

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA  
PESADA EN EL EXPEDIENTE TÉCNICO DE LA OBRA  
ARADACOCHA 1, 2 Y 3”**

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

**WILDE WILMER ABREGÚ ROSALES**

**LIMA - PERÚ**

**2021**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA  
PESADA EN EL EXPEDIENTE TÉCNICO DE LA OBRA ARADACOCHA  
1, 2 Y 3”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO DE:  
**INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

**BACH. WILDE WILMER ABREGÚ ROSALES**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Mg. Sc. CAYO LEONIDAS RAMOS TAIPE  
Presidente

Mg. Sc. TERESA OLINDA VELÁSQUEZ BEJARANO  
Asesor

Ing. JOSÉ BERNARDINO ARAPA QUISPE  
Miembro

Mg. Sc. JOSÉ ANTONIO ORELLANA PARDAVÉ  
Miembro

LIMA – PERU

2021

## **DEDICATORIA**

Dedico de corazón este trabajo a mis padres, el Señor Wilde Abregu y la Señora Rosario Rosales, pues sin ellos no lo hubiese logrado. Su sacrificio por forjarme como una persona de Bien, fueron mi mayor inspiración por esforzarme cada día con el fin de alcanzar mis metas. Es por ello que doy mi trabajo en homenaje a su gran paciencia y amor de padres.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco la dedicación y la paciencia ofrecidos cada día por mis padres para culminar con esta meta trazada y el gran apoyo recibido por parte de mis hermanos.

Agradezco a Dios por permitirme tener una experiencia maravillosa en mi alma mater la Universidad Nacional Agraria la Molina. Gracias a cada maestro que contribuyó en mi proceso integral de formación y en especial a mi asesora la Mg. Sc. Teresa Velásquez por su gran apoyo y paciencia para cumplir con este sueño tan anhelado.

## ÍNDICE GENERAL

<b>I. PRESENTACIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>III. OBJETIVOS.....</b>	<b>5</b>
3.1. OBJETIVO GENERAL .....	5
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
<b>IV. CUERPO DEL TRABAJO .....</b>	<b>6</b>
4.1. GENERALIDADES.....	6
4.2. SECUENCIA METODOLÓGICA .....	6
4.2.1. Determinar y aislar las partidas referentes al uso de maquinaria pesada.....	6
4.2.2. Determinación de las condiciones presentes por cada Qocha para el cálculo de los rendimientos .....	7
4.2.3. Recopilación de bibliografía de rendimientos en maquinaria pesadas en zonas altoandinas o similares.....	7
4.2.4. Monitoreo diario de las actividades de las maquinarias .....	7
4.2.5. Obtención de los rendimientos reales de las maquinarias, tomados durante la ejecución de la obra .....	7
4.2.6. Cálculo computacional de los rendimientos de las maquinarias considerando las condiciones presentes en cada cocha .....	7
4.2.7. Comparación de resultados.....	7
4.2.8. Obtención de hojas de cálculos para los rendimientos de maquinaria pesada ...	8
4.3. UBICACIÓN DE LA ZONA DEL TRABAJO .....	8
4.3.1. Ubicación Política .....	8
4.3.2. Ubicación Geográfica.....	8
4.3.3. Ubicación Hidrográfica .....	8
4.3.4. Ubicación por Imagen Satelital .....	9
4.3.5. Accesibilidad .....	10
4.4. METAS FÍSICAS.....	10
4.5. CRITERIOS DE CONSTRUCCIÓN .....	11
4.5.1. Dique de tierra .....	11
4.5.2. Aliviadero.....	19
4.5.3. Estructura de toma y descarga.....	21
4.6. ANÁLISIS DE LOS RENDIMIENTOS EN LAS PARTIDAS	

RELACIONADAS CON EL USO DE MAQUINARIA PESADA.....	22
4.6.1. Aradacocha 1, 2 y 3 – Partidas.....	25
4.6.2. Cálculo de rendimientos.....	46
4.7. OBTENCIÓN DE HOJAS DE CÁLCULOS PARA LOS RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA.....	157
4.8. RESULTADOS .....	158
4.8.1. Conformación del Análisis de Costos Unitarios (ACU) con los rendimientos de campo .....	170
4.8.2. Conformación de los presupuestos – ejecución de obra.....	187
4.8.3. Presupuesto – expediente técnico .....	190
4.8.4. Presupuesto expediente técnico vs ejecución de obra .....	193
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>201</b>
5.1. CONCLUSIONES .....	201
5.2. RECOMENDACIONES .....	203
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>204</b>
<b>VII. ANEXOS.....</b>	<b>205</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ubicación política de la obra.....	8
Tabla 2: Ubicación geográfica de las Qochas intervenidas.....	8
Tabla 3: Accesibilidad a la Qocha.....	10
Tabla 4: Metas Físicas.....	11
Tabla 5: Dimensiones de los elementos de las cochas.....	11
Tabla 6: Partidas de la Qocha Aradacocha 1.....	22
Tabla 7: Partidas de la Qocha Aradacocha 2.....	23
Tabla 8: Partidas de la Qocha Aradacocha 3.....	24
Tabla 9: Partidas de la Cocha Aradacocha 1.....	25
Tabla 10: Partidas de la Cocha Aradacocha 2.....	27
Tabla 11: Partidas de la Cocha Aradacocha 3.....	30
Tabla 12: Partidas de la Conformación de Dique – Aradacocha 1.....	32
Tabla 13: Partidas Aliviadero de demasías – Aradacocha 1.....	33
Tabla 14: Partidas de la Conformación de Dique – Aradacocha 2.....	35
Tabla 15: Partidas Aliviadero de demasías – Aradacocha 2.....	36
Tabla 16: Partidas de la Conformación de Dique – Aradacocha 3.....	37
Tabla 17: Partidas Aliviadero de demasías – Aradacocha 3.....	39
Tabla 18: ACU – Excavación de material suelto c/maquinaria.....	40
Tabla 19: ACU – Relleno compactado con material préstamo c/maquinaria.....	41
Tabla 20: ACU – Extracción, acopio y cargio de material de préstamo para cuerpo de dique.....	41
Tabla 21: ACU – Traslado de material al cuerpo de dique < 500m.....	42
Tabla 22: ACU – Conformación de espaldón con piedra.....	42
Tabla 23: ACU – Extracción, acopio y carguío de piedra para espaldón.....	42
Tabla 24: ACU – Traslado de piedra c/maq D<500m.....	43
Tabla 25: ACU – Eliminación de material excedente D < 500m.....	43
Tabla 26: ACU – Excavación de material suelto c/maquinaria.....	43
Tabla 27: ACU – Eliminación de material excedente D < 500m.....	44
Tabla 28: ACU – Asentado de piedra en concreto F'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (E=0.20m).....	44
Tabla 29: ACU – Piedra Mediana.....	44
Tabla 30: ACU – Extracción de material seleccionado para Aliv.....	45

Tabla 31: ACU – Transporte piedra mediana.....	45
Tabla 32: Características técnicas de la Retroexcavadora (Lampón) CAD 420F2 .....	47
Tabla 33: Características técnicas de la Retroexcavadora (Cucharon) CAD 420F2.....	47
Tabla 34: Rendimiento en campo de la excavación de cimentación de dique (Excavación de material suelto c/maquinaria)- Aradacocha 1 .....	50
Tabla 35: Rendimiento en campo de la excavación de cimentación de dique - Aradacocha 2 .....	52
Tabla 36: Rendimiento en campo de la excavación de cimentación de dique - Aradacocha .....	54
Tabla 37: Rendimiento en campo de la excavación de aliviadero de dique - Aradacocha 1 .....	57
Tabla 38: Rendimiento en campo de la excavación de aliviadero de dique - Aradacocha 2 .....	60
Tabla 39: Rendimiento en campo de la excavación de aliviadero de dique - Aradacocha 3 .....	62
Tabla 40: Rendimiento en campo de excavación en cantera de agregado - Aradacocha 1 .....	64
Tabla 41: Rendimiento en campo de excavación en cantera de agregado - Aradacocha 2 .....	66
Tabla 42: Rendimiento en campo de excavación en cantera de agregado - Aradacocha 3 .....	69
Tabla 43: Rendimiento en campo de recolección de piedras manualmente.....	71
Tabla 44: Rendimiento en campo de traslado de piedras - Aradacocha 1.....	72
Tabla 45: Rendimiento en campo de traslado de piedras - Aradacocha 2.....	73
Tabla 46: Rendimiento en campo de traslado de piedras – Aradacocha 3 .....	73
Tabla 47: Características técnicas del Cargador Frontal CAT924HZ.....	75
Tabla 48: Rendimiento en campo de traslado de material– Aradacocha 1 .....	76
Tabla 49: Rendimiento en campo de explanación de material suelto – Aradacocha 1, 2 y 3 .....	77
Tabla 50: Características Técnicas del Rodillo liso Autopropulsado Ingersoll Rand SD45D .....	79
Tabla 51: Rendimiento en campo de conformación de dique – Aradacocha 1 .....	82
Tabla 52: Rendimiento en campo de conformación de dique – Aradacocha 2 .....	82
Tabla 53: Rendimiento en campo de conformación de dique – Aradacocha 3 .....	83

Tabla 54: Rendimiento en campo de excavación de corona y talud – Aradacocha 1 .....	86
Tabla 55: Rendimiento en campo de excavación de corona y talud – Aradacocha 3 .....	89
Tabla 56: Rendimiento en campo de recolección e instalación de champa – Aradacocha 1 .....	90
Tabla 57: Rendimiento en campo de recolección e instalación de champa – Aradacocha 2 .....	91
Tabla 58: Rendimiento en campo de recolección e instalación de champa – Aradacocha 3 .....	92
Tabla 59: Rendimientos obtenidos en campo.....	93
Tabla 60: Rendimiento calculado para la excavación de Cimentación – Aradacocha 1 .....	96
Tabla 61: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento en la excavación de Cimentación – Aradacocha 1 .....	97
Tabla 62: Rendimiento calculado para la excavación de Cimentación – Aradacocha 2.....	98
Tabla 63: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento en la excavación de Cimentación – Aradacocha 2.....	99
Tabla 64: Rendimiento calculado para la excavación de Cimentación – Aradacocha 3...	100
Tabla 65: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento en la excavación de Cimentación – Aradacocha 3.....	101
Tabla 66: Rendimiento calculado para la excavación del Aliviadero – Aradacocha 1 .....	103
Tabla 67: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento en la excavación del Aliviadero – Aradacocha 1 .....	104
Tabla 68: Rendimiento calculado para la excavación del Aliviadero – Aradacocha 2.....	105
Tabla 69: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento en la excavación del Aliviadero – Aradacocha 2 .....	106
Tabla 70: Rendimiento calculado para la excavación del Aliviadero – Aradacocha 3 .....	107
Tabla 71: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento en la excavación del Aliviadero – Aradacocha 3 .....	108
Tabla 72: Rendimiento calculado para la excavación de Cantera– Aradacocha 1 .....	110
Tabla 73: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento en la excavación de Cantera– Aradacocha 1 .....	111
Tabla 74: Rendimiento calculado para la excavación de Cantera– Aradacocha 2.....	112
Tabla 75: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento en la excavación de Cantera– Aradacocha 2.....	113
Tabla 76: Rendimiento calculado para la excavación de Cantera– Aradacocha 3.....	113

Tabla 77: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento en la excavación de Cantera– Aradacocha 3 .....	114
Tabla 78: Rendimiento calculado para el traslado de piedras– Aradacocha 1 .....	116
Tabla 79: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento para el traslado de piedras– Aradacocha 1 .....	117
Tabla 80: Rendimiento calculado para el traslado de piedras– Aradacocha 2 .....	118
Tabla 81: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento para el traslado de piedras– Aradacocha 2 .....	119
Tabla 82: Rendimiento calculado para el traslado de piedras– Aradacocha 3 .....	120
Tabla 83: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento para el traslado de piedras– Aradacocha 3 .....	121
Tabla 84: Rendimiento calculado para el traslado de Material de préstamo con Cargador frontal – Aradacocha 1 .....	123
Tabla 85: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento para el traslado de Material de préstamo con Cargador frontal – Aradacocha 1 .....	124
Tabla 86: Rendimiento calculado para el traslado de Material de préstamo con Cargador frontal – Aradacocha 2.....	125
Tabla 87: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento para el traslado de Material de préstamo con Cargador frontal – Aradacocha 2 .....	126
Tabla 88: Rendimiento calculado para el traslado de Material de préstamo con Cargador frontal – Aradacocha 3.....	127
Tabla 89: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento para el traslado de Material de préstamo con Cargador frontal – Aradacocha 3 .....	128
Tabla 90: Rendimiento calculado para el traslado de Material de préstamo con Volquete– Aradacocha 1.....	130
Tabla 91: Rendimiento de Carga al Volquete– Aradacocha 1 .....	131
Tabla 92: Rendimiento calculado para el traslado de Material de préstamo con Volquete– Aradacocha 2.....	132
Tabla 93: Rendimiento de Carga al Volquete– Aradacocha 2 .....	133
Tabla 94: Rendimiento calculado para el traslado de Material de préstamo con Volquete– Aradacocha 3.....	134
Tabla 95: Rendimiento de Carga al Volquete– Aradacocha 3 .....	135
Tabla 96: Rendimiento calculado para la Eliminación de Mat. Excedente con Volquete– Aradacocha 1.....	137

Tabla 97: Rendimiento de Carga al Volquete– Aradacocha 1 .....	138
Tabla 98: Rendimiento calculado para la Eliminación de Mat. Excedente con Volquete– Aradacocha 2.....	139
Tabla 99: Rendimiento de Carga al Volquete– Aradacocha 2 .....	140
Tabla 100: Rendimiento calculado para la Eliminación de Mat. Excedente con Volquete– Aradacocha 3.....	141
Tabla 101: Rendimiento de Carga al Volquete– Aradacocha 3 .....	142
Tabla 102: Rendimiento calculado para la Conformación del dique – Aradacocha 1, 2 y 3 .....	144
Tabla 103: Rendimiento en excavación de zanjas en corona y talud– Aradacocha 1, 2 y 3 .....	146
Tabla 104: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento de Excavación de zanja en corona y talud - Aradacocha 1, 2 y 3 .....	147
Tabla 105: Rendimiento en recolección e instalación de champa – Aradacocha 1.....	149
Tabla 106: Datos de entrada para el cálculo de recolección e instalación de champa – Aradacocha 1 .....	150
Tabla 107: Rendimiento en recolección e instalación de champa – Aradacocha 2.....	151
Tabla 108: Datos de entrada para el cálculo de recolección e instalación de champa – Aradacocha 2 .....	152
Tabla 109: Rendimiento en recolección e instalación de champa – Aradacocha 3.....	153
Tabla 110: Datos de entrada para el cálculo de recolección e instalación de champa – Aradacocha 3 .....	154
Tabla 111: Resumen de rendimientos calculados computacionalmente .....	155
Tabla 112: Rendimientos calculados frente a los rendimientos obtenidos de campo .....	156
Tabla 113: Rendimientos promedio vs Rendimientos del expediente técnico.....	158
Tabla 114: ACU – Excavación de material suelto c/maquinaria – Aradacocha 1 .....	171
Tabla 115: ACU – Excavación de material suelto c/maquinaria – Aradacocha 2 .....	171
Tabla 116: ACU – Excavación de material suelto c/maquinaria – Aradacocha 3 .....	171
Tabla 117: ACU – Excavación de material Compactado c/maquinaria– Aradacocha 1...	172
Tabla 118: ACU – Excavación de material Compactado c/maquinaria– Aradacocha 2...	172
Tabla 119: ACU – Excavación de material Compactado c/maquinaria– Aradacocha 3...	172
Tabla 120: ACU – Relleno compactado con material de préstamo c/maquinaria – Aradacocha 1 .....	173
Tabla 121: SUB ACU – Explanación de material suelto en cuerpo de Dique –	

Aradacocha 1 .....	173
Tabla 122: SUB ACU -Extracción de material de préstamo para cuerpo de Dique – Aradacocha 1 .....	173
Tabla 123: SUB ACU – Traslado de material al cuerpo de Dique <500m - Aradacocha 1 .....	174
Tabla 124: ACU – Relleno compactado con material de préstamo c/maquinaria – Aradacocha 2 .....	174
Tabla 125: SUB ACU – Explanación de material suelto en cuerpo de Dique – Aradacocha 2 .....	174
Tabla 126: SUB ACU-Extracción de material de préstamo para cuerpo de Dique – Aradacocha 2 .....	175
Tabla 127: SUB ACU–Traslado de material al cuerpo de Dique <500m – Aradacocha 2 .....	175
Tabla 128: ACU – Relleno compactado con material de préstamo c/maquinaria – Aradacocha 3 .....	175
Tabla 129: SUB ACU – Explanación de material suelto en cuerpo de Dique – Aradacocha 3 .....	176
Tabla 130: SUB ACU - Extracción de material de préstamo para cuerpo de Dique – Aradacocha 3 .....	176
Tabla 131: SUB ACU – Traslado de material al cuerpo de Dique <500m – Aradacocha 2 .....	176
Tabla 132: ACU – Conformación de espaldón con piedra – Aradacocha 1.....	177
Tabla 133: SUB ACU – Extracción y Acopio de Piedra para espaldón – Aradacocha 1 .....	177
Tabla 134: SUB ACU – Traslado de Piedra c/maq D<500m – Aradacocha 1.....	177
Tabla 135: ACU – Conformación de espaldón con piedra – Aradacocha 2.....	178
Tabla 136: SUB ACU – Extracción y Acopio de Piedra para espaldón – Aradacocha 2 .	178
Tabla 137: SUB ACU – Traslado de Piedra c/maq D<500m – Aradacocha 2.....	178
Tabla 138: ACU – Conformación de espaldón con piedra – Aradacocha 3.....	179
Tabla 139: SUB ACU – Extracción y Acopio de Piedra para espaldón – Aradacocha 3 .	179
Tabla 140: SUB ACU – Traslado de Piedra c/maq D<500m – Aradacocha 3.....	179
Tabla 141: ACU - Protección de Corona (Champa) – Aradacocha 1 .....	180
Tabla 142: ACU - Protección de Corona (Champa) – Aradacocha 2 .....	180
Tabla 143: ACU - Protección de Corona (Champa) – Aradacocha 3 .....	180

Tabla 144: Eliminación de material Excedente D<500m – Aradacocha 1.....	181
Tabla 145: Eliminación de material Excedente D<500m – Aradacocha 2.....	181
Tabla 146: Eliminación de material Excedente D<500m – Aradacocha 3.....	181
Tabla 147: ACU – Excavación de material suelto c/maquinaria en Aliviadero – Aradacocha 1 .....	182
Tabla 148: ACU – Excavación de material suelto c/maquinaria en Aliviadero – Aradacocha 2 .....	182
Tabla 149: ACU – Excavación de material suelto c/maquinaria en Aliviadero – Aradacocha 3 .....	182
Tabla 150: Eliminación de material excedente D<500m en Aliviadero - Aradacocha 1 ..	183
Tabla 151: Eliminación de material excedente D<500m en Aliviadero - Aradacocha 2..	183
Tabla 152: Eliminación de material excedente D<500m en Aliviadero - Aradacocha 3..	183
Tabla 153: ACU – Asentado de piedra en concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$ (e=0.20m) – Aradacocha 1 .....	184
Tabla 154: SUB ACU – Piedra mediana en Aliviadero – Aradacocha 1 .....	184
Tabla 155: SUB ACU – Extracción y Acopio de piedra para Aliviadero – Aradacocha 1 .....	184
Tabla 156: SUB ACU – Traslado de piedra c/maq. D<500m – Aradacocha 1.....	185
Tabla 157: ACU – Asentado de piedra en concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$ (e=0.20m) – Aradacocha 2 .....	185
Tabla 158: SUB ACU – Piedra mediana en Aliviadero – Aradacocha 2.....	185
Tabla 159: SUB ACU – Extracción y Acopio de piedra para Aliviadero – Aradacocha 2 .....	185
Tabla 160: SUB ACU – Traslado de piedra c/maq. D<500m – Aradacocha 2.....	186
Tabla 161: ACU – Asentado de piedra en concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$ (e=0.20m) – Aradacocha 3 .....	186
Tabla 162: SUB ACU – Piedra mediana en Aliviadero – Aradacocha 3.....	186
Tabla 163: SUB ACU – Extracción y Acopio de piedra para Aliviadero – Aradacocha 3 .....	186
Tabla 164: SUB ACU – Traslado de piedra c/maq. D<500m – Aradacocha 3.....	187
Tabla 165: Presupuesto realizado en Ejecución de Obra – Aradacocha 1 .....	187
Tabla 166: Presupuesto realizado en Ejecución de Obra – Aradacocha 2 .....	188
Tabla 167: Presupuesto realizado en Ejecución de Obra – Aradacocha 3 .....	189
Tabla 168: Presupuesto propuesto en el Expediente Técnico – Aradacocha 1 .....	190

Tabla 169: Presupuesto propuesto en el Expediente Técnico – Aradacocha 2 .....	191
Tabla 170: Presupuesto propuesto en el Expediente Técnico – Aradacocha 3 .....	192
Tabla 171: Presupuesto del Expediente Técnico vs Ejecución de Obra – Aradacocha 1, 2 y 3 .....	193

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Imagen satelital Aradacocha 1 .....	9
Figura 2: Imagen satelital Aradacocha 2 .....	9
Figura 3: Imagen satelital Aradacocha 3 .....	10
Figura 4: Partes del cuerpo del dique de tierra .....	12
Figura 5: Cocha culminada y pleno funcionamiento.....	12
Figura 6: Excavación de la cimentación del dique .....	13
Figura 7: Excavación y habilitación de material en la cantera .....	13
Figura 8: Detalle de dren de grava.....	14
Figura 9: Instalación de los drenes en campo.....	14
Figura 10: Método constructivo en el proceso de compactación .....	15
Figura 11: Compactación por capas en el cuerpo del dique .....	15
Figura 12: Perfilado de la cara húmeda del talud del dique .....	15
Figura 13: Rastrillado del talud del dique .....	16
Figura 14: Excavación de las zanjas de anclaje.....	16
Figura 15: Detalle de la zanja de anclaje de la corona .....	16
Figura 16: Soldadura mediante termofusión de la geomembrana HDPE.....	17
Figura 17: Soldadura mediante extrusión de la geomembrana HDPE .....	17
Figura 18: Detalle de la instalación de la geomembrana HDPE .....	18
Figura 19: Relleno de las zanjas de anclaje.....	18
Figura 20: Instalación y siembra de la champa sobre la corona del dique .....	19
Figura 21: Enrocado de la cara húmeda del dique.....	19
Figura 22: Excavación de a nivel de rasante del aliviadero .....	20
Figura 23: Enrocado y braseado de las paredes del aliviadero.....	20
Figura 24: Asentado de piedras sobre el piso del aliviadero .....	21
Figura 25: Estructura de ingreso culminado.....	21
Figura 26: Gráfico de Barras de las partidas vs costo, Aradacocha 1 .....	23
Figura 27: Gráfico de Barras de las partidas vs costo, Aradacocha 2 .....	24
Figura 28: Gráfico de Barras de las partidas vs costo, Aradacocha 2 .....	25
Figura 29: Gráfico de barras de partidas de la Conformación de dique vs costos – Aradacocha 1 .....	33
Figura 30: Gráfico de barras de partidas del Aliviadero de demasías vs costos – Aradacocha 1 .....	34

Figura 31: Gráfico de barras de partidas de la Conformación de dique vs costos – Aradacocha 2 .....	35
Figura 32: Gráfico de barras de partidas del Aliviadero de demasías vs costos – Aradacocha 2 .....	37
Figura 33: Gráfico de barras de partidas de la Conformación de dique vs costos – Aradacocha 3 .....	38
Figura 34: Gráfico de barras de partidas del Aliviadero de demasías vs costos – Aradacocha 3 .....	39
Figura 35: Retroexcavadora CAD 420F2 .....	46
Figura 36: Excavación de la cimentación del dique de la cocha Aradacocha 1 .....	48
Figura 37: Excavación de la cimentación del dique de la cocha Aradacocha 2 .....	51
Figura 38: Excavación de la cimentación del dique de la cocha Aradacocha 3 .....	53
Figura 39: Excavación del aliviadero de la cocha Aradacocha 1 .....	56
Figura 40: Excavación del aliviadero de la cocha Aradacocha 2 .....	58
Figura 41: Excavación del aliviadero de la cocha Aradacocha 3 .....	61
Figura 42: Extracción de material de préstamo de la cantera, para la cocha Aradacocha 1 .....	63
Figura 43: Extracción de material de préstamo de la cantera, para la cocha Aradacocha 2 .....	65
Figura 44: Extracción de material de préstamo de la cantera, para la cocha Aradacocha 3 .....	67
Figura 45: Recolección y acopio de rocas para la cocha Aradacocha 2 .....	70
Figura 46: Traslado de piedra mediana con maquinaria.....	71
Figura 47: Cargador Frontal CAD 924Hz .....	74
Figura 48: Esparcimiento de material suelto, en cuerpo del dique.....	76
Figura 49: Compactación de capas con Rodillo Ingersoll Rand SD45D .....	78
Figura 50: Esquema de las dimensiones del Rodillo Ingersoll Rand SD45D .....	80
Figura 51: Zanjas de Anclaje, Aradacocha 1 .....	84
Figura 52: Vista en planta de la excavación de las zanjas de anclaje, Aradacocha 1.....	84
Figura 53: Secciones rectangulares en la excavación de las zanjas de anclaje .....	85
Figura 54: Zanjas de Anclaje, Aradacocha 3.....	87
Figura 55: Vista en planta de la excavación de las zanjas de anclaje, Aradacocha 3.....	87
Figura 56: Secciones rectangulares en la excavación de las zanjas de anclaje .....	88
Figura 57: Rendimientos de campo vs Rendimientos ET – Aradacocha 1 .....	159

Figura 58: Rendimiento vs Distancia, para el Cargador Frontal vs Volquete.....	161
Figura 59: Rendimientos de campo vs Rendimientos ET – Aradacochoa 2 .....	163
Figura 60: Rendimiento vs Distancia, para el Cargador Frontal vs Volquete.....	165
Figura 61: Rendimientos de campo vs Rendimientos ET – Aradacochoa 3 .....	167
Figura 62: Rendimiento vs Distancia, para el Cargador Frontal vs Volquete.....	169
Figura 63: Presupuesto ET vs Ejecución de Obra, en Conformación de Dique – Aradacochoa 1 .....	197
Figura 64: Presupuesto ET vs Ejecución de Obra, en Aliviadero de Demasías – Aradacochoa 1 .....	197
Figura 65: Presupuesto ET vs Ejecución de Obra, en Conformación de Dique – Aradacochoa 2 .....	198
Figura 66: Presupuesto ET vs Ejecución de Obra, en Aliviadero de Demasías – Aradacochoa 2 .....	198
Figura 67: Presupuesto ET vs Ejecución de Obra, en Conformación de Dique – Aradacochoa 3 .....	199
Figura 68: Presupuesto ET vs Ejecución de Obra, en Aliviadero de Demasías – Aradacochoa 3 .....	199

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha técnica de la retroexcavadora CAD 420F2 .....	205
Anexo 2: Ficha técnica del cargador frontal CAT 924 HZ .....	209
Anexo 3: Ficha técnica de rodillo Ingersoll Rand SD45D .....	212

## **I. PRESENTACIÓN**

El Perú es un país muy diverso y rico en recursos naturales; principalmente en recursos hídricos, sin embargo, este último no está distribuido de manera homogénea ni espacial ni temporalmente hablando, lo que ocasiona en la temporada seca, escases. Esta última se ha ido incrementando en estos últimos años debido al cambio climático, lo que genera por sí, mayor desigualdad en este recurso.

Durante mi trayectoria profesional he encaminado mi experiencia a equiparar, a través de proyectos realizados, los déficits existentes y aportar de la mejor forma a lograr el equilibrio OFERTA – DEMANDA que se presenta a nivel nacional. Es en tal sentido que menciono las funciones y deberes realizadas a fin de lograr los mejores beneficios a los usuarios que demandan el recurso agua.

Durante el proceso de aprendizaje, he realizado trabajos de asistencia en ingeniería, en el cual desarrolle diseños hidráulicos y estructurales de las estructuras de captación, conducción, almacenamiento y distribución de agua potable y saneamiento rural, así como el metrados, costos y presupuestos de las mismas con los softwares adecuados. Para ello he considerado los criterios hidrológicos e hidráulicos para la correcta captación, distribución y almacenamiento, así como, metodologías, y cálculos de diseño estructural que fueron indispensable para el correcto dimensionamiento de las estructuras hidráulicas citadas. Aparte de ello también hice uso de los conocimientos, otorgados por la carrera, en cronogramas, costos y presupuestos, y expedientes técnicos en general.

Tuve la oportunidad de trabajar en la ejecución de obras de canales, reservorios y presas. En las cuales se realice el replanteo y levantamiento topográfico, seguimiento de cotas durante la ejecución, valorización del avance de obra, verificación del uso correcto de los métodos constructivos, verificación de la calidad del concreto usado, seguimiento y verificación de la correcta densidad de campo en la compactación de los diques, formulación de adicionales

– deductivos de obra. Realice correcciones de diseños de estructuras hidráulicas, así como rediseños de: canales de conducción de concreto y el rediseño de las caídas y rápidas. En todos los casos opte por tomar los criterios hidráulicos y estructurales, para el correcto diseño y ejecución de las estructuras y obras mencionadas.

En el ejercicio profesional, también pude trabajar en proyectos de siembra y cosecha de agua mediante Qochas, zanjas de infiltración y reforestación. En estas realice la asistencia en el diseño y la formulación de costos y presupuestos. En el diseño participe en la la ubicación del eje del dique, así como los ejes de las estructuras del aliviadero, posterior a ello realice el diseño hidráulico y estructural de los diques de tierra y/o concreto, de los aliviaderos frontales y/o laterales, así como el metrados de todas las partidas y su posterior presupuesto y cronograma de ejecución.

Durante el proceso de formación también tuve la oportunidad de laborar en el programa de siembra y cosecha de agua, mediante la ejecución de obras de Qochas. En este Proyecto participe directamente en la construcción de tres cochas, para las cuales realicé el replanteo en campo de los diques de tierra, del aliviadero y sus pozas de disipación, de las estructuras de toma y captación, y de las estructuras de descarga. También participe en el control planimétrico en la conformación de las capas del dique de tierra, para ello se marcó las plantillas a una altura adecuada. Verifiqué los niveles del NAMIN, NAMINO, NAME, NAMO y nivel de la Corona, para que la presa tuviese el correcto funcionamiento según las exigencias normadas en dicho diseño.

Supervise el trabajo de obra del personal técnico calificado y personal no calificado, para que lograr se ciñeran a las adecuadas técnicas constructivas, respetando la dosificación correcta del concreto, la compactación adecuada del dique (densidad optima en campo), que se consideren las cotas propuestas en el expediente técnico (ET). Así mismo participe en la correcta aplicación de las especificaciones técnicas y principalmente la verificación del rendimiento de las maquinarias y personal que laboró en campo.

## **II. INTRODUCCIÓN**

Uno de los mayores problemas que se tiene con los proyectos de siembra y cosecha de agua, es que, al ser relativamente un nuevo programa, no se cuenta con la suficiente bibliografía para poder sustentar con rendimientos que se ciñan a la realidad en campo. Y como resultado de no contar con rendimientos reales de campo, se genera una descompensación económica en distintas partidas, generando problemas económicos en la ejecución. Se tiene como antecedente de ello los informes de solicitud de ampliación de horas maquinas por parte de los residentes.

La causa principal de esta deficiencia en los rendimientos, se deben a la falta de una constatación adecuada entre los rendimientos calculados en gabinete y los rendimientos de obra reales obtenidos en campo para las condiciones presentes. Otro punto a tomar en cuenta es que se consideran las partidas para todas cochas, con las misma condiciones y variables, lo cual al verificar en campo no se cumple, ya que la topografía y el tipo de suelo varía de acuerdo con cada Qocha. Al ser obras ejecutas a más de 4,500 msnm, la altura juega un rol importante en el rendimiento de las maquinarias pesadas, y por lo tanto disminuirá el rendimiento con respecto a obras con menores alturas. Lo mismo pasa con el rendimiento de la mano de obra calificada y no calificada, las cuales también se ven mermadas a mayor altitud de trabajo.

Para remediar esta problemática es necesario hacer los cálculos de rendimientos adecuados, haciendo uso de la bibliografía disponible, Investigaciones y experiencias que se ajusten a la zona alto andina y a sus condiciones agrestes. A parte de ello, y más importante aún, es la verificación en campo de estos rendimientos de acuerdo a las condiciones presentes, para lo cual se requiere el monitoreo del trabajo de las maquinarias en distintas partidas.

Al contar con los resultados de los rendimientos calculados por medio de la bibliografía y experiencias realizadas en zonas altoandina, y al tener los resultados de los cálculos de los rendimientos monitoreados en campo durante la ejecución de la obra en la cual participé, he analizado y comparado las dos opciones de rendimientos para decidir su consideración; tomando así el rendimiento que más se ha ceñido a la realidad presente en este tipo de obras.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar el análisis comparativo de los rendimientos de las maquinarias pesadas, del expediente técnico frente a los obtenidos en ejecución, para las cochas Aradacocha 1, 2 y 3.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a. Determinar y aislar las partidas del expediente técnico, que tengan relación con el uso de maquinaria pesada, para las tres cochas.
- b. Monitorear y recopilar los rendimientos de las maquinarias efectuados en campo, durante el proceso constructivo.
- c. Realizar los cálculos computacionales, de los rendimientos de las maquinarias, tomando en cuenta las distintas variables vistas en campo, por cada cocha.
- d. Analizar los rendimientos calculados y los obtenidos en campo, frente a los del expediente técnico.

## IV. CUERPO DEL TRABAJO

### 4.1. GENERALIDADES

El principal problema visto en la ejecución de obras de Qochas, es la incompatibilidad de los rendimientos ofrecidos por el expediente técnico frente a los rendimientos conseguidos en campo; ya que los del expediente técnico no obran de acuerdo a la experiencia vista en la ejecución de la obra.

En tal sentido se optó por realizar el cálculo de rendimientos mediante la bibliografía y experiencias referente a zonas altoandinas y la recopilación de datos de campo para la obtención de rendimientos reales y óptimos.

El proyecto del cual se genera esta investigación, es el siguiente: **“Construcción de captación de agua; en el(la) recarga hídrica de los distritos de Ocros, Llipa, Chilcas y Ticllos – Ocros, Bolognesi – Ancash para la unidad productora del sistema de riego canal Victoria sub sector Paramonga, distrito de Pativilca, provincia Barranca, departamento Lima”**, en este expediente se cuenta con 20 Qochas para ejecutar sin embargo solo se participó en la ejecución de tres cochas: Aradacocha 1, Aradacocha 2 y Aradacocha 3.

### 4.2. SECUENCIA METODOLÓGICA

El presente trabajo plantea los siguientes pasos para poder cumplir el objetivo planteado:

#### 4.2.1. Determinar y aislar las partidas referentes al uso de maquinaria pesada

Se determina y aísla principalmente las partidas de mayor incidencia en el presupuesto, las cuales, en su mayoría representan partidas relacionadas con el uso de maquinaria pesada. Los rendimientos errados en estas partidas, provocan un desbalance considerable en el proceso de ejecución, es por ello que serán analizadas.

#### **4.2.2. Determinación de las condiciones presentes por cada Qocha para el cálculo de los rendimientos**

Se determinó las condiciones que influyen en los rendimientos (de las partidas relacionadas con el uso de maquinaria pesada), tales como: las distancias del cuerpo del dique a las zonas de cantera, la pendiente de la zona de cantera, las pendientes del acceso de la cantera hasta el cuerpo del dique, la altura sobre el nivel del mar en la obra, los rendimientos de las maquinarias, entre otros.

#### **4.2.3. Recopilación de bibliografía de rendimientos en maquinaria pesadas en zonas altoandinas o similares**

Se obtuvo la bibliografía referente a rendimiento de maquinarias y la disminución del rendimiento de acuerdo con la elevación del nivel, con respecto al nivel del mar.

#### **4.2.4. Monitoreo diario de las actividades de las maquinarias**

Esta actividad se realizó en campo durante la ejecución de las tres cochas. Aquí se revisó y monitoreo los procesos constructivos de cada partida con el fin de obtener los rendimientos en cuestión.

#### **4.2.5. Obtención de los rendimientos reales de las maquinarias, tomados durante la ejecución de la obra**

Con la recopilación de información y el monitoreo de los trabajos diarios de las maquinarias en obra, se procedió al cálculo de los rendimientos reales presentados por las maquinarias en cada Qocha.

#### **4.2.6. Cálculo computacional de los rendimientos de las maquinarias considerando las condiciones presentes en cada cocha**

Se hizo uso de las variables presentes en campo y de la bibliografía revisada, con las cuales, se realizó el cálculo los rendimientos para cada cocha.

#### **4.2.7. Comparación de resultados**

Se comparó los resultados de los rendimientos obtenidos del cálculo computacional y los rendimientos obtenidos en campo frente a los rendimientos ofrecidos por el expediente

técnico.

#### 4.2.8. Obtención de hojas de cálculos para los rendimientos de maquinaria pesada

Para esta etapa se elaboró hojas de cálculo rendimientos para 4 maquinarias: Retro excavadora CAT 420F2, Cargador frontal CAT 924Hz, Volquete de 10m<sup>3</sup>, rodillo Ingersoll rand SD45D. Estas hojas de cálculo tienen las variables ajustadas de acuerdo a las condiciones presentadas en campo.

### 4.3. UBICACIÓN DE LA ZONA DEL TRABAJO

#### 4.3.1. Ubicación Política

**Tabla 1: Ubicación política de la obra**

Departamento	Provincia	Distrito	Localidad
Ancash	Ocros	Ocros	Aradacocha

#### 4.3.2. Ubicación Geográfica

**Tabla 2: Ubicación geográfica de las Qochas intervenidas**

Qochas	Distrito	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)	Código de Obra
		Este (m)	Norte (m)		
Aradacocha 1		251485	8859892	4677	Anc1-2020-Q7
Aradacocha 2	Ocros	251922	8859754	4688	Anc1-2020-Q8
Aradacocha 3		252437	8859764	4710	Anc1-2020-Q9

#### 4.3.3. Ubicación Hidrográfica

Región Hidrográfica : Del Pacífico

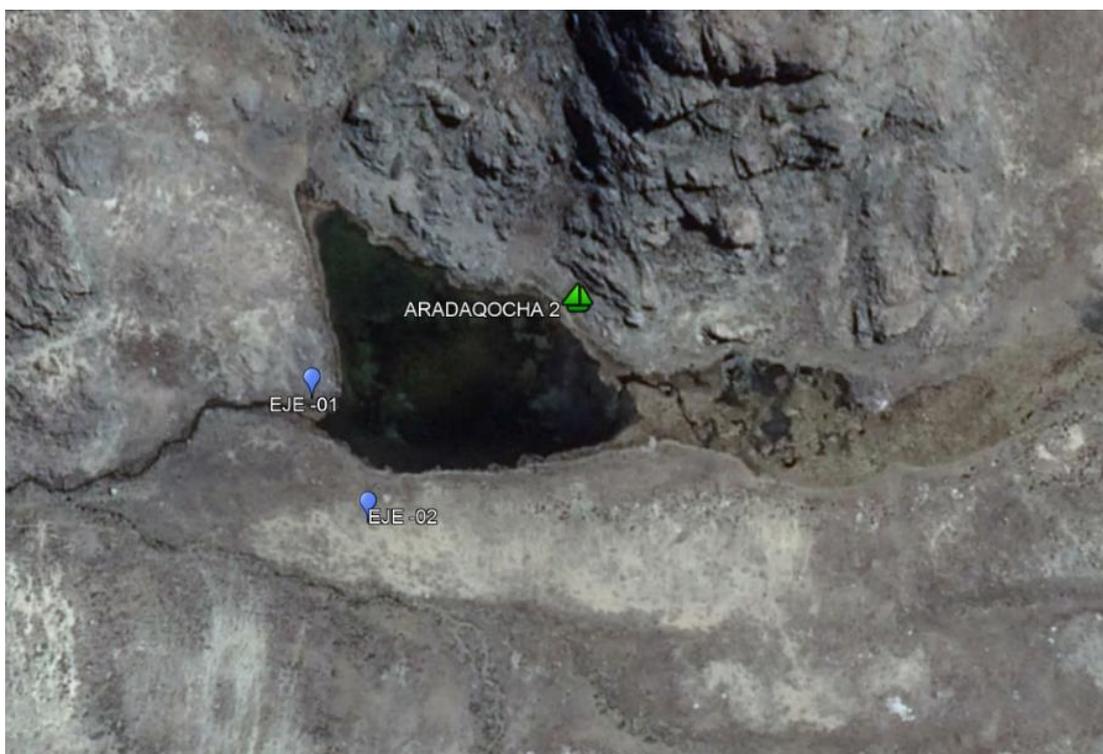
Cuenca : Pativilca

Sub cuenca : Huanchay y Medio Alto Pativilca

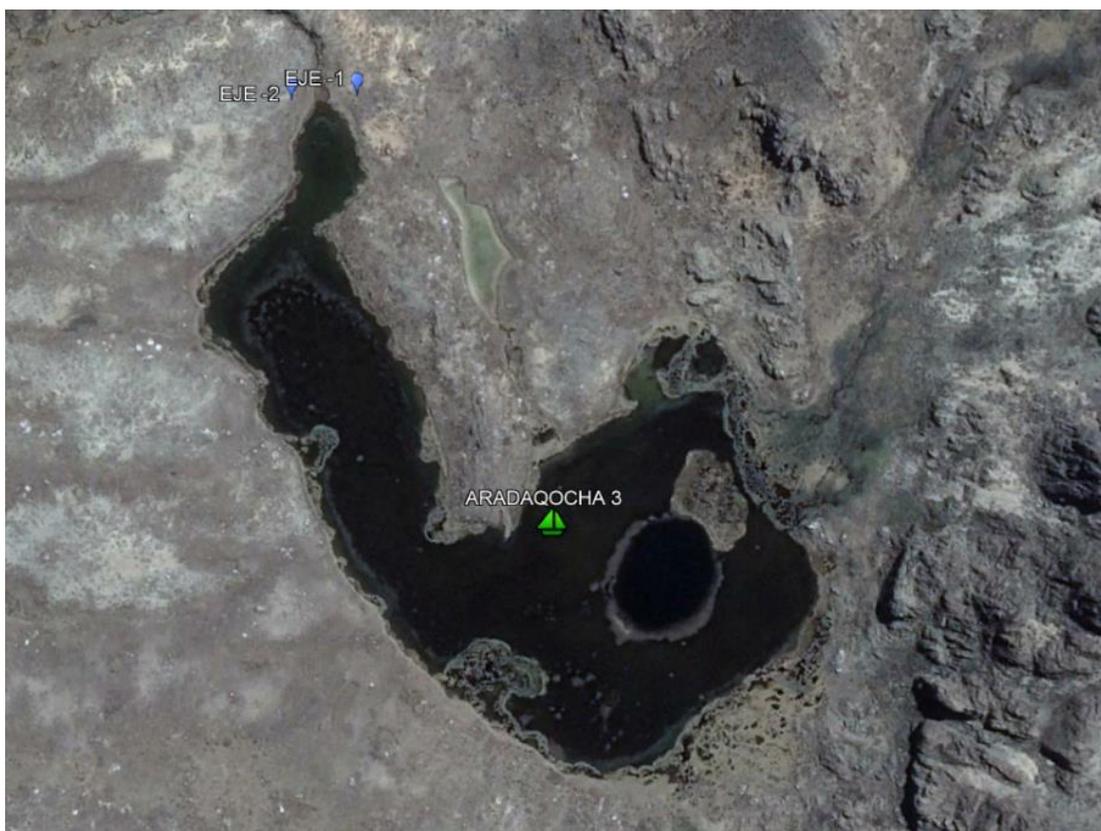
#### 4.3.4. Ubicación por Imagen Satelital



**Figura 1: Imagen satelital Aradacochoa 1**



**Figura 2: Imagen satelital Aradacochoa 2**



**Figura 3: Imagen satelital Aradacocho 3**

#### 4.3.5. Accesibilidad

**Tabla 3: Accesibilidad a la Qocha**

Tramo	Distancia (km)	Tiempo (h)	Tipo de vía	Estado
Lima - Barranca	190	2h Y 59 min	Asfaltado	Bueno
Barranca - Huaylias	57	1h y 15 min	Asfaltado	Bueno
Huaylias - Ocros	45	2h y 30 min	Afirmado	Regular
Ocros - Aradacocho	25	1h y 15 min	Afirmado	Regular

#### 4.4. METAS FÍSICAS

El expediente técnico en cuestión, cuenta con 20 cochas a desarrollarse en el distrito de Ocros, Llipa, Chilcas y Ticllos, sin embargo, en esta monografía se centrará solo en el estudio de tres cochas: Aradacocho 1, Aradacocho 2 y Aradacocho 3.

**Tabla 4: Metas Físicas**

Qochas	Volumen incremental de recarga hídrica (m3)	Superficie para la recarga hídrica (ha)
Aradacocha 1	48,772.54	35.2
Aradacocha 2	8,049.95	191.39
Aradacocha 3	78,347.70	125.78

FUENTE: Expediente Técnico

Las cochas cuentan principalmente con tres estructuras diferenciadas: el Dique de tierra, el cual está encargado de confinar el agua; el Aliviadero el cual desaloja el exceso de agua producido por las máximas avenidas; y la estructura de toma y descarga, la cual evacua el agua de manera controlada de acuerdo a las necesidades hídricas durante la temporada seca.

**Tabla 5: Dimensiones de los elementos de las cochas**

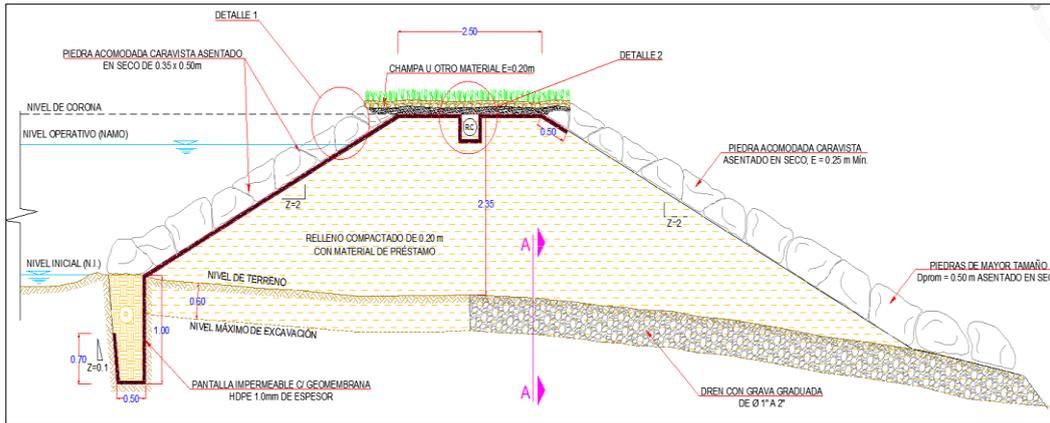
Qochas	Dique				Tipo	Aliviadero		Descarga	
	Material de dique	Longitud (m)	Corona (m)	Altura (m)		Longitud (m)	Ancho de entrada (m)	Diámetro (mm)	Longitud (m)
Aradacocha 1	Tierra	32.0	2.5	2.4	Frontal	31.0	5.0	160	22.0
Aradacocha 2	Tierra	58.5	2.5	1.2	Lateral	30.0	12.0	160	16.0
Aradacocha 3	Tierra	39.0	2.5	1.9	Frontal	34.0	7.0	160	20.0

#### 4.5. CRITERIOS DE CONSTRUCCIÓN

Los diseños presentados en el expediente técnico, para las estructuras, fueron dadas de tal manera que permitan la persistencia de las estructuras en el tiempo, con el fin de evitar su pronto deterioro. Estos mismos diseños fueron respetados en la ejecución de las cochas, y los cambios realizados fueron previamente consultados con el ingeniero supervisor.

##### 4.5.1. Dique de tierra

El dique cuenta con la principal función de almacenar el agua captado en la temporada lluviosa, por lo tanto, recae en esta estructura el poder soportar los esfuerzos presentes y perdurar en el tiempo.



**Figura 4: Partes del cuerpo del dique de tierra**

FUENTE: Adaptado del ET



**Figura 5: Cocha culminada y pleno funcionamiento**

La construcción del dique comenzó con la excavación de la cimentación: para ello se usó la retroexcavadora CAD 420F2, hasta alcanzar a la profundidad prevista en los planos del expediente técnico y teniendo en cuenta también, que el material de fundación sea estable a esa profundidad.



**Figura 6: Excavación de la cimentación del dique**

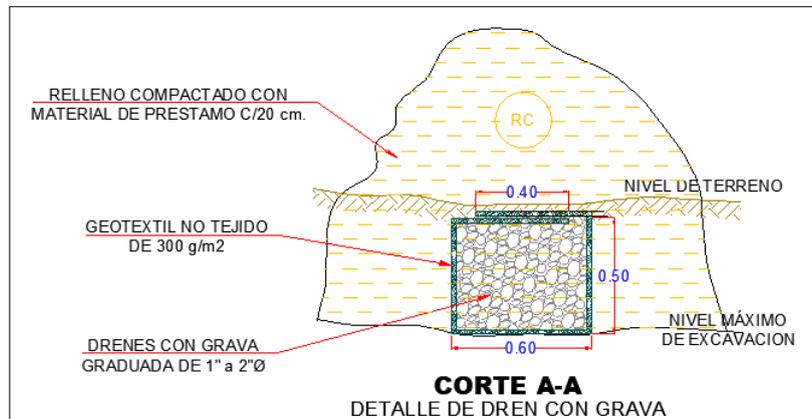
Posterior a ello se continuó con la explotación de la cantera de afirmado, el cual fue realizado con material extraído de la zona aledaña al eje del dique. Para seleccionar este material se tomó en consideración a priori, que cuente con buenas propiedades de ligadura, y con la cantidad óptima de humedad. Posteriormente se llevó una muestra de la cantera al laboratorio, donde se obtuvo la densidad máxima del material con el ensayo de Compactación Proctor Modificado. Con el material extraído y habilitado, se procedió con la conformación del cuerpo del dique.



**Figura 7: Excavación y habilitación de material en la cantera**

Previo a la conformación del cuerpo del dique es necesario identificar la posición (con respecto al eje del dique) de la tubería de descarga y su instalación de acuerdo con las cotas

otorgadas por el expediente técnico. Así también es necesario identificar la posición de los drenes y su correcta instalación, respetando los niveles presentados en el expediente técnico.



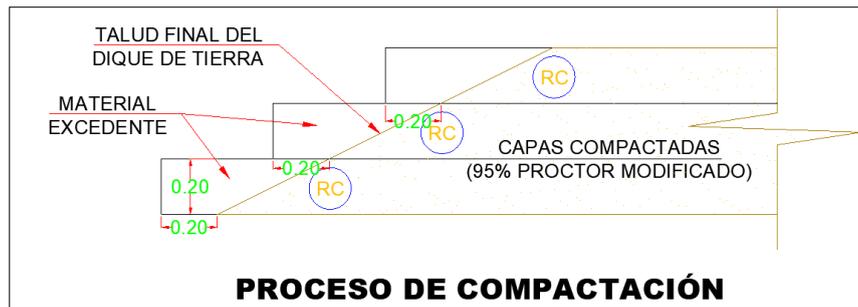
**Figura 8: Detalle de dren de grava**

FUENTE: Adaptado del ET.



**Figura 9: Instalación de los drenes en campo**

Para la conformación del cuerpo del dique se utilizó un rodillo compactador Ingersoll Rand SD45D, con un peso útil de explotación de 4.8 TN. La conformación de las capas fue cada 20cm de espesor (así como se muestra en la Figura N° 4) el cual tiene que ser constantemente monitoreado mediante el nivel de ingeniero, para mantener el mismo nivel en toda la plataforma. Se debe realizar entre 4 a 6 pasadas del rodillo por capa, para alcanzar la densidad máxima del material; la cantidad de pasadas dependerá del tipo de material de la cantera.



**Figura 10: Método constructivo en el proceso de compactación**

FUENTE: adecuado del ET



**Figura 11: Compactación por capas en el cuerpo del dique**

Una vez culminado la conformación del dique, se procede al perfilado del talud, el cual también se realiza con la retroexcavadora CAD 420F2. Posterior al corte con la maquinaria, se procede al rastrillado manual del talud y la posterior compactación con la plancha compactadora.



**Figura 12: Perfilado de la cara húmeda del talud del dique**

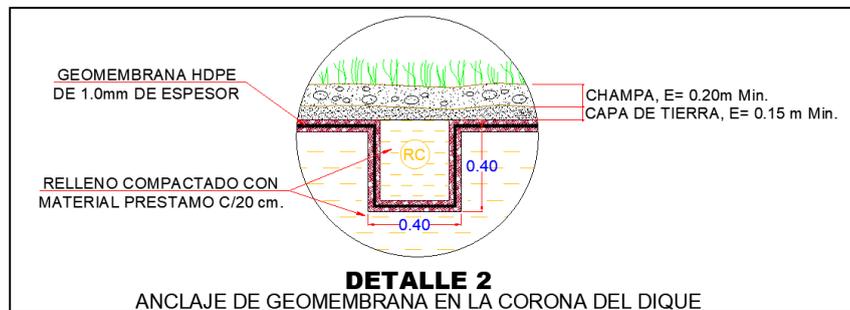


**Figura 13: Rastrillado del talud del dique**

Al tener el talud compactado y perfilado, se procede con el corte para los anclajes de la geomembrana; estas zanjas están ubicados en la corona del dique y en la parte inferior del talud.



**Figura 14: Excavación de las zanjas de anclaje**



**Figura 15: Detalle de la zanja de anclaje de la corona**

FUENTE: Adaptado del ET.

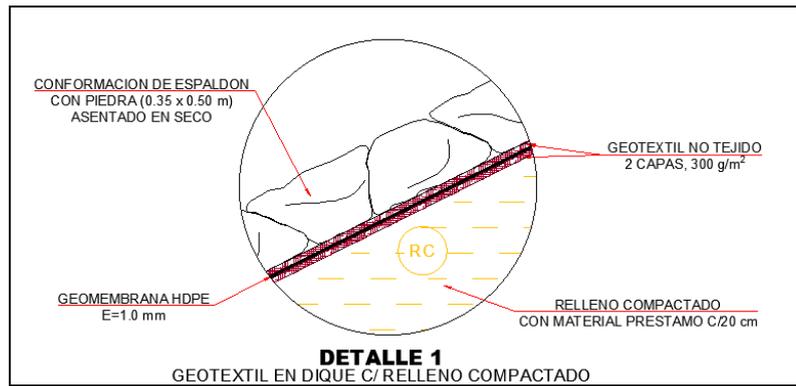
Posteriormente se procede con la instalación de la geomembrana y el geotextil con el personal técnico adecuado. Se coloca primero el geotextil, para proteger la geomembrana del contacto directo con la tierra; luego se coloca e instala la geomembrana, la cual es soldada mediante termofusión con cuña caliente (en los traslapes de largos) y mediante extrusión (en los traslapes cortos, en las uniones de la geomembrana con la tubería y en la unión de la geomembrana con el Polylock HDPE). Encima de la geomembrana se extiende e instala la geotextil, el cual proporcionará protección a la geomembrana del contacto directo con el enrocado.



**Figura 16: Soldadura mediante termofusión de la geomembrana HDPE**



**Figura 17: Soldadura mediante extrusión de la geomembrana HDPE**



**Figura 18: Detalle de la instalación de la geomembrana HDPE**

FUENTE: Adaptado del ET.

Una vez instalado la geomembrana y el geotextil, se procede a rellenar las zanjas con el material propio de la zona excavada. Este material se compacta con la plancha compactadora.



**Figura 19: Relleno de las zanjas de anclaje**

Luego se procede con la instalación y siembra de chamba encima de la corona del dique.



**Figura 20: Instalación y siembra de la champa sobre la corona del dique**

Y finalmente se procede al enrocado del talud de la cara seca y de la cara húmeda del dique.



**Figura 21: Enrocado de la cara húmeda del dique**

#### **4.5.2. Aliviadero**

En primera instancia se procede al replanteo de la estructura, y al plantillado de las cotas para su excavación. La excavación de la zona del aliviadero se realizó con la retroexcavadora CAD 420F2, y el control de las cotas fue constante, adecuándose al perfil longitudinal presentados en el expediente técnico.



**Figura 22: Excavación de a nivel de rasante del aliviadero**

Posteriormente se realizó el encofrado y enrocado de las paredes del aliviadero, para su posterior basado con concreto. En la pared del aliviadero que está próximo al dique (al momento del basado de concreto) es necesario colocar el Polylock HDPE en la parte superior, con el fin de realizar la soldadura de la geomembrana con la pared del aliviadero.



**Figura 23: Enrocado y braseado de las paredes del aliviadero**

Posterior a ello se realizó el asentado de las piedras del piso del aliviadero, las cuales se realizan de manera manual. Sin embargo, la recolección y traslado de las piedras fueron realizados con la ayuda de la retroexcavadora antes mencionada. Posterior al enrocado del piso se procede al emboquillado de la misma.



**Figura 24: Asentado de piedras sobre el piso del aliviadero**

#### **4.5.3. Estructura de toma y descarga**

Primero se procedió con el replanteo plani-altimétrico de la estructura. Es necesario realizar un buen control en la cota de ingreso de la tubería, ya que de esta dependerá el volumen de agua almacenado en la Qocha (volumen útil). Para la excavación se requirió la asistencia de la retroexcavadora.

Con la tubería previamente instalada y la culminación de la conformación del cuerpo del dique, se procedió con el basado de las estructuras de concreto armado (estructura de ingreso y la caja de válvulas) y la posterior instalación de la válvula de control.



**Figura 25: Estructura de ingreso culminado**

#### 4.6. ANÁLISIS DE LOS RENDIMIENTOS EN LAS PARTIDAS RELACIONADAS CON EL USO DE MAQUINARIA PESADA

Mediante un análisis de las partidas y costos presentados en el expediente técnico, se determinó que en su mayoría las partidas de mayor incidencia económica en el proyecto, son las partidas relacionadas con el uso de maquinaria pesada. Es así que el análisis y cálculos desarrollados en la presente investigación, van enfocados a los rendimientos de las maquinarias mencionadas.

