ejecutado de

802.60 m / proyectado de 769.36 m, 01 válvula y 76 viviendas conectadas, además al proyecto "F" con metrado ejecutado de 439.50 m / proyectado de 435.66 m, de 01 válvula y 40 viviendas conectadas de 40 respectivamente.

B. Avance de construcción proyectados vs real por proyecto y resumen

Se presenta el avance de construcción (proyectado vs ejecutado) en función del plazo de cada proyecto, ver anexo 1 y 2.

Tabla 27

Avance de construcción proyectado vs real proyecto A

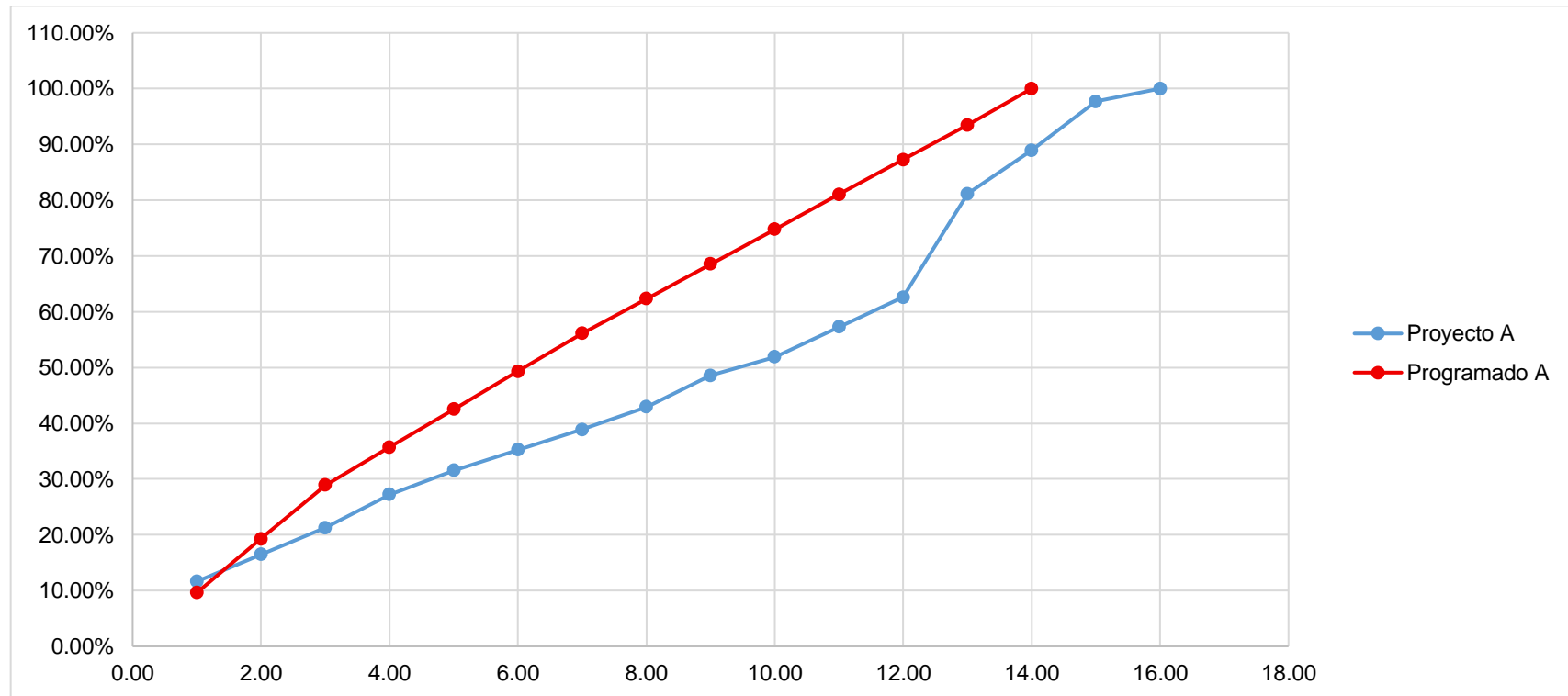
FECHA	DIAS	PROYECTADO			REAL		
		METRADO	% AVANCE	% AVANCE ACUM.	METRADO	% AVANCE	% AVANCE ACUM.
26/10/2023	1.00	85.00	9.63%	9.63%	102.70	11.64%	11.64%
28/10/2023	2.00	85.00	9.63%	19.26%	42.90	4.86%	16.50%
30/10/2023	3.00	85.00	9.63%	28.90%	42.20	4.78%	21.28%
31/10/2023	4.00	60.00	6.80%	35.69%	52.50	5.95%	27.23%
8/11/2023	5.00	60.00	6.80%	42.49%	38.20	4.33%	31.56%
9/11/2023	6.00	60.00	6.80%	49.29%	32.50	3.68%	35.24%
10/11/2023	7.00	60.00	6.80%	56.09%	31.90	3.61%	38.86%
13/11/2023	8.00	55.00	6.23%	62.32%	36.00	4.08%	42.93%
14/11/2023	9.00	55.00	6.23%	68.56%	49.80	5.64%	48.58%
15/11/2023	10.00	55.00	6.23%	74.79%	29.00	3.29%	51.86%
16/11/2023	11.00	55.00	6.23%	81.02%	47.70	5.41%	57.27%
17/11/2023	12.00	55.00	6.23%	87.25%	47.00	5.33%	62.59%
15/12/2023	13.00	55.00	6.23%	93.48%	163.60	18.54%	81.13%
16/12/2023	14.00	57.5	6.52%	100.00%	69.00	7.82%	88.95%
17/12/2023	15.00	-	-	-	77.00	8.73%	97.68%
20/12/2023	16.00	-	-	-	20.50	2.32%	100.00%
TOTALES (m)		882.50			882.50		
REND. PROM. (m/día)		63.04			55.16		

Nota: Elaborada el reporte diario de avance ver anexo 01.

En la tabla 27, se aprecia el avance de obra proyectado en función al plazo disponible de 14 días con un rendimiento promedio de 63.04 m/día y el avance real ejecutado en el plazo de 16 días con un rendimiento promedio de 55.16 m/día.

Figura 59

Curva Sigmoidal S Proyecto A



La figura 59 muestra el avance de obra entre los primeros 10 días de forma ascendente retardada y a partir del día 12 a la finalización del proyecto se duplica el avance aumentando el metrado en el tramo final, entendiéndose entre lo real ejecutado difiere en 02 días al plazo planificado.

Tabla 28*Avance de construcción proyectado vs real proyecto B*

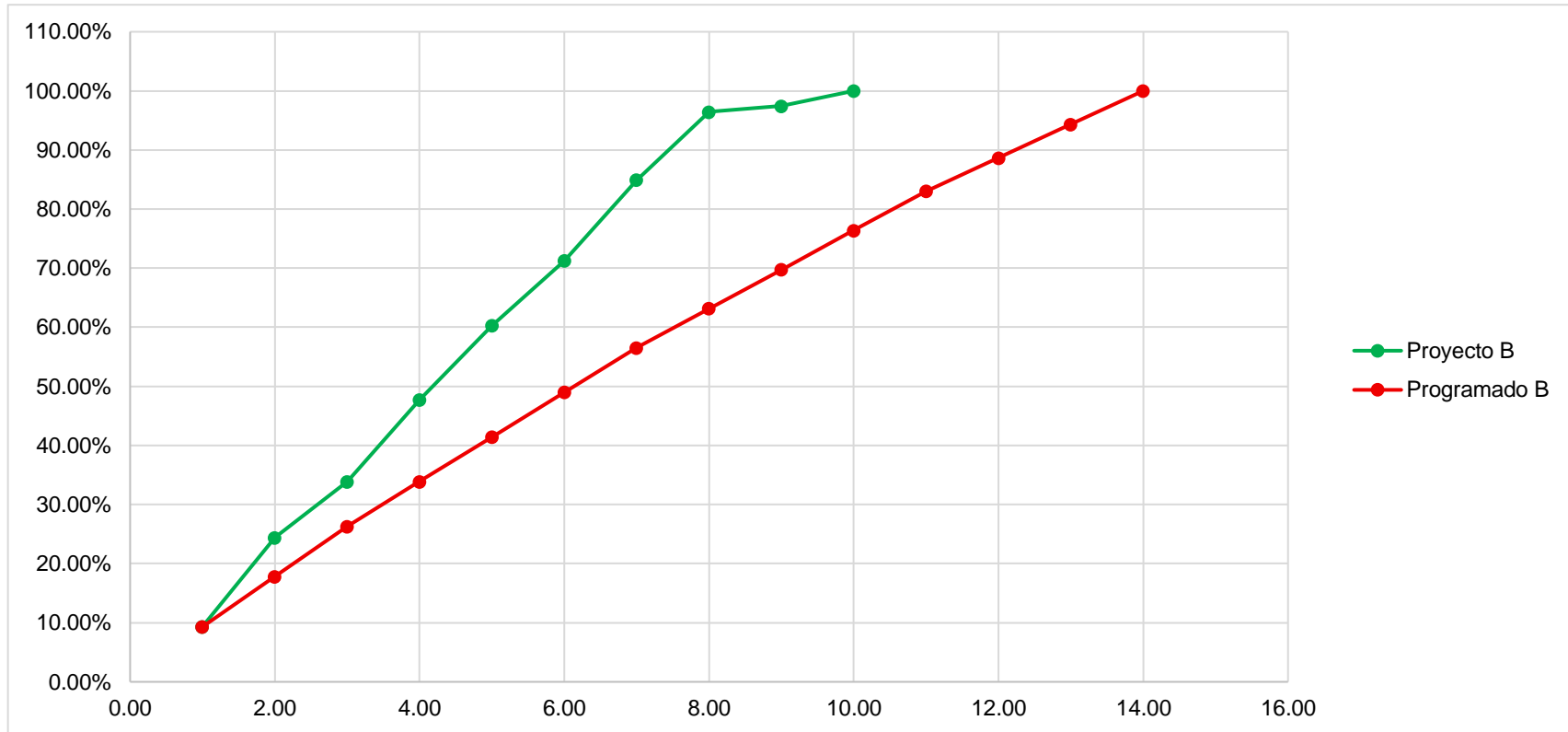
FECHA	DIAS	PROYECTADO			REAL		
		METRADO	% AVANCE	% AVANCE ACUM.	METRADO	% AVANCE	% AVANCE ACUM.
5/02/2024	1.00	98.60	9.31%	9.31%	99.00	9.35%	9.35%
6/02/2024	2.00	90.00	8.50%	17.82%	159.60	15.08%	24.43%
13/02/2024	3.00	90.00	8.50%	26.32%	100.30	9.47%	33.90%
14/02/2024	4.00	80.00	7.56%	33.87%	146.00	13.79%	47.70%
15/02/2024	5.00	80.00	7.56%	41.43%	133.40	12.60%	60.30%
16/02/2024	6.00	80.00	7.56%	48.99%	116.00	10.96%	71.25%
22/02/2024	7.00	80.00	7.56%	56.55%	144.60	13.66%	84.91%
23/02/2024	8.00	70.00	6.61%	63.16%	121.90	11.52%	96.43%
28/02/2024	9.00	70.00	6.61%	69.77%	10.40	0.98%	97.41%
1/03/2024	10.00	70.00	6.61%	76.38%	27.40	2.59%	100.00%
2/03/2024	11.00	70.00	6.61%	83.00%	-	-	-
3/03/2024	12.00	60.00	5.67%	88.66%	-	-	-
4/03/2024	13.00	60.00	5.67%	94.33%	-	-	-
5/03/2024	14.00	60.00	5.67%	100.00%	-	-	-
TOTALES		1058.60			1,058.60		
REND. PROM.		75.61			105.86		

Nota: Elaborada el reporte diario de avance ver anexo 01.

En la tabla 28, se aprecia el avance de obra proyectado en función al plazo disponible de 14 días con un rendimiento promedio de 76.61 m/día y el avance real ejecutado en el plazo de 10 días con un rendimiento promedio de 105.86 m/día.

Figura 60

Curva Sigmoidal Proyecto B



La figura 60 muestra el avance de obra entre los primeros 08 días de forma ascendente acelerada y a partir del día 08 a la finalización del proyecto el avance mantiene el metrado en el tramo final, mostrando que lo real ejecutado culmina con 04 días ganados del plazo planificado.

Tabla 29*Avance de construcción proyectado vs real proyecto C*

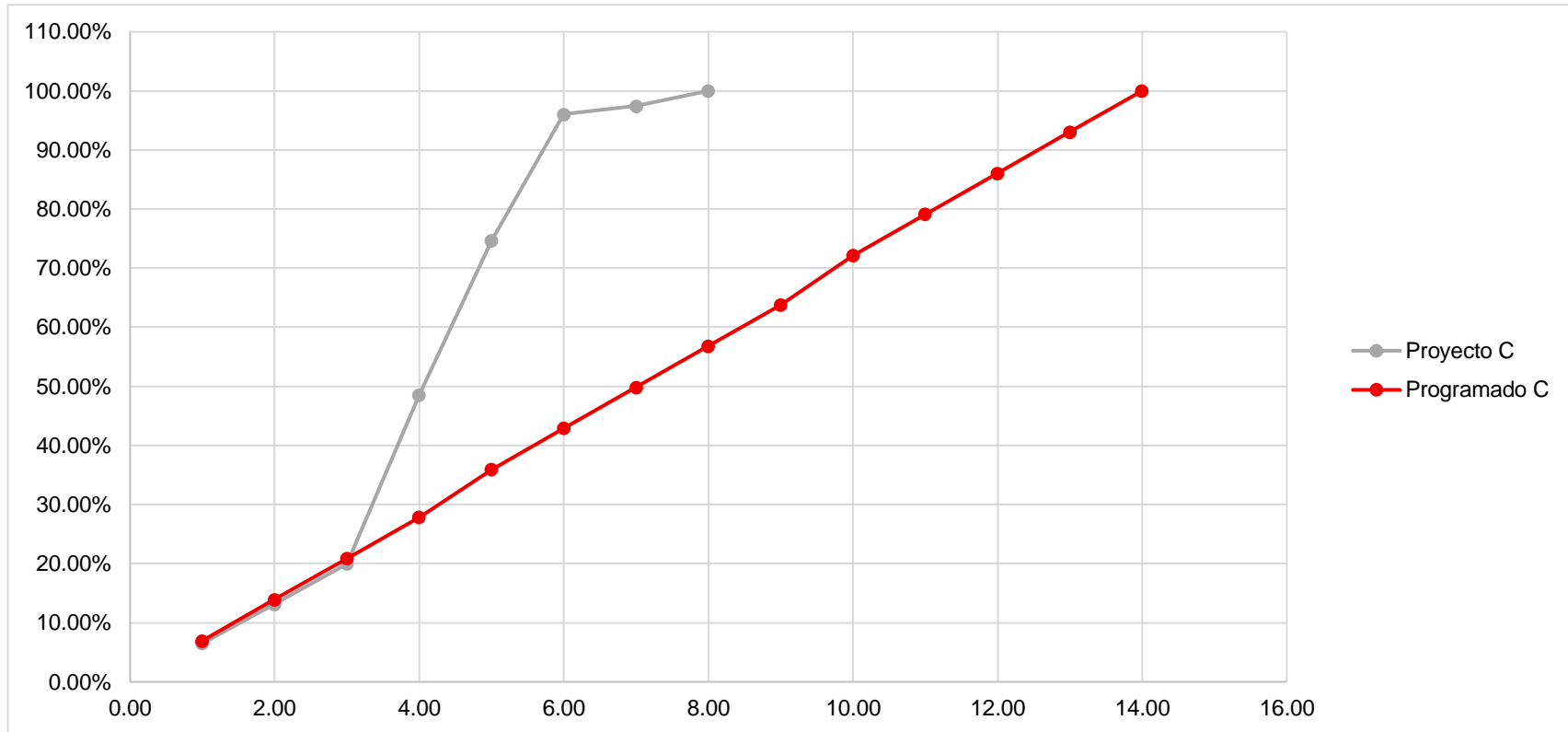
FECHA	DIAS	PROYECTADO			REAL		
		METRADO	% AVANCE	% AVANCE ACUM.	METRADO	% AVANCE	% AVANCE ACUM.
8/11/2023	1.00	30.00	6.96%	6.96%	28.00	6.49%	6.49%
9/11/2023	2.00	30.00	6.96%	13.91%	28.70	6.66%	13.15%
10/11/2023	3.00	30.00	6.96%	20.87%	29.50	6.84%	19.99%
29/01/2024	4.00	30.00	6.96%	27.83%	123.20	28.57%	48.56%
1/02/2024	5.00	35.00	8.12%	35.95%	112.70	26.14%	74.70%
3/02/2024	6.00	30.00	6.96%	42.90%	92.00	21.34%	96.03%
26/02/2024	7.00	30.00	6.96%	49.86%	6.00	1.39%	97.43%
29/02/2024	8.00	30.00	6.96%	56.82%	11.10	2.57%	100.00%
1/03/2024	9.00	30.00	6.96%	63.78%	-	-	-
2/03/2024	10.00	36.20	8.40%	72.17%	-	-	-
3/03/2024	11.00	30.00	6.96%	79.13%	-	-	-
4/03/2024	12.00	30.00	6.96%	86.09%	-	-	-
5/03/2024	13.00	30.00	6.96%	93.04%	-	-	-
6/03/2024	14.00	30.00	6.96%	100.00%	-	-	-
TOTALES		431.20			431.20		
REND. PROM.		30.80			53.90		

Nota: Elaborada el reporte diario de avance ver anexo 01.

En la tabla 29, se aprecia el avance de obra proyectado en función al plazo disponible de 14 días con un rendimiento promedio de 30.80 m/día y el avance real ejecutado en el plazo de 08 días con un rendimiento promedio de 53.90 m/día.

Figura 61

Curva Sigmoidal S Proyecto C



La figura 61 muestra el avance de obra entre los primeros 03 días de forma ascendente retardada ajustada a lo programado, a partir del día 03 al día 06 el avance se duplica y entre el día 06 a la finalización, el tramo final el metrado se mantiene, mostrando que el avance real ejecutado culmina con 06 días ganados del plazo planificado.

Tabla 30*Avance de construcción proyectado vs real proyecto D*

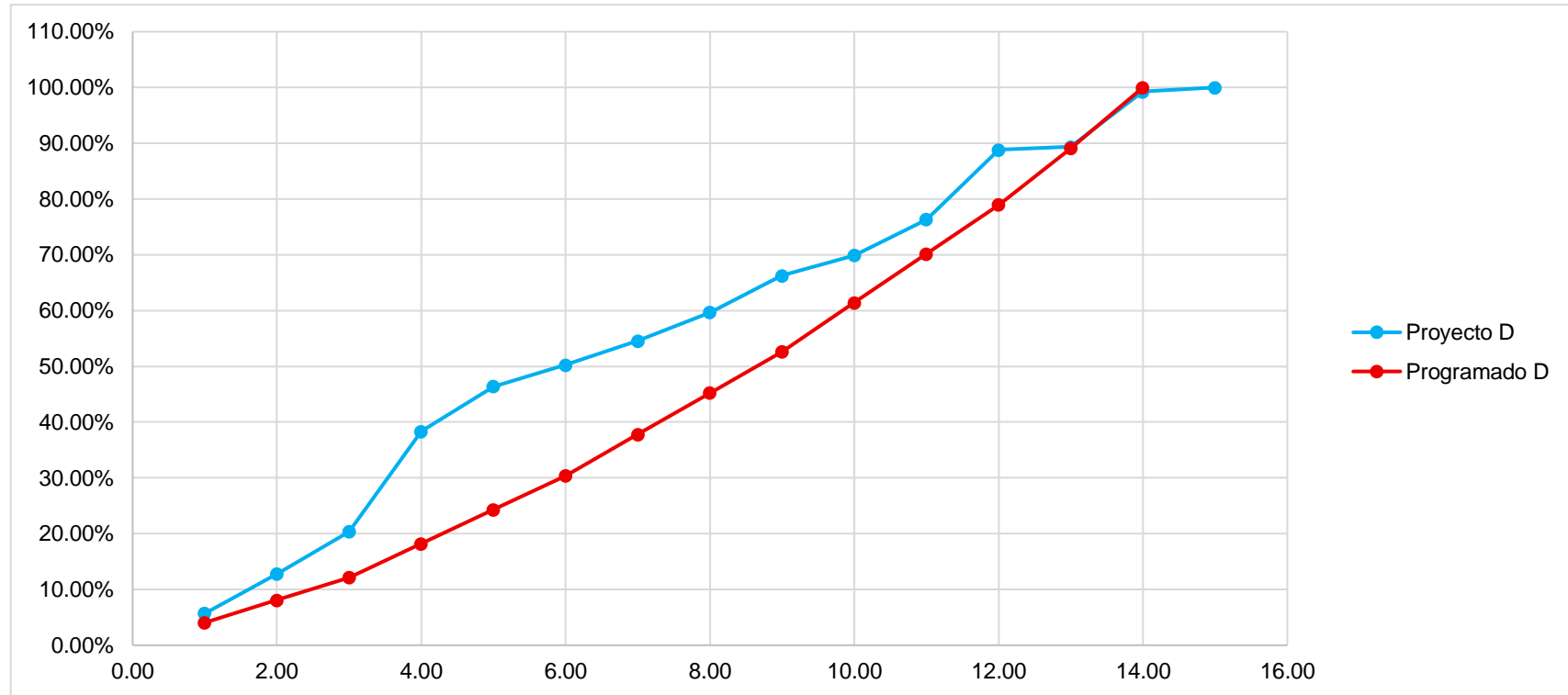
FECHA	DIAS	PROYECTADO			REAL		
		METRADO	% AVANCE	% AVANCE ACUM.	METRADO	% AVANCE	% AVANCE ACUM.
30/10/2023	1.00	30.00	4.05%	4.05%	42.20	5.70%	5.70%
31/10/2023	2.00	30.00	4.05%	8.10%	52.50	7.09%	12.78%
1/11/2023	3.00	30.00	4.05%	12.15%	56.00	7.56%	20.34%
7/11/2023	4.00	45.00	6.07%	18.22%	133.50	18.02%	38.36%
8/11/2023	5.00	45.00	6.07%	24.29%	59.50	8.03%	46.39%
9/11/2023	6.00	45.00	6.07%	30.37%	28.70	3.87%	50.26%
10/11/2023	7.00	55.00	7.42%	37.79%	31.90	4.31%	54.57%
13/11/2023	8.00	55.00	7.42%	45.22%	37.70	5.09%	59.66%
14/11/2023	9.00	55.00	7.42%	52.64%	48.80	6.59%	66.24%
15/11/2023	10.00	65.00	8.77%	61.41%	27.10	3.66%	69.90%
16/11/2023	11.00	65.00	8.77%	70.18%	47.70	6.44%	76.34%
17/11/2023	12.00	65.00	8.77%	78.96%	92.40	12.47%	88.81%
2/12/2023	13.00	75.00	10.12%	89.08%	4.10	0.55%	89.36%
17/12/2023	14.00	80.90	10.92%	100.00%	73.30	9.89%	99.26%
28/12/2023	15.00	-	-	-	5.50	0.74%	100.00%
TOTALES		740.90			740.90		
REND. PROM.		52.92			49.39		

Nota: Elaborada el reporte diario de avance ver anexo 01.

En la tabla 30, se aprecia el avance de obra proyectado en función al plazo disponible de 14 días con un rendimiento promedio de 52.92 m/día y el avance real ejecutado en el plazo de 15 días con un rendimiento promedio de 49.39 m/día.

Figura 62

Curva Sigmoidal S Proyecto D



La figura 62 muestra el avance de obra entre los primeros 03 días de forma ascendente retardada, a partir del día 03 al día 06 el avance se duplica y entre el día 06 al 13 el avance se mantiene, entre el día 13 al tramo final el metrado se ajusta a lo programado, notando que lo real ejecutado culmina con 01 días de retraso del plazo planificado.

Tabla 31*Avance de construcción proyectado vs real proyecto E*

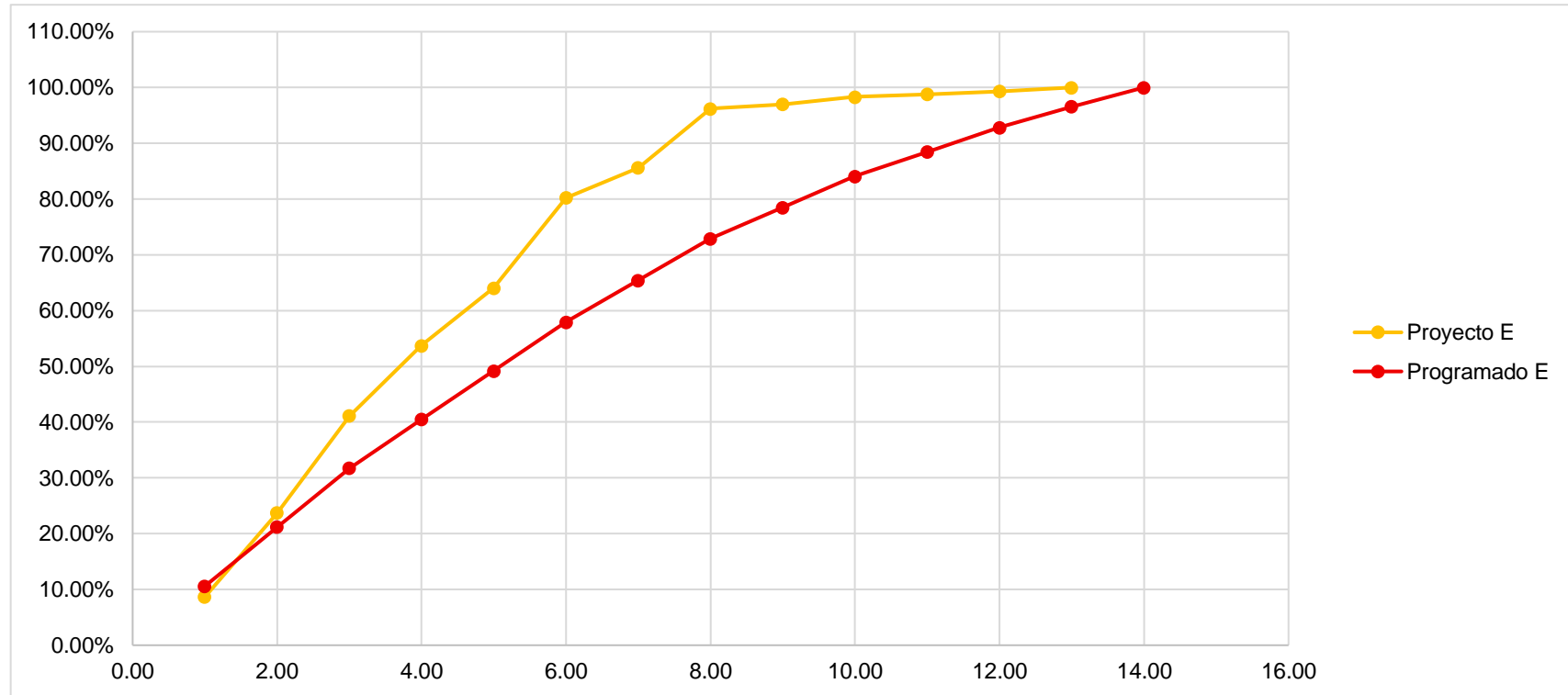
FECHA	DIAS	PROYECTADO			REAL		
		METRADO	% AVANCE	% AVANCE ACUM.	METRADO	% AVANCE	% AVANCE ACUM.
20/10/2023	1.00	85.00	10.59%	10.59%	69.50	8.66%	8.66%
23/10/2023	2.00	85.00	10.59%	21.18%	121.20	15.10%	23.76%
24/10/2023	3.00	85.00	10.59%	31.77%	139.20	17.34%	41.10%
25/10/2023	4.00	70.00	8.72%	40.49%	101.30	12.62%	53.73%
26/10/2023	5.00	70.00	8.72%	49.22%	82.90	10.33%	64.05%
27/10/2023	6.00	70.00	8.72%	57.94%	130.00	16.20%	80.25%
28/10/2023	7.00	60.00	7.48%	65.41%	42.90	5.35%	85.60%
30/10/2023	8.00	60.00	7.48%	72.89%	85.20	10.62%	96.21%
1/11/2023	9.00	45.00	5.61%	78.49%	6.40	0.80%	97.01%
8/11/2023	10.00	45.00	5.61%	84.10%	10.50	1.31%	98.32%
9/11/2023	11.00	35.00	4.36%	88.46%	3.80	0.47%	98.79%
4/12/2023	12.00	35.00	4.36%	92.82%	4.30	0.54%	99.33%
28/12/2023	13.00	30.00	3.74%	96.56%	5.40	0.67%	100.00%
29/12/2023	14.00	27.60	3.44%	100.00%	-	-	-
TOTALES		802.60			802.60		
REND. PROM.		57.33			61.74		

Nota: Elaborada el reporte diario de avance ver anexo 01.

En la tabla 31, se aprecia el avance de obra proyectado en función al plazo disponible de 14 días con un rendimiento promedio de 57.33 m/día y el avance real ejecutado en el plazo de 15 días con un rendimiento promedio de 61.74 m/día.

Figura 63

Curva Sigmoidal S Proyecto E



La figura 63 muestra el avance de obra entre los primeros 02 días de forma ascendente acelerada, a partir del día 03 al día 08 el avance se duplica y entre el día 08 al tramo final, el metrado se mantiene, notando que lo real ejecutado culmina con 01 días ganado del plazo planificado.

Tabla 32*Avance de construcción proyectado vs real proyecto F*

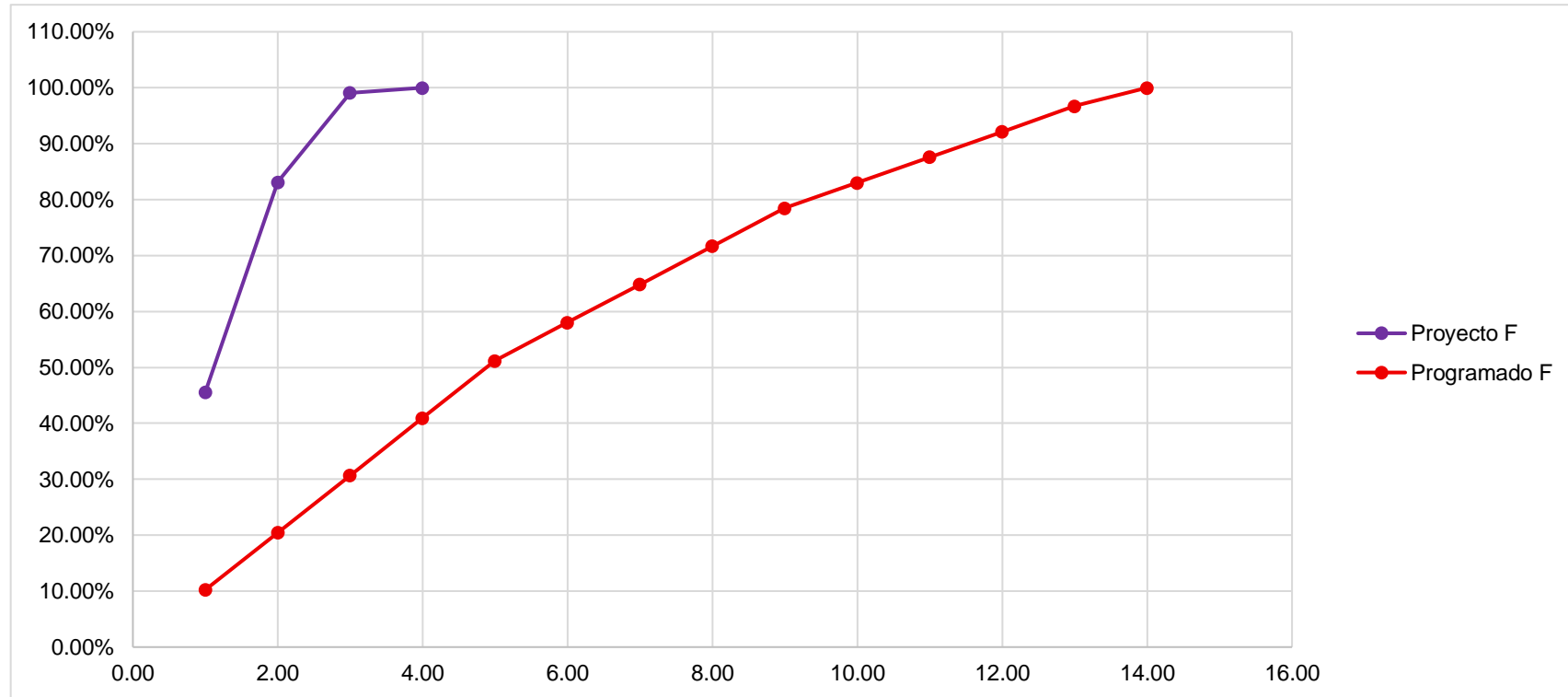
FECHA	DIAS	PROYECTADO			REAL		
		METRADO	% AVANCE	% AVANCE ACUM.	METRADO	% AVANCE	% AVANCE ACUM.
9/10/2023	1.00	45.00	10.24%	10.24%	200.40	45.60%	45.60%
10/10/2023	2.00	45.00	10.24%	20.48%	164.90	37.52%	83.12%
11/10/2023	3.00	45.00	10.24%	30.72%	70.20	15.97%	99.09%
5/12/2023	4.00	45.00	10.24%	40.96%	4.00	0.91%	100.00%
6/12/2023	5.00	45.00	10.24%	51.19%	-	-	-
7/12/2023	6.00	30.00	6.83%	58.02%	-	-	-
8/12/2023	7.00	30.00	6.83%	64.85%	-	-	-
9/12/2023	8.00	30.00	6.83%	71.67%	-	-	-
10/12/2023	9.00	30.00	6.83%	78.50%	-	-	-
11/12/2023	10.00	20.00	4.55%	83.05%	-	-	-
12/12/2023	11.00	20.00	4.55%	87.60%	-	-	-
13/12/2023	12.00	20.00	4.55%	92.15%	-	-	-
14/12/2023	13.00	20.00	4.55%	96.70%	-	-	-
15/12/2023	14.00	14.50	3.30%	100.00%	-	-	-
TOTALES		439.50			439.50		
REND. PROM.		31.39			109.88		

Nota: Elaborada el reporte diario de avance ver anexo 01.

En la tabla 32, se aprecia el avance de obra proyectado en función al plazo disponible de 14 días con un rendimiento promedio de 31.39 m/día y el avance real ejecutado en el plazo de 15 días con un rendimiento promedio de 109.88 m/día.

Figura 64

Curva Sigmoidal S Proyecto F



La figura 64 muestra el avance de obra entre el 01 día y 02 el avance se triplica mostrando una forma ascendente acelerada, hasta el día 03 al tramo final, el metrado se mantiene, notando que lo real ejecutado culmina con 10 días ganados del plazo planificado.

Tabla 33

Resumen de avance promedio de 06 proyectos

PROYECTO	DIAS	AVANCE PROMEDIO	UNIDAD
A	16.00	55.16	m/día
B	10.00	105.86	m/día
C	8.00	53.9	m/día
D	15.00	49.39	m/día
E	13.00	61.74	m/día
F	4.00	109.88	m/día
PROMEDIO	11.00	72.65	m/día

En la tabla 33, se aprecia los valores promedios de los avances diarios en metros lineales de los 06 proyectos culminados al 100% del sector evaluado mostrando un avance de 72.65 metros lineales instalados, en uno de 11 días de plazo contando con la cuadrilla distribuida en 03 obreros (calicatas), 13 obreros (instalación de tubería), 03 operarios (compactación), 04 oficiales (reposición) y 01 oficial técnico fusionista (trabajos mecánicos).

C. Rendimiento en horas hombre vs unidad actividad por proyecto y resumen

Se presenta el resumen general del avance promedio obtenido en función al plazo de los 06 proyectos evaluados considerando la muestra planteada.

En la tabla 34, se aprecia el promedio del rendimiento en la actividad de calicatas con 1.25 HH/UND, en la que se presenta la desviación estándar con 0.51 y su coeficiente de variación de 0.41 con respecto a la media.