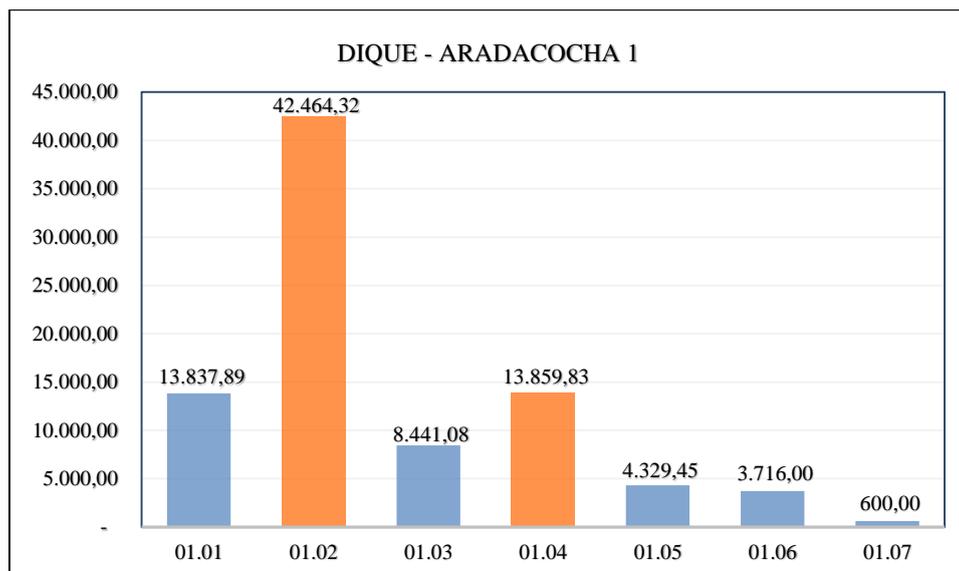
Mediante el siguiente análisis se puede comprobar que la mayor incidencia económica, va destinado al uso de la maquinaria pesada:

**Tabla 6: Partidas de la Qocha Aradacocha 1**

<b>DIQUE - ARADACOCCHA 3</b>		
<b>ACCIONES</b>	<b>ITEM</b>	<b>COSTOS (S/.)</b>
OBRAS PROVINCIONALES Y PRELIMINARES	01.01	13,837.89
<b>CONFORMACION DE DIQUE</b>	01.02	42,464.32
TOMA Y DESCARGA	01.03	8,441.08
<b>ALIVIADERO DE DEMASIAS</b>	01.04	13,859.83
MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	01.05	4,329.45
EQUIPOS DE SEGURIDAD Y SALUD	01.06	3,716.00
TALLER DE CAPACITACION	01.07	600.00
<b>TOTAL</b>		<b>87,248.57</b>

Mediante esta Tabla 6, se puede observar, las partidas involucradas para la ejecución de la Qocha Aradacocha 1. Se sombrea dos partidas en específico: Conformación del dique y Aliviadero de demasías, las cuales poseen la mayor incidencia del costo de la obra, y en las cuales están involucradas partidas relacionadas con el uso de maquinaria pesada.

Para su mejor visualización en la Figura 26, se presenta un gráfico de barras la cual enfrenta las partidas frente a sus costos dados por el expediente técnico.



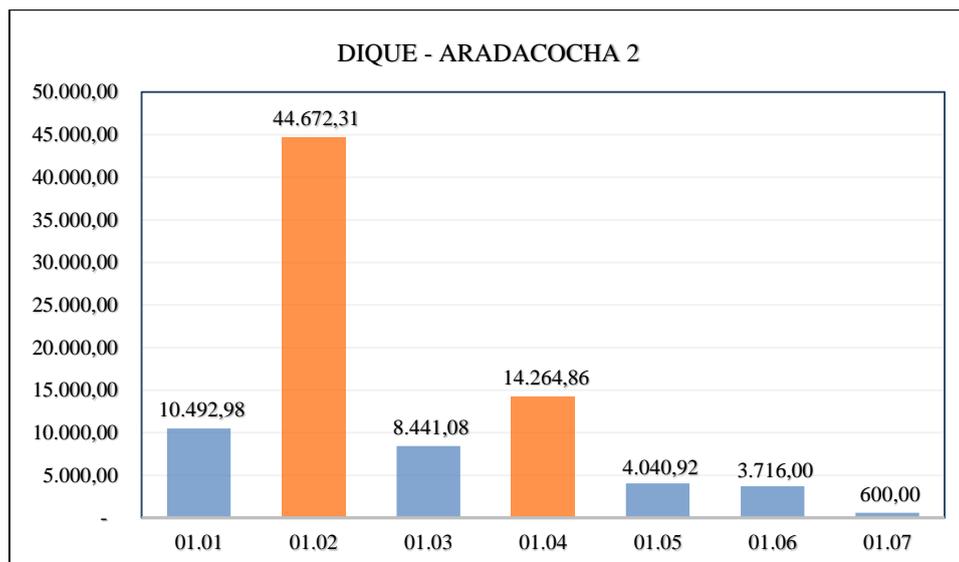
**Figura 26: Gráfico de Barras de las partidas vs costo, Aradacocha 1**

Mediante esta Tabla 7, se puede observar, las partidas involucradas para la ejecución de la Qocha Aradacocha 2. Se sombrea dos partidas en específico: Conformación del dique y Aliviadero de demasías, las cuales poseen la mayor incidencia del costo de la obra, y en las cuales están involucradas sub partidas relacionadas con el uso de maquinaria pesada.

Para su mejor visualización en la Figura 27, se presenta un gráfico de barras la cual enfrenta las partidas frente a sus costos dados por el expediente técnico.

**Tabla 7: Partidas de la Qocha Aradacocha 2**

DIQUE - ARADACOCCHA 2		
ACCIONES	ITEM	COSTOS
OBRAS PROVINCIONALES Y PRELIMINARES	01.01	10,492.98
<b>CONFORMACION DE DIQUE</b>	01.02	44,672.31
TOMA Y DESCARGA	01.03	8,441.08
<b>ALIVIADERO DE DEMASIAS</b>	01.04	14,264.86
MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	01.05	4,040.92
EQUIPOS DE SEGURIDAD Y SALUD	01.06	3,716.00
TALLER DE CAPACITACION	01.07	600.00
<b>TOTAL</b>		<b>86,228.15</b>



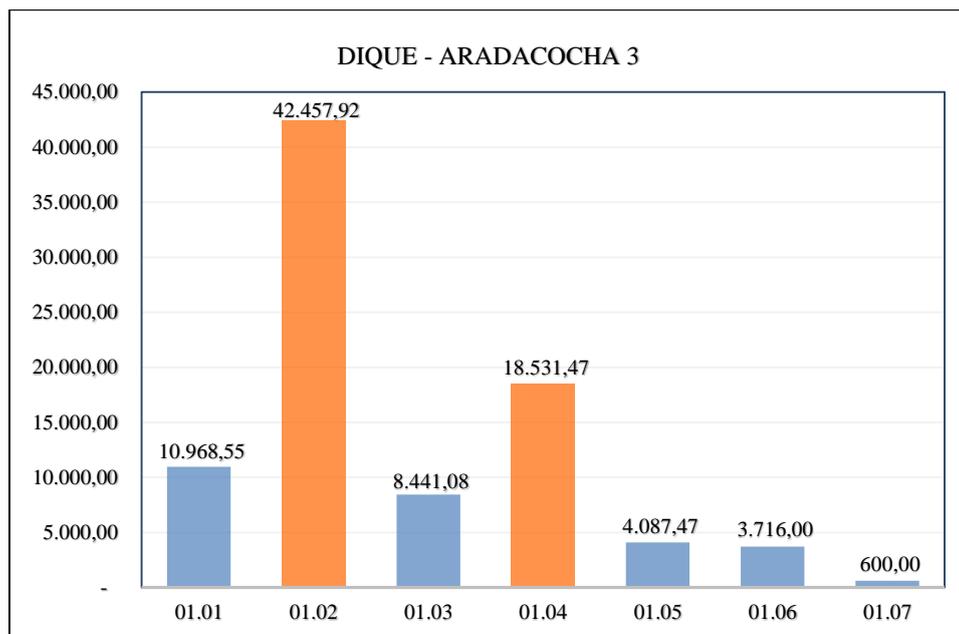
**Figura 27: Gráfico de Barras de las partidas vs costo, Aradacocha 2**

Mediante esta Tabla 8, se puede observar, las partidas involucradas para la ejecución de la Qocha Aradacocha 3. Se sombrea dos partidas en específico: Conformación del dique y Aliviadero de demasías, las cuales poseen la mayor incidencia del costo de la obra, y en las cuales están involucradas sub partidas relacionadas con el uso de maquinaria pesada.

Para su mejor visualización en la Figura 28, se presenta un gráfico de barras la cual enfrenta las partidas frente a sus costos dados por el expediente técnico.

**Tabla 8: Partidas de la Qocha Aradacocha 3**

DIQUE - ARADACOCHA 3		
ACCIONES	ITEM	COSTOS (S/.)
OBRAS PROVINCIONALES Y PRELIMINARES	01.01	10,968.55
<b>CONFORMACION DE DIQUE</b>	01.02	42,457.92
TOMA Y DESCARGA	01.03	8,441.08
<b>ALIVIADERO DE DEMASIAS</b>	01.04	18,531.47
MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	01.05	4,087.47
EQUIPOS DE SEGURIDAD Y SALUD	01.06	3,716.00
TALLER DE CAPACITACION	01.07	600.00
<b>TOTAL</b>		<b>88,802.49</b>



**Figura 28: Gráfico de Barras de las partidas vs costo, Aradacocho 2**

En base a lo visto en este análisis, se puede determinar que la mayoría de las partidas de mayor incidencia económica, se encuentran en la Conformación del dique, seguido del Aliviadero de demasías, es por ello que se analizará estas las partidas involucradas:

#### 4.6.1. Aradacocho 1, 2 y 3 – Partidas

A continuación, se presentan las partidas de las tres Qochas analizadas, mostrando el costo por cada una:

**Tabla 9: Partidas de la Cocha Aradacocho 1**

ITEM	DESCRIPCIÓN	PARCIAL S/.
<b>01</b>	<b>DIQUE MATERIAL HOMOGENEO</b>	<b>87,248.57</b>
<b>01.01</b>	<b>OBRAS PROVINCIONALES Y PRELIMINARES</b>	<b>13,837.89</b>
<b>01.01.01</b>	<b>OBRAS PROVINCIONALES</b>	<b>6,844.83</b>
01.01.01.01	INSTALACION DE ALMACEN DE OBRA (9.30M x 3.20M)	3,182.54
01.01.01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	3,000.00
01.01.01.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA ACTIVIDAD 2.40M x 3.60M	662.29
<b>01.01.02</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>	<b>6,993.06</b>
01.01.02.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO NATURAL C/MAQUINARIA	828.06
01.01.02.02	TRAZO Y REPLANTEO	865.00
01.01.02.03	FLETE TERRESTRE 6	3,900.00
01.01.02.04	FLETE RURAL 6	1,400.00

«continuación»

<b>01.02</b>	<b>CONFORMACION DE DIQUE</b>	<b>42,464.32</b>
<b>01.02.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>31,594.34</b>
01.02.01.01	CONTROL PLANIALTIMETRICO	2,562.60
01.02.01.02	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	1,145.11
01.02.01.03	EXCAVACION DE MATERIAL COMPACTADO MANUAL.	838.88
01.02.01.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/MAQ	707.94
01.02.01.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQ.	16,378.76
01.02.01.06	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (GRAVA) P/DRENES.	1,271.40
01.02.01.07	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE TALUD EN DIQUE C/MAQUINARIA.	677.20
01.02.01.08	CONFORMACION DE ESPALDON CON PIEDRA	3,352.95
01.02.01.09	PROTECCION DE CORONA (CHAMPA U OTRO MATERIAL)	1,775.01
01.02.01.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	2,884.49
<b>01.02.02</b>	<b>MISCELANEO</b>	<b>10,869.98</b>
01.02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 300gr	4,272.89
01.02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA HDPE e=1mm	4,669.86
01.02.02.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDPE 160MM, SDR26 PN6, ISO 4427	1,176.78
01.02.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOPLER EN TUBERIA DE DESCAR.	750.45
<b>01.03</b>	<b>TOMA Y DESCARGA</b>	<b>8,441.08</b>
<b>01.03.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>778.72</b>
01.03.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO MANUAL	388.67
01.03.01.02	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE RASANTE C/EQUIPO	319.14
01.03.01.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/EQUIPO	55.02
01.03.01.04	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (GRAVA) P/DRENES.	15.89
<b>01.03.02</b>	<b>CONCRETO</b>	<b>4,441.70</b>
01.03.02.01	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	699.23
01.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	2,375.74
01.03.02.03	CONCRETO F'C=100 KG/CM2 PARA SOLADO e=2"	57.94
01.03.02.04	CONCRETO F'C=210 KG/CM2.	1,116.46
01.03.02.05	MAMPOSTERIA DE PIEDRA (f'c=210 kg/cm2+60%PM)	192.33
<b>01.03.03</b>	<b>MISCELANEO</b>	<b>3,220.66</b>
01.03.03.01	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO e=1"	52.77
01.03.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PARA TOMA	455.50
01.03.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PARA CÁMARA DE DESCARGA	2,712.39
<b>01.04</b>	<b>ALIVIADERO DE DEMASIAS</b>	<b>13,859.83</b>
<b>01.04.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>4,540.11</b>
01.04.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	657.93

«continuación»

01.04.01.02	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE RASANTE C/EQUIPO	1,777.97
01.04.01.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/EQUIPO	18.02
01.04.01.04	ENROCADO ACOMODADO Y ASENTADO EN SECO	241.71
01.04.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	1,844.48
<b>01.04.02</b>	<b>CONCRETO</b>	<b>9,020.67</b>
01.04.02.01	ASENTADO DE PIEDRA EN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 (E=0.20M)	5,682.23
01.04.02.02	EMBOQUILLADO CON MEZCLA C:A 1:4	3,338.44
<b>01.04.03</b>	<b>MISCELANEO</b>	<b>299.05</b>
01.04.03.01	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO e=1"	299.05
<b>01.05</b>	<b>MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL</b>	<b>4,329.45</b>
<b>01.05.01</b>	<b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN AMBIENTAL</b>	<b>823.60</b>
01.05.01.01	IMPLEMENTACIÓN DE SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL PARA OBRA	98.40
01.05.01.02	RIEGO PARA MITIGACIÓN DE POLVOS EN ÁREAS DE TRABAJO	725.20
<b>01.05.02</b>	<b>PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y EFLUENTES</b>	<b>1,030.45</b>
01.05.02.01	HABILITACIÓN Y SELLADO DE LETRINAS	589.53
01.05.02.02	EQUIPAMIENTO DE PUNTO DE ACOPIO PRIMARIO DE RRSS	354.19
01.05.02.03	RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE RRSS	86.73
<b>01.05.03</b>	<b>PROGRAMA DE MEDIDAS DE CONTINGENCIA</b>	<b>339.00</b>
01.05.03.01	EQUIPAMIENTO PARA MEDIDAS ANTE CONTINGENCIAS	339.00
<b>01.05.04</b>	<b>PLAN DE CIERRE DE OBRA</b>	<b>2,136.40</b>
01.05.04.01	RESTAURACIÓN DE AREAS DE CANTERA	1,689.52
01.05.04.02	LIMPIEZA Y RESTAURACIÓN MORFOLÓGICA DE ÁREAS INTERVENIDAS	446.88
<b>01.06</b>	<b>EQUIPOS DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>3,716.00</b>
01.06.01	EQUIPAMIENTO DE PROTECCION INDIVIDUAL	2,461.00
01.06.02	EQUIPO DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	285.00
01.06.03	EQUIPO PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD	970.00
<b>01.07</b>	<b>TALLER DE CAPACITACION</b>	<b>600.00</b>
01.07.01	TALLER DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	600.00

FUENTE: Adaptado del ET

**Tabla 10: Partidas de la Cocha Aradacocha 2**

ITEM	DESCRIPCIÓN	PARCIAL S/.
<b>01</b>	<b>DIQUE MATERIAL HOMOGENEO</b>	<b>86,228.15</b>
<b>01.01</b>	<b>OBRAS PROVINCIONALES Y PRELIMINARES</b>	<b>10,492.98</b>
<b>01.01.01</b>	<b>OBRAS PROVINCIONALES</b>	<b>3,000.00</b>

«continuación»

01.01.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	3,000.00
<b>01.01.02</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>	<b>7,492.98</b>
01.01.02.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO NATURAL C/MAQUINARIA	907.98
01.01.02.02	TRAZO Y REPLANTEO	865.00
01.01.02.03	FLETE TERRESTRE 7	3,900.00
01.01.02.04	FLETE RURAL 7	1,820.00
<b>01.02</b>	<b>CONFORMACION DE DIQUE</b>	<b>44,672.31</b>
<b>01.02.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>30,296.20</b>
01.02.01.01	CONTROL PLANIALTIMETRICO	2,562.60
01.02.01.02	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	1,338.89
01.02.01.03	EXCAVACION DE MATERIAL COMPACTADO MANUAL.	899.64
01.02.01.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/MAQUINARIA	1,269.77
01.02.01.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA.	13,239.25
01.02.01.06	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (GRAVA) P/DRENES.	953.55
01.02.01.07	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE TALUD EN DIQUE C/MAQUINARIA.	613.09
01.02.01.08	CONFORMACION DE ESPALDON CON PIEDRA	3,023.01
01.02.01.09	PROTECCION DE CORONA (CHAMPA U OTRO MATERIAL)	3,244.95
01.02.01.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	3,151.45
<b>01.02.02</b>	<b>MISCELANEO</b>	<b>14,376.11</b>
01.02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 300gr	5,902.06
01.02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA DE HDPE e=1mm	7,117.91
01.02.02.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDPE 160MM, SDR26 PN6, ISO 4427	855.84
01.02.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOPLER EN TUBERIA DE DESCARGA	500.30
<b>01.03</b>	<b>TOMA Y DESCARGA</b>	<b>8,441.08</b>
<b>01.03.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>778.72</b>
01.03.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO MANUAL	388.67
01.03.01.02	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE RASANTE C/EQUIPO	319.14
01.03.01.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/EQUIPO	55.02
01.03.01.04	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (GRAVA) P/DRENES.	15.89
<b>01.03.02</b>	<b>CONCRETO</b>	<b>4,441.70</b>
01.03.02.01	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	699.23
01.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	2,375.74
01.03.02.03	CONCRETO F'C=100 KG/CM2 PARA SOLADO e=2"	57.94
01.03.02.04	CONCRETO F'C=210 KG/CM2.	1,116.46
01.03.02.05	MAMPOSTERIA DE PIEDRA (f'c=210 kg/cm2+60%PM)	192.33
<b>01.03.03</b>	<b>MISCELANEO</b>	<b>3,220.66</b>
01.03.03.01	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO e=1"	52.77

«continuación»

01.03.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PARA TOMA	455.50
01.03.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PARA CÁMARA DE DESCARGA	2,712.39
<b>01.04</b>	<b>ALIVIADERO DE DEMASIAS</b>	<b>14,264.86</b>
<b>01.04.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>6,039.36</b>
01.04.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	840.45
01.04.01.02	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE RASANTE C/EQUIPO	2,380.47
01.04.01.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/EQUIPO	44.58
01.04.01.04	ENROCADO ACOMODADO Y ASENTADO EN SECO	437.16
01.04.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	2,336.70
<b>01.04.02</b>	<b>CONCRETO</b>	<b>7,979.23</b>
01.04.02.01	ASENTADO DE PIEDRA EN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 (E=0.20M)	4,979.57
01.04.02.02	EMBOQUILLADO CON MEZCLA C:A 1:4	2,999.66
<b>01.04.03</b>	<b>MISCELANEO</b>	<b>246.27</b>
01.04.03.01	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO e=1"	246.27
<b>01.05</b>	<b>MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL</b>	<b>4,040.92</b>
<b>01.05.01</b>	<b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN AMBIENTAL</b>	<b>823.60</b>
01.05.01.01	IMPLEMENTACIÓN DE SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL PARA OBRA	98.40
01.05.01.02	RIEGO PARA MITIGACIÓN DE POLVOS EN ÁREAS DE TRABAJO	725.20
<b>01.05.02</b>	<b>PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y EFLUENTES</b>	<b>1,030.45</b>
01.05.02.01	HABILITACIÓN Y SELLADO DE LETRINAS	589.53
01.05.02.02	EQUIPAMIENTO DE PUNTO DE ACOPIO PRIMARIO DE RRSS	354.19
01.05.02.03	RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE RRSS	86.73
<b>01.05.03</b>	<b>PLAN DE CIERRE DE OBRA</b>	<b>2,186.87</b>
01.05.03.01	RESTAURACIÓN DE AREAS DE CANTERA	1,556.24
01.05.03.02	LIMPIEZA Y RESTAURACIÓN MORFOLÓGICA DE ÁREAS INTERVENIDAS	630.63
<b>01.06</b>	<b>EQUIPOS DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>3,716.00</b>
01.06.01	EQUIPAMIENTO DE PROTECCION INDIVIDUAL	2,461.00
01.06.02	EQUIPO DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	285.00
01.06.03	EQUIPO PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD	970.00
<b>01.07</b>	<b>TALLER DE CAPACITACION</b>	<b>600.00</b>
01.07.01	TALLER DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	600.00

---

FUENTE: Adaptado del ET

**Tabla 11: Partidas de la Cocha Aradacocha 3**

ITEM	DESCRIPCIÓN	PARCIAL S/.
<b>01</b>	<b>DIQUE MATERIAL HOMOGENEO</b>	<b>88,802.49</b>
<b>01.01</b>	<b>OBRAS PROVINCIONALES Y PRELIMINARES</b>	<b>10,968.55</b>
<b>01.01.01</b>	<b>OBRAS PROVINCIONALES</b>	<b>3,000.00</b>
01.01.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	3,000.00
<b>01.01.02</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>	<b>7,968.55</b>
01.01.02.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO NATURAL C/MAQUINARIA	893.55
01.01.02.02	TRAZO Y REPLANTEO	865.00
01.01.02.03	FLETE TERRESTRE 8	3,900.00
01.01.02.04	FLETE RURAL 8	2,310.00
<b>01.02</b>	<b>CONFORMACION DE DIQUE</b>	<b>42,457.92</b>
<b>01.02.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>30,375.35</b>
01.02.01.01	CONTROL PLANIALTIMETRICO	2,562.60
01.02.01.02	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	1,123.31
01.02.01.03	EXCAVACION DE MATERIAL COMPACTADO MANUAL.	893.76
01.02.01.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/MAQUINARIA	870.67
01.02.01.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA.	15,078.39
01.02.01.06	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (GRAVA) P/DRENES.	1,271.40
01.02.01.07	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE TALUD EN DIQUE C/MAQUINARIA.	746.81
01.02.01.08	CONFORMACION DE ESPALDON CON PIEDRA	2,923.78
01.02.01.09	PROTECCION DE CORONA (CHAMPA U OTRO MATERIAL)	2,163.30
01.02.01.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	2,741.33
<b>01.02.02</b>	<b>MISCELANEO</b>	<b>12,082.57</b>
01.02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 300gr	4,842.89
01.02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA DE HDPE e=1mm	5,419.43
01.02.02.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDPE 160MM, SDR26 PN6, ISO 4427	1,069.80
01.02.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOPLER EN TUBERIA DE DESCARGA	750.45
<b>01.03</b>	<b>TOMA Y DESCARGA</b>	<b>8,441.08</b>
<b>01.03.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>778.72</b>
01.03.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO MANUAL	388.67
01.03.01.02	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE RASANTE C/EQUIPO	319.14
01.03.01.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/EQUIPO	55.02
01.03.01.04	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (GRAVA) P/DRENES.	15.89
<b>01.03.02</b>	<b>CONCRETO</b>	<b>4,441.70</b>
01.03.02.01	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	699.23
01.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	2,375.74
01.03.02.03	CONCRETO F'C=100 KG/CM2 PARA SOLADO e=2"	57.94

«continuación»

01.03.02.04	CONCRETO F'C=210 KG/CM2.	1,116.46
01.03.02.05	MAMPOSTERIA DE PIEDRA (f'c=210 kg/cm2+60%PM)	192.33
<b>01.03.03</b>	<b>MISCELANEO</b>	<b>3,220.66</b>
01.03.03.01	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO e=1"	52.77
01.03.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PARA TOMA	455.50
01.03.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PARA CÁMARA DE DESCARGA	2,712.39
<b>01.04</b>	<b>ALIVIADERO DE DEMASIAS</b>	<b>18,531.47</b>
<b>01.04.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>5,451.18</b>
01.04.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	797.16
01.04.01.02	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE RASANTE C/EQUIPO	2,154.94
01.04.01.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/EQUIPO	29.41
01.04.01.04	ENROCADO ACOMODADO Y ASENTADO EN SECO	241.71
01.04.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	2,227.96
<b>01.04.02</b>	<b>CONCRETO</b>	<b>12,705.85</b>
01.04.02.01	ASENTADO DE PIEDRA EN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 (E=0.20M)	8,044.74
01.04.02.02	EMBOQUILLADO CON MEZCLA C:A 1:4	4,661.11
<b>01.04.03</b>	<b>MISCELANEO</b>	<b>374.44</b>
01.04.03.01	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO e=1"	374.44
<b>01.05</b>	<b>MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL</b>	<b>4,087.47</b>
<b>01.05.01</b>	<b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN AMBIENTAL</b>	<b>823.60</b>
01.05.01.01	IMPLEMENTACIÓN DE SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL PARA OBRA	98.40
01.05.01.02	RIEGO PARA MITIGACIÓN DE POLVOS EN ÁREAS DE TRABAJO	725.20
<b>01.05.02</b>	<b>PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y EFLUENTES</b>	<b>1,030.45</b>
01.05.02.01	HABILITACIÓN Y SELLADO DE LETRINAS	589.53
01.05.02.02	EQUIPAMIENTO DE PUNTO DE ACOPIO PRIMARIO DE RRSS	354.19
01.05.02.03	RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE RRSS	86.73
<b>01.05.03</b>	<b>PLAN DE CIERRE DE OBRA</b>	<b>2,233.42</b>
01.05.03.01	RESTAURACIÓN DE AREAS DE CANTERA	1,771.84
01.05.03.02	LIMPIEZA Y RESTAURACIÓN MORFOLÓGICA DE ÁREAS INTERVENIDAS	461.58
<b>01.06</b>	<b>EQUIPOS DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>3,716.00</b>
01.06.01	EQUIPAMIENTO DE PROTECCION INDIVIDUAL	2,461.00
01.06.02	EQUIPO DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	285.00
01.06.03	EQUIPO PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD	970.00
<b>01.07</b>	<b>TALLER DE CAPACITACION</b>	<b>600.00</b>
01.07.01	TALLER DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	600.00

FUENTE: Adaptado del ET

Como se puede apreciar líneas arriba, la mayor incidencia económica se encuentra en las Actividades de Conformación de dique y de Aliviadero de demasías, es por ello que se realizará el análisis de las partidas que las conforman.

#### 4.6.1.1. Análisis de sub partidas de la conformación de dique y aliviadero de demasías

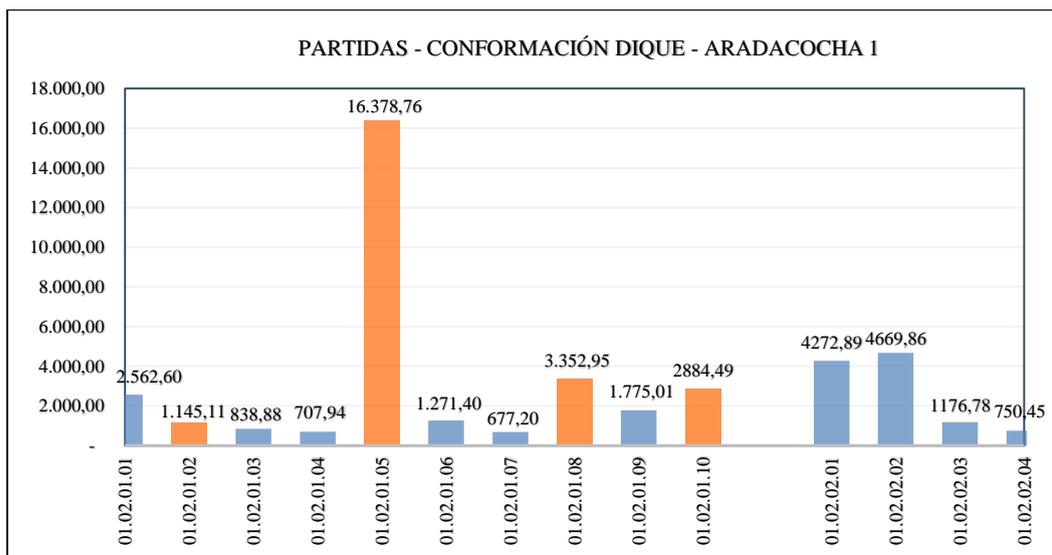
A este nivel, se tiene entendido que la mayor incidencia económica está presente en la Conformación del dique y del Aliviadero de demasías; por ende, se realizó el análisis de las partidas que las conforman, y con ello identificar las que posean los mayores costos.

##### A. Aradaqocha 1

En la Tabla 12, se puede apreciar las partidas involucradas en la ejecución de la Conformación del dique. Se ha sombreado las partidas que están involucrados con el uso de maquinaria pesada; estas partidas se han analizado mediante un gráfico de barras, representado en la Figura 29, las cuales enfrentan las partidas vs sus costos. En este gráfico se observa que una de las mayores incidencias económicas en la conformación del dique, la representan las partidas involucradas con el uso de maquinaria pesada.

**Tabla 12: Partidas de la Conformación de Dique – Aradacochoa 1**

<b>CONFORMACIÓN DIQUE - ARADACOCOA 1</b>		
<b>PARTIDAS - MOVIMIENTO DE TIERRA</b>	<b>ITEM</b>	<b>COSTOS (S/.)</b>
CONTROL PLANIALTIMETRICO	01.02.01.01	2,562.60
EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	01.02.01.02	1,145.11
EXCAVACION DE MATERIAL COMPACTADO MANUAL.	01.02.01.03	838.88
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/MAQUINARIA	01.02.01.04	707.94
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA.	01.02.01.05	16,378.76
RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (GRAVA) P/DRENES.	01.02.01.06	1,271.40
PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE TALUD EN DIQUE C/MAQUINARIA.	01.02.01.07	677.20
CONFORMACION DE ESPALDON CON PIEDRA	01.02.01.08	3,352.95
PROTECCION DE CORONA (CHAMPA U OTRO MATERIAL)	01.02.01.09	1,775.01
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	01.02.01.10	2884.49
<b>PARTIDAS - MISCELANEO</b>		<b>COSTOS (S/.)</b>
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 300gr	01.02.02.01	4272.89
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA DE HDPE e=1mm	01.02.02.02	4669.86
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDPE 160MM, SDR26 PN6, ISO 4427	01.02.02.03	1176.78
SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOPLER EN TUBERIA DE DESCARGA	01.02.02.04	750.45
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>42,464.32</b>



**Figura 29: Gráfico de barras de partidas de la Conformación de dique vs costos – Aradacochoa 1**

En la Figura 29, también se observa que las partidas de “Suministro e instalación de geotextil no tejido de 300gr” y “Suministro e instalación de geomembrana de HDPE e=1mm” cuentan con costos relativamente elevados con respecto a las demás partidas, sin embargo, estas no serán analizadas debido a que no están relacionadas directamente con el uso de maquinaria pesada.

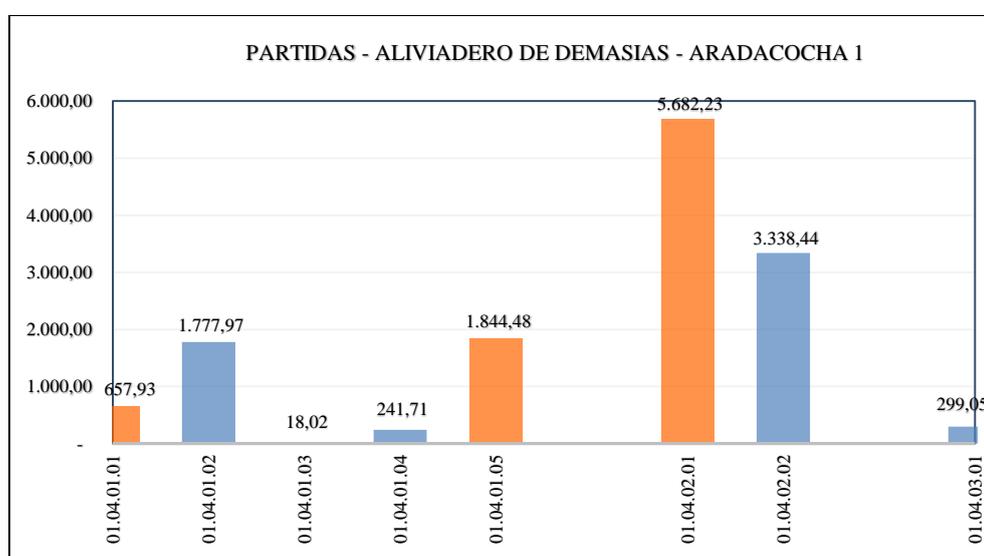
En la Tabla 13, se puede apreciar las partidas involucradas en la ejecución del Aliviadero de Demasías. Se ha sombreado las partidas que están involucrados con el uso de maquinaria pesada; estas partidas se han analizado mediante un gráfico de barras, representado en la Figura 30, las cuales enfrentan las partidas vs sus costos. En este gráfico se observa que una de las mayores incidencias económicas en el Aliviadero de Demasías, la representan las partidas involucradas con el uso de maquinaria pesada.

**Tabla 13: Partidas Aliviadero de demasías – Aradacochoa 1**

ALIVIADERO DE DEMASIAS - ARADACOCHA 1		
PARTIDAS - MOVIMIENTO DE TIERRA	ITEM	COSTOS (S/.)
EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	01.04.01.01	657.93
PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE RASANTE C/EQUIPO	01.04.01.02	1,777.97
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/EQUIPO	01.04.01.03	18.02
ENROCADO ACOMODADO Y ASENTADO EN SECO	01.04.01.04	241.71

«continuación»

ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	01.04.01.05	1,844.48
<b>PARTIDAS - CONCRETO</b>		<b>COSTOS (S/.)</b>
ASENTADO DE PIEDRA EN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 (E=0.20M)	01.04.02.01	5,682.23
EMBOQUILLADO CON MEZCLA C:A 1:4	01.04.02.02	3,338.44
<b>PARTIDAS - CONCRETO</b>		<b>COSTOS (S/.)</b>
JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO e=1"	01.04.03.01	299.05
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>13,859.83</b>



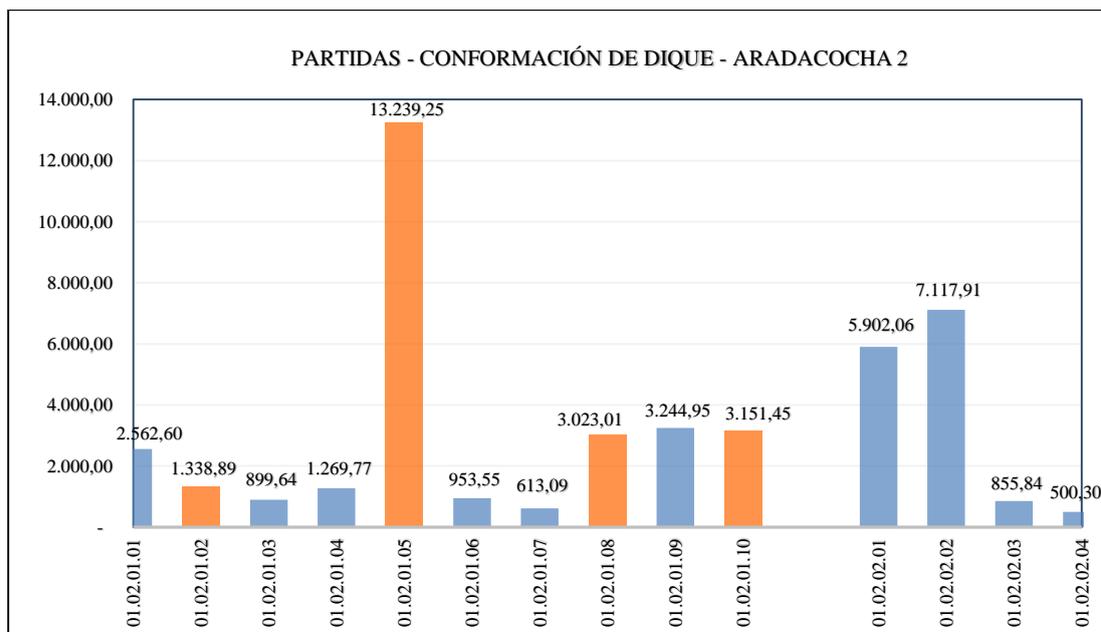
**Figura 30: Gráfico de barras de partidas del Aliviadero de demasías vs costos – Aradacochoa 1**

## B. Aradaqocha 2

En la Tabla 14, se puede apreciar las partidas involucradas en la ejecución de la Conformación del dique. Se ha sombreado las partidas que están involucrados con el uso de maquinaria pesada; estas partidas se han analizado mediante un gráfico de barras, representado en la Figura 31, las cuales enfrentan las partidas vs sus costos. En este gráfico se observa que una de las mayores incidencias económicas en la conformación del dique, la representan las partidas involucradas con el uso de maquinaria pesada.

**Tabla 14: Partidas de la Conformación de Dique – Aradacochoa 2**

<b>CONFORMACIÓN DE DIQUE - ARADACOCOA 2</b>		
<b>PARTIDAS - MOVIMIENTO DE TIERRA</b>	<b>ITEM</b>	<b>COSTOS (S/.)</b>
CONTROL PLANIALTIMETRICO	01.02.01.01	2,562.60
EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	01.02.01.02	1,338.89
EXCAVACION DE MATERIAL COMPACTADO MANUAL.	01.02.01.03	899.64
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/MAQUINARIA	01.02.01.04	1,269.77
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA.	01.02.01.05	13,239.25
RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (GRAVA) P/DRENES.	01.02.01.06	953.55
PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE TALUD EN DIQUE C/MAQUINARIA.	01.02.01.07	613.09
CONFORMACION DE ESPALDON CON PIEDRA	01.02.01.08	3,023.01
PROTECCION DE CORONA (CHAMPA U OTRO MATERIAL)	01.02.01.09	3,244.95
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	01.02.01.10	3,151.45
<b>PARTIDAS - MISCELANEO</b>		<b>COSTOS (S/.)</b>
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 300gr	01.02.02.01	5,902.06
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA DE HDPE e=1mm	01.02.02.02	7,117.91
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDPE 160MM, SDR26 PN6, ISO 4427	01.02.02.03	855.84
SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOPLE EN TUBERIA DE DESCARGA	01.02.02.04	500.30
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>44,672.31</b>



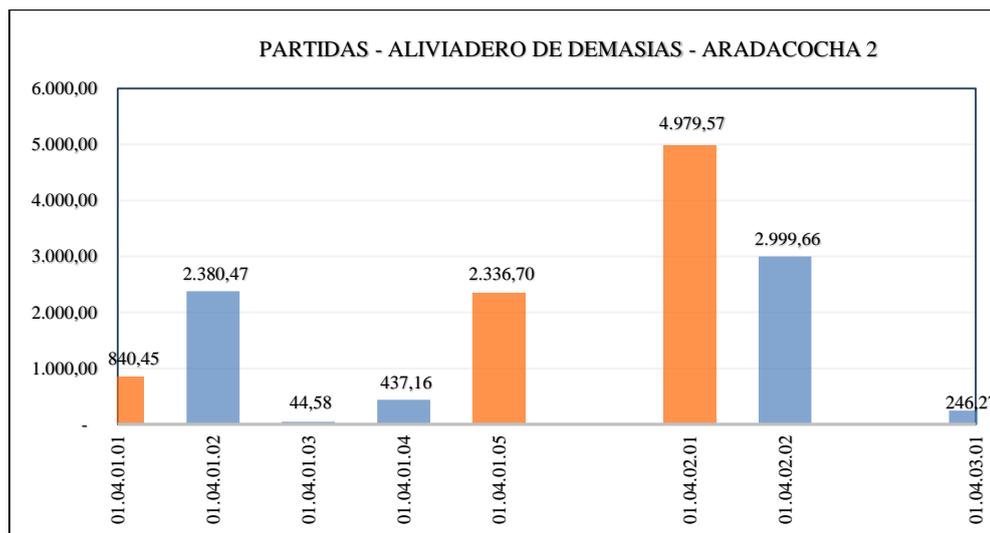
**Figura 31: Gráfico de barras de partidas de la Conformación de dique vs costos – Aradacochoa 2**

En la Figura 31, también se observa que las partidas de “Suministro e instalación de geotextil no tejido de 300gr” y “Suministro e instalación de geomembrana de HDPE e=1mm” cuentan con costos relativamente elevados con respecto a las demás partidas, sin embargo, estas no serán analizadas debido a que no están relacionadas directamente con el uso de maquinaria pesada.

En la Tabla 15, se puede apreciar las partidas involucradas en la ejecución del Aliviadero de Demasías. Se ha sombreado las partidas que están involucrados con el uso de maquinaria pesada; estas partidas se han analizado mediante un gráfico de barras, representado en la Figura 32, las cuales enfrentan las sub partidas vs sus costos. En este gráfico se observa que una de las mayores incidencias económicas en el Aliviadero de Demasías, la representan las partidas involucradas con el uso de maquinaria pesada.

**Tabla 15: Partidas Aliviadero de demasías – Aradacocha 2**

<b>ALIVIADERO DE DEMASIAS - ARADACOCHA 2</b>		
<b>PARTIDAS - MOVIMIENTO DE TIERRA</b>	<b>ITEM</b>	<b>COSTOS (S/.)</b>
EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	01.04.01.01	840.45
PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE RASANTE C/EQUIPO	01.04.01.02	2,380.47
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/EQUIPO	01.04.01.03	44.58
ENROCADO ACOMODADO Y ASENTADO EN SECO	01.04.01.04	437.16
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	01.04.01.05	2,336.70
<b>PARTIDAS - CONCRETO</b>		<b>COSTOS (S/.)</b>
ASENTADO DE PIEDRA EN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 (E=0.20M)	01.04.02.01	4,979.57
EMBOQUILLADO CON MEZCLA C:A 1:4	01.04.02.02	2,999.66
<b>PARTIDAS - CONCRETO</b>		<b>COSTOS (S/.)</b>
JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO e=1"	01.04.03.01	246.27
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>14,264.86</b>



**Figura 32: Gráfico de barras de partidas del Aliviadero de demasías vs costos – Aradacochoa 2**

### C. Aradacochoa 3

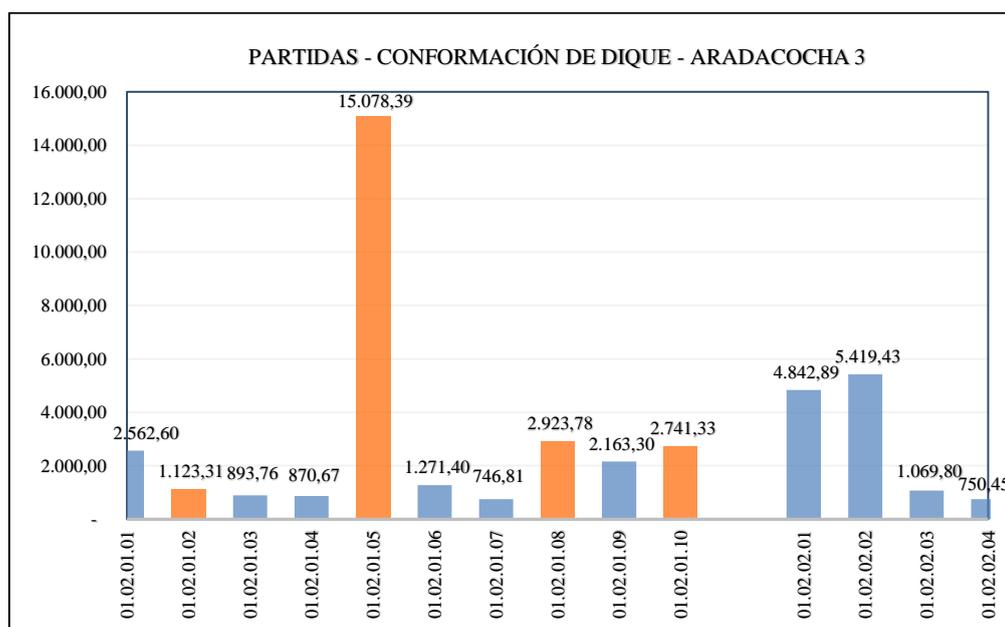
En la Tabla 16, se puede apreciar las partidas involucradas en la ejecución de la Conformación del dique. Se ha sombreado las partidas que están involucrados con el uso de maquinaria pesada; estas partidas se han analizado mediante un gráfico de barras, representado en la Figura 33, las cuales enfrentan las partidas vs sus costos. En este gráfico se observa que una de las mayores incidencias económicas en la conformación del dique, la representan las partidas involucradas con el uso de maquinaria pesada.

**Tabla 16: Partidas de la Conformación de Dique – Aradacochoa 3**

CONFORMACIÓN DE DIQUE - ARADACOCHA 3		
PARTIDAS - MOVIMIENTO DE TIERRA	ITEM	COSTOS (S/.)
CONTROL PLANIALTIMETRICO	01.02.01.01	2,562.60
EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	01.02.01.02	1,123.31
EXCAVACION DE MATERIAL COMPACTADO MANUAL.	01.02.01.03	893.76
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/MAQUINARIA	01.02.01.04	870.67
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA.	01.02.01.05	15,078.39
RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (GRAVA) P/DRENES.	01.02.01.06	1,271.40
PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE TALUD EN DIQUE C/MAQUINARIA.	01.02.01.07	746.81
CONFORMACION DE ESPALDON CON PIEDRA	01.02.01.08	2,923.78
PROTECCION DE CORONA (CHAMPA U OTRO MATERIAL)	01.02.01.09	2,163.30
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	01.02.01.10	2,741.33

«continuación»

<b>PARTIDAS - MISCELANEO</b>		<b>COSTOS (S/.)</b>
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 300gr	01.02.02.01	4,842.89
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA DE HDPE e=1mm	01.02.02.02	5,419.43
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDPE 160MM, SDR26 PN6, ISO 4427	01.02.02.03	1,069.80
SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOPLE EN TUBERIA DE DESCARGA	01.02.02.04	750.45
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>42,457.92</b>



**Figura 33: Gráfico de barras de partidas de la Conformación de dique vs costos – Aradacochoa 3**

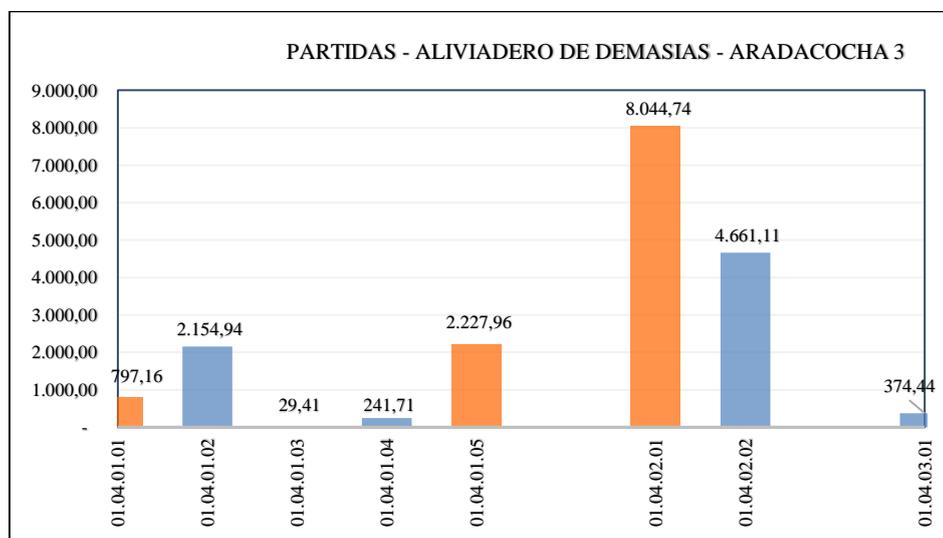
En la Figura 33, también se observa que las partidas de “Suministro e instalación de geotextil no tejido de 300gr” y “Suministro e instalación de geomembrana de HDPE e=1mm” cuentan con costos relativamente elevados con respecto a las demás partidas, sin embargo, estas no serán analizadas debido a que no están relacionadas directamente con el uso de maquinaria pesada.

En la Tabla 17, se puede apreciar las partidas involucradas en la ejecución del Aliviadero de Demasías. Se ha sombreado las partidas que están involucrados con el uso de maquinaria pesada; estas partidas se han analizado mediante un gráfico de barras, representado en la Figura 34, las cuales enfrentan las partidas vs sus costos. En este gráfico se observa que una

de las mayores incidencias económicas en el Aliviadero de Demasías, la representan las partidas involucradas con el uso de maquinaria pesada.

**Tabla 17: Partidas Aliviadero de demasías – Aradacocho 3**

<b>ALIVIADERO DE DEMASIAS - ARADACOCHA 3</b>		
<b>PARTIDAS - MOVIMIENTO DE TIERRA</b>	<b>ITEM</b>	<b>COSTOS (S/.)</b>
EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	01.04.01.01	797.16
PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE RASANTE C/EQUIPO	01.04.01.02	2,154.94
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/EQUIPO	01.04.01.03	29.41
ENROCADO ACOMODADO Y ASENTADO EN SECO	01.04.01.04	241.71
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	01.04.01.05	2,227.96
<b>PARTIDAS - CONCRETO</b>		<b>COSTOS (S/.)</b>
ASENTADO DE PIEDRA EN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 (E=0.20M)	01.04.02.01	8,044.74
EMBOQUILLADO CON MEZCLA C:A 1:4	01.04.02.02	4,661.11
<b>PARTIDAS - CONCRETO</b>		<b>COSTOS (S/.)</b>
JUNTA DE DILATAACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO e=1"	01.04.03.01	374.44
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>18,531.47</b>



**Figura 34: Gráfico de barras de partidas del Aliviadero de demasías vs costos – Aradacocho 3**

Se puede concluir entonces del análisis para las 3 Qochas, que las partidas de mayor incidencia económica son las que usan maquinarias pesadas para realizar las actividades. Estas Partidas se presentan a continuación:

### a. Conformación de dique

- Partidas - movimiento de tierra
  - Excavación de material suelto c/maquinaria
  - Relleno compactado con material préstamo c/maquinaria.
  - Conformación de espaldón con piedra
  - Eliminación de material excedente  $d < 500$  m

### b. Aliviadero de demasías

- Partidas - movimiento de tierra
  - Excavación de material suelto c/maquinaria
  - Eliminación de material excedente  $d < 500$  m
- Partidas – Concreto
  - Asentado de piedra en concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> ( $e=0.20$ m)

En base a estas partidas se realizará el análisis de los rendimientos de las maquinarias involucradas en estas; para lo cual, será necesario verificar los Análisis de Costos Unitarios, ofrecidos por el Software de Costos y Presupuestos S10:

## PARTIDAS EN LA CONFORMACIÓN DE DIQUE:

- EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA

**Tabla 18: ACU – Excavación de material suelto c/maquinaria**

Partida	01.02.01.02	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 220.0000	EQ. 220.0000	Costo unitario directo por : m <sup>3</sup>		5.07	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
0101010005	PEON Mano de Obra	hh	1.0000	0.0364	8.75	0.32	
						<b>0.32</b>	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES Equipos	%mo		5.0000	0.32	0.02	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0364	130.00	4.73	
						<b>4.75</b>	

FUENTE: Expediente Técnico

- RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA.

**Tabla 19: ACU – Relleno compactado con material préstamo c/maquinaria**

Partida	01.02.01.05 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA.						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m3			33.36
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	10.63	0.43	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.1600	8.75	1.40	
						<b>1.83</b>	
	<b>Materiales</b>						
0290130022	AGUA	m3		0.0500	13.00	0.65	
						<b>0.65</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.83	0.09	
03011000060006	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 2 ton INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0400	130.00	5.20	
03011600020005	MINI CARGADOR O SIMILAR INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0400	100.00	4.00	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0400	130.00	5.20	
						<b>14.49</b>	
	<b>Subpartidas</b>						
010303030306	EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA CUERPO DE DIQUE	m3		1.0000	7.40	7.40	
010313040317	TRASLADO DE MATERIAL AL CUERPO DE DIQUE < 500 M	m3		1.0000	8.99	8.99	
						<b>16.39</b>	

FUENTE: Expediente Técnico

– **SUB PARTIDA**

**Tabla 20: ACU – Extracción, acopio y cargio de material de préstamo para cuerpo de dique**

Partida	(010303030306-0102106-01) EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA CUERPO DE DIQUE						
Rendimiento	m3/DIA	MO.220.00	EQ.220.00	Costo unitario directo por : m3			7.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0727	8.75	0.64	
						<b>0.64</b>	
	<b>Materiales</b>						
0290230084	ZARANDA METALICA INCL MARCO Y SOPORTE (SEGUN DISEÑO-TIPO I)	und		0.0025	800.00	2.00	
						<b>2.00</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.64	0.03	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0364	130.00	4.73	
						<b>4.76</b>	

FUENTE: Expediente Técnico

– ***SUB PARTIDA***

**Tabla 21: ACU – Traslado de material al cuerpo de dique < 500m**

Partida	(010313040317-0102106-01) TRASLADO DE MATERIAL AL CUERPO DE DIQUE < 500 M						
Rendimiento	m3/DIA	MO.190.00	EQ.190.00	Costo unitario directo por : m3			8.99
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0842	8.75	0.74	
						<b>0.74</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.74	0.04	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	0.5000	0.0211	130.00	2.74	
03011800010009	VOLQUETE 10 M3 INCL. OPERADOR Y COMBUSTIBLE	hm	1.0000	0.0421	130.00	5.47	
						<b>8.25</b>	

FUENTE: Expediente Técnico

- **CONFORMACION DE ESPALDON CON PIEDRA**

**Tabla 22: ACU – Conformación de espaldón con piedra**

Partida	01.02.01.08 CONFORMACION DE ESPALDON CON PIEDRA						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3			41.87
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	10.63	1.70	
0101010005	PEON	hh	10.0000	1.6000	8.75	14.00	
						<b>15.70</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	15.70	0.79	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	0.5000	0.0800	130.00	10.40	
						<b>11.19</b>	
<b>Subpartidas</b>							
010303030307	EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE PIEDRA PARA ESPALDON	m3		1.0000	4.63	4.63	
010313040319	TRASLADO DE PIEDRA C/MAQ D < 500 M	m3		1.0000	10.35	10.35	
						<b>14.98</b>	

FUENTE: Expediente Técnico

– ***SUB PARTIDA***

**Tabla 23: ACU – Extracción, acopio y carguío de piedra para espaldón**

Partida	(010303030307-0102106-01) EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE PIEDRA PARA ESPALDON						
Rendimiento	m3/DIA	MO.240.00	EQ.240.00	Costo unitario directo por : m3			4.63
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0333	8.75	0.29	
						<b>0.29</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.29	0.01	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0333	130.00	4.33	
						<b>4.34</b>	

FUENTE: Expediente Técnico

– **SUB PARTIDA**

**Tabla 24: ACU – Traslado de piedra c/maq D<500m**

Partida	(010313040319-0102106-01) TRASLADO DE PIEDRA C/MAQ D < 500 M						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 165.00	EQ. 165.00	Costo unitario directo por : m3			10.35
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0970	8.75	0.85	0.85
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.85	0.04	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	0.5000	0.0242	130.00	3.15	
03011800010009	VOLQUETE 10 M3 INCL. OPERADOR Y COMBUSTIBLE	hm	1.0000	0.0485	130.00	6.31	
						<b>9.49</b>	

FUENTE: Expediente Técnico

- ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M

**Tabla 25: ACU – Eliminación de material excedente D < 500m**

Partida	01.02.01.10 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 180.0000	EQ. 180.0000	Costo unitario directo por : m3			11.95
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0444	8.75	0.39	0.39
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.39	0.02	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0444	130.00	5.77	
03011800010009	VOLQUETE 10 M3 INCL. OPERADOR Y COMBUSTIBLE	hm	1.0000	0.0444	130.00	5.77	
						<b>11.56</b>	

FUENTE: Expediente Técnico

**PARTIDAS EN EL ALIVIADERO DE DEMASIAS:**

- EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA

**Tabla 26: ACU – Excavación de material suelto c/maquinaria**

Partida	01.04.01.01 EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 220.0000	EQ. 220.0000	Costo unitario directo por : m3			5.07
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0364	8.75	0.32	0.32
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.32	0.02	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0364	130.00	4.73	
						<b>4.75</b>	

FUENTE: Expediente Técnico

- ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M

**Tabla 27: ACU – Eliminación de material excedente D < 500m**

Partida	01.04.01.05		ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 180.0000	EQ. 180.0000	Costo unitario directo por : m3			11.95
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0444	8.75	0.39	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.39	0.02	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0444	130.00	5.77	
03011800010009	VOLQUETE 10 M3 INCL. OPERADOR Y COMBUSTIBLE	hm	1.0000	0.0444	130.00	5.77	
						<b>11.56</b>	

FUENTE: Expediente Técnico

- ASENTADO DE PIEDRA EN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 (E=0.20M)

**Tabla 28: ACU – Asentado de piedra en concreto F'c=210 kg/cm2 (E=0.20m)**

Partida	01.04.02.01		ASENTADO DE PIEDRA EN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 (E=0.20M)				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m2			35.85
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	10.63	3.40	
0101010005	PEON	hh	5.0000	1.6000	8.75	14.00	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	17.40	0.87	
	<b>Subpartidas</b>						
010318010301	PIEDRA MEDIANA	m3		0.2340	32.98	7.72	
010420010213	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PIALIVIADERO	m3		0.0200	493.21	9.86	
						<b>17.58</b>	

FUENTE: Expediente Técnico

– **SUB PARTIDA**

**Tabla 29: ACU – Piedra Mediana**

Partida	(010318010301-0102106-01) PIEDRA MEDIANA						
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por : m3			32.98
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Subpartidas</b>						
010303030311	EXTRACCION DE MATERIAL SELECCIONADO PARA ALIV.	m3		1.0000	15.76	15.76	
010305010102	TRANSPORTE PIEDRA MEDIANA	m3		1.2000	14.35	17.22	
						<b>32.98</b>	

FUENTE: Expediente Técnico

– ***SUB PARTIDA***

**Tabla 30: ACU – Extracción de material seleccionado para Aliv.**

Partida	(010303030311-0102106-01) EXTRACCION DE MATERIAL SELECCIONADO PARA ALIV.						
Rendimiento	m3/DIA	MO.80.00	EQ.80.00	Costo unitario directo por : m3			15.76
Código	Descripción Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
0101010005	PEON		hh	3.0000	0.3000	8.75	2.63
							<b>2.63</b>
		<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	2.63	0.13
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB		hm	1.0000	0.1000	130.00	13.00
							<b>13.13</b>

FUENTE: Expediente Técnico

– ***SUB PARTIDA***

**Tabla 31: ACU – Transporte piedra mediana**

Partida	(010305010102-0102106-01) TRANSPORTE PIEDRA MEDIANA						
Rendimiento	m3/DIA	MO.150.00	EQ.150.00	Costo unitario directo por : m3			14.35
Código	Descripción Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0533	8.75	0.47
							<b>0.47</b>
		<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.47	0.02
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB		hm	1.0000	0.0533	130.00	6.93
03011800010009	VOLQUETE 10 M3 INCL. OPERADOR Y COMBUSTIBLE		hm	1.0000	0.0533	130.00	6.93
							<b>13.88</b>

FUENTE: Expediente Técnico

Las 3 cochas cuentan con las mismas partidas en las cuales sus insumos y rendimientos son los mismos.