La actividad de calicatas de los 6 proyectos evaluados corresponde a la excavación por sondeo del metrado proyectado entre cincuenta más una con las dimensiones mínimas de ancho con 60.00 cm, largo 120.00 cm y profundidad con 120 cm, distribuidas

dentro del área del proyecto de forma perpendicular a las viviendas para identificar interferencias (otros servicios públicos o elementos enterrados), que limiten el tendido de la tubería de gas natural, en la figura 65 la variación del rendimiento en el pico más alto alcanza a 2.10 horas - hombre, en el pico más bajo 0.49 horas hombre con respecto al promedio de 1.25 horas – hombre efectivas por unidad de calicata, considerando que el mínimo por obrero es 03 al día.

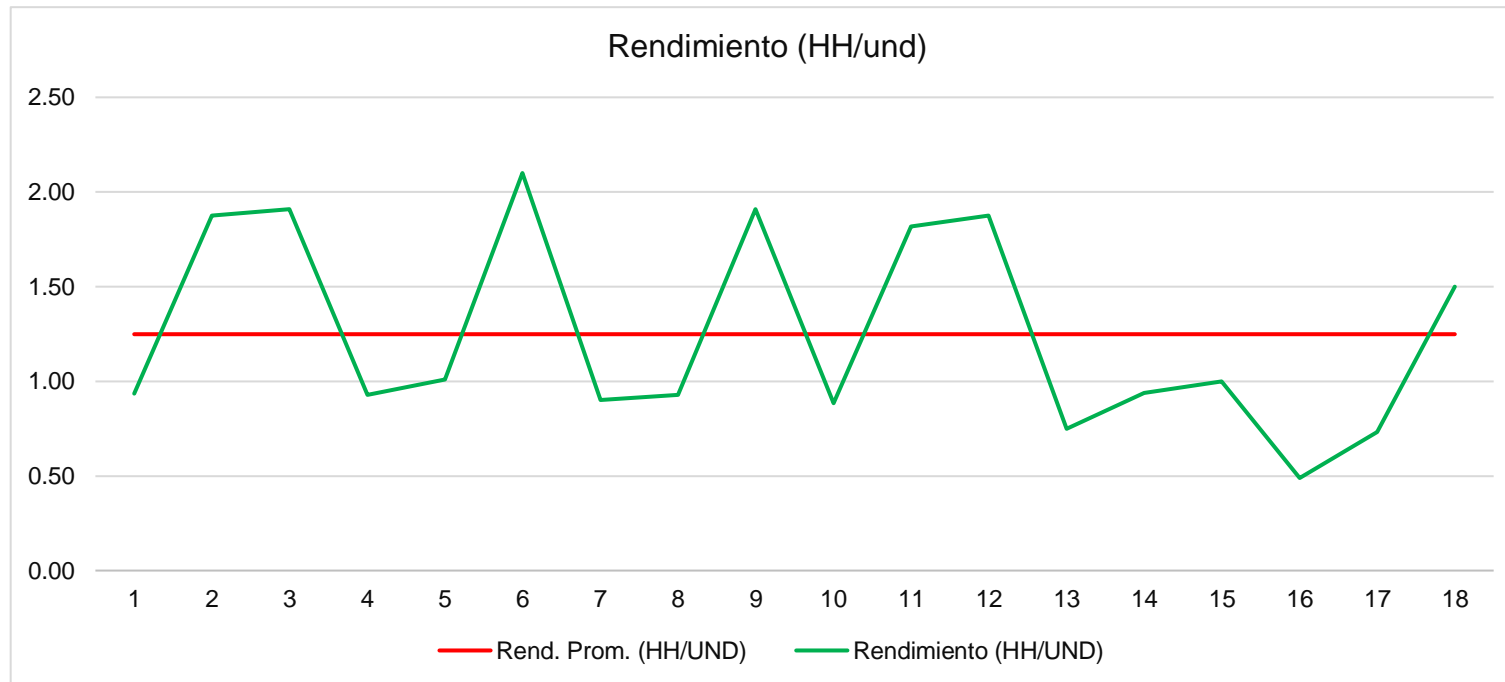
Tabla 34

Rendimiento en horas hombre vs unidad actividad calicatas

CALICATAS							
Proyecto	Fecha	Muestra	Minutos	Horas	Obrero	Avance	Rendimiento (HH/UND)
A	30/10/2023	1	224.00	3.73	1	4.00	0.93
	11/10/2023	2	225.00	3.75	1	2.00	1.88
	11/10/2023	3	229.00	3.82	1	2.00	1.91
	6/02/2024	4	223.00	3.72	1	4.00	0.93
B	7/02/2024	5	242.00	4.03	1	4.00	1.01
	7/02/2024	6	252.00	4.20	1	2.00	2.10
	30/10/2023	7	216.00	3.60	1	4.00	0.90
C	1/11/2023	8	223.00	3.72	1	4.00	0.93
	1/11/2023	9	229.00	3.82	1	2.00	1.91
	28/10/2023	10	212.00	3.53	1	4.00	0.88
D	9/11/2023	11	218.00	3.63	1	2.00	1.82
	9/11/2023	12	225.00	3.75	1	2.00	1.88
	20/10/2023	13	180.00	3.00	1	4.00	0.75
E	24/10/2023	14	225.00	3.75	1	4.00	0.94
	24/10/2023	15	240.00	4.00	1	4.00	1.00
	20/10/2023	16	176.00	2.93	1	6.00	0.49
F	24/10/2023	17	176.00	2.93	1	4.00	0.73
	24/10/2023	18	180.00	3.00	1	2.00	1.50
						Promedio	1.25
						Varianza	0.26
						Desviación estándar	0.51
						Coefficiente de variación	0.41

Figura 65

Variación del rendimiento H/H actividad calicatas



En la tabla 35, se aprecia el promedio del rendimiento en la actividad de instalación de tubería de gas natural con 1.04 HH/ML, en la que se presenta la desviación estándar con 0.38 y su coeficiente de variación de 0.37 con respecto a la media.

La actividad de instalación de tubería de los 6 proyectos evaluados, corresponde a la excavación zanja con dimensiones mínimas de ancho con 25 cm y profundidad con 75 cm (diámetro 32 mm) o 78 (diámetro 63mm) incluyendo separación mínima a otros servicios de 30 cm radial, relleno de cama de arena de 10 cm (incluye verificación), tendido de tubería de gas natural (incluye el traslado usando rola, manipulación e instalación dentro de zanja), registro de fotográfico (cumplimiento de distancias de seguridad),

relleno de cama de arena de 15 cm (incluye verificación), instalación de cable catódico y relleno con material propio y material de préstamo (variable por tipo de pavimento), en la figura 66 la variación del rendimiento en el pico más alto alcanza a 1.76 horas - hombre, en el pico más bajo 0.52 horas hombre con respecto al promedio de 1.04 horas – hombre efectivas por metro lineal instalado, considerando metrado mínimo por obrero es 11.00 metros lineales al día.

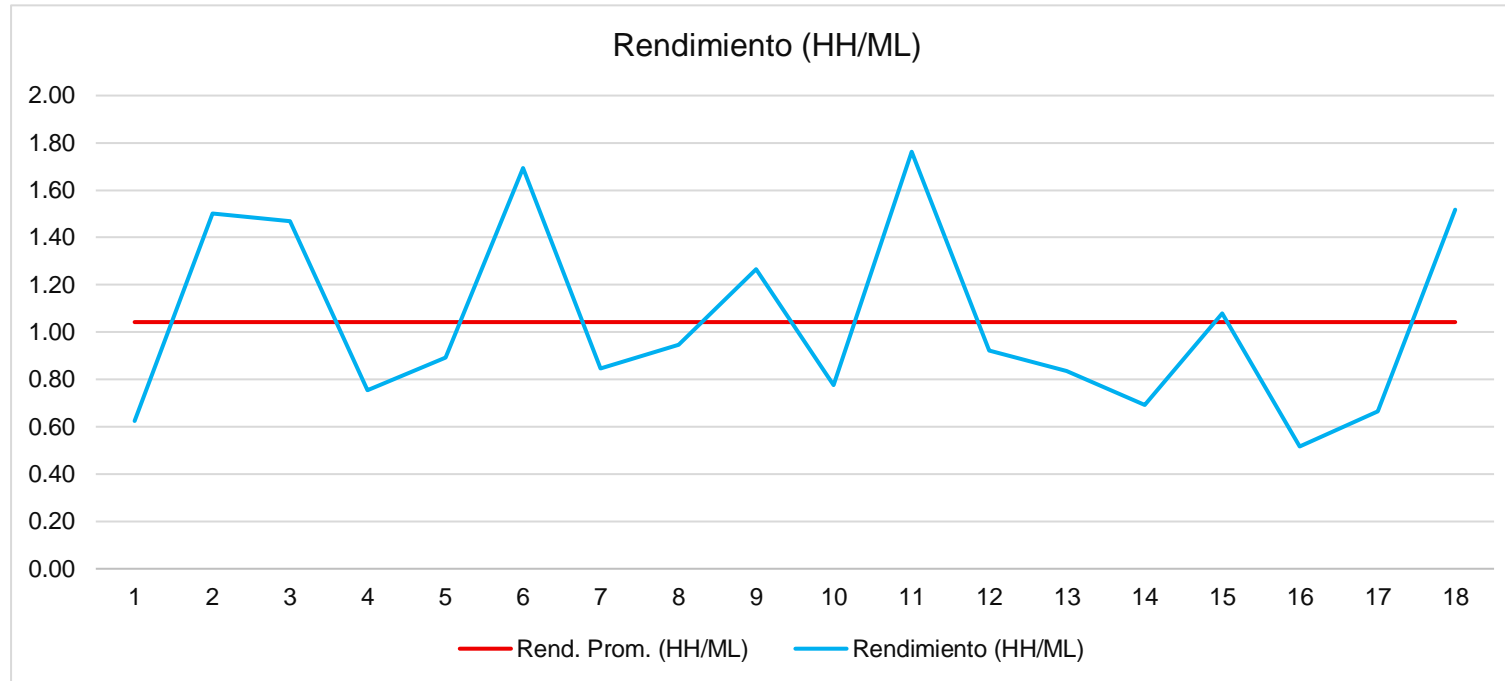
Tabla 35

Rendimiento en horas hombre vs unidad actividad instalación de tubería

INSTALACIÓN DE TUBERÍA							
Proyecto	Fecha	Muestra	Minutos	Horas	Obrero	Avance	Rendimiento (HH/ML)
A	15/12/2023	1	472.00	7.87	13	163.60	0.63
	16/12/2023	2	478.00	7.97	13	69.00	1.50
	17/12/2023	3	522.00	8.70	13	77.00	1.47
	22/02/2024	4	504.00	8.40	13	144.60	0.76
B	23/02/2024	5	502.00	8.37	13	121.90	0.89
	28/02/2024	6	528.00	8.80	2	10.40	1.69
	29/01/2024	7	481.00	8.02	13	123.20	0.85
C	1/02/2024	8	492.00	8.20	13	112.70	0.95
	3/02/2024	9	538.00	8.97	13	92.00	1.27
D	7/11/2023	10	479.00	7.98	13	133.50	0.78
	8/11/2023	11	484.00	8.07	13	59.50	1.76
	9/11/2023	12	530.00	8.83	3	28.70	0.92
E	23/10/2023	13	467.00	7.78	13	121.20	0.83
	24/10/2023	14	445.00	7.42	13	139.20	0.69
	25/10/2023	15	505.00	8.42	13	101.30	1.08
F	9/10/2023	16	478.00	7.97	13	200.40	0.52
	10/10/2023	17	506.00	8.43	13	164.90	0.66
	11/10/2023	18	492.00	8.20	13	70.20	1.52
Promedio							1.04
Varianza							0.14
Desviación estándar							0.38
Coefficiente de variación							0.37

Figura 66

Variación del rendimiento H/H actividad instalación de tubería



En la tabla 36, se aprecia el promedio del rendimiento en la actividad de compactación y reposición con 0.77 HH/ML, en la que se presenta la desviación estándar con 0.98 y su coeficiente de variación de 1.27 con respecto a la media.

La actividad de compactación y reposición de pavimento de los 6 proyectos evaluados, corresponden la ejecución de actividades de compactación por capas (base y subbase), registro de densidad de suelo (incluye verificación), instalación de cinta de seguridad (incluye verificación) y la reposición de pavimento (terreno natural, concreto, asfalto o adoquín), en la figura 67 se muestra la variación del rendimiento en el pico más alto alcanza a 1.15 horas - hombre, en el pico más bajo 0.06 horas hombre con respecto

al promedio de 0.19 horas – hombre efectivas por metro lineal compactado y repuesto, considerando que el mínimo por obrero es 7.70 metros lineales al día.

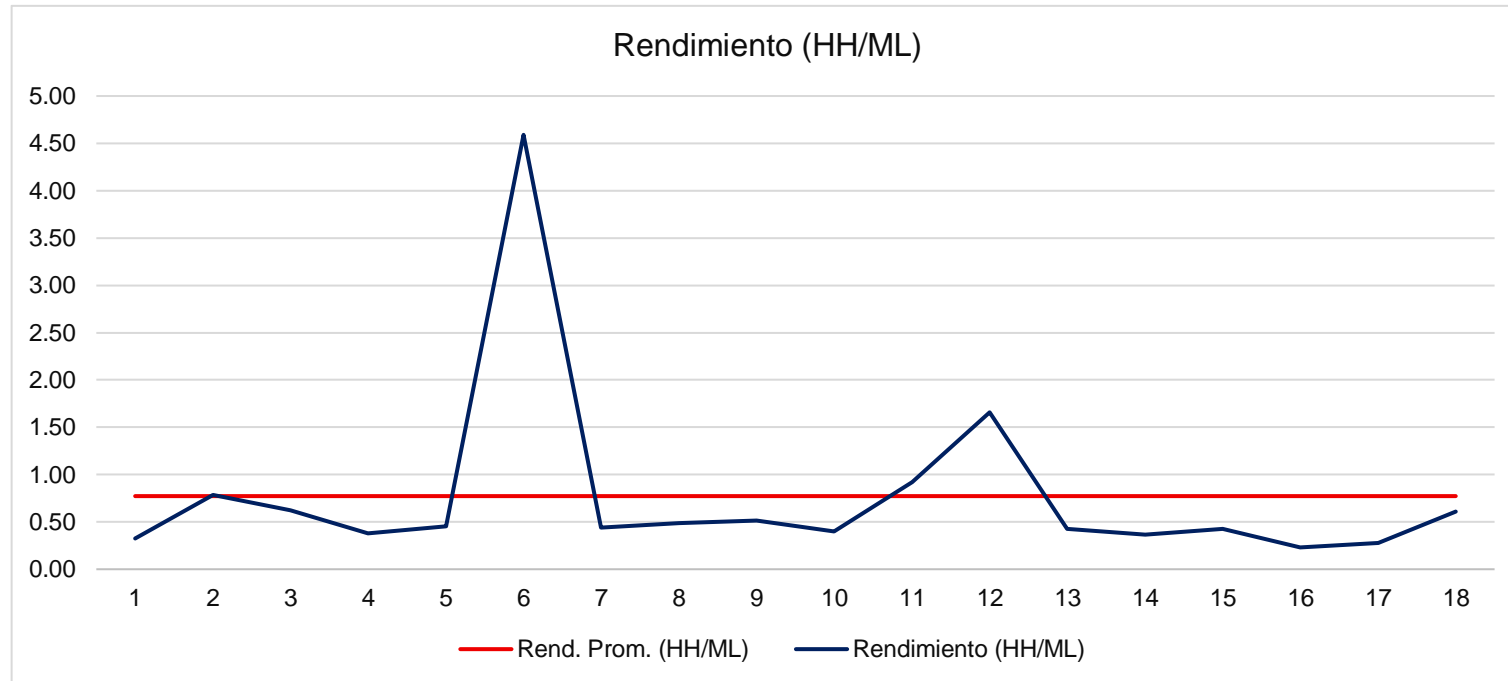
Tabla 36

Rendimiento en horas hombre vs unidad actividad compactación y reposición de pavimento

COMPACTACIÓN Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO							
Proyecto	Fecha	Muestra	Minutos	Horas	Obrero	Avance	Rendimiento (HH/ML)
A	15/12/2023	1	593.00	9.88	4	122.7	0.32
	16/12/2023	2	608.00	10.13	4	51.75	0.78
	17/12/2023	3	539.00	8.98	4	57.75	0.62
	22/02/2024	4	617.00	10.28	4	108.45	0.38
B	23/02/2024	5	623.00	10.38	4	91.425	0.45
	28/02/2024	6	537.00	8.95	4	7.8	4.59
	29/01/2024	7	611.00	10.18	4	92.4	0.44
C	1/02/2024	8	619.00	10.32	4	84.525	0.49
	3/02/2024	9	530.00	8.83	4	69	0.51
D	7/11/2023	10	598.00	9.97	4	100.125	0.40
	8/11/2023	11	617.00	10.28	4	44.625	0.92
	9/11/2023	12	536.00	8.93	4	21.525	1.66
E	23/10/2023	13	580.00	9.67	4	90.9	0.43
	24/10/2023	14	570.00	9.50	4	104.4	0.36
	25/10/2023	15	483.00	8.05	4	75.975	0.42
F	9/10/2023	16	520.00	8.67	4	150.3	0.23
	10/10/2023	17	516.00	8.60	4	123.675	0.28
	11/10/2023	18	483.00	8.05	4	52.65	0.61
Promedio							0.77
Varianza							0.96
Desviación estándar							0.98
Coefficiente de variación							1.27

Figura 67

Variación del rendimiento H/H actividad compactación y reposición de pavimento



En la tabla 37, se aprecia el promedio del rendimiento en la actividad de instalación de tubería de gas natural con 1.55 HH/UND, en la que se presenta la desviación estándar con 0.73 y su coeficiente de variación de 0.47 con respecto a la media

La actividad de trabajos mecánicos de pavimento de los 6 proyectos evaluados, corresponden la ejecución de actividades excavación para empalmes de ancho 1.00 ml, largo 1.00 ml y profundidad 61 cm como mínimo, habilitación de plancha calefactora, maniobrabilidad de tubería, fusión de accesorios de polietileno (unión, tee, codo y válvulas) registro de fusiones y tapado, en la figura 68 se muestra la variación del rendimiento en el pico más alto alcanza a 03.50 horas - hombre, en el pico más bajo 0.69 horas hombre

con respecto al promedio de 1.55 horas – hombre efectivas accesorio fusionado, considerando que el mínimo por obrero es 03.00 unidades al día.

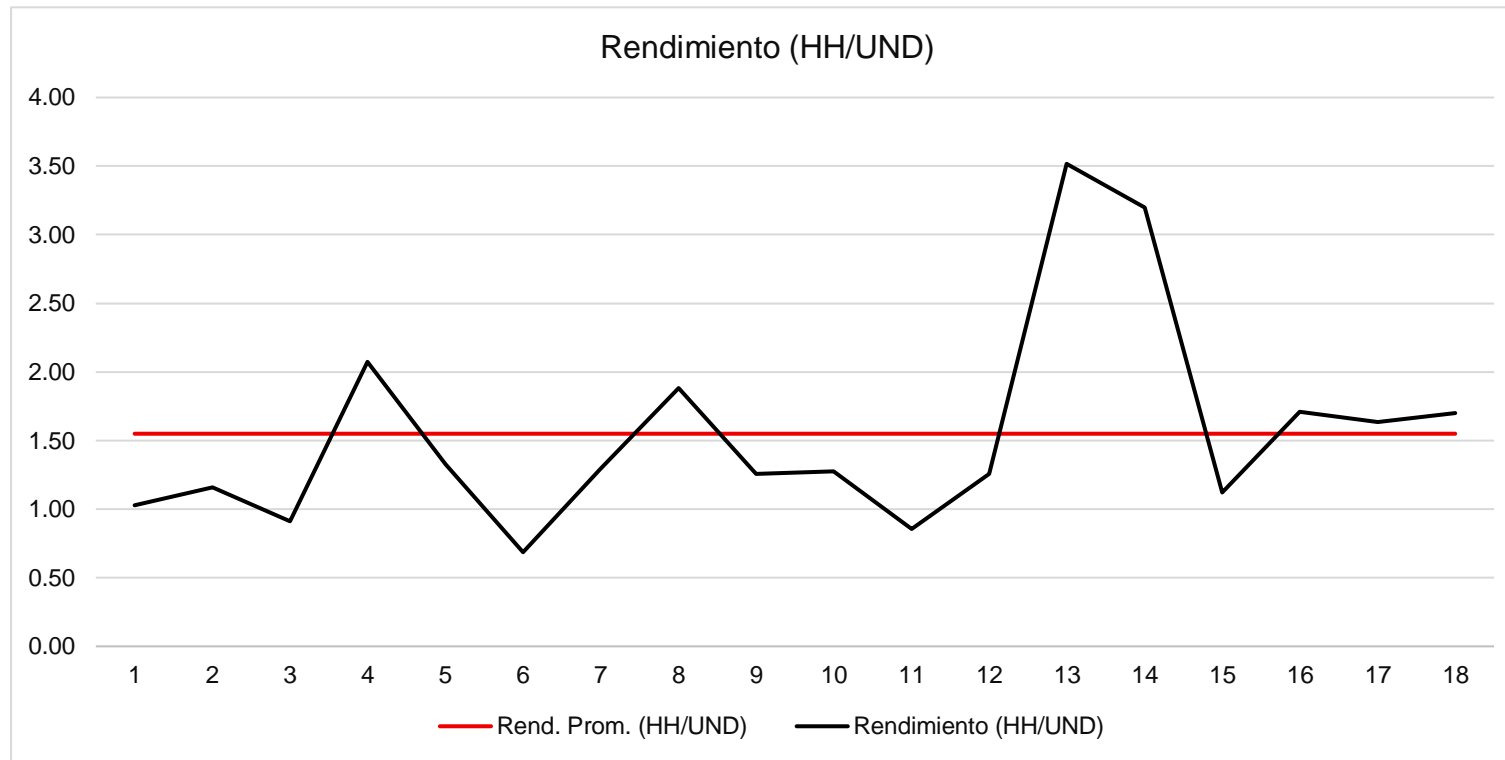
Tabla 37

Rendimiento en horas hombre vs unidad actividad trabajos mecánicos

TRABAJOS MECÁNICOS							
Proyecto	Fecha	Muestra	Minutos	Horas	Obrero	Avance	Rendimiento (HH/UND)
A	15/12/2023	1	247.00	4.12	1	4	1.03
	16/12/2023	2	209.00	3.48	1	3	1.16
	17/12/2023	3	219.00	3.65	1	4	0.91
	22/02/2024	4	249.00	4.15	1	2	2.08
B	23/02/2024	5	239.00	3.98	1	3	1.33
	28/02/2024	6	247.00	4.12	1	6	0.69
	29/01/2024	7	233.00	3.88	1	3	1.29
C	1/02/2024	8	226.00	3.77	1	2	1.88
	3/02/2024	9	226.00	3.77	1	3	1.26
D	7/11/2023	10	230.00	3.83	1	3	1.28
	8/11/2023	11	205.00	3.42	1	4	0.85
	9/11/2023	12	226.00	3.77	1	3	1.26
E	23/10/2023	13	211.00	3.52	1	1	3.52
	24/10/2023	14	192.00	3.20	1	1	3.20
	25/10/2023	15	202.00	3.37	1	3	1.12
F	9/10/2023	16	205.00	3.42	1	2	1.71
	10/10/2023	17	196.00	3.27	1	2	1.63
	11/10/2023	18	204.00	3.40	1	2	1.70
Promedio							1.55
Varianza							0.54
Desviación estándar							0.73
Coefficiente de variación							0.47

Figura 68

Variación del rendimiento H/H actividad trabajos mecánicos



Del mismo modo para cumplir con uno de los objetivos específicos se determinó el rendimiento de la mano de obra en la construcción de 6 proyectos, se aprecia en la tabla 38.

Tabla 38*Resumen general del rendimiento y avance por proyecto y actividad*

PROY.	ITEM	ACTIVIDAD			
		CALICATAS	INST. DE TUBERÍA	COMPACT. Y REP.	TRAB. MECÁNICOS
A	REND.	1.57	1.20	0.14	1.03
	AVANCE	2.67	103.20	77.40	3.67
B	REND.	1.35	1.11	0.45	1.36
	AVANCE	3.33	92.30	69.23	3.67
C	REND.	1.25	1.02	0.12	1.48
	AVANCE	3.33	109.30	81.98	2.67
D	REND.	1.53	1.15	0.25	1.13
	AVANCE	2.67	73.90	55.43	3.33
E	REND.	0.90	0.87	0.10	2.61
	AVANCE	4.00	120.57	90.43	1.67
F	REND.	0.91	0.90	0.09	1.68
	AVANCE	4.00	145.17	108.88	2.00
PROMEDIO	REND.	1.25	1.04	0.77	1.55
	AVANCE	3.33	107.41	80.55	2.83

Nota: Las unidades de media calicata y trabajos mecánicos (HH/UND) además de instalación de tubería y compactación reposición (HH/ML).

5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

Una vez culminado el procesamiento de resultados, se presenta el análisis, interpretación y discusión referentes al rendimiento y productividad de la construcción de redes externas de gas natural.

5.2.1. Aspectos generales

De los aspectos generales determinados del recojo de información se evidencia que la actividad de construcción con mayor repercusión se encuentran los desperdicios de tiempo en materiales, generando retrasos en el avance diario por falta de planificación y cordialidad en el equipo de trabajo representando el 18% según la opinión de los trabajadores, así mismo modo se identifica que el 22.00% que representa el personal involucrado en la planificación son el asistente de ingeniería, residente de obra y supervisor.

Las condiciones mínimas que debe tener la distribución de actividades para evitar retrasos en torno a materiales como el relleno están en relación de 2/1 en arena 33% y afirmado 67%, para el tendido de tubería se requiere tener la tubería 11%, la rola 22%, cinta de advertencia 22% y cable 22%, para la compactación está el vibro apisonador 67% y el agua 33%, en transporte de materiales esta camión y carretillas en un 40%.

Por otra parte, la información para la distribución del trabajo y control la vía telefónica con un 47% es la más empleada tanto como la programación semanal es 59% y control de seguridad se encuentra en prevención de riesgos en un 88%.

El personal operativo se aprecia distribuido de forma tal que el residente se ocupa de los equipos en 50%, materiales en 30% y mano de obra en 80% por otra parte el capataz equipos en 50%, materiales en 70% y mano de obra en 55%

Se evidencia que el control de obra se distribuye en líneas de mando que tiene personal a su cargo, evaluando los diagramas de cuadro diario, informe de costos final representa el 80 %.

Por otra parte, se identifica las posibles soluciones cuando se presenta el atraso obra es destinar horario complementario con un 60%, ya que el mayor consumo de horas se encuentra en la actividad de excavación y los problemas recurrentes se encuentran en el traslado de materiales con 25% y documentación 25%. El personal obrero identifica problemas más comunes en obra como el despacho de materiales que no llegan a tiempo con un 50 %.

La actitud que toma el obrero ante la falta de logística y por órdenes del capataz es realizar otra labor con 40%, estas actividades son distribuidas conforme transcurre el día con un 54 %, que el tiempo perdido se centra en las esperas por logística está en el rango de 1 a 3 horas con un 75%, y la comunicación oral directa es con el residente en 45% y capataz con 30%

5.2.2. Uso productivo de la mano de obra

El proyecto de construcción de red de gas natural para el sector Callispuquio Cajamarca, se encuentra distribuido en 05 proyectos de distribución y 01 red matriz. La clasificación por tipo de proyecto en función al costo de la obra, evaluado, presenta un metrado total de 4,259.06 metros con un costo total de \$152,087.37, perteneciendo al tipo C, que indica que el grado de acompañamiento del dueño de la empresa es ninguna entendiendo que puede tercerizar los trabajos ver tabla 15.

La clasificación por tipo de empresa dedicada al rubro de construcción de red de gas natural, conforme a la evaluación realizada y a contrastación con la tabla 3, la empresa es de tipo A, que se caracteriza por contar con organización (equipo de trabajo), tecnología (equipos y maquinas variados), control interno (reportes de avance) y seguridad (políticas sistemas de seguridad establecido).

La clasificación por sistema de administración, al evaluar y contrastar con la tabla 4, presenta el sistema tipo IV, que se caracteriza por contar con un responsable de planificación (jefe de redes externas), actualización de planificación (asistentes de ingeniería y calidad), utilización de los recursos (residente / capataz), transmisión de la planificación (residente / seguridad /

asistentes calidad / capataz) y distribución de recursos (encargado de logística).

Para el estudio del trabajo, se evaluaron las cartas balance generadas para la partida más incidente en el presupuesto "Instalación de redes de gas natural en pavimento", compuesta por 4 actividades "excavación de calicatas, Instalación de tubería de gas natural, compactación / reposición de pavimento y Trabajos mecánicos", de los 06 proyectos de construcción, en 03 días de jornada completa como muestreo por cada uno, considerando los criterios de trabajo productivo, contributivo y no contributivo.

AL procesar la información de los informes de la carta balance se puede resumir en promedios para los 06 proyectos por cada actividad:

Excavación de Calicatas el trabajo productivo (TP) con 67.64% con trabajo contributorio (TC) con 22.48 % y trabajo no contributorio (TNC) con 9.88%, la señalización con 6.49% la más contributiva y el refrigerio con 2.78% la no contributiva.

Instalación de tubería el trabajo productivo (TP) con 55.73% con trabajo contributorio (TC) con 19.41 % y trabajo no contributorio (TNC) con 24.86%, la excavación con 38.94% la más productiva, la traslado con 3.41% la más contributiva y el refrigerio con 12.87% la no contributiva.

Compactación y reposición de pavimento el trabajo productivo (TP) con 29.26% con trabajo contributorio (TC) con 46.55 % y trabajo no contributorio (TNC) con 24.19%, siendo la reposición con 10.23% la más productiva, los materiales con 20.18% la más contributiva y el refrigerio con 11.69% la no contributiva.

Trabajos mecánicos el trabajo productivo (TP) con 40.16% con trabajo contributorio (TC) con 47.09% y trabajo no contributorio (TNC) con 12.75%, la excavación con 18.07% la más productiva, el calentamiento de plancha con 7.40% la más contributiva y las esperas con 06.77% la no contributiva.

El uso productivo de la mano de obra para la construcción de red externa de gas natural es trabajo productivo (TP) con 48.20% con trabajo

contributorio (TC) con 33.88% y trabajo no contributorio (TNC) con 17.99%, valores que Buleje (2012), citado por Cosi (2015) ubican como una productividad de nivel B ver tabla 39, en la que la grasa superficial se elimina, donde el termino grasa equivale a desperdicio o perdidas que en cada actividad tiene actividades diferentes dentro de la ejecución de calicatas, instalación de tubería y trabajos mecánicos, por otra parte la compactación y reposición de pavimento muestra un porcentaje bajo, eso a causa de los problemas presentados en la distribución de materiales y esperas.

Tabla 39

Clasificación de productividad

Nivel	Descripción	% TP
A	Cero grasas. Grasa interna y superficial eliminada	TP>50%
B	Sólo grasa interna. grasa superficial eliminada	40%<TP<50%
C	Grasa superficial alta. Grasa interna dentro del proceso evaluado	TP<40%

Nota: Adaptada de Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construcción por Buleje, 2012.

Es importante conocer la variación de la productividad promedio en función a cada actividad evaluada se puede reconocer que las más productivas son la excavación de calicatas e instalación de tubería y las más no contributivas incluyen a la instalación de tubería, compactación y reposición de pavimento.

Finalmente, el nivel de productividad referente a los parámetros propuestos por Ghio (2001), en donde valores considerados por tipo de proyecto C, tipo de empresa A y tipo de administración IV (ver tabla 20), se observa que el trabajo productivo determinado supera el promedio los valores, el trabajo contributorio se acerca al promedio de los valores y el trabajo no contributorio tiende a bajar, cumpliendo parcialmente la hipótesis planteada a diferencia de Gonzales (2021), en la que el nivel de trabajo productivo promedio es 43.86%, en obra de proyectos de edificación, supera lo planteado en su hipótesis ya que los trabajos de encofrados y concreto en columnas – losas.

Además, considerando a lo mencionado por Serpell (2002), donde niveles de la composición normal del trabajo se encuentran entre el 20% al 40 %, aplicable para el trabajo productivo, contributorio y no contributorio y que composición del trabajo ideal para obras de tipo industrial estos valores se distribuyen en trabajo productivo con 23% (TP), contributorio (TC) con 46% y no contributorio (TNC) con 31%.

Por otra parte, el estudio del trabajo para construcción de red externa de gas natural considerado como un proyecto de tipo industrial / hidrocarburos el valor del trabajo productivo y no contributivo se encuentran dentro del rango propuesto por Serpell (2002) y el trabajo no contributorio se reduce considerando las diversas actividades por tipo de proyecto y que para optimizar niveles de productividad se debe gestionar las actividades detectadas en el trabajo contributorio y reducir las no contributivas como lo presenta Sánchez, Cruz y Benavides (2014), empleando metodologías basadas en Lean construction, Last Planner System, valor ganado sistema de costeo o algunas que se ajuste al caso evaluado con el fin de que el proyecto de construcción se torne más productivo debe ser eficaz al cumplir los tiempos estimados con calidad en proceso y eficiente al cumplir con el uso de recursos asignados.

5.2.3. Estudio de rendimiento de obra

El estudio del rendimiento, se evaluaron los reportes diarios de avance de obra considerando para en porcentaje de avance las mediciones realizadas para la partida más incidente en el presupuesto “Instalación de redes de gas natural en pavimento”, compuesta por 04 actividades “excavación de calicatas, Instalación de tubería de gas natural, compactación / reposición de pavimento y Trabajos mecánicos”, de los 06 proyectos de construcción, en 3 días de jornada completa como muestreo por cada uno, considerando el avances en unidades ejecutadas (calicatas y fusiones), metros de tubería instalada y metros de reposición evaluados.

El avance promedio para el proyecto “A” con 55.16 ml/día en un plazo de 16 días, proyecto “B” con 105.86 ml/día en un plazo de 10 días, proyecto “C” con 53.90 ml/día en un plazo de 8 días, proyecto “D” con 49.39 ml/día en un plazo de 15 días, “E” con 61.74 ml/día en un plazo de 13 días, proyecto “F”

con 109.88 ml/día en un plazo de 4 días, donde se aprecia que en su mayoría estos proyectos cumplen el plazo estimado según el permiso otorgado por la municipalidad de Cajamarca de 14 días calendario, como se puede apreciar en la curva S por proyecto en la que lo programado en obra no se cumple con lo real ejecutado pero guardan semejanza en la forma en que la curva avanza ya sea de forma ascendente retardada o acelerada.

Se puede observar del mismo modo que los promedios de avance no guardan un valor ponderado, esto sucede porque el proceso de construcción entre los meses de octubre a marzo en la ciudad presentó atrasos de carácter climático como lo es la lluvia, tipo de terreno (rocoso) o interferencias (otro servicio que deben cumplir la distancia mínima de seguridad) se aprecia de igual manera el aumento de cuadrillas en la mitad para culminar el metrado asignado o perdido en jornada regular.

En cuanto al rendimiento de la mano de obra en función al consumo de horas por unidad ejecutada, se puede resumir en promedios para los 6 proyectos por actividad:

Excavación de Calicatas el rendimiento es de 1.25 HH/UND, en donde el ejecutar 01 calicata consume el tiempo efectivo determinado considerando que la tarea para esta actividad es 3 calicatas, en tanto la distribución de la cuadrilla es de 1 solo obrero y su variación como lo muestra el grafico de líneas fluctúa en torno a las condiciones del terreno, habilidad del obrero y edad del obrero, para más detalle ver tabla 34.

Instalación de tubería el trabajo el rendimiento es de 1.04 HH/ML, en donde el ejecutar 1 metro de tubería instalada a nivel relleno de material (propio/ préstamo) consume el tiempo efectivo determinado considerando que la tarea para esta actividad es 11 metros por obrero, en tanto la distribución de la cuadrilla es de 13 obreros y su variación como lo muestra el grafico de líneas fluctúa en torno a las condiciones de clima, terreno, interferencias habilidad y edad del obrero, para más detalle ver tabla 35.

Compactación y reposición el rendimiento es de 0.77 HH/ML, en donde el ejecutar 1 metro lineal de compactación y reposición consume el tiempo efectivo determinado considerando que la tarea para esta actividad es 8 metros

por obrero, en tanto la distribución de la cuadrilla es de 04 obreros y su variación como lo muestra el grafico de líneas fluctúa en torno a las condiciones de clima, materiales, equipos y planificación del capataz o residente, para más detalle ver tabla 36.