Del Análisis de Costos Unitarias se puede apreciar que, el rendimiento de las partidas mostradas, está representada principalmente por el rendimiento de las maquinarias pesadas que la conforman; es decir, por ejemplo, en la Tabla 18 se aprecia la partida “Excavación de material suelto c/maquinaria”, la cual tiene un rendimiento de 220m<sup>3</sup>/día, sin embargo, el rendimiento de este, es el rendimiento de la Retroexcavadora para la actividad de excavación de material suelto.

Es así que en estas partidas – al ser de mayor incidencia económica, por estar relacionada con el uso de maquinaria pesada – en campo se pudo observar un déficit

en sus rendimientos y por ende una merma en el presupuesto. Entonces se planteó el reajuste de los rendimientos, de acuerdo a la experiencia observada en la ejecución de las tres Qochas en cuestión.

Es por ello que surge la idea de ajustar los rendimientos y por ende el presupuesto de estas partidas en cuestión, con la finalidad de tener datos más fidedignos a la realidad de campo.

De esta manera se realizó el cálculo de los rendimientos obtenidos en campo y el cálculo de los rendimientos generados en gabinete, tomando en cuenta para ellos las distintas variables vistas en la ejecución de obra:

#### **4.6.2. Cálculo de rendimientos**

Previo al Análisis de costos unitarios, se obtuvo los rendimientos de campo y posteriormente se desarrolló el cálculo computacional para obtener los rendimientos ajustados con las variables presentes en obra:

##### **4.6.2.1. Rendimientos obtenidos en campo**

###### **A. Rendimiento de la retroexcavadora CAT 420 F2 – excavación de cimentación**

Para esta actividad se hizo uso, principalmente, de una retroexcavadora CAT 420 F2, cuyas características son mostradas en la Tabla 32.



**Figura 35: Retroexcavadora CAD 420F2**

**Tabla 32: Características técnicas de la Retroexcavadora (Lampón) CAD 420F2**

DIMENSIONES Y RENDIMIENTO DEL CUCARÓN CARGADOR	Cargador de inclinación única					
	Uso general 0,96 m³ (1,25 yd³)		Uso general 1,0 m³ (1,31 yd³)		Uso general 1,07 m³ (1,4 yd³)	
Capacidad nominal (SAE)	0,96 m³	1,25 yd³	1,0 m³	1,31 yd³	1,07 m³	1,4 yd³
Ancho	2262 mm	7'5"	2406 mm	7'11"	2262 mm	7'5"
Capacidad de levantamiento a altura máxima	2929 kg	6457 lb	2937 kg	6475 lb	2868 kg	6323 lb
Fuerza de desprendimiento	45,6 kN	10.242 lb	46,3 kN	10.401 lb	45,1 kN	10.130 lb
7) Altura máxima del pasador de bisagra (Tracción en 2 ruedas)	3296 mm	10'10"	3296 mm	10'10"	3296 mm	10'10"
(Tracción en 4 ruedas)	3368 mm	11'1"	3368 mm	11'1"	3368 mm	11'1"
8) Ángulo de descarga a altura máxima	44°		44°		44°	
Altura de descarga a ángulo máximo	2573 mm	8'5"	2604 mm	8'7"	2550 mm	8'4"
9) Alcance de descarga a ángulo máximo	853 mm	2'10"	821 mm	2'8"	819 mm	2'8"
10) Inclinación hacia atrás máxima del cucharón a nivel del suelo	39°		39°		40°	
11) Profundidad de excavación	106 mm	4"	106 mm	4"	146 mm	6"
Ángulo máximo de nivelación	107°		108°		108°	
Ancho de la cuchilla de explanación	N/A		N/A		N/A	
12) Distancia de la parrilla a la cuchilla del cucharón, en posición de acarreo	1516 mm	5'0"	1484 mm	4'10"	1551 mm	5'1"
13) Altura máxima de operación	4196 mm	13'9"	4196 mm	13'9"	4237 mm	13'11"
Apertura máxima de las mandíbulas	N/A		N/A		N/A	
Peso (no incluye dientes ni horquillas)	438 kg	967 lb	449 kg	989 lb	459 kg	1012 lb

FUENTE: Manual de rendimiento 39 CATERPILLAR

**Tabla 33: Características técnicas de la Retroexcavadora (Cucharón) CAD 420F2**

Cucharones retroexcavadores (con adaptadores soldados y dientes con Servicio estándar)						
Ancho		Capacidad nominal		Peso		No. de dientes
mm	"	L	pie³	kg	lb	
305	12	80	2,8	111	245	3
457	18	120	4,2	122	268	4
610	24	180	6,4	141	311	5
762	30	230	8,1	157	345	5
914	36	290	10,2	176	388	6

FUENTE: Manual de rendimiento 39 CATERPILLAR

### Aradacocho 1

La excavación de la cimentación del dique para la Qocha Aradacocho 1, está representado en el expediente técnico por la partida **“Excavación de material suelto c/maquinaria”**. En campo se realizó la excavación diferenciada del estribo izquierdo (Parte 1) y del estribo derecho (Parte 2), debido a un tema de maniobrabilidad de la retroexcavadora sobre la pendiente que poseía la boquilla de la Qocha.



**Figura 36: Excavación de la cimentación del dique de la cocha Aradacocha 1**

Para realizar el cálculo del rendimiento de esta partida fue necesario realizar dos tipos de mediciones:

- **Parte 1:**

La toma de datos en la zona de excavación del estribo derecho, se realizó al culminar la actividad; es así que se registró las siguientes medidas: longitud de la base mayor y menor del “trapecio” (generado en la superficie por la excavación), así como de la profundidad de la excavación y el tiempo que se demoró en realizar la actividad. Con estos datos se procedió con el cálculo del rendimiento de la excavación de la cimentación y para ello se usó la siguiente expresión:

$$Rendimiento = \frac{\left(\frac{Bm + Bn}{2}\right) * L * h * 8}{t}$$

De donde:

- Bm: Base mayor (m).
- Bn: Base menor (m).
- L: Longitud perpendicular entre las bases del trapecio (m).
- h: profundidad de excavación (m).
- t: tiempo que demoró la excavación (hr).

Los cálculos de rendimientos para el estribo derecho se muestran en la Tabla 34, donde se determina que la maquinaria tuvo un rendimiento de  $167.4\text{m}^3/\text{día}$ .

- **Parte 2:**

Para la zona de excavación del estribo izquierdo, la recolección de datos se realizó durante la ejecución de la misma. Para esta actividad se tomó la hora de inicio y fin, se contabilizó los ciclos realizados durante este tiempo y se determinó el volumen de material removido por cada lampón.

La Tabla 32, muestra que el lampón tiene una capacidad de  $1.07\text{m}^3$ , sin embargo, este valor es multiplicado por un factor de 0.8, para compensar que el cucharón no llega a cargar  $1.07\text{m}^3$  (debido al tipo de material y la maniobrabilidad en el terreno), y es así que se considera  $0.86\text{m}^3$  como volumen cargado por el lampón.

El procedimiento para el cálculo se presenta en la Tabla 34, obteniendo un rendimiento de  $178.5\text{m}^3/\text{día}$ .

**Tabla 34: Rendimiento en campo de la excavación de cimentación de dique (Excavación de material suelto c/maquinaria)- Aradacochoa 1**

<b>ARADACOHCA 1</b>		PARTE 1
RETROEXCAVADORA	CAT 420 F2	<b>Estribo izquierdo</b>
CUCHARON:	0.86 m3	
DISTANCIA:	35 m	
AREA:	139.5 m2	prof, excav.: 0.45 m
volumen Neto:	62.78 m3	
volumen Esponjado:	78.47 m3	
tiempo:	3 h	
rendimiento:	167.4 m3/dia	
<b>ARADACOHCA 1</b>		PARTE 2
RETROEXCAVADORA	CAT 420 F2	<b>Estribo derecho</b>
CUCHARON:	0.86 m3	
DISTANCIA:	35 m	
INICIO:	10:16 AM	
FIN:	11:16 AM	
Tiempo:	1.00 h	
NUMERO DE CICLOS:	26 ciclos	
volumen Neto:	22.26 m3	
volumen Esponjado:	27.82 m3	
RENDIMIENTO:	178.05 m3/dia	
<b>rendimiento promedio (m3/s):</b>		<b>173</b>

Es así que se promedia los rendimientos por cada estribo, obteniendo para la cocha Aradacochoa 1, un rendimiento de 173 m<sup>3</sup>/día.

Cabe mencionar que este rendimiento de la maquinaria, contempla la excavación y traslado del material removido a aun distancia promedio de 35m. Se presentó material con baja consolidación en los estribos, sin embargo en la parte central del dique (zona del cauce natural de la laguna) se encontró con material arcilloso de húmedo y presencia del nivel freático, lo cual complicó

el trabajo de la retroexcavadora y la maniobrabilidad de la misma.

Aparte, la retroexcavadora cuenta con los mantenimientos periódicos y preventivos realizados oportunamente y la antigüedad de la maquinaria es menor a 5 años.

### **Aradacocha 2**

La excavación de la cimentación del dique para la Qocha Aradacocha 2, está representado en el expediente técnico por la partida **“Excavación de material suelto c/maquinaria”**. En campo se realizó la excavación en un solo bloque, debido a que no presentaba mucha dificultad la excavación en la zona del dique.

Para esta actividad se hizo uso, principalmente, de una retroexcavadora CAT 420 F2, cuyas características son mostradas en la Tabla 32.



**Figura 37: Excavación de la cimentación del dique de la cocha Aradacocha 2**

Para la zona de excavación de la cimentación del dique, la recolección de datos se realizó durante la ejecución de la misma. Para esta actividad se tomó la hora de inicio y fin, se contabilizó los ciclos realizados durante este tiempo y se determinó el volumen de material removido por cada lampón, para el de tiempo de análisis.

La Tabla 32, muestra que el lampón tiene una capacidad de 1.07m<sup>3</sup>, sin embargo, este valor es multiplicado por un factor de 0.8, para compensar que el cucharón no llega a cargar 1.07m<sup>3</sup> (debido al tipo de material y la maniobrabilidad en el terreno), y es así que se considera 0.86m<sup>3</sup> como volumen cargado por el lampón.

El procedimiento para el cálculo se presenta en la Tabla 35, obteniendo un rendimiento de 180m<sup>3</sup>/día.

**Tabla 35: Rendimiento en campo de la excavación de cimentación de dique - Aradacocho 2**

<b>ARADACOHCA 2</b>		
RETROEXCAVADORA	CAT 420 F2	
CUCHARON:	0.86 m <sup>3</sup>	
DISTANCIA:	30 m	
INICIO:	08:15 AM	04:15 MIN
FIN:	12:30 AM	4.25 H
NUMERO DE CICLOS:	112	
volumen Neto:	95.87 m <sup>3</sup>	
volumen Esponjado:	119.84 m <sup>3</sup>	
<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>180 m<sup>3</sup>/día</b>	

Es así que se obtiene 180 m<sup>3</sup>/día como el rendimiento de la Retroexcavadora, para la partida de excavación de material suelto de la cimentación del dique en la cocha Aradacocho 2.

Cabe mencionar que este rendimiento de la maquinaria, contempla la excavación y traslado del material removido a una distancia promedio de 30m. Se presentó material con baja consolidación, sin embargo, en una parte del estribo izquierdo (en un tramo de 20m) se presentó una zona con material arcilloso húmedo con presencia de nivel freático; así mismo en la parte central del dique (zona del cauce natural de la laguna) se encontró con material arcilloso húmedo y presencia del nivel freático, lo cual complicó el trabajo de la retroexcavadora y la maniobrabilidad de la misma. Aparte, cabe mencionar que, la retroexcavadora

cuenta con los mantenimientos periódicos y preventivos realizados oportunamente y la antigüedad de la maquinaria es menor a 5 años.

### **Aradacocha 3**

La excavación de la cimentación del dique para la Qocha Aradacocha 3, está representado en el expediente técnico por la partida **“Excavación de material suelto c/maquinaria”**. En campo se realizó la excavación diferenciada del estribo izquierdo y del estribo derecho, debido a un tema de maniobrabilidad de la retroexcavadora sobre la pendiente que poseía la boquilla de la Qocha. Para esta actividad se hizo uso, principalmente, de una retroexcavadora CAT 420 F2, cuyas características son mostradas en la Tabla 32.



**Figura 38: Excavación de la cimentación del dique de la cocha Aradacocha 3**

La toma de datos en la zona de excavación para los estribos, se realizó al culminar la actividad; es así que se registró las siguientes medidas: longitud de la base mayor y menor del “trapecio” (generado en la superficie por la excavación), así como de la profundidad de la excavación y el tiempo que se demoró en realizar la actividad, para un lapso de tiempo de análisis.

Con estos datos se procedió con el cálculo del rendimiento de la excavación de la cimentación y para ello se usó la siguiente expresión:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\left(\frac{Bm + Bn}{2}\right) * L * h * 8}{t}$$

De donde:

- Bm: Base mayor (m).
- Bn: Base menor (m).
- L: Longitud perpendicular entre las bases del trapecio (m).
- h: profundidad de excavación (m).
- t: tiempo que demoró la excavación (hr).

Los cálculos de rendimientos para el estribo derecho se muestran en la Tabla 36, donde se determina que la maquinaria tuvo un rendimiento de 157 m<sup>3</sup>/día.

**Tabla 36: Rendimiento en campo de la excavación de cimentación de dique - Aradacochoa**

ARADACOHCA 3	
RETROEXCAVADORA	CAT 420 F2
CUCHARON:	0.86 m3
DISTANCIA:	30 m
INICIO:	09:40 AM
FIN:	17:00 AM
tiempo:	07:20 h
	7.33 h
	restarle 1 h de comida
	<b>Bn=</b>
	<b>L=</b> m
	prof, excav.: 0.2 m
AREA:	144 m2
volumen:	64.8 m3
	16 m
	<b>Bm=</b>
	12.5 m
	<b>L=</b>
	prof, excav.: 0.7 m
AREA:	175.57 m2
volumen:	79.01 m3
	19.4 m
	<b>Bn=</b>
	5.6 m
	prof, excav.: 0.2 m
volumen Neto.:	143.81 m3
volumen Esponjado:	179.76 m3
RENDIMIENTO:	157 m3/dia

Es así que se obtiene 157 m<sup>3</sup>/día como el rendimiento de la Retroexcavadora, para la partida de excavación de material suelto de la cimentación del dique en la cocha Aradacocha 3.

Cabe mencionar que este rendimiento de la maquinaria, contempla la excavación y traslado del material removido a una distancia promedio de 30m. Se presentó material con baja consolidación, sin embargo, en la parte central del dique (zona del cauce natural de la laguna) se encontró con material arcilloso húmedo y presencia del nivel freático, lo cual complicó el trabajo de la retroexcavadora y la maniobrabilidad de la misma. Aparte la retroexcavadora cuenta con los mantenimientos periódicos y preventivos realizados oportunamente y la antigüedad de la maquinaria es menor a 5 años.

## **B. Rendimiento de la retroexcavadora CAT 420 F2 – excavación de aliviadero**

### **Aradacocha 1**

La excavación del aliviadero para la Qocha Aradacocha 1, está representado en el expediente técnico por la partida “**Excavación de material suelto c/maquinaria**”. En campo se realizó la excavación en un solo bloque, debido a que no presentaba mucha dificultad la excavación en la zona del aliviadero.

Para esta actividad se hizo uso, principalmente, de la retroexcavadora CAT 420 F2, cuyas características son mostradas en la Tabla 32.



**Figura 39: Excavación del aliviadero de la cocha Aradacocha 1**

Para la zona de excavación del aliviadero, la recolección de datos se realizó durante la ejecución de la misma. Para esta actividad se tomó la hora de inicio y fin, se contabilizó los ciclos realizados durante este tiempo y se determinó el volumen de material removido por cada lampón, para un lapso de tiempo de análisis.

La Tabla 32, muestra que el lampón tiene una capacidad de  $1.07\text{m}^3$ , sin embargo, este valor es multiplicado por un factor de 0.8, para compensar que el cucharón no llega a cargar  $1.07\text{m}^3$  (debido al tipo de material y la maniobrabilidad en el terreno), y es así que se considera  $0.86\text{m}^3$  como volumen cargado por el lampón.

El procedimiento para el cálculo se presenta en la Tabla 37, obteniendo un rendimiento de  $183.98\text{ m}^3/\text{día}$ .

**Tabla 37: Rendimiento en campo de la excavación de aliviadero de dique - Aradacocha 1**

<b>ARADACOHCA 1</b>			
RETROEXCAVADORA	CAT 420 F2		
CUCHARON:	0.856 m3		
DISTANCIA:	30 m		
<b>INICIO:</b>	01:49 PM	<b>dia 1</b>	01:26 h : min
<b>FIN:</b>	03:15 PM		1.43 h
<b>INICIO:</b>	11:22 AM	<b>dia 2</b>	00:48 h : min
<b>FIN:</b>	12:10 PM		0.8 h
<b>NUMERO DE CICLOS:</b>	31    ciclos	<b>dia 1</b>	
<b>NUMERO DE CICLOS:</b>	29    ciclos	<b>dia 2</b>	
<b>volumen Neto.:</b>	51.36 m3		
<b>volumen Esponjado:</b>	64.20 m3		
<b>RENDIMIENTO:</b>	183.98 m3/dia		

Es así que se obtiene 183.98 m<sup>3</sup>/día como el rendimiento de la Retroexcavadora, para la partida de excavación del aliviadero en la cocha Aradacocha 1.

Cabe mencionar que este rendimiento de la maquinaria, contempla la excavación y traslado del material removido a aun distancia promedio de 30m. Se presentó material con bajos niveles de consolidación y no hubo presencia de rocas. Aparte la retroexcavadora cuenta con los mantenimientos periódicos y preventivos realizados oportunamente y la antigüedad de la maquinaria es menor a 5 años.

### **Aradacocha 2**

La excavación del aliviadero para la Qocha Aradacocha 2, está representado en el expediente técnico por la partida “**Excavación de material suelto c/maquinaria**”. En campo se realizó la excavación diferenciada de dos bloques, el Bloque N°1 que representa la zona de la entrada del aliviadero y el bloque N°2 que representa la zona del canal de salida.

Para esta actividad se hizo uso, principalmente, de la retroexcavadora CAT 420 F2, cuyas características son mostradas en la Tabla 32.



**Figura 40: Excavación del aliviadero de la cocha Aradacocha 2**

Para obtener el tiempo que duró la excavación, fue necesario tomar la hora de inicio y fin en los dos días que duró la actividad, para un lapso de tiempo de análisis; este registro se puede apreciar en la Tabla 38. El resultado fue que en el primer día se demoró la máquina unas 8.08hr y en el segundo día 1.55hr.

Con el tiempo determinado para esta actividad, ahora hace falta el cálculo de volumen de tierra removido, tanto como para el área del ingreso del aliviadero, así como del canal de salida. Es así que se divide en dos bloques:

- **Bloque N°1:**

La toma de datos en la zona de la entrada del aliviadero, representado por el bloque N°1, tiene una forma similar al de un prisma triangular por las condiciones topográficas presentadas; es así que se registró las siguientes medidas: Longitud de la base y la altura de las caras triangulares de la zona del aliviadero (generado por la excavación), así como el largo de la zona excavada; este detalle se muestra más explícitamente en la Tabla 38.

Es así que se usó la siguiente expresión para poder calcular el volumen de tierra

removido:

$$Vol. bloque 1 = \left( \frac{S_A + S_B}{2} \right) * L$$

De donde:

- $S_A$ : Área triangular de la sección A ( $m^2$ ).
- $S_B$ : Área triangular de la sección B ( $m^2$ ).
- $L$ : Longitud perpendicular entre las secciones triangulares o Longitud de excavación del ingreso del aliviadero (m).

- **Bloque N°2:**

La toma de datos en la zona del canal de salida del aliviadero, representado por el bloque N°2, tiene una forma similar al de un prisma rectangular por las condiciones topográficas presentadas; es así que se registró las siguientes medidas: Longitud de la base y la altura de las caras rectangulares de la zona del canal de salida del aliviadero (generado por la excavación), así como el largo de la zona excavada; este detalle se muestra más explícitamente en la Tabla 38. Es así que se usó la siguiente expresión para poder calcular el volumen de tierra removido:

$$Vol. bloque 2 = \left( \frac{S_C + S_D}{2} \right) * M$$

De donde:

- $S_C$ : Área rectangular de la sección C ( $m^2$ ).
- $S_D$ : Área rectangular de la sección D ( $m^2$ ).
- $M$ : Longitud perpendicular entre las secciones rectangulares o Longitud de excavación del canal de salida del aliviadero (m).

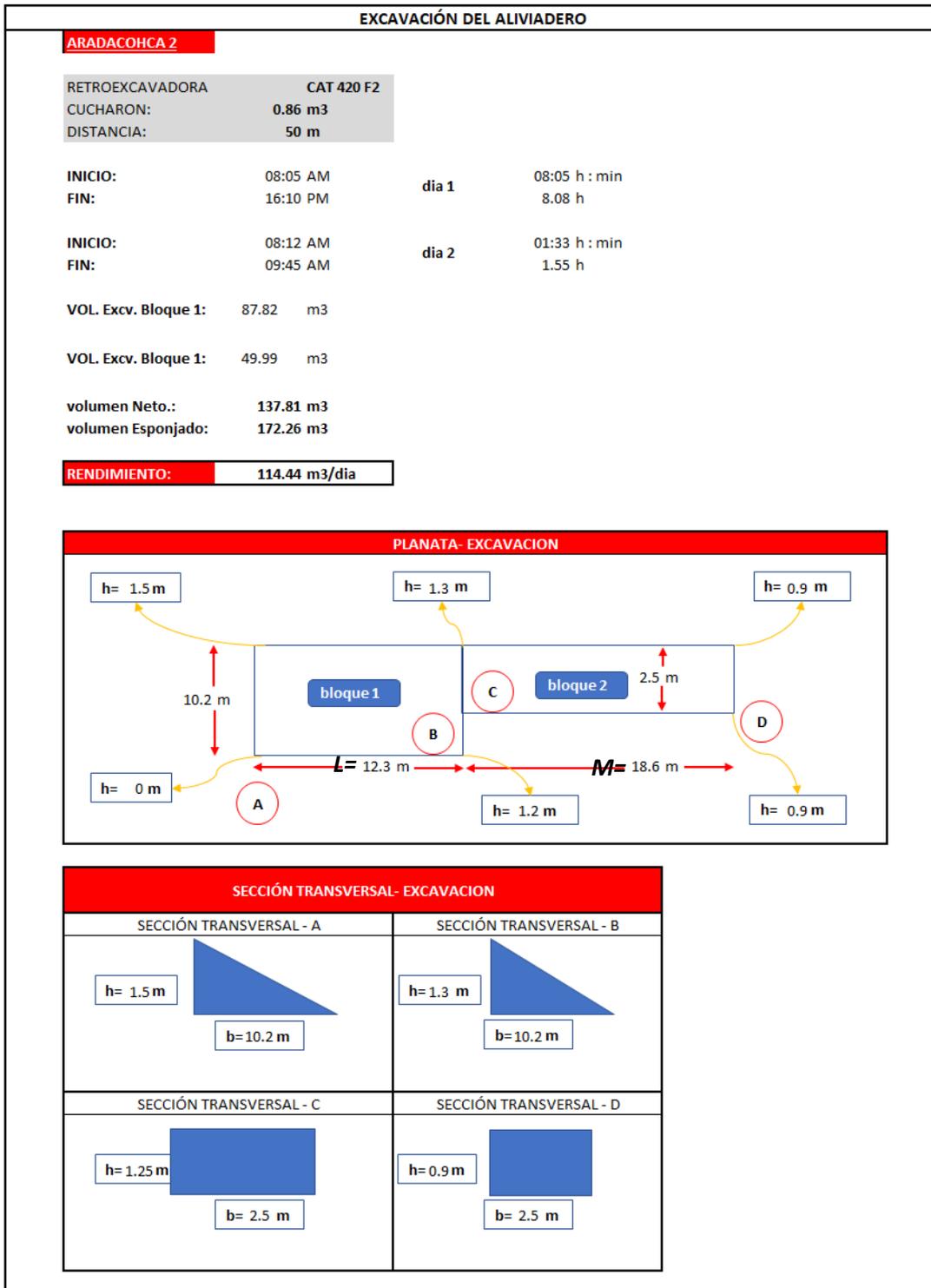
Con los datos de volumen y tiempo, se procede al cálculo del rendimiento de la excavación de material suelto para el aliviadero, mediante la siguiente expresión.

$$Rendimiento = \left( \frac{Vol. bloque 1 + Vol. bloque 2}{t} \right) * 8$$

De donde:

- $t$ : Tiempo necesario para realizar la actividad (hr)

**Tabla 38: Rendimiento en campo de la excavación de aliviadero de dique - Aradacochoa 2**



Es así que se obtiene 114.44 m<sup>3</sup>/día como el rendimiento de la Retroexcavadora, para la partida de excavación del aliviadero en la cocha Aradacochoa 2.

Cabe mencionar que este rendimiento de la maquinaria, contempla la excavación y

traslado del material removido a una distancia promedio de 50m. Se presentó material con altos niveles de consolidación y presencia de rocas. Aparte la retroexcavadora cuenta con los mantenimientos periódicos y preventivos realizados oportunamente y la antigüedad de la maquinaria es menor a 5 años.

### **Aradacocho 3**

La excavación del aliviadero para la Qocha Aradacocho 3, está representado en el expediente técnico por la partida **“Excavación de material suelto c/maquinaria”**. En campo se realizó la excavación en un solo bloque, debido a que no presentaba mucha dificultad la excavación en la zona del aliviadero.

Para esta actividad se hizo uso, principalmente, de la retroexcavadora CAT 420 F2, cuyas características son mostradas en la Tabla 32.



**Figura 41: Excavación del aliviadero de la cocha Aradacocho 3**

Para obtener el tiempo que duró la excavación, fue necesario tomar la hora de inicio y fin en los dos días que duró la actividad; este registro se puede apreciar en la Tabla 39. El resultado fue que en el primer día se demoró la máquina unas 8.03hr y en el segundo día 1.63hr.

El volumen de movimiento de tierras fue tomado del cuaderno de obras de las valorizaciones diarias del ingeniero residente.

**Tabla 39: Rendimiento en campo de la excavación de aliviadero de dique - Aradacochoa 3**

ARADACOHCA 3			
RETROEXCAVADORA	CAT 420 F2		
CUCHARON:	0.86 m <sup>3</sup>		
DISTANCIA:	35 m		
INICIO:	09:03 AM	dia 1	08:02 h : min
FIN:	17:05 PM		8.03 h
INICIO:	08:12 AM	dia 2	01:38 h : min
FIN:	09:50 AM		1.63 h
VOL. Excv. Aliviadero:	147.17	m <sup>3</sup>	
VOL. Excv. Esponjado Aliviadero:	183.96	m <sup>3</sup>	
<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>121.8 m<sup>3</sup>/día</b>		

Es así que se obtiene 121.8 m<sup>3</sup>/día como el rendimiento de la Retroexcavadora, para la partida de excavación del aliviadero en la cocha Aradacochoa 3.

Cabe mencionar que este rendimiento de la maquinaria, contempla la excavación y traslado del material removido a aun distancia promedio de 50m. Se presentó material con altos niveles de consolidación y presencia de rocas. Aparte la retroexcavadora cuenta con los mantenimientos periódicos y preventivos realizados oportunamente y la antigüedad de la maquinaria es menor a 5 años.

### **C. Rendimiento de la retroexcavadora CAT 420 F2 – excavación de canteras**

La habilitación, excavación y extracción de la cantera, está representada en el expediente técnico por la partida denominada: **“Extracción, acopio y carguío de material de préstamo”**; Para esta actividad se hizo uso, principalmente, de una retroexcavadora CAT 420 F2, cuyas características son mostradas en la Tabla 32.

#### **Aradacochoa 1**

La habilitación, excavación y extracción de material en la cantera de la Qocha

Aradacocha 1, en campo se realizó a unos 200m de distancia del cuerpo del dique. El camino a la cantera es de pendiente pronunciada así mismo el área de la cantera también cuenta con un talud aproximado de  $z=1$ .



**Figura 42: Extracción de material de préstamo de la cantera, para la cocha Aradacocha 1**

Para obtener el tiempo que duró la excavación, fue necesario tomar la hora de inicio y fin en los dos días que duró la actividad, para un lapso de tiempo de análisis; este registro se puede apreciar en la Tabla 40. El resultado fue que en el primer día se demoró la máquina unas 1.33hr y en el segundo día 4.98hr.

Con el tiempo determinado para esta actividad, ahora hace falta el cálculo de volumen de material de préstamo removido. La toma de datos en la zona de excavación la de la cantera, tiene una forma similar al de un prisma triangular por las condiciones topográficas presentadas; es así que se registró las siguientes medidas: Longitud de la base y la altura de las caras triangulares de la zona del corte de la cantera (generado por la excavación), así como el largo de la zona excavada; este detalle se muestra más explícitamente en la Tabla 40.

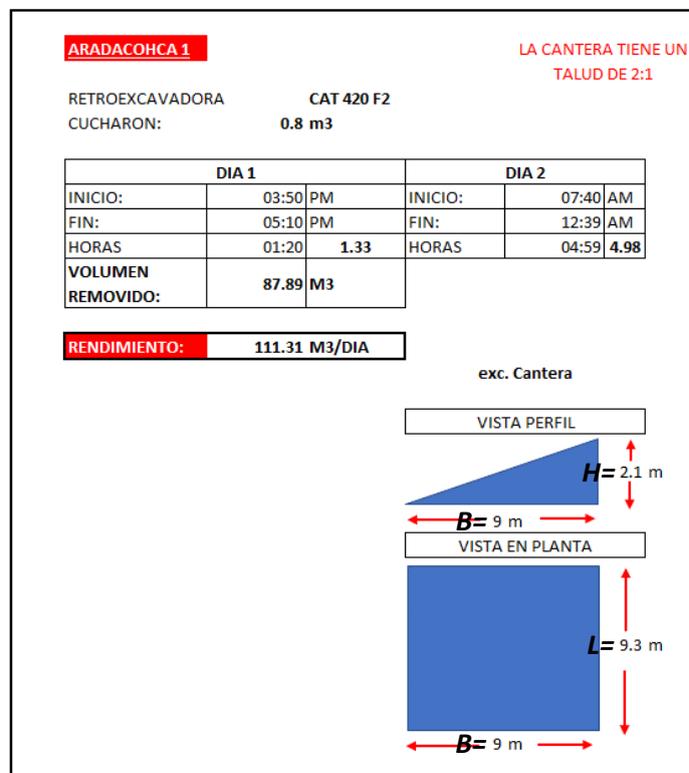
Es así que se usó la siguiente expresión para poder calcular el rendimiento del material de préstamo removido:

$$\text{Rendimiento} = \left( \frac{B + H}{2} \right) * L * \frac{8}{t}$$

De donde:

- B: Longitud de la base de la sección del prisma triangular (m).
- H: Altura de la base de la sección del prisma triangular (m).
- L: Longitud perpendicular entre las secciones rectangulares o Longitud de excavación del área de la cantera (m).
- t: Tiempo que dura la actividad de excavación (hr).

**Tabla 40: Rendimiento en campo de excavación en cantera de agregado - Aradacochoa 1**



Es así que se obtiene 111.31 m<sup>3</sup>/día como el rendimiento de la Retroexcavadora, para la actividad de excavación y extracción de material de préstamo en la cantera para la cocha Aradacochoa 1.

Cabe mencionar que este rendimiento de la maquinaria, contempla la excavación y arrimado del material en la misma cantera. Se presentó material con altos niveles de

consolidación debido a la profundidad y presencia de rocas.

Aparte cabe mencionar, que la retroexcavadora cuenta con los mantenimientos periódicos y preventivos realizados oportunamente y la antigüedad de la maquinaria es menor a 5 años.

### **Aradacocha 2**

La habilitación, excavación y extracción de material en la cantera de la Qocha Aradacocha 2, en campo se realizó a unos 200m de distancia del cuerpo del dique. El camino a la cantera es de pendiente suave, así mismo el área de la cantera también cuenta con un talud aproximado de  $z=1,5$ .



**Figura 43: Extracción de material de préstamo de la cantera, para la cocha Aradacocha 2**

Para obtener el tiempo que duró la excavación, fue necesario tomar la hora de inicio y fin en los dos días que duró la actividad, para un lapso de tiempo de análisis; este registro se puede apreciar en la Tabla 41. El resultado fue que en el primer día se demoró la máquina unas 5.33hr y en el segundo día 3.67hr.

Con el tiempo determinado para esta actividad, ahora hace falta el cálculo de volumen de material de préstamo removido. La toma de datos en la zona de excavación la de la cantera, tiene una forma similar al de un prisma triangular por las condiciones topográficas presentadas; es así que se registró las siguientes medidas: Longitud de

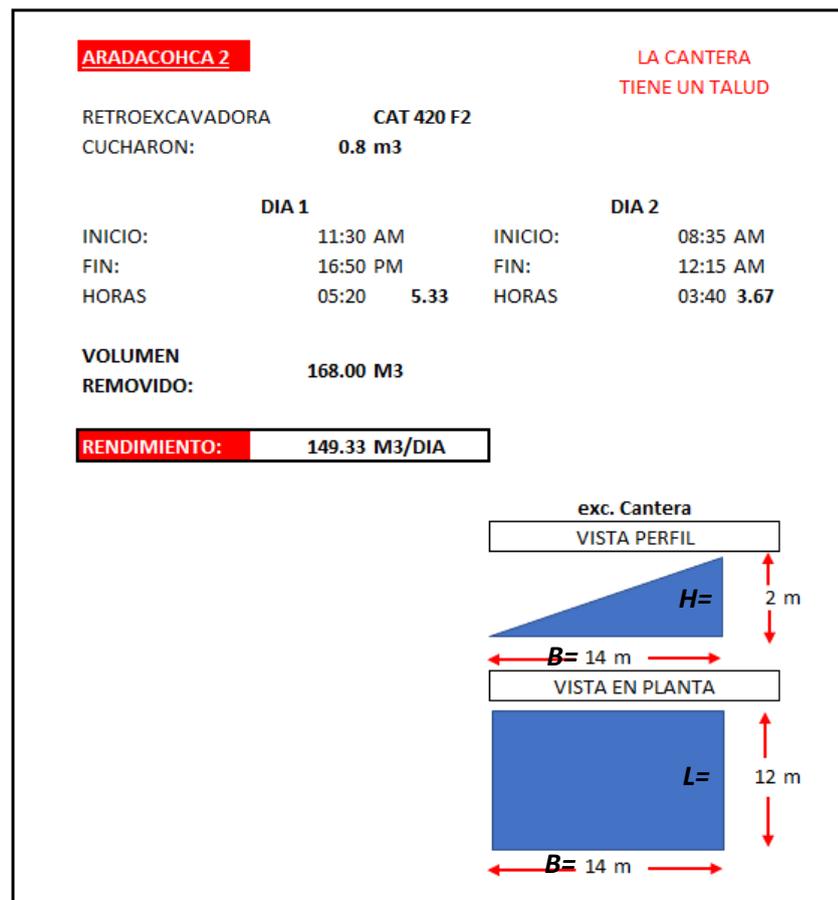
la base y la altura de las caras triangulares de la zona del corte de la cantera (generado por la excavación), así como el largo de la zona excavada; este detalle se muestra más explícitamente en la Tabla 41. Es así que se usó la siguiente expresión para poder calcular el rendimiento del material de préstamo removido:

$$\text{Rendimiento} = \left( \frac{B + H}{2} \right) * L * \frac{8}{t}$$

De donde:

- B: Longitud de la base de la sección del prisma triangular (m).
- H: Altura de la base de la sección del prisma triangular (m).
- L: Longitud perpendicular entre las secciones rectangulares o Longitud de excavación del área de la cantera (m).
- t: Tiempo que dura la actividad de excavación (hr).

**Tabla 41: Rendimiento en campo de excavación en cantera de agregado - Aradacochoa 2**



Es así que se obtiene 149.33 m<sup>3</sup>/día como el rendimiento de la Retroexcavadora, para la actividad de excavación y extracción de material de préstamo en la cantera para la cocha Aradacocha 2.

Cabe mencionar que este rendimiento de la maquinaria, contempla la excavación y arrimado del material en la misma cantera. Se presentó material con altos niveles de consolidación debido a la profundidad y presencia de rocas. Aparte la retroexcavadora cuenta con los mantenimientos periódicos y preventivos realizados oportunamente y la antigüedad de la maquinaria es menor a 5 años.

### **Aradacocha 3**

La habilitación, excavación y extracción de material en la cantera de la Qocha Aradacocha 3, en campo se realizó a unos 50m de distancia del cuerpo del dique. El camino a la cantera es de pendiente muy suave, así mismo el área de la cantera también cuenta con una superficie plana.



**Figura 44: Extracción de material de préstamo de la cantera, para la cocha Aradacocha 3**

Para obtener el tiempo que duró la excavación, fue necesario tomar la hora de inicio y fin en los dos días que duró la actividad, para un lapso de tiempo de análisis; este registro se puede apreciar en la Tabla 42. El resultado fue que en el día se demoró la máquina unas 2.25hr.

Con el tiempo determinado para esta actividad, ahora hace falta el cálculo de volumen de material de préstamo removido. La toma de datos en la zona de excavación la de la cantera, se hizo en dos sectores: el primero tiene una forma similar al de un prisma triangular y la segunda una forma similar al de un prisma rectangular; esto dado por las condiciones topográficas presentes.

Es así que se registró las siguientes medidas del primer sector: Longitud de la base y la altura de las caras triangulares de la zona del corte de la cantera (generado por la excavación), así como el largo de la zona excavada; este detalle se muestra más explícitamente en la Tabla 42. Es así que se usó la siguiente expresión para poder calcular el volumen de material de préstamo removido:

$$Vol. sector triangular = \left( \frac{B + H_1}{2} \right) * L$$

De donde:

- B: Longitud de la base de la sección del prisma triangular (m).
- H<sub>1</sub>: Altura de la base de la sección del prisma triangular (m).
- L: Longitud perpendicular entre las secciones triangulares o Longitud de excavación del área de la cantera (m).

Posteriormente se registró las siguientes medidas del segundo sector: Longitud de la base y la altura de las caras rectangulares de la zona del corte de la cantera (generado por la excavación), así como el largo de la zona excavada; este detalle se muestra más explícitamente en la Tabla 42. Es así que se usó la siguiente expresión para poder calcular el volumen de material de préstamo removido:

$$Vol. sector rectangular = M * H_2 * N$$

De donde:

- M: Longitud de la base de la sección del prisma rectangular (m).
- H<sub>2</sub>: Altura de la base de la sección del prisma rectangular (m).
- L: Longitud perpendicular entre las secciones rectangulares o Longitud de excavación del área de la cantera (m).

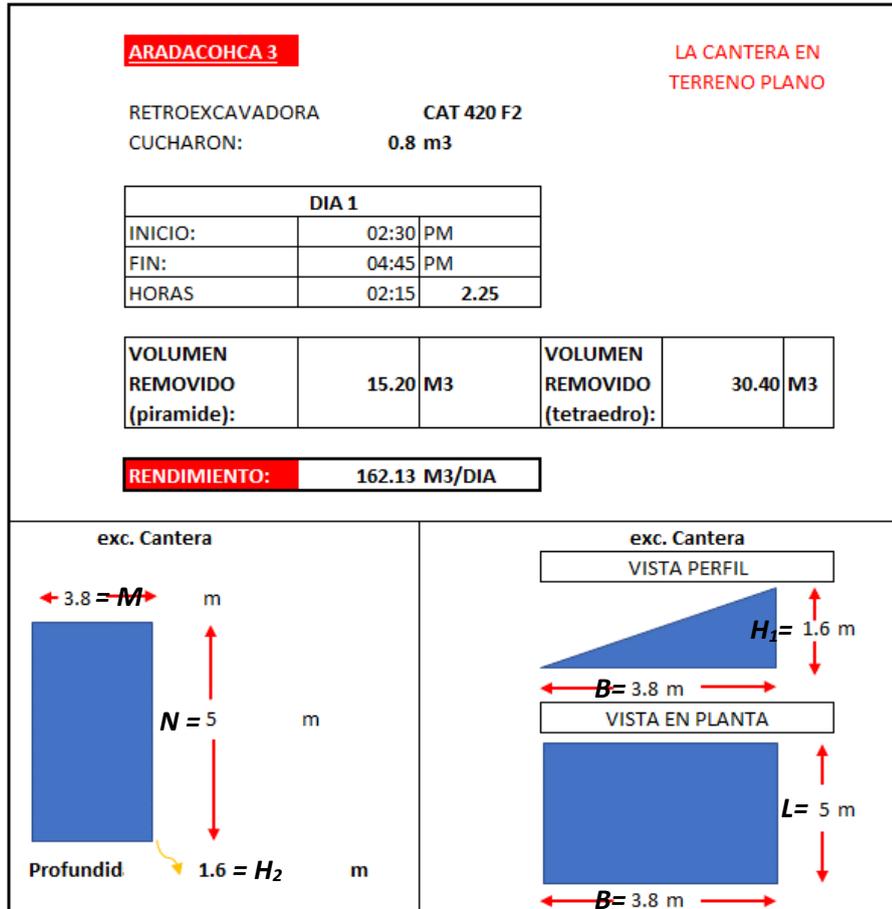
Es así que con los volúmenes determinados para cada sector, se procede a determinar el rendimiento de la maquinaria, mediante la siguiente expresión:

$$\text{Rendimiento} = (\text{Vol. sector rectangular} + \text{Vol. sector rectangular}) * \frac{8}{t}$$

De donde:

- t: Tiempo que dura la actividad de excavación (hr).

**Tabla 42: Rendimiento en campo de excavación en cantera de agregado - Aradacochoa 3**



Es así que se obtiene 162.13 m<sup>3</sup>/día como el rendimiento de la Retroexcavadora, para la actividad de excavación y extracción de material de préstamo en la cantera para la cocha Aradacochoa 3.

Cabe mencionar que este rendimiento de la maquinaria, contempla la excavación y arrimado del material en la misma cantera. Se presentó material con niveles medios de consolidación debido a la poca profundidad, sin embargo, también hubo presencia de rocas.

Aparte, la retroexcavadora cuenta con los mantenimientos periódicos y preventivos realizados oportunamente y la antigüedad de la maquinaria es menor a 5 años.

#### **D. Rendimiento – recolección de piedras manualmente**

##### **Aradacocha 1, 2 y 3**

Esta actividad fue realizada de manera manual, sin embargo, es necesario considerarlo para realizar el cálculo de abastecimiento de rocas, para las actividades de Enrocado de las caras del dique, así como las rocas necesarias para realizar el enrocado y emboquillado de los aliviaderos. Esta actividad comprende la extracción y acopio de piedras medianas entre 10 a 30cm de diámetro aproximadamente.

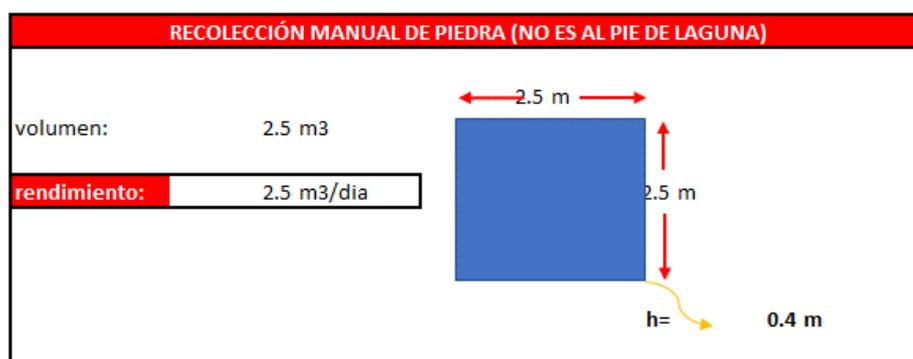
En el expediente técnico esta actividad está representada por la sub partida “Extracción, acopio y cargo de piedras para espaldón” en la **Conformación del dique** y por la sub partida “Extracción de material seleccionado para aliviadero” para la conformación en el **Aliviadero de demasías**.



**Figura 45: Recolección y acopio de rocas para la cocha Aradacocha 2**

Los datos presentados en la Tabla 43, representan el rendimiento para una sola persona, el cual puede realizar el acopio en un sector de 2.5m de ancho por 2.5m de largo con una altura de 0.40m. Esta actividad solo contempla la recolección y acopio de las piedras esparcidas en el área del vaso de las cochas.

**Tabla 43: Rendimiento en campo de recolección de piedras manualmente**



Es así, que en campo se obtuvo un rendimiento de 2.5m<sup>3</sup>/día, de recolección y acopio manual de rocas de 10 a 30cm de diámetro.

#### **E. Rendimiento de la retroexcavadora CAT 420 F2 – traslado de piedras**

Una vez terminada la actividad de extracción y acopio de las piedras medianas, es necesario llevar estas hasta el pie del dique y aliviadero, en donde serán usadas tanto para la conformación del enrocado del espaldón del dique, así como para el enrocado del cuerpo del aliviadero.

En el expediente técnico esta actividad está representada por la sub partida “Traslado de piedra C/Maq. D<500m” en la **Conformación del dique** y por la sub partida “Extracción piedra mediana” para la conformación en el **Aliviadero de demasías**. Para esta actividad se hizo uso, principalmente, de una retroexcavadora CAT 420 F2, cuyas características son mostradas en la Tabla 32.



**Figura 46: Traslado de piedra mediana con maquinaria**

Para obtener el rendimiento de esta actividad, fue necesario realizar el registro del tiempo que fue necesario para el carguío manual de las piedras a la retroexcavadora, así como el traslado del material al pie de la Qocha y su retorno. Así mismo también fue necesario registrar el volumen de piedra trasladado por viaje.

Para obtener el tiempo que duró la excavación, fue necesario tomar la hora de inicio y fin en los dos días que duró la actividad, para un lapso de análisis; este registro se puede apreciar en la Tabla 44, 45 y 46. El resultado del tiempo se muestran en estas tablas mencionadas.

Con el tiempo determinado para esta actividad, hace falta el cálculo de volumen de piedras trasladadas; para ello fue necesario contabilizar la cantidad de ciclos realizados por la retroexcavadora en el lapso de tiempo determinado, así como el volumen del lampón. Para este caso, el volumen del lampón fue considerado como 1.07 m<sup>3</sup>.

Es así que se obtienen los siguientes resultados por cada cocha:

### Aradacocha 1

**Tabla 44: Rendimiento en campo de traslado de piedras - Aradacocha 1**

TRASLADO DE PIEDRA/ CON MAQUINARIA (AL PIE DE QOCHA)			
<b>ARADACOHCA 1</b>			
RETROEXCAVADORA	CAT 420 F2		
CUCHARON:	1.07 m <sup>3</sup>		
DISTANCIA:	100 m		
INICIO:	08:20 AM	dia 1	00:45 h : min
FIN:	09:05 AM		0.75 h
CICLOS	3.00		
VOLUMEN:	3.21 m <sup>3</sup>		
<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>34.24 m<sup>3</sup>/día</b>		

## Aradacocho 2

**Tabla 45: Rendimiento en campo de traslado de piedras - Aradacocho 2**

TRASLADO DE PIEDRA/ CON MAQUINARIA (AL PIE DE QOCHA)			
<b>ARADACOHCA 2</b>			
RETROEXCAVADORA	CAT 420 F2		
CUCHARON:	1.07 m <sup>3</sup>		
DISTANCIA:	100 m		
INICIO:	09:00 AM	dia 1	00:48 h : min
FIN:	09:48 AM		0.80 h
CICLOS	3.00		
VOLUMEN:	3.21 m <sup>3</sup>	2.7 m <sup>3</sup> /h	
<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>32.10 m<sup>3</sup>/dia</b>		

## Aradacocho 3

**Tabla 46: Rendimiento en campo de traslado de piedras – Aradacocho 3**

TRASLADO DE PIEDRA/ CON MAQUINARIA (AL PIE DE QOCHA)			
<b>ARADACOHCA 3</b>			
RETROEXCAVADORA	CAT 420 F2		
CUCHARON:	1.07 m <sup>3</sup>		
DISTANCIA:	100 m		
INICIO:	08:20 AM	dia 1	08:40 h : min
FIN:	17:00 AM		8.67 h
CICLOS	45.00		
VOLUMEN:	48.15 m <sup>3</sup>		
<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>44.45 m<sup>3</sup>/dia</b>		

Cabe mencionar que esta actividad fue realizada por la retroexcavadora CAD 420F2, debido a dos condiciones de campo: la primera, ya que la distancia desde la zona recolección y la Qocha es de 100m; y segundo, las piedras se encontraron esparcidas en las áreas adyacentes al vaso colector, mas no contaba con una cantera propia para la extracción, carguío y traslado de piedras.

Al tratarse de distancias relativamente cortas, el uso de un volquete para el traslado de piedras sería contraproducente, ya que se tendrían rendimientos bajos para la actividad de traslado de piedras con volquete.

Aparte, la retroexcavadora cuenta con los mantenimientos periódicos y preventivos realizados oportunamente y la antigüedad de la maquinaria es menor a 5 años.

#### **F. Rendimiento de la cargador frontal CAT 924Hz – traslado de material de cantera**

Para la conformación del dique es necesario mover el material habilitado de la cantera (cantera de material homogéneo - tierra) hacia el cuerpo del dique. Para esta última actividad en el expediente técnico estaba contemplado el uso de volquete.

Sin embargo, el acceso (desde la cantera y el dique) contaba con fuerte pendiente, así como curvas angostas determinados por la topografía existente. A parte de lo anterior mencionado, las distancias eran relativamente cortas como para obtener rendimientos adecuados para el traslado de material con volquete. Es por ello que se optó por el uso de un Cargador Frontal CAT 924Hz para el traslado del material de préstamo.



**Figura 47: Cargador Frontal CAD 924Hz**

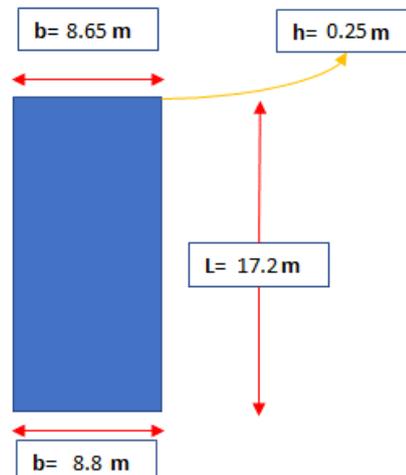
**Tabla 47: Características técnicas del Cargador Frontal CAT924HZ**

Tipo de cucharón		De uso general					
		Cuchillas empernables		Dientes y segmentos empernables		Dientes empernables	
Tipo de herramienta de corte							
Capacidad nominal del cucharón	m <sup>3</sup> yd <sup>3</sup>	1,8 2,3	2,1 2,7	1,8 2,3	2,1 2,7	1,7 2,2	2,0 2,6
Capacidad a ras	m <sup>3</sup> yd <sup>3</sup>	1,5 2,0	1,7 2,2	1,5 2,0	1,7 2,2	1,4 1,8	1,8 2,1
Ancho del cucharón	mm pies/pulg	2650 8'4"	2650 8'4"	2620 8'7"	2620 8'7"	2620 8'7"	2620 8'7"
Altura de descarga a 45° a levantamiento máximo (§)	mm pies/pulg	2828 9'3"	2757 9'1"	2722 8'11"	2653 8'8"	2722 8'11"	2653 8'8"
Alcance de descarga a un ángulo de 45° y con inclinación máxima (§)	mm pies/pulg	791 2'7"	859 2'10"	894 2'11"	962 3'2"	894 2'11"	962 3'2"
Alcance de descarga a un ángulo de 45° y a una altura sobre el suelo de 2130 mm (7'0") (§)	mm pies/pulg	1318 4'4"	1350 4'5"	1365 4'6"	1392 4'7"	1365 4'6"	1392 4'7"
Alcance con los brazos de levantamiento y el cucharón en posición horizontal	mm pies/pulg	2059 6'9"	2156 7'1"	2205 7'3"	2302 7'7"	2205 7'3"	2302 7'7"
Profundidad de excavación (§)	mm pulg	43 1,7	51 2,0	58 2,2	64 2,5	56 2,2	64 2,5
Longitud total	mm pies/pulg	6898 22'8"	7001 23'0"	7044 23'1"	7147 23'5"	7023 23'1"	7127 23'5"
Altura total con el cucharón a levantamiento máximo (§)	mm pies/pulg	4809 15'9"	4936 16'2"	4809 15'9"	4936 16'2"	4809 15'9"	4936 16'2"
Radio de giro del cargador con el cucharón en posición de acarreo (§)	mm pies/pulg	5618 18'5"	5646 18'6"	5692 18'8"	5722 18'9"	5689 18'8"	5719 18'9"
Carga límite de equilibrio estático, máquina derecha (§)	kg lb	8816 19.437	8732 19.251	8653 19.077	8665 18.884	8757 19.306	8671 19.117
Carga límite de equilibrio estático con un giro de 40° (§)	kg lb	7640 16.844	7560 16.667	7477 16.484	7393 16.299	7581 16.713	7499 16.533
Fuerza de desprendimiento (§)	kg lb	9954 21.945	8975 19.787	9833 21.678	8854 19.520	10.734 23.665	9604 21.173
Peso en orden de trabajo	kg lb	10.968 24.180	11.021 24.297	11.104 24.480	11.156 24.595	11.018 24.291	11.071 24.408

NOTA: Las especificaciones y clasificaciones cumplen con todas las normas pertinentes recomendadas por la SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices). Las normas SAE J732 JUN92 y J742 FEB85 que rigen las clasificaciones del cargador están indicadas en el texto con el símbolo (§).

FUENTE: Manual de rendimiento 39 CATERPILLAR

Es así que, para la obtención del rendimiento del cargador frontal para la actividad de traslado de material de préstamo hacia el dique, fue necesario primero medir el tiempo de inicio y fin de la actividad, obteniendo así un lapso de tiempo de 2.08hr. Posteriormente fue necesario calcular el volumen de material trasladado: para ello se midió el prisma rectangular que se deja en el cuerpo del dique, posterior a esparcir el material; es así que se forma un prisma de 17.2m de largo, 8.65m de ancho y 0.25m de espesor (altura). Cabe mencionar que la distancia de traslado fue de 200m.



Los cálculos se presentan en la Tabla 48, obteniendo un rendimiento para el traslado de material de préstamos  $d=200m$ , de  $115.25m^3/día$ .

**Tabla 48: Rendimiento en campo de traslado de material– Aradacochoa 1**

TRASLADO DE MATERIAL DE CANTERA A DIQUE			
<b>ARADACOHCA 1</b>			
RETROEXCAVADORA	CAT 924Hz	CARGADOR FRONTAL	
CUCHARON:	1.7 m3		
DISTANCIA:	150 m		
INICIO:	14:15 PM	Dia 1	02:05 h : min
FIN:	16:20 PM		2.08 h
VOLUMEN :	37.5175 m3		
<b>Rendimiento:</b>	<b>144.07 m3/dia</b>		

**G. Rendimiento de la retroexcavadora CAT 420F2 – esparcimiento de material suelto**

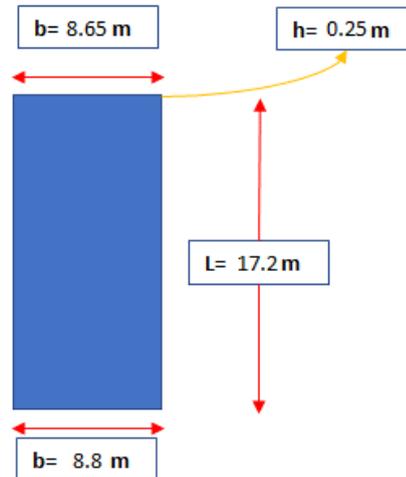
Con el material habilitado y puesto en el cuerpo del dique, es necesario su esparcimiento; para esta actividad se usó la Retroexcavadora CAD 420F2. Cabe mencionar que esta actividad es fundamental, previo al compactado de la capa de tierra, ya que se tendrá que nivelar la cada capa de material suelto a un espesor aproximado de 20cm.



**Figura 48: Esparcimiento de material suelto, en cuerpo del dique**

Para obtener el rendimiento, primero fue necesario tomar la hora de inicio y fin de la actividad. El lapso de tiempo para el estudio fue de 0.42hr.

Posteriormente se requiere el cálculo de material de préstamo, el cual se aproxima con el prisma rectangular que deja el esparcimiento: este prisma rectangular presentaba un largo de 17.2m, un ancho de 8.65m y un espesor aproximado de 0.25m.



Los cálculos se presentan en la Tabla 49, obteniendo un rendimiento para el esparcimiento del material de préstamos, de 576.27m<sup>3</sup>/día.

**Tabla 49: Rendimiento en campo de explanación de material suelto – Aradacocha 1, 2 y 3**

EXPLANACIÓN DE MATERIAL SUELTO			
<b>ARADACOHCA 1</b>			
RETROEXCAVADORA	CAT 420 F2		
CUCHARON:	0.8 m3		
DISTANCIA:	50 m		
INICIO:	16:20 PM	Dia 1	00:25 h : min
FIN:	16:45 PM		0.42 h
VOLUMEN :	37.5175 m3		
<b>Rendimiento:</b>	<b>720.34 m3/dia</b>		

Tenemos que tener en cuenta que este rendimiento no contempla el tiempo de espera que se demora el rodillo en compactar la capa, y dejar habilitado nuevamente el frente de trabajo.

#### **H. Rendimiento del rodillo liso autopropulsado Ingersoll Rand SD45D**

El cuerpo del dique, está conformado por capas compactadas de material de préstamo (Material Homogéneo); estas capas no deben superar los 0.20m de espesor para lo cual en campo se realizó constantemente el monitoreo de los niveles.



**Figura 49: Compactación de capas con Rodillo Ingersoll Rand SD45D**

Una vez esparcido del material de préstamo (suelto) en el cuerpo del dique, y nivelado mediante plantillas, se procede a la compactación de cada capa. Para la compactación de las capas fue necesario el uso de un rodillo liso autopropulsado de la marca Ingersoll Rand modelo SD45D.

Las características del Rodillo liso autopropulsado Ingersoll Rand SD45D se presentan en la Tabla 50:

**Tabla 50: Características Técnicas del Rodillo liso Autopropulsado Ingersoll Rand SD45D**

<b>Rodillo</b>	
Ancho del rodillo	1372 mm
Diámetro del rodillo	1000 mm
Frecuencia de vibraciones 1	32 Hz
Amplitud alta nominal	2 mm
Fuerza centrífuga alta	99 kN

<b>Motor</b>	
Fabricante	BT
Modelo	Cummins 4 3.3
Potencia efectiva	59.7 kW

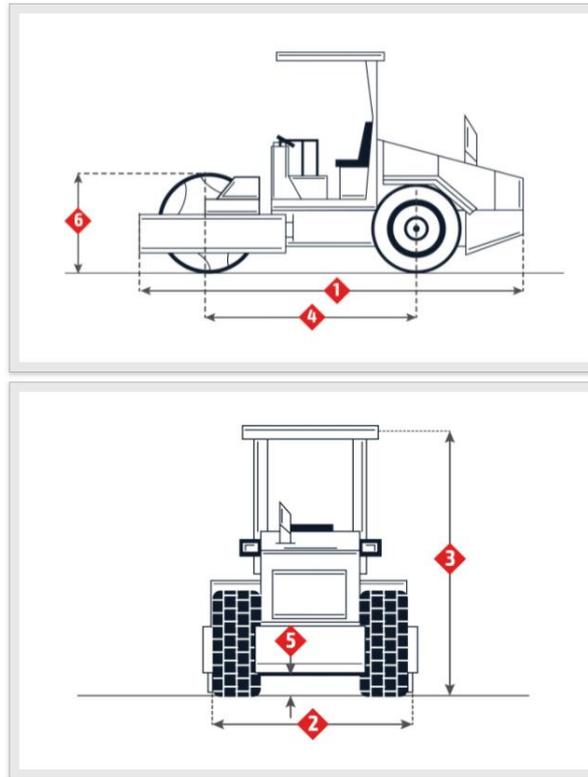
  

<b>Explotación</b>	
Peso útil	4807 kg
Volumen de combustible	98 l.
Volumen del fluido del sistema hidráulico	96 l.
Velocidad máxima	7.4 km/h
Neumáticos (si procede)	12.4x24-4PR R1 Garabato
Tensión de funcionamiento	12 V
Amperaje del generador	60 amperios

<b>Dimensiones</b>	
■ 1. Longitud Total	4053 mm
■ 2. Anchura Total	1590 mm
■ 3. Altura hasta la parte superior de la cabina	2830 mm
■ 4. Eje de ruedas	2450 mm
■ 5. Despeje sobre el suelo	305 mm

FUENTE: Ficha Técnica Ingersoll Rand



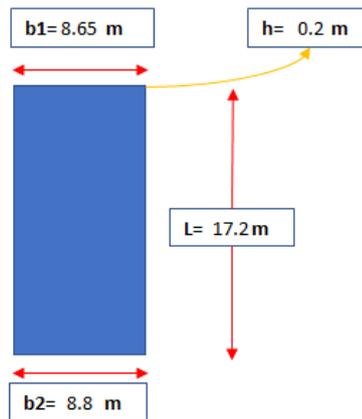
**Figura 50: Esquema de las dimensiones del Rodillo  
Ingersoll Rand SD45D**

FUENTE: Ficha Técnica Ingersoll Rand

Esta actividad está representada en el expediente técnico por la partida “Relleno compacto con material préstamo”. Se realizó cuatro pasadas con el rodillo por cada capa, con la finalidad de obtener una densidad de campo que llegase como mínimo al 92% de la densidad máxima obtenida en el ensayo de Proctor Modificado B.

Para obtener el rendimiento en campo, primero se determinó el tiempo que duró todo el ciclo: fue necesario tomar la hora de inicio y fin, para determinar así, el tiempo que duraría el ciclo.

Posteriormente se requiere el cálculo del volumen de material de préstamo compactado, el cual se aproxima con el volumen del prisma rectangular que deja posterior al compactado: este prisma rectangular presentaba un largo de 17.2m, un ancho de 8.65m y un espesor aproximado de 0.20m.



Es así que se usó la siguiente expresión para poder calcular el rendimiento para la partida de compactación de material de préstamo:

$$\text{Rendimiento} = \left( \frac{b_1 + b_2}{2} \right) * L * h * \frac{8}{t}$$

De donde:

- Rendimiento: m<sup>3</sup>/día
- b<sub>1</sub>: Base inferior (m).
- b<sub>2</sub>: Base superior (m).
- L: Longitud perpendicular entre las bases del trapecio rectangular formado por la compactación (m).
- h: Tiempo necesario por cada ciclo (hr).

El resultado de los cálculos del rendimiento, para la actividad de compactación de material homogéneo en la conformación del dique, se presenta a continuación en las Tablas 51, 52 y 53, para las cochas Aradacocha 1, Aradacocha 2 y Aradacocha 3 respectivamente.

## Aradacocho 1

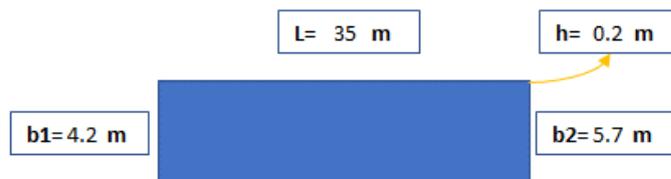
**Tabla 51: Rendimiento en campo de conformación de dique – Aradacocho 1**

COMPACTADO DE MATERIAL				
<b>ARADACOHCA 1</b>				
RODILLO INGERSOLL RAND	SD45D			
ANCHO DE RODILLO:	0.8 m <sup>3</sup>			
DISTANCIA:	20 m			
INICIO:	15:45 PM	Dia 1	01:45 h : min	
FIN:	17:30 PM		1.75 h	
VOLUMEN :	30.014 m <sup>3</sup>			
<b>Rendimiento:</b>	<b>137.21 m<sup>3</sup>/dia</b>			

## Aradacocho 2

**Tabla 52: Rendimiento en campo de conformación de dique – Aradacocho 2**

COMPACTADO DE MATERIAL				
<b>ARADACOHCA 2</b>				
RODILLO INGERSOLL RAND	SD45D			
ANCHO DE RODILLO:	0.8 m <sup>3</sup>			
DISTANCIA:	200 m			
INICIO:	08:15 AM	Dia 1	01:50 h : min	
FIN:	10:05 AM		1.83 h	
VOLUMEN :	34.65 m <sup>3</sup>			
<b>Rendimiento:</b>	<b>151.20 m<sup>3</sup>/dia</b>			



### Aradacochoa 3

**Tabla 53: Rendimiento en campo de conformación de dique – Aradacochoa 3**

COMPACTADO DE MATERIAL				
<b>ARADACOHCA 3</b>				
RODILLO INGERSOLL RAND	SD45D			
ANCHO DE RODILLO:	0.8 m <sup>3</sup>			
DISTANCIA:	200 m			
INICIO:	13:12 PM	Dia 1	01:49 h : min	
FIN:	15:01 PM		1.82 h	
VOLUMEN :	33.522 m <sup>3</sup>			
<b>Rendimiento:</b>	<b>147.62 m<sup>3</sup>/día</b>			



Aparte, el Rodillo contaba con los mantenimientos periódicos y preventivos realizados oportunamente y la antigüedad de la maquinaria es menor a 5 años.

#### **I. Rendimiento de la retroexcavadora CAD 420F – excavación de zanja en corona y talud**

La actividad de excavación de zanja en la corona y base del talud del dique, se realizó posterior al perfilado del talud del dique; la finalidad de estas zanjas es obtener unas estructuras de anclaje para la instalación de la Geomembrana y Geotextil.

Cabe mencionar que el material a ser removido en la corona del dique, es material de préstamo seleccionado y compactado a un mínimo del 92% de la densidad máxima del material; y el material a remover en la base del talud del dique se encontraba saturado y por lo tanto posee alta adherencia. A parte cabe mencionar que al tratarse de la excavación en la parte baja del talud del dique y en los estribos del mismo, hace que las condiciones para maniobrabilidad se compliquen para la excavadora.

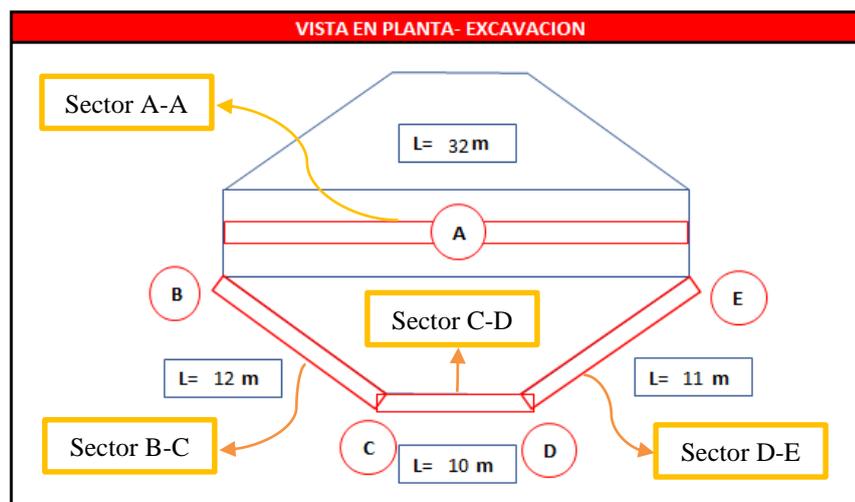
## Aradacocho 1

La excavación de las zanjas de anclaje para la Qocha Aradacocho 1, está representado en el expediente técnico por la partida “**Excavación de material compactado**”. Para esta actividad se hizo uso, principalmente, de una retroexcavadora CAT 420 F2, cuyas características son mostradas en la Tabla 32.



**Figura 51: Zanjas de Anclaje, Aradacocho 1**

En campo se realizó la excavación diferenciada de cuatro sectores: primero la zanja de la Corona (sector A-A, con Longitud = 32 m); segundo la zanja en el estribo izquierdo (sector B-C, con Longitud = 12 m); tercero la zanja de la base central del dique (sector C-D, con Longitud = 10 m) y cuarto la zanja en el estribo derecho (sector D-E, con Longitud = 11 m).



**Figura 52: Vista en planta de la excavación de las zanjas de anclaje, Aradacocho 1**

A continuación, se presenta las secciones rectangulares obtenidas en la excavación por cada sector:

SECCIÓN TRANSVERSAL- EXCAVACION	
SECCIÓN TRANSVERSAL - A	SECCIÓN TRANSVERSAL - B
<p>h= 0.4 m</p> <p>b= 0.7 m</p>	<p>h= 1.0 m</p> <p>b= 0.7 m</p>
SECCIÓN TRANSVERSAL - C	SECCIÓN TRANSVERSAL - D
<p>h= 1.0 m</p> <p>b= 0.7 m</p>	<p>h= 1.0 m</p> <p>b= 0.7 m</p>
SECCIÓN TRANSVERSAL - E	
<p>h= 1.0 m</p> <p>b= 0.7 m</p>	

**Figura 53: Secciones rectangulares en la excavación de las zanjas de anclaje**

Con las secciones transversales y las longitudes por cada zanja, se realizó el cálculo del volumen removido, mediante la siguiente expresión:

$$Vol. = \left( \frac{St_1 + St_2}{2} \right) * L$$

De donde:

- Vol.: Volumen de material extraído (m<sup>3</sup>).
- St<sub>1</sub>: Área de la sección transversal inicial del sector (m<sup>2</sup>).
- St<sub>2</sub>: Área de la sección transversal final del sector (m<sup>2</sup>).
- L: Longitud del sector (m).

Se tomó también la hora de inicio y final de la actividad, con la finalidad de obtener el tiempo de duración de la excavación:

Con estos datos se procedió con el cálculo del rendimiento de la excavación de la zanja de anclaje y para ello se usó la siguiente expresión:

$$Rendimiento = Vt * \frac{8}{t}$$

De donde:

- Rendimiento: (m<sup>3</sup>/día).
- Vt: Volumen total de excavación (m<sup>3</sup>).
- t: Tiempo que demora en realizar la excavación (hr).

Los cálculos de rendimientos para la excavación se presentan en la Tabla 54, donde se determina que la maquinaria tuvo un rendimiento de 124.59 m<sup>3</sup>/día, para la excavación de la zanja de anclaje.

**Tabla 54: Rendimiento en campo de excavación de corona y talud – Aradacocha 1**

EXCAVACIÓN DE ZANJA - EN CORONA Y TALUD			
ARADACOHCA 1			
RETROEXCAVADORA	CAT 420 F2		
CUCHARON:	0.8 m3		
<b>INICIO:</b>	09:43 AM	<b>dia 1</b>	00:52 h : min
<b>FIN:</b>	10:35 AM		0.87 h
<b>INICIO:</b>	04:25 PM	<b>dia 2</b>	01:25 h : min
<b>FIN:</b>	05:50 PM		1.42 h
<b>VOLUMEN:</b>	35.56		
<b>RENDIMIENTO:</b>	124.59 m3/dia		

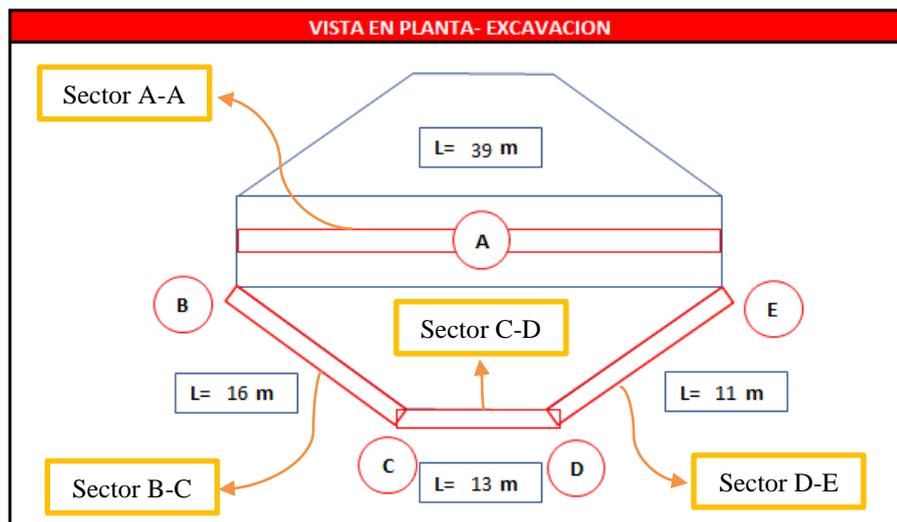
### Aradacocha 3

La excavación de las zanjas de anclaje para la Qocha Aradacocha 3, está representado en el expediente técnico por la partida “**Excavación de material compactado**”. Para esta actividad se hizo uso, principalmente, de una retroexcavadora CAT 420 F2, cuyas características son mostradas en la Tabla 32.



**Figura 54: Zanjas de Anclaje, Aradacocha 3**

En campo se realizó la excavación diferenciada de cuatro sectores: primero la zanja de la Corona (sector A-A, con Longitud = 39 m); segundo la zanja en el estribo izquierdo (sector B-C, con Longitud = 16 m); tercero la zanja de la base central del dique (sector C-D, con Longitud = 13 m) y cuarto la zanja en el estribo derecho (sector D-E, con Longitud = 11 m).



**Figura 55: Vista en planta de la excavación de las zanjas de anclaje, Aradacocha 3**

A continuación, se presenta las secciones rectangulares obtenidas en la excavación por cada sector:

SECCIÓN TRANSVERSAL- EXCAVACION	
SECCIÓN TRANSVERSAL - A	SECCIÓN TRANSVERSAL - B
<p>h=0.45m</p> <p>b= 0.7 m</p>	<p>h= 0.8 m</p> <p>b= 0.7 m</p>
SECCIÓN TRANSVERSAL - C	SECCIÓN TRANSVERSAL - D
<p>h= 1.0 m</p> <p>b= 0.7 m</p>	<p>h= 1.0 m</p> <p>b= 0.7 m</p>
SECCIÓN TRANSVERSAL - E	
<p>h= 0.5 m</p> <p>b= 0.7 m</p>	

**Figura 56: Secciones rectangulares en la excavación de las zanjas de anclaje**

Con las secciones transversales y las longitudes por cada zanja, se realizó el cálculo del volumen removido, mediante la siguiente expresión:

$$Vol. = \left( \frac{St_1 + St_2}{2} \right) * L$$

De donde:

- Vol.: Volumen de material extraído (m<sup>3</sup>).
- St<sub>1</sub>: Área de la sección transversal inicial del sector (m<sup>2</sup>).
- St<sub>2</sub>: Área de la sección transversal final del sector (m<sup>2</sup>).
- L: Longitud del sector (m).

Se tomó también la hora de inicio y final de la actividad, con la finalidad de obtener el tiempo de duración de la excavación:

Con estos datos se procedió con el cálculo del rendimiento de la excavación de la zanja de anclaje y para ello se usó la siguiente expresión:

$$Rendimiento = Vt * \frac{8}{t}$$

De donde:

- Rendimiento: (m<sup>3</sup>/día).
- Vt: Volumen total de excavación (m<sup>3</sup>).
- t: Tiempo que demora en realizar la excavación (hr).

Los cálculos de rendimientos para la excavación se presentan en la Tabla 55, donde se determina que la maquinaria tuvo un rendimiento de 124.37 m<sup>3</sup>/día, para la excavación de la zanja de anclaje.

**Tabla 55: Rendimiento en campo de excavación de corona y talud – Aradacocho 3**

EXCAVACIÓN DE ZANJA - EN CORONA Y TALUD			
<b>ARADACOHCA 3</b>			
RETROEXCAVADORA	CAT 420 F2		
CUCHARON:	0.8 m3		
INICIO:	15:35 PM	dia 1	01:55 h : min
FIN:	17:30 PM		1.92 h
INICIO:	08:10 AM	dia 2	00:45 h : min
FIN:	08:55 AM		0.75 h
VOLUMEN:	41.79		
<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>125.37 m3/dia</b>		

#### **J. Rendimiento de la retroexcavadora CAD 420F – recolección e instalación de champa**

La actividad de recolección, traslado e instalación de Champa, en el expediente técnico estaba considerado a ser realizado de manera manual, sin embargo, en campo por las condiciones presentes, se decidió el uso de la retroexcavadora para poder extraer e instalar la champa en la corona del dique. Para esta actividad fue necesario el uso de la retroexcavadora CAT 420F y el apoyo de 3 peones.

#### **Aradacocho 1**

Para poder obtener el rendimiento de la recolección, traslado e instalación de champa

en la corona del dique, primero se tomó la hora de inicio y fin de la actividad, con la finalidad de obtener el tiempo necesario para culminar con esta.

Posteriormente se calculó el área intervenida, para la cual se multiplica la longitud del dique el ancho de la misma: Longitud = 32m y Ancho = 2.5m; con ello se obtiene un área de 80.0 m<sup>2</sup>. Para determinar el rendimiento se usó la siguiente expresión:

$$Rendimiento. = (L * A) * \frac{8}{t}$$

De donde:

- Rendimiento: (m<sup>3</sup>/día)
- L: Longitud del Dique (m).
- A: Ancho del dique (m).
- t: Tiempo necesario para culminar la actividad (hr).

Los cálculos de rendimientos para la excavación se presentan en la Tabla 56, donde se determina que la maquinaria tuvo un rendimiento de 219.43 m<sup>2</sup>/día, para la excavación de la zanja de anclaje.

**Tabla 56: Rendimiento en campo de recolección e instalación de champa – Aradacochoa 1**

ARADACOHCA 1			
RETROEXCAVADORA	CAT 420 F2		
CUCHARON:	0.8 m3		
DISTANCIA:	50 m		
INICIO:	08:10 AM	dia 1	02:55 h : min
FIN:	11:05 AM		2.92 h
AREA:	80.00 m2		
RENDIMIENTO:	219.43 m2/dia		

## Aradacocho 2

Para poder obtener el rendimiento de la recolección, traslado e instalación de champa en la corona del dique, primero se tomó la hora de inicio y fin de la actividad, con la finalidad de obtener el tiempo necesario para culminar con esta.

Posteriormente se calculó el área intervenida, para la cual se multiplica la longitud del dique el ancho de la misma: Longitud = 58.5m y Ancho = 2.5m; con ello se obtiene un área de 146.25 m<sup>2</sup>. Para determinar el rendimiento se usó la siguiente expresión:

$$Rendimiento. = (L * A) * \frac{8}{t}$$

De donde:

- Rendimiento: (m<sup>3</sup>/día)
- L: Longitud del Dique (m).
- A: Ancho del dique (m).
- t: Tiempo necesario para culminar la actividad (hr).

Los cálculos de rendimientos para la excavación se presentan en la Tabla 57, donde se determina que la maquinaria tuvo un rendimiento de 223.57 m<sup>2</sup>/día, para la excavación de la zanja de anclaje.

**Tabla 57: Rendimiento en campo de recolección e instalación de champa – Aradacocho 2**

<b>ARADACOHCA 2</b>			
RETROEXCAVADORA	CAT 420 F2		
CUCHARON:	0.8 m3		
DISTANCIA:	75 m		
INICIO:	16:01 AM	dia 1	01:04 h : min
FIN:	17:05 AM		1.07 h
INICIO:	11:20 PM	dia 2	04:10 h : min
FIN:	15:30 PM		4.17 h
AREA:	146.25 m2		
<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>223.57 m2/día</b>		

### Aradacocho 3

Para poder obtener el rendimiento de la recolección, traslado e instalación de champa en la corona del dique, primero se tomó la hora de inicio y fin de la actividad, con la finalidad de obtener el tiempo necesario para culminar con esta.

Posteriormente se calculó el área intervenida, para la cual se multiplica la longitud del dique el ancho de la misma: Longitud = 39m y Ancho = 2.5m; con ello se obtiene un área de 97.5 m<sup>2</sup>.

Para determinar el rendimiento se usó la siguiente expresión:

$$\text{Rendimiento} = (L * A) * \frac{8}{t}$$

De donde:

- Rendimiento: (m<sup>3</sup>/día)
- L: Longitud del Dique (m).
- A: Ancho del dique (m).
- t: Tiempo necesario para culminar la actividad (hr).

Los cálculos de rendimientos para la excavación se presentan en la Tabla N°58, donde se determina que la maquinaria tuvo un rendimiento de 218.69 m<sup>2</sup>/día, para la excavación de la zanja de anclaje.

**Tabla 58: Rendimiento en campo de recolección e instalación de champa – Aradacocho 3**

ARADACOHCA 3			
RETROEXCAVADORA	CAT 420 F2		
CUCHARON:	0.8 m3		
DISTANCIA:	50 m		
INICIO:	10:56 AM	día 1	03:34 h : min
FIN:	14:30 AM		3.57 h
AREA:	97.50 m2		
RENDIMIENTO:	218.69 m2/dia		

## K. Cuadro resumen de rendimientos obtenidos en campo

**Tabla 59: Rendimientos obtenidos en campo**

RESUMEN DE RENDIMIENTOS OBTENIDOS EN CAMPO							
Actividad	Maquinaria	Aradacocha 1		Aradacocha 2		Aradacocha 3	
		Distancia de Traslado (M)	Rendimiento (m3/dia)	Distancia de Traslado (m)	Rendimiento (m3/dia)	Distancia de Traslado (m)	Rendimiento (m3/dia)
EXCAVACIÓN EN CIMENTACIÓN DEL DIQUE	Retroexcavadora 420F	35	173	30	180	30	157
EXCAVACIÓN DEL ALIVIADERO	Retroexcavadora 420F	30	184	50	114	35	122
EXCAVACIÓN HABILITACIÓN DE CANTERA	Retroexcavadora 420F	S% alta	111	S% media	149	S% baja	162
RECOLECCION DE PIEDRAS - MANUAL	Manual	-	3	-	3	-	3
TRASLADO DE PIEDRA C/MAQUINA	Retroexcavadora 420F	100	34	100	32	100	44
TRASLADO DE MATERIAL DE CANTERA AL DIQUE	Cargador Frontal CAT 924Hz	150	144	-	-	-	-
EXPLANACIÓN DE MATERIAL SUELTO	Retroexcavadora 420F	50	720	-	-	-	-
COMPACTADO DE MATERIAL	Rodillo Ingersoll Rand	-	137	-	151	-	148
EXCAVACIÓN DE ZANJA - EN CORONA Y TALUD	Retroexcavadora 420F	-	125	-	-	-	125
RECOLECCION E INSTALACIÓN DE CHAMPA CON MAQUINARIA	Retroexcavadora 420F	50	219	75	224	50	219

#### 4.2.6.2. Rendimientos calculados computacionalmente

Se realizó el cálculo de los rendimientos de las maquinarias en las distintas actividades vistas en obra, mediante el uso de herramientas computacionales, las variables reales vistas en campo y el uso de la bibliografía vigente en maquinarias pesadas:

##### A. Rendimiento de la retroexcavadora CAT 420 F2 – excavación de cimentación

Para la excavación de la Cimentación del Dique, se realizó el cálculo computacional del rendimiento de la Retroexcavadora CAT 420F2. Cabe señalar que según (Lloret, 2009), el rendimiento de las maquinarias debe calcularse multiplicando la cantidad de material desplazado en cada ciclo ejecutado, con el número de ciclos en un día:

$$\text{rendimiento} = \text{Unidades de trabajo} / \text{Horas de trabajo por día}$$

ó

$$m^3/\text{hora} = (m^3/\text{ciclo}) \times (\text{ciclos por día})$$

La cantidad de material removido por la maquinaria por día, será igual a la capacidad nominal de la Retroexcavadora multiplicado por factores de corrección (en porcentaje), los cuales dependerán de las condiciones presentes en campo.

$$m^3/\text{ciclo} = \text{Ciclo nominal de la maquinaria} \times \text{FACTOR DE CORRECCIÓN}$$

Es así que se determina la siguiente expresión para realizar el cálculo de los rendimientos:

$$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_c * 3600 * F_e * F_e' * C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$$

Donde:

- $V_c$ , Capacidad del Lampón ( $m^3$ ) = este dato dependerá del tipo cucharón instalado en la maquinaria; Los detalles de este, se encuentran en la Tabla 32.
- $F_e$ , Factor de eficiencia de la maquinaria (%) = Este dato es determinado por el manual del fabricante, y responde a mediciones empíricas. Para nuestro caso tenemos los siguientes valores:

**Fe : Factor de eficacia de la máquina, entre 70 y 80%.**

- $F_e'$ , Factor de eficiencia de del lampón (%) = Este valor corresponde al tipo de terreno donde se plantea desarrollar los trabajos de remoción, y responde a cálculos empíricos.

Fe' : Factor de eficacia de la cuchara, que depende de la clase de terreno:

Terreno flojo ..... 90-100%

Terreno medio ..... 80-90%

Terreno duro ..... 50-80%

- Ct, Coeficiente de transformación = Este valor responde a la conversión del material consolidado (material sin perturbación o terreno natural) a material removido. Para nuestro estudio, y para continuar con el lineamiento del expediente técnico (de donde nace la investigación), se considerará el Ct =1.
- Tc, Tiempo por ciclo (s) = Es el tiempo que se demora la maquinaria en completar un ciclo de trabajo, el cual está expresado en segundos. Este tiempo se ve afectado por distintos factores como las dimensiones del cucharón, la profundidad de excavación, el tipo de suelo, maniobrabilidad, humedad del terreno, condiciones climatológicas, entre otros)
- N° de ciclos por hora (veces por hora) = Este valor corresponde a la cantidad de ciclos que realiza la maquinaria por hora de trabajo.
- H, Altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m) = este valor es obtenido de las condiciones de campo, con el cual se obtendrá un valor de corrección por altura, la cual se expresa en la Tabla N°60.

Con estos datos se procedió a realizar el cálculo de la Productividad ( $m^3/hora$ ) y el Rendimiento ( $m^3/dia$ ) de la maquinaria en cuestión.

## Aradacocho 1

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para la excavación de la cimentación en la cocha Aradacocho 1:

**Tabla 60: Rendimiento calculado para la excavación de Cimentación – Aradacocho 1**

<b>RENDIMIENTO DE REMOCION - CORTE DE TERRENO</b>	
<b>1 INFORMACIÓN DE CAMPO</b>	
Tipo de Equipo	420E
Vc = Capacidad de Cucharón (m3)	1.07
Fe = Factor de eficacia de la maquina	0.80
Fe' = Factor de eficacia de la cuchara	0.95
Ct = Coeficiente de transformacion	1.00
Tc = Tiempo de Ciclo (s)	100.40
Nº de Ciclos por Hora (veces/hora)	35.86
H = Altura sobre el nivel del mar (msnm)	4600.00
h = factor por altura sobre el nivel del mar $h = \frac{(Altura\ sobre\ el\ nivel\ del\ mar - 1000m)}{10000}$	0.36
$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_C + 3600 * F_e * F_e' * C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$	
<b>RESULTADOS</b>	
Productividad (m3/hora)	21.44
Rendimeinto (m3/dia)	171.52

Este resultado responde a los datos de entradas presentadas en la Tabla 61, las cuales fueron calculadas y determinadas en base a las mediciones realizadas en campo y a las consideraciones otorgadas empíricamente por el fabricante.

Cabe resaltar que los datos son determinados para la actividad de remoción de material y traslado de la misma hacia un botadero ubicado aproximadamente a 35m del eje del dique.

**Tabla 61: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento en la excavación de Cimentación – Aradacocha 1**

CONDICIONES PRESENTES EN CAMPO		
Distancia de traslado de material:		35 m
Vel. Ida cargado:		5 km/h
vel. Regreso vacío:		5 km/h
Tiempo de remoción CAT 420F - para 10 cucharones (pluma)		
Tipo de suelo	t (S)	profundidad
Mat. Suelto	25	<0.5m
Mat. Medio	30	<0.6m
Mat. Compacto	45	<0.7m
Mat. Muy Compacto c/ piedra	60	<1.0m
Mat. Muy Compacto c/ piedra	80	<1.5m.
Mat. Muy Compacto c/ piedra	100	<2.0m
TIEMPOS POR ACCIONES DE LA MAQUINA		
Cucharón (Pluma)	Remoción de material *	25 seg.
Lampón	Excavación y carga	6 seg.
Lampón	Inversión marcha	1 seg.
Lampón	Retroceso cargada	3 seg.
Lampón	Giro	3 seg.
Lampón	Parar	1 seg.
Lampón	Invertir marcha	1 seg.
Lampón	Transporte	25.2 seg.
Lampón	Parar	1 seg.
Lampón	Voltear carga	4 seg.
Lampón	Invertir marcha	1 seg.
Lampón	Retroceder	2 seg.
Lampón	Giro	1 seg.
Lampón	Avance frente	25.2 seg.
Lampón	Parar	1 seg.
	<b>TOTAL=</b>	<b>100.4 seg</b>

*\* en 25 seg. Hace 10 cucharones un aprox de 1.2 m<sup>3</sup>*

## Aradacocho 2

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para la excavación de la cimentación en la cocha Aradacocho 2:

**Tabla 62: Rendimiento calculado para la excavación de Cimentación – Aradacocho 2**

<b>RENDIMIENTO DE REMOCION - CORTE DE TERRENO</b>	
<b>1 INFORMACIÓN DE CAMPO</b>	
Tipo de Equipo	420E
Vc = Capacidad de Cucharón (m3)	1.07
Fe = Factor de eficacia de la maquina	0.80
Fe' = Factor de eficacia de la cuchara	0.95
Ct = Coeficiente de transformacion	1.00
Tc = Tiempo de Ciclo (s)	100.40
Nº de Ciclos por Hora (veces/hora)	35.86
H = Altura sobre el nivel del mar (msnm)	4600.00
h = factor por altura sobre el nivel del mar $h = \frac{(Altura\ sobre\ el\ nivel\ del\ mar - 1000m)}{10000}$	0.36
$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_C * 3600 * F_e * F_e' * C_t}{T_C}\right) / (1 + h)$	
<b>RESULTADOS</b>	
Productividad (m3/hora)	21.44
Rendimeinto (m3/dia)	<b>171.52</b>

Este resultado responde a los datos de entrada presentadas en la Tabla 63, las cuales fueron calculadas y determinadas en base a las mediciones realizadas en campo y a las consideraciones otorgadas empíricamente por el fabricante.

Cabe resaltar que los datos son determinados para la actividad de remoción de material y traslado de la misma hacia un botadero ubicado aproximadamente a 35m del eje del dique.

**Tabla 63: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento en la excavación de Cimentación – Aradacocha 2**

<b>CONDICIONES PRESENTES EN CAMPO</b>		
Distancia de traslado de material:		35 m
Vel. Ida cargado:		5 km/h
vel. Regreso vacío:		5 km/h
<b>Tiempo de remoción CAT 420F - para 10 cucharones (pluma)</b>		
Tipo de suelo	t (S)	profundidad
Mat. Suelto	25	<0.5m
Mat. Medio	30	<0.6m
Mat. Compacto	45	<0.7m
Mat. Muy Compacto c/ piedra	60	<1.0m
Mat. Muy Compacto c/ piedra	80	<1.5m.
Mat. Muy Compacto c/ piedra	100	<2.0m
<b>TIEMPOS POR ACCIONES DE LA MAQUINA</b>		
Cucharón (Pluma)	Remoción de material *	25 seg.
Lampón	Excavación y carga	6 seg.
Lampón	Inversión marcha	1 seg.
Lampón	Retroceso cargada	3 seg.
Lampón	Giro	3 seg.
Lampón	Parar	1 seg.
Lampón	Invertir marcha	1 seg.
Lampón	Transporte	25.2 seg.
Lampón	Parar	1 seg.
Lampón	Voltear carga	4 seg.
Lampón	Invertir marcha	1 seg.
Lampón	Retroceder	2 seg.
Lampón	Giro	1 seg.
Lampón	Avance frente	25.2 seg.
Lampón	Parar	1 seg.
	<b>TOTAL=</b>	<b>100.4 seg</b>

*\* en 25 seg. Hace 10 cucharones un aprox de 1.2 m3*

### Aradacocho 3

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para la excavación de la cimentación en la cocha Aradacocho 3:

**Tabla 64: Rendimiento calculado para la excavación de Cimentación – Aradacocho 3**

<b>RENDIMIENTO DE REMOCION - CORTE DE TERRENO</b>	
<b>1 INFORMACIÓN DE CAMPO</b>	
Tipo de Equipo	420E
Vc = Capacidad de Cucharón (m3)	1.07
Fe = Factor de eficacia de la maquina	0.80
Fe' = Factor de eficacia de la cuchara	0.95
Ct = Coeficiente de transformacion	1.00
Tc = Tiempo de Ciclo (s)	108.20
Nº de Ciclos por Hora (veces/hora)	33.27
H = Altura sobre el nivel del mar (msnm)	4600.00
h = factor por altura sobre el nivel del mar $h = \frac{(Alturasobre\ el\ nivel\ del\ mar - 1000m)}{10000}$	0.36
$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_C * 3600 * F_e * F_{e'} * C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$	
<b>RESULTADOS</b>	
Productividad (m3/hora)	19.89
Rendimeinto (m3/dia)	<b>159.16</b>

Este resultado responde a los datos de entrada presentadas en la Tabla 65, las cuales fueron calculadas y determinadas en base a las mediciones realizadas en campo y a las consideraciones otorgadas empíricamente por el fabricante.

Cabe resaltar que los datos son determinados para la actividad de remoción de material y traslado de la misma hacia un botadero ubicado aproximadamente a 30m del eje del dique.

**Tabla 65: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento en la excavación de Cimentación – Aradacocho 3**

CONDICIONES PRESENTES EN CAMPO		
Distancia de traslado de material:		30 m
Vel. Ida cargado:		5 km/h
vel. Regreso vacío:		5 km/h
Tiempo de remoción CAT 420F - para 10 cucharones (pluma)		
Tipo de suelo	t (S)	profundidad
Mat. Suelto	25	<0.5m
Mat. Medio	30	<0.6m
Mat. Compacto	45	<0.7m
Mat. Muy Compacto c/ piedra	60	<1.0m
Mat. Muy Compacto c/ piedra	80	<1.5m.
Mat. Muy Compacto c/ piedra	100	<2.0m
TIEMPOS POR ACCIONES DE LA MAQUINA		
Cucharón (Pluma)	Remoción de material *	40 seg.
Lampón	Excavación y carga	6 seg.
Lampón	Inversión marcha	1 seg.
Lampón	Retroceso cargada	3 seg.
Lampón	Giro	3 seg.
Lampón	Parar	1 seg.
Lampón	Invertir marcha	1 seg.
Lampón	Transporte	21.6 seg.
Lampón	Parar	1 seg.
Lampón	Voltear carga	4 seg.
Lampón	Invertir marcha	1 seg.
Lampón	Retroceder	2 seg.
Lampón	Giro	1 seg.
Lampón	Avance frente	21.6 seg.
Lampón	Parar	1 seg.
	<b>TOTAL=</b>	<b>108.2 seg</b>

*\* en 40 seg. Hace 10 cucharones = un aprox de 1.2 m3*

#### **B. Rendimiento de la retroexcavadora CAT 420 F2 – excavación de aliviadero**

Así mismo, para la excavación de la Cimentación del Aliviadero, se realizó el cálculo computacional del rendimiento de la Retroexcavadora CAT 420F2. Cabe señalar que según (Lloret, 2009), el rendimiento de las maquinarias debe calcularse multiplicando la cantidad de material desplazado en cada ciclo ejecutado, con el número de ciclos en un día:

$rendimiento = \text{Unidades de trabajo} / \text{Horas de trabajo por día}$

ó

$$m^3/hora = (m^3/ciclo) \times (ciclos por día)$$

La cantidad de material removido por la maquinaria por día, será igual a la capacidad nominal de la Retroexcavadora multiplicado por factores de corrección (en porcentaje), los cuales dependerán de las condiciones presentes en campo.

$$m^3/ciclo = \text{Ciclo nominal de la maquinaria} \times \text{FACTOR DE CORRECCIÓN}$$

Es así que se determina la siguiente expresión para realizar el cálculo de los rendimientos:

$$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_c \cdot 3600 \cdot Fe \cdot Fe' \cdot C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$$

Donde:

- $V_c$ , Capacidad del Lampón ( $m^3$ ) = este dato dependerá del tipo cucharón instalado en la maquinaria; Los detalles de este, se encuentran en la Tabla 32.
- $Fe$ , Factor de eficiencia de la maquinaria (%) = Este dato es determinado por el manual del fabricante, y responde a mediciones empíricas. Para nuestro caso tenemos los siguientes valores:

**$Fe$  : Factor de eficacia de la máquina, entre 70 y 80%.**

- $Fe'$ , Factor de eficiencia del Lampón (%) = Este valor corresponde al tipo de terreno donde se plantea desarrollar los trabajos de remoción, y responde a cálculos empíricos.

**$Fe'$  : Factor de eficacia de la cuchara, que depende de la clase de terreno:**

Terreno flojo ..... 90-100%

Terreno medio ..... 80-90%

Terreno duro ..... 50-80%

- $C_t$ , Coeficiente de transformación = Este valor responde a la conversión del material consolidado (material sin perturbación o terreno natural) a material removido. Para nuestro estudio, y para continuar con el lineamiento del expediente técnico (de donde nace la investigación), se considerará el  $C_t = 1$ .
- $T_c$ , Tiempo por ciclo (s) = Es el tiempo que se demora la maquinaria en completar un ciclo de trabajo, el cual está expresado en segundos. Este tiempo se ve afectado por distintos factores como las dimensiones del cucharón, la profundidad de excavación, el tipo de suelo, maniobrabilidad, humedad del

terreno, condiciones climatológicas, entre otros)

- N° de ciclos por hora (veces por hora) = Este valor corresponde a la cantidad de ciclos que realiza la maquinaria por hora de trabajo.
- H, Altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m) = este valor es obtenido de las condiciones de campo, con el cual se obtendrá un valor de corrección por altura, la cual se expresa en la Tabla 66.

Con estos datos se procedió a realizar el cálculo de la Productividad (m<sup>3</sup>/hora) y el Rendimiento (m<sup>3</sup>/día) de la maquinaria en cuestión.

### Aradacocho 1

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para la excavación del Aliviadero de Demasías, en la cocha Aradacocho 1:

**Tabla 66: Rendimiento calculado para la excavación del Aliviadero – Aradacocho 1**

<b>RENDIMIENTO DE REMOCION - CORTE DE TERRENO</b>	
<b>1 INFORMACIÓN DE CAMPO</b>	
Tipo de Equipo	420E
Vc = Capacidad de Cucharon (m3)	1.07
Fe = Factor de eficacia de la maquina	0.80
Fe' = Factor de eficacia de la cuchara	0.95
Ct = Coeficiente de transformacion	1.00
Tc = Tiempo de Ciclo (s)	98.20
N° de Ciclos por Hora (veces/hora)	36.66
H = Altura sobre el nivel del mar (msnm)	4600.00
h = factor por altura sobre el nivel del mar $h = \frac{(Altura\ sobre\ el\ nivel\ del\ mar - 1000m)}{10000}$	0.36
$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_c * 3600 * F_e * F_e' * C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$	
<b>RESULTADOS</b>	
Productividad (m3/hora)	21.92
Rendimeinto (m3/día)	<b>175.36</b>

Este resultado responde a los datos de entrada presentadas en la Tabla 67, las cuales fueron calculadas y determinadas en base a las mediciones realizadas en campo y a las consideraciones otorgadas empíricamente por el fabricante.

Cabe resaltar que los datos son determinados para la actividad de remoción de material y traslado de la misma hacia un botadero ubicado aproximadamente a 30m del eje del dique.

**Tabla 67: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento en la excavación del Aliviadero – Aradacocho 1**

CONDICIONES PRESENTES EN CAMPO		
Distancia de traslado de material:		30 m
Vel. Ida cargado:		5 km/h
vel. Regreso vacío:		5 km/h
Tiempo de remoción CAT 420F - para 10 cucharones (pluma)		
Tipo de suelo	t (S)	profundidad
Mat. Suelto	25	<0.5m
Mat. Medio	30	<0.6m
Mat. Compacto	45	<0.7m
Mat. Muy Compacto c/ piedra	60	<1.0m
Mat. Muy Compacto c/ piedra	80	<1.5m.
Mat. Muy Compacto c/ piedra	100	<2.0m
TIEMPOS POR ACCIONES DE LA MAQUINA		
Cucharón (Pluma)	Remoción de material *	30 seg.
Lampón	Excavación y carga	6 seg.
Lampón	Inversión marcha	1 seg.
Lampón	Retroceso cargada	3 seg.
Lampón	Giro	3 seg.
Lampón	Parar	1 seg.
Lampón	Invertir marcha	1 seg.
Lampón	Transporte	21.6 seg.
Lampón	Parar	1 seg.
Lampón	Voltear carga	4 seg.
Lampón	Invertir marcha	1 seg.
Lampón	Retroceder	2 seg.
Lampón	Giro	1 seg.
Lampón	Avance frente	21.6 seg.
Lampón	Parar	1 seg.
	<b>TOTAL=</b>	<b>98.2 seg</b>

\* en 30 seg. Hace 10 cucharones un aprox. De 1.2 m3

## Aradacocho 2

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para la excavación del Aliviadero de Demasías, en la cocha Aradacocho 2:

**Tabla 68: Rendimiento calculado para la excavación del Aliviadero – Aradacocho 2**

<b>RENDIMIENTO DE REMOCION - CORTE DE TERRENO</b>	
<b>1 INFORMACIÓN DE CAMPO</b>	
Tipo de Equipo	420E
Vc = Capacidad de Cucharon (m3)	1.07
Fe = Factor de eficacia de la maquina	0.80
Fe' = Factor de eficacia de la cuchara	0.95
Ct = Coeficiente de transformacion	1.00
Tc = Tiempo de Ciclo (s)	151.00
Nº de Ciclos por Hora (veces/hora)	23.84
H = Altura sobre el nivel del mar (msnm)	4600.00
h = factor por altura sobre el nivel del mar	
$h = \frac{(Altura\ sobre\ el\ nivel\ del\ mar - 1000m)}{10000}$	0.36
$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_C * 3600 * F_e * F_{e'} * C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$	
<b>RESULTADOS</b>	
Productividad (m3/hora)	14.26
Rendimeinto (m3/dia)	<b>114.04</b>

Este resultado responde a los datos de entrada presentadas en la Tabla 69, las cuales fueron calculadas y determinadas en base a las mediciones realizadas en campo y a las consideraciones otorgadas empíricamente por el fabricante.

Cabe resaltar que los datos son determinados para la actividad de remoción de material y traslado de la misma hacia un botadero ubicado aproximadamente a 50m del eje del dique.

**Tabla 69: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento en la excavación del Aliviadero – Aradacocho 2**

CONDICIONES PRESENTES EN CAMPO		
Distancia de traslado de material:		50 m
Vel. Ida cargado:		5 km/h
vel. Regreso vacío:		6 km/h
Tiempo de remoción CAT 420F		
Tipo de suelo	t (S)	profundidad
Mat. Suelto	25	<0.5m
Mat. Medio	30	<0.6m
Mat. Compacto	45	<0.7m
Mat. Muy Compacto c/ piedra	60	<1.0m
Mat. Muy Compacto c/ piedra	80	<1.5m.
Mat. Muy Compacto c/ piedra	100	<2.0m
TIEMPOS POR ACCIONES DE LA MAQUINA		
Cucharón (Pluma)	Remoción de material*	60 seg.
Lampón	Excavación y carga	6 seg.
Lampón	Inversión marcha	1 seg.
Lampón	Retroceso cargada	3 seg.
Lampón	Giro	3 seg.
Lampón	Parar	1 seg.
Lampón	Invertir marcha	1 seg.
Lampón	Transporte	36 seg.
Lampón	Parar	1 seg.
Lampón	Voltear carga	4 seg.
Lampón	Invertir marcha	1 seg.
Lampón	Retroceder	2 seg.
Lampón	Giro	1 seg.
Lampón	Avance frente	30 seg.
Lampón	Parar	1 seg.
	<b>TOTAL=</b>	<b>151.0 seg</b>

*\* en 60 seg. Hace 10 cucharones un aprox. De 1.2 m<sup>3</sup>*

### **Aradacocho 3**

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para la excavación del Aliviadero de Demasías, en la cocha Aradacocho 3:

**Tabla 70: Rendimiento calculado para la excavación del Aliviadero – Aradacochoa 3**

<b>RENDIMIENTO DE REMOCION - CORTE DE TERRENO</b>	
<b>1 INFORMACIÓN DE CAMPO</b>	
Tipo de Equipo	420E
Vc = Capacidad de Cucharon (m3)	1.07
Fe = Factor de eficacia de la maquina	0.80
Fe' = Factor de eficacia de la cuchara	0.95
Ct = Coeficiente de transformacion	1.00
Tc = Tiempo de Ciclo (s)	135.40
Nº de Ciclos por Hora (veces/hora)	26.59
H = Altura sobre el nivel del mar (msnm)	4600.00
h = factor por altura sobre el nivel del mar $h = \frac{(\text{Alturasobre el nivel del mar} - 1000m)}{10000}$	0.36
$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_c * 3600 * F_e * F_{e'} * C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$	
<b>RESULTADOS</b>	
Productividad (m3/hora)	15.90
Rendimeinto (m3/dia)	<b>127.18</b>

Este resultado responde a los datos de entrada presentadas en la Tabla 71, los cuales fueron calculadas y determinadas en base a las mediciones realizadas en campo y a las consideraciones otorgadas empíricamente por el fabricante.

Cabe resaltar que los datos son determinados para la actividad de remoción de material y traslado de la misma hacia un botadero ubicado aproximadamente a 35m del eje del dique.

**Tabla 71: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento en la excavación del Aliviadero – Aradacocho 3**

CONDICIONES PRESENTES EN CAMPO			
Distancia de traslado de material:		35	m
Vel. Ida cargado:		5	km/h
vel. Regreso vacío:		5	km/h
Tiempo de remoción CAT 420F			
Tipo de suelo	t (s)	profundidad	
Mat. Suelto	25	<0.5m	
Mat. Medio	30	<0.6m	
Mat. Compacto	45	<0.7m	
Mat. Muy Compacto c/ piedra	60	<1.0m	
Mat. Muy Compacto c/ piedra	80	<1.5m.	
Mat. Muy Compacto c/ piedra	100	<2.0m	
TIEMPOS POR ACCIONES DE LA MAQUINA			
Cucharón (Pluma)	Remoción de material *	60	seg.
Lampón	Excavación y carga	6	seg.
Lampón	Inversión marcha	1	seg.
Lampón	Retroceso cargada	3	seg.
Lampón	Giro	3	seg.
Lampón	Parar	1	seg.
Lampón	Invertir marcha	1	seg.
Lampón	Transporte	25.2	seg.
Lampón	Parar	1	seg.
Lampón	Voltear carga	4	seg.
Lampón	Invertir marcha	1	seg.
Lampón	Retroceder	2	seg.
Lampón	Giro	1	seg.
Lampón	Avance frente	25.2	seg.
Lampón	Parar	1	seg.
	<b>TOTAL=</b>	<b>135.4</b>	<b>seg</b>

\* en 60 seg. Hace 10 cucharones un aprox. De 1.2 m<sup>3</sup>

### C. Rendimiento de la retroexcavadora CAT 420 F2 – excavación de canteras

Así mismo, para la excavación de la Cimentación en Canteras (habilitación y extracción de material de canteras), se realizó el cálculo computacional del rendimiento de la Retroexcavadora CAT 420F2. Cabe señalar que según (Lloret, 2009), el rendimiento de las maquinarias debe calcularse multiplicando la cantidad de material desplazado en cada ciclo ejecutado, con el número de ciclos en un día:

$$\text{rendimiento} = \text{Unidades de trabajo} / \text{Horas de trabajo por día}$$

$$m^3/hora = (m^3/ciclo) \times (ciclos \text{ por día})$$

La cantidad de material removido por la maquinaria por día, será igual a la capacidad nominal de la Retroexcavadora multiplicado por factores de corrección (en porcentaje), los cuales dependerán de las condiciones presentes en campo.

$$m^3/ciclo = \text{Ciclo nominal de la maquinaria} \times \text{FACTOR DE CORRECCIÓN}$$

Es así que se determina la siguiente expresión para realizar el cálculo de los rendimientos:

$$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_c \cdot 3600 \cdot Fe \cdot Fe' \cdot C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$$

Donde:

- $V_c$ , Capacidad del Cucharón ( $m^3$ ) = este dato dependerá del tipo cucharón instalado en la maquinaria; Los detalles de este, se encuentran en la Tabla 32.
- $Fe$ , Factor de eficiencia de la maquinaria (%) = Este dato es determinado por el manual del fabricante, y responde a mediciones empíricas. Para nuestro caso tenemos los siguientes valores:

$Fe$  : Factor de eficacia de la máquina, entre 70 y 80%.

- $Fe'$ , Factor de eficiencia de la cuchara (%) = Este valor corresponde al tipo de terreno donde se plantea desarrollar los trabajos de remoción, y responde a cálculos empíricos.

$Fe'$  : Factor de eficacia de la cuchara, que depende de la clase de terreno:

Terreno flojo .....	90-100%
Terreno medio .....	80-90%
Terreno duro .....	50-80%

- $C_t$ , Coeficiente de transformación = Este valor responde a la conversión del material consolidado (material sin perturbación o terreno natural) a material removido. Para nuestro estudio, y para continuar con el lineamiento del expediente técnico (de donde nace la investigación), se considerará el  $C_t = 1$ .
- $T_c$ , Tiempo por ciclo (s) = Es el tiempo que se demora la maquinaria en completar un ciclo de trabajo, el cual está expresado en segundos. Este tiempo se ve afectado por distintos factores como las dimensiones del cucharón, la profundidad de excavación, el tipo de suelo, maniobrabilidad, humedad del terreno, condiciones climatológicas, entre otros)
- $N^\circ$  de ciclos por hora (veces por hora) = Este valor corresponde a la cantidad de ciclos que realiza la maquinaria por hora de trabajo.

- H, Altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m) = este valor es obtenido de las condiciones de campo, con el cual se obtendrá un valor de corrección por altura, la cual se expresa en la Tabla 72.

Con estos datos se procedió a realizar el cálculo de la Productividad (m<sup>3</sup>/hora) y el Rendimiento (m<sup>3</sup>/dia) de la maquinaria en cuestión.

### Aradacocho 1

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para la excavación en Canteras, en la cocha Aradacocho 1:

**Tabla 72: Rendimiento calculado para la excavación de Cantera– Aradacocho 1**

<b>RENIDMIENTO DE REMOCION DE TERRENO</b>	
<b>1 INFORMACIÓN DE CAMPO</b>	
Tipo de Equipo	420E
Vc = Capacidad de Cucharon (m3)	0.12
Fe = Factor de eficacia de la maquina	0.80
Fe' = Factor de eficacia de la cuchara	0.60
Ct = Coeficiente de transformacion	1.00
Tc = Tiempo de Ciclo (s)	10.00
Nº de Ciclos por Hora (veces/hora)	360.00
H = Altura sobre el nivel del mar (msnm)	4600.00
h = factor por altura sobre el nivel del mar	
$h = \frac{(Altura\ sobre\ el\ nivel\ del\ mar - 1000m)}{10000}$	0.36
$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_C * 3600 * F_e * F_{e'} * C_t}{T_C}\right) / (1 + h)$	
<b>RESULTADOS</b>	
Productividad (m3/hora)	14.99
Rendimeinto (m3/dia)	<b>119.94</b>

Este resultado responde a los datos de entrada presentadas en la Tabla 73, las cuales fueron calculadas y determinadas en base a las mediciones realizadas en campo y a las consideraciones otorgadas empíricamente por el fabricante.

Cabe resaltar que los datos son determinados para la actividad de habilitación y

extracción de material de cantera (para ello se determina solo el uso del Cucharón), mas no hay un traslado de material a una distancia significativa (uso del Lampón). Por ende, el Tiempo del Ciclo está dado por la Tabla 73, la cual está determinada empíricamente para cada caso, de acuerdo a las condiciones vistas en campo.

**Tabla 73: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento en la excavación de Cantera– Aradacocho 1**

Tiempo de remocion CAT 420F - para 10 cucharones (pluma)		
Tipo de suelo	t (S)	profundidad
Mat. Suelto	25	<0.5m
Mat. Medio	30	<0.6m
Mat. Compacto	45	<0.7m
Mat. Muy Compacto c/ piedra	60	<1.0m
Mat. Muy Compacto c/ piedra	80	<1.5m.
Mat. Muy Compacto c/ piedra	100	<2.0m

TIEMPOS POR ACCIONES DE LA MAQUINA		
Remocion de material	Remocion de material *	100 seg.
	TOTAL=	100.0 seg

*\* cada ciclo de remocion dura 100 seg, y equivale a 10 cucharones o un aprox. De 1.2m3.*

### Aradacocho 2

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para la excavación en Canteras, en la cocha Aradacocho 2:

**Tabla 74: Rendimiento calculado para la excavación de Cantera– Aradacochoa 2**

<b>RENIDMIENTO DE REMOCION DE TERRENO</b>	
<b>1 INFORMACIÓN DE CAMPO</b>	
Tipo de Equipo	420E
Vc = Capacidad de Cucharon (m3)	0.12
Fe = Factor de eficacia de la maquina	0.80
Fe' = Factor de eficacia de la cuchara	0.60
Ct = Coeficiente de transformacion	1.00
Tc = Tiempo de Ciclo (s)	8.00
Nº de Ciclos por Hora (veces/hora)	450.00
H = Altura sobre el nivel del mar (msnm)	4600.00
h = factor por altura sobre el nivel del mar	
$h = \frac{(Altura\ sobre\ el\ nivel\ del\ mar - 1000m)}{10000}$	0.36
$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_c * 3600 * F_e * F_e' * C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$	
<b>RESULTADOS</b>	
Productividad (m3/hora)	18.74
Rendimeinto (m3/dia)	<b>149.93</b>

Este resultado responde a los datos de entrada presentadas en la Tabla 75, las cuales fueron calculadas y determinadas en base a las mediciones realizadas en campo y a las consideraciones otorgadas empíricamente por el fabricante.

Cabe resaltar que los datos son determinados para la actividad de habilitación y extracción de material de cantera (para ello se determina solo el uso del Cucharón), mas no hay un traslado de material a una distancia significativa (uso del Lampón). Por ende, el Tiempo del Ciclo esta dado por la Tabla 75, la cual está determinada empíricamente para cada caso, de acuerdo a las condiciones vistas en campo.

**Tabla 75: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento en la excavación de Cantera– Aradacocho 2**

Tiempo de remocion CAT 420F - para 10 cucharones (pluma)		
Tipo de suelo	t (S)	profundidad
Mat. Suelto	25	<0.5m
Mat. Medio	30	<0.6m
Mat. Compacto	45	<0.7m
Mat. Muy Compacto c/ piedra	60	<1.0m
Mat. Muy Compacto c/ piedra	80	<1.5m.
Mat. Muy Compacto c/ piedra	100	<2.0m

TIEMPOS POR ACCIONES DE LA MAQUINA		
Pluma	Remocion de material *	80 seg.
	TOTAL=	80.0 seg

\* cada ciclo de remocion dura 80 seg, y equivale a 10 cucharones o un aprox. De 1.2m3.

### Aradacocho 3

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para la excavación en Canteras, en la cocha Aradacocho 3:

**Tabla 76: Rendimiento calculado para la excavación de Cantera– Aradacocho 3**

RENIDMIENTO DE REMOCION DE TERRENO	
<b>1 INFORMACIÓN DE CAMPO</b>	
Tipo de Equipo	420E
Vc = Capacidad de Cucharon (m3)	0.12
Fe = Factor de eficacia de la maquina	0.80
Fe' = Factor de eficacia de la cuchara	0.60
Ct = Coeficiente de transformacion	1.00
Tc = Tiempo de Ciclo (s)	7.00
Nº de Ciclos por Hora (veces/hora)	514.29
H = Altura sobre el nivel del mar (msnm)	4600.00
h = factor por altura sobre el nivel del mar	
$h = \frac{(Altura\ sobre\ el\ nivel\ del\ mar - 1000m)}{10000}$	0.36
$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_c * 3600 * F_e * F_e' * C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$	
<b>RESULTADOS</b>	
Productividad (m3/hora)	21.42
Rendimeinto (m3/dia)	171.35

Este resultado responde a los datos de entrada presentadas en la Tabla 77, las cuales fueron calculadas y determinadas en base a las mediciones realizadas en campo y a las consideraciones otorgadas empíricamente por el fabricante.

Cabe resaltar que los datos son determinados para la actividad de habilitación y extracción de material de cantera (para ello se determina solo el uso del Cucharón), mas no hay un traslado de material a una distancia significativa (uso del Lampón). Por ende, el Tiempo del Ciclo está dado por la Tabla 77, la cual está determinada empíricamente para cada caso, de acuerdo a las condiciones vistas en campo.