Trabajos mecánicos el rendimiento es de 0.54 HH/UND, en donde el ejecutar 01 fusión de accesorios a la tubería consume el tiempo efectivo determinado considerando que la tarea para esta actividad es 3 unidades o accesorios, en tanto la distribución de la cuadrilla es de 1 técnico fusionista y su variación como lo muestra el grafico de líneas fluctúa en torno a las condiciones de apertura de zanja, equipos y materiales, para más detalle ver tabla 37.

Finalmente se puede mencionar a Nunjar (2014), indica que aplicar la metodología de costeo en actividades para la construcción de redes externas incrementa en 2.14% el avance que para la el caso de estudio mantenía una longitud de 7m y se incrementó 15 m, situación que propone implementar en futuros proyectos de similares de actividades repetitivas.

Se identifica que los para la investigación el promedio de rendimiento es de 72.65 m/día, considera 9.08 metros por hora, se ajusta a los valores determinados por Nunjar (2014), estos rendimientos determinados como información útil para la contratista y el concesionario así como lo menciona Rojas (2014), donde los valores obtenidos de la investigación se ajustan a la realidad ya que proporciona data objetiva y veraz de los rendimientos de obra, precios unitarios para mejorar futuros proyectos desarrollados en Cajamarca incluyendo la implementación de herramientas del Lean Construction que cuentan con una influencia significativa en la productividad como lo presenta Quispe (2017).

5.3. Contrastación de hipótesis

Hipótesis nula (H0)

El rendimiento y nivel de productividad de la mano de obra en la construcción de redes externas de gas natural en el sector Calispuquio – Cajamarca durante el año 2023 se ubican en un rango del 35%.

Hipótesis alternativa (Ha)

El rendimiento y nivel de productividad de la mano de obra en la construcción de redes externas de gas natural en el sector Calispuquio – Cajamarca durante el año 2023 no se ubican en un rango del 35%.

5.3.1. Prueba de hipótesis

Para la prueba de hipótesis DataTab Team (2025) sugiere como primer paso verificar que la muestras guarden alguna distribución, si esta es normal se usa pruebas paramétricas, caso contrario se usa no paramétricas, seleccionado la prueba de normalidad adecuada como la de Kolmogorov - Smirnov si la muestra es mayor igual a 50 y Saphiro – Wilk cuando la muestra es menor igual que 50.

Como siguiente paso, según Diaz, et al. (2020), la prueba estadística adecuada en base a la cantidad de muestras, verificada la normalidad de los datos de la muestra se elige la prueba T-Student con distribución normal y la prueba U de Mann-Withney con distribución diferente a la normal, estas pruebas evalúan como medio estadístico la diferencia de puntajes entre dos o más grupos de variables independientes.

Finalmente, en base a lo presentado por Reguart, Vila y Torrado (2018), en su artículo sugieren el tratamiento estadístico digital usando programa SPSS Statistics V21 como instrumento de cálculos de amplia gama de análisis, pruebas y gráficos estadísticos que facilitan la obtención de resultados para su interpretación y posterior discusión.

a) Primer paso prueba de normalidad

Para la presente investigación se elige la prueba de normalidad **Shapiro-Wilk** ya que las muestras son menores a 50 unidades.

Tabla 40*Prueba de normalidad Shapiro-Wilk variable rendimiento*

Rendimiento	Estadístico	gl	Sig.
%AVANCE	0.956	24	0.356
%H-H	0.850	24	0.002

En la tabla 40, se identificó que las muestras de 6 proyectos en 04 actividades son 24, razón por la que se eligió la prueba de Shapiro Wilk, obteniendo el p-valor (sig.) con 0.356 en avance de obra con valor mayor al $\alpha=0.05$ lo que permitió elegir la prueba de hipótesis con T-student para muestras independientes y 0.002 en horas-hombre consumidas con valor menor que $\alpha=0.05$, donde se eligió la prueba de hipótesis U de Mann-Withney.

Tabla 41*Prueba de normalidad Shapiro-Wilk variable productividad*

Trabajo	Estadístico	gl	Sig.
TP	0.943	24	0.194
TC	0.892	24	0.015
TNC	0.902	24	0.024

En la tabla 41, se identificó que las muestras de 6 proyectos en 4 actividades son 24, por los tres tipos uso productivo de la mano de obra en trabajo productivo, contributivo y no contributivo, razón por la que se eligió la prueba de Shapiro Wilk, obtenido el p-valor (sig.) con 0.194 en tiempo productivo, 0.015 en tiempo contributivo y 0.024 en tiempo no contributivo mostrando valores menores al $\alpha=0.05$ lo que permite elegir la prueba de hipótesis U de Mann-Withney.

b) Segundo paso Prueba de hipótesis

Se empleó el programa SPSS para el proceso de datos para la prueba de hipótesis correspondientes por variable, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 42*Prueba de hipótesis T-Student indicador / hora-hombre*

	% H-H	N	Rango promedio	Suma de rangos
H-H	Mayor que 35%	0 ^a	0.00	0.00
	Menor que 35%	24	12.50	300.00
	Total	24	-	-

La tabla 42, se identificaron los rangos para la hipótesis nula (H0) en mayor que 35% e hipótesis alternativa (Ha) menor que 35%, al realizada la prueba de T- student, está no genera estadístico porque todos los datos tienden a ser menores que el 35%, aceptando la hipótesis alternativa.

Tabla 43*Prueba de hipótesis U de Mann-Withney indicador / avance de obra*

	% Avance	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
AVANCE	Mayor que 35%	0 ^a	-	-	-
	Menor que 35%	24	0.1675	0.03926	0.00801

La tabla 42, se identifican los rangos para la hipótesis nula (H0) en mayor que 40% e hipótesis alternativa (Ha) menor que 40%, al realizar la prueba de **U de Mann-Withney**, está no genera estadístico porque todos los datos tienden a ser menores que el 40%, aceptando la hipótesis alternativa.

Tabla 44*Prueba de hipótesis U de Mann-Withney indicador trabajo productivo*

Trabajo	%	N	Rango promedio	Suma de rangos
TP	Menor que 35%	3	2.00	6.00
	Mayor que 35%	21	14.00	294.00
	Total	24	-	-

Tabla 45*Estadístico de prueba indicador trabajo productivo*

Estadístico de prueba	TP
U de Mann-Whitney	0.000
W de Wilcoxon	6.000
Z	-2.759
Sig. asin. (bilateral)	0.006
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,001 ^b

La tabla 44 y 45, se identificaron los rangos para la hipótesis nula (H0), siendo menor que 35% e hipótesis alternativa (Ha) mayor que 35%, realizada la prueba de **U de Mann-Withney**, se determinó en la tabla 48 el p-valor (sig.) de 0.006, valor menor al $\alpha=0.05$, evidenciando que existe una diferencia significativa entre promedios, culminando en aceptar la hipótesis alternativa.

Tabla 46*Prueba de hipótesis U de Mann-Withney indicador trabajo contributivo*

Trabajo	%	N	Rango promedio	Suma de rangos
TC	Menor que 35%	12	6.50	78.00
	Mayor que 35%	12	18.50	222.00
	Total	24	-	-

Tabla 47*Estadístico de prueba indicador trabajo contributivo*

Estadístico de prueba	TC
U de Mann-Whitney	0.000
W de Wilcoxon	78.000
Z	-4.161
Sig. asin. (bilateral)	0.000
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,000 ^b

La tabla 46 y 47, se identificaron los rangos para la hipótesis nula (H0) en menor que 35% e hipótesis alternativa (Ha) mayor que 35%, al realizar la prueba de **U de Mann-Withney**, se determinó en la tabla 50 el p-valor (sig.) de 0.000, valor menor al $\alpha=0.05$, evidenciando que existe una diferencia significativa entre promedios, culminando en aceptar la hipótesis alternativa

Tabla 48*Prueba de hipótesis U de Mann-Withney indicador tiempo no contributorio*

Trabajo	%	N	Rango promedio	Suma de rangos
TNC	Menor que 35%	24	12.50	300.00
	Mayor que 35%	0 ^a	0.00	0.00
	Total	24		

La tabla 48, se identificaron los rangos para la hipótesis nula (H0) en menor que 35% e hipótesis alternativa (Ha) mayor que 35%, al realizar la prueba de **U de Mann-Withney**, está no genera estadístico porque todos los datos tienden a ser menores que el 35%, culminando aceptar la hipótesis nula.

c) Tercer Paso decisión estadística

Culminando el tratamiento estadístico se contrasta la información con antecedentes, información recopilada y de estudios similares como aprecia en la tabla 48 y 49.

Tabla 49*Contraste de rendimientos*

Rendimiento	Unidad	Muestra	Global	Empresa	Nunjar (2014)	Ángeles y Quispe (2023)	Prom.
Instalación de tubería de GN	ML/HH	13.38	9.08	11.00	15.00	10.00	11.27

La tabla 49, presenta los valores obtenidos para la variable rendimiento donde la diferencia alcanza 32% en relación al rendimiento global de los 6 proyectos ejecutados y esperados por la empresa, para la ciudad de Cajamarca y este valor vs los antecedentes se mantiene superior al promedio, lo que muestra que el rendimiento se encuentra por debajo del rango planteado en la hipótesis.

Tabla 50*Contraste de productividad*

Productividad	Unidad	Muestra	Ghio (2001)	Serpell (2002)	Cosi (2017)	Gonzales (2023)	Pro m.
Trabajo productivo (TP)	%	48	33	23	36	44	34
Trabajo contributivo (TC)	%	34	35	46	34	30	36
Trabajo no contributivo (TNC)	%	18	32	31	25	26	29

La tabla 50, presenta la productividad los valores obtenidos en relación a los planteados por los antecedentes como Ghio y Serpell que guardan relación entre el rango del 20% a 40% para proyectos de tipo industrial además del promedio con trabajos similares el valor obtenido en la investigación se mantiene superior al valor planteado en la hipótesis.

Finalmente, el contraste de hipótesis concluyó en aceptar la hipótesis alternativa de manera parcial en torno a que el rendimiento y el nivel de productividad de la mano de obra en la construcción de red externa de gas natural en el sector Calispuquio – Cajamarca durante el año 2023, donde las variables no se ubican en el rango del 35% propuesto.

CAPÍTULO VI. PROPUESTA

6.1. Formulación de la propuesta para a solución del problema

Una de las propuestas para la mejora de los procesos en la planificación y programación en la construcción y optimización de la productividad en la construcción de redes externas de gas natural conforme a la bibliografía revisada para este tipo de proyecto con partidas que tienen actividades repetitivas se presenta la implementación de la metodología Last Planner System a manera de ejemplo, se puede apreciar con detalle en el apéndice10.

El sistema Last Planner System (LPS) es un sistema de planificación y control de la producción para proyectos de construcción de forma colaborativa como lo menciona Pons y Rubio (2019).

Figura 69

Fases de la metodología



6.1.1. Identificación de procesos

El primer paso es tener claro cuáles son los procesos de construcción, identificando el orden de ejecución de las actividades que conforman una partida y los responsables involucrados como se aprecia en la tabla 51.

Tabla 51*Actividades y responsabilidades del equipo*

IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES Y RESPONSABLES			
N°	PROCESO	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1	OBRAS PRELIMINARES		
1.1	Movilización de equipos y herramientas	Recojo de equipos y herramientas	Residente de obra
1.2	Armado punto de reunión	Habilitación de carpa	Capataz
1.3	Identificación de obra	Habilitación de carteles de obra	Capataz
2	SEÑALIZACIÓN		
2.1	Señalética de obra	Habilitación de señalética	Asistente HSEQ
2.2	Interferencias	Detección con radio detector	Asistente calidad
3	CALICATAS		
3.1	Corte y rotura de calicatas	Corte y rotura de calicatas	Capataz/Operario
3.2	Excavación de calicatas	Excavación manual de calicatas	Capataz/Obrero
4	TRAZO Y REPLANTEO		
4.1	Trazo de línea	Trazo de línea con yeso	Capataz/Obrero
5	CORTE Y ROTURA DE PAVIMENTO		
5.1	Corte y rotura de línea	Corte y rotura de pavimento	Capataz/Operario
6	EXCAVACIÓN		
6.1	Excavación de zanja	Excavación manual o maquinaria	Capataz/Obrero
6.2	Movimiento de tierra	Excavación maquinaria y volquetes	Capataz/Operario
7	INSTALACIÓN DE TUBERÍA		
7.1	Relleno cama de arena	Cama de 10 cm manual a maquinaria	Capataz/Obrero
7.2	Tendido de tubería	Transporte de tubería e instalación en zanja	Capataz/Obrero
7.3	Registro de distancias de seguridad	Evidencia fotográfica de cumplimiento de distancias de seguridad	Asistente RDS
7.4	Soldadura de tuberías	Trabajo mecánico de unión de tuberías, accesorios y válvulas (termofusión o electro fusión)	Técnico fusionista
7.5	Relleno sobrecama de arena	Sobrecama de 15 cm manual o a maquinaria	Capataz/Obrero
7.6	Cable detección	Instalación de cable catódico manual	Capataz/Obrero
8	COMPACTACIÓN		
8.1	Relleno en zanja	Relleno con material de préstamo y propio manual	Capataz/Obrero
8.2	Sub base granular	Relleno de préstamo y compactación por capas con maquina	Capataz/Operario
8.3	Cinta de seguridad	Instalación y registro de cinta amarilla de no excavar	Capataz/Obrero
8.4	Base granular	Relleno de préstamo y compactación por capas con maquina	Capataz/Operario
9	REPOSICIÓN DE PAVIMENTO		
9.1	Reposición de pavimento	Perfilado y reconformación de pavimento (natural, concreto, asfalto o mixto)	Capataz/Operario/Obrero

Se detalla las funciones y responsabilidades que el equipo LPS debe manejar para la implementación de la metodología como se aprecia en la tabla 52.

Tabla 52

Cargos y funciones del equipo LPS

CARGO	FUNCIONES
JEFE DE PROYECTO	<ul style="list-style-type: none"> Coordinación del proyecto Elaboración de plan maestro Liderar las reuniones de obra Elaboración del lookahead Seguimiento a los objetivos del proyecto Elaboración de la curva Sigmoidal S Revisión de valorizaciones y facturaciones Revisión de adicionales de obra Documentación del personal y equipos Encargado del área administrativa
PLANNER Y OFICINA TECNICA	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de la planificación de obra Seguimiento de metrados y adicionales Seguimiento de PPC y CNC el acumulado Seguimiento al plan semanal y diario Manejo documentación técnica Control de rendimientos y cuadrillas Control y recopilación de gastos del proyecto
SUPERVISOR	<ul style="list-style-type: none"> Responsable de la ejecución de trabajos Seguimiento y cumplimiento de procesos constructivos Supervisar los trabajos de obra Solicitar los recursos materiales para la ejecución del proyecto Resolución de conflictos, controversias e imprevistos de obra Velar el cumplimiento de la programación de obra
CAPATAZ	<ul style="list-style-type: none"> Responsable de la tarea del personal Cumplimiento de actividades encomendadas Informar las restricciones que impidan el cumplimiento de procesos Participar de las reuniones programadas
REPLANTEADOR	<ul style="list-style-type: none"> Registrar los metrados de obra Recopilar las evidencias de actividades diarias Registrar información de mayor cantidad de obra Validar los reportes por interventoría Entregar la información al planner

6.1.2. Capacitación

Es importante capacitar y difundir al personal involucrado e interesados sobre la metodología Last Planner System (LPS) en la reunión del equipo donde se necesita referir los siguientes puntos:

- La diferencia entre la planificación tradicional y la propuesta LPS.
- Explicación de la metodología LPS.
- Descripción de actividades de los procesos constructivos y responsabilidades.
- Descripción de funciones por cargo definidos a los involucrados.
- Se define la frecuencia de reuniones y su importancia en la programación.
- Medidas en control y recopilación de información
- Presentación de formatos para difusión
- Evaluación de capacitaciones realizadas

6.1.3. Planificación inicial

a) Plan maestro

Se debe identificar las actividades y los hitos considerando los siguientes pasos:

- Contar con expediente aprobado que cuente con el plazo de ejecución según autorización municipal.
- Realizar recorrido físico y de inspección de zona.
- Zonificar el proyecto para el avance estratégico consolidando hitos.
- Considerar todas las actividades y subtareas.
- Considerar dependencias e interdependencias asignando secuencias.
- Estimar la duración de las actividades en base a rendimientos de tipo de tubería y tipo de pavimento.
- Asignar recursos a las tareas.

Figura 70

Plan maestro redes externas



La figura 70 presenta un plan maestro elaborado en zonas de trabajo como se aprecia en la figura 71.

Figura 71

Distribución de 4 zonas de trabajo con metrado equitativo



b) Plan de fases

Esta etapa consiste en las zonas de trabajo en las que se divide proyecto para el cumplimiento físico de los hitos propuestos, por lo que en este punto se debe realizar la primera reunión denominada Pull sesión.

En esta reunión dirigida por el jefe de proyecto donde propone el plan maestro y la zonificación definida, debe contar con la participación de los involucrados como logística, supervisor, fusionista, capataz y asistentes de obra. Se revisa cada proceso con la participación de cada integrante elaborando el panel de presentación con tarjetas tipo post-it de diferentes colores, lapiceros y plumones generando el ambiente colaborativo. Se revisa las responsabilidades de cada actividad para reforzar el compromiso e importancia del trabajo de los integrantes, al finalizar la primera reunión se indica el método de control de programación en base al porcentaje del plan completado (PPC) y causas de no cumplimientos (CNC), con estos métodos

de control se programa las reuniones de semanales para mejorar la confiabilidad del plan.

Finalmente, al obtener un enfoque realista de la materialización del proyecto, en tanto a las actividades y recursos necesarios donde el jefe del proyecto modificará en común acuerdo los criterios debatidos en las reuniones.

6.1.4. Planificación intermedia

En esta etapa se elabora el lookahead, que es una programación en un intervalo de tiempo más corto, considerando que en este tipo de proyectos el rango estimado es de 2 a 3 semanas, sujeto a las características que se pueden presentar. Además, debe definir las principales restricciones por actividad de los procesos, lo que invita a revisar nuevamente la secuencia con el fin de que queden bien definidas y las restricciones detectadas sean eliminadas a cargo de un responsable, esta revisión debe considerar la cantidad de personas por cuadrilla, disponibilidad de maquinaria, equipos y materiales para obra. Se detallan las principales restricciones identificadas en la construcción de redes externas de gas natural:

Ingeniería del detalle

- Incompatibilidad de planos dibujo vs campo.
- Trazo de línea no ejecutable por condiciones de campo o que no cumplen la normativa y/o procedimientos de la concesión.
- Cambios de diseño de trazo durante el proceso de ejecución.

Materiales

- Retraso en el despacho de material de préstamo (arena y afirmado) en obra.
- Material de préstamo que no cumple estándares de calidad.
- Despacho de asfalto o concreto en un volumen de al menos 12 cubos.

Equipos y herramientas

- Equipos y herramientas en mal estado.
- Falta del equipo detector de interferencias.

- Falta del equipo topográfico.
- Falta de equipos energéticos.

Actividades predecesoras

- Para reponer el pavimento, se debe cumplir con la compactación y ensayo de suelo respectivos.
- Para el avance de excavación es necesario ejecutarlas cada 50 metros.

Calidad

- Observaciones de calidad en obras civiles o mecánicas.
- Calibración de instrumentos y equipos.

Imprevistos no compensables

- Condiciones climáticas.
- Tipo de terreno (material con presencia de roca o de característica especial).
- Problemas sociales.

En este punto el lookahead debe contener a detalle las actividades que ingresan cada semana al formato propuesto:

Figura 72

Modelo Lookahead

Item	Descripción de la Actividad	Observaciones	Inicio	Fin	Unid	Monto Total	Responsable	FECHA: 09/02/25											
								SEMANA (SEMANA 23 AL 26)											
								V	M	M	M	V	S	S	M	M	M	M	M
SECCION 1																			
1	GESTION DE RELACIONES COMUNITARIAS	INDICA	19/01/19	19/02/19	UNID	50.00	RELACIONETA	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
2	CAICATAS	INDICA	23/02/25	24/02/25	UNID	9.00	CAPATAZ	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
3	EXCAVACION DE CANAL	INDICA	23/02/25	24/02/25	M3	200.00	CAPATAZ	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
4	RELLENO AREA FINA	INDICA	23/02/25	24/02/25	M3	30.00	ASISTENTE	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
5	INSTALACION DE TIERRA	INDICA	23/02/25	24/02/25	M3	300.00	CAPATAZ	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
6	PROBETOS DE DISTANCIAS DE SEGURIDAD	UNID/AMARRADA	23/02/25	24/02/25	UNID	3.00	ASISTENTE PDS	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
7	ACTIVIDADES MECANICAS	INDICA	23/02/25	24/02/25	UNID	3.00	RCC FUSOR/ETA	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
8	RELLENO PROPORCIONADO	INDICA	23/02/25	24/02/25	M3	80.00	ASISTENTE	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
9	CONSTRUCTOIN	INDICA	23/02/25	24/02/25	M3	200.00	CAPATAZ	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
10	REPOSICION	INDICA	23/02/25	24/02/25	M3	250.00	RESIDENTE	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
11	PRUEBAS MECANICAS	INDICA	-	-	UNID	2.00	RESIDENTE	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
SECCION 2																			
1	GESTION DE RELACIONES COMUNITARIAS	INDICA	24/02/25	26/02/25	UNID	50.00	RELACIONETA	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
2	CAICATAS	INDICA	25/02/25	26/02/25	UNID	9.00	CAPATAZ	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
3	EXCAVACION DE CANAL	INDICA	25/02/25	26/02/25	M3	200.00	CAPATAZ	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
4	RELLENO AREA FINA	INDICA	25/02/25	26/02/25	M3	30.00	ASISTENTE	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
5	INSTALACION DE TIERRA	INDICA	25/02/25	26/02/25	M3	300.00	CAPATAZ	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
6	PROBETOS DE DISTANCIAS DE SEGURIDAD	UNID/AMARRADA	25/02/25	26/02/25	UNID	3.00	ASISTENTE PDS	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
7	ACTIVIDADES MECANICAS	INDICA	25/02/25	26/02/25	UNID	3.00	RCC FUSOR/ETA	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
8	RELLENO PROPORCIONADO	INDICA	25/02/25	26/02/25	M3	80.00	ASISTENTE	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
9	CONSTRUCTOIN	INDICA	25/02/25	26/02/25	M3	200.00	CAPATAZ	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
10	REPOSICION	INDICA	25/02/25	26/02/25	M3	250.00	RESIDENTE	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
11	PRUEBAS MECANICAS	INDICA	-	-	UNID	2.00	RESIDENTE	09/04/24	09/04/24	09/04/24									
SECCION 3																			
1	GESTION DE RELACIONES COMUNITARIAS	INDICA	26/02/25	28/02/25	UNID	50.00	RELACIONETA												
2	CAICATAS	INDICA	26/02/25	28/02/25	UNID	9.00	CAPATAZ												

Una vez elaborado el lookahead se plantea el análisis de restricciones para validar las actividades que estén para ejecutar en la semana, para ello se propone el formato de la figura 72 donde procede a clasificar las restricciones, su detalle el responsable de liberarla.

Dentro de las reuniones semanales se debe realizar este análisis de restricciones para poder agregar una semana al siguiente lookahead, habiendo liberado la restricción se continuará con la planificación de actividades a realizar en la semana ver figura 73.

Figura 73
Modelo de análisis de restricciones

MASIFICACIÓN DE GAS NATURAL PROYECTO PE-23-255				N° HOJA 2			
Und	Metrado	Actividad	Fecha que se debe realizar la actividad	Descripción de la Restricción	Fecha Requerida en Obra	Responsable	
ML	300	CONEXIONES E INSTALACIONES	24/02/2025	LLUVIAS INTENSAS QUE BAJAN LAS ZANAS Y LIMITA EL TEMPIDO DE TUBERIA	23/02/2025	CAPATAZ	
HT	10	MATERIAL PENDING CONTAMINADO	24/02/2025	SE REQUIERE MATERIAL DE REEMPLAZO (AFIRMADO PARA CUBRIR EL PROPIO EXTRADO)	23/02/2025	ASISTENTE CALIDAD	
H3	10	DISPOSICIÓN DE MATERIAL EXTRAÍDO	24/02/2025	EL MATERIAL EXTRAÍDO DE ZANAS CONTAMINADO ACUMULADO AUN NO SE DISPONE EN LA ZONA OUVINOSA	23/02/2025	ASISTENTE CALIDAD	
ML	300	ALMACEN LOGISTICO	24/02/2025	SE REQUIERE QUE UTICULO ADICIONAL DE TUBERIA PERO EL ALMACEN SE ENCUENTRA LUEGO	23/02/2025	CAPATAZ	
UND	3	EQUIPOS EMERGENCIAS	24/02/2025	EL EQUIPO GENERADOR DE LUE SE FALTO DORANTE ACTIVIDADES PECANCIAS DE FUSION DE TUBERIA	23/02/2025	TEC. FUSIONISTA	
ML	220	ASFALTO PARA DESPACHO	25/02/2025	EL PROVEEDOR DE ASFALTO LLEGO A DESTIEMPO A OBRA I SE POSTERGA LA ENTREGA	24/02/2025	RESIDENTE	
UND	16	PROBLEMA SOCIAL	23/02/2025	LOS VECINOS INTIENDEN LOS TRABAJOS CIVILES EN EL USU4511	22/02/2025	RELACIONISTA	
UND	2	CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS	5/03/2025	AL INICIO DE LAS PRUEBAS DE HERMETICIDAD EL SUPERVISOR DE TECTA QUE LOS INSTRUMENTOS NECESITAN CALIBRADOS SUSPENDIENDO LA ACTIVIDAD	02/03/2025	RESIDENTE	
						RESIDENTE TEC. FUSIONISTA CAPATAZ RELACIONISTA ASISTENTE PES ASISTENTE CALIDAD	BRYAN MONTALVAN ELIY SAMAN JUAN SANCHEZ MARIBELA MERCADO JUAN CORDOVA JUNIOR PORTAL

6.1.5. Planificación a corto plazo

En este punto la planificación discriminará las actividades que “se hará” ejecutada en la programación semanal y programación diaria.

a) Programación semanal

En este nivel, se identifica al supervisor y capataz como últimos planificadores encargados de velar por las actividades que, si se ejecutaran de acuerdo a la zonificación inicial acordada en el pull sessions, en esta programación se deberá tener mayor detalle como calles y ubigeos donde se realizarán las actividades como se aprecia en la figura 74. En el formato se debe describir e identificar las actividades programadas y su responsable, por cada día, donde estas han sido validadas y liberadas de restricciones correspondientes al cumplimiento del rendimiento mínimo esperado. Así mismo en el formato se incluye la columna de análisis del cumplimiento de la programación que servirá para evaluar su confiabilidad.

Figura 74
Programación semanal

Código	Descripción de la Actividad	Responsable	SEMANA 1				
			L 10/05	M 11/05	M 12/05	J 13/05	V 14/05
SECTOR I							
1	GESTION DE RELACIONES COMUNITARIAS		000000	000000			
1	PROBLEMA SOCIAL	RELACIONISTA	00				
2	CALICATAS		000000	000000	000000		
3	EXCAVACIÓN DE ZANJA		000000	000000	000000		
A	TERRENO TRPO ROLOSO	CAPATAZ	00				
B	INTERFERENCIAS DE OTROS SERVICIOS	ASISTENTE PDS	00				
C	CONDICIONES CLIMÁTICAS	CAPATAZ	00				
4	RELLENO ARENA FINA		000000	000000	000000		
7	ACTIVIDADES MECANICAS		000000	000000	000000		
5	EQUIPOS EMERGENTES	TDC FUSIONISTA	00				
6	RELLENO PROPIONAFORMADO		000000	000000	000000		
7	MATERIAL REMOVIDO CONTAMINADO	ASISTENTE CALIDAD	00				
8	DISPOSICIÓN DE MATERIAL EXTRAÍDO CONTAMINADO	ASISTENTE CALIDAD	00	00			
9	COMPACTACIÓN		000000	000000	000000		
10	REPOSICIÓN		00	000000	000000	000000	
11	ASFALTO PARA DESPACHO	POSICIONTE					000000
12	PRUEBAS MECÁNICAS						

Al culminar la semana se debe verificar el cumplimiento de cada tarea y calcular el porcentaje por actividad, en caso de que alguna actividad no se complete al 100% dentro de la semana se deberá indicar las causas de no cumplimiento para su posterior análisis junto al porcentaje de plan cumplido total en la semana.

6.1.6. Análisis de resultados

Culminado el proceso de debe realizar una reunión para analizar los resultados e iniciar la planificación de la siguiente semana considerando los siguientes puntos:

- Revisión porcentaje plan completado (PPC).
- Revisar las causas de no cumplimiento (CNC) y definir las razones porque no se lo logró la actividad.
- Establecer las actividades que deben ser programadas debido a incumplimientos.
- Realizar el análisis de restricciones para la siguiente semana con el responsable de la actividad.
- Elaborar el siguiente lookahead incluyendo una semana contemplando la liberación de restricciones.
- El jefe de proyecto debe entregar el mismo día o al siguiente el plan de la siguiente semana.
- Retroalimentar a los involucrados la importancia del compromiso en mejora de la confiabilidad de plan.

a) Porcentaje de plan completado (PPC)

Indicador que mide lo que se cumplió en la planificación semanal, donde evalúa la confiabilidad de lo planificado a fin de realizar ajustes en búsqueda de mejoras, este porcentaje está en función al metrado realizado por la semana por cada actividad respecto a lo esperado en la semana.

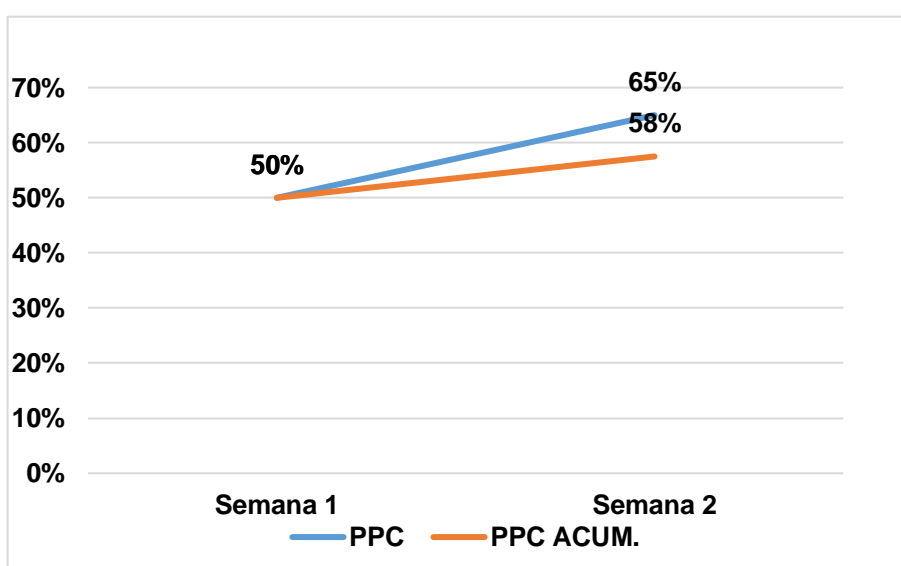
$$PPC = \frac{\text{Metrado ejecutado por actividad}}{\text{Metrado programado para la actividad}}$$

Se deberá graficar el reporte del PPC de cada semana para evaluar la evolución como se presenta en el ejemplo de la tabla 53 y figura 75.

Tabla 53
Porcentaje de plan completado

PPC ACUMULADO				
Semanas	Actividad Realizada	Actividad No Cumplida	PPC	PPC ACUM.
Semana 1	10	10	50%	50%
Semana 2	13	7	65%	58%

Figura 75
Porcentaje de plan completado



b) Causas de no cumplimiento (CNC)

Las causas de incumplimiento son los motivos porque no se pudo cumplir una actividad debido a que no se anticipó o no se logró liberar a tiempo la restricción, se debe identificar el tipo de causa, registrarla como en la tabla 54 y figura 76, a fin de obtener registros e identificar las más frecuentes de afecta la confiabilidad de la programación.

Tabla 54

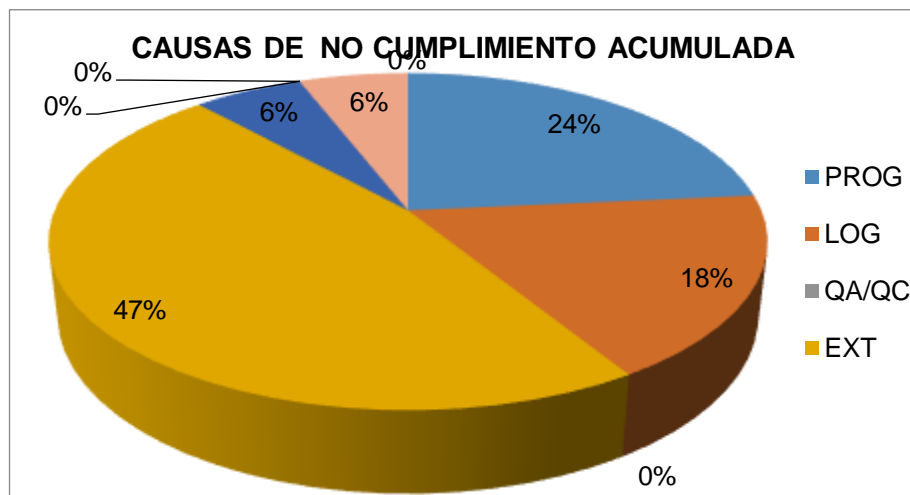
Causas de no cumplimiento

SEMANA	PROG	LOG	QA/QC	EXT	SUP/CLI	EJEC	SC	EQ	ADM
Semana 1	2	2		4	1			1	
Semana 2	2	1		4					

Nota: Programación (PROG), logística (LOG), control de calidad (QA/QC), externo (EXT), supervisión/cliente (SUP/CLI), error de ejecución (EJEC), equipo (EQ) y administrativo (ADM).

Figura 76

Incidencia de causas de no cumplimiento



6.2. Costos e implementación de la propuesta

El costo de implementación considerando que recursos profesionales, materiales y servicios aproximado por mes es de S/.8,038.77. 00 aproximadamente por 2.5 meses ver la tabla 55 para mayor detalle.

Tabla 55*Presupuesto estimado de implementación*

Ítem	Descripción	Cantidad	Plazo (mes)	Costo (S/.)	Subtotal
Recurso profesional	Especialista LPS	1.00	2.5	4500.00	11250.00
	Jefe de proyecto	0.20	2.5	3800.00	1900.00
	Planner	0.20	2.5	2500.00	1250.00
	Supervisor	0.20	2.5	2000.00	1000.00
	Capataz	0.40	2.5	2500.00	2500.00
	Replanteador / asistente	0.80	2.5	1500.00	3000.00
Materiales	Papelotes	2 und	4	71.10	568.80
	Post it	4 und	5	2.50	50.00
	Plumones	3 und	5	4.30	64.50
	Papel	2 millar	3	25.00	1250.00
	Lapiceros/resaltadores	2 und	5	2.30	23.00
Equipos y servicios	Laptop	1 und	4	60.00	240.00
	Celular	1 und	4	30.00	120.00
	Internet	1 und	3	120.00	360.00
	Luz	1 und	3	120.00	360.00
	Impresora	1 und	3	60.00	180.00
				Total	S/ 24,116.30

6.3. Beneficios que aporta la propuesta**Tabla 56***Ventajas y beneficios de la implementación del LPS*

Ventajas de la implementación LPS	Beneficios
Cumplimiento de presupuesto y plazos	Reducción de costos y plazos
Mejora la productividad, calidad y seguridad	Trabajo colaborativo
Genera un entorno basado en aprendizaje, creatividad y mejora continua	Mejora la planificación
Mejora la integración, comunicación y compromiso del equipo de contratista en fases tempranas	Mayor entrega de valor
Identifica y elimina 7 despilfarros y restricciones	Jerarquiza procesos y responsabilidades
Ayuda a comprender la dependencia con los otros subcontratistas	Mayor colaboración
Suministra flujo continuo y previsible del trabajo	Reduce reclamaciones
Mejor gestión de riesgo y control de la variabilidad	Administrar la incertidumbre
Mayor satisfacción del cliente interno y externo general	Cumplimiento de objetivos y metas físicas

Nota: Adaptada de *Lean Construction y la planificación colaborativa metodología de Last Planner System* de Pons y Rubio, 2019.