**Tabla 77: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento en la excavación de Cantera– Aradacocha 3**

Tiempo de remocion CAT 420F - para 10 cucharones (pluma)		
Tipo de suelo	t (S)	profundidad
Mat. Suelto	25	<0.5m
Mat. Medio	30	<0.6m
Mat. Compacto	45	<0.7m
Mat. Muy Compacto c/ piedra	60	<1.0m
Mat. Muy Compacto c/ piedra	80	<1.5m.
Mat. Muy Compacto c/ piedra	100	<2.0m

TIEMPOS POR ACCIONES DE LA MAQUINA		
Remocion de material	Remocion de material	70 seg.
Pluma	Excavación y carga	6 seg.
	TOTAL=	70.0 seg

*\* cada ciclo de remocion dura 70 seg, y equivale a 10 cucharones o un aprox. De 1.2m3.*

#### **D. Rendimiento de la retroexcavadora CAT 420 F2 – traslado de piedras**

Para el traslado de Piedras, se realizó el cálculo computacional del rendimiento de la Retroexcavadora CAT 420F2. Cabe señalar que según (Lloret, 2009), el rendimiento de las maquinarias debe calcularse multiplicando la cantidad de material desplazado en cada ciclo ejecutado, con el número de ciclos en un día:

$$\text{rendimiento} = \text{Unidades de trabajo} / \text{Horas de trabajo por día}$$

ó

$$m3/hora = (m3/ciclo) \times (\text{ciclos por dia})$$

La cantidad de material trasladado por la maquinaria por día, será igual a la capacidad nominal de la Retroexcavadora multiplicado por factores de corrección (en

porcentaje), los cuales dependerán de las condiciones presentes en campo.

$$m^3/ciclo = \text{Ciclo nominal de la maquinaria} \times \text{FACTOR DE CORRECCIÓN}$$

Es así que se determina la siguiente expresión para realizar el cálculo de los rendimientos:

$$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_c \cdot 3600 \cdot F_e \cdot F_e' \cdot C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$$

Donde:

- $V_c$ , Capacidad del Cucharón ( $m^3$ ) = este dato dependerá del tipo cucharón instalado en la maquinaria; Los detalles de este, se encuentran en la Tabla N°32.
- $F_e$ , Factor de eficiencia de la maquinaria (%) = Este dato es determinado por el manual del fabricante, y responde a mediciones empíricas. Para nuestro caso tenemos los siguientes valores:

**$F_e$  : Factor de eficacia de la máquina, entre 70 y 80%.**

- $F_e'$ , Factor de eficiencia de la cuchara (%) = Este valor corresponde al tipo de terreno donde se plantea desarrollar los trabajos de remoción, y responde a cálculos empíricos.

**$F_e'$  : Factor de eficacia de la cuchara, que depende de la clase de terreno:**

Terreno flojo .....	90-100%
Terreno medio .....	80-90%
Terreno duro .....	50-80%

- $C_t$ , Coeficiente de transformación = Este valor responde a la conversión del material consolidado (material sin perturbación o terreno natural) a material removido. Para nuestro estudio, y para continuar con el lineamiento del expediente técnico (de donde nace la investigación), se considerará el  $C_t = 1$ .
- $T_c$ , Tiempo por ciclo (s) = Es el tiempo que se demora la maquinaria en completar un ciclo de trabajo, el cual está expresado en segundos. Este tiempo se ve afectado por distintos factores como las dimensiones del cucharón, la profundidad de excavación, el tipo de suelo, maniobrabilidad, humedad del terreno, condiciones climatológicas, entre otros)
- N° de ciclos por hora (veces por hora) = Este valor corresponde a la cantidad de ciclos que realiza la maquinaria por hora de trabajo.
- $H$ , Altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m) = este valor es obtenido de las condiciones de campo, con el cual se obtendrá un valor de corrección por altura, la cual se expresa en la Tabla N°78.

Con estos datos se procedió a realizar el cálculo de la Productividad (m<sup>3</sup>/hora) y el Rendimiento (m<sup>3</sup>/dia) de la maquinaria en cuestión.

### Aradacocho 1

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para el traslado de rocas con la retroexcavadora CAT 420F2, en la cocha Aradacocho 1:

**Tabla 78: Rendimiento calculado para el traslado de piedras– Aradacocho 1**

<b>RENDIMIENTO DE TRASLADO DE PIEDRAS</b>	
<b>1 INFORMACIÓN DE CAMPO</b>	
Tipo de Equipo	CAT 420F
Vc = Capacidad de Cucharón (m3)	1.07
Fe = Factor de eficacia de la maquina	0.80
Fe' = Factor de eficacia de la cuchara	0.90
Ct = Coeficiente de transformacion	1.00
Tc = Tiempo de Ciclo (s)	643.00
Nº de Ciclos por Hora (veces/hora)	5.60
H = Altura sobre el nivel del mar (msnm)	4600.00
h = factor por altura sobre el nivel del mar $h = \frac{(Altura\ sobre\ el\ nivel\ del\ mar - 1000m)}{10000}$	0.36
$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_c + 3600 * Fe * Fe' * C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$	
<b>RESULTADOS</b>	
Productividad (m3/hora)	3.17
Rendimeinto (m3/dia)	25.37

Este resultado responde a los datos de entrada presentados en la Tabla 79, los cuales fueron calculadas y determinadas en base a las mediciones realizadas en campo y a las consideraciones otorgadas empíricamente por el fabricante.

Cabe resaltar que los datos son determinados para la actividad de Carga manual de piedra y traslado de la misma hacia el pie de Dique, ubicado aproximadamente a 100m del área de Recolección de piedra.

**Tabla 79: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento para el traslado de piedras– Aradacocho 1**

<b>CONDICIONES PRESENTES EN CAMPO</b>		
Distancia de traslado de material:	100	m
Vel. Ida cargado:	5	km/h
vel. Regreso vacío:	5	km/h
<b>TIEMPOS POR ACCIONES DE LA MAQUINA</b>		
Cucharón	Carga manual del cucharón *	480 seg.
Cucharón	Inversión marcha	1 seg.
Cucharón	Retroceso cargada	3 seg.
Cucharón	Giro	3 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
Cucharón	Invertir marcha	1 seg.
Cucharón	Transporte	72 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
Cucharón	Voltear carga	4 seg.
Cucharón	Invertir marcha	1 seg.
Cucharón	Retroceder	2 seg.
Cucharón	Giro	1 seg.
Cucharón	Avance frente	72 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
	<b>TOTAL=</b>	<b>643.0 seg</b>

*\* En 480 seg. Llenan 1 cucharón aproximadamente. Este dato es recogido de la experiencia vista en campo*

## Aradacocho 2

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para el traslado de rocas con la retroexcavadora CAT 420F2, en la cocha Aradacocho 2:

**Tabla 80: Rendimiento calculado para el traslado de piedras– Aradacocho 2**

<b>RENDIMIENTO DE TRASLADO DE PIEDRAS</b>	
<b>1 INFORMACIÓN DE CAMPO</b>	
Tipo de Equipo	CAT 420F
Vc = Capacidad de Cucharón (m3)	1.07
Fe = Factor de eficacia de la maquina	0.80
Fe' = Factor de eficacia de la cuchara	0.90
Ct = Coeficiente de transformacion	1.00
Tc = Tiempo de Ciclo (s)	643.00
Nº de Ciclos por Hora (veces/hora)	5.60
H = Altura sobre el nivel del mar (msnm)	4600.00
h = factor por altura sobre el nivel del mar	
$h = \frac{(Altura\ sobre\ el\ nivel\ del\ mar - 1000m)}{10000}$	0.36
$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_c + 3600 * Fe * Fe' * Ct}{T_c}\right) / (1 + h)$	
<b>RESULTADOS</b>	
Productividad (m3/hora)	3.17
Rendimeinto (m3/dia)	25.37

Este resultado responde a los datos de entrada presentados en la Tabla 81, los cuales fueron calculadas y determinadas en base a las mediciones realizadas en campo y a las consideraciones otorgadas empíricamente por el fabricante.

Cabe resaltar que los datos son determinados para la actividad de Carga manual de piedra y traslado de la misma hacia el pie de Dique, ubicado aproximadamente a 100m del área de Recolección de piedra.

**Tabla 81: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento para el traslado de piedras– Aradacochoa 2**

CONDICIONES PRESENTES EN CAMPO		
distancia:		100 m
Vel. Ida cargado:		5 km/h
vel. Regreso vacío:		5 km/h
TIEMPOS POR ACCIONES DE LA MAQUINA		
Cucharón	Carga manual del cucharón *	480 seg.
Cucharón	Inversión marcha	1 seg.
Cucharón	Retroceso cargada	3 seg.
Cucharón	Giro	3 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
Cucharón	Invertir marcha	1 seg.
Cucharón	Transporte	72 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
Cucharón	Voltear carga	4 seg.
Cucharón	Invertir marcha	1 seg.
Cucharón	Retroceder	2 seg.
Cucharón	Giro	1 seg.
Cucharón	Avance frente	72 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
	<b>TOTAL=</b>	<b>643.0 seg</b>

*\* En 480 seg. Llenan 1 cucharón aproximadamente. Este dato es recogido de la experiencia vista en campo*

### Aradacocho 3

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para el traslado de rocas con la retroexcavadora CAT 420F2, en la cocha Aradacocho 3:

**Tabla 82: Rendimiento calculado para el traslado de piedras– Aradacocho 3**

<b>RENDIMIENTO DE TRASLADO DE PIEDRAS</b>	
<b>1 INFORMACIÓN DE CAMPO</b>	
Tipo de Equipo	CAT 420F
Vc = Capacidad de Cucharón (m3)	1.07
Fe = Factor de eficacia de la maquina	0.80
Fe' = Factor de eficacia de la cuchara	0.90
Ct = Coeficiente de transformacion	1.00
Tc = Tiempo de Ciclo (s)	643.00
Nº de Ciclos por Hora (veces/hora)	5.60
H = Altura sobre el nivel del mar (msnm)	4600.00
h = factor por altura sobre el nivel del mar	
$h = \frac{(Altura\ sobre\ el\ nivel\ del\ mar - 1000m)}{10000}$	0.36
$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_C + 3600 * Fe * Fe' * C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$	
<b>RESULTADOS</b>	
Productividad (m3/hora)	3.17
Rendimeinto (m3/dia)	25.37

Este resultado responde a los datos de entrada presentados en la Tabla 83, los cuales fueron calculadas y determinadas en base a las mediciones realizadas en campo y a las consideraciones otorgadas empíricamente por el fabricante.

Cabe resaltar que los datos son determinados para la actividad de Carga manual de piedra y traslado de la misma hacia el pie de Dique, ubicado aproximadamente a 100m del área de Recolección de piedra.

**Tabla 83: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento para el traslado de piedras– Aradacocha 3**

CONDICIONES PRESENTES EN CAMPO		
Distancia de traslado de material:	100	m
Vel. Ida cargado:	5	km/h
vel. Regreso vacío:	5	km/h
TIEMPOS POR ACCIONES DE LA MAQUINA		
Cucharón	Carga manual del cucharón *	480 seg.
Cucharón	Inversión marcha	1 seg.
Cucharón	Retroceso cargada	3 seg.
Cucharón	Giro	3 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
Cucharón	Invertir marcha	1 seg.
Cucharón	Transporte	72 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
Cucharón	Voltear carga	4 seg.
Cucharón	Invertir marcha	1 seg.
Cucharón	Retroceder	2 seg.
Cucharón	Giro	1 seg.
Cucharón	Avance frente	72 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
	<b>TOTAL=</b>	<b>643.0 seg</b>

*\* En 480 seg. Llenan 1 cucharón aproximadamente. Este dato es recogido de la experiencia vista en campo*

#### **E. Rendimiento de la cargador frontal CAT 924Hz – traslado de material de cantera**

Para situaciones donde la distancia de traslado del material sea corta, sería contraproducente el uso de un volquete, es por ello que se plantea el uso de un Cargador Frontal CAT 924Hz para trasladar el material desde la cantera de material de préstamo, hasta el dique.

Es así que se realizó el cálculo computacional del rendimiento del Cargador Frontal CAT 924Hz; Cabe señalar que según (Lloret, 2009), el rendimiento de las maquinarias debe calcularse multiplicando la cantidad de material desplazado en cada ciclo ejecutado, con el número de ciclos en un día:

$$\text{rendimiento} = \frac{\text{Unidades de trabajo}}{\text{Horas de trabajo por día}}$$

ó

$$m^3/\text{hora} = (m^3/\text{ciclo}) \times (\text{ciclos por día})$$

La cantidad de material trasladado por la maquinaria por día, será igual a la capacidad

nominal del Cargador multiplicado por factores de corrección (en porcentaje), los cuales dependerán de las condiciones presentes en campo.

$$m^3/ciclo = Ciclo\ nominal\ de\ la\ maquinaria \times FACTOR\ DE\ CORRECCIÓN$$

Es así que se determina la siguiente expresión para realizar el cálculo de los rendimientos:

$$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_c * 3600 * F_e * F_e' * C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$$

Donde:

- $V_c$ , Capacidad del Cucharón ( $m^3$ ) = este dato dependerá del tipo cucharón instalado en la maquinaria; Los detalles de este, se encuentran en la Tabla 47.
- $F_e$ , Factor de eficiencia de la maquinaria (%) = Este dato es determinado por el manual del fabricante, y responde a mediciones empíricas. Para nuestro caso tenemos los siguientes valores:

$F_e$  : Factor de eficacia de la máquina, entre 70 y 80%.

- $F_e'$ , Factor de eficiencia de la cuchara (%) = Este valor corresponde al tipo de terreno donde se plantea desarrollar los trabajos de remoción, y responde a cálculos empíricos.

$F_e'$  : Factor de eficacia de la cuchara, que depende de la clase de terreno:

Terreno flojo .....	90-100%
Terreno medio .....	80-90%
Terreno duro .....	50-80%

- $C_t$ , Coeficiente de transformación = Este valor responde a la conversión del material consolidado (material sin perturbación o terreno natural) a material removido. Para nuestro estudio, y para continuar con el lineamiento del expediente técnico (de donde nace la investigación), se considerará el  $C_t = 1$ .
- $T_c$ , Tiempo por ciclo (s) = Es el tiempo que se demora la maquinaria en completar un ciclo de trabajo, el cual está expresado en segundos. Este tiempo se ve afectado por distintos factores como las dimensiones del cucharón, la profundidad de excavación, el tipo de suelo, maniobrabilidad, humedad del terreno, condiciones climatológicas, entre otros)
- $N^\circ$  de ciclos por hora (veces por hora) = Este valor corresponde a la cantidad de ciclos que realiza la maquinaria por hora de trabajo.
- $H$ , Altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m) = este valor es obtenido de las condiciones de campo, con el cual se obtendrá un valor de corrección por altura,

la cual se expresa en la Tabla 84.

Con estos datos se procedió a realizar el cálculo de la Productividad (m<sup>3</sup>/hora) y el Rendimiento (m<sup>3</sup>/día) de la maquinaria en cuestión.

### Aradacocho 1

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para el traslado de material de préstamo con el Cargador Frontal CAD 924 Hz, en la cocha Aradacocho 1:

**Tabla 84: Rendimiento calculado para el traslado de Material de préstamo con Cargador frontal – Aradacocho 1**

<b>RENDIMIENTO TRASLADO DE MATERIAL DE CANTERA AL DIQUE</b>	
<b>1 INFORMACIÓN DE CAMPO</b>	
Tipo de Equipo	CAT 924Hz
V <sub>c</sub> = Capacidad de Cucharón (m <sup>3</sup> )	1.70
Fe = Factor de eficacia de la maquina	0.80
Fe' = Factor de eficacia de la cuchara	0.95
C <sub>t</sub> = Coeficiente de transformacion	1.00
T <sub>c</sub> = Tiempo de Ciclo (s)	241.00
Nº de Ciclos por Hora (veces/hora)	14.94
H = Altura sobre el nivel del mar (msnm)	4600.00
h = factor por altura sobre el nivel del mar $h = \frac{(Altura\ sobre\ el\ nivel\ del\ mar - 1000m)}{10000}$	0.36
$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_c * 3600 * Fe * Fe' * C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$	
<b>RESULTADOS</b>	
Productividad (m <sup>3</sup> /hora)	14.19
Rendimeinto (m <sup>3</sup> /día)	<b>113.53</b>

Este resultado responde a los datos de entrada presentados en la Tabla 85, los cuales fueron calculadas y determinadas en base a las mediciones realizadas en campo y a las consideraciones otorgadas empíricamente por el fabricante.

Cabe resaltar que los datos son determinados para la actividad de Traslado de material de préstamo desde la cantera hasta el cuerpo del dique; en este caso particular la distancia de traslado es de 150m.

**Tabla 85: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento para el traslado de Material de préstamo con Cargador frontal – Aradacocho 1**

CONDICIONES PRESENTES EN CAMPO		
Distancia de traslado de material:	150	m
Vel. Ida cargado:	5	km/h
vel. Regreso vacío:	5	km/h
TIEMPOS POR ACCIONES DE LA MAQUINA		
Cucharón	Carga	6 seg.
Cucharón	Inversión marcha	1 seg.
Cucharón	Retroceso cargada	3 seg.
Cucharón	Giro	3 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
Cucharón	Invertir marcha	1 seg.
Cucharón	Transporte	108 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
Cucharón	Voltear carga	4 seg.
Cucharón	Invertir marcha	1 seg.
Cucharón	Retroceder	2 seg.
Cucharón	Giro	1 seg.
Cucharón	Avance frente	108 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
	<b>TOTAL=</b>	<b>241.0 seg</b>

## Aradacocho 2

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para el traslado de material de préstamo con el Cargador Frontal CAD 924 Hz, en la cocha Aradacocho 2:

**Tabla 86: Rendimiento calculado para el traslado de Material de préstamo con Cargador frontal – Aradacocho 2**

<b>RENDIMIENTO TRASLADO DE MATERIAL DE CANTERA AL DIQUE</b>	
<b>1 INFORMACIÓN DE CAMPO</b>	
Tipo de Equipo	924Hz
Vc = Capacidad de Cucharón (m3)	1.70
Fe = Factor de eficacia de la maquina	0.80
Fe' = Factor de eficacia de la cuchara	0.95
Ct = Coeficiente de transformacion	1.00
Tc = Tiempo de Ciclo (s)	197.80
Nº de Ciclos por Hora (veces/hora)	18.20
H = Altura sobre el nivel del mar (msnm)	4600.00
h = factor por altura sobre el nivel del mar $h = \frac{(\text{Alturasobre el nivel del mar} - 1000\text{m})}{10000}$	0.36
$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_C + 3600 * F_e * F_e' * C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$	
<b>RESULTADOS</b>	
Productividad (m3/hora)	17.29
Rendimeinto (m3/dia)	<b>138.32</b>

Este resultado responde a los datos de entrada presentados en la Tabla 87, los cuales fueron calculadas y determinadas en base a las mediciones realizadas en campo y a las consideraciones otorgadas empíricamente por el fabricante.

Cabe resaltar que los datos son determinados para la actividad de Traslado de material de préstamo desde la cantera hasta el cuerpo del dique; en este caso particular la distancia de traslado es de 120m.

**Tabla 87: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento para el traslado de Material de préstamo con Cargador frontal – Aradacochoa 2**

CONDICIONES PRESENTES EN CAMPO		
distancia:		120 m
Vel. Ida cargado:		5 km/h
vel. Regreso vacío:		5 km/h
TIEMPOS POR ACCIONES DE LA MAQUINA		
Cucharón	Excavación y carga	6 seg.
Cucharón	Inversión marcha	1 seg.
Cucharón	Retroceso cargada	3 seg.
Cucharón	Giro	3 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
Cucharón	Invertir marcha	1 seg.
Cucharón	Transporte	86.4 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
Cucharón	Voltear carga	4 seg.
Cucharón	Invertir marcha	1 seg.
Cucharón	Retroceder	2 seg.
Cucharón	Giro	1 seg.
Cucharón	Avance frente	86.4 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
	<b>TOTAL=</b>	<b>197.8 seg</b>

### Aradacocho 3

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para el traslado de material de préstamo con el Cargador Frontal CAD 924 Hz, en la cocha Aradacocho 3:

**Tabla 88: Rendimiento calculado para el traslado de Material de préstamo con Cargador frontal – Aradacocho 3**

<b>RENDIMIENTO TRASLADO DE MATERIAL DE CANTERA AL DIQUE</b>	
<b>1 INFORMACIÓN DE CAMPO</b>	
Tipo de Equipo	924Hz
Vc = Capacidad de Cucharón (m3)	1.70
Fe = Factor de eficacia de la maquina	0.80
Fe' = Factor de eficacia de la cuchara	0.95
Ct = Coeficiente de transformacion	1.00
Tc = Tiempo de Ciclo (s)	169.00
Nº de Ciclos por Hora (veces/hora)	21.30
H = Altura sobre el nivel del mar (msnm)	4600.00
h = factor por altura sobre el nivel del mar	
$h = \frac{(Altura\ sobre\ el\ nivel\ del\ mar - 1000m)}{10000}$	0.36
$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_C * 3600 * F_e * F_e' * C_t}{T_C}\right) / (1 + h)$	
<b>RESULTADOS</b>	
Productividad (m3/hora)	20.24
Rendimeinto (m3/dia)	<b>161.89</b>

Este resultado responde a los datos de entrada presentados en la Tabla 89, los cuales fueron calculadas y determinadas en base a las mediciones realizadas en campo y a las consideraciones otorgadas empíricamente por el fabricante.

Cabe resaltar que los datos son determinados para la actividad de Traslado de material de préstamo desde la cantera hasta el cuerpo del dique; en este caso particular la distancia de traslado es de 100m.

**Tabla 89: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento para el traslado de Material de préstamo con Cargador frontal – Aradacocha 3**

CONDICIONES PRESENTES EN CAMPO		
Distancia de traslado de material:	100	m
Vel. Ida cargado:	5	km/h
vel. Regreso vacío:	5	km/h

TIEMPOS POR ACCIONES DE LA MAQUINA		
Cucharón	Excavación y carga	6 seg.
Cucharón	Inversión marcha	1 seg.
Cucharón	Retroceso cargada	3 seg.
Cucharón	Giro	3 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
Cucharón	Invertir marcha	1 seg.
Cucharón	Transporte	72 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
Cucharón	Voltear carga	4 seg.
Cucharón	Invertir marcha	1 seg.
Cucharón	Retroceder	2 seg.
Cucharón	Giro	1 seg.
Cucharón	Avance frente	72 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
	<b>TOTAL=</b>	<b>169.0 seg</b>

**F. Rendimiento de camión volquete 10M3 – traslado de material de cantera**

Así mismo se realizó el cálculo computacional del rendimiento del Camión Volquete de 10m<sup>3</sup>, para el traslado de material de préstamo, desde la Cantera hasta el cuerpo del dique. Cabe señalar que en campo no se hizo uso de esta maquinaria, debido a que las condiciones no eran las más adecuadas para obtener rendimientos favorables. Al igual que con otras maquinarias, el rendimiento del Volquete debe calcularse multiplicando la cantidad de material desplazado en cada ciclo ejecutado, con el número de ciclos en un día (Lloret, 2009):

$$\text{rendimiento} = \text{Unidades de trabajo} / \text{Horas de trabajo por día}$$

ó

$$m^3/\text{hora} = (m^3/\text{ciclo}) \times (\text{ciclos por día})$$

La cantidad de material trasladado por la maquinaria por día, será igual a la capacidad nominal del Camión Volquete por factores de corrección (en porcentaje), los cuales dependerán de las condiciones presentes en campo.

$$m^3/\text{ciclo} = \text{Ciclo nominal de la maquinaria} \times \text{FACTOR DE CORRECCIÓN}$$

Es así que se determina la siguiente expresión para realizar el cálculo de los rendimientos:

$$R\left(\frac{m^3}{\text{día}}\right) = \left(\frac{Cm * Q * Fec}{T_{ef} * fe}\right)$$

- Cm, Ciclo de trabajo (min) = este dato corresponde al tiempo que dura el ciclo de trabajo, y es la sumatoria del Tiempo de ida (td), Tiempo de vuelta (tv), Tiempo de carga (tc) y Tiempo de descarga (td).

$$Cm(\text{min}) = \left(\frac{D * 60}{V_c}\right) + \left(\frac{D * 60}{V_{dc}}\right) + tc + td$$

- Tiempo de ida (td) =  $\left(\frac{D * 60}{V_c}\right)$  min
- Tiempo de vuelta (tv) =  $\left(\frac{D * 60}{V_{dc}}\right)$  min
- Tiempo de Carga (tc) = El tiempo de carga corresponde al tiempo total que demorará en abastecer de material en la tolva del volquete, y depende directamente de la maquinaria con la que se esté realizando la actividad.

Los detalles se muestran en la Tabla N°91, 93 y 95, por cada cocha.

- Tef, Tiempo efectivo de trabajo (min) = Este dato resulta de la multiplicación del tiempo de la Jornada (J) y el factor de eficiencia de la maquina (E):

$$Tef(\text{min}) = J * 60 * E$$

- J (h) = Jornada diaria.
- E = Factor de eficiencia de la maquinaria, entre 70 y 80%.
- Q, Capacidad del Volquete (m<sup>3</sup>) = Este valor corresponde a la capacidad de la tolva del volquete, medido en metros cúbicos; este valor es entregado por el fabricante.
- Fec, Factor de eficiencia de condición = este valor responde a las condiciones de trabajo y al tipo de organización presente en Obra.

CONDICIONES DE TRABAJO	ORGANIZACION DE OBRA		
	Buena	Promedio	Mala
Buenas	0,90	0,75	0,60
Promedio	0,80	0,65	0,50
Malas	0,70	0,60	0,45

- Fe, Factor de esponjamiento = Este factor responde al esponjamiento del material transportado.

Con estos datos se procedió a realizar el cálculo del Rendimiento (m<sup>3</sup>/día) de la maquinaria en cuestión.

## Aradacocho 1

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para el traslado de material de préstamo con el Camión Volquete 10m<sup>3</sup>, en la cocha Aradacocho 1:

**Tabla 90: Rendimiento calculado para el traslado de Material de préstamo con Volquete– Aradacocho 1**

RENDIMIENTO POR DÍA DE TRANSPORTE DE RELLENO SUELTO (1 Volquete)			
<b>I) DATO</b>			
JORNADA	J =	8.00 horas	
CAPACIDAD DEL VOLQUETE	Q =	10.00 m <sup>3</sup>	
FACTOR DE EFICIENCIA	E =	80.00 %	
DISTANCIA MEDIA	D =	0.15 km	
VELOCIDAD RECORRIDO CARGADO	V <sub>c</sub> =	4.00 km/h	
VELOCIDAD RECORRIDO DESCARGADO	V <sub>dc</sub> =	4.00 km/h	
TIEMPO DE CARGA	t <sub>c</sub> =	9.37 min	
TIEMPO DE DESCARGA	t <sub>d</sub> =	2.00 min	
FACTOR DE ESPONJAMIENTO	f <sub>e</sub> =	1.20	
<b>II) SOLUCION</b>			
<b>1) CÁLCULO DE CICLO DE TRABAJO (Cm) :</b>			
$t_{ida} = (D * 60/Vc)$	t <sub>ida</sub>	2.25	min
$t_{vuelta} = (D * 60/Vdc)$	t <sub>vuelta</sub>	2.25	min
	Cm	15.87	min
<b>2) CÁLCULO DEL TIEMPO EFECTIVO DE TRABAJO :</b>			
* HORAS TRABAJADAS AL DIA:	J	8 horas	→ 480 min
* TIEMPO EFECTIVO AL DIA:	t <sub>ef</sub>	384.00	min
<b>3) CANTIDAD DE CICLOS AL DÍA :</b>			
Nºciclos/día = t <sub>ef</sub> /Cm)	Nº C/D	24.20	→ 24.00 Ciclos/día
<b>4) RENDIMIENTO POR DÍA :</b>			
R=(NºC/D x Volumen movido)/1.2	R	200.0	m <sup>3</sup> /día Rendimiento de 1 Volquete
<b>5) RENDIMIENTO NETO POR DIA :</b>			
FACTOR DE EFICIENCIA DE CONDICIÓN:	Fec =	0.6	
RN = R x Fec	RN	120.0	m <sup>3</sup> /día
CONDICIONES DE TRABAJO	ORGANIZACION DE OBRA		
	Buena	Promedio	Mala
Buenas	0,90	0,75	0,60
Promedio	0,80	0,65	0,50
Malas	0,70	0,60	0,45

**Tabla 91: Rendimiento de Carga al Volquete– Aradacochoa 1**

RENDIMIENTO DE CARGA POR DIA DE 1 RETRO-EXCADORA CAT 420F2		
<b>I) DATO</b>		
CAPACIDAD DE VOLQUETE	Qv =	10.00 m3
CAPACIDAD DE PALA DE CARGADOR	Qp =	1.07 m3
FACTOR DE EFICIENCIA	E =	80.00 %
JORNADA	J =	8.00 horas
DISTANCIA MEDIA (Acopio - Estacionamiento Volquete)	D =	20.00 m
ESPERA POR ESTACIONAMIENTO VOLQUETE	te =	1.00 min
VELOCIDAD RECORRIDO CARGADO	Vc =	5.00 km/h
VELOCIDAD RECORRIDO DESCARGADO	Vdc =	5.00 km/h
TIEMPO POSICIONAMIENTO Y CARGA DE PALA	tpc =	15.00 seg
TIEMPO POSICIONAMIENTO Y DESCARGA DE PALA	tpd =	12.00 seg
<b>II) SOLUCION</b>		
<b>1) CÁLCULO DE CICLO DE TRABAJO (Cm) :</b>		
$t_{ida} = (D * 60 / Vc)$	$t_{ida}$	0.24 min
$t_{vuelta} = (D * 60 / Vdc)$	$t_{vuelta}$	0.24 min
Tiempo de carga:	$t_{carga}$	9.37 min

## Aradacocho 2

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para el traslado de material de préstamo con el Camión Volquete 10m<sup>3</sup>, en la cocha Aradacocho 2:

**Tabla 92: Rendimiento calculado para el traslado de Material de préstamo con Volquete– Aradacocho 2**

RENDIMIENTO POR DÍA DE TRANSPORTE DE RELLENO SUELTO (1 Volquete)			
<b>I) DATO</b>			
JORNADA	J =	8.00 horas	
CAPACIDAD DEL VOLQUETE	Q =	10.00 m <sup>3</sup>	
FACTOR DE EFICIENCIA	E =	80.00 %	
DISTANCIA MEDIA	D =	0.12 km	
VELOCIDAD RECORRIDO CARGADO	V <sub>c</sub> =	4.00 km/h	
VELOCIDAD RECORRIDO DESCARGADO	V <sub>dc</sub> =	5.00 km/h	
TIEMPO DE CARGA	t <sub>c</sub> =	9.37 min	
TIEMPO DE DESCARGA	t <sub>d</sub> =	2.00 min	
FACTOR DE ESPONJAMIENTO	fe =	1.20	
<b>II) SOLUCION</b>			
<b>1) CÁLCULO DE CICLO DE TRABAJO (Cm) :</b>			
$t_{ida} = (D * 60/Vc)$	$t_{ida}$	1.8 min	
$t_{vuelta} = (D * 60/Vdc)$	$t_{vuelta}$	1.44 min	
	<b>Cm</b>	<b>14.61 min</b>	
<b>2) CÁLCULO DEL TIEMPO EFECTIVO DE TRABAJO :</b>			
* HORAS TRABAJADAS AL DIA:	J	8 horas	→ 480 min
* TIEMPO EFECTIVO AL DIA:	$t_{ef}$	384.00 min	
<b>3) CANTIDAD DE CICLOS AL DÍA :</b>			
Nºciclos/día = $t_{ef}/Cm$	Nº C/D	26.28	→ 26.00 Ciclos/día
<b>4) RENDIMIENTO POR DÍA :</b>			
R=(NºC/D x Volumen movido)/1.2	<b>R</b>	<b>216.7 m<sup>3</sup>/día</b>	Rendimiento de 1 Volquete
<b>5) RENDIMIENTO NETO POR DIA :</b>			
FACTOR DE EFICIENCIA DE CONDICIÓN:	Fec =	0.6	
RN = R x Fec	<b>RN</b>	<b>130.0 m<sup>3</sup>/día</b>	
CONDICIONES DE TRABAJO	ORGANIZACION DE OBRA		
	Buena	Promedio	Malas
Buenas	0,90	0,75	0,60
Promedio	0,80	0,65	0,50
Malas	0,70	0,60	0,45

**Tabla 93: Rendimiento de Carga al Volquete– Aradacocho 2**

RENDIMIENTO DE CARGA POR DIA DE 1 RETRO-EXCADORA CAT 420F2		
<b>I) DATO</b>		
CAPACIDAD DE VOLQUETE	Qv =	10.00 m3
CAPACIDAD DE PALA DE CARGADOR	Qp =	1.07 m3
FACTOR DE EFICIENCIA	E =	80.00 %
JORNADA	J =	8.00 horas
DISTANCIA MEDIA (Acopio - Estacionamiento Volquete) D =	D =	20.00 m
ESPERA POR ESTACIONAMIENTO VOLQUETE	te =	1.00 min
VELOCIDAD RECORRIDO CARGADO	Vc =	5.00 km/h
VELOCIDAD RECORRIDO DESCARGADO	Vdc =	5.00 km/h
TIEMPO POSICIONAMIENTO Y CARGA DE PALA	tpc =	15.00 seg
TIEMPO POSICIONAMIENTO Y DESCARGA DE PALA	tpd =	12.00 seg
<b>II) SOLUCION</b>		
<b>1) CÁLCULO DE CICLO DE TRABAJO (Cm) :</b>		
$t_{ida} = (D * 60 / Vc)$	$t_{ida}$	0.24 min
$t_{vuelta} = (D * 60 / Vdc)$	$t_{vuelta}$	0.24 min
Tiempo de carga:	$t_{carga}$	9.37 min

### Aradacocho 3

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para el traslado de material de préstamo con el Camión Volquete 10m<sup>3</sup>, en la cocha Aradacocho 3:

**Tabla 94: Rendimiento calculado para el traslado de Material de préstamo con Volquete– Aradacocho 3**

RENDIMIENTO POR DÍA DE TRANSPORTE DE RELLENO SUELTO (1 Volquete)				
<b>I) DATO</b>				
JORNADA	J =	8.00 horas		
CAPACIDAD DEL VOLQUETE	Q =	10.00 m <sup>3</sup>		
FACTOR DE EFICIENCIA	E =	80.00 %		
DISTANCIA MEDIA	D =	0.10 km		
VELOCIDAD RECORRIDO CARGADO	V <sub>c</sub> =	4.00 km/h		
VELOCIDAD RECORRIDO DESCARGADO	V <sub>dc</sub> =	5.00 km/h		
TIEMPO DE CARGA	t <sub>c</sub> =	9.37 min		
TIEMPO DE DESCARGA	t <sub>d</sub> =	2.00 min		
FACTOR DE ESPONJAMIENTO	fe =	1.20		
<b>II) SOLUCION</b>				
<b>1) CÁLCULO DE CICLO DE TRABAJO (Cm) :</b>				
$t_{ida} = (D * 60/Vc)$	$t_{ida}$	1.5 min		
$t_{vuelta} = (D * 60/Vdc)$	$t_{vuelta}$	1.2 min		
	<b>Cm</b>	<b>14.07 min</b>		
<b>2) CÁLCULO DEL TIEMPO EFECTIVO DE TRABAJO :</b>				
* HORAS TRABAJADAS AL DIA:	J	8 horas	→ 480 min	
* TIEMPO EFECTIVO AL DIA:	$t_{ef}$	384.00 min		
<b>3) CANTIDAD DE CICLOS AL DÍA :</b>				
Nº ciclos/día = $t_{ef}/Cm$	Nº C/D	27.29	→ 27.00 Ciclos/día	
<b>4) RENDIMIENTO POR DÍA :</b>				
R = (Nº C/D x Volumen movido)/1.2	<b>R</b>	<b>225.0 m<sup>3</sup>/día</b>	Rendimiento de 1 Volquete	
<b>5) RENDIMIENTO NETO POR DIA :</b>				
FACTOR DE EFICIENCIA DE CONDICIÓN:	Fec =	0.6		
RN = R x Fec	<b>RN</b>	<b>135.0 m<sup>3</sup>/día</b>		
CONDICIONES DE TRABAJO	ORGANIZACION DE OBRA			
	Buena	Promedio	Mala	
	Buenas	0,90	0,75	0,60
	Promedio	0,80	0,65	0,50
Malas	0,70	0,60	0,45	

**Tabla 95: Rendimiento de Carga al Volquete– Aradacochoa 3**

RENDIMIENTO DE CARGA POR DIA DE 1 RETRO-EXCADORA CAT 420F2		
<b>i) DATO</b>		
CAPACIDAD DE VOLQUETE	Qv =	10.00 m3
CAPACIDAD DE PALA DE CARGADOR	Qp =	1.07 m3
FACTOR DE EFICIENCIA	E =	80.00 %
JORNADA	J =	8.00 horas
DISTANCIA MEDIA (Acopio - Estacionamiento Volquete) D =		20.00 m
ESPERA POR ESTACIONAMIENTO VOLQUETE	te =	1.00 min
VELOCIDAD RECORRIDO CARGADO	Vc =	5.00 km/h
VELOCIDAD RECORRIDO DESCARGADO	Vdc =	5.00 km/h
TIEMPO POSICIONAMIENTO Y CARGA DE PALA	tpc =	15.00 seg
TIEMPO POSICIONAMIENTO Y DESCARGA DE PALA	tpd =	12.00 seg
<b>ii) SOLUCION</b>		
<b>1) CÁLCULO DE CICLO DE TRABAJO (Cm) :</b>		
$t_{ida} = (D * 60/Vc)$	$t_{ida}$	0.24 min
$t_{vuelta} = (D * 60/Vdc)$	$t_{vuelta}$	0.24 min
Tiempo de carga:	$t_{carga}$	9.37 min

### G. Rendimiento de camión volquete 10M3 – eliminación de material excedente

Así mismo se realizó el cálculo computacional del rendimiento del Camión Volquete de 10m3, para la eliminación del material excedente, desde el pie de dique hasta el botadero. Cabe señalar que en campo no se hizo uso de esta maquinaria, debido a que las condiciones no eran las más adecuadas para obtener rendimientos favorables. Al igual que con otras maquinarias, el rendimiento del Volquete debe calcularse multiplicando la cantidad de material desplazado en cada ciclo ejecutado, con el número de ciclos en un día (Lloret, 2009):

$$rendimiento = \frac{Unidades\ de\ trabajo}{Horas\ de\ trabajo\ por\ día}$$

ó

$$m3/hora = (m3/ciclo) \times (ciclos\ por\ día)$$

La cantidad de material trasladado por la maquinaria por día, será igual a la capacidad nominal del Camión Volquete por factores de corrección (en porcentaje), los cuales dependerán de las condiciones presentes en campo.

$$m3/ciclo = Ciclo\ nominal\ de\ la\ maquinaria \times FACTOR\ DE\ CORRECCIÓN$$

Es así que se determina la siguiente expresión para realizar el cálculo de los rendimientos:

$$R\left(\frac{m^3}{día}\right) = \left(\frac{Cm * Q * Fec}{T_{ef} * fe}\right)$$

- Cm, Ciclo de trabajo (min) = este dato corresponde al tiempo que dura el ciclo de trabajo, y es la sumatoria del Tiempo de ida (td), Tiempo de vuelta (tv), Tiempo de carga (tc) y Tiempo de descarga (td).

$$Cm(min) = \left(\frac{D*60}{V_c}\right) + \left(\frac{D*60}{V_{dc}}\right) + tc+td$$

- Tiempo de ida (td) =  $\left(\frac{D*60}{V_c}\right)min$
- Tiempo de vuelta (tv) =  $\left(\frac{D*60}{V_{dc}}\right)min$
- Tiempo de Carga (tc) = El tiempo de carga corresponde al tiempo total que demorará en abastecer de material en la tolva del volquete, y depende directamente de la maquinaria con la que se esté realizando la actividad. Los detalles se muestran en la Tabla N°97, 99 y 101, por cada cocha.
- Tef, Tiempo efectivo de trabajo (min) = Este dato resulta de la multiplicación del tiempo de la Jornada (J) y el factor de eficiencia de la maquina (E):

$$Tef(min) = J * 60 * E$$

- J (h) = Jornada diaria.
- E = Factor de eficiencia de la maquinaria, entre 70 y 80%.
- Q, Capacidad del Volquete (m<sup>3</sup>) = Este valor corresponde a la capacidad de la tolva del volquete, medido en metros cúbicos; este valor es entregado por el fabricante.
- Fec, Factor de eficiencia de condición = este valor responde a las condiciones de trabajo y al tipo de organización presente en Obra.

CONDICIONES DE TRABAJO	ORGANIZACION DE OBRA		
	Buena	Promedio	Mala
Buenas	0,90	0,75	0,60
Promedio	0,80	0,65	0,50
Malas	0,70	0,60	0,45

- Fe, Factor de esponjamiento = Este factor responde al esponjamiento del material transportado.

Con estos datos se procedió a realizar el cálculo del Rendimiento (m<sup>3</sup>/día) de la maquinaria en cuestión.

## Aradacocho 1

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para la eliminación de material excedente con el Camión Volquete de 10m<sup>3</sup>, en la cocha Aradacocho 1:

**Tabla 96: Rendimiento calculado para la Eliminación de Mat. Excedente con Volquete– Aradacocho 1**

RENDIMIENTO POR DÍA - ELIMINACIÓN DE MAT. EXCEDENTE (1 Volquete)			
<b>I) DATO</b>			
JORNADA	J =	8.00 horas	
CAPACIDAD DEL VOLQUETE	Q =	10.00 m <sup>3</sup>	
FACTOR DE EFICIENCIA	E =	80.00 %	
DISTANCIA MEDIA	D =	0.15 km	
VELOCIDAD RECORRIDO CARGADO	Vc =	6.00 km/h	
VELOCIDAD RECORRIDO DESCARGADO	Vdc =	6.00 km/h	
TIEMPO DE CARGA	tc =	11.53 min	
TIEMPO DE DESCARGA	td =	2.00 min	
FACTOR DE ESPONJAMIENTO	fe =	1.20	
<b>II) SOLUCION</b>			
<b>1) CÁLCULO DE CICLO DE TRABAJO (Cm) :</b>			
$t_{ida} = (D * 60/Vc)$	$t_{ida}$	1.5 min	
$t_{vuelta} = (D * 60/Vdc)$	$t_{vuelta}$	1.5 min	
	<b>Cm</b>	<b>16.53 min</b>	
<b>2) CÁLCULO DEL TIEMPO EFECTIVO DE TRABAJO :</b>			
* HORAS TRABAJADAS AL DIA:	J	8 horas	→ 480 min
* TIEMPO EFECTIVO AL DIA:	$t_{ef}$	384.00 min	
<b>3) CANTIDAD DE CICLOS AL DÍA :</b>			
$N^{\circ} \text{ciclos/día} = t_{ef}/Cm$	<b>N° C/D</b>	23.23	→ 23.00 Ciclos/día
<b>4) RENDIMIENTO POR DÍA :</b>			
$R = (N^{\circ}C/D \times \text{Volumen movido})$	<b>R</b>	230.0 m <sup>3</sup> /día	Rendimiento de 1 Volquete
<b>5) RENDIMIENTO NETO POR DIA :</b>			
FACTOR DE EFICIENCIA DE CONDICIÓN:	Fec =	0.8	
$RN = R \times Fec$	<b>RN</b>	184.0 m <sup>3</sup> /día	
CONDICIONES DE TRABAJO	ORGANIZACION DE OBRA		
	Buena	Promedio	Mala
Buenas	0,90	0,75	0,60
Promedio	0,80	0,65	0,50
Malas	0,70	0,60	0,45
Tabla 3.1 Factores de eficiencia $f_b$ .			

**Tabla 97: Rendimiento de Carga al Volquete– Aradacocha 1**

RENDIMIENTO DE CARGA POR DIA DE 1 RETRO-EXCVADORA CAT 420F2		
<b>I) DATO</b>		
CAPACIDAD DE VOLQUETE	Qv =	10.00 m3
CAPACIDAD DE PALA DE CARGADOR	Qp =	1.07 m3
FACTOR DE EFICIENCIA	E =	80.00 %
JORNADA	J =	8.00 horas
DISTANCIA MEDIA (Acopio - Estacionamiento Volquete) D =	D =	30.00 m
ESPERA POR ESTACIONAMIENTO VOLQUETE	te =	1.00 min
VELOCIDAD RECORRIDO CARGADO	Vc =	5.00 km/h
VELOCIDAD RECORRIDO DESCARGADO	Vdc =	5.00 km/h
TIEMPO POSICIONAMIENTO Y CARGA DE PALA	tpc =	15.00 seg
TIEMPO POSICIONAMIENTO Y DESCARGA DE PALA	tpd =	12.00 seg
<b>II) SOLUCION</b>		
<b>1) CÁLCULO DE CICLO DE TRABAJO (Cm) :</b>		
$t_{ida} = (D * 60/Vc)$	$t_{ida}$	0.36 min
$t_{vuelta} = (D * 60/Vdc)$	$t_{vuelta}$	0.36 min
Tiempo de carga:	$t_{carga}$	11.53 min

## Aradacocho 2

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para la eliminación de material excedente con el Camión Volquete de 10m<sup>3</sup>, en la cocha Aradacocho 2:

**Tabla 98: Rendimiento calculado para la Eliminación de Mat. Excedente con Volquete– Aradacocho 2**

RENDIMIENTO POR DÍA - ELIMINACIÓN DE MAT. EXCEDENTE (1 Volquete)			
<b>I) DATO</b>			
JORNADA	J =	8.00 horas	
CAPACIDAD DEL VOLQUETE	Q =	10.00 m <sup>3</sup>	
FACTOR DE EFICIENCIA	E =	80.00 %	
DISTANCIA MEDIA	D =	0.15 km	
VELOCIDAD RECORRIDO CARGADO	V <sub>c</sub> =	6.00 km/h	
VELOCIDAD RECORRIDO DESCARGADO	V <sub>dc</sub> =	6.00 km/h	
TIEMPO DE CARGA	t <sub>c</sub> =	11.53 min	
TIEMPO DE DESCARGA	t <sub>d</sub> =	2.00 min	
FACTOR DE ESPONJAMIENTO	f <sub>e</sub> =	1.20	
<b>II) SOLUCION</b>			
<b>1) CÁLCULO DE CICLO DE TRABAJO (C<sub>m</sub>) :</b>			
$t_{ida} = (D * 60/Vc)$	$t_{ida}$	1.5 min	
$t_{vuelta} = (D * 60/Vdc)$	$t_{vuelta}$	1.5 min	
	<b>C<sub>m</sub></b>	<b>16.53 min</b>	
<b>2) CÁLCULO DEL TIEMPO EFECTIVO DE TRABAJO :</b>			
* HORAS TRABAJADAS AL DIA:	J	8 horas	→ 480 min
* TIEMPO EFECTIVO AL DIA:	$t_{ef}$	384.00 min	
<b>3) CANTIDAD DE CICLOS AL DÍA :</b>			
Nº ciclos/día = $t_{ef}/C_m$	<b>Nº C/D</b>	23.23	→ 23.00 Ciclos/día
<b>4) RENDIMIENTO POR DÍA :</b>			
R = (Nº C/D x Volumen movido)	<b>R</b>	230.0 m <sup>3</sup> /día	Rendimiento de 1 Volquete
<b>5) RENDIMIENTO NETO POR DIA :</b>			
FACTOR DE EFICIENCIA DE CONDICIÓN:	F <sub>ec</sub> =	0.8	
RN = R x F <sub>ec</sub>	<b>RN</b>	184.0 m <sup>3</sup> /día	
CONDICIONES DE TRABAJO	ORGANIZACION DE OBRA		
	Buena	Promedio	Mala
Buenas	0,90	0,75	0,60
Promedio	0,80	0,65	0,50
Malas	0,70	0,60	0,45

Tabla 3.1 Factores de eficiencia f<sub>b</sub>.

**Tabla 99: Rendimiento de Carga al Volquete– Aradacochoa 2**

RENDIMIENTO DE CARGA POR DIA DE 1 RETRO-EXCVADORA CAT 420F2		
<b>I) DATO</b>		
CAPACIDAD DE VOLQUETE	Qv =	10.00 m3
CAPACIDAD DE PALA DE CARGADOR	Qp =	1.07 m3
FACTOR DE EFICIENCIA	E =	80.00 %
JORNADA	J =	8.00 horas
DISTANCIA MEDIA (Acopio - Estacionamiento Volquete)	D =	30.00 m
ESPERA POR ESTACIONAMIENTO VOLQUETE	te =	1.00 min
VELOCIDAD RECORRIDO CARGADO	Vc =	5.00 km/h
VELOCIDAD RECORRIDO DESCARGADO	Vdc =	5.00 km/h
TIEMPO POSICIONAMIENTO Y CARGA DE PALA	tpc =	15.00 seg
TIEMPO POSICIONAMIENTO Y DESCARGA DE PALA	tpd =	12.00 seg
<b>II) SOLUCION</b>		
<b>1) CÁLCULO DE CICLO DE TRABAJO (Cm) :</b>		
$t_{ida} = (D * 60 / Vc)$	$t_{ida}$	0.36 min
$t_{vuelta} = (D * 60 / Vdc)$	$t_{vuelta}$	0.36 min
Tiempo de carga:	$t_{carga}$	11.53 min

### Aradacocho 3

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para la eliminación de material excedente con el Camión Volquete de 10m<sup>3</sup>, en la cocha Aradacocho 3:

**Tabla 100: Rendimiento calculado para la Eliminación de Mat. Excedente con Volquete– Aradacocho 3**

RENDIMIENTO POR DÍA - ELIMINACIÓN DE MAT. EXCEDENTE (1 Volquete)			
<b>I) DATO</b>			
JORNADA	J =	8.00 horas	
CAPACIDAD DEL VOLQUETE	Q =	10.00 m <sup>3</sup>	
FACTOR DE EFICIENCIA	E =	80.00 %	
DISTANCIA MEDIA	D =	0.15 km	
VELOCIDAD RECORRIDO CARGADO	V <sub>c</sub> =	6.00 km/h	
VELOCIDAD RECORRIDO DESCARGADO	V <sub>dc</sub> =	6.00 km/h	
TIEMPO DE CARGA	t <sub>c</sub> =	11.53 min	
TIEMPO DE DESCARGA	t <sub>d</sub> =	2.00 min	
FACTOR DE ESPONJAMIENTO	f <sub>e</sub> =	1.20	
<b>II) SOLUCION</b>			
<b>1) CÁLCULO DE CICLO DE TRABAJO (C<sub>m</sub>) :</b>			
$t_{ida} = (D * 60/V_c)$	$t_{ida}$	1.5 min	
$t_{vuelta} = (D * 60/V_{dc})$	$t_{vuelta}$	1.5 min	
	<b>C<sub>m</sub></b>	<b>16.53 min</b>	
<b>2) CÁLCULO DEL TIEMPO EFECTIVO DE TRABAJO :</b>			
* HORAS TRABAJADAS AL DIA:	J	8 horas	→ 480 min
* TIEMPO EFECTIVO AL DIA:	$t_{ef}$	384.00 min	
<b>3) CANTIDAD DE CICLOS AL DÍA :</b>			
$N^{\circ} \text{ciclos/día} = t_{ef}/C_m$	<b>N° C/D</b>	23.23	→ 23.00 Ciclos/día
<b>4) RENDIMIENTO POR DÍA :</b>			
$R = (N^{\circ}C/D \times \text{Volumen movido})$	<b>R</b>	230.0 m <sup>3</sup> /día	Rendimiento de 1 Volquete
<b>5) RENDIMIENTO NETO POR DIA :</b>			
FACTOR DE EFICIENCIA DE CONDICIÓN:	Fec =	0.8	
$RN = R \times Fec$	<b>RN</b>	184.0 m <sup>3</sup> /día	
CONDICIONES DE TRABAJO	ORGANIZACION DE OBRA		
	Buena	Promedio	Mala
Buenas	0,90	0,75	0,60
Promedio	0,80	0,65	0,50
Malas	0,70	0,60	0,45

Tabla 3.1 Factores de eficiencia f<sub>b</sub>.

**Tabla 101: Rendimiento de Carga al Volquete– Aradacochoa 3**

RENDIMIENTO DE CARGA POR DIA DE 1 RETRO-EXCADORA CAT 420F2		
<b>I) DATO</b>		
CAPACIDAD DE VOLQUETE	Qv =	10.00 m3
CAPACIDAD DE PALA DE CARGADOR	Qp =	1.07 m3
FACTOR DE EFICIENCIA	E =	80.00 %
JORNADA	J =	8.00 horas
DISTANCIA MEDIA (Acopio - Estacionamiento Volquete)	D =	30.00 m
ESPERA POR ESTACIONAMIENTO VOLQUETE	te =	1.00 min
VELOCIDAD RECORRIDO CARGADO	Vc =	5.00 km/h
VELOCIDAD RECORRIDO DESCARGADO	Vdc =	5.00 km/h
TIEMPO POSICIONAMIENTO Y CARGA DE PALA	tpc =	15.00 seg
TIEMPO POSICIONAMIENTO Y DESCARGA DE PALA	tpd =	12.00 seg
<b>II) SOLUCION</b>		
<b>1) CÁLCULO DE CICLO DE TRABAJO (Cm) :</b>		
$t_{ida} = (D * 60/Vc)$	$t_{ida}$	0.36 min
$t_{vuelta} = (D * 60/Vdc)$	$t_{vuelta}$	0.36 min
Tiempo de carga:	$t_{carga}$	11.53 min

## H. Rendimiento del rodillo liso autopropulsado Ingersoll Rand SD45D

Así mismo se realizó el cálculo computacional del rendimiento de la compactación del material homogéneo para conformación del dique, mediante el uso de un Rodillo vibrador Ingersoll Rand SD45D – 80HP – 5tn.

Al igual que con otras maquinarias, el rendimiento del Rodillo debe calcularse multiplicando la cantidad de material compactado en cada ciclo ejecutado, con el número de ciclos en un día:

$$rendimiento = \text{Unidades de trabajo} / \text{Horas de trabajo por día}$$

ó

$$m3/hora = (m3/ciclo) \times (\text{ciclos por día})$$

La cantidad de material compactado por día, será igual Productividad Nominal afectado por factores de corrección (en porcentaje), los cuales dependerán de las condiciones presentes en campo.

$$m3/ciclo = \text{Ciclo nominal de la maquinaria} \times \text{FACTOR DE CORRECCIÓN}$$

Es así que se determina la siguiente expresión para realizar el cálculo de los rendimientos:

$$R\left(\frac{m^3}{\text{día}}\right) = \left(\frac{E \times S \times W \times D \times Fec}{N}\right) / (1 + h)$$

- S, Velocidad de Recorrido (m/hr) = Es la velocidad de recorrido del rodillo para

llegar a obtener una compactación óptima.

- W, Ancho Efectivo (m) = El ancho efectivo es igual al Ancho del Tambor del Rodillo al cual se le resta el ancho de traslape (0.20m de traslape entre cada pasada).
- D, Espesor de Capa (m) = El espesor de capa es determinado de acuerdo a las especificaciones de obra, debido a los estudios previos. También está determinado por el tipo de Rodillo y el tonelaje. Como valores generales el espesor varía entre 0.15 a 0.30m de material suelto.
- N, Número de Pasadas = este valor responde a la cantidad de pasadas necesarias para obtener un nivel de compactación adecuada, y su cantidad varía de acuerdo al tipo de material y al tipo de Rodillo. Como valores generales el número de pasadas varia entre 6 a 10.
- E, Eficiencia= Este factor responde al Factor de mano de obra (o) y al factor de tiempo de trabajo (t).
  - Factor de mano de obra (o): Responde a la habilidad del operador de la maquinaria, y el valor considerado es de 0.9.
  - Factor de tiempo de trabajo (t): Responde al tiempo efectivo trabajado en una hora, para nuestro caso sería 50min/60min o 0.83.
- Fec, Factor de Eficiencia de Condición (Fec) = Este factor responde a las condiciones óptimas presentes en el trabajo. Para nuestro caso consideramos un valor de 0.5, debido a que el rodillo trabajará solo la mitad de la Jornada diaria, y la otra mitad responde a la explanación del material suelto en el cuerpo del dique.
- h, Factor debido a la Altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m) = este valor es obtenido de las condiciones de campo, con el cual se obtendrá un valor de corrección por altura, la cual se expresa así:
  - $h = (\text{Altura sobre el nivel del mar} - 1000\text{m})/10000$

Con estos datos se procedió a realizar el cálculo del Rendimiento ( $\text{m}^3/\text{dia}$ ) de la maquinaria en cuestión.

### Aradacochoa 1, 2 Y 3

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento de la compactación del material homogéneo para conformación del dique, en la cocha Aradacochoa 1, 2 y 3:

**Tabla 102: Rendimiento calculado para la Conformación del dique – Aradacochoa 1, 2 y 3**

<b>CÁLCULO DE PRODUCTIVIDAD DE COMPACTADORES</b>			
<b>MAQUINA: COMPACTADOR</b>		<b>MARCA : Ingersoll rand</b>	
<b>MODELO: SD45D</b>		<b>POTENCIA : 80 HP</b>	
<b>DATOS DE LA MAQUINARIA</b>			
Ancho del compactador	<b>L =</b>	<b>1.372</b>	metros
Ancho efectivo de compactación =L - Lo	<b>W =</b>	<b>1.172</b>	metros
Ancho de traslape	<b>Lo =</b>	<b>0.2</b>	metros
Velocidad de Trabajo	<b>V =</b>	<b>2000</b>	m/hr
Número de pasadas	<b>N =</b>	<b>6</b>	
Espesor capa de terraplén suelto	<b>Hs =</b>	<b>0.2</b>	metros
Espesor capa de terraplén compactado	<b>Hc =</b>	<b>0.18</b>	metros
<b>CONDICIONES DE TRABAJO</b>			
Altura sobre el nivel del mar		<b>4600</b>	m.s.n.m
Factor de tiempo	<b>t =</b>	<b>0.83</b>	
Factor de mano de obra	<b>o =</b>	<b>0.9</b>	
Factor de Eficiencia del trabajo E=t * o	<b>E =</b>	<b>0.75</b>	
Incremento del ciclo por altura s.n.m.	<b>h =</b>	<b>0.36</b>	
Factor de eficiencia de condición	<b>Fec=</b>	<b>0.5</b>	
<b>RENDIMIENTOS FINALES</b>			
<b>PRODUCTIVIDAD POR HORA :</b>	<b>QH =</b>	<b>390.67</b>	m <sup>2</sup> /hr
<b>PRODUCTIVIDAD REAL :</b>	<b>Pa =</b>	<b>107.29</b>	m <sup>2</sup> /hr
<b>PRODUCTIVIDAD EN VOLUMEN (suelto)</b>	<b>P =</b>	<b>21.46</b>	m <sup>3</sup> /hr
<b>PRODUCTIVIDAD EN VOLUMEN (compactado)</b>	<b>Pc =</b>	<b>19.31</b>	m <sup>3</sup> /hr
<b>RENDIMIENTO (COMPACTADO)</b>	<b>R=</b>	<b>154.50</b>	m <sup>3</sup> /día

#### I. Rendimiento de la retroexcavadora CAD 420F – excavación de zanja en corona y talud

Así mismo, para la excavación de Zanjas en la Corona y Talud, se realizó el cálculo computacional del rendimiento de la Retroexcavadora CAT 420F2. Cabe señalar que según (Lloret, 2009), el rendimiento de las maquinarias debe calcularse multiplicando la cantidad de material desplazado en cada ciclo ejecutado, con el número de ciclos en un día:

$rendimiento = \text{Unidades de trabajo} / \text{Horas de trabajo por día}$

ó

$$m^3/hora = (m^3/ciclo) \times (ciclos \text{ por día})$$

La cantidad de material removido por la maquinaria por día, será igual a la capacidad nominal de la Retroexcavadora multiplicado por factores de corrección (en porcentaje), los cuales dependerán de las condiciones presentes en campo.

$$m^3/ciclo = \text{Ciclo nominal de la maquinaria} \times \text{FACTOR DE CORRECCIÓN}$$

Es así que se determina la siguiente expresión para realizar el cálculo de los rendimientos:

$$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_c \cdot 3600 \cdot F_e \cdot F_e' \cdot C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$$

Donde:

- $V_c$ , Capacidad del Cucharón ( $m^3$ ) = este dato dependerá del tipo cucharón instalado en la maquinaria; Los detalles de este, se encuentran en la Tabla 32.
- $F_e$ , Factor de eficiencia de la maquinaria (%) = Este dato es determinado por el manual del fabricante, y responde a mediciones empíricas. Para nuestro caso tenemos los siguientes valores:

**$F_e$  : Factor de eficacia de la máquina, entre 70 y 80%.**

- $F_e'$ , Factor de eficiencia de la cuchara (%) = Este valor corresponde al tipo de terreno donde se plantea desarrollar los trabajos de remoción, y responde a cálculos empíricos.

**$F_e'$  : Factor de eficacia de la cuchara, que depende de la clase de terreno:**

Terreno flojo .....	90-100%
Terreno medio .....	80-90%
Terreno duro .....	50-80%

- $C_t$ , Coeficiente de transformación = Este valor responde a la conversión del material consolidado (material sin perturbación o terreno natural) a material removido. Para nuestro estudio, y para continuar con el lineamiento del expediente técnico (de donde nace la investigación), se considerará el  $C_t = 1$ .
- $T_c$ , Tiempo por ciclo (s) = Es el tiempo que se demora la maquinaria en completar un ciclo de trabajo, el cual está expresado en segundos. Este tiempo se ve afectado por distintos factores como las dimensiones del cucharón, la profundidad de excavación, el tipo de suelo, maniobrabilidad, humedad del terreno, condiciones climatológicas, entre otros)

- N° de ciclos por hora (veces por hora) = Este valor corresponde a la cantidad de ciclos que realiza la maquinaria por hora de trabajo.
- H, Altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m) = este valor es obtenido de las condiciones de campo, con el cual se obtendrá un valor de corrección por altura, la cual se expresa en la Tabla 103.

Con estos datos se procedió a realizar el cálculo de la Productividad (m<sup>3</sup>/hora) y el Rendimiento (m<sup>3</sup>/dia) de la maquinaria en cuestión.

### Aradacocho 1, 2 Y 3

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para la excavación en Canteras, en la cocha Aradacocho 1, 2 y 3:

**Tabla 103: Rendimiento en excavación de zanjas en corona y talud– Aradacocho 1, 2 y 3**

<b>RENIDMIENTO EXCAVACION DE ZANJA EN CORONA Y TALUD</b>	
<b>1 INFORMACIÓN DE CAMPO</b>	
Tipo de Equipo	420E
Vc = Capacidad de Cucharon (m3)	0.12
Fe = Factor de eficacia de la maquina	0.80
Fe' = Factor de eficacia de la cuchara	0.60
Ct = Coeficiente de transformacion	1.00
Tc = Tiempo de Ciclo (s)	9.60
N° de Ciclos por Hora (veces/hora)	375.00
H = Altura sobre el nivel del mar (msnm)	4600.00
h = factor por altura sobre el nivel del mar	
$h = \frac{(Altura\ sobre\ el\ nivel\ del\ mar - 1000m)}{10000}$	0.36
$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_c * 3600 * F_e * F_e' * C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$	
<b>RESULTADOS</b>	
Productividad (m3/hora)	15.62
Rendimeinto (m3/dia)	<b>124.94</b>

Este resultado responde a los datos de entrada presentadas en la Tabla 104, las cuales

fueron calculadas y determinadas en base a las mediciones realizadas en campo.

Cabe resaltar que los datos son determinados para la actividad Excavación de Zanjas en Corona y Talud (para ello se determina solo el uso del Cucharón), mas no hay un traslado de material a una distancia significativa (uso del Lampón). Por ende, el Tiempo del Ciclo está dado por la Tabla 104, la cual está determinada empíricamente para cada caso, de acuerdo a las condiciones vistas en campo.

**Tabla 104: Datos de entrada para el cálculo de rendimiento de Excavación de zanja en corona y talud - Aradacocha 1, 2 y 3**

TIEMPOS POR ACCIONES DE LA MAQUINA		
pluma	Remocion de material *	96 seg.
	TOTAL=	96.0 seg

*\* 96 seg. Aproximadamente se demora en completar un ciclo de excavación en la zanja, para las condiciones altas de compactación y la dificultad por el talud del dique. Este dato es recogido de la experiencia vista en campo*

#### J. Rendimiento de la retroexcavadora CAD 420F – recolección e instalación de champa

Para la Recolección e Instalación de Champa, se realizó el cálculo computacional del rendimiento de la Retroexcavadora CAT 420F2. Cabe señalar que según (Lloret, 2009), el rendimiento de las maquinarias debe calcularse multiplicando la cantidad de material desplazado en cada ciclo ejecutado, con el número de ciclos en un día:

$$\text{rendimiento} = \text{Unidades de trabajo} / \text{Horas de trabajo por día}$$

ó

$$m^3/\text{hora} = (m^3/\text{ciclo}) \times (\text{ciclos por día})$$

La cantidad de material trasladado por la maquinaria por día, será igual a la capacidad nominal de la Retroexcavadora multiplicado por factores de corrección (en porcentaje), los cuales dependerán de las condiciones presentes en campo.

$$m^3/\text{ciclo} = \text{Ciclo nominal de la maquinaria} \times \text{FACTOR DE CORRECCIÓN}$$

Es así que se determina la siguiente expresión para realizar el cálculo de los rendimientos:

$$R\left(\frac{m^3}{h}\right) = \left(\frac{V_c \cdot 3600 \cdot Fe \cdot Fe' \cdot C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$$

Donde:

- $V_c$ , Capacidad del Cucharón ( $m^2$ ) = este dato dependerá del tipo cucharón instalado en la maquinaria; Se está considerando el valor con la unidad metro cuadrado ( $m^2$ ), ya que la champa se contabiliza como superficie revestida.
- $Fe$ , Factor de eficiencia de la maquinaria (%) = Este dato es determinado por el manual del fabricante, y responde a mediciones empíricas. Para nuestro caso tenemos los siguientes valores:

**$Fe$  : Factor de eficacia de la máquina, entre 70 y 80%.**

- $Fe'$ , Factor de eficiencia de la cuchara (%) = Este valor corresponde al tipo de terreno donde se plantea desarrollar los trabajos de remoción, y responde a cálculos empíricos.

**$Fe'$  : Factor de eficacia de la cuchara, que depende de la clase de terreno:**

Terreno flojo .....	90-100%
Terreno medio .....	80-90%
Terreno duro .....	50-80%

- $C_t$ , Coeficiente de transformación = Este valor responde a la conversión del material consolidado (material sin perturbación o terreno natural) a material removido. Para nuestro estudio, y para continuar con el lineamiento del expediente técnico (de donde nace la investigación), se considerará el  $C_t = 1$ .
- $T_c$ , Tiempo por ciclo (s) = Es el tiempo que se demora la maquinaria en completar un ciclo de trabajo, el cual está expresado en segundos. Este tiempo se ve afectado por distintos factores como las dimensiones del cucharón, la profundidad de excavación, el tipo de suelo, maniobrabilidad, humedad del terreno, condiciones climatológicas, entre otros)
- $N^\circ$  de ciclos por hora (veces por hora) = Este valor corresponde a la cantidad de ciclos que realiza la maquinaria por hora de trabajo.
- $H$ , Altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m) = este valor es obtenido de las condiciones de campo, con el cual se obtendrá un valor de corrección por altura, la cual se expresa en la Tabla 105.

Con estos datos se procedió a realizar el cálculo de la Productividad ( $m^3/hora$ ) y el Rendimiento ( $m^3/dia$ ) de la maquinaria en cuestión.

### Aradacocho 1

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para la recolección e instalación de Champa con la retroexcavadora CAT 420F2, en la cocha Aradacocho 1:

**Tabla 105: Rendimiento en recolección e instalación de champa – Aradacocho 1**

<b>RECOLECCIÓN E INSTALACIÓN DE CHAMPA</b>	
<b>1 INFORMACIÓN DE CAMPO</b>	
Tipo de Equipo	420E
Vc = Capacidad de Cucharón (m <sup>2</sup> )	3.75
Fe = Factor de eficacia de la maquina	0.80
Fe' = Factor de eficacia de la cuchara	0.95
Ct = Coeficiente de transformacion	1.00
Tc = Tiempo de Ciclo (s)	274.00
Nº de Ciclos por Hora (veces/hora)	13.14
H = Altura sobre el nivel del mar (msnm)	4600.00
h = factor por altura sobre el nivel del mar $h = \frac{(Altura\ sobre\ el\ nivel\ del\ mar - 1000m)}{10000}$	0.36
$R\left(\frac{m^2}{h}\right) = \left(\frac{V_C * 3600 * F_e * F_e' * C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$	
<b>RESULTADOS</b>	
Productividad (m <sup>2</sup> /hora)	27.53
Rendimeinto (m <sup>2</sup> /dia)	220.27

Este resultado responde a los datos de entrada presentados en la Tabla 106, los cuales fueron calculadas y determinadas en base a las mediciones realizadas en campo y a las consideraciones otorgadas empíricamente por el fabricante.

Cabe resaltar que los datos son determinados para la actividad de Remoción de la Champa, Carguío manual y traslado de la misma hacia la corona del Dique, ubicado aproximadamente a 50m del área de Recolección.

**Tabla 106: Datos de entrada para el cálculo de recolección e instalación de champa – Aradacochoa 1**

<b>CONDICIONES PRESENTES EN CAMPO</b>		
Distancia de traslado de material:		50 m
Vel. Ida cargado:		5 km/h
vel. Regreso vacío:		5 km/h

<b>TIEMPOS POR ACCIONES DE LA MAQUINA</b>		
Pluma	Remoción de material	45 seg.
Cucharón	Carga manual del material	138 seg.
Cucharón	Inversión marcha	1 seg.
Cucharón	Retroceso cargada	3 seg.
Cucharón	Giro	3 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
Cucharón	Invertir marcha	1 seg.
Cucharón	Transporte	36 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
Cucharón	Voltear carga	4 seg.
Cucharón	Invertir marcha	1 seg.
Cucharón	Retroceder	2 seg.
Cucharón	Giro	1 seg.
Cucharón	Avance frente	36 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
	<b>TOTAL=</b>	<b>274.0 seg</b>

*\* 45 seg. Aproximadamente se demora en completar un ciclo de remoción de champa. Este dato es recogido de la experiencia vista en campo*

## Aradacocho 2

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para la recolección e instalación de Champa con la retroexcavadora CAT 420F2, en la cocha Aradacocho 2:

**Tabla 107: Rendimiento en recolección e instalación de champa – Aradacocho 2**

<b>RECOLECCIÓN E INSTALACIÓN DE CHAMPA</b>	
<b>1 INFORMACIÓN DE CAMPO</b>	
Tipo de Equipo	420E
Vc = Capacidad de Cucharón (m <sup>2</sup> )	3.75
Fe = Factor de eficacia de la maquina	0.80
Fe' = Factor de eficacia de la cuchara	0.95
Ct = Coeficiente de transformacion	1.00
Tc = Tiempo de Ciclo (s)	274.00
Nº de Ciclos por Hora (veces/hora)	13.14
H = Altura sobre el nivel del mar (msnm)	4600.00
h = factor por altura sobre el nivel del mar	
$h = \frac{(Altura\ sobre\ el\ nivel\ del\ mar - 1000m)}{10000}$	0.36
$R\left(\frac{m^2}{h}\right) = \left(\frac{V_C * 3600 * F_e * F_e' * C_t}{T_C}\right) / (1 + h)$	
<b>RESULTADOS</b>	
Productividad (m <sup>2</sup> /hora)	27.53
Rendimeinto (m <sup>2</sup> /dia)	220.27

Este resultado responde a los datos de entrada presentados en la Tabla 108, los cuales fueron calculadas y determinadas en base a las mediciones realizadas en campo y a las consideraciones otorgadas empíricamente por el fabricante.

Cabe resaltar que los datos son determinados para la actividad de Remoción de la Champa, Carguío manual y traslado de la misma hacia la corona del Dique, ubicado aproximadamente a 60m del área de Recolección.

**Tabla 108: Datos de entrada para el cálculo de recolección e instalación de champa – Aradacocho 2**

CONDICIONES PRESENTES EN CAMPO		
Distancia de traslado de material:	60	m
Vel. Ida cargado:	6	km/h
vel. Regreso vacío:	6	km/h

TIEMPOS POR ACCIONES DE LA MAQUINA		
Pluma	Remoción de champa	45 seg.
Cucharón	Carga manual de champa	138 seg.
Cucharón	Inversión marcha	1 seg.
Cucharón	Retroceso cargada	3 seg.
Cucharón	Giro	3 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
Cucharón	Invertir marcha	1 seg.
Cucharón	Transporte	36 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
Cucharón	Voltear carga	4 seg.
Cucharón	Invertir marcha	1 seg.
Cucharón	Retroceder	2 seg.
Cucharón	Giro	1 seg.
Cucharón	Avance frente	36 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
	<b>TOTAL=</b>	<b>274.0 seg</b>

*\* 45 seg. Aproximadamente se demora en completar un ciclo de remoción de champa. Este dato es recogido de la experiencia vista en campo*

### Aradacocho 3

A continuación, se presenta el cálculo de rendimiento para la recolección e instalación de Champa con la retroexcavadora CAT 420F2, en la cocha Aradacocho 3:

**Tabla 109: Rendimiento en recolección e instalación de champa – Aradacocho 3**

<b>RECOLECCIÓN E INSTALACIÓN DE CHAMPA</b>	
<b>1 INFORMACIÓN DE CAMPO</b>	
Tipo de Equipo	420E
Vc = Capacidad de Cucharón (m <sup>2</sup> )	3.75
Fe = Factor de eficacia de la máquina	0.80
Fe' = Factor de eficacia de la cuchara	0.95
Ct = Coeficiente de transformación	1.00
Tc = Tiempo de Ciclo (s)	274.00
Nº de Ciclos por Hora (veces/hora)	13.14
H = Altura sobre el nivel del mar (msnm)	4600.00
h = factor por altura sobre el nivel del mar $h = \frac{(\text{Altura sobre el nivel del mar} - 1000\text{m})}{10000}$	0.36
$R\left(\frac{m^2}{h}\right) = \left(\frac{V_c * 3600 * F_e * F_e' * C_t}{T_c}\right) / (1 + h)$	
<b>RESULTADOS</b>	
Productividad (m <sup>2</sup> /hora)	27.53
Rendimiento (m <sup>2</sup> /día)	<b>220.27</b>

Este resultado responde a los datos de entrada presentados en la Tabla 110, los cuales fueron calculadas y determinadas en base a las mediciones realizadas en campo y a las consideraciones otorgadas empíricamente por el fabricante.

Cabe resaltar que los datos son determinados para la actividad de Remoción de la Champa, Carguío manual y traslado de la misma hacia la corona del Dique, ubicado aproximadamente a 50m del área de Recolección.

**Tabla 110: Datos de entrada para el cálculo de recolección e instalación de champa – Aradacocho 3**

CONDICIONES PRESENTES EN CAMPO		
distancia:		50 m
Vel. Ida cargado:		5 km/h
vel. Regreso vacío:		5 km/h

TIEMPOS POR ACCIONES DE LA MAQUINA		
Pluma	Remoción de material	45 seg.
Cucharón	Carga manual del material	138 seg.
Cucharón	Inversión marcha	1 seg.
Cucharón	Retroceso cargada	3 seg.
Cucharón	Giro	3 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
Cucharón	Invertir marcha	1 seg.
Cucharón	Transporte	36 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
Cucharón	Voltear carga	4 seg.
Cucharón	Invertir marcha	1 seg.
Cucharón	Retroceder	2 seg.
Cucharón	Giro	1 seg.
Cucharón	Avance frente	36 seg.
Cucharón	Parar	1 seg.
	TOTAL=	274.0 seg

*\* 45 seg. Aproximadamente se demora en completar un ciclo de remoción de champa. Este dato es recogido de la experiencia vista en campo*

## K. Cuadro resumen de rendimientos calculados

**Tabla 111: Resumen de rendimientos calculados computacionalmente**

ACTIVIDAD	MAQUINARIA	RENDIMIENTOS CALCULADOS					
		Aradacocha 1		Aradacocha 2		Aradacocha 3	
		Distancia De Traslado (m)	Rendimiento (m3/dia)	Distancia De Traslado (m)	Rendimiento (m3/dia)	Distancia De Traslado (m)	Rendimiento (m3/dia)
EXCAVACIÓN EN CIMENTACIÓN DEL DIQUE	Retroexcavadora 420f	35	<b>172</b>	35	<b>172</b>	30	<b>159</b>
EXCAVACIÓN DEL ALIVIADERO	Retroexcavadora 420f	30	<b>175</b>	50	<b>114</b>	35	<b>127</b>
EXCAVACIÓN HABILITACIÓN DE CANTERA	Retroexcavadora 420f	-	<b>120</b>	-	<b>150</b>	-	<b>171</b>
TRASLADO DE PIEDRA C/MAQUINA	Retroexcavadora 420f	100	<b>25</b>	100	<b>25</b>	100	<b>25</b>
TRASLADO DE MATERIAL DE CANTERA AL DIQUE	Cargador Frontal CAT 924hz	150	<b>114</b>	120	<b>138</b>	100	<b>162</b>
TRASLADO DE MATERIAL DE CANTERA AL DIQUE	Volquete 10m3	150	<b>120</b>	120	<b>130</b>	100	<b>135</b>
ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	Volquete 10m3	150	<b>184</b>	150	<b>184</b>	150	<b>184</b>
COMPACTADO DE MATERIAL	Rodillo Ingersoll Rand	-	<b>154</b>	-	<b>154</b>	-	<b>154</b>
EXCAVACIÓN DE ZANJA EN CORONA Y TALUD	Retroexcavadora 420f	-	<b>125</b>	-	<b>125</b>	-	<b>125</b>
RECOLECCIÓN E INSTALACIÓN DE CHAMPA	Retroexcavadora 420f	50	<b>220</b>	60	<b>220</b>	50	<b>220</b>

#### 4.6.2.3. Rendimientos calculados vs rendimientos obtenidos en campo

**Tabla 112: Rendimientos calculados frente a los rendimientos obtenidos de campo**

RENDIMIENTOS CALCULADOS VS RENDIMIENTOS OBTENIDOS EN CAMPO										
ACTIVIDAD	MAQUINARIA	ARADACOCHA 1			ARADACOCHA 2			ARADACOCHA 3		
		Rendimiento Calculado (m3/dia)	Rendimiento De Campo (m3/dia)	Rendimiento Promedio (m3/dia)	Rendimiento Calculado (m3/dia)	Rendimiento De Campo (m3/dia)	Rendimiento Promedio (m3/dia)	Rendimiento Calculado (m3/dia)	Rendimiento De Campo (m3/dia)	Rendimiento Promedio (m3/dia)
EXCAVACIÓN EN CIMENTACIÓN DEL DIQUE	Retroexcavadora 420F	172	173	<b>172</b>	172	180	<b>176</b>	159	157	<b>158</b>
EXCAVACIÓN DEL ALIVIADERO	Retroexcavadora 420F	175	184	<b>180</b>	114	114	<b>114</b>	127	122	<b>124</b>
EXCAVACIÓN HABILITACIÓN DE CANTERA	Retroexcavadora 420F	120	111	<b>116</b>	150	149	<b>150</b>	171	162	<b>167</b>
RECOLECCION DE PIEDRAS - MANUAL	Manual	-	3	<b>3</b>	-	3	<b>3</b>	-	3	<b>3</b>
TRASLADO DE PIEDRA C/MAQUINA	Retroexcavadora 420F	25	34	<b>30</b>	25	32	<b>29</b>	25	44	<b>35</b>
TRASLADO DE MATERIAL DE CANTERA AL DIQUE	Cargador Frontal CAT 924Hz	114	144	<b>129</b>	138	-	<b>138</b>	162	-	<b>162</b>
TRASLADO DE MATERIAL DE CANTERA AL DIQUE	Volquete 10m3	120	-	<b>120</b>	130	-	<b>130</b>	135	-	<b>135</b>
ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	Volquete 10m3	184	-	<b>184</b>	184	-	<b>184</b>	184	-	<b>184</b>
EXPLANACIÓN DE MATERIAL SUELTO	Retroexcavadora 420F	-	720	<b>720</b>	-	720	<b>720</b>	-	720	<b>720</b>
COMPACTADO DE MATERIAL	Rodillo Ingersoll Rand	154	137	<b>146</b>	154	151	<b>153</b>	154	148	<b>151</b>
EXCAVACIÓN DE ZANJA EN CORONA Y TALUD	Retroexcavadora 420F	125	125	<b>125</b>	125	-	<b>125</b>	125	125	<b>125</b>
RECOLECCIÓN E INSTALACIÓN DE CHAMPA	Retroexcavadora 420F	220	219	<b>220</b>	220	224	<b>222</b>	220	219	<b>219</b>

#### **4.7. OBTENCIÓN DE HOJAS DE CÁLCULOS PARA LOS RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA**

Se Obtuvo hojas de cálculos para las maquinarias presentes en obra, ajustados a las condiciones reales vistas en campo. Estos servirán de precedente para futuras formulaciones de proyectos de Siembra y Cosecha de agua, generados por la Unidad Ejecutora 0036-001634 “FONDO SIERRA AZUL”.

#### 4.8. RESULTADOS

Como se planteó en un inicio, los rendimientos ofrecidos por el expediente técnico, son más altos con los obtenidos en campo.

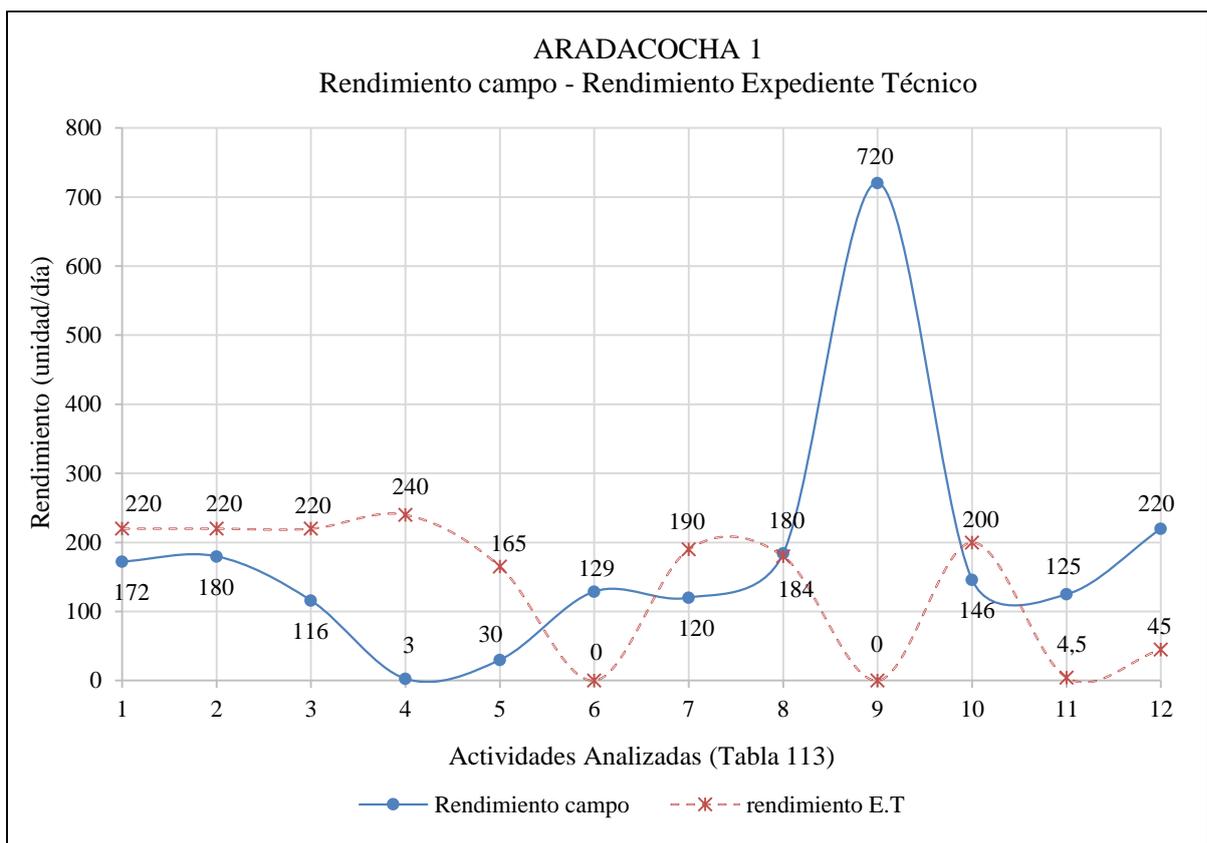
**Tabla 113: Rendimientos promedio vs Rendimientos del expediente técnico**

RENDIMIENTOS PROMEDIO VS RENDIMIENTOS DEL EXPEDIENTE TÉCNICO								
N°	ACTIVIDAD	MAQUINARIA	ARADACOCHA 1		ARADACOCHA 2		ARADACOCHA 3	
			Rendimiento Promedio (m3/día)	Rendimiento Expediente Técnico (m3/día)	Rendimiento Promedio (m3/día)	Rendimiento Expediente Técnico (m3/día)	Rendimiento Promedio (m3/día)	Rendimiento Expediente Técnico (m3/día)
01	EXCAVACIÓN EN CIMENTACIÓN DEL DIQUE	Retroexcavadora 420f	172	220	176	220	158	220
02	EXCAVACIÓN DEL ALIVIADERO	Retroexcavadora 420f	180	220	114	220	124	220
03	EXCAVACIÓN HABILITACIÓN DE CANTERA	Retroexcavadora 420f	116	220	150	220	167	220
04	RECOLECCION DE PIEDRAS - MANUAL	Manual	3	240 (Con maquinaria)	3	240 (Con maquinaria)	3	240 (Con maquinaria)
05	TRASLADO DE PIEDRA C/MAQUINA	Retroexcavadora 420f	30	165	29	165	35	165
06	TRASLADO DE MATERIAL DE CANTERA AL DIQUE	Cargador Frontal CAT 924hz	129	-	138	-	162	-
07	TRASLADO DE MATERIAL DE CANTERA AL DIQUE	Volquete 10m3	120	190	130	190	135	190
08	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	Volquete 10m3	184	180	184	180	184	180
09	EXPLANACIÓN DE MATERIAL SUELTO	Retroexcavadora 420f	720	-	720	-	720	-
10	COMPACTADO DE MATERIAL	Rodillo Ingersoll Rand	146	200	153	200	151	200
11	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN CORONA Y TALUD	Retroexcavadora 420f	125	4.5 (Manual)	125	4.5 (Manual)	125	4.5 (Manual)
12	RECOLECCIÓN E INSTALACIÓN DE CHAMPA	Retroexcavadora 420f	220	45 (Manual)	222	45 (Manual)	219	45 (Manual)

Cabe mencionar que, a partir de este punto, al referirnos al RENDIMIENTO DE CAMPO estamos señalando al RENDIMIENTO PROMEDIO, ya que este último es la media entre El Rendimiento Obtenido en Campo y el Rendimiento Calculado con las condiciones de campo (Tabla 112).

Según los resultados ofrecidos en la Tabla 113, se puede verificar que hay variaciones considerables entre los rendimientos de las maquinarias usados en la formulación del Expediente Técnico, con respecto a los rendimientos obtenidos en campo. Esta variación de rendimientos lo podemos analizar por cada una de las Qochas intervenidas:

### Aradacocha 1



**Figura 57: Rendimientos de campo vs Rendimientos ET – Aradacocha 1**

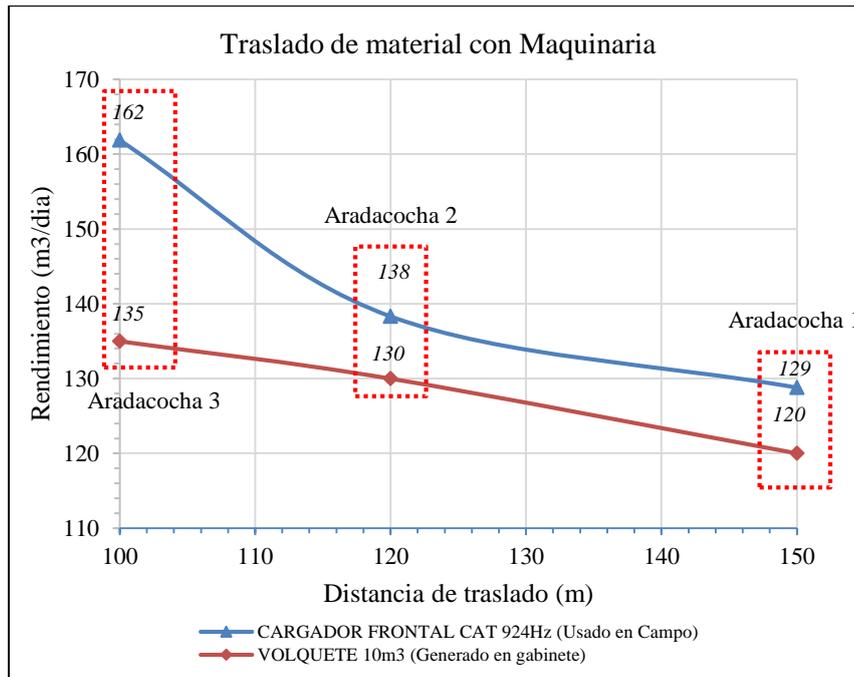
Como se aprecia en Figura 57, existe una diferencia considerable entre los rendimientos de Campo vs los Rendimientos del Expediente Técnico, para la cocha Aradacocha 1.

Se infiere que en la formulación del expediente técnico, aparentemente no se consideró las condiciones particulares por cada Qocha y se generalizó los rendimientos por igual para cada una: esto se puede apreciar para los trabajos de excavación como son las actividades N°1, 2 y 3 (Excavación en cimentación del dique, Excavación del aliviadero y Excavación habilitación de cantera), las cuales en el Expediente técnico cuentan con un rendimiento igual (para las tres actividades) de  $220\text{m}^3/\text{día}$ , sin embargo del análisis realizado en campo, se sabe que las condiciones para cada una de estas actividades son distintas, y por ende los rendimientos no pueden ser iguales.

En la actividad N° 4 (Recolección de piedras – manual) se realizó el cambio en el modo de ejecución, y en lugar de hacer el trabajo con maquinaria pesada, se realizó la actividad Manualmente. Se consideró en campo la Recolección de Piedras de manera Manual, ya que no se contaba con una cantera de rocas como tal, y es por ello que se procedió a Recolectar manualmente las rocas que se encontraban esparcidas alrededor del baso de la Qocha. Es por ello el gran desfase entre los rendimientos obtenidos en campo vs los rendimientos del ET.

Para la actividad N°5 (Traslado de piedra c/maquina), en campo no se daba las condiciones necesarias para realizar dicha actividad con las maquinarias ofrecidas por el Expediente técnico (Retro excavadora y Volquete) por ende el traslado de piedras se realizó solo con la Retroexcavadora. Por ello vemos una disminución en el rendimiento de  $240\text{m}^3/\text{día}$  a  $30\text{m}^3/\text{día}$ .

En la actividad N°6 (Traslado de material de cantera al dique con Cargador Frontal), se puede apreciar que esta, no está contemplada en el Expediente Técnico; sin embargo, en campo no se hizo uso del Volquete para el traslado del material, debido a que las distancias eran cortas (entre la cantera y el dique) y las condiciones no eran las adecuadas para obtener rendimientos considerables. Esto último se puede apreciar a detalle en la Figura 58, donde se puede observar que para distancias cortas, el cargador frontal ofrece mayores rendimientos en comparación con el Volquete. Es por ello que para el traslado del material, se hizo uso de un Cargador Frontal, obtenido así un rendimiento de  $129\text{m}^3/\text{día}$ .



**Figura 58: Rendimiento vs Distancia, para el Cargador Frontal vs Volquete**

La actividad N°7 (Traslado de material de cantera al dique con Volquete), no se realizó en campo, sin embargo, se hizo la simulación de esta, con las condiciones presentadas en obra; es así que se observa que, en la simulación, se obtiene un rendimiento de 120m³/día, sin embargo, el expediente técnico muestra un rendimiento de 190m³/día.

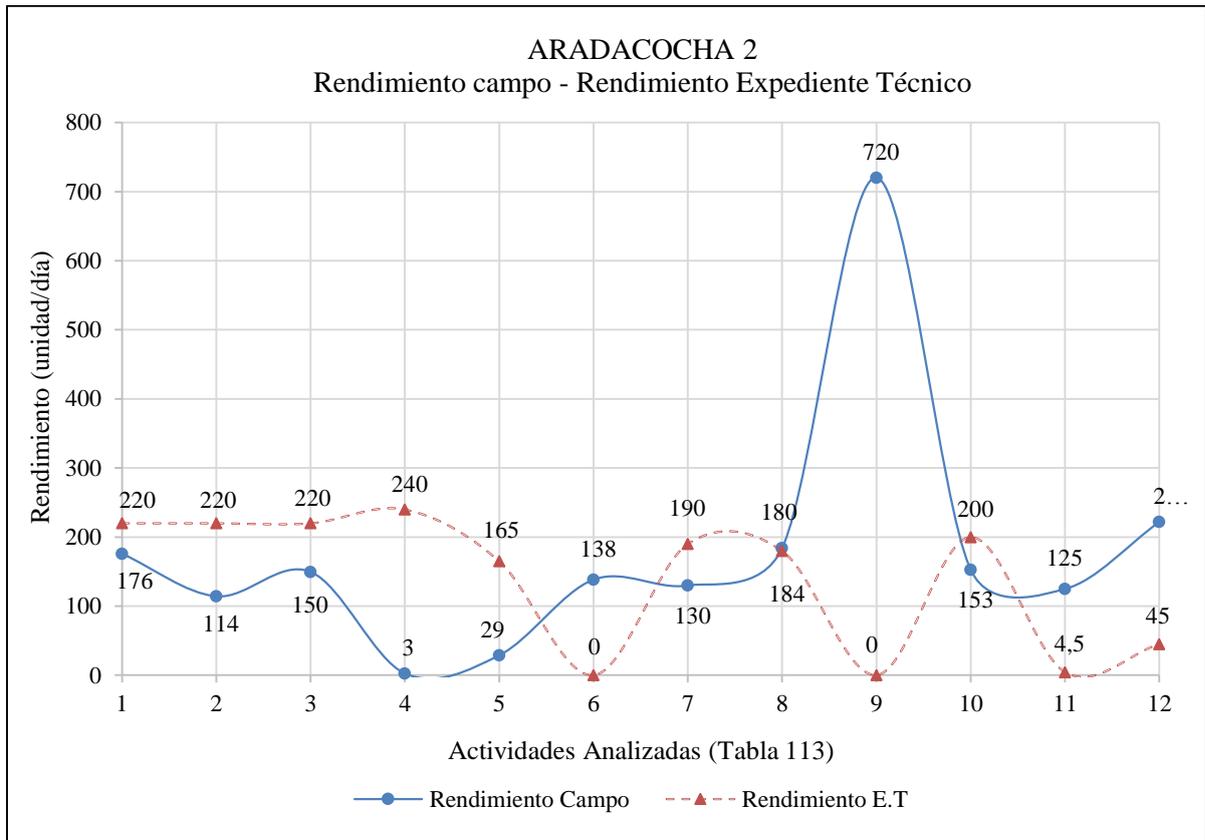
La actividad N°8 (Eliminación de material excedente con Volquete), no se realizó en campo, ya que se contaba con un botadero próximo al dique, sin embargo, para los fines de análisis se procedió con la simulación de la Eliminación de material Excedente con el volquete de 10m³ de capacidad para una distancia de 150m, obteniendo así un rendimiento de 184m³/día, el cual no dista mucho del rendimiento propuesto en el expediente técnico (180m³/día).

La actividad N°9 (Explanación de material suelto con Retroexcavadora) se realizó en campo, obteniendo un rendimiento de 720 m³/día. Esta actividad no está contemplada en el expediente técnico, sin embargo, se propone agregarla a la Partida de “RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA”, ya que es necesaria previa a la compactación y conformación del dique.

La actividad N°10 (Compactado De Material – Conformación del Dique), se realizó en campo con el uso de un Rodillo Ingersoll Rand de 5Tn, y por las condiciones de campo se obtuvo un rendimiento de 146 m<sup>3</sup>/día, sin embargo, en el Expediente Técnico se muestra rendimientos de 200 m<sup>3</sup>/día. Cabe señalar que el rendimiento es más bajo, debido a que en campo se tiene que esperar un tiempo determinado para que se realice la actividad de Explanación de material suelto con Retroexcavadora, y en ese tiempo el Rodillo se encuentra detenido, provocando así una disminución en su rendimiento. No se pudo trabajar en dos actividades a la par (Compactado De Material – Conformación del Dique y Explanación de material suelto con Retroexcavadora) ya que el ancho del Dique en conformación es relativamente angosto y por ende no permitiría el trabajo a la par de ambas actividades, ya que las maquinarias se estorbarían.

Cabe mencionar, que en las actividades N°11 y 12 (excavación de zanja en corona y talud Y Recolección e instalación de champa), se cambió en el modo de ejecución, y en lugar de hacer el trabajo de manera manual, se realizó la actividad con maquinaria pesada. Es por ende que se aprecia el desfase entre los rendimientos obtenidos en campo vs los rendimientos ofrecidos por el Expediente técnico.

## Aradacocho 2



**Figura 59: Rendimientos de campo vs Rendimientos ET – Aradacocho 2**

Como se aprecia en Figura 59, existe una diferencia considerable entre los rendimientos de Campo vs los Rendimientos del Expediente Técnico, para la cocha Aradacocho 2.

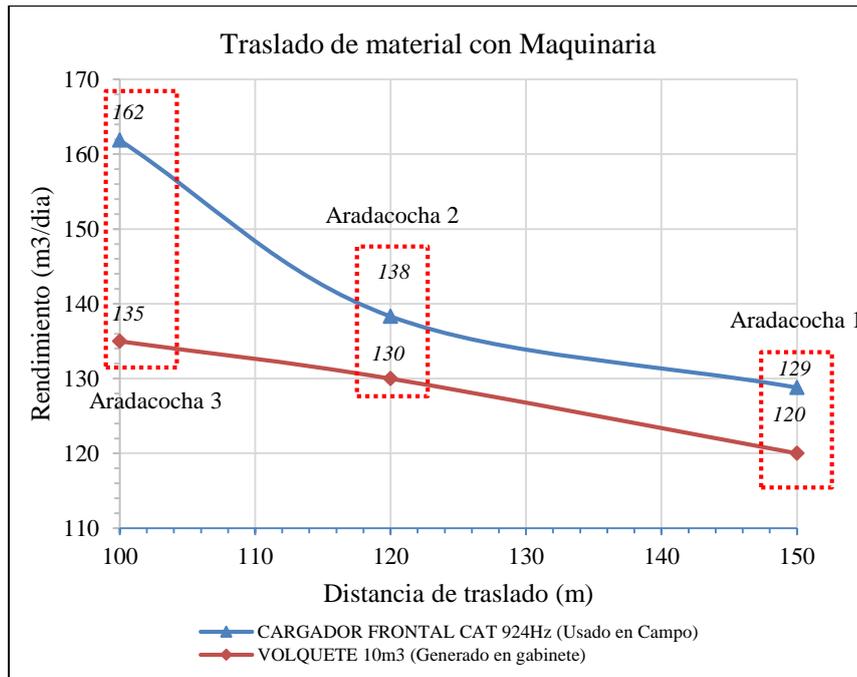
Se infiere que en la formulación del expediente técnico, aparentemente no se consideró las condiciones particulares por cada Qocha y se generalizó los rendimientos por igual para cada una: esto se puede apreciar para los trabajos de excavación como son las actividades N°1, 2 y 3 (Excavación en cimentación del dique, Excavación del aliviadero y Excavación habilitación de cantera), las cuales en el Expediente técnico cuentan con un rendimiento igual (para las tres actividades) de 220m<sup>3</sup>/día, sin embargo del análisis realizado en campo, se sabe que las condiciones para cada una de estas actividades son distintas, y por ende los rendimientos no pueden ser iguales.

En la actividad N° 4 (Recolección de piedras – manual) se realizó el cambio en el modo de

ejecución, y en lugar de hacer el trabajo con maquinaria pesada, se realizó la actividad Manualmente. Se consideró en campo la Recolección de Piedras de manera Manual, ya que no se contaba con una cantera de rocas como tal, y es por ello que se procedió a Recolectar manualmente las rocas que se encontraban esparcidas alrededor del baso de la Qocha. Es por ello el gran desfase entre los rendimientos obtenidos en campo vs los rendimientos del ET.

Para la actividad N°5 (Traslado de piedra c/maquina), en campo no se daba las condiciones necesarias para realizar dicha actividad con las maquinarias ofrecidas por el Expediente técnico (Retro excavadora y Volquete) por ende el traslado de piedras se realizó solo con la Retroexcavadora. Por ello vemos una disminución en el rendimiento de 240m<sup>3</sup>/día a 29 m<sup>3</sup>/día.

En la actividad N°6 (Traslado de material de cantera al dique con Cargador Frontal), se puede apreciar que esta, no está contemplada en el Expediente Técnico; sin embargo, en campo no se hizo uso del Volquete para el traslado del material, debido a que las distancias eran cortas (entre la cantera y el dique) y las condiciones no eran las adecuadas para obtener rendimientos considerables. Esto último se puede apreciar a detalle en la Figura 58, donde se puede observar que para distancias cortas, el cargador frontal ofrece mayores rendimientos en comparación con el Volquete. Es por ello que para el traslado del material, se hizo uso de un Cargador Frontal, obtenido así un rendimiento de 138m<sup>3</sup>/día.



**Figura 60: Rendimiento vs Distancia, para el Cargador Frontal vs Volquete**

La actividad N°7 (Traslado de material de cantera al dique con Volquete), no se realizó en campo, sin embargo, se hizo la simulación de esta, con las condiciones presentadas en obra; es así que se observa que, en la simulación, se obtiene un rendimiento de  $130\text{m}^3/\text{día}$ , sin embargo, el expediente técnico muestra un rendimiento de  $190\text{m}^3/\text{día}$ .

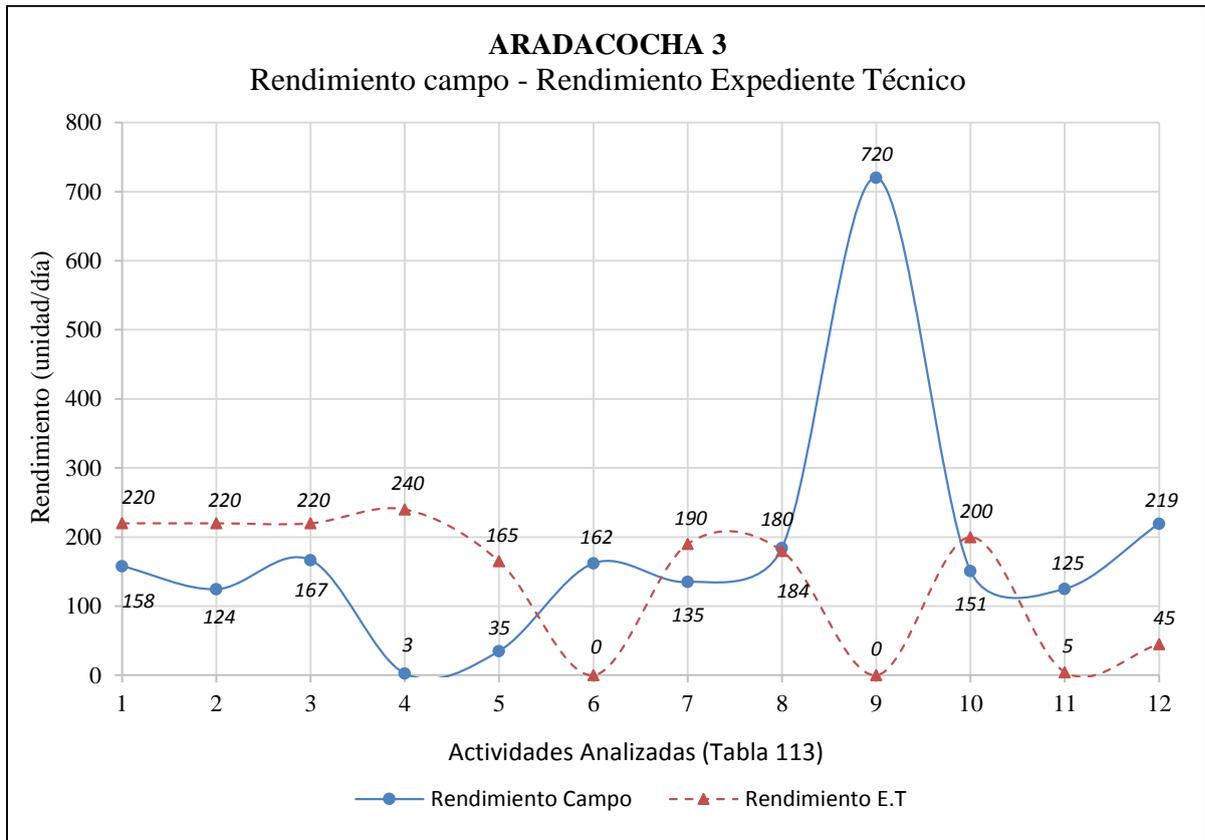
La actividad N°8 (Eliminación de material excedente con Volquete), no se realizó en campo, ya que se contaba con un botadero próximo al dique, sin embargo, para los fines de análisis se procedió con la simulación de la Eliminación de material Excedente con el volquete de  $10\text{m}^3$  de capacidad para una distancia de  $150\text{m}$ , obteniendo así un rendimiento de  $184\text{m}^3/\text{día}$ , el cual no dista mucho del rendimiento propuesto en el expediente técnico ( $180\text{m}^3/\text{día}$ ).

La actividad N°9 (Explanación de material suelto con Retroexcavadora) se realizó en campo, obteniendo un rendimiento de  $720\text{m}^3/\text{día}$ . Esta actividad no está contemplada en el expediente técnico, sin embargo, se propone agregarla a la Partida de “RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA”, ya que es necesaria previa a la compactación y conformación del dique.

La actividad N°10 (Compactado De Material – Conformación del Dique), se realizó en campo con el uso de un Rodillo Ingersoll Rand de 5Tn, y por las condiciones de campo se obtuvo un rendimiento de 153 m<sup>3</sup>/día, sin embargo, en el Expediente Técnico se muestra rendimientos de 200 m<sup>3</sup>/día. Cabe señalar que el rendimiento es más bajo, debido a que en campo se tiene que esperar un tiempo determinado para que se realice la actividad de Explanación de material suelto con Retroexcavadora, y en ese tiempo el Rodillo se encuentra detenido, provocando así una disminución en su rendimiento. No se pudo trabajar en dos actividades a la par (Compactado De Material – Conformación del Dique y Explanación de material suelto con Retroexcavadora) ya que el ancho del Dique en conformación es relativamente angosto y por ende no permitiría el trabajo a la par de ambas actividades, ya que las maquinarias se estorbarían.

Cabe mencionar, que en las actividades N°11 y 12 (excavación de zanja en corona y talud Y Recolección e instalación de champa), se cambió en el modo de ejecución, y en lugar de hacer el trabajo de manera manual, se realizó la actividad con maquinaria pesada. Es por ende que se aprecia el desfase entre los rendimientos obtenidos en campo vs los rendimientos ofrecidos por el Expediente técnico.

### Aradacocho 3



**Figura 61: Rendimientos de campo vs Rendimientos ET – Aradacocho 3**

Como se aprecia en Figura 61, existe una diferencia considerable entre los rendimientos de Campo vs los Rendimientos del Expediente Técnico, para la cocha Aradacocho 3.

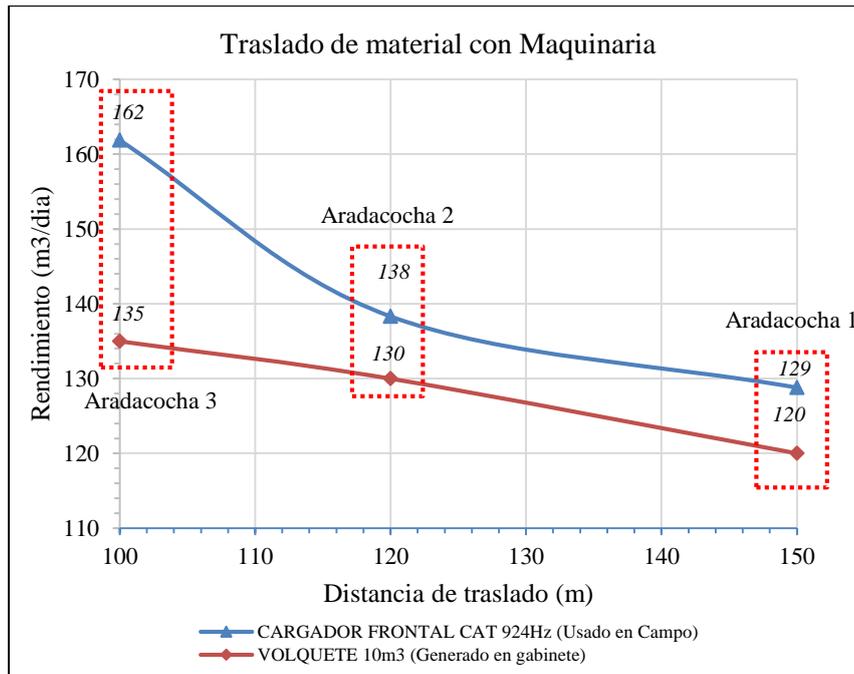
Se infiere que en la formulación del expediente técnico, aparentemente no se consideró las condiciones particulares por cada Qocha y se generalizó los rendimientos por igual para cada una: esto se puede apreciar para los trabajos de excavación como son las actividades N°1, 2 y 3 (Excavación en cimentación del dique, Excavación del aliviadero y Excavación habilitación de cantera), las cuales en el Expediente técnico cuentan con un rendimiento igual (para las tres actividades) de 220m<sup>3</sup>/día, sin embargo del análisis realizado en campo, se sabe que las condiciones para cada una de estas actividades son distintas, y por ende los rendimientos no pueden ser iguales.

En la actividad N° 4 (Recolección de piedras – manual) se realizó el cambio en el modo de

ejecución, y en lugar de hacer el trabajo con maquinaria pesada, se realizó la actividad Manualmente. Se consideró en campo la Recolección de Piedras de manera Manual, ya que no se contaba con una cantera de rocas como tal, y es por ello que se procedió a Recolectar manualmente las rocas que se encontraban esparcidas alrededor del vaso de la Qocha. Es por ello el gran desfase entre los rendimientos obtenidos en campo vs los rendimientos del ET.

Para la actividad N°5 (Traslado de piedra c/maquina), en campo no se daba las condiciones necesarias para realizar dicha actividad con las maquinarias ofrecidas por el Expediente técnico (Retro excavadora y Volquete) por ende el traslado de piedras se realizó solo con la Retroexcavadora. Por ello vemos una disminución en el rendimiento de 240m<sup>3</sup>/día a 35 m<sup>3</sup>/día.

En la actividad N°6 (Traslado de material de cantera al dique con Cargador Frontal), se puede apreciar que esta, no está contemplada en el Expediente Técnico; sin embargo, en campo no se hizo uso del Volquete para el traslado del material, debido a que las distancias eran cortas (entre la cantera y el dique) y las condiciones no eran las adecuadas para obtener rendimientos considerables. Esto último se puede apreciar a detalle en la Figura 58, donde se puede observar que para distancias cortas, el cargador frontal ofrece mayores rendimientos en comparación con el Volquete. Es por ello que para el traslado del material, se hizo uso de un Cargador Frontal, obtenido así un rendimiento de 162m<sup>3</sup>/día.



**Figura 62: Rendimiento vs Distancia, para el Cargador Frontal vs Volquete**

La actividad N°7 (Traslado de material de cantera al dique con Volquete), no se realizó en campo, sin embargo, se hizo la simulación de esta, con las condiciones presentadas en obra; es así que se observa que, en la simulación, se obtiene un rendimiento de 135m<sup>3</sup>/día, sin embargo, el expediente técnico muestra un rendimiento de 190m<sup>3</sup>/día.

La actividad N°8 (Eliminación de material excedente con Volquete), no se realizó en campo, ya que se contaba con un botadero próximo al dique, sin embargo, para los fines de análisis se procedió con la simulación de la Eliminación de material Excedente con el volquete de 10m<sup>3</sup> de capacidad para una distancia de 150m, obteniendo así un rendimiento de 184m<sup>3</sup>/día, el cual no dista mucho del rendimiento propuesto en el expediente técnico (180m<sup>3</sup>/día).

La actividad N°9 (Explanación de material suelto con Retroexcavadora) se realizó en campo, obteniendo un rendimiento de 720 m<sup>3</sup>/día. Esta actividad no está contemplada en el expediente técnico, sin embargo, se propone agregarla a la Partida de “RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA”, ya que es necesaria previa a la compactación y conformación del dique.

La actividad N°10 (Compactado De Material – Conformación del Dique), se realizó en campo con el uso de un Rodillo Ingersoll Rand de 5Tn, y por las condiciones de campo se obtuvo un rendimiento de 151 m<sup>3</sup>/día, sin embargo, en el Expediente Técnico se muestra rendimientos de 200 m<sup>3</sup>/día. Cabe señalar que el rendimiento es más bajo, debido a que en campo se tiene que esperar un tiempo determinado para que se realice la actividad de Explanación de material suelto con Retroexcavadora, y en ese tiempo el Rodillo se encuentra detenido, provocando así una disminución en su rendimiento. No se pudo trabajar en dos actividades a la par (Compactado De Material – Conformación del Dique y Explanación de material suelto con Retroexcavadora) ya que el ancho del Dique en conformación es relativamente angosto y por ende no permitiría el trabajo a la par de ambas actividades, ya que las maquinarias se estorbarían.

Cabe mencionar, que en las actividades N°11 y 12 (excavación de zanja en corona y talud Y Recolección e instalación de champa), se cambió en el modo de ejecución, y en lugar de hacer el trabajo de manera manual, se realizó la actividad con maquinaria pesada. Es por ende que se aprecia el desfase entre los rendimientos obtenidos en campo vs los rendimientos ofrecidos por el Expediente técnico.

#### **4.8.1. Conformación del Análisis de Costos Unitarios (ACU) con los rendimientos de campo**

En base a lo visto anteriormente, se realizó la conformación del Análisis de Costos Unitarios (ACU) para las partidas de mayor incidencia económica y por ende a las que estén vinculadas al uso de maquinaria pesada. Como lo visto en el capítulo anterior, las partidas vinculadas al uso de maquinaria pesada y por ende de mayor incidencia económica, se encuentran en las actividades de Conformación de Dique y construcción de Aliviadero de Demasías es por ello que se generó Costos Unitarios para las tres Cochas (Aradacocha 1, 2 y 3), haciendo uso del promedio de los rendimientos obtenidos en campo y los rendimientos calculados de acuerdo a las características de la zona.

Con estos rendimientos se procederá a elaborar el análisis de costos y presupuestos, con el Software Costos y Presupuestos S10. Posteriormente se realizará una comparativa entre los costos presentados en el expediente técnico y los costos generados en la ejecución de la obra:

## A. Conformación de dique

- **Partidas - movimiento de tierra**
  - Excavación de material suelto c/maquinaria

### Aradacocho 1

**Tabla 114: ACU – Excavación de material suelto c/maquinaria – Aradacocho 1**

Partida	01.02.01.02	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 172.0000	EQ. 172.0000	Costo unitario directo por : m3			6.56
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0465	10.63	0.49	0.49
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.49	0.02	0.02
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0465	130.00	6.05	6.07
							<b>6.07</b>

### Aradacocho 2

**Tabla 115: ACU – Excavación de material suelto c/maquinaria – Aradacocho 2**

Partida	01.02.01.02	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 176.0000	EQ. 176.0000	Costo unitario directo por : m3			6.42
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0455	10.63	0.48	0.48
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.48	0.02	0.02
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0455	130.00	5.92	5.94
							<b>5.94</b>

### Aradacocho 3

**Tabla 116: ACU – Excavación de material suelto c/maquinaria – Aradacocho 3**

Partida	01.02.01.02	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 158.0000	EQ. 158.0000	Costo unitario directo por : m3			7.15
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0506	10.63	0.54	0.54
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.54	0.03	0.03
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0506	130.00	6.58	6.61
							<b>6.61</b>

- Excavación de material compactado c/maq.

## Aradacocho 1

**Tabla 117: ACU – Excavación de material Compactado c/maquinaria– Aradacocho 1**

Partida	01.02.01.03	EXCAVACION DE MATERIAL COMPACTADO C/MAQ.					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 125.0000	EQ. 125.0000	Costo unitario directo por : m3			8.91
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0640	8.75	0.56	<b>0.56</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.56	0.03	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0640	130.00	8.32	
							<b>8.35</b>

## Aradacocho 2

**Tabla 118: ACU – Excavación de material Compactado c/maquinaria– Aradacocho 2**

Partida	01.02.01.03	EXCAVACION DE MATERIAL COMPACTADO C/MAQ.					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 125.0000	EQ. 125.0000	Costo unitario directo por : m3			8.91
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0640	8.75	0.56	<b>0.56</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.56	0.03	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0640	130.00	8.32	
							<b>8.35</b>

## Aradacocho 3

**Tabla 119: ACU – Excavación de material Compactado c/maquinaria– Aradacocho 3**

Partida	01.02.01.03	EXCAVACION DE MATERIAL COMPACTADO C/MAQ.					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 125.0000	EQ. 125.0000	Costo unitario directo por : m3			8.91
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0640	8.75	0.56	<b>0.56</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.56	0.03	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0640	130.00	8.32	
							<b>8.35</b>

- Relleno compactado con material préstamo c/maquinaria.