CONCLUSIONES

Se determinó el rendimiento y el nivel de productividad de la mano de obra en los seis proyectos de construcción de red externa de gas natural ejecutados en el sector Calispuquio – Cajamarca durante el año 2023, evidenciándose que el rendimiento obtenido fue inferior al valor planteado en la hipótesis; sin embargo, el nivel de productividad superó el rango del 35% previsto.

Se determinó que el rendimiento promedio de la mano de obra de los seis proyectos evaluados en las actividades de calicatas (3 unidad/día), instalación de tubería (107 metro lineal/día), compactación–reposición (81 metro lineal/día) y trabajos mecánicos (3 unidad/día) de la partida instalación de redes de polietileno presenta valores inferiores a los estándares referenciales establecidos en la hipótesis planteada, evidenciando variabilidad entre los seis proyectos evaluados, ello confirma que el rendimiento depende directamente de las condiciones operativas y organización en obra.

El nivel de productividad promedio de la mano de obra de los 6 proyectos evaluado ubicándose en un nivel intermedio (Nivel B), caracterizado por una proporción significativa de trabajo contributorio y no contributorio respecto al tiempo total observado, lo cual limita la optimización del desempeño global de la partida evaluada, se evidencia que la productividad no alcanza niveles óptimos debido a ineficiencias en la gestión del proceso constructivo.

La distribución promedio de la evaluación trabajo en los seis proyectos muestra predominancia de trabajo productivo (TP) con 48% seguido del trabajo contributorio (TC) con 34%, mientras que el trabajo no contributorio (TNC) con 18% representa el menor porcentaje del tiempo total registrado, esta estructura de distribución confirma que una parte considerable del tiempo en obra no genera avance físico directo, afectando el rendimiento y la eficiencia del proceso constructivo.

Finalmente, se identificó que los principales factores que afectan el rendimiento y nivel de productividad están relacionados con deficiente planificación operativa diaria, interferencias en frentes de trabajo, tiempos de espera por materiales y equipos y coordinación insuficiente entre cuadrillas, estos factores incrementan los porcentajes de trabajo contributorio y no contributorio, impactando negativamente en la eficiencia de ejecución.

RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS

En función de la predominancia del trabajo contributorio y no contributorio identificada en los seis proyectos evaluados, se recomienda a las empresas ejecutoras implementar mecanismos permanentes de medición y control del tiempo de trabajo mediante la técnica de Carta Balance, con la finalidad de reducir actividades que no generan valor y aumentar progresivamente el porcentaje de trabajo productivo.

Considerando que el rendimiento obtenido fue inferior al valor planteado inicialmente, se recomienda fortalecer la planificación operativa a nivel semanal y diario, asegurando la disponibilidad oportuna de recursos, liberación de frentes de trabajo y adecuada coordinación entre cuadrillas, con el objetivo de optimizar el desempeño en las actividades de instalación de redes de polietileno.

Debido a que el nivel de productividad superó el umbral del 35% establecido en la hipótesis, pero aún presenta margen de mejora, se recomienda incorporar herramientas de gestión colaborativa como el Last Planner System o Building Information Modeling (BIM), orientadas a mejorar la confiabilidad de la programación y disminuir la variabilidad en la ejecución.

Se recomienda a futuros estudios ampliar el análisis del rendimiento y productividad en proyectos de redes de gas natural considerando variables técnicas como diámetro de tubería, tipo de terreno y contexto urbano, a fin de generar parámetros comparativos que fortalezcan la base de datos regional y nacional.

REFERENCIAS

- Alfaro, C. (2012). *Metodología de la investigación científica aplicado a la ingeniería*. [Texto de Investigación, Universidad Nacional del Callao]. <https://hdl.handle.net/20.500.12952/2201>
- Ángeles, W. & Quispe, R. (2023). *Propuesta de mejora para aumentar la productividad en la construcción de redes de gas natural aplicando las herramientas de Lean manufacturing y Lean construction*. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/671925>
- Arboleda, S. (2014). *Análisis de productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamenta en la fase de planeación*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/51745>
- Autoridad Nacional de protección al consumidor (2015). *Servicios Públicos*. Lima: INDECOPI.
- Bermejo, C (2013). *Soy mayor. Pensamientos para regalar*. Boadilla del norte, Madrid: PPC Editorial.
- Ballard, G. y Howell, G. (1998). Shielding production: Essential step in production control. *En Revista Journal of Management in Engineering*, 1 (1), pp. 11–17. DOI:10.1061/(ASCE)0733-9364(1998)124:1(11)
- Bombilla, G. & Hidalgo, A. (2021). *Control y mejora de la productividad aplicando el informe semanal de producción (ISP), cartas balance, nivel general de actividad (NGA) y el método del valor ganado (EVM) para el proyecto “ampliación del complejo penitenciario de Arequipa”-2020*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín]. <http://hdl.handle.net/20.500.12773/12620>
- Botero, L. (2002). Análisis de rendimientos y consumo de mano de obra en actividades de construcción. *En revista Universidad EAFIT*, 38 (128) PP.10-21. <https://www.redalyc.org/pdf/215/21512802.pdf>
- Botero, L & Álvarez, M. (2004). *Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean construction como estrategia de*

mejoramiento). *En revista Universidad EAFIT*, 40 (138) PP.50-64.
<https://www.redalyc.org/pdf/215/21513605.pdf>

Brioso, X. (2015). *Gestión Lean en la construcción*. Curso-Taller Consejo departamental de Lima CIP, Colegio de Ingenieros del Perú, Lima, Perú.

Buleje, K. (2012). *Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construcción*. [Tesis de grado, Universidad Pontificia Católica del Perú].
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/1691>

Chávez, W. (2018). *Productividad de la mano de obra en la construcción de infraestructura de la Institución Educativa Secundaria "Ricardo Palma" Sorochuco – Cajamarca*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Cajamarca].

Castillo, C. & Flores, M. (2016). *Optimización de la mano de obra utilizando la carta balance en edificaciones multifamiliares (Caso: Cerezo de Surco) Santiago de Surco-Lima*. [Tesis de grado, Universidad San Martín de Porres].
<https://hdl.handle.net/20.500.12727/2636>

Cervantes, A. (2005). El factor Humano y su incidencia en el proyecto de construcción. *Anuario Administración para el diseño*, 1(1), 14-24.

Coronel, E., Quezada, J. & Gárate, P. (2022). Análisis de factores que afectan el rendimiento de mano de obra en instalaciones eléctricas. *En revista Polo del conocimiento*, 7(10) pp.1473-1497. DOI: 10.23857/pc.v7i8

Corral, Y. (2009). Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. *En Revista Ciencias de la educación*, 19 (33) pp. 228-247.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9710359>

Cosi, J. (2017). *Diagnóstico y evaluación de los niveles de productividad en la construcción mediante la filosofía Lean Construction en la ciudad de Tacna*. [Tesis de maestría]. Universidad Privada de Tacna]. <https://hdl.handle.net/20.500.12969/338>

Díaz, L., Rodríguez, E., Estrella, B. y Chamosa, C. (2020). Pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas: su clasificación, objetivos y características. *En Revista Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 9(17) pp.78-81. DOI: <https://doi.org/10.29057/icsa.v9i17.6293>

- Datatab Team (2025). Pruebas paramétricas y no paramétricas. [En línea] Recuperado el 11 de febrero de 2025, de <https://datatab.es/tutorial/parametric-and-non-parametric-tests>
- Enciclopedia Cubana: Ecured, (s, f.). Departamento de Cajamarca (Perú). [En línea]. Actualizada: 05 junio 2018. [Fecha de consulta: 26 octubre 2018]. Disponible en: [https://www.ecured.cu/Departamento_de_Cajamarca_\(Per%C3%BA\)](https://www.ecured.cu/Departamento_de_Cajamarca_(Per%C3%BA)).
- Editora el Comercio Perú (2018, 05 junio). EY: Hay el interés para invertir en hidrocarburos en el Perú. El Comercio, Sec. A. [En línea]. Actualizada: 05 junio 2018. [Fecha de consulta: 26 octubre 2018]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/economia/ey-hay-interes-invertir-hidrocarburos-peru-noticia-525520>.
- Editora el Comercio Perú (2017, 24 noviembre). Se inició a masificación del gas natural en el norte del país. El Comercio, Sec. A. [En línea]. Actualizada: 24 noviembre 2017. [Fecha de consulta: 08 mayo 2018]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/economia/gas-natural-inicio-masificacion-gas-natural-norte-pais-noticia-476570>.
- Editora Radio programas del Perú (2018,16 enero). Gas natural llegó a Cajamarca [En línea]. Actualizada: 16 enero 2018. [Fecha de consulta: 08 mayo 2018]. Disponible en: <http://rpp.pe/peru/cajamarca/gas-natural-llego-a-cajamarca-noticia-1099966>
- Flores, E; Miranda, M & Villasis, M. (2017). El protocolo de investigación VI: Cómo elegir la prueba estadística adecuada estadística Inferencial. *En revista Alergia México*, 64(3) pp.364-370. DOI: <https://doi.org/10.29262/ram.v64i3.304>
- Koskela, L. (1992). Application of the New Production Philosophy to Construction.128 Technical Report No. 72, Center for integrated facility engineering CIFE. Department of civil, Stanford University, (1), 75.
- Ghio, V. (2001). *Productividad en obras de construcción diagnóstico, críticas y propuesta*. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Gases del Pacífico (2016). Noticias [En línea]. Actualizada: Año 2016 [Fecha de consulta: 08 mayo 2018]. https://www.gasesdelpacifico.pe/noticia_21_tendido-de-redes-para-el-gas-natural-llega-a-baos-del-inca-21

Gases del Pacífico (2023). ¿Quiénes somos? [En línea]. Actualizada: Año 2016 [Fecha de consulta: 20 agosto 2023]. Disponible en: <http://www.gasesdelpacifico.pe/quienes-somos>

Gases del Pacífico (2023). Cobertura de gas natural [En línea]. Actualizada: Año 2016 [Fecha de consulta: 20 agosto 2023]. Disponible en: <https://www.gasesdelpacifico.pe/cobertura-del-gas-natural>

Gases del Pacífico (2019). Proyecto de masificación de gas natural – concesión norte. Instalaciones de Quavii sede Trujillo, Perú.

Gómez, A & Morales, D. (2016). Análisis de la Productividad en la Construcción de Vivienda basada en Rendimientos de Mano de Obra. INGE CUC [En línea]. Bogotá, Colombia, Enero/junio 2016, vol. 12, no 1 [Fecha de consulta: 23 abril 2018] pp. 21-31. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5523780.pdf>.

Gonzales, C. (2021). *Rendimiento y productividad en la ejecución de obras de viviendas familiares en la ciudad de Cajamarca-2018*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4540>

Instituto Nacional de la calidad (2016). Gas natural seco distribución de gas natural por tuberías de polietileno (Norma técnica peruana núm. 111.021). www.inacal.gob.pe

Instituto Nacional de estadística e informática (2001). *Conociendo a Cajamarca*. Lima: INEI, talleres de la oficina técnica de difusión Estadística e Informática. Documento institucional.

Lafuente, C & Marín, A (2008). Metodologías de la investigación en las ciencias sociales; fases, fuentes y selección de técnicas *En revista* Escuela de administración de negocios, 1(4) pp.5-18. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20612981002>

López, Y & Urrego, D (2010). *Determinación de variables que pueden afectar el rendimiento del trabajador de la construcción caso de estudio*. [Tesis de grado, Universidad Militar Nueva Granada]. <https://repository.umng.edu.co/server/api/core/bitstreams/6f1f1457-5d61-4f7a-8d9b-f75130dfea0d/content>

- Marrufo, L (2014). *Rendimiento y productividad de la mano de Obra en la construcción de la plaza cívica del Distrito de Hualgayoc - Cajamarca- año 2014*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/302>
- Martínez, L & Alarcón, L. (1988). Programa de mejoramiento de la productividad para obras de construcción. *En Revista Ingeniería de Construcción*, 5 (1) pp. 53-79. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9413956>
- Martínez, R., Tuya, L., Martínez, M. Pérez, A., & Cánovas, A. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. *En revista Habaera de ciencias médicas*, 8 (2) pp. 1-20. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180414044017>
- Mendoza, J., Salvador, J., De la Cruz, R., Zurita, V. & Llerena, M. (2021). *La industria del gas natural en el Perú. Mirando al Bicentenario y perspectivas recientes*. (1. ° ed.). Osinergmin. Lima-Perú
- Mejía, G. y Hernández, T. (2007). Seguimiento de la productividad en obra: Técnicas de medición de rendimientos de mano de obra. *En Revista UIS Ingenierías*, 6(2) pp.45-59. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6299721>
- Ministerio de Energía y minas (2014). Plan Energético Nacional 2014-2025.Lima: MINEM, Dirección General de Eficiencia Energética. Documento de trabajo.
- Moncada, J. (2018, 02 de mayo). El principio de Pareto en la administración (temática-, administración de obras). Escritores y escribientes. Recuperado el 17 de noviembre de 2023, desde [https://portalingeneriacivil.blogspot.com/p/articulos_39.html#:~:text=\(Tem%C3%A1tica%3B%20Administraci%C3%B3n%20de%20Obras\),del%2020%25%20de%20las%20causas](https://portalingeneriacivil.blogspot.com/p/articulos_39.html#:~:text=(Tem%C3%A1tica%3B%20Administraci%C3%B3n%20de%20Obras),del%2020%25%20de%20las%20causas).
- Nunjar, A. (2014). Aplicación de costeo basado en actividades en servicios de construcción de redes de gas natural. [Tesis de grado, Universidad nacional de Piura]. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/679>
- Organismo supervisor de la inversión en energía y minería (2015). Resolución que aprueba las disposiciones para la presentación de información sobre proyectos nuevos, ampliaciones o modificaciones en los sistemas de distribución de gas natural

(Resolución de consejo directivo núm. 282-2015-OS/CD. División de supervisión regional. Lima, Perú.

Organismo supervisor de la inversión en energía y minería (2015). Masificación del uso de gas natural a nivel nacional concesión norte. [En línea] Recuperado el 03/05/ 2019, de: http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/gobierno_regional/avance_proyectos-proyecto_masificacion_gas_norte.html

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (2018). *Masificación del uso de gas natural a nivel nacional concesión norte*. [En línea] Recuperado el 24/06/19, de: https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/gas_natural/Documentos/DistribucionCalidad/Ficha-Contratos/005-Masificacion-Concesion-Norte.pdf

Organismo supervisor de la inversión en energía y minería (2019). Acceso y características del servicio público de gas natural por redes de ductos. División de supervisión regional. Lima, Perú.

Padilla, A. (2016). *Productividad de la mano de obra para algunos procesos constructivos seleccionados en la ejecución del edificio ISLHA del ITCR*. [Tesis de licenciatura, Instituto tecnológico de Costa Rica]. DOI: <https://doi.org/10.29262/ram.v64i3.304>

Páez, H (2016). ¿Qué es Lean construction? [En línea]. Actualizada: Año 2016 [Fecha de consulta: 29 noviembre 2018]. Disponible en: <http://www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/lean-construction>

Pons, J. (2014). *Introducción al Lean construction*. Madrid: Fundación laboral de la construcción.

Pons, J. & Rubio, I. (2019). *Lean Construction y la planificación colaborativa metodología de Last Planner System*. (1° ed.). Madrid, España: Consejo general de la arquitectura técnica España.

Porras, H., Sánchez, O. & Galvis, J. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. *En revista AVANCES Investigación en ingeniería*, 11(1) pp.32-53. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7855003>

- Quispe, R. (2017). *Aplicación de “Lean construction” para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017*. [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/14979>
- Reguart M., Villà R. & Torrado M. (2018). Relación Entre Dos Variables según la Escala de Medición con SPSS. *En Revista d’Innovació i Recerca en Educació*, 11 (2), pp. 45 – 60. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7396395>
- Rojas, N; Henao, M & Valencia, M (2016). Lean construction – LC bajo pensamiento Lean. *En revista Ingenierías universidad de Medellin*, 16(30) pp.115-128. DOI: <https://doi.org/10.22395/rium.v16n30a6>
- Rojas, A (2014). *Rendimiento de mano de obra en la construcción de viviendas en el distrito de Cajamarca en la partida: construcción de muros y tabiques de albañilería*. [Tesis de maestría, Universidad Privada de Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/4918>
- Saldaña, D. & Taricuarima, F. (2022). *Medición de la productividad en obra aplicando la metodología Lean Construction en el proyecto de saneamiento junta vecinal San Rafael Arcángel, Nauta 2022*. [Tesis de grado, Universidad Científica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.14503/2127>
- Santa María, E. (2016). *Análisis de Pareto en la construcción*. Recuperado el 17 de noviembre de 2023, desde <https://esantamariad.blogspot.com/2016/03/analisis-de-pareto-en-la-construccion.html>
- Santana, J. (1989). El tiempo improductivo en obras de construcción. *Revista Ingeniería de construcción* 1 (7), 8-22.
- Sánchez, A; Cruz, R; Benavides, P. (2014). *Implementación del sistema Lean Construction para la mejora de productividad en la ejecución de los trabajos de estructuras en obras de edificación de viviendas*. [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/566982>
- Sánchez, J. (2014). *Análisis de productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación*. [Tesis de maestría, Universidad nacional de Colombia]. <https://www.redalyc.org/pdf/215/21512802.pdf>

- Santanta, J. (1989). El tiempo improductivo en obras de construcción civil. *En revista Ingeniería de construcción*, 7(1) pp. 1-12.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9413971>
- Serpell, A. (2002). Administración de operaciones de construcción. (2.ª ed.). Distrito Federal, México: Alfaomega.
- Valderrama, G. (2005). Perú Tourist Guide. Perú. [En línea] Recuperado el 015/09/16, de:
http://www.perutoptours.com/index06ca_mapa_departamento.html
- Valderrama, G. (2005). Perú Tourist Guide. Perú. [En línea] Recuperado el 015/09/16, de:
http://www.perutoptours.com/index06ca_mapa_cajamarca.html
- Vargas, L. (2017, 29 de julio). Mejora de la productividad en la construcción – Cartas de Balance. En Blog: Escritores y escribientes. Recuperada el 08 de agosto de 2023, desde
<http://ingenieriyconstruccion929.blogspot.com/2017/07/mejora-de-la-productividad-en-la.html>

APÉNDICE

Apéndice 1. Selección de partida y actividades de mayor incidencia en función al costo de mano de obra.

Apéndice 2. Carta balance por proyecto.

Apéndice 3. Informe de carta balance por proyecto.

Apéndice 4. Reporte de carta balance por proyecto.

Apéndice 5. Documentos de validación de instrumento.

Apéndice 6. Instrumentos de recojo de información.

Apéndice 7. Registro fotográfico del recojo de información.

Apéndice 8. Registro fotográfico del proceso de construcción de tubería de gas natural.

Apéndice 9. Registro fotográfico de actividades contributorios y no contributorios

Apéndice 10. Ejemplo propuesto Lookahead planning LPS

Apéndice 11. Planos

Apéndice 1. Selección de partida

Tabla 57

Selección de partida del presupuesto de la construcción de red externa de gas natural

Ítem	Partidas del presupuesto	Unidad	C.U	Metrado	Costo (S/.)	%
1	Ingeniería y replanteo topográfico	M	5.43	889.95	4832.43	4.54
2	Instalación de redes de polietileno	M	101.10	889.95	89973.95	84.57
3	Instalación de poli válvula	UND	343.93	7.00	2407.51	2.26
4	Prueba hermeticidad y gasificación	UND	1036.80	1.00	1036.80	0.97
5	Puntos de venteo (purga)	UND	370.63	19.00	7041.97	6.62
6	Registro de distancias de seguridad	M	4.08	269.00	1097.52	1.03
Total					106390.17	100.00

La tabla 57 muestra 6 partidas que conforman el presupuesto de la construcción de redes externas de gas natural, donde en función al porcentaje de incidencia de 84.57% remarcado en rojo se elige la partida de instalación de tubería como lo muestra en el acápite 4.3.2.

Tabla 58

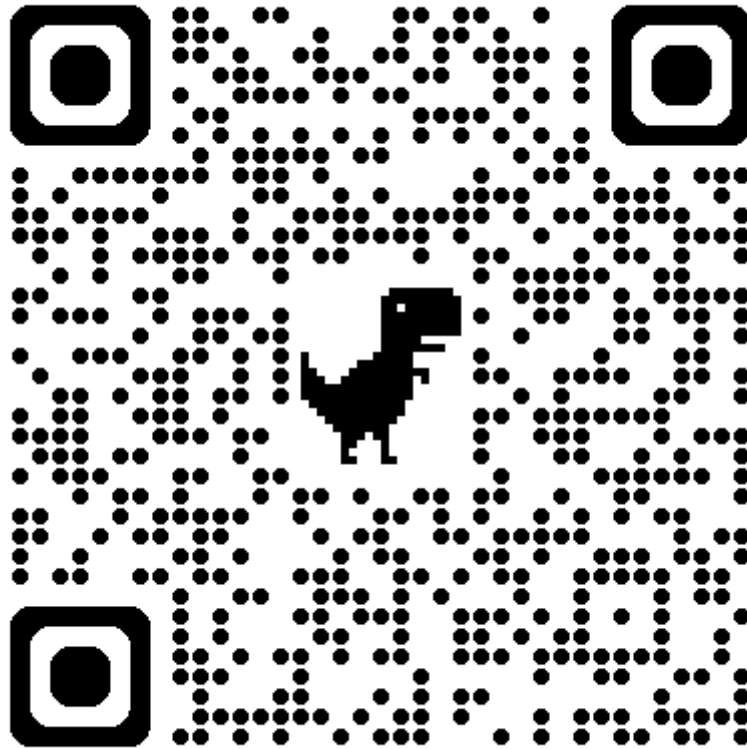
Actividades de la partida de instalación de redes de polietileno y su costo

Partida: Instalación de redes de polietileno		
Ítem	Actividad	Costo (S/.)
a	Calicatas (und)	14.26
b	Instalación de tubería (ml)	50.09
c	Compactación y reposición (ml)	27.25
d	Trabajos mecánicos (und)	9.50
Total		101.10

La tabla 58 muestra las actividades y sus costos unitarios que conforman la partida seleccionada de con las cuales se diseñaron las cartas balance.

Apéndice 2. Carta balance por proyecto

Para una mayor comprensión se presenta las 8 cartas balance del proyecto “A” como muestra y para complementar la información de todos los proyectos de forma digital, puede ver el siguiente Quick Response (QR) que cuenta con las 48 cartas balance:





TESIS: "RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE RED EXTERNA DE GAS NATURAL, CAJAMARCA-2023"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE MAESTRÍA CON MENCIÓN EN INGENIERÍA CIVIL

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE

PROYECTO:	PROYECTO "A" MALLA 4800
MUESTREADOR:	AMADEUS GONZALO CALLA NAVARRO
N° DE FORMATO:	1020003
ACTIVIDAD:	EXCAVACION DE CALICATAS

DESCRIPCIÓN:	LARGO 120 CM, ANCHO 60 CM Y PROFUNDIDAD 120 CM
FECHA:	15-12/2023-16/12/2023-17/12/2023
HORA DE INICIO:	M1-M2-M3-07:00 AM
HORA DE FIN:	M1 (10:43) M2(10:45) M3(11:01) AM

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE

Mn.	I	Mn.	I	Mn.	I	Mn.	II	Mn.	II	Mn.	II	Mn.	II	Mn.	II	Mn.	II	OBSERVACIONES
1	I	91	E	181	E	1	I	91	E	181	E	1	I	91	E	181	E	
2	I	92	E	182	E	2	I	92	E	182	E	2	I	92	E	182	E	
3	I	93	E	183	E	3	I	93	E	183	E	3	I	93	E	183	E	
4	I	94	E	184	E	4	I	94	E	184	E	4	I	94	E	184	E	
5	I	95	E	185	E	5	I	95	E	185	E	5	I	95	E	185	E	
6	I	96	E	186	E	6	I	96	E	186	E	6	I	96	E	186	E	
7	I	97	E	187	E	7	I	97	E	187	E	7	I	97	E	187	E	
8	I	98	E	188	E	8	I	98	E	188	E	8	I	98	E	188	E	
9	I	99	E	189	E	9	I	99	E	189	E	9	I	99	E	189	E	
10	I	100	E	190	E	10	I	100	E	190	E	10	I	100	E	190	E	
11	T	101	E	191	RC	11	T	101	E	191	E	11	I	101	E	191	E	
12	T	102	E	192	RC	12	T	102	E	192	E	12	I	102	E	192	E	
13	T	103	E	193	RC	13	T	103	E	193	E	13	I	103	E	193	E	
14	T	104	E	194	RC	14	T	104	E	194	E	14	I	104	E	194	E	
15	T	105	E	195	RC	15	T	105	E	195	I	15	T	105	E	195	E	
16	T	106	E	196	RC	16	T	106	E	196	I	16	T	106	E	196	E	
17	T	107	E	197	RC	17	T	107	E	197	I	17	T	107	E	197	E	
18	T	108	E	198	RC	18	T	108	E	198	I	18	T	108	E	198	E	
19	P	109	E	199	RC	19	P	109	E	199	RC	19	T	109	E	199	E	
20	P	110	E	200	TA	20	P	110	E	200	RC	20	T	110	E	200	RC	
21	P	111	E	201	TA	21	P	111	E	201	RC	21	T	111	E	201	RC	
22	P	112	E	202	TA	22	P	112	E	202	RC	22	T	112	E	202	RC	
23	P	113	E	203	TA	23	P	113	E	203	RC	23	P	113	E	203	RC	
24	P	114	E	204	TA	24	P	114	E	204	RC	24	P	114	E	204	RC	
25	P	115	E	205	TA	25	P	115	E	205	RC	25	P	115	E	205	RC	
26	P	116	E	206	TA	26	P	116	E	206	RC	26	P	116	E	206	RC	
27	P	117	E	207	TA	27	P	117	E	207	E	27	P	117	E	207	TA	
28	P	118	E	208	TA	28	P	118	E	208	E	28	P	118	E	208	TA	
29	P	119	E	209	TA	29	P	119	E	209	E	29	P	119	E	209	TA	
30	TR	120	E	210	TA	30	P	120	E	210	E	30	P	120	E	210	TA	
31	TR	121	E	211	TR	31	TR	121	E	211	E	31	P	121	E	211	TA	
32	TR	122	E	212	TR	32	TR	122	E	212	E	32	P	122	E	212	TA	
33	TR	123	E	213	TR	33	TR	123	E	213	E	33	TR	123	E	213	TA	
34	TR	124	E	214	TR	34	TR	124	E	214	TA	34	TR	124	E	214	TA	
35	TR	125	E	215	TR	35	TR	125	E	215	TA	35	TR	125	E	215	TA	
36	TR	126	E	216	TR	36	TR	126	E	216	TA	36	TR	126	E	216	TA	
37	TR	127	E	217	TR	37	TR	127	E	217	TA	37	TR	127	E	217	TA	
38	TR	128	E	218	TR	38	TR	128	E	218	TA	38	TR	128	E	218	TA	
39	CO	129	E	219	S	39	TR	129	E	219	TA	39	TR	129	E	219	TA	
40	CO	130	E	220	S	40	CO	130	E	220	TA	40	TR	130	E	220	TA	
41	CO	131	E	221	S	41	CO	131	E	221	S	41	TR	131	E	221	TA	
42	CO	132	E	222	S	42	CO	132	E	222	S	42	CO	132	E	222	TA	
43	CO	133	E	223	S	43	CO	133	E	223	S	43	CO	133	E	223	S	
44	CO	134	E	224	S	44	CO	134	E	224	S	44	CO	134	E	224	S	
45	CO	135	E	225	S	45	CO	135	E	225	S	45	CO	135	E	225	S	
46	CO	136	E	226	S	46	CO	136	E	226	S	46	CO	136	E	226	S	
47	CO	137	E	227	S	47	CO	137	E	227	S	47	CO	137	E	227	S	
48	CO	138	E	228	S	48	CO	138	E	228	S	48	CO	138	E	228	S	
49	CO	139	E	229	S	49	CO	139	E	229	S	49	CO	139	E	229	S	
50	CO	140	E	230	S	50	CO	140	E	230	S	50	CO	140	E	230	S	
51	CO	141	E	231	S	51	CO	141	E	231	S	51	CO	141	E	231	S	
52	CO	142	E	232	S	52	CO	142	E	232	S	52	CO	142	E	232	S	
53	S	143	E	233	S	53	CO	143	E	233	S	53	CO	143	E	233	S	
54	S	144	E	234	S	54	CO	144	E	234	S	54	CO	144	E	234	S	
55	S	145	E	235	S	55	CO	145	E	235	S	55	S	145	E	235	S	
56	S	146	E	236	S	56	S	146	E	236	S	56	S	146	E	236	S	
57	S	147	E	237	S	57	S	147	E	237	S	57	S	147	E	237	S	
58	S	148	E	238	S	58	S	148	E	238	S	58	S	148	E	238	S	
59	S	149	E	239	S	59	S	149	E	239	S	59	S	149	E	239	S	
60	S	150	E	240	S	60	S	150	E	240	S	60	S	150	E	240	S	
61	S	151	E	241	S	61	S	151	E	241	S	61	S	151	E	241	S	
62	S	152	E	242	S	62	S	152	E	242	S	62	S	152	E	242	S	
63	S	153	E	243	S	63	S	153	E	243	S	63	S	153	E	243	S	
64	S	154	E	244	S	64	S	154	E	244	S	64	S	154	E	244	S	
65	S	155	E	245	S	65	S	155	E	245	S	65	S	155	E	245	S	
66	S	156	E	246	S	66	S	156	E	246	S	66	S	156	E	246	S	
67	S	157	E	247	S	67	S	157	E	247	S	67	S	157	E	247	S	
68	S	158	E	248	S	68	S	158	E	248	S	68	S	158	E	248	S	
69	S	159	E	249	S	69	S	159	E	249	S	69	S	159	E	249	S	
70	S	160	E	250	S	70	S	160	E	250	S	70	S	160	E	250	S	
71	S	161	E	251	S	71	S	161	E	251	S	71	S	161	E	251	S	
72	S	162	E	252	S	72	S	162	E	252	S	72	S	162	E	252	S	
73	S	163	E	253	S	73	S	163	E	253	S	73	S	163	E	253	S	
74	S	164	E	254	S	74	S	164	E	254	S	74	S	164	E	254	S	
75	S	165	E	255	S	75	S	165	E	255	S	75	S	165	E	255	S	
76	S	166	E	256	S	76	S	166	E	256	S	76	S	166	E	256	S	
77	S	167	E	257	S	77	S	167	E	257	S	77	S	167	E	257	S	
78	S	168	E	258	S	78	S	168	E	258	S	78	S	168	E	258	S	
79	S	169	E	259	S	79	S	169	E	259	S	79	S	169	E	259	S	
80	S	170	E	260	S	80	S	170	E	260	S	80	S	170	E	260	S	
81	S	171	E	261	S	81	S	171	E	261	S	81	S	171	E	261	S	
82	S	172	E	262	S	82	S	172	E	262	S	82	S	172	E	262	S	
83	S	173	E	263	S	83	S	173	E	263	S	83	S	173	E	263	S	
84	S	174	E	264	S	84	S	174	E	264	S	84	S	174	E	264	S	
85	S	175	E	265	S	85	S	175	E	265	S	85	S	175	E	265	S	
86	S	176	E	266	S	86	S	176	E	266	S	86	S	176	E	266	S	
87	S	177	E	267	S	87	S	177	E	267	S	87	S	177	E	267	S	
88	S	178	E	268	S	88	S	178	E	268	S	88	S	178	E	268	S	
89	S	179	E	269	S	89	S	179	E	269	S	89	S	179	E	269	S	
90	S	180	E	270	S	90	S	180	E	270	S	90	S	180	E	270	S	

RECURSO	TIPO DE RECURSO	NOM./CÓD.
I	RECIBO	A
II	RECIBO	B
III	RECIBO	C
IV		
V		
VI		

CLASIFICACIÓN DE TRABAJO - CALICATAS

CÓDIGO	ACTIVIDAD	TIPO
O		



TESIS: "RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE RED EXTERNA DE GAS NATURAL, CAJAMARCA-2023"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE MAESTRIA CON MENCION EN INGENIERIA CIVIL

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE

PROYECTO:	PROYECTO "A" MALLA-800
MUESTREADOR:	AMADEUS GONZALO CALLA NAVARRO
N° DE FORMATO:	2
ACTIVIDAD:	INSTALACION DE TUBERIA

DESCRIPCION:	11M TAREA / PEON
FECHA:	18/12/2023
HORA DE INICIO:	7:00 a. m.
HORA DE FIN:	10:26 p.m.