## Aradacochoa 1

**Tabla 120: ACU – Relleno compactado con material de préstamo c/maquinaria – Aradacochoa 1**

Partida	01.02.01.05 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA.						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 146.0000	EQ. 146.0000	Costo unitario directo por : m3			46.89
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0548	10.63	0.58	
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.1644	8.75	1.44	
<b>2.02</b>							
<b>Materiales</b>							
0290130022	AGUA	m3		0.0500	13.00	0.65	
<b>0.65</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2.02	0.10	
03011000060006	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 2 ton INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0548	130.00	7.12	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0548	130.00	7.12	
<b>14.34</b>							
<b>Subpartidas</b>							
010104010930	EXPLANACIÓN DE MATERIAL SUELTO EN CUERPO DE DIQUE	m3		1.0000	1.69	1.69	
010303030306	EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA CUERPO DE DIQUE	m3		1.0000	10.24	10.24	
010313040317	TRASLADO DE MATERIAL AL CUERPO DE DIQUE < 500 M	m3		1.0000	17.95	17.95	
<b>29.88</b>							

**Tabla 121: SUB ACU – Explanación de material suelto en cuerpo de Dique – Aradacochoa 1**

Partida	(010104010930-0102107-01) EXPLANACIÓN DE MATERIAL SUELTO EN CUERPO DE DIQUE						
Rendimiento	m3/DIA	MO.720.00	EQ.720.00	Costo unitario directo por : m3			1.69
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0056	10.63	0.06	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0222	8.75	0.19	
<b>0.25</b>							
<b>Equipos</b>							
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0111	130.00	1.44	
<b>1.44</b>							

**Tabla 122: SUB ACU -Extracción de material de préstamo para cuerpo de Dique – Aradacochoa 1**

Partida	(010303030306-0102107-01) EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA CUERPO DE DIQUE						
Rendimiento	m3/DIA	MO.116.00	EQ.116.00	Costo unitario directo por : m3			10.24
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1379	8.75	1.21	
<b>1.21</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.21	0.06	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0690	130.00	8.97	
<b>9.03</b>							

**Tabla 123: SUB ACU – Traslado de material al cuerpo de Dique <500m -Aradacochoa 1**

Partida	(010313040317-0102107-01) TRASLADO DE MATERIAL AL CUERPO DE DIQUE < 500 M						
Rendimiento	m3/DIA	MO.120.00	EQ.120.00	Costo unitario directo por : m3			17.95
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0667	8.75	0.58	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.58	0.03	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0667	130.00	8.67	
03011800010009	VOLQUETE 10 M3 INCL. OPERADOR Y COMBUSTIBLE	hm	1.0000	0.0667	130.00	8.67	
							<b>17.37</b>

**Aradacochoa 2**

**Tabla 124: ACU – Relleno compactado con material de préstamo c/maquinaria – Aradacochoa 2**

Partida	01.02.01.05 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA.						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 153.0000	EQ. 153.0000	Costo unitario directo por : m3			42.45
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0523	10.63	0.56	
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.1569	8.75	1.37	
							<b>1.93</b>
<b>Materiales</b>							
0290130022	AGUA	m3		0.0500	13.00	0.65	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.93	0.10	
03011000060006	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 2 ton INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0523	130.00	6.80	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0523	130.00	6.80	
							<b>13.70</b>
<b>Subpartidas</b>							
010104010930	EXPLANACIÓN DE MATERIAL SUELTO EN CUERPO DE DIQUE	m3		1.0000	1.69	1.69	
010303030306	EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA CUERPO DE DIQUE	m3		1.0000	7.91	7.91	
010313040317	TRASLADO DE MATERIAL AL CUERPO DE DIQUE < 500 M	m3		1.0000	16.57	16.57	
							<b>26.17</b>

**Tabla 125: SUB ACU – Explanación de material suelto en cuerpo de Dique – Aradacochoa 2**

Partida	(010104010930-0102107-01) EXPLANACIÓN DE MATERIAL SUELTO EN CUERPO DE DIQUE						
Rendimiento	m3/DIA	MO.720.00	EQ.720.00	Costo unitario directo por : m3			1.69
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0056	10.63	0.06	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0222	8.75	0.19	
							<b>0.25</b>
<b>Equipos</b>							
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0111	130.00	1.44	
							<b>1.44</b>

**Tabla 126: SUB ACU-Extracción de material de préstamo para cuerpo de Dique – Aradacocho 2**

Partida	(010303030306-0102107-02) EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA CUERPO DE DIQUE						
Rendimiento	m3/DIA	MO.150.00	EQ.150.00	Costo unitario directo por : m3			7.91
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1067	8.75	0.93	
							<b>0.93</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.93	0.05	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0533	130.00	6.93	
							<b>6.98</b>

**Tabla 127: SUB ACU–Traslado de material al cuerpo de Dique <500m – Aradacocho 2**

Partida	(010313040317-0102107-02) TRASLADO DE MATERIAL AL CUERPO DE DIQUE < 500 M						
Rendimiento	m3/DIA	MO.130.00	EQ.130.00	Costo unitario directo por : m3			16.57
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0615	8.75	0.54	
							<b>0.54</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.54	0.03	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0615	130.00	8.00	
03011800010009	VOLQUETE 10 M3 INCL. OPERADOR Y COMBUSTIBLE	hm	1.0000	0.0615	130.00	8.00	
							<b>16.02</b>

### Aradacocho 3

**Tabla 128: ACU – Relleno compactado con material de préstamo c/maquinaria – Aradacocho 3**

Partida	01.02.01.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA.					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 151.0000	EQ. 151.0000	Costo unitario directo por : m3			41.25
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0530	10.63	0.56	
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.1589	8.75	1.39	
							<b>1.95</b>
<b>Materiales</b>							
0290130022	AGUA	m3		0.0500	13.00	0.65	
							<b>0.65</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.95	0.10	
03011000060006	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 2 ton INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0530	130.00	6.89	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0530	130.00	6.89	
							<b>13.88</b>
<b>Subpartidas</b>							
010104010930	EXPLANACIÓN DE MATERIAL SUELTO EN CUERPO DE DIQUE	m3		1.0000	1.69	1.69	
010303030306	EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA CUERPO DE DIQUE	m3		1.0000	7.11	7.11	
010313040317	TRASLADO DE MATERIAL AL CUERPO DE DIQUE < 500 M	m3		1.0000	15.97	15.97	
							<b>24.77</b>

**Tabla 129: SUB ACU – Explanación de material suelto en cuerpo de Dique – Aradacocho 3**

Partida		(010104010930-0102107-01) EXPLANACIÓN DE MATERIAL SUELTO EN CUERPO DE DIQUE						
Rendimiento	m3/DIA	MO.720.00	EQ.720.00	Costo unitario directo por : m3			1.69	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	0.0056	10.63	0.06	
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0222	8.75	0.19	
		<b>Equipos</b>						
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB		hm	1.0000	0.0111	130.00	1.44	
							<b>1.44</b>	

**Tabla 130: SUB ACU - Extracción de material de préstamo para cuerpo de Dique – Aradacocho 3**

Partida		(010303030306-0102107-04) EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA CUERPO DE DIQUE						
Rendimiento	m3/DIA	MO.167.00	EQ.167.00	Costo unitario directo por : m3			7.11	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0958	8.75	0.84	
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.84	0.04	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB		hm	1.0000	0.0479	130.00	6.23	
							<b>6.27</b>	

**Tabla 131: SUB ACU – Traslado de material al cuerpo de Dique <500m – Aradacocho 2**

Partida		(010313040317-0102107-04) TRASLADO DE MATERIAL AL CUERPO DE DIQUE < 500 M						
Rendimiento	m3/DIA	MO.135.00	EQ.135.00	Costo unitario directo por : m3			15.97	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0593	8.75	0.52	
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.52	0.03	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB		hm	1.0000	0.0593	130.00	7.71	
03011800010009	VOLQUETE 10 M3 INCL. OPERADOR Y COMBUSTIBLE		hm	1.0000	0.0593	130.00	7.71	
							<b>15.44</b>	

– Conformación de espaldón con piedra

## Aradacochoa 1

**Tabla 132: ACU – Conformación de espaldón con piedra – Aradacochoa 1**

Partida	01.02.01.08 CONFORMACION DE ESPALDON CON PIEDRA						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m3			98.66
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	10.63	2.84	
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.8000	8.75	7.00	
	<b>9.84</b>						
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9.84	0.30	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	0.5000	0.1333	130.00	17.33	
	<b>17.63</b>						
	<b>Subpartidas</b>						
010303030307	EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE PIEDRA PARA ESPALDON	m3		1.0000	24.50	24.50	
010313040319	TRASLADO DE PIEDRA C/MAQ D < 500 M	m3		1.0000	46.69	46.69	
	<b>71.19</b>						

**Tabla 133: SUB ACU – Extracción y Acopio de Piedra para espaldón – Aradacochoa 1**

Partida	(010303030307-0102107-02) EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE PIEDRA PARA ESPALDON						
Rendimiento	m3/DIA	MO.15.00	EQ.15.00	Costo unitario directo por : m3			24.50
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	5.0000	2.6667	8.75	23.33	
	<b>23.33</b>						
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	23.33	1.17	
	<b>1.17</b>						

**Tabla 134: SUB ACU – Traslado de Piedra c/maq D<500m – Aradacochoa 1**

Partida	(010313040319-0102107-01) TRASLADO DE PIEDRA C/MAQ D < 500 M						
Rendimiento	m3/DIA	MO.30.00	EQ.30.00	Costo unitario directo por : m3			46.69
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	5.0000	1.3333	8.75	11.67	
	<b>11.67</b>						
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.67	0.35	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.2667	130.00	34.67	
	<b>35.02</b>						

## Aradacocho 2

**Tabla 135: ACU – Conformación de espaldón con piedra – Aradacocho 2**

Partida	01.02.01.08	CONFORMACION DE ESPALDON CON PIEDRA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m3		100.27	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	10.63	2.84	
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.8000	8.75	7.00	
	<b>9.84</b>						
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9.84	0.30	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	0.5000	0.1333	130.00	17.33	
	<b>17.63</b>						
	<b>Subpartidas</b>						
010303030307	EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE PIEDRA PARA ESPALDON	m3		1.0000	24.50	24.50	
010313040319	TRASLADO DE PIEDRA C/MAQ D < 500 M	m3		1.0000	48.30	48.30	
	<b>72.80</b>						

**Tabla 136: SUB ACU – Extracción y Acopio de Piedra para espaldón – Aradacocho 2**

Partida	(010303030307-0102107-02) EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE PIEDRA PARA ESPALDON					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 15.00	EQ. 15.00	Costo unitario directo por : m3		24.50
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010005	PEON	hh	5.0000	2.6667	8.75	23.33
	<b>23.33</b>					
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	23.33	1.17
	<b>1.17</b>					

**Tabla 137: SUB ACU – Traslado de Piedra c/maq D<500m – Aradacocho 2**

Partida	(010313040319-0102107-02) TRASLADO DE PIEDRA C/MAQ D < 500 M					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 29.00	EQ. 29.00	Costo unitario directo por : m3		48.30
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010005	PEON	hh	5.0000	1.3793	8.75	12.07
	<b>12.07</b>					
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	12.07	0.36
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.2759	130.00	35.87
	<b>36.23</b>					

### Aradacochoa 3

**Tabla 138: ACU – Conformación de espaldón con piedra – Aradacochoa 3**

Partida	01.02.01.08 CONFORMACION DE ESPALDON CON PIEDRA						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m3			91.99
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	10.63	2.84	
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.8000	8.75	7.00	
	<b>9.84</b>						
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9.84	0.30	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	0.5000	0.1333	130.00	17.33	
	<b>17.63</b>						
	<b>Subpartidas</b>						
010303030307	EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE PIEDRA PARA ESPALDON	m3		1.0000	24.50	24.50	
010313040319	TRASLADO DE PIEDRA C/MAQ D < 500 M	m3		1.0000	40.02	40.02	
	<b>64.52</b>						

**Tabla 139: SUB ACU – Extracción y Acopio de Piedra para espaldón – Aradacochoa 3**

Partida	(010303030307-0102107-02) EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE PIEDRA PARA ESPALDON						
Rendimiento	m3/DIA	MO.15.00	EQ.15.00	Costo unitario directo por : m3			24.50
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	5.0000	2.6667	8.75	23.33	
	<b>23.33</b>						
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	23.33	1.17	
	<b>1.17</b>						

**Tabla 140: SUB ACU – Traslado de Piedra c/maq D<500m – Aradacochoa 3**

Partida	(010313040319-0102107-02) TRASLADO DE PIEDRA C/MAQ D < 500 M						
Rendimiento	m3/DIA	MO.35.00	EQ.35.00	Costo unitario directo por : m3			40.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	5.0000	1.1429	8.75	10.00	
	<b>10.00</b>						
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.00	0.30	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.2286	130.00	29.72	
	<b>30.02</b>						

- Protección de corona (champa u otro material)

## Aradacocho 1

**Tabla 141: ACU - Protección de Corona (Champa) – Aradacocho 1**

Partida	01.02.01.09	PROTECCION DE CORONA (CHAMPA U OTRO MATERIAL)						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 220.0000	EQ. 220.0000	Costo unitario directo por : m2			6.26	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0182	10.63	0.19		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.1455	8.75	1.27		
							<b>1.46</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.46	0.07		
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0364	130.00	4.73		
							<b>4.80</b>	

## Aradacocho 2

**Tabla 142: ACU - Protección de Corona (Champa) – Aradacocho 2**

Partida	01.02.01.09	PROTECCION DE CORONA (CHAMPA U OTRO MATERIAL)						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 222.0000	EQ. 222.0000	Costo unitario directo por : m2			6.20	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0180	10.63	0.19		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.1441	8.75	1.26		
							<b>1.45</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.45	0.07		
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0360	130.00	4.68		
							<b>4.75</b>	

## Aradacocho 3

**Tabla 143: ACU - Protección de Corona (Champa) – Aradacocho 3**

Partida	01.02.01.09	PROTECCION DE CORONA (CHAMPA U OTRO MATERIAL)						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 219.0000	EQ. 219.0000	Costo unitario directo por : m2			6.29	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0183	10.63	0.19		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.1461	8.75	1.28		
							<b>1.47</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.47	0.07		
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0365	130.00	4.75		
							<b>4.82</b>	

- Eliminación de material excedente  $d < 500$  m

## Aradacocho 1

**Tabla 144: Eliminación de material Excedente D<500m – Aradacocho 1**

Partida	01.02.01.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 184.0000	EQ. 184.0000			Costo unitario directo por : m3		11.71
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.0435	8.75	0.38
								<b>0.38</b>
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	0.38	0.01
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB			hm	1.0000	0.0435	130.00	5.66
03011800010009	VOLQUETE 10 M3 INCL. OPERADOR Y COMBUSTIBLE			hm	1.0000	0.0435	130.00	5.66
								<b>11.33</b>

## Aradacocho 2

**Tabla 145: Eliminación de material Excedente D<500m – Aradacocho 2**

Partida	01.02.01.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 184.0000	EQ. 184.0000			Costo unitario directo por : m3		11.71
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.0435	8.75	0.38
								<b>0.38</b>
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	0.38	0.01
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB			hm	1.0000	0.0435	130.00	5.66
03011800010009	VOLQUETE 10 M3 INCL. OPERADOR Y COMBUSTIBLE			hm	1.0000	0.0435	130.00	5.66
								<b>11.33</b>

## Aradacocho 3

**Tabla 146: Eliminación de material Excedente D<500m – Aradacocho 3**

Partida	01.02.01.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 184.0000	EQ. 184.0000			Costo unitario directo por : m3		11.71
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.0435	8.75	0.38
								<b>0.38</b>
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	0.38	0.01
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB			hm	1.0000	0.0435	130.00	5.66
03011800010009	VOLQUETE 10 M3 INCL. OPERADOR Y COMBUSTIBLE			hm	1.0000	0.0435	130.00	5.66
								<b>11.33</b>

## B. Aliviadero de demasías

- **Partidas - movimiento de tierra**
  - Excavación de material suelto c/maquinaria

### Aradacocho 1

**Tabla 147: ACU – Excavación de material suelto c/maquinaria en Aliviadero – Aradacocho 1**

Partida	01.04.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 180.0000	EQ. 180.0000	Costo unitario directo por : m3			6.26
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0444	10.63	0.47	
						<b>0.47</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.47	0.02	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0444	130.00	5.77	
						<b>5.79</b>	

### Aradacocho 2

**Tabla 148: ACU – Excavación de material suelto c/maquinaria en Aliviadero – Aradacocho 2**

Partida	01.04.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 114.0000	EQ. 114.0000	Costo unitario directo por : m3			9.92
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0702	10.63	0.75	
						<b>0.75</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.75	0.04	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0702	130.00	9.13	
						<b>9.17</b>	

### Aradacocho 3

**Tabla 149: ACU – Excavación de material suelto c/maquinaria en Aliviadero – Aradacocho 3**

Partida	01.04.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 124.0000	EQ. 124.0000	Costo unitario directo por : m3			9.11
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0645	10.63	0.69	
						<b>0.69</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.69	0.03	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0645	130.00	8.39	
						<b>8.42</b>	

- Eliminación de material excedente  $d < 500$  m

## Aradacochoa 1

**Tabla 150: Eliminación de material excedente  $D < 500$ m en Aliviadero - Aradacochoa 1**

Partida	01.04.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 184.0000	EQ. 184.0000	Costo unitario directo por : m3			11.71
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0435	8.75	0.38	
						<b>0.38</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.38	0.01	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0435	130.00	5.66	
03011800010009	VOLQUETE 10 M3 INCL. OPERADOR Y COMBUSTIBLE	hm	1.0000	0.0435	130.00	5.66	
						<b>11.33</b>	

## Aradacochoa 2

**Tabla 151: Eliminación de material excedente  $D < 500$ m en Aliviadero - Aradacochoa 2**

Partida	01.04.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 184.0000	EQ. 184.0000	Costo unitario directo por : m3			11.71
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0435	8.75	0.38	
						<b>0.38</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.38	0.01	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0435	130.00	5.66	
03011800010009	VOLQUETE 10 M3 INCL. OPERADOR Y COMBUSTIBLE	hm	1.0000	0.0435	130.00	5.66	
						<b>11.33</b>	

## Aradacochoa 3

**Tabla 152: Eliminación de material excedente  $D < 500$ m en Aliviadero - Aradacochoa 3**

Partida	01.04.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 184.0000	EQ. 184.0000	Costo unitario directo por : m3			11.71
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0435	8.75	0.38	
						<b>0.38</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.38	0.01	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.0435	130.00	5.66	
03011800010009	VOLQUETE 10 M3 INCL. OPERADOR Y COMBUSTIBLE	hm	1.0000	0.0435	130.00	5.66	
						<b>11.33</b>	

- **Partidas – concreto**

- Asentado de piedra en concreto F'C=210 KG/CM2 (E=0.20M)

### Aradacochoa 1

**Tabla 153: ACU – Asentado de piedra en concreto f'c=210kg/cm<sup>2</sup> (e=0.20m) – Aradacochoa 1**

Partida	01.04.02.01 ASENTADO DE PIEDRA EN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 (E=0.20M)						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m2			44.79
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	10.63	3.40	
0101010005	PEON	hh	5.0000	1.6000	8.75	14.00	
							<b>17.40</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	17.40	0.87	
							<b>0.87</b>
<b>Subpartidas</b>							
010318010301	PIEDRA MEDIANA	m3		0.2340	71.19	16.66	
010420010213	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 P/ALIVIADERO	m3		0.0200	493.21	9.86	
							<b>26.52</b>

**Tabla 154: SUB ACU – Piedra mediana en Aliviadero – Aradacochoa 1**

Partida	(010318010301-0102107-01) PIEDRA MEDIANA						
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por : m3			71.19
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Subpartidas</b>							
010303030307	EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE PIEDRA PARA ESPALDON	m3		1.0000	24.50	24.50	
010313040319	TRASLADO DE PIEDRA C/MAQ D < 500 M	m3		1.0000	46.69	46.69	
							<b>71.19</b>

**Tabla 155: SUB ACU – Extracción y Acopio de piedra para Aliviadero – Aradacochoa 1**

Partida	(010303030307-0102107-02) EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE PIEDRA PARA ESPALDON						
Rendimiento	m3/DIA	MO.15.00	EQ.15.00	Costo unitario directo por : m3			24.50
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	5.0000	2.6667	8.75	23.33	
							<b>23.33</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	23.33	1.17	
							<b>1.17</b>

**Tabla 156: SUB ACU – Traslado de piedra c/maq. D<500m – Aradacochoa 1**

Partida	(010313040319-0102107-01) TRASLADO DE PIEDRA C/MAQ D < 500 M			Costo unitario directo por : m3			46.69
Rendimiento	m3/DIA	MO.30.00	EQ.30.00				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	5.0000	1.3333	8.75	11.67	11.67
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.67	0.35	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.2667	130.00	34.67	
							<b>35.02</b>

**Aradacochoa 2**

**Tabla 157: ACU – Asentado de piedra en concreto f'c=210kg/cm<sup>2</sup> (e=0.20m) – Aradacochoa 2**

Partida	01.04.02.01	ASENTADO DE PIEDRA EN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 (E=0.20M)		Costo unitario directo por : m2			45.17
Rendimiento	m2/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	10.63	3.40	
0101010005	PEON	hh	5.0000	1.6000	8.75	14.00	17.40
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	17.40	0.87	0.87
<b>Subpartidas</b>							
010318010301	PIEDRA MEDIANA	m3		0.2340	72.80	17.04	
010420010213	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 P/ALIVIADERO	m3		0.0200	493.21	9.86	26.90

**Tabla 158: SUB ACU – Piedra mediana en Aliviadero – Aradacochoa 2**

Partida	(010318010301-0102107-01) PIEDRA MEDIANA			Costo unitario directo por : m3			72.80
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Subpartidas</b>							
010303030307	EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE PIEDRA PARA ESPALDON	m3		1.0000	24.50	24.50	
010313040319	TRASLADO DE PIEDRA C/MAQ D < 500 M	m3		1.0000	48.30	48.30	
							<b>72.80</b>

**Tabla 159: SUB ACU – Extracción y Acopio de piedra para Aliviadero – Aradacochoa 2**

Partida	(010303030307-0102107-02) EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE PIEDRA PARA ESPALDON			Costo unitario directo por : m3			24.50
Rendimiento	m3/DIA	MO.15.00	EQ.15.00				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	5.0000	2.6667	8.75	23.33	23.33
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	23.33	1.17	1.17

**Tabla 160: SUB ACU – Traslado de piedra c/maq. D<500m – Aradacochoa 2**

Partida	(010313040319-0102107-01) TRASLADO DE PIEDRA C/MAQ D < 500 M						
Rendimiento	m3/DIA	MO.29.00	EQ.29.00	Costo unitario directo por : m3			48.30
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	5.0000	1.3793	8.75	12.07	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	12.07	0.36	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.2759	130.00	35.87	
							<b>36.23</b>

### Aradacochoa 3

**Tabla 161: ACU – Asentado de piedra en concreto f'c=210kg/cm<sup>2</sup> (e=0.20m) – Aradacochoa 3**

Partida	01.04.02.01 ASENTADO DE PIEDRA EN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 (E=0.20M)						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m2			43.23
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	10.63	3.40	
0101010005	PEON	hh	5.0000	1.6000	8.75	14.00	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	17.40	0.87	
	<b>Subpartidas</b>						
010318010301	PIEDRA MEDIANA	m3		0.2340	64.52	15.10	
010420010213	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 P/ALIVIADERO	m3		0.0200	493.21	9.86	
							<b>24.96</b>

**Tabla 162: SUB ACU – Piedra mediana en Aliviadero – Aradacochoa 3**

Partida	(010318010301-0102107-01) PIEDRA MEDIANA						
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por : m3			64.52
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Subpartidas</b>						
010303030307	EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE PIEDRA PARA ESPALDON	m3		1.0000	24.50	24.50	
010313040319	TRASLADO DE PIEDRA C/MAQ D < 500 M	m3		1.0000	40.02	40.02	
							<b>64.52</b>

**Tabla 163: SUB ACU – Extracción y Acopio de piedra para Aliviadero – Aradacochoa 3**

Partida	(010303030307-0102107-02) EXTRACCION, ACOPIO Y CARGIO DE PIEDRA PARA ESPALDON						
Rendimiento	m3/DIA	MO.15.00	EQ.15.00	Costo unitario directo por : m3			24.50
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	5.0000	2.6667	8.75	23.33	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	23.33	1.17	
							<b>1.17</b>

**Tabla 164: SUB ACU – Traslado de piedra c/maq. D<500m – Aradacochoa 3**

Partida	(010313040319-0102107-01) TRASLADO DE PIEDRA C/MAQ D < 500 M						40.02
Rendimiento	m3/DIA	MO.35.00	EQ.35.00	Costo unitario directo por : m3			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	5.0000	1.1429	8.75	10.00	<b>10.00</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.00	0.30	
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 87-128 HP INC/ OPERADOR Y COMB	hm	1.0000	0.2286	130.00	29.72	<b>30.02</b>

Con los Análisis de Costos Unitarios generados en base a los rendimientos de campo, se procedió a realizar el presupuesto para las Partidas de Conformación de Dique y el Aliviadero de Demasías.

#### 4.8.2. Conformación de los presupuestos – ejecución de obra

Se procedió con la formulación del presupuesto para las partidas de mayor incidencia económica, tomando en cuenta para ello rendimientos obtenidos de campo.

#### A. Presupuesto – ejecución de obra

##### Aradacochoa 1

**Tabla 165: Presupuesto realizado en Ejecución de Obra – Aradacochoa 1**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
<b>01</b>	<b>DIQUE MATERIAL HOMOGNEO</b>				<b>99,702.11</b>
<b>01.02</b>	<b>CONFORMACION DE DIQUE</b>				<b>52,281.42</b>
<b>01.02.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>41,411.44</b>
01.02.01.01	CONTROL PLANIALTIMETRICO	glb	1.00	2,562.60	2,562.60
01.02.01.02	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	m3	225.86	6.56	1,481.64
01.02.01.03	EXCAVACION DE MATERIAL COMPACTADO C/MAQ.	m3	17.12	8.91	152.54
01.02.01.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/MAQUINARIA	m3	24.71	28.65	707.94
01.02.01.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA.	m3	490.97	46.89	23,021.58
01.02.01.06	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (GRAVA) P/DRENES.	m3	12.00	105.95	1,271.40
01.02.01.07	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE TALUD EN DIQUE C/MAQUINARIA.	m2	190.76	3.55	677.20
01.02.01.08	CONFORMACION DE ESPALDON CON PIEDRA	m3	80.08	98.66	7,900.69
01.02.01.09	PROTECCION DE CORONA (CHAMPA U OTRO MATERIAL)	m2	129.28	6.26	809.29
01.02.01.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	m3	241.38	11.71	2,826.56
<b>01.02.02</b>	<b>MISCELANEO</b>				<b>10,869.98</b>
01.02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 300gr	m2	630.22	6.78	4,272.89
01.02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA DE HDPE e=1mm	m2	261.91	17.83	4,669.86
01.02.02.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDPE 160MM, SDR26 PN6, ISO 4427	m	22.00	53.49	1,176.78

«continuación»

01.02.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOPLA EN TUBERIA DE DESCARGA	und	3.00	250.15	750.45
<b>01.04</b>	<b>ALIVIADERO DE DEMASIAS</b>				<b>16,472.13</b>
<b>01.04.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>5,735.42</b>
01.04.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	m3	129.77	6.26	812.36
01.04.01.02	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE RASANTE C/EQUIPO	m2	137.72	12.91	1,777.97
01.04.01.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/EQUIPO	m3	1.14	15.81	18.02
01.04.01.04	ENROCADO ACOMODADO Y ASENTADO EN SECO	m3	9.77	135.07	1,319.63
01.04.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	m3	154.35	11.71	1,807.44
<b>01.04.02</b>	<b>CONCRETO</b>				<b>10,437.66</b>
01.04.02.01	ASENTADO DE PIEDRA EN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 (E=0.20M)	m2	158.50	44.79	7,099.22
01.04.02.02	EMBOQUILLADO CON MEZCLA C:A 1:4	m2	150.38	22.20	3,338.44
<b>01.04.03</b>	<b>MISCELANEO</b>				<b>299.05</b>
01.04.03.01	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO e=1"	m	11.90	25.13	299.05

## Aradacocho 2

**Tabla 166: Presupuesto realizado en Ejecución de Obra – Aradacocho 2**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
01	<b>DIQUE MATERIAL HOMOGENEO</b>				<b>95,884.35</b>
01.02	<b>CONFORMACION DE DIQUE</b>				<b>50,273.77</b>
01.02.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>35,897.66</b>
01.02.01.01	CONTROL PLANIALTIMETRICO	glb	1.00	2,562.60	2,562.60
01.02.01.02	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	m3	264.08	6.42	1,695.39
01.02.01.03	EXCAVACION DE MATERIAL COMPACTADO C/MAQ.	m3	18.36	8.91	163.59
01.02.01.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/MAQUINARIA	m3	44.32	28.65	1,269.77
01.02.01.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA.	m3	396.86	42.45	16,846.71
01.02.01.06	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (GRAVA) P/DRENES.	m3	9.00	105.95	953.55
01.02.01.07	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE TALUD EN DIQUE C/MAQUINARIA.	m2	172.70	3.55	613.09
01.02.01.08	CONFORMACION DE ESPALDON CON PIEDRA	m3	72.20	100.27	7,239.49
01.02.01.09	PROTECCION DE CORONA (CHAMPA U OTRO MATERIAL)	m2	236.34	6.20	1,465.31
01.02.01.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	m3	263.72	11.71	3,088.16
01.02.02	<b>MISCELANEO</b>				<b>14,376.11</b>
01.02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 300gr	m2	870.51	6.78	5,902.06
01.02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA DE HDPE e=1mm	m2	399.21	17.83	7,117.91
01.02.02.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDPE 160MM, SDR26 PN6, ISO 4427	m	16.00	53.49	855.84
01.02.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOPLA EN TUBERIA DE DESCARGA	und	2.00	250.15	500.30
01.04	<b>ALIVIADERO DE DEMASIAS</b>				<b>18,294.44</b>
01.04.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>8,774.40</b>
01.04.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	m3	165.77	9.92	1,644.44
01.04.01.02	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE RASANTE C/EQUIPO	m2	184.39	12.91	2,380.47

«continuación»

01.04.01.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/EQUIPO	m3	2.82	15.81	44.58
01.04.01.04	ENROCADO ACOMODADO Y ASENTADO EN SECO	m3	17.67	136.68	2,415.14
01.04.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	m3	195.54	11.71	2,289.77
01.04.02	<b>CONCRETO</b>				<b>9,273.77</b>
01.04.02.01	ASENTADO DE PIEDRA EN CONCRETO FC=210 KG/CM2 (E=0.20M)	m2	138.90	45.17	6,274.11
01.04.02.02	EMBOQUILLADO CON MEZCLA C:A 1:4	m2	135.12	22.20	2,999.66
01.04.03	<b>MISCELANEO</b>				<b>246.27</b>
01.04.03.01	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO e=1"	m	9.80	25.13	246.27

### Aradacocho 3

**Tabla 167: Presupuesto realizado en Ejecución de Obra – Aradacocho 3**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
01	<b>DIQUE MATERIAL HOMOGENEO</b>				<b>97,650.08</b>
01.02	<b>CONFORMACION DE DIQUE</b>				<b>48,026.29</b>
01.02.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>35,943.72</b>
01.02.01.01	CONTROL PLANIALTIMETRICO	glb	1.00	2,562.60	2,562.60
01.02.01.02	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	m3	221.56	7.15	1,584.15
01.02.01.03	EXCAVACION DE MATERIAL COMPACTADO C/MAQ.	m3	18.24	8.91	162.52
01.02.01.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/MAQUINARIA	m3	30.39	28.65	870.67
01.02.01.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA.	m3	451.99	41.25	18,644.59
01.02.01.06	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (GRAVA) P/DRENES.	m3	12.00	105.95	1,271.40
01.02.01.07	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE TALUD EN DIQUE C/MAQUINARIA.	m2	210.37	3.55	746.81
01.02.01.08	CONFORMACION DE ESPALDON CON PIEDRA	m3	69.83	91.99	6,423.66
01.02.01.09	PROTECCION DE CORONA (CHAMPA U OTRO MATERIAL)	m2	157.56	6.29	991.05
01.02.01.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	m3	229.40	11.71	2,686.27
01.02.02	<b>MISCELANEO</b>				<b>12,082.57</b>
01.02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 300gr	m2	714.29	6.78	4,842.89
01.02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA DE HDPE e=1mm	m2	303.95	17.83	5,419.43
01.02.02.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDPE 160MM, SDR26 PN6, ISO 4427	m	20.00	53.49	1,069.80
01.02.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOPLER EN TUBERIA DE DESCARGA	und	3.00	250.15	750.45
01.04	<b>ALIVIADERO DE DEMASIAS</b>				<b>21,790.76</b>
01.04.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>7,054.40</b>
01.04.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	m3	157.23	9.11	1,432.37
01.04.01.02	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE RASANTE C/EQUIPO	m2	166.92	12.91	2,154.94
01.04.01.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/EQUIPO	m3	1.86	15.81	29.41
01.04.01.04	ENROCADO ACOMODADO Y ASENTADO EN SECO	m3	9.77	128.40	1,254.47
01.04.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	m3	186.44	11.71	2,183.21
01.04.02	<b>CONCRETO</b>				<b>14,361.92</b>
01.04.02.01	ASENTADO DE PIEDRA EN CONCRETO FC=210 KG/CM2 (E=0.20M)	m2	224.40	43.23	9,700.81
01.04.02.02	EMBOQUILLADO CON MEZCLA C:A 1:4	m2	209.96	22.20	4,661.11
01.04.03	<b>MISCELANEO</b>				<b>374.44</b>
01.04.03.01	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO e=1"	m	14.90	25.13	374.44

### 4.8.3. Presupuesto – expediente técnico

Se presenta el presupuesto ofrecido por el expediente técnico para las partidas de mayor incidencia económica.

#### A. Presupuesto – expediente técnico

##### Aradacochoa 1

**Tabla 168: Presupuesto propuesto en el Expediente Técnico – Aradacochoa 1**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
<b>01</b>	<b>DIQUE MATERIAL HOMOGENEO</b>				<b>87,248.57</b>
<b>01.02</b>	<b>CONFORMACION DE DIQUE</b>				<b>42,464.32</b>
<b>01.02.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>31,594.34</b>
01.02.01.01	CONTROL PLANIALTIMETRICO	glb	1.00	2,562.60	2,562.60
01.02.01.02	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	m3	225.86	5.07	1,145.11
01.02.01.03	EXCAVACION DE MATERIAL COMPACTADO MANUAL.	m3	17.12	49.00	838.88
01.02.01.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/MAQUINARIA	m3	24.71	28.65	707.94
01.02.01.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA.	m3	490.97	33.36	16,378.76
01.02.01.06	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (GRAVA) P/DRENES.	m3	12.00	105.95	1,271.40
01.02.01.07	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE TALUD EN DIQUE C/MAQUINARIA.	m2	190.76	3.55	677.20
01.02.01.08	CONFORMACION DE ESPALDON CON PIEDRA	m3	80.08	41.87	3,352.95
01.02.01.09	PROTECCION DE CORONA (CHAMPA U OTRO MATERIAL)	m2	129.28	13.73	1,775.01
01.02.01.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	m3	241.38	11.95	2,884.49
<b>01.02.02</b>	<b>MISCELANEO</b>				<b>10,869.98</b>
01.02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 300gr	m2	630.22	6.78	4,272.89
01.02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA DE HDPE e=1mm	m2	261.91	17.83	4,669.86
01.02.02.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDPE 160MM, SDR26 PN6, ISO 4427	m	22.00	53.49	1,176.78
01.02.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOUPLE EN TUBERIA DE DESCARGA	und	3.00	250.15	750.45
<b>01.04</b>	<b>ALIVIADERO DE DEMASIAS</b>				<b>13,859.83</b>
<b>01.04.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>4,540.11</b>
01.04.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	m3	129.77	5.07	657.93
01.04.01.02	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE RASANTE C/EQUIPO	m2	137.72	12.91	1,777.97
01.04.01.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/EQUIPO	m3	1.14	15.81	18.02
01.04.01.04	ENROCADO ACOMODADO Y ASENTADO EN SECO	m3	9.77	24.74	241.71
01.04.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	m3	154.35	11.95	1,844.48
<b>01.04.02</b>	<b>CONCRETO</b>				<b>9,020.67</b>
01.04.02.01	ASENTADO DE PIEDRA EN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 (E=0.20M)	m2	158.50	35.85	5,682.23
01.04.02.02	EMBOQUILLADO CON MEZCLA C:A 1:4	m2	150.38	22.20	3,338.44
<b>01.04.03</b>	<b>MISCELANEO</b>				<b>299.05</b>
01.04.03.01	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO e=1"	m	11.90	25.13	299.05

FUENTE: Expediente técnico

## Aradacochoa 2

**Tabla 169: Presupuesto propuesto en el Expediente Técnico – Aradacochoa 2**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
<b>01</b>	<b>DIQUE MATERIAL HOMOGENEO</b>				<b>86,228.15</b>
<b>01.02</b>	<b>CONFORMACION DE DIQUE</b>				<b>44,672.31</b>
<b>01.02.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>30,296.20</b>
01.02.01.01	CONTROL PLANIALTIMETRICO	glb	1.00	2,562.60	2,562.60
01.02.01.02	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	m3	264.08	5.07	1,338.89
01.02.01.03	EXCAVACION DE MATERIAL COMPACTADO MANUAL.	m3	18.36	49.00	899.64
01.02.01.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/MAQUINARIA	m3	44.32	28.65	1,269.77
01.02.01.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA.	m3	396.86	33.36	13,239.25
01.02.01.06	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (GRAVA) P/DRENES.	m3	9.00	105.95	953.55
01.02.01.07	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE TALUD EN DIQUE C/MAQUINARIA.	m2	172.70	3.55	613.09
01.02.01.08	CONFORMACION DE ESPALDON CON PIEDRA	m3	72.20	41.87	3,023.01
01.02.01.09	PROTECCION DE CORONA (CHAMPA U OTRO MATERIAL)	m2	236.34	13.73	3,244.95
01.02.01.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	m3	263.72	11.95	3,151.45
<b>01.02.02</b>	<b>MISCELANEO</b>				<b>14,376.11</b>
01.02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 300gr	m2	870.51	6.78	5,902.06
01.02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA DE HDPE e=1mm	m2	399.21	17.83	7,117.91
01.02.02.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDPE 160MM, SDR26 PN6, ISO 4427	m	16.00	53.49	855.84
01.02.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOPLE EN TUBERIA DE DESCARGA	und	2.00	250.15	500.30
<b>01.04</b>	<b>ALIVIADERO DE DEMASIAS</b>				<b>14,264.86</b>
<b>01.04.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>6,039.36</b>
01.04.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	m3	165.77	5.07	840.45
01.04.01.02	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE RASANTE C/EQUIPO	m2	184.39	12.91	2,380.47
01.04.01.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/EQUIPO	m3	2.82	15.81	44.58
01.04.01.04	ENROCADO ACOMODADO Y ASENTADO EN SECO	m3	17.67	24.74	437.16
01.04.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	m3	195.54	11.95	2,336.70
<b>01.04.02</b>	<b>CONCRETO</b>				<b>7,979.23</b>
01.04.02.01	ASENTADO DE PIEDRA EN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 (E=0.20M)	m2	138.90	35.85	4,979.57
01.04.02.02	EMBOQUILLADO CON MEZCLA C:A 1:4	m2	135.12	22.20	2,999.66
<b>01.04.03</b>	<b>MISCELANEO</b>				<b>246.27</b>
01.04.03.01	JUNTA DE DILATAACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO e=1"	m	9.80	25.13	246.27

FUENTE: Expediente técnico

### Aradacocho 3

**Tabla 170: Presupuesto propuesto en el Expediente Técnico – Aradacocho 3**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
<b>01</b>	<b>DIQUE MATERIAL HOMOGENEO</b>				<b>88,802.49</b>
<b>01.02</b>	<b>CONFORMACION DE DIQUE</b>				<b>42,457.92</b>
<b>01.02.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>30,375.35</b>
01.02.01.01	CONTROL PLANIALTIMETRICO	glb	1.00	2,562.60	2,562.60
01.02.01.02	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	m3	221.56	5.07	1,123.31
01.02.01.03	EXCAVACION DE MATERIAL COMPACTADO MANUAL.	m3	18.24	49.00	893.76
01.02.01.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/MAQUINARIA	m3	30.39	28.65	870.67
01.02.01.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA.	m3	451.99	33.36	15,078.39
01.02.01.06	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (GRAVA) P/DRENES.	m3	12.00	105.95	1,271.40
01.02.01.07	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE TALUD EN DIQUE C/MAQUINARIA.	m2	210.37	3.55	746.81
01.02.01.08	CONFORMACION DE ESPALDON CON PIEDRA	m3	69.83	41.87	2,923.78
01.02.01.09	PROTECCION DE CORONA (CHAMPA U OTRO MATERIAL)	m2	157.56	13.73	2,163.30
01.02.01.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	m3	229.40	11.95	2,741.33
<b>01.02.02</b>	<b>MISCELANEO</b>				<b>12,082.57</b>
01.02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 300gr	m2	714.29	6.78	4,842.89
01.02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA DE HDPE e=1mm	m2	303.95	17.83	5,419.43
01.02.02.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDPE 160MM, SDR26 PN6, ISO 4427	m	20.00	53.49	1,069.80
01.02.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOPLE EN TUBERIA DE DESCARGA	und	3.00	250.15	750.45
<b>01.04</b>	<b>ALIVIADERO DE DEMASIAS</b>				<b>18,531.47</b>
<b>01.04.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>5,451.18</b>
01.04.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	m3	157.23	5.07	797.16
01.04.01.02	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE RASANTE C/EQUIPO	m2	166.92	12.91	2,154.94
01.04.01.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/EQUIPO	m3	1.86	15.81	29.41
01.04.01.04	ENROCADO ACOMODADO Y ASENTADO EN SECO	m3	9.77	24.74	241.71
01.04.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	m3	186.44	11.95	2,227.96
<b>01.04.02</b>	<b>CONCRETO</b>				<b>12,705.85</b>
01.04.02.01	ASENTADO DE PIEDRA EN CONCRETO FC=210 KG/CM2 (E=0.20M)	m2	224.40	35.85	8,044.74
01.04.02.02	EMBOQUILLADO CON MEZCLA C:A 1:4	m2	209.96	22.20	4,661.11
<b>01.04.03</b>	<b>MISCELANEO</b>				<b>374.44</b>
01.04.03.01	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO e=1"	m	14.90	25.13	374.44

FUENTE: Expediente técnico

#### 4.8.4. Presupuesto expediente técnico vs ejecución de obra

Se presenta en el siguiente cuadro comparativo los presupuestos ofrecidos por el expediente técnico y el presupuesto de Ejecución de Obra para las partidas de mayor incidencia económica.

##### A. Presupuesto – expediente técnico vs ejecución de obra

**Tabla 171: Presupuesto del Expediente Técnico vs Ejecución de Obra – Aradacocha 1, 2 y 3**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ARADACOCHA 1				ARADACOCHA 2				ARADACOCHA 3			
		Expediente Técnico	Ejecución Obra	Diferencia		Expediente Técnico	Ejecución Obra	Diferencia		Expediente Técnico	Ejecución Obra	Diferencia	
		Costo s/.	Costo s/.	Costo s/.	%	Costo s/.	Costo s/.	Costo s/.	%	Costo s/.	Costo s/.	Costo s/.	%
<b>01</b>	<b>DIQUE MATERIAL HOMOGENEO</b>	<b>87,248.57</b>	<b>99,702.11</b>	<b>12,453.54</b>	<b>14.3%</b>	<b>86,228.15</b>	<b>95,884.35</b>	<b>9,656.20</b>	<b>11.2%</b>	<b>88,802.49</b>	<b>97,650.08</b>	<b>8,847.59</b>	<b>10.0%</b>
<b>01.02</b>	<b>CONFORMACION DE DIQUE</b>	<b>42,464.32</b>	<b>52,281.42</b>	<b>9,817.10</b>	<b>23.1%</b>	<b>44,672.31</b>	<b>50,273.77</b>	<b>5,601.46</b>	<b>12.5%</b>	<b>42,457.92</b>	<b>48,026.29</b>	<b>5,568.37</b>	<b>13.1%</b>
<b>01.02.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>31,594.34</b>	<b>41,411.44</b>	<b>9,817.10</b>	<b>31.1%</b>	<b>30,296.20</b>	<b>35,897.66</b>	<b>5,601.46</b>	<b>18.5%</b>	<b>30,375.35</b>	<b>35,943.72</b>	<b>5,568.37</b>	<b>18.3%</b>
01.02.01.01	CONTROL PLANIALTIMETRICO	2,562.60	2,562.60	0.00		2,562.60	2,562.60	0.00		2,562.60	2,562.60	0.00	
01.02.01.02	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	1,145.11	1,481.64	336.53		1,338.89	1,695.39	356.50		1,123.31	1,584.15	460.84	
01.02.01.03	EXCAVACION DE MATERIAL COMPACTADO C/MAQ.	838.88	152.54	-686.34		899.64	163.59	-736.05		893.76	162.52	-731.24	
01.02.01.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/MAQUINARIA	707.94	707.94	0.00		1,269.77	1,269.77	0.00		870.67	870.67	0.00	
01.02.01.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA.	16,378.76	23,021.58	6,642.82		13,239.25	16,846.71	3,607.46		15,078.39	18,644.59	3,566.20	

«continuación»

01.02.01.06	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (GRAVA) P/DRENES.	1,271.40	1,271.40	0.00		953.55	953.55	0.00		1,271.40	1,271.40	0.00	
01.02.01.07	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE TALUD EN DIQUE C/MAQUINARIA.	677.2	677.2	0.00		613.09	613.09	0.00		746.81	746.81	0.00	
01.02.01.08	CONFORMACION DE ESPALDON CON PIEDRA	3,352.95	7,900.69	4,547.74		3,023.01	7,239.49	4,216.48		2,923.78	6,423.66	3,499.88	
01.02.01.09	PROTECCION DE CORONA (CHAMPA U OTRO MATERIAL)	1,775.01	809.29	-965.72		3,244.95	1,465.31	-1,779.64		2,163.30	991.05	-1,172.25	
01.02.01.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	2,884.49	2,826.56	-57.93		3,151.45	3,088.16	-63.29		2,741.33	2,686.27	-55.06	
<b>01.02.02</b>	<b>MISCELANEO</b>	<b>10,869.98</b>	<b>10,869.98</b>	<b>0.00</b>	<b>0.0%</b>	<b>14,376.11</b>	<b>14,376.11</b>	<b>0.00</b>	<b>0.0%</b>	<b>12,082.57</b>	<b>12,082.57</b>	<b>0.00</b>	<b>0.0%</b>
01.02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 300gr	4,272.89	4,272.89	0.00		5,902.06	5,902.06	0.00		4,842.89	4,842.89	0.00	
01.02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA DE HDPE e=1mm	4,669.86	4,669.86	0.00		7,117.91	7,117.91	0.00		5,419.43	5,419.43	0.00	
01.02.02.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDPE 160MM, SDR26 PN6, ISO 4427	1,176.78	1,176.78	0.00		855.84	855.84	0.00		1,069.80	1,069.80	0.00	
01.02.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOPLE EN TUBERIA DE DESCARGA	750.45	750.45	0.00		500.3	500.3	0.00		750.45	750.45	0.00	
<b>01.04</b>	<b>ALIVIADERO DE DEMASIAS</b>	<b>13,859.83</b>	<b>16,472.13</b>	<b>2,612.30</b>	<b>18.8%</b>	<b>14,264.86</b>	<b>18,294.44</b>	<b>4,029.58</b>	<b>28.2%</b>	<b>18,531.47</b>	<b>21,790.76</b>	<b>3,259.29</b>	<b>17.6%</b>
<b>01.04.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>4,540.11</b>	<b>5,735.42</b>	<b>1,195.31</b>	<b>26.3%</b>	<b>6,039.36</b>	<b>8,774.40</b>	<b>2,735.04</b>	<b>45.3%</b>	<b>5,451.18</b>	<b>7,054.40</b>	<b>1,603.22</b>	<b>29.4%</b>
01.04.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	657.93	812.36	154.43		840.45	1,644.44	803.99		797.16	1,432.37	635.21	
01.04.01.02	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE RASANTE C/EQUIPO	1,777.97	1,777.97	0.00		2,380.47	2,380.47	0.00		2,154.94	2,154.94	0.00	

«continuación»

01.04.01.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/EQUIPO	18.02	18.02	0.00		44.58	44.58	0.00		29.41	29.41	0.00	
01.04.01.04	ENROCADO ACOMODADO Y ASENTADO EN SECO	241.71	1,319.63	1,077.92		437.16	2,415.14	1,977.98		241.71	1,254.47	1,012.76	
01.04.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	1,844.48	1,807.44	-37.04		2,336.70	2,289.77	-46.93		2,227.96	2,183.21	-44.75	
<b>01.04.02</b>	<b>CONCRETO</b>	<b>9,020.67</b>	<b>10,437.66</b>	<b>1,416.99</b>	<b>15.7%</b>	<b>7,979.23</b>	<b>9,273.77</b>	<b>1,294.54</b>	<b>16.2%</b>	<b>12,705.85</b>	<b>14,361.92</b>	<b>1,656.07</b>	<b>13.0%</b>
01.04.02.01	ASENTADO DE PIEDRA EN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 (E=0.20M)	5,682.23	7,099.22	1,416.99		4,979.57	6,274.11	1,294.54		8,044.74	9,700.81	1,656.07	
01.04.02.02	EMBOQUILLADO CON MEZCLA C:A 1:4	3,338.44	3,338.44	0.00		2,999.66	2,999.66	0.00		4,661.11	4,661.11	0.00	
<b>01.04.03</b>	<b>MISCELANEO</b>	<b>299.05</b>	<b>299.05</b>	<b>0.00</b>	<b>0.0%</b>	<b>246.27</b>	<b>246.27</b>	<b>0.00</b>	<b>0.0%</b>	<b>374.44</b>	<b>374.44</b>	<b>0.00</b>	<b>0.0%</b>
01.04.03.01	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO e=1"	299.05	299.05	0.00		246.27	246.27	0.00		374.44	374.44	0.00	

---

Como se puede apreciar en la Tabla 171, existe una diferencia económica significativa entre el presupuesto ofertado por el Expediente Técnico y el presupuesto realizado en la Ejecución de obra:

- Aradacocha 1: Hay una diferencia de S/. 12,453.54 entre el presupuesto Total gastado en la ejecución de obra y el presupuesto presentado en el expediente técnico; esto representa un 14.3% de diferencia. En la conformación de Dique, la diferencia es de S/. 9,817.10 representando un 23.1% más con respecto al expediente técnico, siendo esta variación generada en las Partidas de Movimiento de Tierra. En el Aliviadero de Demasías, la diferencia es de S/. 2,612.30 representando un 18.8% más con respecto al expediente técnico.
  
- Aradacocha 2: Hay una diferencia de S/. 9,656.20 entre el presupuesto Total gastado en la ejecución de obra y el presupuesto presentado en el expediente técnico; esto representa un 11.2% de diferencia. En la conformación de Dique, la diferencia es de S/. 5,601.46 representando un 12.5% más con respecto al expediente técnico, siendo esta variación generada en las Partidas de Movimiento de Tierra. En el Aliviadero de Demasías, la diferencia es de S/. 4,029.58 representando un 28.2% más con respecto al expediente técnico.
  
- Aradacocha 3: Hay una diferencia de S/. 8,847.59 entre el presupuesto Total gastado en la ejecución de obra y el presupuesto presentado en el expediente técnico; esto representa un 10.0% de diferencia. En la conformación de Dique, la diferencia es de S/. 5,568.37 representando un 13.1% más con respecto al expediente técnico, siendo esta variación generada en las Partidas de Movimiento de Tierra. En el Aliviadero de Demasías, la diferencia es de S/. 3,259.29 representando un 17.6% más con respecto al expediente técnico.

#### **B. Variación del presupuesto – expediente técnico vs ejecución de obra**

A continuación, se presenta el Análisis gráfico del presupuesto del Expediente Técnico vs la Ejecución de Obra, para las partidas de Conformación de Dique y el Aliviadero de Demasías. Este análisis se realizó para estas partidas ya que, como se

mencionó antes, son las que presentan el uso de maquinaria pesada (el rendimiento de los cuales fue analizado previamente líneas arriba) y por ende las de mayor incidencia económica.