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE

Min.	I	Min.	I	Min.	I	Min.	I	Min.	I	Min.	I	OBSERVACIONES
1	E	91	E	181	ACH	271	E	361	R	451	RLM	
2	I	92	E	182	ACH	272	E	362	R	452	RLM	
3	I	93	E	183	ACH	273	E	363	CA	453	RLM	
4	I	94	E	184	ACH	274	E	364	CA	454	RLM	
5	I	95	E	185	ACH	275	E	365	CA	455	RLM	
6	I	96	E	186	ACH	276	E	366	CA	456	RLM	
7	I	97	E	187	ACH	277	E	367	CA	457	RLM	
8	I	98	E	188	ACH	278	E	368	CA	458	RLM	
9	I	99	E	189	ACH	279	E	369	CA	459	RLM	
10	I	100	E	190	MED	280	E	370	CA	460	RLM	
11	I	101	E	191	MED	281	E	371	CA	461	RLM	
12	T	102	E	192	MED	282	E	372	CA	462	RLM	
13	T	103	E	193	MED	283	E	373	CA	463	RLM	
14	T	104	E	194	MED	284	E	374	CA	464	RLM	
15	T	105	E	195	MED	285	E	375	CA	465	RLM	
16	T	106	E	196	E	286	R	376	CA	466	RLM	
17	T	107	E	197	E	287	R	377	CA	467	RLM	
18	T	108	E	198	E	288	R	378	CA	468	RLM	
19	ACH	109	E	199	E	289	R	379	CA	469	RLM	
20	ACH	110	E	200	E	290	TR	380	CA	470	RLM	
21	ACH	111	E	201	E	291	TR	381	CA	471	RLM	
22	ACH	112	E	202	E	292	TR	382	TR	472	RLM	
23	ACH	113	E	203	E	293	TR	383	TR	473	RLM	
24	ACH	114	E	204	E	294	TR	384	TR	474	RLM	
25	ACH	115	E	205	E	295	TR	385	TR	475	RLM	
26	ACH	116	E	206	E	296	TR	386	TR	476	RLM	
27	TR	117	E	207	E	297	LBZ	387	LBZ	477	RLM	
28	TR	118	E	208	E	298	LBZ	388	LBZ	478	RLM	
29	TR	119	E	209	E	299	LBZ	389	LBZ	479	RLM	
30	TR	120	MED	210	E	300	LBZ	390	LBZ	480	RLM	
31	TR	121	MED	211	E	301	LBZ	391	LBZ	481	RLM	
32	TR	122	MED	212	E	302	LBZ	392	LBZ	482	RLM	
33	TR	123	MED	213	E	303	LBZ	393	LBZ	483	RLM	
34	MED	124	E	214	E	304	CA	394	MED	484	RLM	
35	MED	125	E	215	E	305	CA	395	MED	485	RLM	
36	MED	126	E	216	E	306	CA	396	MED	486	RLM	
37	MED	127	E	217	E	307	CA	397	MED	487	RLM	
38	MED	128	E	218	E	308	CA	398	MED	488	RLM	
39	MED	129	E	219	E	309	CA	399	TT	489	RLM	
40	MED	130	E	220	E	310	CA	400	TT	490	RLM	
41	S	131	E	221	E	311	CA	401	TT	491	RLM	
42	S	132	E	222	E	312	CA	402	TT	492	RLM	
43	S	133	E	223	E	313	CA	403	TT	493	RLM	
44	S	134	E	224	E	314	CA	404	TT	494	RLM	
45	S	135	E	225	E	315	CA	405	TT	495	RLM	
46	E	136	E	226	E	316	CA	406	TT	496	RLM	
47	E	137	E	227	E	317	CA	407	TT	497	RLM	
48	E	138	E	228	E	318	CA	408	TT	498	RLM	
49	E	139	E	229	E	319	CA	409	TT	499	RLM	
50	E	140	E	230	E	320	CA	410	TT	500	RLM	
51	E	141	E	231	E	321	CA	411	TR	501	RLM	
52	E	142	E	232	E	322	CA	412	TR	502	RLM	
53	E	143	E	233	E	323	CA	413	TR	503	RLM	
54	E	144	E	234	E	324	CA	414	SCA	504	RLM	
55	E	145	E	235	E	325	CA	415	SCA	505	RLM	
56	E	146	E	236	E	326	CA	416	SCA	506	RLM	
57	E	147	E	237	E	327	CA	417	SCA	507	RLM	
58	E	148	E	238	E	328	CA	418	SCA	508	RLM	
59	E	149	E	239	E	329	CA	419	SCA	509	RLM	
60	E	150	E	240	E	330	CA	420	SCA	510	RLM	
61	E	151	E	241	E	331	CA	421	SCA	511	RLM	
62	E	152	E	242	E	332	CA	422	SCA	512	RLM	
63	E	153	E	243	E	333	CA	423	SCA	513	RLM	
64	E	154	E	244	E	334	CA	424	SCA	514	RLM	
65	E	155	E	245	E	335	CA	425	TR	515	RLM	
66	E	156	E	246	E	336	CA	426	TR	516	RLM	
67	E	157	E	247	E	337	CA	427	TR	517	RLM	
68	E	158	E	248	E	338	CA	428	TR	518	RLM	
69	E	159	E	249	E	339	CA	429	TCC	519	RLM	
70	E	160	E	250	E	340	CA	430	TCC	520	RLM	
71	E	161	E	251	E	341	CA	431	TCC	521	RLM	
72	E	162	E	252	E	342	CA	432	TCC	522	RLM	
73	E	163	E	253	E	343	CA	433	TCC	523	RLM	
74	E	164	E	254	E	344	CA	434	TCC	524	RLM	
75	E	165	E	255	E	345	CA	435	TCC	525	RLM	
76	E	166	E	256	T	346	CA	436	TCC	526	RLM	
77	E	167	E	257	T	347	CA	437	TCC	527	RLM	
78	E	168	E	258	T	348	CA	438	TCC	528	RLM	
79	E	169	E	259	T	349	CA	439	TCC	529	RLM	
80	E	170	E	260	T	350	CA	440	RLM	530	RLM	
81	E	171	E	261	E	351	CA	441	RLM	531	RLM	
82	E	172	E	262	E	352	CA	442	RLM	532	RLM	
83	E	173	E	263	E	353	CA	443	RLM	533	RLM	
84	E	174	E	264	E	354	CA	444	RLM	534	RLM	
85	E	175	E	265	E	355	CA	445	RLM	535	RLM	
86	E	176	E	266	E	356	CA	446	RLM	536	RLM	
87	E	177	E	267	E	357	CA	447	RLM	537	RLM	
88	E	178	E	268	E	358	CA	448	RLM	538	RLM	
89	E	179	E	269	E	359	CA	449	RLM	539	RLM	
90	E	180	E	270	E	360	CA	450	RLM	540	RLM	

RECURSO	TIPO DE RECURSO	NOMBRE/ CÓDIGO
I	PEON	D
II		
III		
IV		
V		
VI		

CLASIFICACIÓN DE TRABAJO - INSTALACIÓN DE TUBERIA

CÓDIGO	ACTIVIDAD	TIPO
D	OBSERVAR	TR
C	CONVERSAR	
F	FATIGA	
R	REFRIGERIO	
SR	SERVICIO HIGIENICO	
UCE	USO CELULAR	TC
OBS	OBSERVACIONES	
ESP	ESPERAR	
I	INSTRUCCIÓN	
T	TRASLADO	
TR	TRAZO	TR
ACH	ACAPRO DE HERRAMIENTAS	
MED	MEDICIONES	
LBZ	LIMPIEZA BORDE ZANJA	
S	SEÑALIZAR	
E	EXCAVACIÓN	TR
CA	CAMA DE ARENA	
TT	TENDIDO DE TUBERIA	
SCA	SORRECAMA DE ARENA	
TCC	TENDIDO DE CABLE CATODICO	
RLM	RELLENO MATERIAL PROPIO	

TR	TC	TR
24%	19%	57%

OBSERVACIONES

LA TAREA CONSTA DE 11 METROS DE INSTALACION SE REALIZARON 03 OBSERVACIONES EN LOS 03 DIAS DE INTERVENCION

	I	II	III	IV	V	VI	SUBTOTAL	TOTAL
D	4	0	0				4	349
C	3	0	0				3	
F	7	0	4				11	
R	67	63	57				187	
SR	3	0	0				3	
UCE	6	7	0				13	
OBS	3	3	18				24	
ESP	34	23	45				102	
I	11	21	15				47	
T	12	8	12				32	
TR	13	7	8				28	
ACH	6	6	7				19	
MED	22	44	21				87	
LBZ	7	0	28				35	
S	5	6	8				19	
E	162	203	106				471	
CA	18	18	13				49	
TT	12	0	24				36	
SCA	11	13	18				42	
TCC	11	6	13				30	
RLM	33	41	23				97	
TOTAL	472	478	522	0	0	0	1472	1472



FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE

PROYECTO:	PROYECTO "A" MALLA 4800
MUESTREADOR:	AMANDUS GONZALO CALLA NAVARRO
N° DE FORMATO:	3
ACTIVIDAD:	INSTALACION DE TUBERIA

DESCRIPCIÓN:	11M TAREA / PEON
FECHA:	18/12/2023
HORA DE INICIO:	7:00 a. m.
HORA DE FIN:	10:30 p.m

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE

Min.	I	Min.	I	Min.	I	Min.	I	Min.	I	Min.	I	OBSERVACIONES
1	E	91	E	181	E	271	E	361	MED	451	RLM	
2	E	92	E	182	E	272	E	362	MED	452	RLM	
3	E	93	E	183	E	273	E	363	MED	453	RLM	
4	E	94	E	184	E	274	E	364	MED	454	RLM	
5	E	95	E	185	E	275	E	365	MED	455	RLM	
6	E	96	E	186	E	276	E	366	MED	456	RLM	
7	E	97	E	187	E	277	E	367	MED	457	RLM	
8	E	98	E	188	E	278	E	368	CA	458	RLM	
9	E	99	E	189	E	279	E	369	CA	459	RLM	
10	E	100	E	190	E	280	E	370	CA	460	RLM	
11	E	101	E	191	E	281	E	371	CA	461	RLM	
12	E	102	E	192	E	282	E	372	CA	462	RLM	
13	E	103	E	193	E	283	E	373	CA	463	RLM	
14	E	104	E	194	E	284	E	374	CA	464	RLM	
15	ACH	105	E	195	E	285	E	375	CA	465	RLM	
16	ACH	106	E	196	E	286	E	376	CA	466	RLM	
17	ACH	107	E	197	E	287	E	377	CA	467	RLM	
18	ACH	108	E	198	E	288	E	378	CA	468	RLM	
19	ACH	109	E	199	E	289	E	379	CA	469	RLM	
20	ACH	110	E	200	E	290	E	380	CA	470	RLM	
21	ACH	111	E	201	E	291	E	381	CA	471	MED	
22	ACH	112	E	202	E	292	E	382	CA	472	MED	
23	ESP	113	E	203	E	293	E	383	CA	473	MED	
24	ESP	114	E	204	E	294	E	384	TR	474	MED	
25	ESP	115	E	205	E	295	E	385	TR	475	MED	
26	ESP	116	E	206	MED	296	E	386	TR	476	MED	
27	ESP	117	E	207	MED	297	E	387	TR	477	MED	
28	ESP	118	E	208	MED	298	E	388	TR	478	MED	
29	ESP	119	E	209	MED	299	E	389	TR	479	MED	
30	ESP	120	E	210	MED	300	E	390	TR	480	MED	
31	ESP	121	E	211	MED	301	E	391	TR	481	MED	
32	T	122	E	212	MED	302	E	392	SCA	482	MED	
33	T	123	E	213	MED	303	E	393	SCA	483	MED	
34	T	124	E	214	MED	304	E	394	SCA	484	MED	
35	T	125	MED	215	MED	305	E	395	SCA	485	MED	
36	T	126	MED	216	MED	306	E	396	SCA	486	MED	
37	T	127	MED	217	E	307	E	397	SCA	487	MED	
38	T	128	MED	218	E	308	E	398	SCA	488	MED	
39	T	129	MED	219	E	309	E	399	SCA	489	MED	
40	TR	130	MED	220	E	310	E	400	SCA	490	MED	
41	TR	131	TR	221	E	311	E	401	SCA	491	MED	
42	TR	132	TR	222	E	312	E	402	SCA	492	MED	
43	TR	133	TR	223	E	313	E	403	SCA	493	MED	
44	TR	134	E	224	E	314	E	404	SCA	494	MED	
45	TR	135	E	225	E	315	E	405	MED	495	MED	
46	TR	136	E	226	E	316	E	406	MED	496	MED	
47	MED	137	E	227	E	317	E	407	MED	497	MED	
48	MED	138	E	228	E	318	E	408	MED	498	MED	
49	MED	139	E	229	E	319	E	409	MED	499	MED	
50	MED	140	E	230	E	320	E	410	MED	500	MED	
51	MED	141	E	231	E	321	E	411	MED	501	MED	
52	MED	142	E	232	E	322	E	412	MED	502	MED	
53	MED	143	E	233	E	323	E	413	MED	503	MED	
54	MED	144	E	234	E	324	E	414	MED	504	MED	
55	S	145	E	235	E	325	E	415	LBZ	505	MED	
56	S	146	E	236	E	326	E	416	LBZ	506	MED	
57	S	147	E	237	E	327	E	417	LBZ	507	MED	
58	S	148	E	238	E	328	E	418	LBZ	508	MED	
59	S	149	E	239	E	329	E	419	LBZ	509	MED	
60	S	150	E	240	E	330	E	420	LBZ	510	MED	
61	TR	151	E	241	E	331	E	421	LBZ	511	MED	
62	TR	152	E	242	E	332	E	422	LBZ	512	MED	
63	TR	153	E	243	E	333	E	423	LBZ	513	MED	
64	TR	154	E	244	E	334	E	424	TCC	514	MED	
65	TR	155	E	245	E	335	E	425	TCC	515	MED	
66	TR	156	E	246	E	336	E	426	TCC	516	MED	
67	TR	157	E	247	E	337	E	427	TCC	517	MED	
68	E	158	E	248	E	338	E	428	TCC	518	MED	
69	E	159	E	249	E	339	E	429	TCC	519	MED	
70	E	160	E	250	E	340	E	430	RLM	520	MED	
71	E	161	E	251	E	341	E	431	RLM	521	MED	
72	E	162	E	252	E	342	E	432	RLM	522	MED	
73	E	163	E	253	E	343	E	433	RLM	523	MED	
74	E	164	E	254	E	344	E	434	RLM	524	MED	
75	E	165	E	255	E	345	E	435	RLM	525	MED	
76	E	166	E	256	E	346	E	436	RLM	526	MED	
77	E	167	E	257	E	347	E	437	RLM	527	MED	
78	E	168	E	258	E	348	E	438	RLM	528	MED	
79	E	169	E	259	E	349	E	439	RLM	529	MED	
80	E	170	E	260	E	350	E	440	RLM	530	MED	
81	E	171	E	261	E	351	E	441	RLM	531	MED	
82	E	172	E	262	E	352	E	442	RLM	532	MED	
83	E	173	E	263	E	353	E	443	RLM	533	MED	
84	E	174	E	264	E	354	E	444	RLM	534	MED	
85	E	175	E	265	E	355	E	445	RLM	535	MED	
86	E	176	E	266	E	356	E	446	RLM	536	MED	
87	E	177	E	267	E	357	E	447	RLM	537	MED	
88	E	178	E	268	E	358	E	448	RLM	538	MED	
89	E	179	E	269	E	359	E	449	RLM	539	MED	
90	E	180	E	270	E	360	E	450	RLM	540	MED	

RECURSO	TIPO DE RECURSO	NOMBRE/ CÓDIGO
I	PEON	E
II		
III		
IV		
V		
VI		

CLASIFICACIÓN DE TRABAJO - INSTALACIÓN DE TUBERIA

CÓDIGO	ACTIVIDAD	TIPO
O	OBSERVAR	TR
C	CONVERSAR	
F	PATGA	
R	REFRIGERIO	
SH	SERVICIO HIGIENICO	
UCE	USO CELULAR	
OBS	OBSERVACIONES	TC
ESP	ESPERAS	
I	INSTRUCCION	
T	TRASLADO	
TR	TRAZO	
ACH	ACARRIO DE HERRAMIENTAS	
MED	MEDICIONES	TP
LBZ	LIMPIEZA BORDE ZARJA	
S	SEÑALIZAR	
E	EXCAVACION	
CA	CAMA DE ARENA	
TT	TENDIDO DE TUBERIA	
SCA	SOBRECAMA DE ARENA	TP
TCC	TENDIDO DE CABLE CATODICO	
RLM	RELLENO MATERIAL PROPIO	

TR	TC	TP
20%	22%	58%

OBSERVACIONES

LA TAREA CONSTA DE 11 METROS DE INSTALACION SE REALIZARON 03 OBSERVACIONES EN LOS 03 DIAS DE INTERVENCIÓN

7.31066667

	I	II	III	IV	V	VI	SUBTOTAL	TOTAL
O	0						0	96
C	0						0	
F	0						0	
R	83						83	
SH	0						0	
UCE	7						7	
OBS	3						3	
ESP	23						23	
I	21						21	
T	6						6	
TR	7						7	
ACH	8						8	
MED	44						44	
LBZ	0						0	
S	0						0	
E	203						203	
CA	16						16	
TT	0						0	
SCA	13						13	
TCC	6						6	
RLM	41						41	
TOTAL	478	0	0	0	0	0	478	279



TESIS: "RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE RED EXTERNA DE GAS NATURAL, CAJAMARCA-2023"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE MAESTRIA CON MENCIÓN EN INGENIERIA CIVIL

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE

PROYECTO:	PROYECTO "A" MALLA 4800
MUESTREADOR:	AMADEUS GONZALO CALLA NAVARRO
N° DE FORMATO:	4
ACTIVIDAD:	INSTALACIÓN DE TUBERÍA

DESCRIPCIÓN:	11M TAREA / PEON
FECHA:	17/12/2023
HORA DE INICIO:	7:00 a. m.
HORA DE FIN:	18:00 p.m

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE

Min.	I	Min.	I	Min.	I	Min.	I	Min.	I	Min.	I	OBSERVACIONES
1	I	91	E	181	E	271	E	361	E	451	SCA	
2	I	92	E	182	E	272	E	362	E	452	SCA	
3	I	93	E	183	E	273	E	363	E	453	SCA	
4	I	94	E	184	E	274	E	364	E	454	SCA	
5	I	95	E	185	E	275	E	365	E	455	SCA	
6	I	96	E	186	E	276	E	366	E	456	TCC	
7	I	97	E	187	E	277	E	367	E	457	TCC	
8	I	98	E	188	E	278	E	368	E	458	TCC	
9	I	99	E	189	E	279	E	369	E	459	TCC	
10	I	100	E	190	E	280	RLM	370	E	460	TCC	
11	I	101	RLM	191	E	281	RLM	371	E	461	TCC	
12	I	102	RLM	192	E	282	RLM	372	RLM	462	TCC	
13	I	103	RLM	193	E	283	RLM	373	RLM	463	TCC	
14	I	104	RLM	194	E	284	RLM	374	RLM	464	TCC	
15	I	105	RLM	195	E	285	RLM	375	RLM	465	TCC	
16	ACH	106	RLM	196	E	286	RLM	376	RLM	466	TCC	
17	ACH	107	RLM	197	E	287	RLM	377	RLM	467	TCC	
18	ACH	108	RLM	198	E	288	RLM	378	RLM	468	TCC	
19	ACH	109	UCC	199	E	289	RLM	379	LBZ	469	LBZ	
20	ACH	110	UCC	200	E	290	E	380	LBZ	470	LBZ	
21	ACH	111	UCC	201	E	291	E	381	LBZ	471	LBZ	
22	ACH	112	UCC	202	E	292	E	382	LBZ	472	LBZ	
23	T	113	UCC	203	E	293	E	383	LBZ	473	LBZ	
24	T	114	UCC	204	E	294	E	384	CA	474	LBZ	
25	T	115	UCC	205	E	295	E	385	CA	475	RLM	
26	T	116	UCC	206	E	296	E	386	CA	476	RLM	
27	T	117	UCC	207	E	297	LBZ	387	CA	477	RLM	
28	T	118	E	208	E	298	LBZ	388	CA	478	RLM	
29	T	119	E	209	E	299	LBZ	389	CA	479	RLM	
30	T	120	E	210	E	300	LBZ	390	CA	480	RLM	
31	T	121	E	211	E	301	LBZ	391	CA	481	RLM	
32	TR	122	E	212	E	302	LBZ	392	CA	482	RLM	
33	TR	123	E	213	E	303	LBZ	393	CA	483	RLM	
34	TR	124	E	214	E	304	RLM	394	CA	484	OBS	
35	TR	125	E	215	E	305	RLM	395	CA	485	OBS	
36	TR	126	E	216	E	306	RLM	396	CA	486	OBS	
37	TR	127	E	217	E	307	RLM	397	MED	487	OBS	
38	TR	128	E	218	E	308	RLM	398	MED	488	OBS	
39	TR	129	E	219	E	309	RLM	399	MED	489	OBS	
40	MED	130	E	220	E	310	RLM	400	MED	490	OBS	
41	MED	131	E	221	E	311	RLM	401	MED	491	OBS	
42	MED	132	E	222	E	312	RLM	402	MED	492	RLM	
43	MED	133	E	223	E	313	RLM	403	MED	493	RLM	
44	MED	134	E	224	E	314	RLM	404	TT	494	RLM	
45	MED	135	E	225	E	315	RLM	405	TT	495	RLM	
46	S	136	E	226	E	316	RLM	406	TT	496	RLM	
47	S	137	E	227	E	317	RLM	407	TT	497	RLM	
48	S	138	E	228	E	318	RLM	408	TT	498	RLM	
49	S	139	E	229	E	319	RLM	409	TT	499	RLM	
50	S	140	E	230	E	320	RLM	410	TT	500	RLM	
51	S	141	E	231	E	321	RLM	411	TT	501	RLM	
52	S	142	E	232	E	322	RLM	412	TT	502	RLM	
53	S	143	E	233	E	323	RLM	413	TT	503	RLM	
54	RLM	144	E	234	E	324	RLM	414	TT	504	RLM	
55	RLM	145	E	235	E	325	RLM	415	TT	505	RLM	
56	RLM	146	E	236	E	326	RLM	416	TT	506	RLM	
57	RLM	147	E	237	E	327	RLM	417	TT	507	RLM	
58	RLM	148	E	238	E	328	RLM	418	TT	508	RLM	
59	RLM	149	E	239	E	329	RLM	419	TT	509	RLM	
60	RLM	150	E	240	E	330	RLM	420	TT	510	RLM	
61	RLM	151	E	241	E	331	RLM	421	TT	511	RLM	
62	RLM	152	E	242	E	332	RLM	422	TT	512	RLM	
63	RLM	153	E	243	E	333	RLM	423	TT	513	RLM	
64	RLM	154	E	244	E	334	RLM	424	TT	514	RLM	
65	RLM	155	E	245	E	335	RLM	425	TT	515	MED	
66	RLM	156	E	246	E	336	RLM	426	TT	516	MED	
67	RLM	157	E	247	E	337	RLM	427	TT	517	MED	
68	E	158	E	248	E	338	RLM	428	RLM	518	MED	
69	E	159	E	249	E	339	RLM	429	RLM	519	MED	
70	E	160	E	250	E	340	RLM	430	RLM	520	MED	
71	E	161	E	251	E	341	RLM	431	RLM	521	MED	
72	E	162	E	252	E	342	RLM	432	RLM	522	MED	
73	E	163	E	253	E	343	RLM	433	RLM	523	RLM	
74	E	164	E	254	E	344	RLM	434	RLM	524	RLM	
75	E	165	E	255	E	345	RLM	435	RLM	525	RLM	
76	E	166	E	256	RLM	346	RLM	436	RLM	526	RLM	
77	E	167	E	257	RLM	347	RLM	437	RLM	527	RLM	
78	E	168	LBZ	258	RLM	348	RLM	438	SCA	528	RLM	
79	E	169	LBZ	259	RLM	349	RLM	439	SCA	529	RLM	
80	E	170	LBZ	260	E	350	RLM	440	SCA	530	RLM	
81	E	171	LBZ	261	E	351	RLM	441	SCA	531	RLM	
82	E	172	LBZ	262	E	352	RLM	442	SCA	532	RLM	
83	E	173	LBZ	263	E	353	RLM	443	SCA	533	RLM	
84	E	174	LBZ	264	E	354	RLM	444	SCA	534	RLM	
85	E	175	LBZ	265	E	355	RLM	445	SCA	535	RLM	
86	E	176	LBZ	266	E	356	RLM	446	SCA	536	RLM	
87	E	177	LBZ	267	E	357	RLM	447	SCA	537	RLM	
88	E	178	T	268	E	358	RLM	448	SCA	538	RLM	
89	E	179	T	269	E	359	RLM	449	SCA	539	RLM	
90	E	180	T	270	E	360	RLM	450	SCA	540	RLM	

RECURSO	TIPO DE RECURSO	NOMBRE/ CÓDIGO
I	PEON	F
II		
III		
IV		
V		
VI		

CLASIFICACIÓN DE TRABAJO - INSTALACIÓN DE TUBERÍA

CÓDIGO	ACTIVIDAD	TIPO
O	OBSERVAR	20%
C	CONVERSAR	
F	FATIGA	
R	REFRIGERIO	
SH	SERVICIO HIGIENICO	
UCE	USO CELULAR	
OBS	OBSERVACIONES	
ESP	ESPERAR	
I	INSTRUCCIÓN	
T	TRASLADO	
TR	TRAZO	10%
ACH	ACAPERO DE HERRAMIENTAS	
MED	MEDICIONES	
LBZ	LIMPIEZA BORDE ZANJA	
S	SEÑALIZAR	
E	EXCAVACIÓN	55%
CA	CAMA DE ARENA	
TT	TENDIDO DE TUBERÍA	
SCA	SOPRECAMA DE ARENA	
TCC	TENDIDO DE CABLE CATODICO	
RLM	RELLENO MATERIAL PROPIO	

20%	10%	55%
-----	-----	-----

OBSERVACIONES

LA TAREA CONSTA DE 11 METROS DE INSTALACION
SE REALIZARON 03 OBSERVACIONES EN LOS 03 DIAS DE INTERVENCION

	I	II	III	IV	V	VI	SUBTOTAL	TOTAL
O	0						0	136
C	5						5	
F	4						4	
R	57						57	
SH	0						0	
UCE	0						0	
OBS	18						18	
ESP	45						45	
I	15						15	
T	12						12	
TR	8						8	
ACH	7						7	
MED	21						21	
LBZ	28						28	
S	8						8	
E	108						108	
CA	13						13	
TT	24						24	
SCA	18						18	
TCC	13						13	
RLM	23						23	
TOTAL	522	0	0	0	0	0	522	287



TESIS: "RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE RED EXTERNA DE GAS NATURAL, CAJAMARCA-2023"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE MAESTRÍA CON MENCIÓN EN INGENIERÍA CIVIL

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE

PROYECTO:	PROYECTO "A" MALLA 4800
MUESTREADOR:	AMADEUS GONZALO CALLA NAVARRO
N° DE FORMATO:	5
ACTIVIDAD:	COMPACTACIÓN Y REPOSICIÓN

DESCRIPCIÓN:	11 M DE TAREA / PEDN
FECHA:	15/12/2023
HORA DE INICIO:	7:00 a. m.
HORA DE FIN:	18:45 p.m.

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE

Mn.	I	Mn.	I	Mn.	I	Mn.	I	Mn.	I	Mn.	I	Mn.	I	Mn.	I	Mn.	I	Mn.	I	Mn.	I	Mn.	I	OBSERVACIONES	
1	I	91	MAT	181	REP	271	I	361	CSB	451	ACH	541	CB												
2	I	92	MAT	182	REP	272	I	362	CSB	452	ACH	542	CB												
3	I	93	MAT	183	REP	273	I	363	CSB	453	ACH	543	CB												
4	I	94	MAT	184	REP	274	I	364	CSB	454	ACH	544	CB												
5	I	95	MAT	185	REP	275	I	365	CSB	455	ACH	545	CB												
6	I	96	MAT	186	REP	276	I	366	CSB	456	ACH	546	CB												
7	I	97	MAT	187	REP	277	I	367	CSB	457	ACH	547	CB												
8	I	98	MAT	188	REP	278	I	368	CSB	458	ACH	548	CB												
9	I	99	MAT	189	REP	279	I	369	CSB	459	ACH	549	CB												
10	T	100	MAT	190	REP	280	I	370	CSB	460	T	550	CB												
11	T	101	MAT	191	REP	281	MAT	371	CSB	461	T	551	CB												
12	T	102	MAT	192	REP	282	MAT	372	MOT	462	T	552	CB												
13	T	103	MAT	193	REP	283	MAT	373	MOT	463	T	553	CB												
14	T	104	MAT	194	REP	284	MAT	374	MOT	464	T	554	CB												
15	T	105	MAT	195	REP	285	MAT	375	MOT	465	CSB	555	CB												
16	T	106	MAT	196	REP	286	MAT	376	MOT	466	CSB	556	REP												
17	T	107	MAT	197	REP	287	HA	377	MOT	467	CSB	557	REP												
18	CSB	198	MAT	198	REP	288	HA	378	MOT	468	CSB	558	REP												
19	CSB	199	MAT	199	REP	289	HA	379	MOT	469	CSB	559	REP												
20	CSB	200	MAT	200	REP	290	HA	380	MOT	470	CSB	560	REP												
21	CSB	201	MAT	201	REP	291	HA	381	MOT	471	CSB	561	REP												
22	CSB	202	MAT	202	REP	292	HA	382	MOT	472	CSB	562	REP												
23	CSB	203	MAT	203	REP	293	CSB	383	MOT	473	CSB	563	REP												
24	CSB	204	MAT	204	REP	294	CSB	384	REP	474	CSB	564	REP												
25	CSB	205	MAT	205	REP	295	CSB	385	REP	475	CSB	565	REP												
26	CSB	206	MAT	206	MAT	296	CSB	386	REP	476	CSB	566	REP												
27	CSB	207	MAT	207	MAT	297	CSB	387	REP	477	CSB	567	REP												
28	CSB	208	MAT	208	MAT	298	CSB	388	REP	478	CSB	568	REP												
29	CSB	209	MAT	209	MAT	299	CSB	389	REP	479	CSB	569	REP												
30	CSB	210	MAT	210	MAT	300	CSB	390	REP	480	CSB	570	REP												
31	HA	211	MAT	211	MAT	301	CSB	391	REP	481	CSB	571	REP												
32	HA	212	MAT	212	MAT	302	R	392	MED	482	CSB	572	REP												
33	HA	213	MAT	213	MAT	303	R	393	MED	483	HA	573	REP												
34	HA	214	MAT	214	MAT	304	R	394	MED	484	HA	574	REP												
35	CSB	215	MAT	215	MAT	305	R	395	MED	485	HA	575	REP												
36	CSB	216	MAT	216	MAT	306	R	396	MED	486	HA	576	REP												
37	CSB	217	MAT	217	MAT	307	R	397	MED	487	HA	577	REP												
38	CSB	218	MAT	218	MAT	308	R	398	MED	488	HA	578	REP												
39	CSB	219	MAT	219	MAT	309	R	399	MED	489	CSB	579	REP												
40	CSB	220	MAT	220	MAT	310	R	400	MED	490	CSB	580	REP												
41	EDC	221	MAT	221	MAT	311	R	401	MED	491	CSB	581	REP												
42	EDC	222	MAT	222	MAT	312	R	402	MED	492	CSB	582	REP												
43	EDC	223	MAT	223	MAT	313	R	403	CB	493	CSB	583	REP												
44	EDC	224	MAT	224	MAT	314	R	404	CB	494	CSB	584	REP												
45	EDC	225	MAT	225	MAT	315	R	405	CB	495	CSB	585	REP												
46	EDC	226	MAT	226	MAT	316	R	406	CB	496	CSB	586	REP												
47	EDC	227	MAT	227	MAT	317	R	407	CB	497	CSB	587	REP												
48	EDC	228	MAT	228	MAT	318	R	408	CB	498	CSB	588	REP												
49	EDC	229	MAT	229	MAT	319	R	409	CB	499	CSB	589	REP												
50	EDC	230	MAT	230	MAT	320	R	410	CB	500	CSB	590	REP												
51	EDC	231	MAT	231	MAT	321	R	411	CB	501	CSB	591	REP												
52	EDC	232	MAT	232	MAT	322	R	412	CB	502	CSB	592	REP												
53	REP	233	MAT	233	MAT	323	R	413	CB	503	EDC	593	REP												
54	REP	234	MAT	234	MAT	324	R	414	CB	504	EDC	594													
55	REP	235	MAT	235	MAT	325	R	415	CB	505	EDC	595													
56	REP	236	MAT	236	MAT	326	R	416	CB	506	EDC	596													
57	REP	237	MAT	237	MAT	327	R	417	CB	507	EDC	597													
58	REP	238	MAT	238	MAT	328	R	418	CB	508	EDC	598													
59	REP	239	MOT	239	MOT	329	R	419	CB	509	EDC	599													
60	CB	240	MOT	240	MOT	330	R	420	REP	510	EDC	600													
61	CB	241	MOT	241	MOT	331	R	421	REP	511	EDC	601													
62	CB	242	MOT	242	MOT	332	R	422	REP	512	EDC	602													
63	CB	243	MOT	243	MOT	333	R	423	REP	513	REP	603													
64	CB	244	MOT	244	MOT	334	R	424	REP	514	REP	604													
65	CB	245	MOT	245	MOT	335	R	425	REP	515	REP	605													
66	CB	246	MOT	246	MOT	336	R	426	REP	516	REP	606													
67	CB	247	MOT	247	MOT	337	R	427	REP	517	WC	607													
68	CB	248	MOT	248	MOT	338	R	428	REP	518	WC	608													
69	CB	249	MOT	249	MOT	339	R	429	REP	519	WC	609													
70	CB	250	MOT	250	MOT	340	R	430	REP	520	WC	610													
71	CB	251	MOT	251	MOT	341	R	431	REP	521	WC	611													
72	CB	252	MOT	252	MOT	342	R	432	REP	522	WC	612													
73	CB	253	MOT	253	MOT	343	R	433	MOT	523	WC	613													
74	CB	254	MOT	254	MOT	344	R	434	MOT	524	WC	614													
75	CB	255	MOT	255	MOT	345	R	435	MOT	525	WC	615													
76	CB	256	MOT	256	MOT	346	R	436	MOT	526	WC	616													
77	CB	257	MOT	257	MOT	347	R	437	MOT	527	WC	617													
78	CB	258	MOT	258	MOT	348	R	438																	



TESIS: "RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE RED EXTERNA DE GAS NATURAL, CAJAMARCA-2023"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE MAESTRIA CON MENCION EN INGENIERIA CIVIL

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE

PROYECTO:	PROYECTO "A" MALLA 4800
MUESTREADOR:	AMADEUS GONZALO CALLA NAVARRO
N° DE FORMATO:	8
ACTIVIDAD:	COMPACTACIÓN Y REPOSICIÓN

DESCRIPCIÓN:	11 M DE TAREA / PEÓN
FECHA:	16/12/2023
HORA DE INICIO:	7:00 a.m.
HORA DE FIN:	17:13 p.m.

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE

Mín.	I	Mín.	I	Mín.	I	Mín.	II	Mín.	II	OBSERVACIONES			
1	I	91	CB	181	MAT	271	MOT	361	MOT	451	CSB	541	CB
2	I	92	CB	182	MAT	272	MAT	362	MOT	452	CSB	542	CB
3	I	93	CB	183	MAT	273	MAT	363	T	453	CSB	543	CB
4	I	94	CB	184	MAT	274	MAT	364	T	454	CSB	544	CB
5	I	95	CB	185	EDC	275	MAT	365	T	455	CSB	545	CB
6	I	96	HA	186	EDC	276	MAT	366	T	456	CSB	546	CB
7	I	97	HA	187	EDC	277	MAT	367	T	457	CSB	547	CB
8	I	98	HA	188	EDC	278	MAT	368	T	458	CSB	548	CB
9	I	99	HA	189	EDC	279	MAT	369	T	459	CSB	549	CB
10	I	100	HA	190	EDC	280	MAT	370	MOT	460	CSB	550	CB
11	I	101	HA	191	EDC	281	MAT	371	MOT	461	CSB	551	CB
12	I	102	HA	192	EDC	282	MAT	372	MOT	462	CSB	552	CB
13	I	103	HA	193	EDC	283	MAT	373	MOT	463	CSB	553	CB
14	I	104	HA	194	EDC	284	MAT	374	MOT	464	CSB	554	CB
15	I	105	HA	195	EDC	285	MAT	375	MOT	465	CSB	555	CB
16	I	106	HA	196	EDC	286	MAT	376	MOT	466	CSB	556	CB
17	T	107	HA	197	EDC	287	MAT	377	MOT	467	CSB	557	CB
18	T	108	EDC	198	EDC	288	MAT	378	MOT	468	HA	558	REP
19	T	109	EDC	199	EDC	289	MAT	379	MOT	469	HA	559	REP
20	T	110	EDC	200	EDC	290	MAT	380	MOT	470	HA	560	REP
21	T	111	EDC	201	EDC	291	MAT	381	MOT	471	HA	561	REP
22	T	112	EDC	202	EDC	292	MAT	382	MOT	472	HA	562	REP
23	ACH	113	EDC	203	EDC	293	MAT	383	P	473	HA	563	REP
24	ACH	114	EDC	204	EDC	294	MAT	384	P	474	HA	564	REP
25	ACH	115	EDC	205	EDC	295	MAT	385	P	475	HA	565	REP
26	ACH	116	REP	206	EDC	296	MAT	386	P	476	HA	566	REP
27	ACH	117	REP	207	EDC	297	MAT	387	P	477	HA	567	REP
28	HA	118	REP	208	EDC	298	MAT	388	P	478	INC	568	HA
29	HA	119	REP	209	EDC	299	MAT	389	P	479	INC	569	HA
30	HA	120	REP	210	EDC	300	P	390	P	480	INC	570	HA
31	HA	121	REP	211	EDC	301	P	391	P	481	INC	571	HA
32	HA	122	REP	212	EDC	302	P	392	REP	482	INC	572	HA
33	CSB	123	REP	213	EDC	303	P	393	REP	483	INC	573	HA
34	CSB	124	REP	214	MAT	304	P	394	REP	484	INC	574	HA
35	CSB	125	REP	215	MAT	305	P	395	REP	485	INC	575	REP
36	CSB	126	REP	216	MAT	306	P	396	REP	486	INC	576	REP
37	CSB	127	REP	217	MAT	307	P	397	REP	487	INC	577	REP
38	CSB	128	REP	218	MAT	308	P	398	REP	488	INC	578	REP
39	CSB	129	REP	219	MAT	309	P	399	REP	489	CSB	579	REP
40	CSB	130	REP	220	MAT	310	P	400	REP	490	CSB	580	REP
41	CSB	131	REP	221	MAT	311	P	401	REP	491	CSB	581	REP
42	CSB	132	REP	222	MAT	312	P	402	REP	492	CSB	582	REP
43	CSB	133	REP	223	MAT	313	P	403	REP	493	CSB	583	REP
44	CSB	134	REP	224	MAT	314	P	404	REP	494	CSB	584	REP
45	CSB	135	REP	225	MAT	315	P	405	REP	495	CSB	585	REP
46	CSB	136	REP	226	MAT	316	P	406	REP	496	CSB	586	REP
47	CSB	137	REP	227	MAT	317	P	407	REP	497	CSB	587	REP
48	CSB	138	REP	228	MAT	318	P	408	MED	498	CSB	588	REP
49	CSB	139	REP	229	MAT	319	P	409	MED	499	CSB	589	REP
50	HA	140	REP	230	MAT	320	P	410	MED	500	CSB	590	REP
51	HA	141	REP	231	MAT	321	P	411	MED	501	CSB	591	REP
52	HA	142	REP	232	MAT	322	P	412	MED	502	CSB	592	REP
53	HA	143	REP	233	MAT	323	P	413	MED	503	CSB	593	REP
54	HA	144	REP	234	MAT	324	P	414	MED	504	CSB	594	REP
55	HA	145	REP	235	MAT	325	P	415	MED	505	CSB	595	REP
56	HA	146	REP	236	MAT	326	P	416	MED	506	CSB	596	REP
57	CSB	147	REP	237	MAT	327	P	417	MED	507	CSB	597	REP
58	CSB	148	MAT	238	EDC	328	P	418	MED	508	CSB	598	REP
59	CSB	149	MAT	239	EDC	329	P	419	MED	509	CSB	599	REP
60	CSB	150	MAT	240	EDC	330	P	420	EDC	510	CSB	600	REP
61	CSB	151	MAT	241	EDC	331	P	421	EDC	511	CSB	601	REP
62	CSB	152	MAT	242	EDC	332	P	422	EDC	512	EDC	602	REP
63	CSB	153	MAT	243	EDC	333	P	423	EDC	513	EDC	603	REP
64	CSB	154	MAT	244	EDC	334	P	424	EDC	514	EDC	604	REP
65	CSB	155	MAT	245	EDC	335	P	425	EDC	515	EDC	605	REP
66	CSB	156	MAT	246	EDC	336	P	426	EDC	516	EDC	606	REP
67	CB	157	MAT	247	EDC	337	P	427	EDC	517	EDC	607	REP
68	CB	158	MAT	248	EDC	338	P	428	EDC	518	EDC	608	REP
69	CB	159	MAT	249	EDC	339	P	429	EDC	519	EDC	609	REP
70	CB	160	MAT	250	EDC	340	P	430	EDC	520	EDC	610	REP
71	CB	161	MAT	251	EDC	341	P	431	EDC	521	EDC	611	REP
72	CB	162	MAT	252	EDC	342	P	432	EDC	522	EDC	612	REP
73	CB	163	MAT	253	EDC	343	P	433	EDC	523	EDC	613	REP
74	CB	164	MAT	254	EDC	344	P	434	EDC	524	EDC	614	REP
75	CB	165	MAT	255	MOT	345	P	435	MOT	525	EDC	615	REP
76	CB	166	MAT	256	MOT	346	P	436	MOT	526	EDC	616	REP
77	CB	167	MAT	257	MOT	347	P	437	MOT	527	INC	617	REP
78	CB	168	MAT	258	MOT	348	P	438	MOT	528	INC	618	REP
79	CB	169	MAT	259	MOT	349	P	439	MOT	529	INC	619	REP
80	CB	170	MAT	260	MOT	350	P	440	MOT	530	INC	620	REP
81	CB	171	MAT	261	MOT	351	P	441	MOT	531	INC	621	REP
82	CB	172	MAT	262	MOT	352	P	442	MOT	532	INC	622	REP
83	CB	173	MAT	263	MOT	353	P	443	MOT	533	INC	623	REP
84	CB	174	MAT	264	MOT	354	P	444	MOT	534	INC	624	REP
85	CB	175	MAT	265	MOT	355	P	445	MOT	535	INC	625	REP
86	CB	176	MAT	266	MOT	356	P	446	MOT	536	INC	626	REP
87	CB	177	MAT	267	MOT	357	P	447	MOT	537	INC	627	REP
88	CB	178	MAT	268	MOT	358	P	448	MOT	538	INC	628	REP
89	CB	179	MAT	269	MOT	359	P	449	MOT	539	INC	629	REP
90	CB	180	MAT	270	MOT	360	P	450	MOT	540	CB	630	REP

RECURSO	TIPO DE RECURSO	NOMBRE/ CÓDIGO
I	OPERARIO	O
II	OPERARIO	H
IV	OPERARIO	I
V		
VI		

CLASIFICACIÓN DE TRABAJO - COMPACTACIÓN / REPOSICIÓN

CÓDIGO	ACTIVIDAD	TIPO
O	OBSERVAR	TR
C	CONVERSAR	
F	FATIGA	
SR	SERVICIO HIGIENICO	
OBS	OBSERVACIONES	
ESP	ESPERAS	TC
R	REFRIGERIO	
I	INSTRUCCION	
T	TRASLADO	
HA	RECHAR AGUA	
ACH	ACARPIO DE HERRAMIENTAS	TC
MED	MEDICIONES	
EDC	ENSAYO DENSIDAD CAMPO	
MAT	MATERIALES	
MOT	MOVIMIENTO DE TIERRAS	
CSB	COMPACTACION DE SUB BASE	TP
INC	INSTALACION DE CINTA	
CB	COMPACTACION DE BASE	
REP	REPOSICION	

TR	TC	TP
20%	45%	35%

OBSERVACIONES

LA TAREA CONSTA DE 11 METROS DE INSTALACION DE TUBERIA EN TERRENO NATURAL SE REALIZARON 93 OBSERVACIONES EN LOS 93 DIAS DE INTERVENCIÓN

	I	II	IV	V	VI	SUBTOTAL	TOTAL
O	0					0	119
C	0					0	
F	14					14	
SR	0					0	
OBS	0					0	
ESP	44					44	275
R	81					81	
I	18					18	
T	13					13	
HA	41					41	
ACH	5					5	214
MED	12					12	
EDC	56					56	
MAT	85					85	
MOT	47					47	
CSB	67					67	214
INC	24					24	
CB	48					48	
REP	75					75	
TOTAL	608	0	0	0	0	608	



TESIS: "RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE RED EXTERNA DE GAS NATURAL, CAJAMARCA-2023"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE MAESTRIA CON MENCIÓN EN INGENIERÍA CIVIL

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE

PROYECTO:	PROYECTO "A" MALLA 4800
MUESTREADOR:	AMADEUS GONZALO CALLA NAVARRO
N° DE FORMATO:	7
ACTIVIDAD:	COMPACTACION Y REPOSICIÓN

DESCRIPCIÓN:	11 M DE TAREA / PEON
FECHA:	17/12/2023
HORA DE INICIO:	7:00 a. m.
HORA DE FIN:	16:00 p.m

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE

Mín.	I	II	III	Mín.	I	II	III	Mín.	IV	Mín.	V	VI	OBSERVACIONES
1	I	81	REP	181	CB	271	REP	361	ACH	451	INC		
2	I	82	REP	182	CB	272	REP	362	ACH	452	INC		
3	I	83	REP	183	CB	273	REP	363	ACH	453	INC		
4	I	84	REP	184	CB	274	REP	364	ACH	454	INC		
5	I	85	REP	185	CB	275	REP	365	ACH	455	INC		
6	I	86	REP	186	CB	276	REP	366	ACH	456	INC		
7	I	87	REP	187	CB	277	REP	367	ACH	457	INC		
8	I	88	REP	188	CB	278	REP	368	ACH	458	INC		
9	I	89	REP	189	CB	279	REP	369	ACH	459	INC		
10	I	90	REP	190	CB	280	REP	370	ACH	460	INC		
11	I	91	REP	191	CB	281	MAT	371	ACH	461	INC		
12	I	92	REP	192	CB	282	MAT	372	ACH	462	INC		
13	I	93	REP	193	CB	283	MAT	373	ACH	463	INC		
14	I	94	MED	194	CB	284	MAT	374	ACH	464	EDC		
15	HA	105	MED	195	CB	285	MAT	375	REP	465	EDC		
16	HA	106	MED	196	CB	286	MAT	376	REP	466	EDC		
17	HA	107	MED	197	CB	287	MAT	377	REP	467	EDC		
18	HA	108	MED	198	CB	288	MAT	378	REP	468	EDC		
19	HA	109	MED	199	CB	289	MAT	379	REP	469	EDC		
20	HA	110	MED	200	CSB	290	CSB	380	REP	470	EDC		
21	HA	111	MED	201	CSB	291	CSB	381	REP	471	CB		
22	HA	112	MED	202	CSB	292	CSB	382	REP	472	CB		
23	HA	113	MED	203	CSB	293	CSB	383	REP	473	CB		
24	HA	114	MED	204	CSB	294	CSB	384	REP	474	CB		
25	HA	115	MED	205	CSB	295	CSB	385	REP	475	CB		
26	CB	116	MED	206	CSB	296	REP	386	CSB	476	CB		
27	CB	117	MED	207	CSB	297	REP	387	CSB	477	CB		
28	CB	118	MED	208	CSB	298	R	388	CSB	478	CB		
29	CB	119	MED	209	CSB	299	R	389	CSB	479	CB		
30	CB	120	MED	210	CSB	300	R	390	CSB	480	CB		
31	CB	121	MED	211	CSB	301	R	391	CSB	481	CB		
32	CB	122	MED	212	CSB	302	R	392	CSB	482	CB		
33	CB	123	MED	213	CSB	303	R	393	CSB	483	CB		
34	CB	124	MAT	214	CSB	304	R	394	CSB	484	CB		
35	CB	125	MAT	215	CSB	305	R	395	CSB	485	CB		
36	CB	126	MAT	216	CSB	306	R	396	CSB	486	CB		
37	CB	127	REP	217	MAT	307	R	397	CSB	487	CB		
38	CB	128	REP	218	MAT	308	R	398	CSB	488	CB		
39	CB	129	REP	219	MAT	309	R	399	CSB	489	CB		
40	CB	130	REP	220	MAT	310	R	400	CSB	490	CB		
41	EDC	131	REP	221	MAT	311	R	401	CSB	491	HA		
42	EDC	132	REP	222	MAT	312	R	402	CSB	492	HA		
43	EDC	133	REP	223	MAT	313	R	403	CSB	493	HA		
44	EDC	134	REP	224	MAT	314	R	404	CSB	494	HA		
45	EDC	135	REP	225	MAT	315	R	405	CSB	495	HA		
46	EDC	136	REP	226	MAT	316	R	406	CSB	496	HA		
47	EDC	137	REP	227	MAT	317	R	407	HA	497	REP		
48	EDC	138	REP	228	MAT	318	R	408	HA	498	REP		
49	EDC	139	REP	229	MAT	319	R	409	HA	499	REP		
50	EDC	140	REP	230	MAT	320	R	410	HA	500	REP		
51	EDC	141	MAT	231	MAT	321	R	411	HA	501	REP		
52	EDC	142	MAT	232	MAT	322	R	412	HA	502	REP		
53	EDC	143	MAT	233	MAT	323	R	413	HA	503	REP		
54	EDC	144	MAT	234	MAT	324	R	414	HA	504	REP		
55	EDC	145	MAT	235	MAT	325	R	415	HA	505	REP		
56	CB	146	MAT	236	MAT	326	R	416	CSB	506	REP		
57	CB	147	MAT	237	MAT	327	R	417	CSB	507	REP		
58	CB	148	MAT	238	MAT	328	R	418	CSB	508	REP		
59	CB	149	MAT	239	MOT	329	R	419	CSB	509	REP		
60	CB	150	MAT	240	MOT	330	R	420	CSB	510	REP		
61	CB	151	MAT	241	MOT	331	R	421	CSB	511	REP		
62	CB	152	MAT	242	MOT	332	R	422	CSB	512	REP		
63	CB	153	MAT	243	MOT	333	R	423	CSB	513	REP		
64	CB	154	MAT	244	MOT	334	R	424	CSB	514	REP		
65	HA	155	MAT	245	MOT	335	R	425	EDC	515	REP		
66	HA	156	MAT	246	MOT	336	R	426	EDC	516	REP		
67	HA	157	MAT	247	MOT	337	R	427	EDC	517	REP		
68	HA	158	MAT	248	MOT	338	R	428	EDC	518	REP		
69	HA	159	MAT	249	MOT	339	R	429	EDC	519	REP		
70	HA	160	MAT	250	MOT	340	R	430	EDC	520	REP		
71	REP	161	REP	251	MOT	341	R	431	EDC	521	REP		
72	REP	162	REP	252	MOT	342	R	432	EDC	522	REP		
73	REP	163	REP	253	MOT	343	R	433	EDC	523	REP		
74	REP	164	REP	254	MOT	344	R	434	EDC	524	REP		
75	REP	165	REP	255	MOT	345	R	435	EDC	525	REP		
76	REP	166	REP	256	MOT	346	R	436	EDC	526	REP		
77	REP	167	REP	257	MOT	347	R	437	EDC	527	REP		
78	REP	168	REP	258	CSB	348	R	438	EDC	528	REP		
79	REP	169	REP	259	CSB	349	R	439	EDC	529	REP		
80	REP	170	REP	260	CSB	350	R	440	EDC	530	REP		
81	REP	171	REP	261	CSB	351	R	441	EDC	531	REP		
82	REP	172	REP	262	CSB	352	R	442	EDC	532	REP		
83	REP	173	REP	263	CSB	353	R	443	EDC	533	REP		
84	REP	174	REP	264	CSB	354	R	444	EDC	534	REP		
85	REP	175	REP	265	CSB	355	R	445	INC	535	REP		
86	REP	176	REP	266	CSB	356	R	446	INC	536	REP		
87	REP	177	REP	267	CSB	357	R	447	INC	537	REP		
88	REP	178	REP	268	CSB	358	R	448	INC	538	REP		
89	REP	179	REP	269	CSB	359	R	449	INC	539	REP		
90	REP	180	REP	270	CSB	360	R	450	INC	540	REP		

RECURSO	TIPO DE RECURSO	NOMBRE/ CÓDIGO
I	OPERARIO	O
II	OPERARIO	II
III	OPERARIO	I
IV		
V		
VI		

CLASIFICACIÓN DE TRABAJO - COMPACTACIÓN / REPOSICIÓN

CÓDIGO	ACTIVIDAD	TIPO
O	OBSERVAR	TP
C	CONVERSAR	
F	FATIGA	
SH	SERVICIO HIGIENICO	
DBS	OBSERVACIONES	
ESP	ESPERAS	
R	REFRIGERIO	
I	INSTRUCCION	TC
T	TRASLADO	
NA	HECHAR AGUA	
ACH	ACARRIO DE HERRAMIENTAS	
MED	MEDICIONES	
EDC	ENSAJO DENSIDAD CAMPO	
MAT	MATERIALES	
MOT	MOVIMIENTO DE TIERRAS	
CSB	COMPACTACION DE SUB BASE	TP
INC	INSTALACION DE CINTA	
CB	COMPACTACION DE BASE	
REP	REPOSICION	

TP	TC	TP
30%	36%	44%

OBSERVACIONES

LA TARZA CONSTA DE 11 METROS DE INSTALACION DE TUBERIA EN CONCRETO DE REALIZACION 03 OBSERVACIONES EN LOS 03 DIAS DE INTERVENCIÓN

278 4.63333333 0 256 4.3

	I	II	III	IV	V	VI	SUBTOTAL	TOTAL
O	8						8	
C	8						8	
F	8						8	
SH	10						10	106
DBS	8						8	
ESP	33						33	
R	63						63	
I	14						14	
T	8						8	
NA	32						32	195
ACH	14						14	
MED	20						20	
EDC	42						42	
MAT	54						54	
MOT	19						19	
CSB	80						80	
INC	19						19	238
CB	63						63	
REP	96						96	
TOTAL	539	0	0	0	0	0	539	

Apéndice 3. Informe de carta balance por proyecto

Se presenta los 4 informes de la evaluación de las cartas balances de cada actividad del proyecto “A” como muestra, presentando los resultados en la secuencia **proyecto/ partida/ muestra (tiempo)**, además información complementaria como carta balance por proyecto (ver apéndice 2), informe de carta balance (ver apéndice 3), reportes de carta balance (ver apéndice 4) el soporte fotográfico (ver apéndice 7 y 8) y para complementar la información de todos los proyectos de forma digital, puede ver el siguiente Quick Response (QR) que cuenta con las 24 informes correspondientes al rango páginas 204 al 233:



Figura 77

Informe carta balance proyecto A/calicata/01 (224 min.) - 02 (225 min.) – 03 (229 min.)

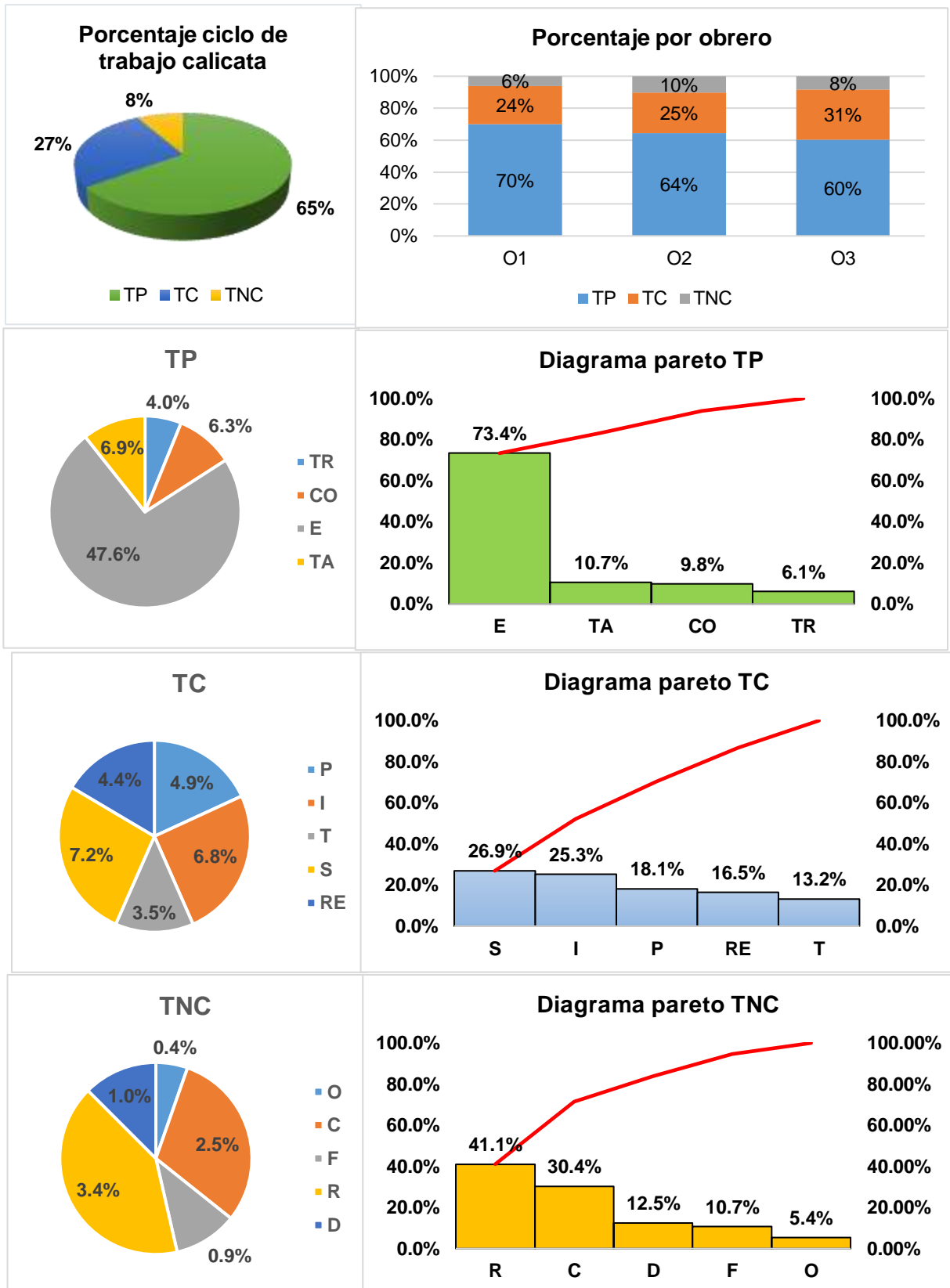


Figura 78

Informe carta balance proyecto A/instalación de tubería/01 (472 min.) - 02 (478 min.) – 03 (522 min.)

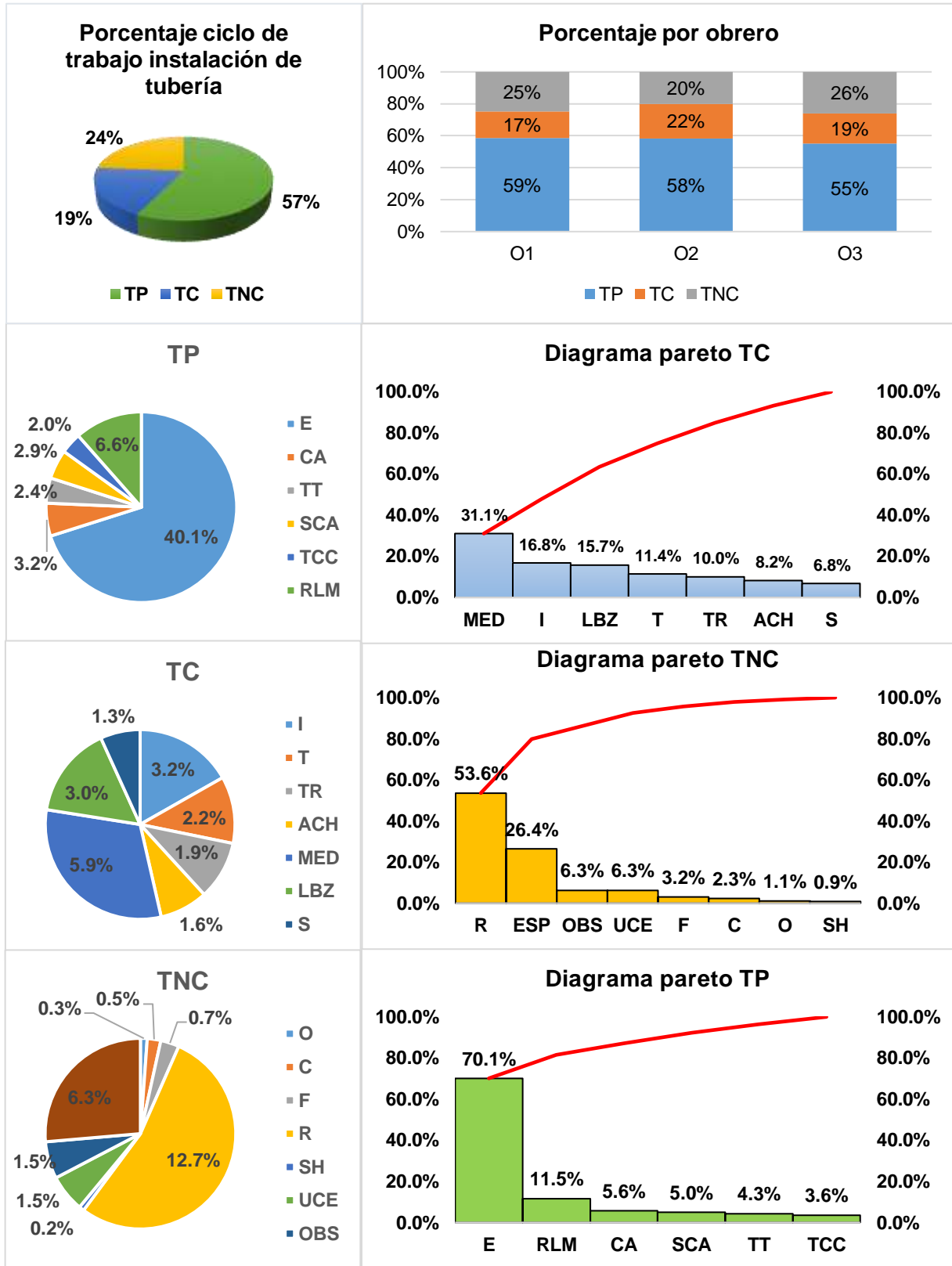


Figura 79

Informe carta balance proyecto A/Compactación- reposición de pavimento/01 (593 min.) - 02 (608 min.) – 03 (593 min.)

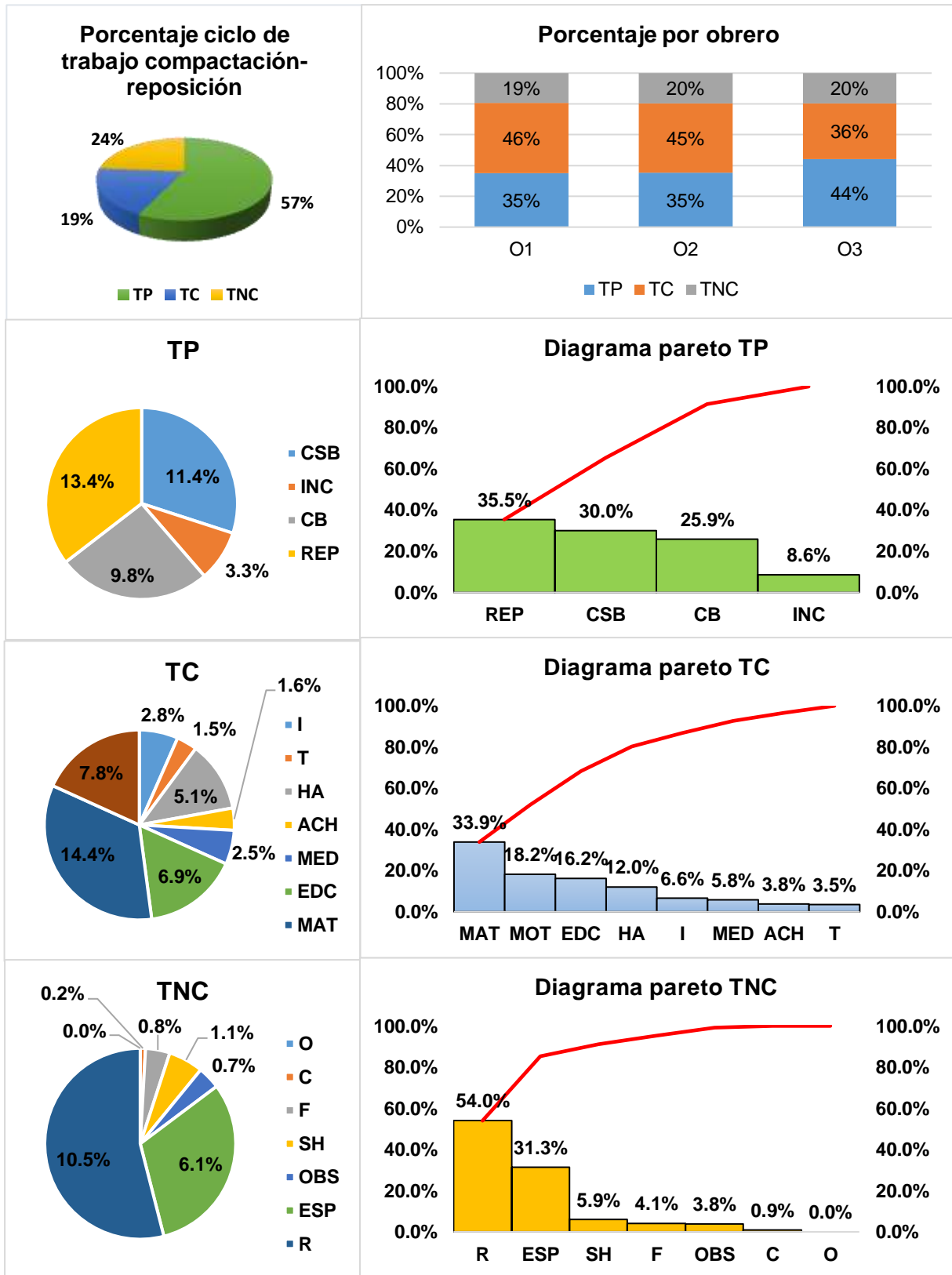
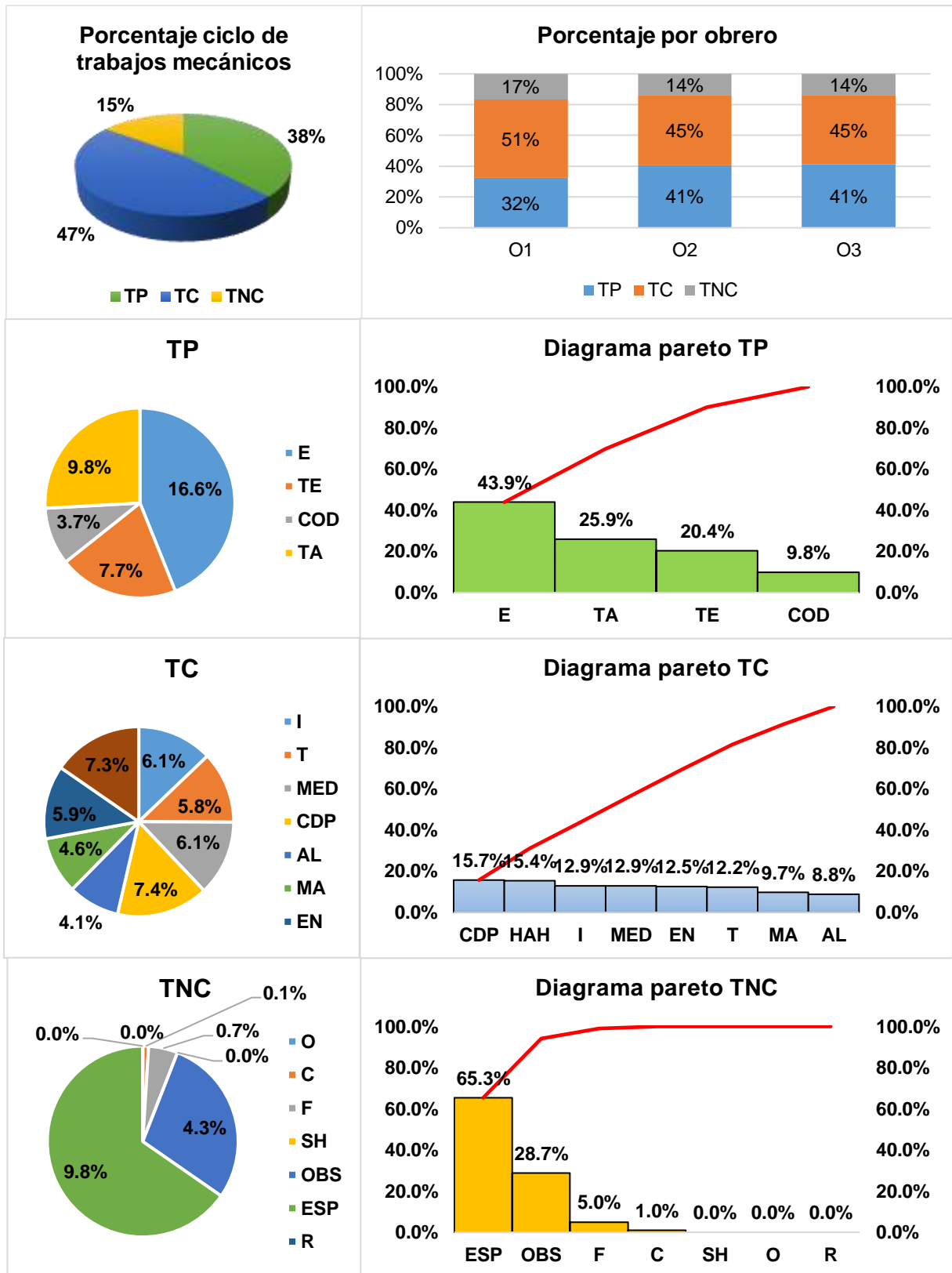


Figura 80

Informe carta balance proyecto A/trabajos mecánicos/01 (247 min.) - 02 (209 min.) – 03 (219 min.)



Se aprecia en la figura 77 de torta y barras apilado que el ciclo de trabajo de 03 muestras de actividad de calicatas, mostrando una distribución promedio del trabajo productivo con un 65%, trabajo contributivo con un 27% y trabajo no contributivo con un 8%.

Por otra parte, se muestra la distribución por actividad de la actividad de calicatas reflejando que el trabajo productivo la actividad de excavación con un 47.60% es la más recurrente, del mismo modo el trabajo contributivo, la actividad es señalar el área de trabajo con un 7.2% y finalmente el trabajo no contributivo, la actividad es refrigerio con 41.10%.

Finalmente, en la figura de Pareto las actividades que muestran las posibles causas de los futuros problemas mostrando que en el trabajo contributivo se encuentra las actividades de señalar el área de trabajo con un 26.90% y el recibir indicaciones con un 25.30 % y en el trabajo no contributivo son el refrigerio con un 41.10% y conversar con una 30.40 %.

De la figura 78 de torta y barras apilado que el ciclo de trabajo de 03 muestras de la actividad de instalación de tubería, mostrando una distribución promedio del trabajo productivo con un 57%, trabajo contributivo con un 19% y trabajo no contributivo con un 24%.

Por otra parte, se muestra la distribución por actividad de la actividad de instalación de tubería reflejando que el trabajo productivo la actividad de excavación con un 40.10% es la más recurrente, del mismo modo el trabajo contributivo, la actividad es mediciones con un 5.9% y finalmente el trabajo no contributivo, la actividad es refrigerio con 12.70%.

Finalmente, en la figura de Pareto las actividades que muestran las posibles causas de los futuros problemas mostrando que en el trabajo contributivo se encuentra las actividades de mediciones con un 31.10%, recibir indicaciones con un 16.80% y limpieza de borde de zanja con un 15.70%, así mismo en el trabajo no contributivo son el refrigerio con un 53.60% y esperas con un 26.40%.

Se muestra figura 79 de torta y barras apilado que el ciclo de trabajo de 03 muestras de la actividad de compactación y reposición de pavimento, mostrando una distribución promedio del trabajo productivo con un 57%, trabajo contributivo con un 19% y trabajo no contributivo con un 24%.

Por otra parte, la figura muestra la distribución por actividad de la actividad de compactación y reposición de pavimento reflejando que el trabajo productivo la actividad de

reposición con un 13.40% es la más recurrente, del mismo modo el trabajo contributivo, la actividad es materiales con un 14.40% y finalmente el trabajo no contributivo, la actividad es refrigerio con 10.50%.

Finalmente, en la figura de Pareto las actividades que muestran las posibles causas de los futuros problemas mostrando que en el trabajo contributivo se encuentra las actividades de materiales con un 33.90%, movimiento de tierras con un 18.20% y ensayos de densidad de campo con un 16.20%, así mismo en el trabajo no contributivo son el refrigerio con un 54.00% y esperas con un 31.30%.

La figura 80 evidencia de torta y barras apilado que el ciclo de trabajo de 03 muestras de la actividad de trabajos mecánicos, mostrando una distribución promedio del trabajo productivo con un 38%, trabajo contributivo con un 47% y trabajo no contributivo con un 15%.

Por otra parte, se muestra la distribución por actividad de la actividad de trabajos mecánicos reflejando que el trabajo productivo la actividad de excavación con un 16.60% es la más recurrente, del mismo modo el trabajo contributivo, la actividad es calentamiento de plancha con un 7.40% y finalmente el trabajo no contributivo, la actividad es esperas con 9.80%.

Finalmente, en la figura de Pareto las actividades que muestran las posibles causas de los futuros problemas mostrando que en el trabajo contributivo se encuentra las actividades calentamiento de plancha con un 15.70% y habilitación de herramientas con un 15.40%, así mismo en el trabajo no contributivo son esperas con un 65.30% y observaciones con un 28.70%.

Se pueden apreciar los anexos 1, 2 y 3 para una mejor comprensión de los datos recopilados de la empresa como autorización, reporte diario, ensayos de suelo / reposiciones.