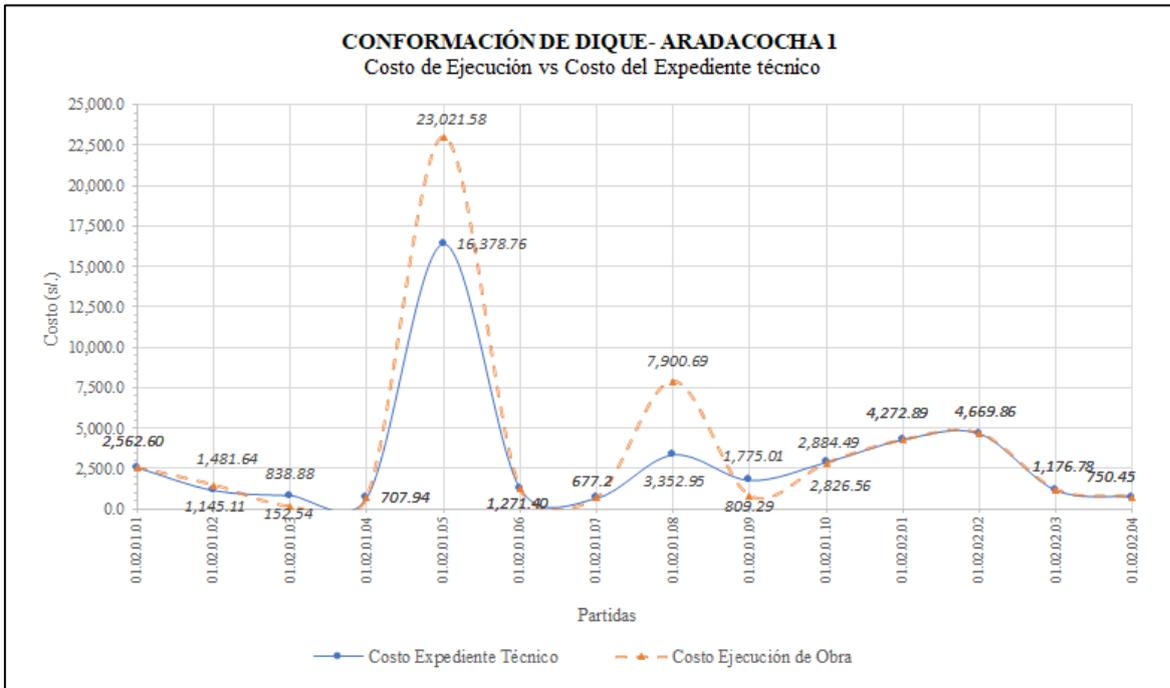


Figura 63: Presupuesto ET vs Ejecución de Obra, en Conformación de Dique – Aradacochoa 1

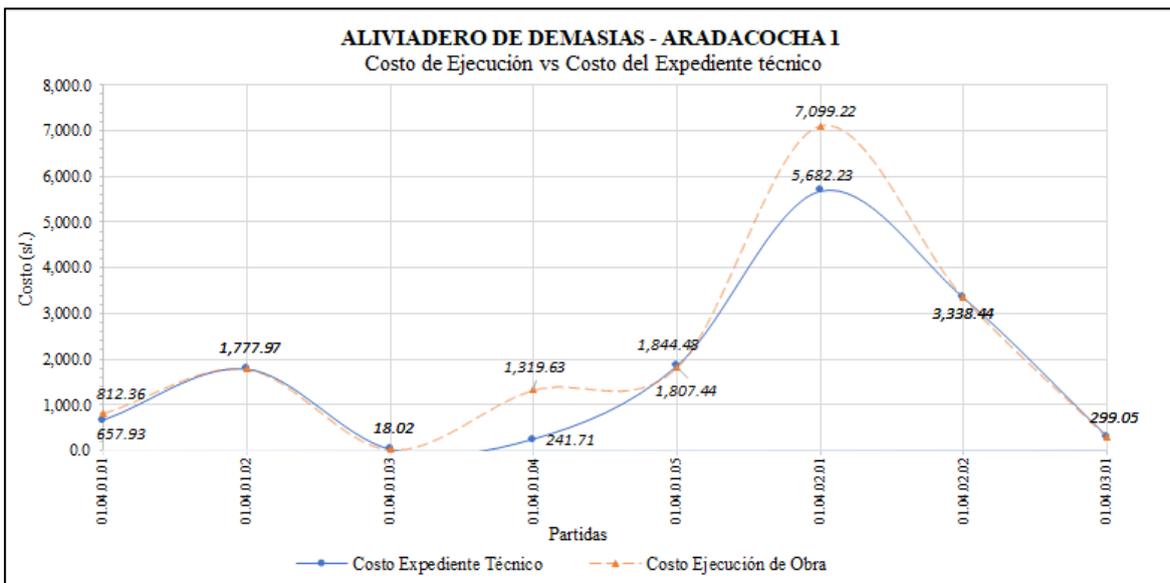
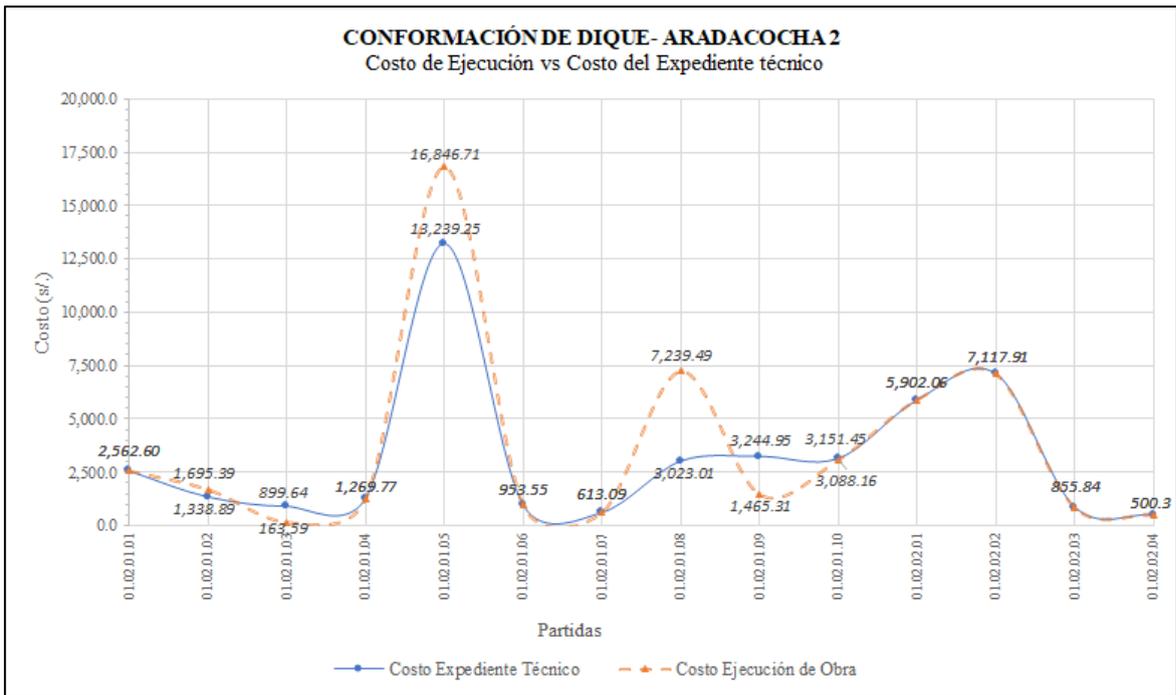
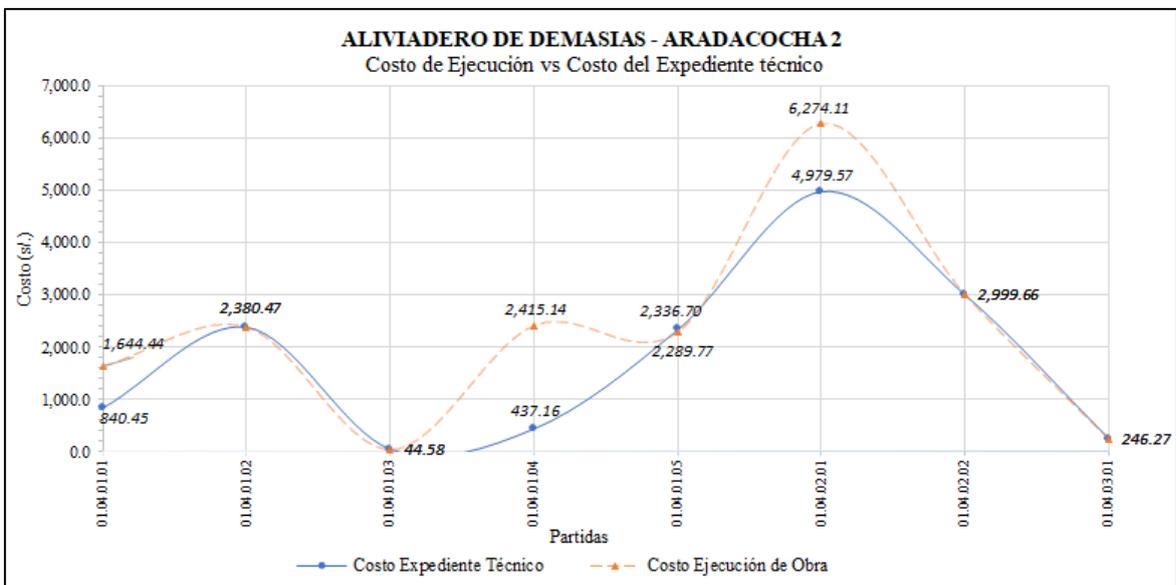


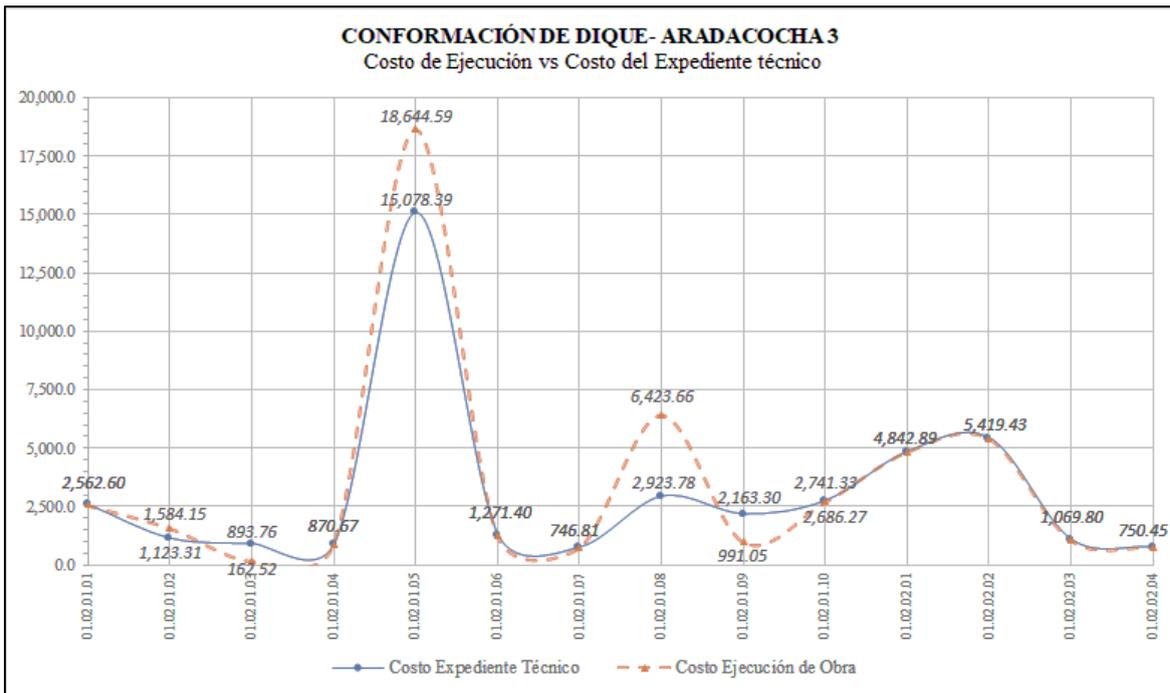
Figura 64: Presupuesto ET vs Ejecución de Obra, en Aliviadero de Demasías – Aradacochoa 1



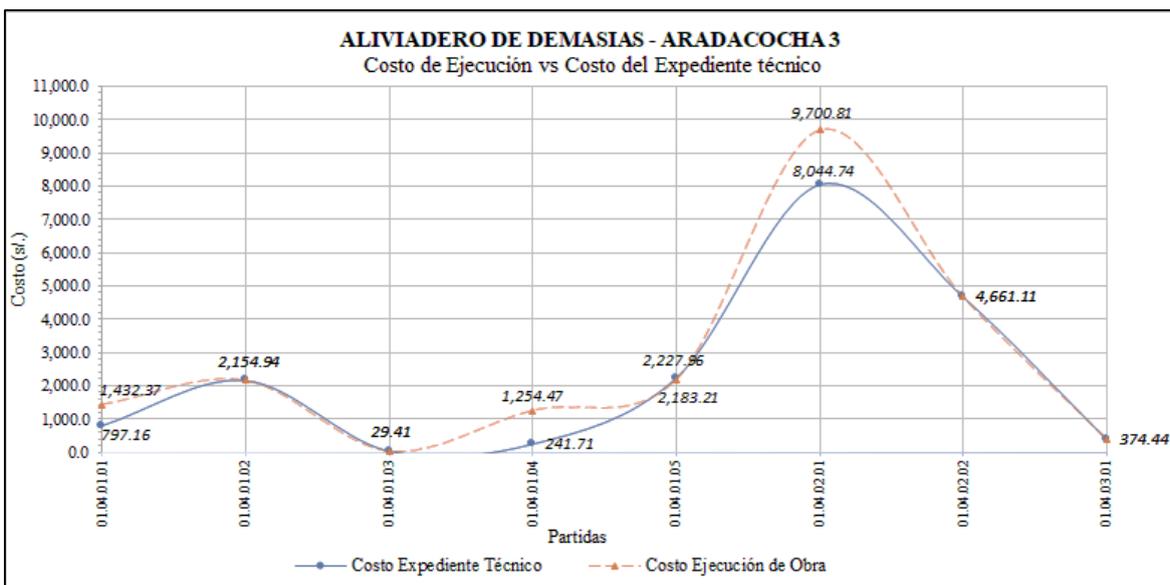
**Figura 65: Presupuesto ET vs Ejecución de Obra, en Conformación de Dique – Aradacocho 2**



**Figura 66: Presupuesto ET vs Ejecución de Obra, en Aliviadero de Demasías – Aradacocho 2**



**Figura 67: Presupuesto ET vs Ejecución de Obra, en Conformación de Dique – Aradacocho 3**



**Figura 68: Presupuesto ET vs Ejecución de Obra, en Aliviadero de Demasías – Aradacocho 3**

Del análisis desarrollado en la Figura 63, 65 y 67 para la Conformación del Dique, se puede apreciar que existe una variación considerable en el costo de ejecución vs el costo del expediente técnico, para las partidas de: Excavación de material suelto C/Maquinaria,

Relleno compactado con material préstamo C/Maquinaria, Conformación de espaldón con Piedra. Por ende, se intuye que en la ejecución de estas partidas se gastó más dinero con respecto al proyectado en el Expediente Técnico; esta variación fue producto de usar rendimientos de maquinarias (en el Expediente Técnico) que no eran los adecuados para las condiciones de campo (altura, accesibilidad, maniobrabilidad, condiciones geológicas, etc). Sin embargo, se puede apreciar que en las partidas: Excavación de material compactado c/maq, Protección de corona (champa u otro material) y Eliminación de material excedente  $d < 500$  m, hubo un superávit en obra, ya que para estas partidas se cambió la modalidad de ejecución, y en lugar de usar mano de obra para realizar las actividades, se hizo uso maquinaria pesada, lo cual mejoró los rendimientos y disminuyó gastos.

En el análisis desarrollado en las Figuras 64, 66 y 68 para el Aliviadero de Demasías se puede apreciar que existe una variación considerable en el costo de ejecución vs el costo del expediente técnico, para las partidas de: Excavación de material suelto c/maquinaria, Enrocado acomodado y asentado en seco, Asentado de piedra en concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> ( $e=0.20$ m). Por ende, se intuye que en la ejecución de estas partidas se gastó más dinero con respecto al proyectado en el Expediente Técnico: en la partida de Excavación se consideró un rendimiento que no era el adecuado para las características del terreno, y en las partidas de Enrocado y Asentado de piedra, se consideró un rendimiento alto para la recolección y traslado de piedras al cuerpo del dique. Estos rendimientos fueron recalculados de acuerdo a las condiciones presentadas en obra.

Un dato importante a mencionar, es que en la ejecución de obra, todas las partidas que componen un proyecto tienen una condición dinámica y vinculante, ya que habrá partidas en las que el gasto sea mayor que el presentado por el Expediente Técnico, sin embargo son compensado con un superávit de otras partidas en las cuales hay un saldo a favor; esta dinámica es la que permitió destinar el dinero de una partida hacia otras con la finalidad de poder culminar satisfactoriamente con la obra; así mismo cabe mencionar que en obra se buscó optimizar los rendimientos de las mayor cantidad de partidas posibles, con la finalidad de cubrir los déficits encontrados en las partidas vinculadas al uso de maquinaria pesada.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó y aisló las partidas que tienen relación con el uso de maquinaria pesada, siendo estas las que componen la Conformación de Dique y el Aliviadero de Demasías:

Conformación de Dique:

- Excavación de material suelto c/maquinaria
- Excavación de material compactado c/maquinaria.
- Relleno compactado con material préstamo c/maquinaria.
- Conformación de espaldón con piedra
- Protección de corona (champa u otro material)
- Eliminación de material excedente  $d < 500$  m

Aliviadero de Demasías

- Excavación de material suelto c/maquinaria
  - Enrocado acomodado y asentado en seco
  - Asentado de piedra en concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> ( $e=0.20$ m)
- En campo se realizó el monitoreo y recopilación diario de datos para la obtención de los rendimientos de las maquinarias, así como de las variables presentadas por cada partida analizada. Con estos datos se determinó los rendimientos obtenidos en campo los cuales se presentan en la Tabla 59.

- Se realizó el cálculo Computacional de los rendimientos de cuatro maquinarias: Retro excavadora CAT 420F2, Cargador frontal CAT 924Hz, Volquete de 10m<sup>3</sup>, Rodillo Ingersoll rand SD45D. Para esto se tomó en cuenta las variables vistas en la ejecución de la obra para cada una de las partidas analizadas. Los rendimientos variaran de acuerdo a los factores que se presentan por cada Qocha, cuyos resultados se muestran en la Tabla 111.
- Se realizó el análisis comparativo entre los rendimientos obtenidos en campo, los rendimientos calculados computacionalmente (con las condiciones de campo) y los rendimientos ofrecidos por el expediente técnico, el cual se detalla en la Tabla 112: es así que se concluye que los rendimientos que se dan en el expediente técnico son mayores a los rendimientos obtenidos en campo. Esta diferencia corresponde a una consideración errónea de la variable de campo, por parte de la formulación del Expediente Técnico. Esta diferencia de los rendimientos provocó que en la ejecución de obra se gastase más dinero que el proyectado en el Expediente Técnico, para las partidas analizadas (Ver Tabla 171):

#### Aradacocha 1

- Las Partidas de Conformación de Dique cuestan un 23.10% más que el presupuesto proyectado en el Expediente Técnico.
- Las Partidas de Aliviadero de Demasías cuentan un 18.8% más que el presupuesto proyectado en el Expediente Técnico.

#### Aradacocha 2

- Las Partidas de Conformación de Dique cuestan un 12.5% más que el presupuesto proyectado en el Expediente Técnico.
- Las Partidas de Aliviadero de Demasías cuestan un 28.2% más que el presupuesto proyectado en el Expediente Técnico.

#### Aradacocha 3

- Las Partidas de Conformación de Dique cuestan un 13.1% más que el presupuesto proyectado en el Expediente Técnico.

- Las Partidas de Aliviadero de Demasías cuestan un 17.6% más que el presupuesto proyectado en el Expediente Técnico.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda seguir con la investigación y la toma de datos de los rendimientos de las maquinarias y del personal de obra para otras cochas con condiciones distintas; esto con la finalidad de poder contar con una lista de rendimientos por partidas más próximos a lo real.
- Se recomienda tomar en cuenta estos rendimientos, para futuras formulaciones de proyectos de siembra y cosecha de agua y afines.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bureau Of Reclamation. (1970). Diseño de Pequeñas Presas. Madrid, España: ed. Dossat.

Cherné, J. y González, A. (2010), Operaciones en el cambio de volumen.

Chow, V.T. (1994). Hidráulica de canales abiertos. Ed. ME. Suárez. Trad. J.G. Saldarriaga; A. Zuluaga. Angel, de. CO.

Guadamud Moreno, J.D. (2015). Análisis de rendimiento y costos horarios de maquinaria pesada en la obra "piady" etapa 1. Guayaquil, Ecuador.

MAQUINARIAS PESADAS. (s.f.). Manual de rendimientos. Recuperado de <https://www.maquinariaspesadas.org/blog/2863-manual-rendimientos-maquinaria-pesada-calculos-produccion> 23/08/2021

UNIMAQ. (s.f.). Retroexcavadoras 420F2. Recuperado de <https://www.unimaq.com.pe/producto/420f2/?parent=7703> 22/08/2021

Velásquez, B.T. (2012). Manual práctico de diseño de pequeñas presas de tierra. Lima, PE. Colegio de Ingenieros, Perú. Capítulo de Ingeniería Agrícola.

file:///C:/Users/USER/Downloads/Manual\_de\_rendimiento\_caterpillar\_edicio.pdf  
23/08/2021

<http://maquqam.com/tecnicas/carreteras-3337/ingersoll-rand/sd45d.html> 07/08/2021

## VII. ANEXOS

### Anexo 1: Ficha técnica de la retroexcavadora CAD 420F2

<b>Especificaciones</b>				
<b>Motor</b>			<b>Pesos*</b>	
Modelo de motor	Cat 3054C mecánico con turbocompresor		Peso en orden de trabajo	
Potencia bruta			Mínimo	7.726 kg 17.033 lb
SAE J1995	75 kW	101 hp	Máximo (capacidad ROPS)	11.000 kg 24.251 lb
ISO 14396	74 kW	100 hp	Cabina, ROPS/FOPS	163 kg 359 lb
Potencia neta nominal a 2.200 rpm			Transmisión automática	238 kg 525 lb
SAE J1349	70 kW	94 hp	Control de amortiguación	14 kg 31 lb
ISO 9240	71 kW	95 hp	Aire acondicionado	42 kg 93 lb
EEC 80/1269	71 kW	95 hp	Tracción en las cuatro ruedas	165 kg 364 lb
Potencia máxima neta a 2.200 rpm			Cucharón de uso múltiple (1,0 m <sup>3</sup> /1,31 yd <sup>3</sup> ) (sin horquillas ni dientes)	745 kg 1.642 lb
SAE J1349	70 kW	94 hp	Cargador, herramienta integrada con acoplador rápido	317 kg 699 lb
ISO 9249	71 kW	95 hp	Brazo extensible	305 kg 672 lb
EEC 80/1269	71 kW	95 hp	Contrapesos (opción 1)	115 kg 255 lb
Calibre	105 mm	4,13"	Contrapesos (opción 2)	240 kg 530 lb
Carrera	127 mm	5"	Contrapesos (opción 3)	480 kg 1.015 lb
Cilindrada	4,4 L	268 pulg <sup>3</sup>		
Reserva de par neta a 1.400 rpm	31 %			
Par máximo neto SAE J1349	397 N-m	293 lbf-pie		

\*Las especificaciones corresponden a la máquina equipada con cargador de inclinación sencilla, estructura OROPS, tracción en dos ruedas, brazo estándar, cucharón cargador de uso general de 0,96 m<sup>3</sup> (1,25 yd<sup>3</sup>), cucharón retroexcavador de servicio estándar de 610 mm (24"), contrapeso de 240 kg (530 lb) y tanque de combustible lleno.

- El motor cumple con los estándares de emisiones Tier 2 de la EPA de EE.UU. y Stage II de la UE.

# Retroexcavadora Cargadora 420F2/420F2 IT

## Transmisión

### Transmisión servomecánica estándar

Avance: 1ª	5,4 km/h	3,4 mph
2ª	9,0 km/h	5,6 mph
3ª	21 km/h	13 mph
4ª	40 km/h	25 mph
Retroceso: 1ª	5,4 km/h	3,4 mph
2ª	9,0 km/h	5,6 mph
3ª	21 km/h	13 mph
4ª	40 km/h	25 mph

### Transmisión automática: optativa

Avance: 1ª	5,8 km/h	3,6 mph	5,8 km/h	3,6 mph
2ª	9,3 km/h	5,7 mph	9,3 km/h	5,7 mph
3ª	12 km/h	7 mph	12 km/h	7 mph
4ª	19 km/h	12 mph	19 km/h	12 mph
5ª	26 km/h	16 mph	23 km/h	14 mph
5ª LUC	—	—	25 km/h	15 mph
6ª	40 km/h	25 mph	40 km/h	25 mph
6ª LUC	—	—	40 km/h	25 mph
Retroceso: 1ª	5,8 km/h	3,6 mph	5,8 km/h	3,6 mph
2ª	12 km/h	7,6 mph	12 km/h	7,6 mph
3ª	28 km/h	17 mph	28 km/h	17 mph

### Transmisión automática con convertidor de par con sistema de traba: optativa

## Dirección

Tipo	Rueda delantera	
Servodirección	Hidrostática	
Calibre	65 mm	2,6"
Carrera	120 mm	4,7"
Diámetro de la varilla	36 mm	1,4"
Oscilación del eje	11°	
Radio de giro: tracción en 2 ruedas/tracción en 4 ruedas (rueda interior sin freno)		
Ruedas exteriores delanteras	8,18 m	26' 10"
Cucharón cargador exterior más ancho	10,97 m	36' 0"

## Capacidades de llenado de servicio

Sistema de enfriamiento con aire acondicionado	22,5 L	5,9 gal EE.UU.
Tanque de combustible	160 L	42 gal EE.UU.
Aceite del motor con filtro	8,8 L	2,3 gal EE.UU.
Transmisión: servomecánica		
Tracción en 2 ruedas	15,0 L	4,0 gal EE.UU.
Tracción en 4 ruedas	15,0 L	4,0 gal EE.UU.
Transmisión: automática		
Tracción en 4 ruedas	19,0 L	5,0 gal EE.UU.
Eje trasero	16,5 L	4,4 gal EE.UU.
Engranajes planetarios	1,7 L	0,4 gal EE.UU.
Eje delantero (tracción en 4 ruedas)	11,0 L	2,9 gal EE.UU.
Engranajes planetarios	0,7 L	0,2 gal EE.UU.
Sistema hidráulico	95,0 L	25,1 gal EE.UU.
Tanque hidráulico	40,0 L	10,6 gal EE.UU.

## Clasificaciones de los ejes

Eje delantero con tracción en 2 ruedas		
Estático	22.964 kg	50.582 lb
Dinámico	9.186 kg	20.233 lb
Eje delantero con tracción en 4 ruedas		
Estático	22.964 kg	50.582 lb
Dinámico	9.186 kg	20.233 lb
Eje trasero		
Estático	22.964 kg	50.582 lb
Dinámico	9.186 kg	20.233 lb

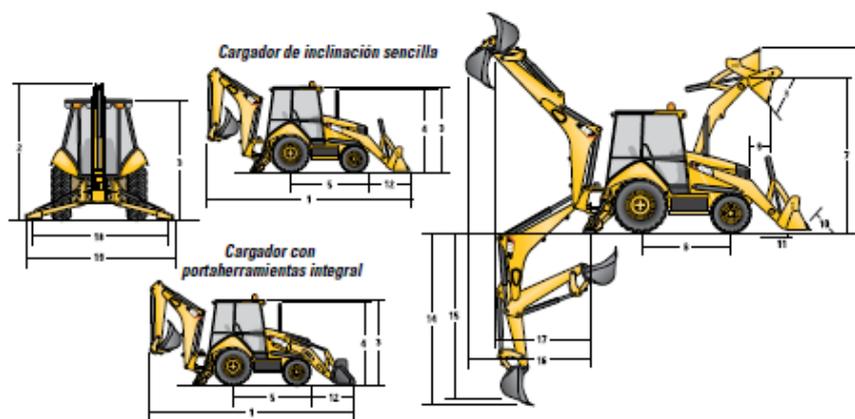
## Sistema hidráulico

Tipo	Centro cerrado	
Tipo de bomba	Flujo variable, pistón axial	
Capacidad de la bomba a 2.200 rpm	163 L/min	43 gal EE.UU./min
Presión del sistema: retroexcavadora	25.000 kPa	3.600 lb/pulg²
Presión del sistema: cargador	25.000 kPa	3.600 lb/pulg²

## Neumáticos

Las opciones se incluyen como combinación de neumáticos delanteros y traseros:

- 11L-16 (12 capas) F-3/19.5L-24 (12 capas) R4 ATU
- 12.5/80-18 (12 capas) 1-3/19.5L-24 (12 capas) ATU
- 12.5/80-18 NHS (12 capas) 1-3/21L-24 (16 capas) R4 ATU
- 340/80R 18/19.5L-24 (12 capas) R4 ATU
- 340/80R 18/500/70R 24 RT



2

# Retroexcavadora Cargadora 420F2/420F2 IT

## Dimensiones

	Cargador de inclinación sencilla		Cargador con portaherramientas integral y acoplador rápido					
	Cucharón de uso general de 0,96 m <sup>3</sup> (1,25 yd <sup>3</sup> )	Cucharón de uso múltiple de 1,00 m <sup>3</sup> (1,31 yd <sup>3</sup> )	Cucharón de uso general de 0,96 m <sup>3</sup> (1,25 yd <sup>3</sup> )	Cucharón de uso múltiple de 1,00 m <sup>3</sup> (1,31 yd <sup>3</sup> )	Cucharón de uso general de 0,96 m <sup>3</sup> (1,25 yd <sup>3</sup> )	Cucharón de uso múltiple de 1,00 m <sup>3</sup> (1,31 yd <sup>3</sup> )		
1 Longitud total (cargador en el suelo): brazo estándar	7.141 mm	23' 5"	7.059 mm	23' 2"	7.289 mm	23' 11"	7.197 mm	23' 7"
Longitud total (cargador en el suelo): brazo extensible	7.147 mm	23' 5"	7.064 mm	23' 2"	7.295 mm	23' 11"	7.203 mm	23' 8"
Longitud total para el transporte: brazo estándar	7.169 mm	23' 6"	7.133 mm	23' 5"	7.282 mm	23' 11"	7.211 mm	23' 8"
Longitud total para el transporte: brazo extensible	7.175 mm	23' 6"	7.139 mm	23' 5"	7.288 mm	23' 11"	7.217 mm	23' 8"
2 Altura total para el transporte: brazo estándar	3.577 mm	11' 9"	3.577 mm	11' 9"	3.577 mm	11' 9"	3.577 mm	11' 9"
Altura total para el transporte: brazo extensible	3.631 mm	11' 11"	3.631 mm	11' 11"	3.631 mm	11' 11"	3.631 mm	11' 11"
Ancho total	2.322 mm	7' 7"	2.322 mm	7' 7"	2.322 mm	7' 7"	2.322 mm	7' 7"
3 Altura hasta la parte superior de la cabina o techo	2.819 mm	9' 3"	2.819 mm	9' 3"	2.819 mm	9' 3"	2.819 mm	9' 3"
4 Altura hasta la parte superior del tubo de escape vertical	2.744 mm	9' 0"	2.744 mm	9' 0"	2.744 mm	9' 0"	2.744 mm	9' 0"
Altura hasta el pasador de articulación del cargador (transporte)	381 mm	1' 3"	432 mm	1' 5"	396 mm	1' 4"	386 mm	1' 3"
Espacio libre sobre el suelo (mínimo)	294 mm	1' 0"	294 mm	1' 0"	294 mm	1' 0"	294 mm	1' 0"
5 Línea de centro del eje trasero hasta la parrilla delantera	2.705 mm	8' 10"	2.705 mm	8' 10"	2.705 mm	8' 10"	2.705 mm	8' 10"
Distancia entre ruedas delanteras	1.895 mm	6' 3"	1.895 mm	6' 3"	1.895 mm	6' 3"	1.895 mm	6' 3"
Distancia entre ruedas traseras	1.714 mm	5' 7"	1.714 mm	5' 7"	1.714 mm	5' 7"	1.714 mm	5' 7"
6 Distancia entre ejes, tracción en 2/4 ruedas	2.200 mm	7' 3"	2.200 mm	7' 3"	2.200 mm	7' 3"	2.200 mm	7' 3"

## Dimensiones y rendimiento del cucharón cargador

	Cargador de inclinación sencilla		Cargador con portaherramientas integral y acoplador rápido					
	Cucharón de uso general de 0,96 m <sup>3</sup> (1,25 yd <sup>3</sup> )	Cucharón de uso múltiple de 1,00 m <sup>3</sup> (1,31 yd <sup>3</sup> )	Cucharón de uso general de 0,96 m <sup>3</sup> (1,25 yd <sup>3</sup> )	Cucharón de uso múltiple de 1,00 m <sup>3</sup> (1,31 yd <sup>3</sup> )	Cucharón de uso general de 0,96 m <sup>3</sup> (1,25 yd <sup>3</sup> )	Cucharón de uso múltiple de 1,00 m <sup>3</sup> (1,31 yd <sup>3</sup> )		
Capacidad (nominal SAE)	0,96 m <sup>3</sup>	1,25 yd <sup>3</sup>	1,0 m <sup>3</sup>	1,31 yd <sup>3</sup>	0,96 m <sup>3</sup>	1,25 yd <sup>3</sup>	1,0 m <sup>3</sup>	1,31 yd <sup>3</sup>
Ancho total del cucharón	2.262 mm	89"	2.279 mm	90"	2.262 mm	89"	2.279 mm	90"
Capacidad de levantamiento a altura máxima	3.283 kg	7.237 lb	3.097 kg	6.826 lb	3.716 kg	8.193 lb	3.448 kg	7.601 lb
Fuerza de desprendimiento de levantamiento	49.809 N	11.197 lb-pie	49.019 N	11.020 lb-pie	51.085 N	11.484 lb-pie	49.678 N	11.168 lb-pie
Fuerza de desprendimiento de inclinación	50.190 N	11.263 lb-pie	57.555 N	12.938 lb-pie	46.314 N	10.411 lb-pie	50.380 N	11.325 lb-pie
Carga límite de equilibrio en el punto de desprendimiento	6.578 kg	14.503 lb	6.659 kg	14.661 lb	5.961 kg	13.120 lb	6.029 kg	13.292 lb
7 Altura máxima de pasador de articulación	3.474 mm	11' 5"	3.474 mm	11' 5"	3.490 mm	11' 5"	3.490 mm	11' 5"
8 Ángulo de descarga a altura máxima	44°		44°		44°		44°	
Altura de descarga a ángulo máximo	2.746 mm	9' 0"	2.798 mm	9' 2"	2.679 mm	8' 9"	2.745 mm	9' 0"
9 Alcance de descarga a ángulo máximo	808 mm	2' 8"	716 mm	2' 4"	869 mm	2' 10"	814 mm	2' 8"
10 Inclinación hacia atrás máxima del cucharón a nivel del suelo	37°		38°		40°		39°	
11 Profundidad de excavación	83 mm	3"	110 mm	4"	105 mm	4"	95 mm	4"
Ángulo máximo de nivelación	112°		116°		110°		112°	
Ancho de la cuchilla de la hoja topadora	N/D		2.262 mm	7' 5"	N/D		2.262 mm	7' 5"
12 Distancia de la parrilla a la cuchilla del cucharón, en posición de acarreo	1.487 mm	4' 11"	1.451 mm	4' 9"	1.600 mm	5' 3"	1.529 mm	5' 0"
13 Altura de operación máxima	4.355 mm	14' 3"	4.404 mm	14' 5"	4.407 mm	14' 6"	4.480 mm	14' 8"
Abertura máxima de la mandíbula	N/D		790 mm	2' 7"	N/D		790 mm	2' 7"
Fuerza de sujeción de la mandíbula del cucharón	N/D		55.700 N	12.521 lb-pie	N/D		55.700 N	12.521 lb-pie
Peso (no incluye dientes ni horquillas)	451 kg	994 lb	745 kg	1.642 lb	447 kg	985 lb	724 kg	1.596 lb

## Dimensiones y rendimiento de la retroexcavadora

	Brazo estándar	Brazo extensible retraído	Brazo extensible extendido			
14 Profundidad de excavación, SAE (máx.)	4.360 mm	14' 4"	4.390 mm	14' 5"	5.442 mm	17' 11"
15 Profundidad de excavación, fondo plano de 610 mm (2')	4.311 mm	14' 2"	4.351 mm	14' 4"	5.405 mm	17' 9"
Alcance desde la línea de centro del eje trasero a la línea a nivel del suelo	6.702 mm	22' 1"	6.737 mm	22' 2"	7.742 mm	25' 6"
16 Alcance desde el pivote de rotación a la línea a nivel del suelo	5.612 mm	18' 5"	5.647 mm	18' 7"	6.652 mm	21' 10"
Altura de operación máxima	5.522 mm	18' 1"	5.546 mm	18' 3"	6.282 mm	20' 8"
Altura de carga	3.642 mm	11' 11"	3.599 mm	11' 10"	4.169 mm	13' 8"
17 Alcance de carga	1.842 mm	6' 1"	1.929 mm	6' 4"	2.844 mm	9' 4"
Arco de rotación	180°		180°		180°	
Rotación del cucharón	205°		205°		205°	
18 Distancia entre estabilizadores, posición de operación (centro)	3.310 mm	10' 10"	3.310 mm	10' 10"	3.310 mm	10' 10"
Distancia entre estabilizadores, posición de operación (borde exterior)	3.770 mm	12' 4"	3.770 mm	12' 4"	3.770 mm	12' 4"
Distancia entre estabilizadores, posición de transporte	2.322 mm	7' 7"	2.322 mm	7' 7"	2.322 mm	7' 7"
Fuerza de excavación del cucharón	64.191 N	14.431 lb-pie	63.290 N	14.228 lb-pie	63.290 N	14.228 lb-pie
Fuerza de excavación del brazo	43.510 N	9.781 lb-pie	43.402 N	9.757 lb-pie	31.682 N	7.122 lb-pie

## Retroexcavadora Cargadora 420F2/420F2 IT

### Contrapesos (recomendaciones mínimas para el contrapeso)

Brazo estándar		Inclinación sencilla		Cargador con portaherramientas integral con acoplador rápido	
Cucharón cargador	Tren de fuerza	kg	lb	kg	lb
Uso general	Tracción en 4 ruedas	240	530	sin contrapeso	
Uso múltiple	Tracción en 4 ruedas	sin contrapeso		sin contrapeso	
Horquillas	Tracción en 4 ruedas	N/D	N/D	sin contrapeso	
Brazo de manipulación de materiales	Tracción en 4 ruedas	N/D	N/D	sin contrapeso	

Brazo extensible		Inclinación sencilla		Cargador con portaherramientas integral con acoplador rápido	
Cucharón cargador	Tren de fuerza	kg	lb	kg	lb
Uso general	Tracción en 4 ruedas	480	1.015	240	530
Uso múltiple	Tracción en 4 ruedas	240	530	sin contrapeso	
Horquillas	Tracción en 4 ruedas	N/D	N/D	240	530
Brazo de manipulación de materiales	Tracción en 4 ruedas	N/D	N/D	240	530

### Cucharones retroexcavadores (con adaptadores soldados y dientes con pasador)

Servicio estándar						
Ancho		Capacidad nominal		Peso		No. de dientes
mm	"	L	pie <sup>3</sup>	kg	lb	
305	12	80	2,8	111	245	3
457	18	120	4,2	122	268	4
610	24	180	6,4	141	311	5
762	30	230	8,1	157	345	5
914	36	290	10,2	176	388	6

Coral						
Ancho		Capacidad nominal		Peso		No. de dientes
mm	"	L	pie <sup>3</sup>	kg	lb	
305	12	60	2,1	134	295	4
457	18	100	3,5	155	341	6
610	24	140	4,9	182	402	8
762	30	190	6,7	210	463	10

Servicio pesado						
Ancho		Capacidad nominal		Peso		No. de dientes
mm	"	L	pie <sup>3</sup>	kg	lb	
305	12	80	2,8	121	266	3
406	16	110	3,9	128	282	3
457	18	120	4,2	135	299	4
610	24	180	6,4	151	333	5
762	30	230	8,1	177	391	5
914	36	290	10,2	201	443	6

Servicio pesado: traba de pasador						
Ancho		Capacidad nominal		Peso		No. de dientes
mm	"	L	pie <sup>3</sup>	kg	lb	
305	12	96	3,4	113	249	3
406	16	123	4,3	131	288	3
457	18	139	4,9	139	307	4
610	24	207	7,3	168	370	5
762	30	275	9,7	194	428	5
914	36	345	12,2	224	494	6

Excavación de suelos						
Ancho		Capacidad nominal		Peso		No. de dientes
mm	"	L	pie <sup>3</sup>	kg	lb	
457	18	180	6,4	155	341	4
610	24	240	8,5	182	402	5
762	30	320	11,3	206	454	5
914	36	380	13,4	233	513	6

Alta capacidad: traba de pasador						
Ancho		Capacidad nominal		Peso		No. de dientes
mm	"	L	pie <sup>3</sup>	kg	lb	
305	12	96	4,6	113	267	3
406	16	123	5,6	131	327	3
457	18	139	6,5	139	346	4
610	24	207	9,6	168	414	5
762	30	275	12,9	194	475	5
914	36	345	16,2	224	543	6

Servicio pesado para roca						
Ancho		Capacidad nominal		Peso		No. de dientes
mm	"	L	pie <sup>3</sup>	kg	lb	
305	12	70	2,5	127	279	3
457	18	130	4,6	146	322	4
610	24	200	7,1	174	384	5
762	30	270	9,5	197	434	5
914	36	330	11,7	224	493	6

## Anexo 2: Ficha técnica del cargador frontal CAT 924 HZ

### Cargadores de Ruedas Portaherramientas Integrales

### Especificaciones



MODELO	914G/IT14G		924Hz		924H VersaLink estándar Con pasador/ con gancho		924H  VersaLink para levantamiento alto Con pasador/ con gancho	
Potencia en el volante: Neta	72 kW	96 hp	96 kW	129 hp	96 kW	129 hp	96 kW	129 hp
Bruta	75 kW	101 hp	102 kW	137 hp	102 kW	137 hp	102 kW	137 hp
Modelo de motor	Cat 3054C DIT		C6.6		C6.6		C6.6	
Clasificación de RPM del motor	2200		2300		2300		2300	
Calibre	100 mm	3,94"	105 mm	4,13"	105 mm	4,13"	105 mm	4,13"
Carrera	127 mm	5"	127 mm	5"	127 mm	5"	127 mm	5"
Número de cilindros	4		6		6		6	
Cilindrada	4 L	243 pulg <sup>3</sup>	6,6 L	403 pulg <sup>3</sup>	6,6 L	403 pulg <sup>3</sup>	6,6 L	403 pulg <sup>3</sup>
Velocidades de avance	km/h	mph	km/h	mph	km/h	mph	km/h	mph
1a.	9	Bajo 5,6	6,9	4,3	6,9	4,3	6,9	4,3
2a.	35	Alto 22	12,9	8,0	12,9	8,0	12,9	8,0
3a.	—	—	22,9	14,2	22,9	14,2	22,9	14,2
4a.	—	—	39,7	24,7	39,7	24,7	39,7	24,7
Velocidades de retroceso								
1a.	9	Bajo 5,6	6,9	4,3	6,9	4,3	6,9	4,3
2a.	35	Alto 22	12,9	8,0	12,9	8,0	12,9	8,0
3a.	—	—	22,9	14,2	22,9	14,2	22,9	14,2
Tiempo del ciclo hidráulico, con carga nominal en cucharón:	Segundos		Segundos		Segundos		Segundos	
Levantamiento	914G	IT14G						
	5,6	6,9	5,2		5,2		5,2	
Descarga	2,1	2,5	1,2		1,6		1,9	
Descenso libre (vacío)	3,2	3,1	3,0		2,7		2,4	
Total	10,9	12,5	9,4		9,5		9,5	
Entrevía	1,80 m	5'11"	1,89 m	6'2"	1,89 m	6'2"	1,89 m	6'2"
Ancho con neumáticos	2,26 m	7'5"	2,50 m	8'2"	2,50 m	8'2"	2,50 m	8'2"
Espacio libre sobre el suelo	456 mm	18"	436 mm	17"	436 mm	17"	436 mm	17"
Capac. del tanque de combustible	150 L	39,6 gal. EE.UU.	225 L	59,4 gal. EE.UU.	225 L	59,4 gal. EE.UU.	225 L	59,4 gal. EE.UU.
Capac. del tanque hidráulico	70 L	18,5 gal. EE.UU.	70 L	18,5 gal. EE.UU.	70 L	18,5 gal. EE.UU.	70 L	18,5 gal. EE.UU.
Capac. del sistema hidráulico (incluyendo el tanque)	100 L	26,4 gal. EE.UU.	148 L	39 gal. EE.UU.	148 L	39 gal. EE.UU.	148 L	39 gal. EE.UU.

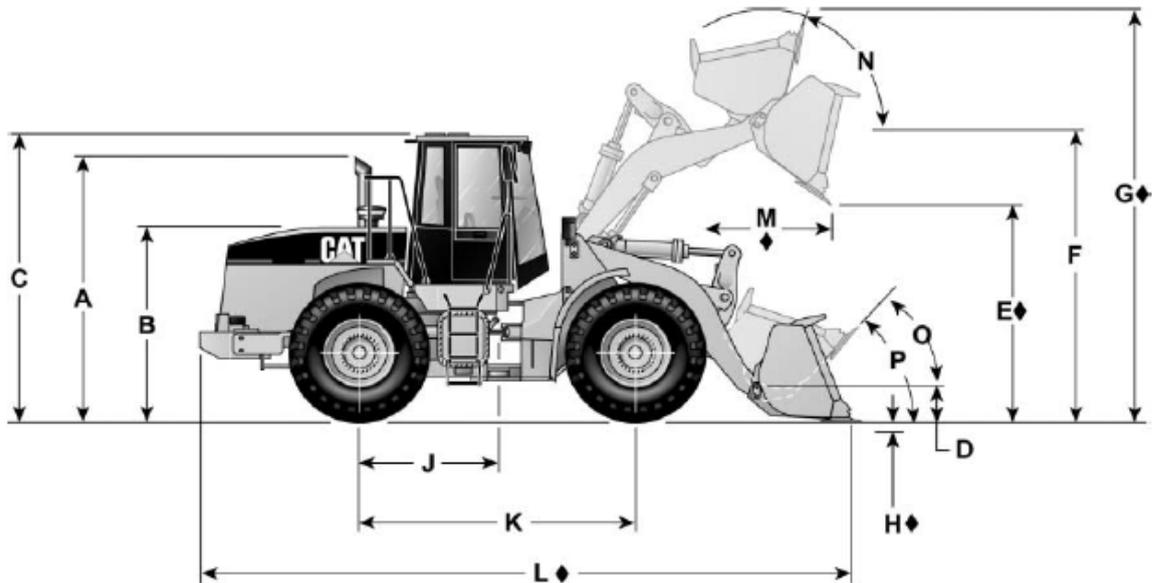
Tipo de cucharón	De uso general						
		Cuchillas empernables		Dientes y segmentos empernables		Dientes empernables	
<b>Tipo de herramienta de corte</b>							
Capacidad nominal del cucharón	m <sup>3</sup> yd <sup>3</sup>	1,8 2,3	2,1 2,7	1,8 2,3	2,1 2,7	1,7 2,2	2,0 2,6
Capacidad a ras	m <sup>3</sup> yd <sup>3</sup>	1,5 2,0	1,7 2,2	1,5 2,0	1,7 2,2	1,4 1,8	1,8 2,1
Ancho del cucharón	mm pies/pulg	2550 8'4"	2550 8'4"	2620 8'7"	2620 8'7"	2620 8'7"	2620 8'7"
Altura de descarga a 45° a levantamiento máximo (§)	mm pies/pulg	2826 9'3"	2757 9'1"	2722 8'11"	2653 8'8"	2722 8'11"	2653 8'8"
Alcance de descarga a un ángulo de 45° y con inclinación máxima (§)	mm pies/pulg	791 2'7"	859 2'10"	894 2'11"	962 3'2"	894 2'11"	962 3'2"
Alcance de descarga a un ángulo de 45° y a una altura sobre el suelo de 2130 mm (7'0") (§)	mm pies/pulg	1318 4'4"	1350 4'5"	1365 4'6"	1392 4'7"	1365 4'6"	1392 4'7"
Alcance con los brazos de levantamiento y el cucharón en posición horizontal	mm pies/pulg	2059 6'9"	2156 7'1"	2205 7'3"	2302 7'7"	2205 7'3"	2302 7'7"
Profundidad de excavación (§)	mm pulg	43 1,7	51 2,0	56 2,2	64 2,5	56 2,2	64 2,5
Longitud total	mm pies/pulg	6898 22'8"	7001 23'0"	7044 23'1"	7147 23'5"	7023 23'1"	7127 23'5"
Altura total con el cucharón a levantamiento máximo (§)	mm pies/pulg	4809 15'9"	4938 16'2"	4809 15'9"	4938 16'2"	4809 15'9"	4938 16'2"
Radio de giro del cargador con el cucharón en posición de acarreo (§)	mm pies/pulg	5616 18'5"	5648 18'6"	5692 18'8"	5722 18'9"	5689 18'8"	5719 18'9"
Carga límite de equilibrio estático, máquina derecha (§)	kg lb	8816 19.437	8732 19.251	8653 19.077	8565 18.884	8757 19.306	8671 19.117
Carga límite de equilibrio estático con un giro de 40° (§)	kg lb	7640 16.844	7580 16.667	7477 16.484	7393 16.299	7581 16.713	7499 16.533
Fuerza de desprendimiento (§)	kg lb	9954 21.945	8975 19.787	9833 21.678	8854 19.520	10.734 23.665	9604 21.173
Peso en orden de trabajo	kg lb	10.968 24.180	11.021 24.297	11.104 24.480	11.156 24.595	11.018 24.291	11.071 24.408

NOTA: Las especificaciones y clasificaciones cumplen con todas las normas pertinentes recomendadas por la SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices). Las normas SAE J732 JUN92 y J742 FEB85 que rigen las clasificaciones del cargador están indicadas en el texto con el símbolo (§).

12

	Cambio en el peso en orden de trabajo		Cambio en la carga límite de equilibrio estático — Articulado	
	kg	lb	kg	lb
Sin aire acondicionado	- 32	- 70	- 29	- 64
Techo ROPS (menos cabina)	- 199	- 439	- 182	- 402
Sin contrapesos optativos de 340 kg (750 lb)	- 320	- 704	- 609	- 1340
Sin protector del cárter	- 15	- 33	- 21	- 47
Sin protector del eje de impulsión	- 43	- 95	- 5	- 12
Sin protector del tren de fuerza	- 52	- 114	- 51	- 113
Sin sistema de control de amortiguación	- 40	- 88	- 29	- 64
Sin dirección secundaria	- 37	- 81	- 33	- 73
<b>Neumáticos, aros de 1 pieza</b>				
17.5-25, 12 lonas (L-2)	- 652	-1437	- 408	- 900
17.5-25, 12 lonas (L-3)	- 580	-1279	- 363	- 801
17.5-25, radiales (L-2)	- 612	-1349	- 383	- 845
17.5-25, radiales (L-3)	- 512	-1129	- 320	- 706
<b>Neumáticos, aros de 3 piezas</b>				
17.5-25, 12 lonas (L-2)	- 528	-1164	- 330	- 728
17.5-25, 12 lonas (L-3)	- 456	-1005	- 285	- 629
17.5-25, radiales (L-2)	- 488	-1076	- 305	- 673
17.5-25, radiales (L-3)	- 388	- 855	- 243	- 536
550/65 R25, radiales (L-2)	- 196	- 432	- 123	- 272
550/65 R25, radiales (L-3)	- 136	- 300	- 85	- 188
20.5-25, 12 lonas (L-2)	- 240	- 529	- 150	- 331
20.5-25, 12 lonas (L-3)	- 36	- 79	- 22	- 49
20.5 R25, radiales (L-2)	- 172	- 379	- 108	- 239
20.5 R25, radiales (L-3)	0	0	0	0

12-21



Las dimensiones que se muestran son las de una máquina estándar con cucharón, cuchilla empernable y neumáticos estándar.

◆ Varía según el tamaño y configuración del cucharón — Consulta los datos de rendimiento.

MODELO	924Hz*	
	1,8 m <sup>3</sup>	2,3 yd <sup>3</sup>
A Altura hasta el tubo de escape	3211 mm	10'7"
B Altura hasta el capó de motor	2219 mm	7'4"
C Altura hasta el techo ROPS/FOPS	3227 mm	10'7"
D Altura de acarreo	435 mm	17"
◆ E Altura de descarga a 45° y levantamiento máximo	3432 mm	11'3"
F Altura del pasador del cucharón a levantamiento máximo	3757 mm	12'4"
◆ G Altura total — cucharón levantado	4809 mm	15'9"
◆ H Profundidad de excavación	42 mm	1,7"
J Distancia desde la línea central del eje delantero al enganche	1400 mm	4'7"
K Distancia entre ejes	2800 mm	9'2"
◆ L Longitud total máxima	6898 mm	22'8"
◆ M Alcance de descarga a un ángulo de 45° y a levantamiento máximo	791 mm	2'7"
N Ángulo de inclinación hacia atrás a levantamiento máximo	58°	
O Ángulo de inclinación hacia atrás durante acarreo	48°	
P Ángulo de inclinación hacia atrás en el suelo	44°	
Altura hasta el centro del eje	692 mm	2'4"
Espacio libre sobre el suelo	436 mm	1'5"
Longitud — desde el eje trasero hasta el parachoques	1982 mm	6'5"
Espacio libre para el cucharón a altura máxima y horizontal	3434 mm	11'4"
Ángulo de descarga en levantamiento máximo	45°	
Neumáticos utilizados para las medidas	20.5R25 (L-3)	

\*Cucharones para material suelto con cuchillas empernables.

### Anexo 3: Ficha técnica de rodillo Ingersoll Rand SD45D

#### Rodillo

■ Ancho del rodillo	1372 mm
■ Diámetro del rodillo	1000 mm
■ Frecuencia de vibraciones 1	32 Hz
■ Amplitud alta nominal	2 mm
■ Fuerza centrífuga alta	99 kN

#### Motor

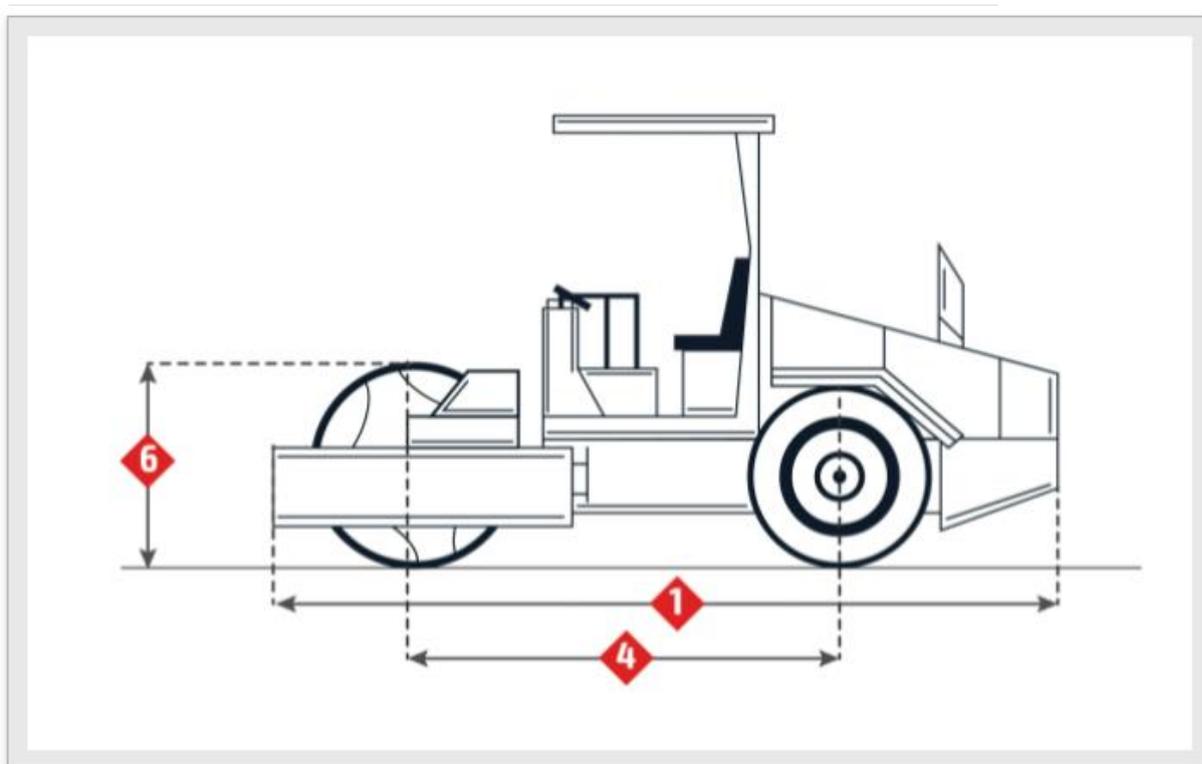
■ Fabricante	BT
■ Modelo	Cummins 4 3.3
■ Potencia efectiva	59.7 kW

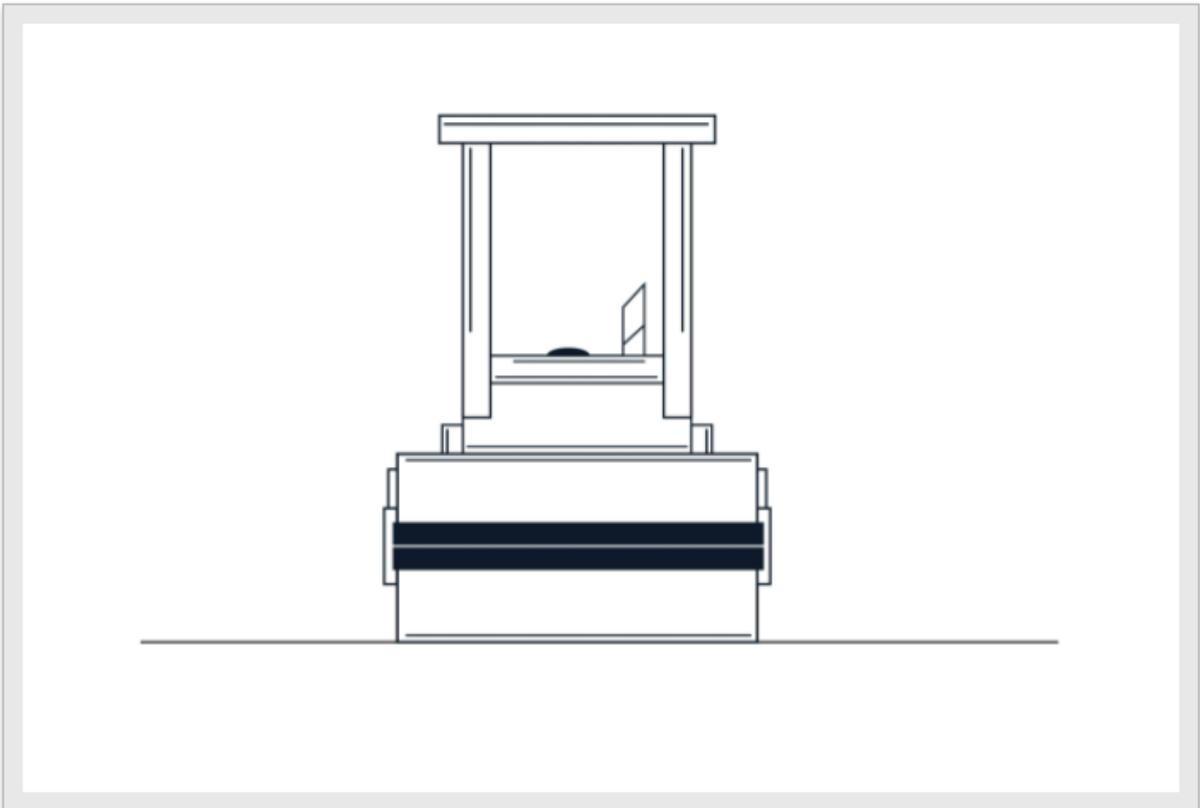
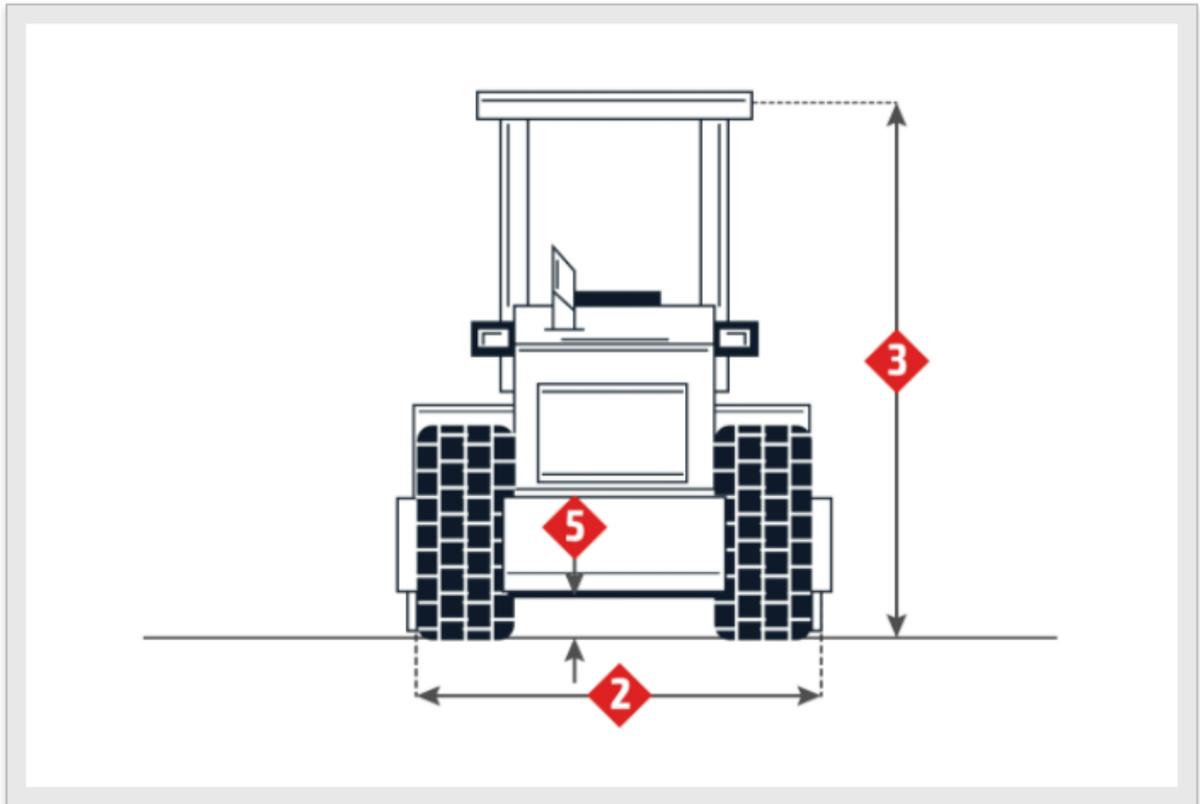
#### Explotación

■ Velocidad máxima	7.4 km/h
■ Neumáticos (si procede)	12.4x24-4PR R1 Garabato
■ Tensión de funcionamiento	12 V
■ Amperaje del generador	60 amperios
■ Peso útil	4807 kg
■ Volumen de combustible	98 l.
■ Volumen del fluido del sistema hidráulico	96 l.

## Dimensiones

■ Longitud Total	4053 mm
■ Anchura Total	1590 mm
■ Altura hasta la parte superior de la cabina	2830 mm
■ Eje de ruedas	2450 mm
■ Despeje sobre el suelo	305 mm





## Imágenes

Dimensiones	
■ 1. Longitud Total	4053 mm
■ 2. Anchura Total	1590 mm
■ 3. Altura hasta la parte superior de la cabina	2830 mm
■ 4. Eje de ruedas	2450 mm
■ 5. Despeje sobre el suelo	305 mm