Apéndice 4. Reporte de carta balance por proyecto

Para una mayor comprensión se presenta los 4 reportes de carta balance del proyecto “A” como muestra y para complementar la información de todos los proyectos de forma digital, puede ver el siguiente Quick Response (QR) que cuenta con los 24 reportes, correspondiente al rango de páginas de 239 a 258:



Figura 101

Carta balance proyecto A- Calicatas

Tipo	Actividad	Código	I	II	III	Parcial	Total
TNC	OBSERVAR	O	3	0	0	0.4%	8.3%
	CONVERSAR	C	0	4	13	2.5%	
	FATIGA	F	6	0	0	0.9%	
	REFRIGERIO	R	5	12	6	3.4%	
	DESCANSO	D	0	7	0	1.0%	
TC	PLANO	P	11	12	10	5%	26.8%
	INSTRUCCIÓN	I	10	14	22	7%	
	TRASLADO	T	8	8	8	4%	
	SEÑALIZACIÓN	S	15	15	19	7%	
	REGISTRO	RE	9	8	13	4%	
TP	TRAZO	TR	9	9	9	4%	64.9%
	CORTE/ROTURA	CO	14	16	13	6%	
	EXCAVACIÓN	E	118	113	92	48%	
	TAPADO	TA	16	7	24	7%	
TOTAL			224	225	229	100%	100%

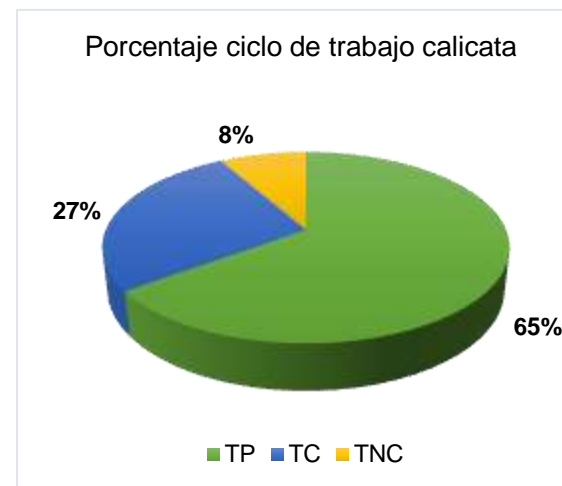


Figura 102

Carta balance proyecto A - Instalación de tubería

Tipo	Actividad	Código	I	II	III	Parcial	Total
TCN	OBSERVAR	O	4	0	0	0.3%	23.7%
	CONVERSAR	C	3	0	5	0.5%	
	FATIGA	F	7	0	4	0.7%	
	REFRIGERIO	R	67	63	57	12.7%	
	SERVICIO HIGIENICO	SH	3	0	0	0.2%	
	USO CELULAR	UCE	6	7	9	1.5%	
	OBSERVACIONES	OBS	3	3	16	1.5%	
	ESPERAS	ESP	24	23	45	6.3%	
TC	INSTRUCCIÓN	I	11	21	15	3.2%	19.0%
	TRASLADO	T	12	8	12	2.2%	
	TRAZO	TR	13	7	8	1.9%	
	ACARREO DE HERRAMIENTAS	ACH	8	8	7	1.6%	
	MEDICIONES	MED	22	44	21	5.9%	
	LIMPIEZA BORDE ZANJA	LBZ	7	9	28	3.0%	
	SEÑALIZAR	S	5	6	8	1.3%	
TP	EXCAVACIÓN	E	192	203	196	40.1%	57.3%
	CAMA DE ARENA	CA	18	16	13	3.2%	
	TENDIDO DE TUBERÍA	TT	12	0	24	2.4%	
	SOBRECAMA DE ARENA	SCA	11	13	18	2.9%	
	TENDIDO DE CABLE CATODICO	TCC	11	6	13	2.0%	
	RELLENO MATERIAL PROPIO	RLM	33	41	23	6.6%	
	Total		472	478	522	100%	100%

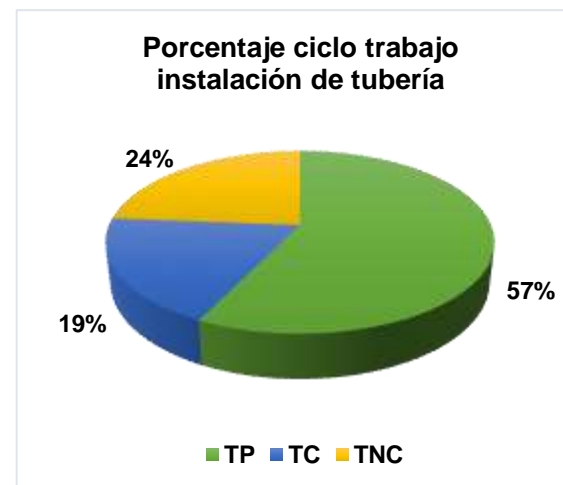


Figura 103

Carta balance proyecto A – Compactación y reposición de pavimento

TIPO	Actividad	Código	I	II	III	Parcial	Total
TCN	OBSERVAR	O	0	0	0	0.0%	19.5%
	CONVERSAR	C	3	0	0	0.2%	
	FATIGA	F	0	14	0	0.8%	
	SERVICIO HIGIENICO	SH	10	0	10	1.1%	
	OBSERVACIONES	OBS	13	0	0	0.7%	
	ESPERAS	ESP	29	44	33	6.1%	
	REFRIGERIO	R	59	61	63	10.5%	
TC	INSTRUCCIÓN	I	19	16	14	2.8%	42.6%
	TRASLADO	T	13	13	0	1.5%	
	HECHAR MATERIAL /AGUA	HA	16	41	32	5.1%	
	ACARREO DE HERRAMIENTAS	ACH	9	5	14	1.6%	
	MEDICIONES	MED	11	12	20	2.5%	
	ENSAYO DENSIDAD CAMPO	EDC	22	56	42	6.9%	
	MATERIALES	MAT	112	85	54	14.4%	
MOVIMIENTO DE TIERRAS	MOT	69	47	19	7.8%		
TP	COMPACTACIÓN DE SUB BASE	CSB	71	67	60	11.4%	37.9%
	INSTALACIÓN DE CINTA	INC	14	24	19	3.3%	
	COMPACTACIÓN DE BASE	CB	60	48	63	9.8%	
	REPOSICIÓN	REP	63	75	96	13.4%	
	Total		593	608	539	100%	100%

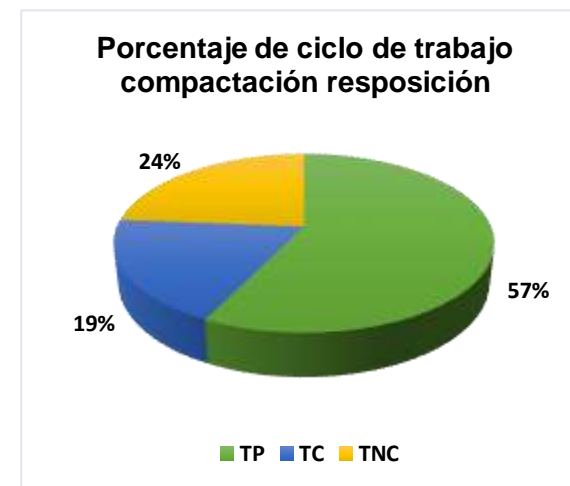
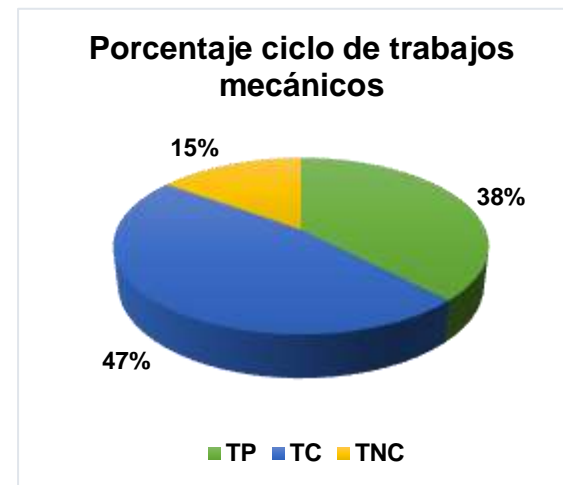


Figura 104

Carta balance proyecto A – Trabajos mecánico

Tipo	Actividad	Código	I	II	III	Parcial	Total
TCN	OBSERVAR	O	0	0	0	0.0%	15.0%
	CONVERSAR	C	0	1	0	0.1%	
	FATIGA	F	0	5	0	0.7%	
	SERVIVIO HIGIENICO	SH	0	0	0	0.0%	
	OBSERVACIONES	OBS	9	9	11	4.3%	
	ESPERAS	ESP	32	14	20	9.8%	
	REFRIGERIO	R	0	0	0	0.0%	
TC	INSTRUCCIÓN	I	17	12	12	6.1%	47.3%
	TRASLADO	T	19	9	11	5.8%	
	MEDICIONES	MED	19	7	15	6.1%	
	CALENTAMIENTO DE PLANCHA	CDP	23	18	9	7.4%	
	ALINEAMIENTO	AL	7	11	10	4.1%	
	MANIOBRABILIDAD	MA	8	14	9	4.6%	
	ENFRIAMIENTO	EN	10	12	18	5.9%	
HABILITACIÓN DE HERRAMIENTAS	HAH	23	12	14	7.3%		
TP	EXCAVACIÓN	E	30	51	31	16.6%	37.8%
	TERMOFUSION	TE	17	12	23	7.7%	
	CODIFICACIÓN	COD	7	8	10	3.7%	
	TAPE	TA	26	14	26	9.8%	
Total			247	209	219	100%	100%



Apéndice 5. Documentos de validación de instrumento

Se presentan los 3 formatos de validación de instrumentos por proporción de acuerdo al juicio de expertos y el cálculo de V de Aiken.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POST GRADO

Unidad de posgrado de la facultad de Ingeniería

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Quién suscribe, Milán Flor Juárez Tantahuilca con documento de identidad N° 70204028, de profesión Ing. Civil, con grado académico de Magistro, ejerciendo actualmente como Ing. Proyectos, en la institución SURE BUILDING SAC.

Por medio del presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento (ficha observación y entrevista – Carta balance), a efectos de su aplicación a la muestra de la investigación titulada: **Rendimiento y productividad en la construcción de red externas de gas natural, Cajamarca – 2023.**

Luego de realizar las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

Aspectos	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems				X
Amplitud de contenido			X	
Redacción de ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

Comentarios

Mejorar el tamaño de formatos de Cartas
Balance para que sean más legibles.

Fecha: 14-09-2023

CIP: 235323

Firma



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA DE POST GRADO

Unidad de posgrado de la facultad de ingeniería

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Quién suscribe, Jhenifer Thajana Cachuanambo Villanueva con documento de identidad N° 71067942, de profesión Ing. Civil, con grado académico de Maestro, ejerciendo actualmente como Docente, en la institución Universidad Privada del Norte.

Por medio del presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento (ficha observación y entrevista – Carta balance), a efectos de su aplicación a la muestra de la investigación titulada: **Rendimiento y productividad en la construcción de red externas de gas natural, Cajamarca – 2023.**

Luego de realizar las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

Aspectos	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems				X
Amplitud de contenido				X
Redacción de ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia				X

Comentarios

Escalar la carta balance al tamaño del papel, especificar la
marcación de cada ítem.

Fecha: 11-09-2023


.....
Firma

CIP: 198254



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA DE POST GRADO
Unidad de posgrado de la facultad de ingeniería

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Quién suscribe, Felix Alejandro Velásquez Huayta con documento de identidad N° 71821728 de profesión Ingeniero Civil con grado académico de Magister ejerciendo actualmente como Docente en la institución Universidad Privada del Norte

Por medio del presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento (ficha observación y entrevista – Carta balance), a efectos de su aplicación a la muestra de la investigación titulada: **Rendimiento y productividad en la construcción de red externas de gas natural, Cajamarca – 2023.**

Luego de realizar las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

Aspectos	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems		X		
Amplitud de contenido		X		
Redacción de ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia				X

Comentarios

Mejorar plan de tiempos calendar en que lo medirá
minutos, segundos, etc. Calendar encabezado

Fecha: 21-09-2023

CIP-222077

Firma

VALIDACIÓN PROPORCIÓN DE ACUERDO DE PROMEDIOS POR JUICIO DE EXPERTOS

Objeto evaluación	Instrumento	Dimensión	Aspectos				Pertinencia	Total
			Congruencia de ítems	Amplitud de contenido	Redacción de ítems	Claridad y precisión		
Experto 1	Ficha observación y entrevista	RO	3	3	2	2	3	13
		EPP	3	3	2	2	3	13
		EPO	3	3	2	2	3	13
	Carta Balance	TP	3	3	2	2	3	13
		TC	3	3	2	2	3	13
		TNC	3	3	2	2	3	13
Experto 2	Ficha observación y entrevista	RO	3	2	3	3	3	14
		EPP	3	2	3	3	3	14
		EPO	3	2	3	3	3	14
	Carta Balance	TP	3	2	3	3	3	14
		TC	3	2	3	3	3	14
		TNC	3	2	3	3	3	14
Experto 3	Ficha observación y entrevista	RO	1	1	2	2	3	6
		EPP	1	1	2	2	3	6
		EPO	1	1	2	2	3	6
	Carta Balance	TP	1	1	2	2	3	6
		TC	1	1	2	2	3	6
		TNC	1	1	2	2	3	6
Total de acuerdos			42	36	42	42	54	210
Total de desacuerdos			0	0	0	0	0	0

Índice V de AIKEN

$$V = \frac{T_a + 100}{T_a + T_d}$$

V

=

V

=

EL INSTRUMENTO

Tiene una validez excelente para aplicarse

216

+

210

+

0

100

ACEPTABLE

BUENO

EXCELENTE

0.7

0.70-0.80

MAYOR QUE 0.90

Leyenda	ABV
Reconocimiento de obra	RO
Entrevista personal profesional	EPP
Entrevista personal obrero	EPO
Trabajo productivo	TP
Trabajo sustitutorio	TC
Trabajo no contributivo	TNC

Deficiente	0
Aceptable	1
Buena	2
Excelente	3

Apéndice 6. Instrumentos de recojo de información

Se presentan los instrumentos de la investigación que son cartas balance y formato de observación y entrevista.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA DE POST GRADO
Unidad de posgrado de la facultad de ingeniería

FORMATO DE OBSERVACIÓN Y ENTREVISTA

El presente instrumento tiene como finalidad recopilar datos generales del proyecto en ejecución y apreciaciones del equipo de trabajo que se encuentra a cargo, por lo que se distribuye la recopilación de información en tres partes (reconocimiento de obra, entrevista a personal profesional y obrero).

A. RECONOCIMIENTO DE OBRA

Marque con una "X", "Si o No" y/o numeración donde corresponda, así como rellenar la información que se requiere en cada ítem.

1. Datos generales de la obra

Nombre:

Dirección:

2. Datos generales de la empresa

Nombre:

Dirección:

Contacto:

3. Datos del residente y supervisor

Nombre:

Contacto:

4. Datos del proyecto

Tipo de construcción:

Red de tubería de gas natural diámetro 32mm y 63 mm

Ritmo de trabajo

N° de obreros:

Metrado (ml):

Duración (día):

% Avance planificado:

Avance real:

5. Datos de actividades y personal subcontratado

Califique los siguientes problemas con subcontratistas (1= leve, 2= moderado o 3= grave)

No realizan bien el trabajo, errores ()

Sólo les importa el avance de las actividades ()

Desperdicio del material (si no es de ellos) ()

Comprometen a otras actividades sus errores ()

Ausentes en la planificación ()

El personal y el subcontratado no tienen una buena relación ()

Reclamo de un pago muy bajo para ellos ()

Otros.....

6. Datos del personal que está involucrado en la planificación

Director de proyecto	()
Administrador	()
Ingeniero residente	()
Ingeniero supervisor	()
Asistentes de ingeniería (Costos, calidad, seguridad)	()
Capataz	()
Otros.....	

7. Datos De la tecnología empleada durante la construcción del proyecto

DESCRIPCION	¿SE TIENE?	¿NECESITA?	CANTIDAD
EXCAVACIÓN DE ZANJA			
MANUAL			
HERRAMIENTAS MANUALES			
RETROEXCAVADORA			
MINICARGADOR			
VOLQUETE			
RELLENO MATERIAL DE PRESTAMO			
ARENA FINA			
AFIRMADO			
TENDIDO DE TUBERÍA			
TUBERÍA			
ROLA (PORTA TUBERÍA)			
CABLE CATÓDICO			
CINTA DE EADVERTENCIA			
COMPACTACIÓN			
VIBROPISONADOR			
AGUA			
TRANSPORTE DE MATERIALES			
CARRETILLA			
CAMIÓN			
OTROS			
COMUNICACIONES			
TELEFONICAS			
CORREO ELECTRÓNICO			
OTROS			
SOFTWARE			
CONTROL DE OBRA			
PROGRAMACIÓN DE OBRA			
OTROS			
OTRO TIPO DE ACTIVIDAD			
CUIDADOS AMBIENTALES			
CIUDADOS RIESGOS EN TRABAJOS			
OTROS			

B. ENTREVISTA PERSONAL PROFESIONAL

Marque con una "X", "Si o No" y/o numeración donde corresponda, así como rellenar la información que se requiere en cada ítem.

a) Planificación y ejecución del proyecto

1. ¿Qué cargo que desempeña en la empresa?

.....

2. ¿Qué tipo de planificación realiza en obra?

General ()

Mediano plazo ()

Corto plazo ()

Otro ()

¿Qué aspectos comprende su planificación?

.....

.....

.....

3. ¿Cómo se imparte la información de la planificación a los encargados de obra de forma verbal (V) o escrita(E)

NIVEL DE DETALLE	RESIDENTE	CAPATAZ
RECURSOS A UTILIZAR		
LUGAR DE TRABAJO		
PLAZO		
OTROS		

4. ¿Se han diseñado procedimientos constructivos?

NINGUNO	ACTIVIDAD COMPLICADA	PATRIDA INCIDENTE EN EL PRESUPUESTO	OPERACIONES VARIAS

¿Cuáles son?

.....

¿Quiénes son los encargados del diseño de procedimientos?

.....

.....

5. ¿Quién planifica la utilización de recursos?

CARGO	MANO DE OBRA	MATERIALES	EQUIPOS
Ingeniero residente			
Ingeniero asistente			
Administrador			

Capataz			
Otro			

6. La planificación proviene de la información

- Según experiencia del residente () ()
 Por rendimientos mínimos () ()
 Por rendimientos históricos de la empresa () ()
 Otros.....

7. La distribución de recursos está encargada por:

- El capataz () ()
 El capataz en coordinación con el residente () ()
 Otros..... () ()

8. Recibe ordenes de trabajo ¿de quién?:

.....

9. ¿Tiene personas a su cargo? ¿Cuantas? Si () No ()

.....

b) Seguimiento y control

1. ¿Sé realiza controles en obra? Si () No ()

Si la respuesta es Si ¿Cómo se controla?

.....

MODO DE CONTROL	FRECUENCIA				
	DIARIO	SEMANAL	QUINCENAL	MENSUAL	AL FINAL
Informe de costos					
Informes de avance					
Recorridos por la obra					
Reuniones					
Informe de productividad					
Informe de calidad					
Otros					

2. ¿Sé actualiza la planificación después que se ejecuta?

Si () No ()

Si la respuesta es No ¿Por qué?

.....

Si la respuesta es Si, ¿Con qué frecuencia?:

Diariamente () Semanalmente () Otro ()

Con qué dato actualiza la planificación:

Rendimiento () Avance () Otro ()

3. ¿Cómo soluciona el atraso?

C. ENTREVISTA PERSONAL OBRERO

Marque con una "X", "Si o No" y/o numeración donde corresponda, así como rellenar la información que se requiere en cada ítem.

1. ¿A qué cuadrilla pertenece?

- | | | |
|----------------------------------|-----|-----|
| Calicatas | () | () |
| Excavación | () | () |
| Tendido de tubería | () | () |
| Relleno con material de préstamo | () | () |
| Compactación | () | () |
| Otro | () | () |

2. ¿Cuál es su puesto?

- | | | |
|----------|-----|-----|
| Peón | () | () |
| Oficial | () | () |
| Operario | () | () |
| Otro | () | () |

3. ¿Trabaja horas extra?

Si () No ()

Si responde si ¿Cuántas semanalmente?.....

4. ¿Es personal subcontratado?

Si () No ()

5. ¿Ha tenido problema con los materiales?

Si () No ()

Si responde si ¿Qué hace si no tiene material a la mano?

- | | | |
|-------------------------------|-----|-----|
| Lo busco en almacén | () | () |
| Debo esperarlo | () | () |
| Hago otra labor | () | () |
| Comunicar a jefe de cuadrilla | () | () |
| Comunicar a capataz obra | () | () |
| Comunicar al ingeniero | () | () |
| Otro..... | () | () |

6. ¿Cuánto tiempo pierde semanalmente por no tener materiales listos?

- | | | |
|-------------------|-----|-----|
| Menos de una hora | () | () |
| De 1 a 3 horas | () | () |
| De 4 a 7 horas | () | () |
| Más de 7 horas | () | () |

7. ¿Por qué cree usted que no tiene los materiales listos?

- | | | |
|--|-----|-----|
| El material no llega a obra a tiempo | () | () |
| El material no está en almacén | () | () |
| Esperar por transporte manual/maquinaria | () | () |

Trabajadores hagan horas extras	()
Trabajando domingos y feriados	()
Aceptación de atraso y nueva planificación	()
Otro.....		

4. **¿En qué se consume la mayor parte de las horas extra?**

Excavación	()
Tendido de tubería	()
Relleno material de préstamo	()
Compactación	()
Reposición	()
Otro.....		

5. **¿Cuáles son los problemas más comunes que genera los atrasos?**

Abastecimiento de materiales	()
Subcontratos	()
Sindicatos	()
Documentación	()
Descoordinaciones	()
Rendimientos	()
Maquinaria	()
Otro.....		

6. **¿Cómo se procede ante el problema?**

Reparar los defectos y seguir adelante	()
Evaluar la falta y proponer la forma de respuesta inmediata	()
Identificar al responsable y tomar las medidas respectivas	()
Averiguar las causas del problema y prevenir problemas futuros	()
Analizar el problema como experiencia para el futuro	()
Otro.....		

7. **¿Se capacita al personal?**

Si () No ()

8. **¿Con qué frecuencia se realizan?**

.....

.....

No se me informa la labor a realizar ()
Otro.....

8. ¿Tiene problema con las herramientas?

Si () No ()

9. ¿Con qué superior tiene mayor comunicación?

Jefe de cuadrilla ()
Capataz ()
Ingeniero asistente ()
Ingeniero residente ()
Otro ()

10. ¿Cuándo sabe la tarea que va a realizar?

Al ingreso a obra ()
Durante la primera hora de jornada ()
Durante el transcurso del día ()

11. ¿En qué forma se le transmite la información?

Escrito como documento ()
A través de panel informativo ()
En forma oral como parte de la charla ()
Otro.....

12. ¿Cuenta la empresa con un programa de incentivos?

Si () No ()

Notas finales u observaciones del maestrante:

.....
.....
.....



TESIS: "RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE RED EXTERNA DE GAS NATURAL, CAJAMARCA-2023"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE MAESTRIA CON MENCIÓN EN INGENIERIA CIVIL

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE

PROYECTO:	
MUESTREADOR:	
N° DE FORMATO:	
ACTIVIDAD:	

DESCRIPCIÓN:	
FECHA:	
HORA DE INICIO:	
HORA DE FIN:	

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE

	I	II	III	IV	V	VI	OBSERVACIONES
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

	ACTIVIDAD	TIPO DE RECURSO	NOMBRE/ CÓDIGO
RECURSO I			
RECURSO II			
RECURSO III			
RECURSO IV			
RECURSO V			
RECURSO VI			

CLASIFICACIÓN DE TRABAJO - CALICATAS

CÓDIGO	ACTIVIDAD	TIPO
O	OBSERVAR	RO
C	CONVERSAR	
F	FATIGA	
R	REFRIGERIO	
D	DESCANSO	
P	PLANO	TC
I	INSTRUCCION	
T	TRASLADO	
S	SERIALIZACION	
RE	REGISTRO	TR
TR	TRAZO	
CO	CORTE/INTURIA	
E	EXCAVACION	
TA	TAPADO	

	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL
O							
C							
F							
R							
D							
P							
I							
T							
S							
RE							
TR							
CO							
E							
TA							



TESIS: "RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE RED EXTERNA DE GAS NATURAL, CAJAMARCA-2023"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE MAESTRIA CON MENCIÓN EN INGENIERÍA CIVIL

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE

PROYECTO:	
MUESTREADOR:	
N° DE FORMATO:	
ACTIVIDAD:	

DESCRIPCIÓN:	
FECHA:	
HORA DE INICIO:	
HORA DE FIN:	

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE

	I	II	III	IV	V	VI	OBSERVACIONES
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

RECURSO	ACTIVIDAD	TIPO DE RECURSO	NOMBRE/ CÓDIGO
RECURSO I			
RECURSO II			
RECURSO III			
RECURSO IV			
RECURSO V			
RECURSO VI			

CLASIFICACIÓN DE TRABAJO - INSTALACIÓN DE TUBERÍA

CÓDIGO	ACTIVIDAD	TIPO
O	OBSERVAR	RO
C	CONVERSAR	
F	FATIGA	
R	REFRIGERIO	
SH	SERVICIO HIGIENICO	
UCE	USO CELLULAR	TC
OBS	OBSERVACIONES	
ESP	ESPERAS	
I	INSTRUCCION	TP
T	TRASLADO	
TR	TRAZO	
ACH	ACARRIO DE HERRAMIENTAS	
MED	MEDICIONES	
LBZ	LIMPIEZA BORDE ZANJA	
S	SEÑALIZAR	
E	ENCAVACION	
CA	CAMA DE ARENA	
TT	TENDIDO DE TUBERIA	
SCA	SOBRECAMA DE ARENA	
TCC	TENDIDO DE CABLE CATODICO	
RLM	RELLENO MATERIAL PROPIO	

	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL
O							
C							
F							
R							
SH							
UCE							
OBS							
ESP							
I							
T							
TR							
ACH							
MED							
LBZ							
S							
E							
CA							
TT							
SCA							
TCC							
RLM							



FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE

PROYECTO:	
MUESTREADOR:	
N° DE FORMATO:	
ACTIVIDAD:	

DESCRIPCIÓN:	
FECHA:	
HORA DE INICIO:	
HORA DE FIN:	

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE

	I	II	III	IV	V	VI	OBSERVACIONES
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

	ACTIVIDAD	TIPO DE RECURSO	NOMBRE/ CÓDIGO
RECURSO I			
RECURSO II			
RECURSO III			
RECURSO IV			
RECURSO V			
RECURSO VI			

CLASIFICACIÓN DE TRABAJO - TRABAJOS MECÁNICOS

CÓDIGO	ACTIVIDAD	TIPO
O	OBSERVAR	TR
C	CONVERSAR	
F	FATIGA	
SH	SERVICIO HIGIENICO	
OBS	OBSERVACIONES	
ESP	ESPERAS	
R	REFRIGERIO	TC
I	INSTRUCCION	
T	TRASLADO	
MED	MEDICIONES	
CDP	CALENTAMIENTO DE PLANCHA	
AL	ALINEAMIENTO	
MA	MANIOBRABILIDAD	TP
EN	ENFRAMENTO	
HAN	HABILITACION DE HERRAMIENTAS	
E	EXCAVACION	
TE	TERMOFUSION	
COD	CODIFICACION	
TA	TARE	

	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL
O							
C							
F							
SH							
OBS							
ESP							
R							
I							
T							
MED							
CDP							
AL							
MA							
EN							
HAN							
E							
TE							
COD							
TA							

OBSERVACIONES



TESIS: "RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE RED EXTERNA DE GAS NATURAL, CAJAMARCA-2023"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE MAESTRIA CON MENCIÓN EN INGENIERÍA CIVIL

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE

PROYECTO:	
MUESTREADOR:	
N° DE FORMATO:	
ACTIVIDAD:	

DESCRIPCIÓN:	
FECHA:	
HORA DE INICIO:	
HORA DE FIN:	

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE

	I	II	III	IV	V	VI	OBSERVACIONES
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

	ACTIVIDAD	TIPO DE RECURSO	NOMBRE/ CÓDIGO
RECURSO I			
RECURSO II			
RECURSO III			
RECURSO IV			
RECURSO V			
RECURSO VI			

CLASIFICACIÓN DE TRABAJO - COMPACTACIÓN / REPOSICIÓN

CÓDIGO	ACTIVIDAD	TIPO
O	OBSERVAR	TR
C	CONVERSAR	
F	FATIGA	
SH	SERVICIO HIGIENICO	
OBS	OBSERVACIONES	
ESP	ESPERAS	
R	REFRIGERIO	TC
I	INSTRUCCION	
T	TRASLADO	
HA	HECHAR MATERIAL /AGUA	
ACH	ACARREO DE HERRAMIENTAS	
MED	MEDICIONES	
EDC	ENSAYO DENSIDAD CAMPO	TP
MAT	MATERIALES	
MOT	MOVIMIENTO DE TIERRAS	
CSB	COMPACTACION DE SUB BASE	
INC	INSTALACION DE CNTA	
CB	COMPACTACION DE BASE	
REP	REPOSICION	

	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL
O							
C							
F							
SH							
OBS							
ESP							
R							
I							
T							
HA							
ACH							
MED							
EDC							
MAT							
MOT							
CSB							
INC							
CB							
REP							

Apéndice 7. Registro fotográfico del recojo de información

Figura 1

Entrevista a personal profesional residente, seguridad y asistente de calidad



Figura 2

Entrevista a personal obrero, técnico y operarios



Figura 3

Estudio del ciclo de trabajo



Apéndice 08. Registro fotográfico del proceso de construcción de tubería de gas natural

Figura 1

Charla de socialización y difusión de proyecto a cargo de relacionista comunitario



Figura 2

Perifoneo de inicio de actividades y monitoreo de ruido



Figura 3.

Registro del sondeo exploratorio con calicatas (largo, ancho, profundidad e interferencia).



Figura 4

Registro de interferencias eléctricas con radio detector



Figura 5

Trazado de calicatas, línea para excavación y corte en pavimento



Figura 6

Rotura de pavimento y excavación de línea



Figura 7

Relleno cama de arena e instalación de tubería



Figura 7

Registro de distancias de seguridad



Figura 8

Compactación y pruebas de densidad de campo



Figura 9

Control de calidad en reposición de pavimento rígido.



Figura 10

Reposición de pavimentos por tipo de terreno



Figura 11. Limpieza general de la jornada



Figura 12

Trabajos mecánicos unión de tuberías por termo y electrofusión



Figura 13

Prueba de Hermeticidad (airea presión 6 bar)



Figura 14

Registro de temperatura, presión y continuidad de cable



Figura 15

Gasificación de red



Figura 16

Empalme red gasificada y venteo de gas natural al 100%



Figura 17.

Replanteo topográfico



Apéndice 09. Registro fotográfico de actividades contributorios y no contributorios

Figura 1

Actividad de conversar



Figura 2

Fatiga y refrigerio



Figura 3

Uso celular, observaciones e indicaciones



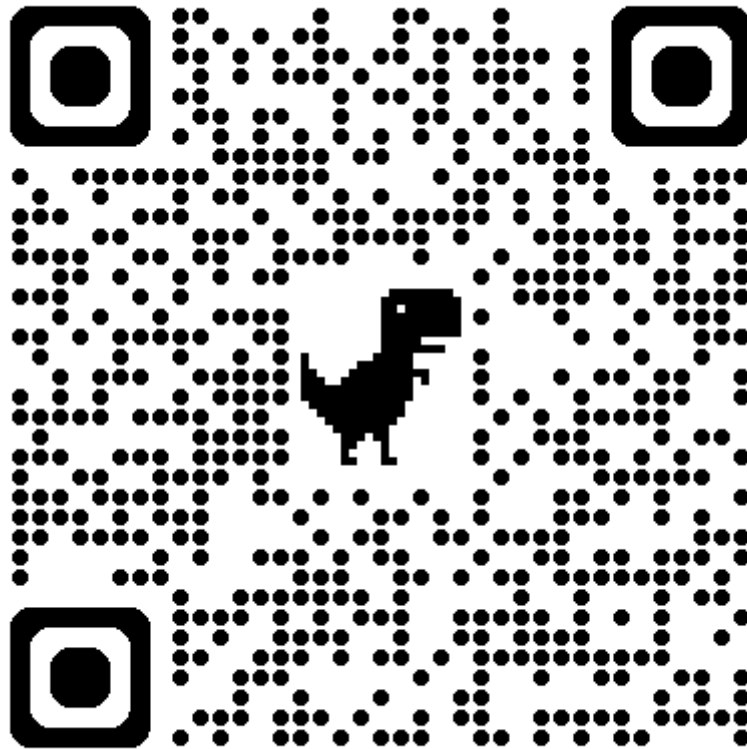
Figura 4

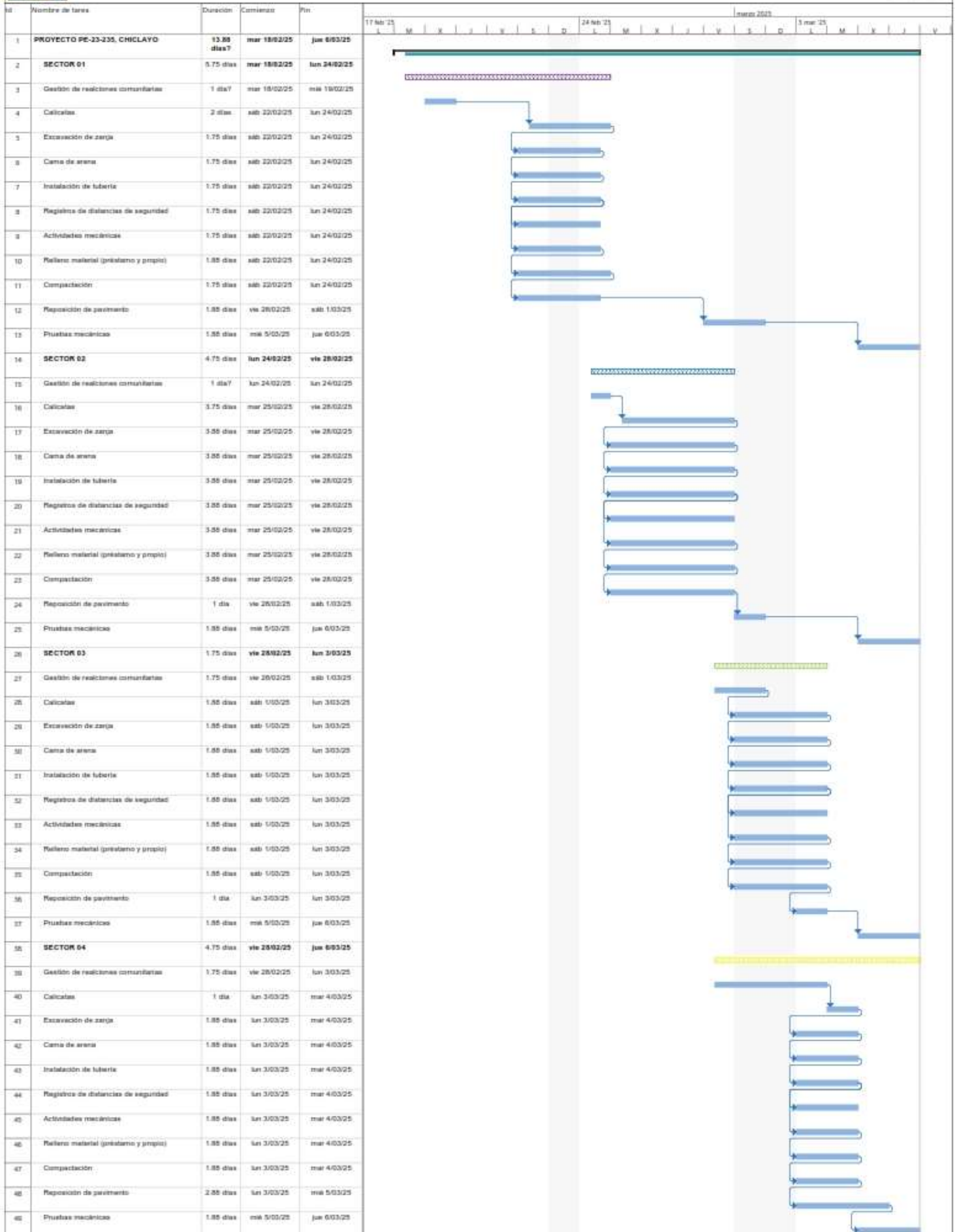
Traslado de material, esperas



Apéndice 10. Ejemplo propuesto Lookahead Planning LPS

Se presenta el ejemplo aplicativo del Lookahead Planning con su soporte digital para una mayor comprensión puede ver el siguiente Quick Response (QR), correspondiente al rango de páginas de 273 a 283:





Proyecto: PE-23-235 CVO-SECTOR-01-MALLA-1301	Tarea División Hitos Resumen		Resumen del proyecto Tarea inactiva Hitos inactivos Resumen inactivo		Tarea manual solo duración Sistema de resumen manual Resumen manual		hito al comienzo hito fin Tarea externa hito externo		Fecha límite Progreso Progreso manual	
---	---------------------------------------	--	---	--	--	--	---	--	---	--

PLANO DE DISTRIBUCIÓN



DATOS DEL PROYECTO

METRADOS DE INSTALACION

DIA	LONGITUD	UBIGEO	SECTOR
DIA 1	175.00	UBG4410	SECTOR 1
DIA 2	150.00	UBG4410	SECTOR 1
DIA 3	150.75	UBG4910	SECTOR 2
DIA 4	154.20	UBG4411	SECTOR 2
DIA 5	153.00	UBG4912	SECTOR 2
DIA 6	165.40	UBG4912	SECTOR 2
DIA 7	154.00	UBG4913	SECTOR 3
DIA 8	165.00	UBG4913	SECTOR 3
DIA 9	122.00	UBG4409	SECTOR 4
DIA 10	100.00	UBG4409	SECTOR 4
TOTAL	1521.95		

PH
GAS

REND/DIA 155
CALICATAS 31.439

REPOSICIÓN DE PAVIMENTO

DIA	LONGITUD	ACUMULADO	SECTOR
DIA 1	112.60		
DIA 2	110.10	222.7	SECTOR 1
DIA 3	107.35		
DIA 4	102.70	210.05	SECTOR 1
DIA 5			
DIA 6	107.10		
DIA 7	103.00	210.1	SECTOR 2
DIA 8	96.90		
DIA 9	105.00	316.90	SECTOR 2
DIA 10	113.00		
DIA 11	114.20		
DIA 12	106.00		
DIA 13	109.00	331.2	SECTOR 3
DIA 14	107.70		
DIA 15	123.30	231	SECTOR 4

REND/DIA 120

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

MASIFICACION DE GAS NATURAL PROYECTO
PE-23-255

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

N° HOJA

2

Código	Und	Metrado	Actividad	Fecha que se debe realizar la actividad	Descripción de la Restricción	Fecha Requerida en Obra	Responsable
A	ML	200	TERRENO TIPO ROCIOSO	24/02/2025	SE REQUERIRA MAQUINARIA PARA EL ROTURADO DE BOCA PARA CONTINUAR EXCAVA	SEMANA 3 LUNES 15	CAPATAZ
B	ML	200	INTERFERENCIAS DE OTROS SERVICIOS	24/02/2025	INTERFERENCIAS DE RED DE FIBRA OPTICA A NIVEL DE LA PROFUNDIDAD DE EXCAVAC	23/02/2025	ASISTENTE RDS
C	ML	200	CONDICIONES CLAMATICAS	24/02/2025	LLUVIAS INTENSAS QUE INUNDAN LAS ZANJAS Y LIMITA EL TENDIDO DE TUBERIA	23/02/2025	CAPATAZ
D	M3	10	MATERIAL REMOVIDO CONTAMINADO	24/02/2025	SE REQUIERE MATERIAL DE REEMPLAZO (AFIRMADO PARA CUBRIR EL PROPIO EXTRAIDO)	23/02/2025	ASISTENTE CALIDAD
E	M3	10	DISPOSICION DE MATERIAL EXTRAIDO CONTAM	24/02/2025	EL MATERIAL EXTRAIDO DE ZANJA CONTAMINADO ACUMULADO AUN NO SE DISPONE EN LA ZONA CULMINADA	23/02/2025	ASISTENTE CALIDAD
F	ML	200	ALMACEN LOGISTICO	24/02/2025	SE REQUIERE QUE 01 ROLLO ADICIONAL DE TUBERIA PERO EL ALMACEN SE ENCUENTRA LEJOS	23/02/2025	CAPATAZ
G	UND	3	EQUIPOS ENERGETICOS	24/02/2025	EL EQUIPO GENERADOR DE LUZ SE MALOGRO DURANTE ACTIVIDADES MECANICAS DE FUSION DE TUBERIA	23/02/2025	TEC. FUSIONISTA
H	ML	220	ASFALTO PARA DESPACHO	25/02/2025	EL PROVEEDOR DE ASFALTO LLEGO A DESTEMPO A OBRA 7 SE POSTERGA LA ACTIVIDAD	24/02/2025	RESIDENTE
I	UND	10	PROBLEMA SOCIAL	23/02/2025	LOS VECINOS IMPIDEN LOS TRABAJOS CIVILES EN EL UBG4B13	22/02/2025	RELACIONISTA
J	UND	2	CALIBRACION DE INSTRUMENTOS	3/03/2025	AL INICIO DE LAS PRUEBAS DE HERMETICIDAD EL SUPERVISOR DETECTA QUE LOS INSTRUMENTOS NO ESTAN CALIBRADOS. SUSPENDE LA ACTIVIDAD	02/03/2025	RESIDENTE

BRAYAN MONTALVAN
ELOY SAMAN
JUAN SANCHEZ
MARIANELA MERCADO
JOAO CORDOVA
JUNIOR PORTAL

RESIDENTE
TEC. FUSIONISTA
CAPATAZ
RELACIONISTA
ASISTENTE RDS
ASISTENTE CALIDAD

FIRMA

NOMBRE DE RESIDENTE

FIRMA

NOMBRE DE INGENIERO DE CAMPO

APROBADO POR:

CALENTAS



MATERIAL EXTRAÍDO



AFECTACIÓN POR LLUVIA



RELLENO CON ARENA



ACTIVIDADES MECÁNICAS



EJECUCIÓN DE OBRA

INSTALACIÓN DE TUBERÍA



INTENZIONCIAS



RELLENO DE MATERIAL PRESTAMO



COMPACTACIÓN



REGISTRACIÓN



PRUEBAS MECÁNICAS

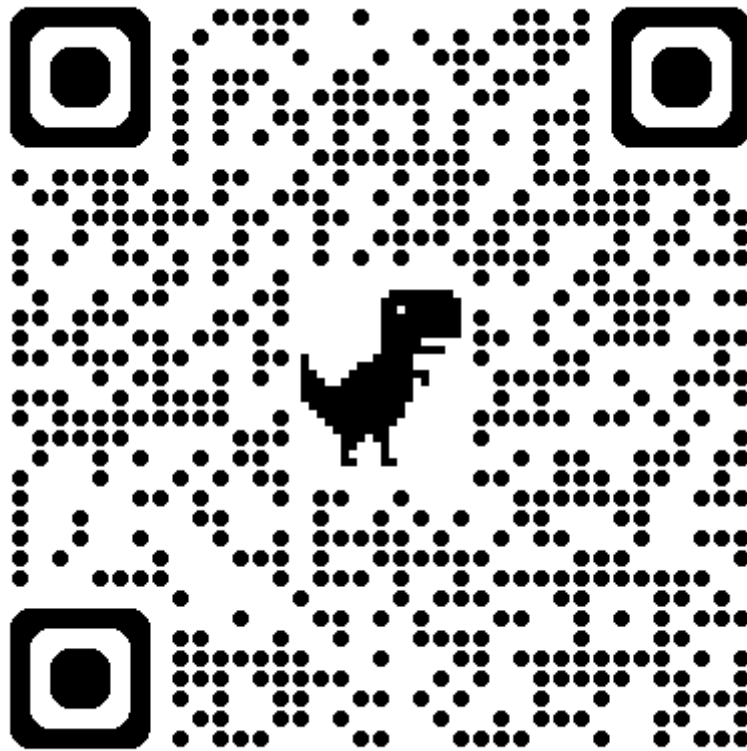


CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO

PROGRAMACION(PROG)	LOGISTICA (LOG)	CONTROL DE CALIDAD (QA/QC)	EXTERNOS (EXT)
<p>Todas las causas que implican: *Control de calibración de instrumentos para pruebas mecánicas *Control de proveedores en cuanto al despacho de material</p>	<p>Todas las causas que implican: *Mejorar los pedidos de materiales complementarios un día anterior al planeado</p>	<p>-</p>	<p>Todas las causas que implican: *Retraso por condiciones climáticas *Retrasos por tipo de terreno encontrado * retrasos por interferencias de otros servicios o vicios ocultos</p>
CLIENTE/SUPERVISIÓN (CLI)	ERRORES DE EJECUCIÓN (EJEC)	SUBCONTRATAS (SC)	
<p>Todas las causas que implican: *Mejorar el control de material de reposición para no contaminar con roca y otros elementos que impidan recuperar materiales</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	
EQUIPOS (EQ)	ADMINISTRATIVOS (ADM)		
<p>Todas las causas que implican *Control de mantenimiento de equipos *contar con equipos de contención y /o proveedores</p>	<p>-</p>		

Apéndice 11. Planos

Se presenta 1 plano de ubicación y 6 planos conforma a obra del proyecto “A” como muestra, para una mayor comprensión y soporte digital puede ver el siguiente Quick Response (QR) que contiene 7 planos en PDG y DWG, correspondiente al rango de páginas de 285 a 291:





PROYECTO	LONGITUD		VALVULAS		DESCRIPCIÓN
	32 mm	63 mm	32 mm	63 mm	
A	1047.91	889.95	1	7	MATRIZ
B	414.37	-	1	-	DISTRIBUCIÓN
C	706.41	-	1	-	DISTRIBUCIÓN
D	764.76	-	1	-	DISTRIBUCIÓN
E	435.66	-	1	-	DISTRIBUCIÓN
F	3369.11	889.95	5	7	DISTRIBUCIÓN
TOTAL					



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Escuela de Posgrado
de la facultad de Ingeniería

Programa de maestría:
 Maestría en ciencias con mención en Ingeniería Civil

Tesis: RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE RED EXTERNA DE GAS NATURAL, CAJAMARCA, 2023		Lámina N°:
Asesor: Mag. Héctor Hugo Miranda Tejada	Dibujo: AGCN	PG-00
Maestrante: Calla Navarro Amadeus Gonzalo	Fecha: 06/08/2025	Revisión: 00
	Plano: General	Escala: 1/1000

CROQUIS DE UBICACIÓN
CUADRANTE B2
SUB CUADRANTES A9-A10



Sistema de Coordenadas: UTM-WGS84
 Hemisferio Sur - ZONA 17

LEYENDA

WV	Walla	Poste de señalización
TR	Tubo	Protección mecánica en T
PR	Reducción	Cap de Inspección
LI	Unión	Interferencia-Intersección
UN	Unión a T	Poste de señalamiento
CO	Conexión con tubería	Albanelo
CA	Conexión con Tapping Tee	Arresto de escape
CB	Codo 45°	Walla de Escaseo de Puj
CO	Codo 90°	

LÍNEA DE TUBERÍA

PE	TUBERÍA DE 400mm	PS00
PE20	TUBERÍA DE 200mm	PE10
PE30	TUBERÍA DE 300mm	PE20
PE40	TUBERÍA DE 400mm	PE30
PE50	TUBERÍA DE 500mm	PE40
PE60	TUBERÍA DE 600mm	PE50
PE70	TUBERÍA DE 700mm	PE60
PE80	TUBERÍA DE 800mm	PE70
PE90	TUBERÍA DE 900mm	PE80
PE100	TUBERÍA DE 1000mm	PE90

Distancia mínima edificaciones: 1m
 Distancia mínima interferencia: 0.30m



Nota: Los tramos achurados por colores representan el avance de obra que se puede apreciar en los reportes diarios de axena 02

PROYECTO	DIÁMETRO	LONGITUD DE TUBERÍA
PE-23-290	300 mm (PSJ 03)	414.37 m
		RESUMEN TOTAL
		414.37 m

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Escuela de Posgrado
de la facultad de ingeniería

Programa de maestría:
 Maestría en ciencias con mención en Ingeniería Civil

Tesis: **RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE RED EXTERNA DE GAS NATURAL, CAJAMARCA, 2023**

Asesor:
 Mag. Héctor Hugo Miranda Tejada

Maestrante:
 Catali Navarro Amadeus Gonzalo

Lámina N°:
PG-03

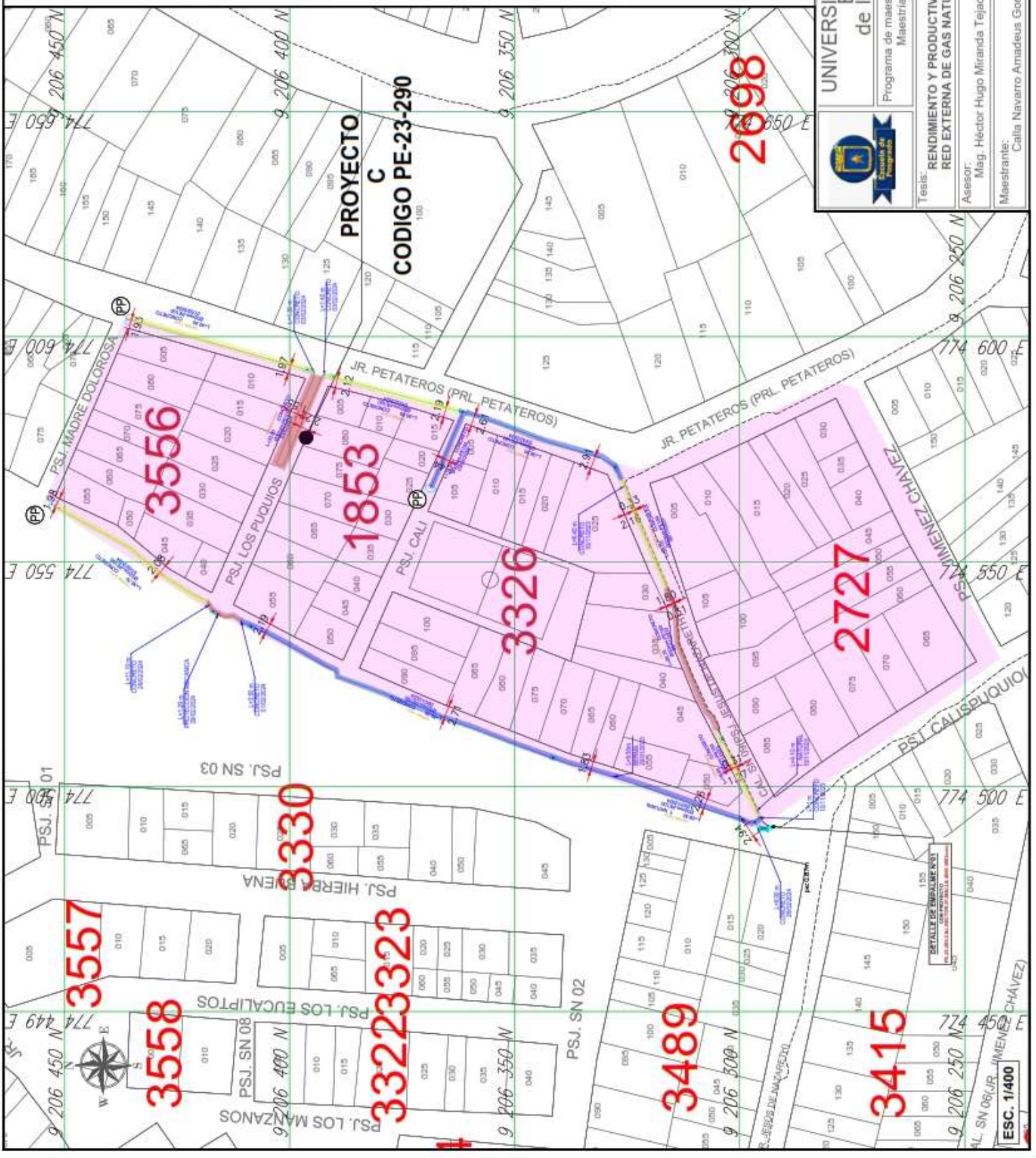
Dibujo:
 AGCN

Fecha:
 06/08/2025

Plano:
 Avances

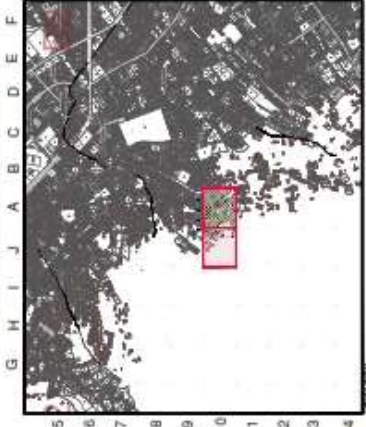
Escala:
 1/400

Revisión:
 00



ESC. 1/400

CROQUIS DE UBICACIÓN
CUADRANTE A2-B2
SUB CUADRANTES J10-A10



Sistema de Coordenadas: UTM-WGS84
Hemisferio Sur - ZONA 17

LEYENDA

- Punto de aducción
- Prefectura mancha en P4
- Calle de separación
- Intersección-Intersección
- Pista de servicios
- Alcantaral
- Camión de recolección
- Límite de terreno
- Límite de loteo de hijo

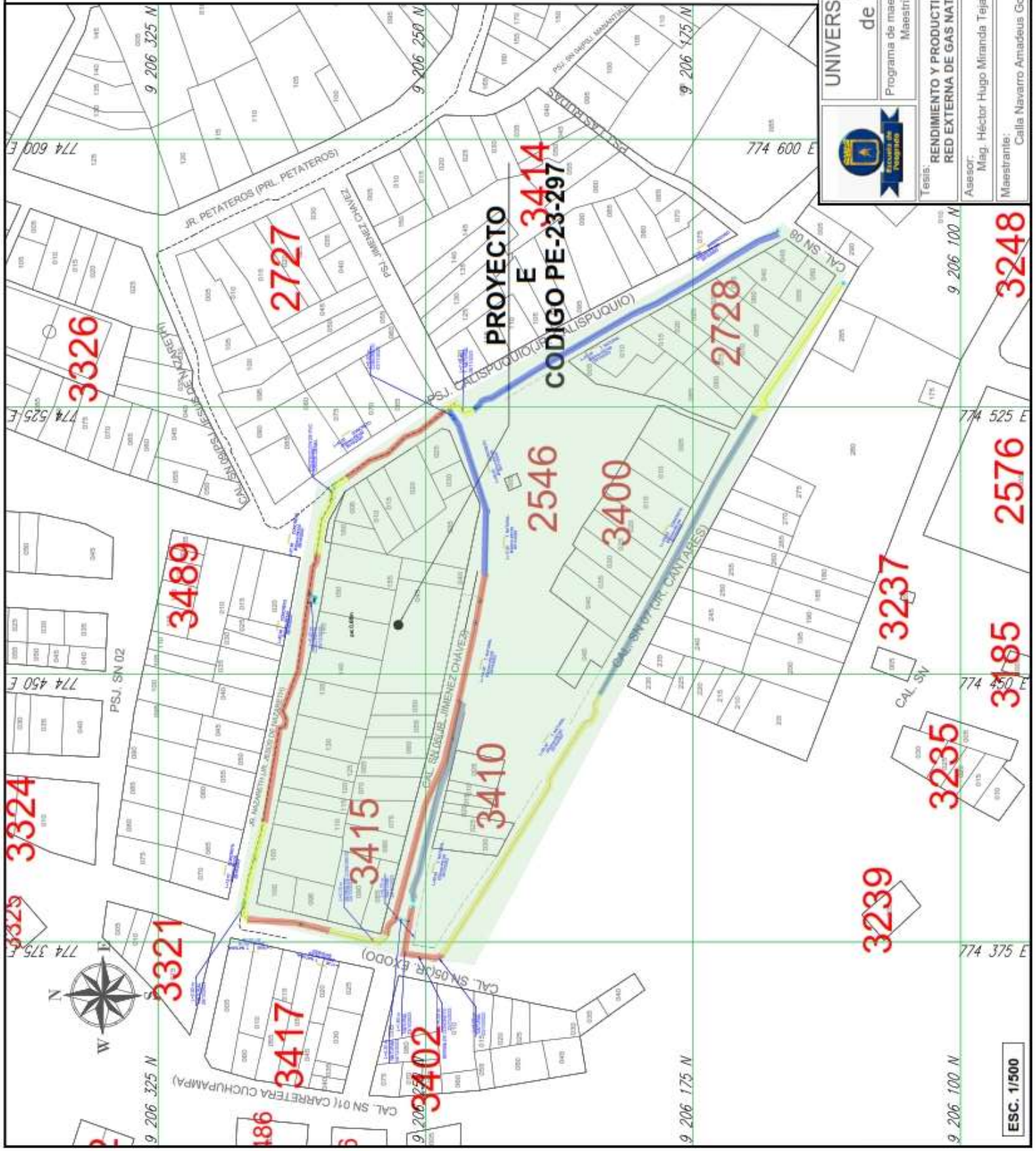
LÍNEA DE TUBERÍA

- TUBERÍA PROYECTADA PE
- TUBERÍA PE 400mm
- TUBERÍA PE 300mm
- TUBERÍA PE 200mm
- TUBERÍA PE 150mm
- TUBERÍA PE 100mm
- TUBERÍA PE 75mm
- TUBERÍA PE 50mm
- TUBERÍA PE 30mm
- TUBERÍA PE 20mm
- TUBERÍA PE 15mm
- TUBERÍA PE 10mm
- TUBERÍA PE 5mm

Distancia mínima edificaciones: 1m
Distancia mínima interferencia: 0.30m

Nota: Los tramos achurados por colores representan el avance de obra que se puede apreciar en los reportes diarios de oxeno 02.

PROYECTO	DIÁMETRO	LONGITUD DE TUBERÍA
PE-21-207	100	100
PE-21-207	100	100
RECURSOS TOTALES	100	100



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Escuela de Posgrado
de la facultad de ingeniería

Programa de maestría:
Maestría en ciencias con mención en Ingeniería Civil

Lámina N°: **PE-05**

Tesis: **RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE RED EXTERNA DE GAS NATURAL, CAJAMARCA, 2023**

Asesor:
Mag. Héctor Hugo Miranda Tejada

Maestrante:
Callea Navarro Amadeus Gonzalo

Dibujo: AGCN

Fecha: 08/08/2025

Escala: 1/500

Revisión: 00

ESC. 1/500

ANEXOS

Anexo 1. Documentos de autorización para el recojo de información

Anexo 2. Reporte diario de avance de obra por proyecto

Anexo 3. Reporte ensayos de suelos, compactación y reposición

Anexo 1. Documentos de autorización para el recojo de información

Se presenta el documento de autorización para el recojo de información y el permiso municipal de construcción de red de gas natural del sector de Calispuquio.

AUTORIZACIÓN N°363-2023-GDUyT- SGLE- MPC

A LA EMPRESA "PA - PERU SAC", COMO CONTRATISTA DE LA CONCESIONARIA GASES DEL PACIFICO - QUAYIL, CON EXPEDIENTE ADMINISTRATIVO N°2023040139, DE FECHA 19/05/2023, CON INFORME N° 246 - 2023 - EMOR - SO - SGLC - GTU - MPC, DE FECHA 07/07/2023, EN SU INFORME CONCLUYE DICHIENDO: "POR LO QUE SE INFORMA A LA SUPERIORIDAD, QUE LA EMPRESA PA - PERU SAC, COMO CONTRATISTA DE LA CONCESIONARIA GASES DEL PACIFICO - QUAYIL, ESTÁ CUMPLIENDO CON TODOS LOS REQUISITOS DEL TUPA, POR LO QUE EL SUSCRITO SUGIERE OTORGAR LA AUTORIZACIÓN PARA DEL TENEDOR DE INFRAESTRUCTURA DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN GAS NATURAL EN AREAS Y/O BIENES DE DOMINIO PÚBLICO Y EN BASE AL INFORME N°353-2023-MPC-GP-SGLE DEL ING. JUAN ENRIQUE MUÑOZ - SUB GERENTE DE EJECUCIÓN DE INVERSIONES - MPC, EN DONDE INDICA: QUE SE PROCEDE LA AUTORIZACIÓN DE LAS VÍAS INDICADAS POR SUPERAR LOS 07 AÑOS DE CONSTRUCCIÓN ESTO ES REFERENTE A LAS VÍAS DE CONCRETO Y ASFALTO". ESTA SUB GERENCIA DE LICENCIAS DE EDIFICACIONES OTORGA LA PRESENTE AUTORIZACIÓN, PARA REALIZAR LOS TRABAJOS QUE SE EJECUTARÁN EN CONFORMIDAD Y CUMPLIMIENTO A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EXPEDIENTE PRESENTADO:

LAS MALLAS APROBADAS SON LAS SIGUIENTES:

- PE-23-284 - MALLA 4700, CON UNA EXTENSIÓN DE 480.22 M, SE ENCUENTRA COMPRENDIDO EN: JR. ALFONSO UGARTE.
- PE-23-285 - MALLA 4800, CON UNA EXTENSIÓN DE 889.95 M, SE ENCUENTRA COMPRENDIDO EN: CAL. SN 03, JR. NAZARETH, PSJ. CALISPUQUIO, CAL. SN 09, JR. PETATEROS (PRL.), AV. INDEPENDENCIA.
- PE-23-289 - MALLA 4801, CON UNA EXTENSIÓN DE 1,047.91M, SE ENCUENTRA COMPRENDIDO EN: CAL. SN 05, PSJ. LOS MANZANOS, PSJ. LOS EUCALIPTOS, PSJ. HIERBA BUENA, PSJ. SN 03, PSJ. CALISPUQUIO, JR. DIEGO FERRE, PSJ. SN 01, PSJ. SN 08, PSJ. SN 02, JR. NAZARETH.
- PE-23-290 - MALLA 4802, CON UNA EXTENSIÓN DE 414.37 M, SE ENCUENTRA COMPRENDIDO EN: PSJ. CALISPUQUIO, JR. PETATEROS (PRL.), CAL. SN 09, PSJ. CALI, PSJ. LOS PUQUIOS, PSJ. MADRE DOLOROSA.
- PE-23-291 - MALLA 4702, CON UNA EXTENSIÓN DE 3,041.56 M, SE ENCUENTRA COMPRENDIDO EN: JR. SN 02, JR. ALFONSO UGARTE, JR. SANTA VICTORIA (PSJ. SANTA VICTORIA), JR. LAS ALMENDRAS, JR. SN 01, JR. URUBAMBA, PSJ. SN 08, PSJ. SN 09, PSJ. SN 13, PSJ. SANTA CATALINA, PSJ. SN 10, PSJ. SN 11, PSJ. SN 12, PSJ. SN 14, PSJ. SN 15, JR. SN 05, PSJ. SN 18.
- PE-23-292 - MALLA 4703, CON UNA EXTENSIÓN DE 726.02 M, SE ENCUENTRA COMPRENDIDO EN: JR. ALFONSO UGARTE, PSJ. SANTA CATALINA, PSJ. SN 14, PSJ. SN 15, PSJ. SN 19.
- PE-23-296 - MALLA 4803, CON UNA EXTENSIÓN DE 708.41 M, SE ENCUENTRA COMPRENDIDO EN: CAL. SN 09, PSJ. JIMÉNEZ CHAVEZ, PSJ. CALISPUQUIO, JR. PETATEROS (PRL.), PSJ. SN 04, PSJ. SN 05, AV. INDEPENDENCIA.
- PE-23-297 - MALLA 4804, CON UNA EXTENSIÓN DE 764.76M, SE ENCUENTRA COMPRENDIDO EN: CAL. SN 05, JR. NAZARETH, CAL. SN 06, CAL. SN 07, PSJ. CALISPUQUIO.
- PE-23-298 - MALLA 4805, CON UNA EXTENSIÓN DE 435.66M, SE ENCUENTRA COMPRENDIDO EN: CAL. SN 01, CAL. SN 05, CAL. SN 06.

➤ **CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO, SEGÚN EXPEDIENTE:** SE LE OTORGA 131 DÍAS CALENDARIOS (SI NO SE CUMPLIRA LAS METAS PROGRAMADAS EN EL CRONOGRAMA ESTABLECIDO, CON 20 DÍAS DE ANTICIPACIÓN, LA EMPRESA PODRÁ PRESENTAR POR TRÁMITE DOCUMENTARIO UNA PRORROGA DE AMPLIACIÓN DE PLAZO, PARA CONCLUIR CON LOS TRABAJOS DE EJECUCIÓN PROGRAMADOS, Y SERIA CONCEDIDO POR ÚNICA VEZ".

➤ **ADemás:** DE CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EXPEDIENTE EN EL PROYECTO A REALIZAR, SI FUESE EL CASO: AL MOMENTO QUE SE EMPLEE CONCRETO SE DEBERÁ UTILIZAR AGREGADOS LIMPIOS Y LAVADOS DE ACUERDO AL TIPO DE CONCRETO Y/O PAVIMENTO FLEXIBLE A REPONER, DEBIENDO UTILIZAR ACELERANTES DE FRAGUA Y CURADO; DE IGUAL MANERA CUANDO SE TRATE DE CONCRETOS NUEVOS ESTOS DEBEN SER REPUESTOS EN TODA SU INTEGRIDAD, PREVIA COORDINACIÓN CON LA GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA, SI FUESE EL CASO: CUANDO SE DESEE INTERRUMPIR LAS VÍAS POR LOS TRABAJOS A REALIZAR EN EL MANTENIMIENTO E INSTALACIÓN DE REDES AERIAS Y/O CON RUPTURA Y REPOSICIÓN DE PISTAS Y VEREDAS, SE DEBERÁ COORDINAR BAJO RESPONSABILIDAD DE LA EMPRESA, CON LA GERENCIA DE VIALIDAD Y TRANSPORTE DE LA MPC, A FIN DE QUE EFECTUE LAS COORDINACIONES PREVIAS PARA LA MODIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DEL TRÁNSITO. LA REPOSICIÓN SERÁ EJECUTADA POR LA EMPRESA SOLICITANTE BAJO RESPONSABILIDAD Y POR SER EL ÁREA DE TRABAJO UNA VÍA PÚBLICA, ES NECESARIO QUE AL MOMENTO DE LA EJECUCIÓN EL RESPONSABLE DE LA OBRA REALICE LAS COORDINACIONES CON LA SUB GERENCIA DE LICENCIAS DE EDIFICACIONES DE LA MPC A FIN DE QUE SE VERIFIQUE LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LA OBRA EN CONCORDANCIA CON LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE VÍA DEFINIDA OFICIALMENTE EN LOS TRAMOS DE TRABAJO ANTES INDICADOS.

➤ EL DESMONTE PRODUCTO DE LOS TRABAJOS DEBERÁ SER ELIMINADO EN EL ACTO, EVITANDO INTERRUPCIÓN DEL TRÁNSITO VEHICULAR Y PEATONAL BAJO RESPONSABILIDAD DEL SOLICITANTE Y EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS, DE INCURRIR EN FALTA SE PROCEDERÁ AL RÉGIMEN DE SANCIONES EN CONFORMIDAD A LA ORDENANZA MUNICIPAL VIGENTE.

LA MUNICIPALIDAD SUPERVISARÁ LA OBRA, DE LOS TRABAJOS AUTORIZADOS Y EJECUTADOS, DEBIENDO APERSONARSE PARA COORDINAR HACIENDO CONOCER A ESTA SUB GERENCIA SOBRE EL INICIO, EJECUCIÓN Y CULMINACIÓN DE LA OBRA Y PODER CONTROLAR EL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CRONOGRAMA PROGRAMADO, CON EL INGENIERO RESPONSABLE.

SE EXPIDE LA PRESENTE AUTORIZACIÓN AL ADMINISTRADO: POR HABER CUMPLIDO CON TODOS LOS REQUISITOS ESTIPULADOS EN EL TEXTO ÚNICO DE PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS - 2020 Y HABIENDO CANCELADO LOS DERECHOS DE PAGO, SEGÚN RECIBO N°34247, POR UN MONTO TOTAL DE S/ 3,363.20, DE FECHA 19/05/2023.

RECOMENDACIÓN:

- SI EN CASO SE REQUIERA EL CIERRE TOTAL DE LAS VÍAS, TENDRAN QUE SOLICITAR AUTORIZACIÓN A LA GERENCIA DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO, PARA EL DESVÍO DE TRÁNSITO.
- EN LAS CALLES AUTORIZADAS, DEBERAN DE RECONSTRUIR EL CORTE DE PAVIMENTO CON LOS MISMOS AGREGADOS Y MATERIAL DE PAVIMENTO ENCONTRADO, ESO QUIERE DECIR SI EL PAVIMENTO ES RÍGIDO SE TENDRÁ QUE REALIZAR CON EL MISMO MATERIAL Y BIEN COMPACTADO, CUMPLIENDO CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SU EXPEDIENTE PRESENTADO.
- SE ADVIERTE A LA EMPRESA QUAYIL, NO INICIAR LOS TRABAJOS SI NO CUENTAN CON LA RESPECTIVA AUTORIZACIÓN DEL INSPECTOR DE OBRAS EL ING. ALBERTO DÍAZ VILLEGAS.

CAJAMARCA, 24 DE AGOSTO DEL 2023


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA
GERENCIA DE DESARROLLO URBANO Y TERRITORIAL
SUB GERENCIA DE LICENCIAS DE EDIFICACIONES
Arq. Elmer El Alajirano Alajirano
CAP 23246

 Av. Alameda de los Incas
Cajamarca - Perú

076 602660 076 602661

contactenos@municipalidad.gub.pe

Lima, 09 de octubre de 2023

Estimado:

Sr. Amadeus Gonzalo Calla Navarro

Propósito:

Respuesta a solicitud de permiso para realizar Trabajo de Investigación

Sirva el presente documento como medio para **CONCEDER** el **PERMISO** para realizar el trabajo de investigación propuesto en la solicitud remitida por su persona, disponga de la información documentaria y de campo que requiera conveniente de los proyectos asignados para la ciudad de Cajamarca, ejecutados por **Profesionales Asociados del Perú SAC**, en el periodo 2023-2024, considerando que el tratamiento de la misma sea de uso exclusivo y de carácter confidencial para la elaboración de su trabajo.

De manera expresa agradecer su intención al centrar su estudio en nuestra empresa, misma que solicita a usted, remitir una copia del estudio, para uso como material de consulta y propuesta de mejora continua de la etapa de planeamiento en futuros proyectos de construcción de redes de gas natural que sean asignadas.

Sin más por el momento, quedo de usted.

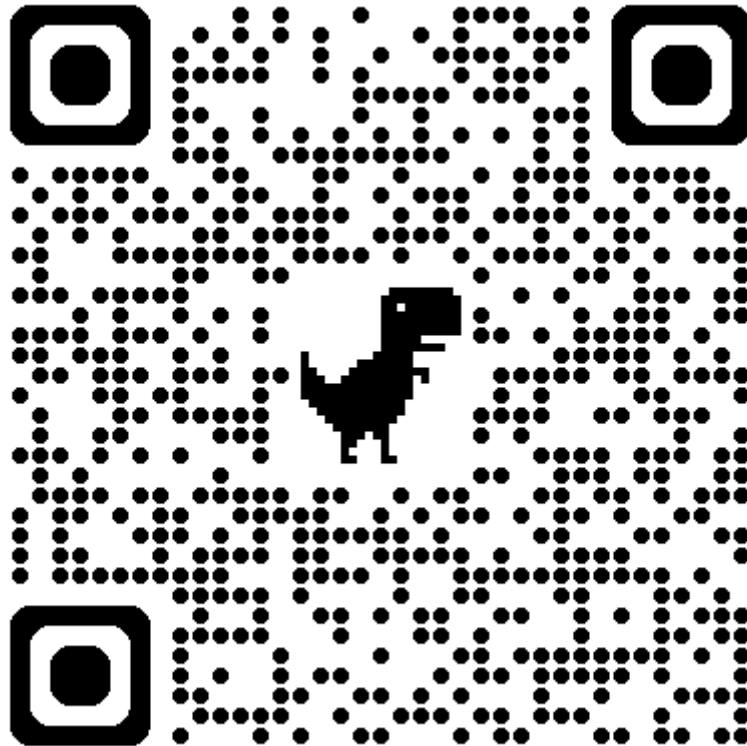
Atentamente:



Jorge L. Tumbajulca
Coordinador Operativo

Anexo 2. Reporte diario de avance de obra por proyecto

Se presenta el reporte de avance de obra por lo que para una mayor comprensión puede ver el siguiente Quick Response (QR), que contiene el soporte digital de los 6 proyectos siendo rango de páginas de 297 a 383:



Anexo 3. Reporte ensayos de suelos, compactación y reposición

Se presenta el reporte de ensayos de suelo, compactación y reposición por lo que para una mayor comprensión puede ver el siguiente Quick Response (QR), que contiene el soporte digital de los 6 proyectos siendo rango de páginas de 385 a 420:

