

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



TESIS

**“SELECCIÓN Y PROGRAMACION DE LA MÁQUINARIA
AGRICOLA PARA EL EMPACADO DE RASTROJO DE
ARROZ EN EL VALLE DE MAJES – AREQUIPA”**

PRESENTADA POR:

FERNANDO ALVARO DELGADO MENDOZA

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

PUNO – PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

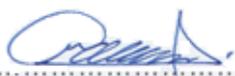
“SELECCION Y PROGRAMACION DE LA MAQUINARIA
AGRICOLA PARA EL EMPACADO DE RASTROJO DE ARROZ EN
EL VALLE DE MAJES – AREQUIPA”

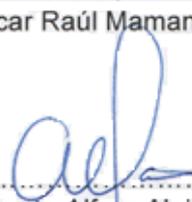
TESIS

PRESENTADA POR:
FERNANDO ALVARO DELGADO MENDOZA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÍCOLA

APROBADO POR EL JURADO REVISO CONFORMADO POR:

PRESIDENTE DEL JURADO: 
M.Sc. Oscar Raúl Mamani Luque

PRIMER JURADO: 
M.Sc. Roberto Alfaro Alejo

SEGUNDO JURADO: 
M.Sc. José Antonio Mamani Gómez

DIRECTOR DE TESIS: 
Ing. Edilberto Velarde Coaquira

PUNO – PERÚ

2016

ÁREA : Ingeniería y Tecnología
TEMA: Maquinaria agrícola
LÍNEA: Mecanización Agrícola y Energía

DEDICATORIA

A Dios en Cristo Jesús, por permitirme volver a él y a mi vida académica después de muchos años.

A mi fallecido Padre Ismael Delgado Pacheco, quien me dio la oportunidad de haber estudiado en una Universidad.

A mi Madre Juana Jesús Mendoza Llerena, por su lucha, confianza, apoyo y comprensión.

A mi esposa Patricia Nancy Chirinos Beltrán, a mi hija Flor de María, que han sido los motores que han impulsado el presente trabajo.

Fernando Álvaro

AGRADECIMIENTO

El autor desea sus sinceros agradecimientos:

A nuestra alma mater la Universidad Nacional del Altiplano, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, por ser la casa donde me forme y por la labor que cumple en el logro de nuestra formación profesional.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, por haberme brindado sus conocimientos y enseñanzas y haber compartido sus experiencias para mi formación profesional en los claustros Universitarios; que dejaron huellas imborrables en mi formación académica.

A los Ingenieros M.Sc. Oscar Raúl Mamani Luque, M.Sc. Roberto Alfaro Alejo, y al M.Sc. José Antonio Mamani Gómez, por el asesoramiento meritorio en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.

A Ing. Edilberto Velarde Coaquira, por sus valiosos consejos y amplia colaboración en la ejecución del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Justo Zegarra Cornejo, Gerente de la Cooperativa Agraria “Virgen de Rosario” del Valle de Majes por su apoyo y culminación del presente trabajo de Investigación.

A todas aquellas personas y amigos que directa o indirectamente han contribuido en la realización de la presente investigación.

A todos ellos, muchas gracias.

El autor

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE CUADROS	viii
RESUMEN	x

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	1
INTRODUCCIÓN	1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.2. ANTECEDENTES	4
1.3. JUSTIFICACION	5
1.4. OBJETIVOS	6
1.4.1. Objetivo general.....	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. HIPOTESIS	6
1.5.1. Hipotesis general	6
1.5.2. Hipotesis específicos.....	6

CAPITULO II

MARCO TEORICO	7
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. INVENTARIO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA	7
2.2. COSTOS DEL USO DE LA MAQUINARIA	7
2.2.1. Costos fijos	7
2.2.2. Costos Variables.....	7
2.3. BIOMASA RECUPERADA	10
2.4. BIOMASA NO RECUPERADA	10

2.5.	EL TRACTOR Y LA MAQUINARIA AGRÍCOLA.....	10
2.6.	LA COSECHADORA DE GRANOS PEQUEÑOS.	12
2.7.	LA EMPACADORA.....	12
2.7.1.	Mecanismos y ajustes de la empacadora.....	13
2.7.2.	Operaciones de la empacadora	14
2.7.3.	Rendimientos de empacadoras.....	15
2.8.	LA GRADA DE DISCOS.....	16
2.9.	CALENDARIO DE TAREAS	17
2.10.	CAPACIDAD MÁXIMA DE LA MAQUINARIA.....	18
2.11.	CAPACIDAD ÓPTIMA DE LA MAQUINARIA.	18
2.12.	SELECCIÓN DE LA MAQUINARIA.....	20
2.13.	PROGRAMACIÓN DE LA MAQUINARIA.....	22
2.14.	TIEMPO REQUERIDO.....	23
2.15.	TIEMPO DISPONIBLE	24
2.16.	PROGRAMA DE TRABAJOS.....	25

CAPITULO III

III.	MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	26
3.1.	UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	26
3.1.1.	Geología	27
3.1.2.	Meteorología y climatología	28
3.1.3.	Hidrología	29
3.1.4.	Suelos y sus características.....	29
3.1.5.	Cedula de cultivos.....	29
3.1.6.	Socio economía del poblador del Valle de Majes.....	30
3.1.7.	Servicios	30
3.2.	METODOLOGÍAS POR OBJETIVOS.....	31
3.2.1.	Calculo del tiempo disponible para la campaña grande y chica (TD)..	31
3.2.2.	Cálculo de la capacidad requerida para la campaña grande y chica (Cr)	31
3.2.3.	Calculo del ancho efectivo para la campaña grande y chica	33
3.2.4.	Cálculo del número de tractores e implementos requeridos para la campaña grande y chica	33
3.2.5.	Cálculo del tiempo operativo y tiempo requerido para la campaña grande y chica.....	34

3.2.6.	Selección de la maquinaria para la campaña grande y chica	34
3.2.7.	Programa de labores agrícolas mecanizadas para la campaña grande y chica	35
3.3.	INVENTARIO DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA EN EL VALLE DE MAJES	35
3.4.	COSTO OPERATIVO DE LOS TRACTORES SELECCIONADOS.....	36
3.4.1.	Cálculo del costo operativo de los implementos.....	37
3.4.2.	Calculo de Tarifas actuales	37
3.5.	CALCULO DE LA BIOMASA TOTAL RECUPERADA Y NO RECUPERADA	38
3.5.1.	Proceso de incorporación de la biomasa no recuperada de la campaña grande y chica.....	39
3.6.	CALCULO DE LA POTENCIA ÓPTIMA DEL TRACTOR.....	39
3.6.1.	Cálculos de los costos de demora en el Valle de Majes	40
3.6.2.	Calculo de la energía total anual requerida para el transporte de la campaña grande y chica	40
3.6.3.	Calculo de la energía total requerida en la campaña grande y chica..	41
3.6.4.	Calculo del costo anual por unidad de potencia (Cap)	41
3.6.5.	Verificación de la potencia óptima	42

CAPITULO IV

IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	43
4.1	SELECCIÓN Y PROGRAMACIÓN DE TRACTORES AGRÍCOLAS	43
4.1.1.	Inventario de la maquinaria agrícola operativa en la zona de estudio, a fin de verificar el índice de mecanización	51
4.1.2.	Costos operativos en las labores agrícolas mecanizadas que sincronicen con el empacado, a fin de recomendar reajustes en las tarifas	55
4.1.3.	Biomasa recuperada y no recuperada a través del empacado, a fin de recomendar su uso final	57
4.1.4.....	Determinar el tamaño óptimo del tractor para las labores agrícolas consideradas y verificar su potencia en función de los parámetros de la zona de estudio	60

CAPITULO V

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
5.1. CONCLUSIONES.....	66
5.2. RECOMENDACIONES.....	66
VI. BIBLIOGRAFIA	68

ÍNDICE CUADROS

Cuadro 01: Características de un empacado manual	15
Cuadro 02: Rendimientos de empacadora manual.....	15
Cuadro 03: Características y rendimientos de empacadora rectangular	16
Cuadro 04: Ponderación Costo por hora de la fórmula del ancho optimo	19
Cuadro 05: Selección de la Maquinaria	21
Cuadro 06: Cálculos de tiempos disponibles para la campaña grande y chica	43
Cuadro 07: Labores agrícolas y propuesta de distribución de tiempos disponibles según labores agrícolas mecanizadas propuestas para la Campaña Grande.....	43
Cuadro 08: Labores agrícolas y propuesta de distribución de tiempos disponibles según labores agrícolas mecanizadas propuestas para la Campaña Grande.....	43
Cuadro 10: Resultados de la Capacidad requerida para las labores mecanizadas propuestas de la campaña chica	44
Cuadro 11: Cálculo del ancho efectivo para la campaña grande.	44
Cuadro 12: Cálculo del ancho efectivo para la campaña chica	45
Cuadro 13: Número de tractores e implementos para la campaña grande	45
Cuadro 14: Número de tractores e implementos para la campaña chica	45
Cuadro 15: Tiempo operativo y tiempo para la campaña grande.....	46
Cuadro 16: Tiempo operativo y tiempo para la campaña Chica.....	46
Cuadro 17: Selección de la maquinaria para la campaña grande del Valle de Majes ..	47
Cuadro 18: La maquinaria para la campaña chica del Valle de Majes.....	48
Cuadro 19: Programa de labores agrícolas mecanizadas para la campaña grande del Valle de Majes.....	49
Cuadro 20: Programa de labores agrícolas mecanizadas para la campaña Chica del Valle de Majes.....	50
Cuadro 21: Resultados del Inventario de los tractores Agrícola del Valle de Majes	51
Cuadro 22: Resultados del inventario de cosechadoras de Arroz y Trigo	53
Cuadro 23: Resultados del Inventario de implementos Agrícolas del Valle de Majes ..	54
Cuadro 24: Costo operativo de los tractores seleccionados	55
Cuadro 25: Resultados del costo operativo de los implementos	56
Cuadro 26: Resultados de los Costos Operativos y tarifa calculada actual.....	57
Cuadro 27: Biomasa total recuperada	57
Cuadro 28: Biomasa total no recuperada.....	58

Cuadro 29: Resultados del cálculo de las labores mecanizadas del Valle de Majes (Zona Arroceras).....	60
Cuadro 30: Resultados de los Cálculos de costos de demora en el Valle de Majes/ año	61
Cuadro 31: Resultados de los cálculos de la energía total anual requerida para el transporte de la campaña grande y chica	62
Cuadro 32: Cálculo de energía total requerida en la campaña grande y chica del Valle de Majes (Zona Arroceras)	62
Cuadro 33: Resultado del Cálculo del costo anual por unidad de potencia para el Valle de Majes.....	63
Cuadro 34: Resultado de cálculo de potencia óptima con referencias bibliográficas ...	63
Cuadro 35: Verificación de la Potencia Óptima con parámetros de la zona de estudio	64

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Región de Arequipa, Provincia Castilla.....	26
Figura 2: Ubicación del distrito de Aplao.	27
Figura 3. Tractores/Potencia Acumulada	52
Figura 4. Procesos de incorporación de la biomasa no recuperada Campaña grande	58
Figura 5. Procesos de incorporación de la biomasa no recuperada Campaña chica ...	59

RESUMEN

El trabajo de investigación cumplió la iniciativa de reducir los impactos negativos, generados por malas prácticas agrícolas. Los objetivos del proyecto fueron: verificar el índice de mecanización, determinar los costos operativos en las labores agrícolas mecanizadas que sincronicen con el empacado, calcular la biomasa recuperada y no recuperada a través del empacado, determinar el tamaño óptimo del tractor para las labores agrícolas. La metodología utilizada fue a través de encuestas y muestreos en la zona de estudio. Las conclusiones fueron: con respecto al índice de mecanización resulto relativamente alto donde se obtuvo 2.097 CV/ha, en implementos solo se encontró 05 empacadoras rectangulares. Los costos operativos de cada una de las labores fue de 1.68 soles/paca a 2.18 soles/paca. La cantidad de biomasa recuperada es de 14, 310,000 kilogramos/año y no recuperada 15, 040,000 kilogramos/año. El tamaño óptimo calculado es 74.28 CV.

Palabras Claves: selección, costos, maquinaria, empacado, rastrojo, majes, biomasa

ABSTRACT

The research turned the initiative to reduce the negative impacts caused by poor agricultural practices. The project objectives were to verify the rate of mechanization, determine operating costs in mechanized farming that synchronize with the packaging, calculate the biomass recovered and unrecovered through the packed, and determine the optimal size of the tractor for farming. The methodology used was through surveys and sampling in the study area. The findings were compared to the rate of mechanization turned out relatively high which was obtained 2,097 hp / ha, at only 05 implements rectangular baler was found. The operating costs of each of the work was 1.68 soles / bale to 2.18 soles / bale. The amount of biomass recovered is 14, 310,000 kg / year and unrecovered 15, 040.000 kg / year. The optimal size is calculated CV 74.28.

Key words: selection, costs, machinery, packaging, stubble, bray, biomass.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

INTRODUCCIÓN

Muchos analistas nacionales y extranjeros inmersos en la problemática agraria, consideran que el aumento de la producción agropecuaria es vital; pero este logro sería relativo si paralelo a ello no se mejora el aspecto social, económico y medio ambiental del poblador rural, a través de innovaciones tecnológicas que modernicen programáticamente la agricultura, de tal manera que se logre aliviar el esfuerzo físico que requieren las diversas labores agrícolas. Nuestro país cuenta con valles costeros e interandinos, con sistemas de riego regulados y no regulados dependientes de la disponibilidad hídrica, con topografías y perfiles longitudinales diferenciados, estableciendo una evolución económica, social y medio ambiental particular de cada valle, que requiere una revisión integral y compleja referente al uso de la energía y consecuentemente la mecanización de las labores agrícolas, antes, durante y después de un determinado cultivo. El tractor agrícola se ha convertido en un factor importante para transformar y desarrollar energía en la producción agropecuaria, contribuyendo decididamente a mejorar las condiciones de vida del productor rural; hay que tener en cuenta el elevado costo que significa la adquisición de la maquinaria, que limita su compra por un solo productor, para ello se requiere la participación colectiva como asociaciones, cooperativas o gobiernos locales que puedan invertir en este sector y puedan brindar los servicios de maquinaria a los agricultores organizados.

En el presente trabajo se estudia a la máquina como un sistema inanimado que posee la actitud de recibir y transformar energía, determinándose a través de cálculos, la capacidad, el tamaño, la potencia óptima y las labores programadas en función del tiempo disponible en una área bajo riego determinada, para lo cual se ha podido establecer las unidades necesarias para las diversas labores

agrícolas mecanizadas , especialmente para el empacado del restrojo de arroz y trigo en el valle de Majes , a través del empacado se lograría aprovechar la biomasa recuperada en la alimentación complementaria del ganado vacuno y otros en función del análisis bromatológico, por otro lado la biomasa no recuperada se incorporaría al suelo como materia orgánica, lo importante es evitar que los productores sigan con esta mala práctica del quemado , provocando emisiones de gases contaminantes que contribuyen en el aumento del efecto invernadero y consecuentemente al cambio climático. La quema de las 5,500 hectáreas de arroz ocasiona molestias respiratorias en los diferentes centros poblados a lo largo y ancho del valle de Majes, esto nos causa preocupación y no podemos ser indiferentes ante esta problemática, es por eso que el presente trabajo de investigación se orienta a plantear soluciones a este problema.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El problema se encontró en la cedula de cultivos, típico de los Valles Costeros del Perú, donde se practican dos campañas agrícolas por año, que acarrearán dos tiempos disponibles resultando insuficientes para ejecutar las labores agrícolas mecanizadas, como cosechas, empacado, incorporación de rastrojos y preparación de suelos, a fin de instalar otros cultivos transitorios, como papa, trigo, maíz y frijol.

Por ello que la mayoría de agricultores carentes de capacitación en el uso racional del suelo, uso final de los rastrojos, selección y programación de maquinaria agrícola, solo atinan a quemar dichos rastrojos, poniendo en evidencia una mala práctica agrícola, desconociendo los impactos negativos, que en la actualidad están penalizados, la falta de supervisión por parte de las instituciones como el ministerio del ambiente y agricultura con lleva a que los productores sigan provocando emisiones de monóxido de carbono que han superado los niveles permisibles.

En un reciente estudio de investigación realizado en el Valle de Majes, (Delgado, 2014) se ha determinado que por cada kilogramo de rastrojo de arroz y trigo se emiten $47.313 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{kg}$, $53.47 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{kg}$ respectivamente, ocasionando malestares respiratorios en la poblaciones aledañas a los campos de cultivo.

Las conclusiones fueron: con respecto al índice de mecanización resulto relativamente alto donde se obtuvo 2.097 CV/ha, en implementos solo se encontró 05 empacadoras rectangulares. Los costos operativos de cada una de las labores fue de 1.68 soles/paca a 2.18 soles/paca. La cantidad de biomasa recuperada es de 14, 310,000 kilogramos/año y no recuperada 15, 040,000 kilogramos/año. El tamaño óptimo calculado es 74.28 CV.

Problema general

¿Cómo mejorar la programación, selección de la maquinaria agrícola en la labor del empacado de rastrojo de arroz en el valle de majes?

1.2. ANTECEDENTES

En tiempos ancestrales la agricultura se desarrollaba en base a herramientas manuales y a partir que las necesidades aumentaron el hombre se vio obligado a crear máquinas e implementos agrícolas más complejos , permitiéndole a desarrollar trabajos de mejor calidad con el menor esfuerzo posible ; con el desarrollo del motor de combustión interna a principios del siglo XX, se construyen los primeros tractores y con ellos las primeras máquinas e implementos montados o semi-montados , móviles o estacionarias y con la incorporación de los neumáticos , sistemas hidráulicos , toma de fuerza , la electricidad y la electrónica permitieron sofisticar aún más los tractores , que a su vez se crearon nuevas máquinas como sembradoras , cultivadoras, fumigadoras , hileradoras, cosechadoras autopropulsadas, enfardadoras, empacadoras rectangulares, carretas trivoltaje, etc.

En nuestro país y especialmente en la región Arequipa , se cuenta con valles costeros como Majes, Camana y Ocoña donde se cultivan áreas considerables de arroz, que anteriormente se cosechaban con hoces y se trillaban con animales y tractores , actualmente dicha labor se ejecuta con cosechadoras autopropulsadas combinadas , capaces de cortar, trillar , almacenar, hiliar y descargar en forma simultánea , esto ha permitido incrementarlas áreas de siembra y reducir el tiempo disponible de cosecha de las 5,500 has de arroz de las 8,000 has bajo riego del valle de majes , obviamente que dicha labor deja grandes cantidades de rastrojo y que los productores solo atinan a quemarlo, emitiendo gases contaminantes a la atmosfera , especialmente el monóxido de carbono (CO), provocando enfermedades respiratorias en las poblaciones aledañas a los cultivos de arroz , como consecuencia de esto la municipalidad de castilla ha emitido una ordenanza para sancionar está

mala práctica, en la actualidad existen dispositivos legales que penalizan esta actividad. Por ahora no se cuenta con trabajos de investigación que establezcan protocolos innovadores, que le sirvan de guía al productor arrocero de tal manera que se logre evitar el quemado y poder recuperar e incorporar la biomasa contenida en el rastrojo.(Aro (1989))

1.3. JUSTIFICACION

En el Valle de Majes la mecanización es regularmente eficiente por su antigüedad y número de máquinas disponibles con relación a los principales cultivos como el arroz, papa, maíz, trigo, frijol, etc. De las 8,000 has bajo riego 5,500 has se destinan al cultivo de arroz distribuidos en 14 comisiones de regantes asociando a 1,150 productores, la cosecha se ejecuta con cosechadoras autopropulsadas en un número de 08 , propiedad de los diversos molinos existentes en el Valle , en un tiempo disponible de 90 días calendarios , el problema está en que se ha inventariado solo 05 empacadoras rectangulares, 03 de las cuales propiedad de la familia Valcárcel, 01 de la Cooperativa Virgen del Rosario y la de la familia Estremadoyro, estas empacadoras no se abastecen para realizar esta labor en función del tiempo disponible, de allí que es necesario determinar la selección y el número necesario de estas máquinas con el número de tractores correspondientes para el proceso del empacado de rastrojo de arroz y trigo en forma satisfactoria en el Valle de Majes .

El presente estudio también contiene la selección y programación de las diversas labores agrícolas mecanizadas en función de los cultivos que habitualmente se instalan en el Valle, es necesario destacar esto porque el empacado como labor mecanizada no puede estar aislado de las demás labores, obligadamente se tiene que sincronizar todas y cada una de ellas en el presente estudio.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Seleccionar y programar los tractores agrícolas e implementos necesarios, que sincronicen con la labor del empacado de rastrojo de arroz en el Valle de Majes.

1.4.2. Objetivos específicos

Efectuar el inventario de la maquinaria agrícola operativa en la zona de estudio, a fin de verificar el índice de mecanización.

Determinar los costos operativos en las labores agrícolas mecanizadas que sincronicen con el empacado, recomendar reajustes en las tarifas.

Calcular la biomasa recuperada y no recuperada a través del empacado, a fin de recomendar su uso final.

Determinar el tamaño óptimo del tractor para las labores agrícolas consideradas y verificar su potencia en función de los parámetros de la zona de estudio.

1.5. HIPOTESIS

1.5.1. Hipotesis general

Existen metodologías para la selección y programación de la maquinaria y sus implementos, que nos permita una mejor alternativa de evaluación y control de la maquinaria agrícola.

1.5.2. Hipotesis específicos

Existe una estructura para realizar el inventario de las maquinarias agrícolas y para el control de la mecanización y los costos de operación

Existe una biomasa a través del empacado. La programación y selección de la maquinaria agrícola en función a la potencia requerida.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. INVENTARIO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA

Esta lista debe de considerarse como guía a través de una encuesta y reunión de datos donde debe incluir el número de tractores y otras máquinas, potencia, número y tipo de máquinas, precio de compra y valor remanente de máquinas, horas de trabajo por año y duración de la vida útil, disponibilidad de servicios, tipos de operaciones y rendimiento de trabajo, costo de combustible y otros insumos (Lubricantes, filtros, etc.), alquiler por hora de la maquinaria y salario del operador.(Hermandino, 1993).

2.2. COSTOS DEL USO DE LA MAQUINARIA

Los diversos factores que influyen en los costos totales del uso de maquinaria, pueden agruparse en dos clases principales:

2.2.1. Costos fijos

Se refiere normalmente al periodo de 1 año y comprende lo siguiente:

- Depreciación (Amortización)
- Interés de capital invertido (Tasa de Interés Real TIR)
- Alquiler de Galpón o Resguardo
- Seguros y tasas(administración)

2.2.2. Costos Variables.

Los costos variables que dependen del uso de la máquina, se calcula normalmente por unidad de trabajo, por hora o por ha trabajada, según sea el caso, pueden distinguirse los siguientes elementos: Reparaciones, Mantenimiento, Combustibles y Lubricantes. (Herrandina, 1993).

El costo operativo de una maquina se refiere a la suma de todos los gastos, las amortizaciones y los intereses, según sea la finalidad del cálculo, se puede calcular un costo total o un costo medio. Para ejemplificar el cálculo del costo operativo, se computa en función de uso anual de una maquina donde se tiene que:

$$CT = CFT + (CVM * U)$$

$$CM = \frac{CFT}{U} + CVM$$

Dónde:

CFT= Comprende los interés y la amortización.

U=Uso anual.

CVM= Integrado por los gastos de conservación y reparación, gasto de combustible y la amortización, cuando esta es un costo variable (Frank, 1977).

Los costos son expresiones de dinero de todo lo que se necesita para reunir los factores de la producción y elaborar un bien o prestar un servicio. Debido a la sociedad del libre mercado en lo que nos desenvolvemos, el cálculo de costos es de gran importancia para la administración de maquinaria. El costo es la suma de tres rubros: los gastos + amortizaciones + interés.

- Gastos es la parte que comprende las erogaciones en servicios o en bienes debido que se extinguen totalmente con el acto productivo.
- Amortización, compensa la depreciación (pérdida de valor) que sufren los bienes debido a su desgaste u obsolescencia.
- Interés, compensa lo que ganaría el capital invertido si se coloca en el banco. La tasa de interés, en cálculo de costos, no puede ser inferior al interés que se podría obtener en inversiones de riesgo similar, ni superior a la que se tiene que pagar para obtener capital en préstamo.

Para lo cual se plantea el siguiente procedimiento de cálculo:

$$\text{Costo Operativo} = \text{Costo Fijo} + \text{Costo Variable}$$

Dónde:

Costo fijo = Amortización + Interés + Resguardo + Administración y Seguros

Dónde:

$$\text{Amortización} = \frac{VN - VR}{\text{Obs.} * U}$$

$$\text{Interes} = \frac{(VN - VR)TIR}{2 * U}$$

Resguardo = 2 % del valor a nuevo.

Administración y seguros = 1.5 % del valor a nuevo del tractor.

TIR = Tasa de interés efectiva – Tasa de inflación anual

Donde:

VN: Valor a nuevo del tractor en nuevos soles.

VR: Valor residual del tractor (25 % del VN) en nuevos soles.

TIR: Tasa de interés real.

Obs: Obsolescencia del tractor.

U: Uso anual del tractor en horas por año.

$$\text{Costo Variable} = \text{CGCR} + \text{MO} + \text{Cs} + \text{Cc} + \text{Al}$$

Dónde:

CGCR = Costos y Gastos de Conservación y reparación (0.00008 del VN)

MO = Costo de mano de obra (costo jornal / 8 hr) en nuevos soles.

Cs = Cargas sociales (50 % de la MO) en nuevos soles,

Cc = Costo del combustible (precio del consumo por hora en galones) en nuevos soles.

Al = Aceites y lubricantes (12 % del costo del consumo de combustible por hora).

2.3. BIOMASA RECUPERADA

Para este cálculo se tomara en cuenta los resultados de los rendimientos obtenidos por los productores y especialmente por la Cooperativa Agraria “Virgen del Rosario” del Valle de Majes. Para ello se propone la siguiente formula que será extensiva para calcular la biomasa del rastrojo de arroz corriente, extra y rastrojo de trigo:

$$BTr = R_e * A * P_p$$

Dónde:

BTr = Biomasa total recuperada

R_e = Rendimiento en (pacas/ha)

P_p = Peso de la Paca en (kg/paca)

A = Área (ha), (Delgado, 2014).

2.4. BIOMASA NO RECUPERADA

Para este cálculo se muestrea cortando 1 m² de rastrojo según la variedad de Arroz y Trigo, esta muestra deberá ser pesada, para ello se propone la siguiente fórmula para determinar la biomasa no recuperada, (Delgado, 2014):

$$B_{Tn} = P_m * A * K$$

Dónde:

B_{Tn} = Biomasa total no recuperada (kg/ha)

P_m = Peso de la muestra en (kg/m²)

A = Área (ha)

K = 10 000 m²

2.5. EL TRACTOR Y LA MAQUINARIA AGRÍCOLA.

En la actualidad toda la potencia necesaria para mover la maquinaria agrícola proviene de los motores de combustión interna montados en los

diversos tractores. El nombre de tractor fue acuñado por primera vez el año de 1906 por un vendedor de maquinaria agrícola.

El diseño del tractor ha ido variando considerablemente en el pasado y puede variar aun en el futuro, por ello a partir de 1920 el tractor ha ido incrementado su potencia y su eficiencia con nuevos mecanismos que han mejorado considerablemente la utilidad del tractor, este incremento ha tenido relación con el cambio gradual de combustible, desde el keroseno, gasolina y ahora todos los tractores consumen el diésel como combustible.

Desde el punto vista económico es bueno tener la fuente de potencia separada (tractor); la idea es de obtener del tractor el uso máximo al acoplarle varios implementos, en cambio el costo de las máquinas autopropulsadas es elevado a menos que tenga un considerable uso anual (Hunt, 1986).

Los tractores cumplen los siguientes objetivos básicos:

- Desplegar la fuerza de tiro o tracción para la preparación de tierras y para jalar sembradoras, cultivadores, cosechadoras, remolques, entre otros.
- Producir fuerza mediante su polea para accionar máquinas estacionarias como bombas y molinos.
- Desarrollar potencia mediante su eje de toma de fuerza, para accionar los mecanismos de máquinas agrícolas, que son simultáneamente remolcados por el mismo tractor como segadoras y empacadoras.
- Desarrollo potencial mediante su sistema hidráulico para levantar, accionar y ejercer control remoto de máquinas que van montados en su parte trasera, por medio del enganche de tres puntos, además el chasis del tractor sirve como soporte de máquinas montadas en su parte delantera como los cargadores frontales y en su parte media de la barra de corte de forrajes.
- La fuerza de tracción del tractor depende de la potencia de su motor y las pérdidas fluctúan alrededor del 40% al 50% en la barra de tiro y las pérdidas en la toma de fuerza son del 5% al 15% como máximo, (Herrandina, 1993).

2.6. LA COSECHADORA DE GRANOS PEQUEÑOS.

La cosecha de granos cereales, gramínea y leguminosa se realiza actualmente por completa con trilladoras y éstas se clasifican de acuerdo a su uso:

- De ladera, tienen medios para nivelar el cuerpo de la trilladora en las pendientes de la ladera.
- De pradera, no tienen estos medios y de acuerdo con la potencia pueden ser de toma de fuerza cuando es impulsado por el tractor, de motor auxiliar pero jalada por el tractor.
- Autopropulsada, tiene un motor que trasmite movimiento al cabezal de corte y trillado, además trasmite potencia a sus propias ruedas motrices, las funciones que realiza una autopropulsada son: el corte, alimentación, trillado, separación y limpieza del grano, hilera do de los residuos de cosecha (Hunt, 1986).

La cosechadora autopropulsada se introdujo comercialmente en los años de 1,938 en los EE.UU, contrariamente a los tractores las ruedas delanteras son motrices y las posteriores directrices, esto porque las ruedas delanteras son las que soportan el mayor peso de la estructura de la máquina y pueden ofrecer mayor capacidad de tracción.

El funcionamiento que cumple la cosechadora autopropulsada es combinado puesto que cumple 06 operaciones fundamentales a través del recorrido que cumple el material de cosecha, como es la alimentación (corte y elevación de espigas), trilla, separación del grano de la paja, limpia del grano, almacenaje y descarga del grano, hilera do del rastrojo de cosecha (Herrandina, 1993).

2.7. LA EMPACADORA

Las máquinas empacadoras son las más populares entre la maquinaria actual para hacer pastura, se estima que aproximadamente el 90% de pasturas de los EE.UU, son empacados, puesto que la pastura empacada se presta para ser almacenada, además se usa con frecuencia en el empacado de residuos o rastrojos de cosecha de cultivos de granos

pequeños. Actualmente los fabricantes producen una pequeña empacadora de toma de fuerza, que satisface las necesidades promedio de las granjas y usan para el atado cordel o alambre, (Hunt, 1986).

La empacadora es una máquina combinada que recoge el material hilera do y luego lo comprime para formar la paca, cuando está alcanza la longitud deseada, es atada mediante los mecanismos de atado, para luego ser expulsada de la máquina, (Herrandina, 1993).

2.7.1. Mecanismos y ajustes de la empacadora

Incluye un dispositivo de levantamiento para llevar la pastura hilera da a la cámara de empacado accionado por la toma de fuerza, en algunos casos se usa la cámara de compresión como un dispositivo de compactación preliminar, la mayoría de empacadoras tienen una cuchilla en el embolo buzo que actúa contra una barra de cizalla fija, este arreglo proporciona un corte bien hecho en cada carrera del embolo buzo, una de las funciones fundamentales de la empacadora es el atado de las pacas, ya sea con cordel o alambre, una rueda de estrella cuyos dientes penetran las pacas y liberan el embrague del mecanismo de atado, después de girar un número de vueltas, para darle a la paca una longitud determinada.

El ciclo de atado se produce durante el periodo corto en que la pastura se mantiene comprimida y cuando el embolo buzo se está en la posición extendida. Las agujas deben de estado sincronizadas para entra en el anudador a través de las ranuras del embolo buzo, mientras se encuentre sosteniendo aun la pastura en el estado comprimido.

La velocidad hacia delante de empacadora es tal vez la mayor responsabilidad del operador, una empacadora es más sensible a la rapidez de alimentación que cualquier otro implemento agrícola, la alimentación suave, continua y uniforme de la pastura a la cámara de compresión el resultado será pacas rectangulares sólidas.

Los ajustes del anudador y el torcedor son de máxima importancia, debe de tenerse la tensión correcta del cordel en:

- Los dispositivos tensadores colocados por lo general dentro de las cajas o cerca de ellas deben aplicar un tiro considerable sobre el cordel.
- Los sujetadores del disco del cordel se ajustan por medio de un soporte de tuerca contra una placa de resorte.
- La uña de la podadera se ajusta por medio de una contratuerca de resorte, si está muy ajustada el cordel se romperá y el nudo se quedará en las podaderas, si está demasiado suelto se formará un nudo flojo. Un extremo del cordel deshilachado, colocado alrededor de una paca, indica que la cuchilla se encuentra sin filo, deberá afilarse (Hunt, 1986).

2.7.2. Operaciones de la empacadora

El manejo de pasturas en pacas todavía implica una gran cantidad de trabajo manual, pero se están haciendo progresos en la reducción de este trabajo. La importancia de empacar en el momento adecuado con la finalidad de minimizar las pérdidas, la velocidad hacia adelante de la empacadora deberá ser inversamente proporcional al tamaño de la andana y conservar el nivel de alimentación constante.

El tamaño y densidad de las pacas deberá ser de responsabilidad del administrador de maquinaria, puede obtenerse cualquier combinación de tamaño y densidades y secciones transversales de 25 cm. X 38 cm. X 40 cm. X 58 cm. Y longitudes de 30 cm., a 132 cm. y pesos desde 9 kg., a 68 kg. En general las pacas que se van a transportar deben ser grandes y tener densidades elevadas y atadas de alambre, mientras que para las granjas pequeñas las pacas pueden ser más pequeñas y ser atadas con cordel. (Hunt, 1986).

La máquina empacadora realiza las siguientes operaciones:

- Recoge el material hilerado por medio de un mecanismo recogedor.
- Conduce el material hacia la entrada del canal de compresión por medio de un conducto tipo gusano o tornillo sin fin,
- Empuja el material al interior del canal de compresión por medio de trinchas.

- Comprime el material en el canal de compresión por medio de un embolo reciprocate.
- Controla el grado de compresión por medio de un dispositivo de regulación de densidad.
- Hace el atado mediante un mecanismo de atado.

Para un adecuado funcionamiento y alto rendimiento es fundamental, que el tamaño y la densidad de las hileras sean uniformes y la superficie del campo no tenga irregularidades (Herrandina, 1993).

2.7.3. Rendimientos de empacadoras

Los rendimientos obtenidos de una empacadora manual estacionaria según, (Herrandina, 1993).

Cuadro 01: Características de un empacado manual

Material	Fuerza Humana (Kg)	Peso Promedio * Fardo 0.2 m ³ (kg)	Cantidad empacada m ³ (kg)	Volumen de material suelo Kg	Proporción de reducción
Heno de Alfalfa	75	27	135	675	5:1
Heno de Alfalfa Dactylis	70	25	125	625	5:1
Heno de Avena vicia	65	20	100	400	4:1
Rastrojo de trigo	65	18	90	360	4:1
Rastrojo de Cebada	60	18	90	450	5:1
Rastrojo de Haba	75	24	120	240	2:1

Fuente: Herrandina (1993)

Las medidas de las pacas son de 90 cm x 41 cm x 52 cm, que da un volumen de 0.19 m³ de heno o rastrojo prensado manualmente y los rendimientos son los siguientes.

Cuadro 02: Rendimientos de empacadora manual

Material	Rendimiento de corte de 1 ha (Rastrojo de heno en Kg)	Rendimiento de trabajo			
		Fardos/hora	Fardos/día	Kg/día	Ha/día
Heno de Alfalfa	3695	5	40	1080	0.29
Heno de Alfalfa Dactylis	4059	5	40	1000	0.24
Heno de avena Vicia	5904	6	48	960	0.16
Rastrojo de Trigo	3136	6	48	864	0.27
Rastrojo de Cebada	2583	6	48	864	0.33
Rastrojo de Haba	5535	5	40	460	0.17

Fuente: Herrandina (1993)

Según el informe técnico anual por parte de la gerencia técnica de la cooperativa de servicios Virgen del Rosario del Valle de Majes, con referencia al empacado se ha logrado establecer rendimientos diferenciados del empacado en relación a las variedades de arroz y trigo que se cultivan en el Valle de Majes, teniendo en cuenta los parámetros, como la altura de corte por parte de la cosechadora combinada, altura de plantas de los cultivos, rendimientos por hectárea y rendimientos alcanzados por día, como se ve en el siguiente cuadro:

Cuadro 03: Características y rendimientos de empacadora rectangular

Material	Peso Promedio Paca (kg)	Dimensiones pacas (m)	Volumen por Paca (m ³)	Densidad/ Paca (Kg/m ³)	Altura cultivo (m)	Altura corte (m)	Rendimiento /día (paca/día)	Rendimiento /ha (pacas/ha)
Rastrojo de arroz corriente	16	0.40*0.50*1.10	0.22	73	1.1	0.55	450	150
Rastrojo de Arroz Extra	16	0.40*0.50*1.10	0.22	73	0.9	0.45	350	120
Rastrojo de trigo	15	0.40*0.50*1.10	0.22	68.2	0.95	0.45	350	90

Fuente: Cooperativa (2014)

2.8. LA GRADA DE DISCOS

Es un implemento que trabaja con mayor energía y mayor profundidad, cuando el ángulo que forma entre ellos los dos ejes de los conjuntos de discos está más cerrado y por el contrario el trabajo realizado es nulo, cuando los ejes están alineados, en este caso la grada camina sobre el suelo sin penetrar, por lo cual se utiliza esta posición para transporte fuera del terreno a gradear.

Estos implementos son resistentes y pesados y se usa generalmente para roturar e incorporar desechos orgánicos al suelo a través del mullido que ejecutan sus 24 discos de 20 pulgadas y el peso del implemento que puede llegar a pesar los 2700 kg según sea el tamaño, para lo cual se requiere potencia desde 110 - 130 CV, en la barra de tiro, que por lo general los discos de estas gradas son dentados, para darle mayor penetración e incorporación sobre el suelo, para lo cual se deberá de tener en cuenta lo siguiente:

- Añadir peso sobre el chasis de la grada.

- Actuar sobre el sistema hidráulico de la grada.
- Menor diámetro de los discos.
- Menor velocidad
- Discos recortados. (Herrandina, 1993)

La solida construcción de éstas restras o gradas ha hecho populares también para la preparación de la cama de siembra y se tiene que tener en cuenta que con este implemento se puede obviar al arado y al cincel rígido que afina la cama de siembra, en cambio con la grada se puede logra ambas operaciones a satisfacción, pero va a depender de los ajustes que se le den a este implemento; cuando se incrementa el ángulo de juego de 15 hasta los 25 grados, los puntos de enganche se mantienen bajos y se incrementa el peso por hoja de discos, la velocidad debe ser moderada de lo contrario la labranza será superficial.

Los diámetros de los discos oscilan de 40 cm a 60 cm y la separación de 18 cm hasta 28 cm de disco a disco, la separaciones cortas producen mayor pulverización del suelo y separaciones grandes mayor penetración, es decir una buena combinación de éstas se puede logra una buena labor (Hunt, 1986).

2.9. CALENDARIO DE TAREAS

El calendario de trabajos es simplemente un detalle sistemático y ordenado de todos los trabajos que se deben realizar a lo largo del año; previamente se decide el periodo que se va adoptar, mes, quincena o semana, todo dependerá de la disponibilidad de datos y la exactitud con que se quieren efectuar los cálculos. Es recomendable representar gráficamente el calendario de trabajos en forma del grafico de Gantt, este grafico permite controlar los trabajos a través del año (Frank, 1977).

La elección de las labores agrícolas a mecanizar va a depender de lo siguiente:

- La disponibilidad de mano de obra.

- Los tiempos disponibles para la realización de las operaciones.
- El grado de dificultad que representa cada labor.
- Disponibilidad de la maquinaria en el mercado local y nacional, abastecimiento de repuestos y mantenimiento o servicio técnico.
- La extensión del área de cultivos a mecanizar (Calderón, 1973).

2.10. CAPACIDAD MÁXIMA DE LA MAQUINARIA.

La capacidad de la maquinaria se determina una vez conocida la potencia del tractor, ya que la potencia requerida no puede exceder a la disponible. Por ese motivo primero se calcula en primer término la capacidad máxima de la maquinaria en función de la potencia del tractor y en segundo término la capacidad óptima mediante la fórmula del ancho óptimo, de ambas capacidades debe elegirse la menor y sobre esta base seleccionarse la maquinaria, la capacidad máxima se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$a = \frac{10 P_{mot}}{V_{mot}}$$

Dónde:

P_{mot} : potencia del motor

V_{mot} : velocidad en el motor.

Este cálculo no ofrece ninguna dificultad, (Frank, 1977).

2.11. CAPACIDAD ÓPTIMA DE LA MAQUINARIA.

La determinación de la capacidad optima de la maquinaria puede plantear algunos problemas, ya que se debe calcular máquina por máquina y una misma máquina puede intervenir en varios cultivos con diferentes costos de demora, por ejemplo una sembradora de granos finos debe de sembrar trigo, alpiste, verdeos y pradera, que tienen distintos costos de demora.

Además la sembradora de granos gruesos opera también como cultivadora, ya que es una máquina combinada, para obtener un resultado exacto se calcula un costo por hora de la suma de la mano de obra más

el costo de demora, más gastos de conservación y reparación, por otro lado también puede ser útil la ponderación en otros ítems, como por ejemplo al usarse una sembradora de granos gruesos combinada con cultivadora, es necesario ponderar el coeficiente de tiempo efectivo, para la sembradora se toma que $r = 0.7$ y para la cultivadora $r=85$, ponderando sería de 0.80, como se ve en el siguiente cuadro:

Cuadro 04: Ponderación Costo por hora de la fórmula del ancho optimo



Fuente: Frank (1977)

El número de máquinas necesarias para realizar una operación en un tiempo determinado, depende en términos generales, de la capacidad horaria de las máquinas y el número de horas disponibles para la ejecución del trabajo donde:

$$M = \frac{W}{C * T}$$

Dónde:

M = Número de máquinas requeridas.

W = Magnitud de las operaciones en hectáreas, toneladas, etc.

C = Capacidad horaria de las máquinas en ha/hr, m³/hr, t/hr, etc.

T = Número de horas para ejecutar la operación, (Berlinj, 1965).

Una vez conocidos los implementos necesarios se sabe automáticamente el número de tractores o unidades motrices requeridas, cuando además los requerimientos de potencia de cada implementos son conocidos, se puede determinar el tipo de tractor o unidad motriz más adecuada.

Los cálculos de capacidad de una máquina comprende la medición de áreas y tiempos, los cálculos son relativamente simples si se presta atención a las unidades. Por lo general es imposible operar la máquina de una manera continua o con su anchura de acción estimada, por lo tanto sus capacidades reales efectivas serán sustancialmente menores que sus capacidades teóricas o potenciales (Hunt, 1986).

2.12. SELECCIÓN DE LA MAQUINARIA

Conocidos el ancho máximo y optimo se pasa directamente a la selección de la maquinaria, se recomienda usar las máquinas que más se acerquen a los anchos calculados, en este caso debe de escogerse el menor de los anchos, como en el comercio no es habitual adquirir la máquina del ancho exacto, se adopta la medida más cercana, en caso de ser necesario dos máquinas, hay que revisar las cifras obtenidas en el cálculo por que los datos pueden variar, en efecto dos o más máquinas pueden requerir más mano de obra, el coeficiente de tiempo efectivo será menor en caso de máquinas iguales simultaneas, entre otros.

En algunos casos la diferencia entre el ancho adoptado y el resultante de las formulas puede parecer elevada, pero por razones obvias los fabricantes deben de estandarizar medidas, habitualmente el ancho optimo es menor que el ancho máximo en sembradoras, en el caso de esta explotación el alto costo de la demora hace que sea al revés como se ve el siguiente cuadro:

Cuadro 05: Selección de la Maquinaria



Fuente: Frank (1977)

La selección del tamaño de la maquinaria debe basarse necesariamente en el rendimiento y los costos anticipados, puesto que los valores futuros nunca se pueden conocer con exactitud, la selección debe efectuarse con un criterio liberal o flexible en lo que respecta a algunas de las relaciones entre las variables pertinentes, habría que flexibilizar algunas de las relaciones regidas con el objeto de llegar a un método práctico de selección.

En la selección de maquinaria de campo, la variable más pertinente es el tamaño o la capacidad de la máquina, el símbolo W se usará para representar la anchura de acción efectiva de todos los implementos de campo. Parece difícil usar W para representar la capacidad de una empacadora, pero un momento de reflexión sobre las anchuras de corte de la andana y los rendimientos de material en base al área, demostrará que tal capacidad puede representarse en términos de W , como primer paso se recomienda para seleccionar la capacidad correcta de una máquina es encontrar la máquina de costo mínimo usando la siguiente ecuación:

$$AC = \frac{(CF\%)P}{100} + \frac{Ca((RyM)P + L + O + F + T)}{sWe}$$

Dónde:

AC: Costo anual de operación de la máquina en dólares / año

CF%: Porcentaje de costo fijo anual.

P: Precio de la máquina.

C: Constante, 10 (8.25).

A: Área de uso anual en hectáreas.

S: Velocidad hacia adelante en km/hr.

W: Anchura de acción efectiva de la máquina en metros, pies.

e: Eficiencia de campo (porcentaje).

RyM: Costos de reparaciones y mantenimiento, porcentaje del precio por hora (tablas).

L: Tarifa del mano de obra en dólares /hora.

O: Costo del aceite en dólares/hora.

F: Costo del combustible en dólares/hora.

T: Costo del uso del tractor por máquina en dólares /hora.

T = 0, si es autopropulsada.

Antes de aplicar este procedimiento, se recomienda que todas la variables que dependan de la máquina deben de expresarse en términos de la anchura de acción efectiva (W), de tal manera que el precio de compra, la reparación y mantenimiento, el aceite y el combustible son variables dependientes, en cambio la mano de obra y el tiempo son independientes, en consecuencia la ecuación anterior sería:

$$AC = \frac{(CF\%)PW}{100} + \frac{CA (rmPW + L + OW + FW + T)}{SWe}$$

2.13. PROGRAMACIÓN DE LA MAQUINARIA

La programación de la maquinaria es complementaria a la selección, puesto que hay que determinar si la maquinaria seleccionada puede realizar los trabajos en el tiempo disponible. Por otro lado la programación también puede efectuarse cuando es necesario determinar, cuando se deben de realizar los trabajos.

Si se cuenta ya con un equipo de maquinaria disponible, o bien cuando se quiera analizar las posibilidades de racionalizar su empleo, tendrían que hacerse muchas interrogantes, como momentos críticos, las demoras que pueden alterar, cuando repasar o cuando hay tiempo excedente, etc. Todas estas interrogantes podrían ser contestadas unas ves que se sepa

del tiempo requerido, que puede ser cada mes, quincena, según el periodo que se adopte (Frank, 1977).

2.14. TIEMPO REQUERIDO

Es el tiempo operativo (T_0) de una máquina insumido por cada unidad producida, es la reciprocidad de la capacidad, es decir, que a partir de esta relación se puede calcular fácilmente el tiempo operativo de cualquier máquina, si se conoce su capacidad, ejemplo una máquina que trabaja superficies el tiempo operativo será:

$$T_0 \left(\frac{\text{hr}}{\text{ha}} \right) = \frac{10}{a(\text{m}) * V \left(\frac{\text{km}}{\text{hr}} \right) * r}$$

Dónde:

T_0 = Tiempo operativo

a = Ancho efectivo en (m).

V = Velocidad en km/hr.

r = Coeficiente de tiempo efectivo.

Los tiempos operativos no solo se calculan, con frecuencia también se procede a medirlos o se hallan sus valores mediante encuestas a productores y técnicos. El tiempo operativo es en muchos cálculos una unidad más práctica que la capacidad, porque aquel es sumable, así mismo en la programación de la maquinaria hay que trabajar con tiempos operativos y no con capacidades, (Frank, 1977).

El tiempo total que se necesita para la operación de una máquina de campo, depende de la capacidad de la máquina y del número de días de trabajo de días disponibles durante el año. Cada región del país tiene un clima único y las diferentes operaciones de las máquinas tendrán diferentes criterios respecto a lo constituye un día de trabajo, el suelo y los cultivos son los factores usuales que restringen la operaciones de la maquinaria del campo. (Hunt, 1986).

2.15. TIEMPO DISPONIBLE

Para la determinación del tiempo disponible, se resta del tiempo total del periodo no disponible, el esquema de cálculo es el siguiente:

$$Td(d, hr) = \text{Días del periodo(mes)} - \text{Días no disponibles(feriados y domingos)}$$

Se observa que generalmente se adopta el mes como periodo. Por otra razón es que los datos meteorológicos no se publican diarios, semanales ni quincenales y la variabilidad del tiempo no permite precisiones mayores y los días no disponibles son:

Días de lluvia, comprende los días que no es posible realizar y trabajos a causa de la lluvia, desde el día que llueva y días que el suelo o cultivo permita desarrollar una labor.

Los días domingos, feriados y vacaciones.

Otros días no trabajados ya sea por contingencias climáticas no consideradas, problemas mecánicos, ausencias de personal, entre otros.

Las horas diarias no disponibles comprenden:

Horas de trabajo indirecto (tiempo de preparación de la maquinaria).

Horas dedicadas a otras labores o tareas, este aspecto es muy importante en granjas pequeñas, ya que en muchos casos la mano de obra es aportada por los productores o su familia, en cambio en granjas grandes este rubro es de menor importancia porque hay personal exclusivo para la maquinaria. (Frank, 1977).

Los días de trabajo disponibles solo pueden expresarse en una base probabilística, debido a la aleatoriedad del clima, el suelo y los cultivos húmedos, son los factores usuales que constriñen las operaciones de campo. La probabilidad de uso del 85% significa que de cada 100 años 85 se pueden utilizar, como en el río Misisipi hay una probabilidad del 85 % con respecto a trabajo sobre el suelo, en Illinois es del 90 %, significa que en este último llueve menos, son consideraciones que hay que tomar en cuenta para el cálculo del tiempo disponible (Hunt, 1986).

2.16. PROGRAMA DE TRABAJOS

Se puede calcular mediante el uso de una planilla, que contenga un enlistado de todos los trabajos a desarrollar, a continuación se debe anotar el tiempo operativo calculado con anterioridad y la cantidad (hectáreas en las labores, tonelada-km en el transporte, entre otros), multiplicando ambas columnas se obtiene el tiempo requerido en horas, debe de cuidarse de que el tiempo operativo y la cantidad se expresen en unidades, tales, que al multiplicarse sean igual a horas.

Acto seguido con ayuda del calendario se va distribuyendo el tiempo requerido total. Es aconsejable empezar con los trabajos de mayor tiempo requerido, tratando de distribuir a través de varios periodos si el calendario de trabajos lo permite. Un examen del tiempo disponible consignado en la parte inferior de la planilla ayudara a lograr una mejor distribución.

Terminada la distribución mensual del tiempo requerido para cada trabajo, se suman las horas de cada mes para llegar al total mensual de tiempo requerido, restando este del tiempo disponible, se obtiene el tiempo excedente, o faltante cuando es negativo; con la ayuda de un borrador y el calendario de trabajos se observa que labores se pueden correr al mes anterior o posterior si es que presentan tiempos excedentes, cuando el tiempo excedente es muy reducido se puede recurrir a trabajos nocturnos o alquilar más maquinaria según sea el caso. Con la planilla de trabajos se puede calcular el uso del tractor y de cada una de las máquinas al año, (Frank, 1977).

CAPITULO III

III. MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó en el Valle de Majes, ubicado en la región: Arequipa, provincia Castilla, en los distritos de Aplao, Huancarqui y Uraca (Corire), que se ubica en las latitudes: $16^{\circ} 09'$ - $16^{\circ} 15'$ sur y longitud oeste: $72^{\circ} 30'$ - $71^{\circ} 31'$, con una altitud desde los 450 msnm hasta 550 msnm, el área de estudio del proyecto es de 5,500 hectáreas. La distancia de Arequipa a zona de estudio 160 km.



Figura 1. Región de Arequipa, Provincia Castilla.



Figura 02: Ubicación del distrito de Aplao.

3.1.1. Geología

De acuerdo a su fisiografía, el Valle de Majes presenta dos sectores, el sud-occidental de topografía llana, de planicie costanera y el sector nor-oriental de topografía abrupta que constituye parte del flanco andino occidental. La planicie costanera tiene un ancho de 45 km y una cota media de 1,400, hallándose la mayor altura en el flanco occidental y la menor hacia la cordillera de la costa. El Rio Majes rompe la monotonía al abrir el ancho Valle provisto de vegetación, hasta una profundidad media de 850 metros bajo el nivel del llano (pampas de Majes).

El flanco Andino occidental se monta bruscamente sobre los llanos costaneros como una barrera que alcanza los 3,000 metros de altitud, integrando el flanco andino occidental, representados por los cerros “Quemado” de 3,447 metros, “Altiburro de 3,210 y entre otros. Y sus líneas de drenaje juvenil y siendo característico que los de régimen constante al cortar la planicie costanera se transforme en el Valle de Majes, que es consecuente naciendo en los andes occidentales y terminando en el Pacifico.

El Rio Majes al atravesar los ígneos de la caldera ha dado lugar al Valle de sección transversal en “V”, cuyos flancos muy apretados se ensanchan al cortar la planicie costanera y se estrecha al disectar la cordillera de la Costa. Su estratigrafía compuesta por rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias cuyo rango cronológico se extiende desde el pre cambriano hasta el cuaternario, el espesor de la secuencia sedimentaria sobrepasa los 400 metros parte de lo cual ha sido instruida por rocas de composición predominantemente diurética y granítica.

La litología consiste de areniscas de grano medio arcasicas, arcillas rojas y conglomerados abundantes e incoherentes en la parte media del Valle, afloran y se intercalan calizas grises oscuras también en ese sector. Gran parte del cuadrángulo de Aplao está constituido por un conglomerado ligeramente consolidado, hay una terraza fluvial al nor-oeste de 100 metros de espesor conocida como pampas del Castillo (Irrigación Ongoro), formado por rodados ígneos que varían de 1 – 5 metros en un 20%, lo demás lo integran cantos, guijarros gravas y arenas, está terraza fue formada por un aluvión extraordinario, los demás aluviones son Santa Rosa, Sicera, Cosos, Cochate y otros.

3.1.2. Meteorología y climatología

Según la estación climatológica de Aplao se han registrado datos del año 2013, donde se ha considerado las máximas y mínimas, permitiendo establecer las medias, donde destaca en la campaña grande la media máxima de 21.82 °C y una mínima media de 15 °C, humedad relativa de 69.75% precipitación nula, evaporación de 4.75 mm, vientos de 3.25 m/s SE, por otro lado para la campaña chica tenemos, una media máxima de 18.70 °C y una mínima media de 9.85 °C, humedad relativa de 69.40%, precipitación nula evaporación de 3.82 mm y vientos de 2.8 m/s SE.

3.1.3. Hidrología

El área de estudio se encuentra ubicada en la cuenca hidrográfica Majes-Camana, dependiendo de cuencas tributarias como la del Colca y el Andamayo, formando así el Rio Majes que abastece del recurso hídrico a las 8,000 hectáreas bajo riego del Valle de Majes. En la estación hidrológica de Huatiapa se registran los caudales máximos y mínimos durante los 365 días del año.

3.1.4. Suelos y sus características

Los suelos del Valle pertenecen a la clase III y IV, con buena aptitud para al riego y buen drenaje con restricción en algunas zonas son de formación aluvial dependiendo su textura y estructura de los depósitos de sedimentos acarreados por el rio Majes en forma de materiales en suspensión generalmente en la época de avenidas estos depósitos de arena, limo y arcilla son decantados debido a la pendiente 0% de las parcelas de arroz, ocasionando que la capa arable de estos suelos aumente horizontalmente.

La profundidad de estos suelos varía según su antigüedad y ubicación con respecto al rio Majes, puesto que los suelos que se encuentran próximos al rio a veces son arrasados y posteriormente rehabilitados que a través de los años se recupera su capa arable debido a los depósitos de sedimentos, para lo cual se ha aplicado la siguiente metodología para obtener los resultados del análisis físico químico del suelo.

3.1.5. Cedula de cultivos

Se basa en los cultivos transitorios que generalmente son instalados todos los años, definiéndose en dos campañas agrícolas importantes la campaña grande donde se instala 5,500 hectáreas de arroz, dicha campaña empieza en los meses de octubre, noviembre y diciembre, para ser cosechadas en los meses febrero, marzo y abril del año siguiente.

En cuanto a la campaña chica, está empieza los meses de Marzo, Abril y Mayo y se instalan cultivos de papa, maíz, trigo y frijol, para ser cosechados en los meses de Agosto, Setiembre, Octubre y parte de Noviembre, y así se repite el ciclo todos los años con pequeñas variaciones con respecto a la campaña chica.

3.1.6. Socio economía del poblador del Valle de Majes

La población económicamente activa (PEA) es de 15.500 personas, distribuidas en los distritos de Aplao, Huancarqui y Uraca, de los cuales 11,000 se dedican a las actividades agropecuarias en forma directa e indirecta, que representan el 71% de la PEA, 1,000 se dedican a la pesca manual extractiva del rio Majes que representan el 6.5% de la PEA, 1,850 se dedican a actividades comerciales y representan el 11.9%, 1.650 se dedican al empleo público, privado y otros que representan el 10.6%.

De las 8,000 hectáreas bajo riego existentes en el Valle, solo se ha considerado 5,500 hectáreas arroceras, está área se distribuye en 14 de las 16 comisiones de Usuarios, agrupando a 1,150 productores de arroz, con una área promedio de 4.78 hectáreas.

3.1.7. Servicios

Los servicios más importantes son:

- Agencia Agraria oficina Aplao.
- Junta de Usuarios del Valle de Majes, con sede en Caspani-Aplao.
- Agua potable 24 horas administra SEDAPAR - Arequipa.
- Energía eléctrica 24 horas sistema interconectado sur, administra SEAL –Arequipa.
- Un Hospital, tres centros de salud y cinco postas médicas.
- Doce instituciones educativas primarias, 10 secundarias estatales y 02 privados, un instituto superior tecnológico con especialidad agropecuaria.

- Cinco tiendas de venta de repuestos automotrices y maquinaria agrícola.
- Seis talleres especializados en mantenimiento y reparación de maquinaria agrícola.
- En comunicación, Movistar, Claro y Bitel, con telefonía celular e internet.
- Vías de comunicación asfaltada y carreteras carro sables a lo largo y ancho del Valle.
- Entidades financieras, Banco de la Nación, Agro banco, caja Arequipa, caja nuestra gente, caja Ica, Fon desurco, Edificar, caja los Andes, entre otros.

3.2. METODOLOGÍAS POR OBJETIVOS

3.2.1. Calculo del tiempo disponible para la campaña grande y chica (TD)

Este procedimiento se realiza a través de un gráfico de Gantt, donde se distribuyen todas las labores agrícolas mecanizadas, consideradas en las dos campañas agrícolas, en este caso la campaña grande empieza en la segunda quincena del mes de agosto y termina la segunda quincena del mes de noviembre, haciendo un total de 90 días calendarios. Para la campaña chica, está comienza la segunda quincena del mes de febrero y termina la segunda quincena del mes de mayo, para ambos casos se tomara solo en cuenta los días laborables, ver cuadros N° 6 – 7 y 8, según la siguiente formula, (Frank, 1977):

$$Td = \text{Días Calendarios} - \text{Domingos y feriados}$$

3.2.2. Cálculo de la capacidad requerida para la campaña grande y chica (Cr)

Para este cálculo se toman en cuenta todas las labores agrícolas mecanizadas en ambas campañas, considerando las áreas de los cultivos

transitorios involucrados, con relación a los tiempos disponibles para cada labor ver cuadros 9 y 10, dicho cálculo se expresa a través de la siguiente formula, (Frank, 1977):

$$Cr = \frac{S}{Td}$$

Dónde:

Cr = Capacidad requerida (ha/hr).

S = Área del cultivo a mecanizarse (ha)

Td = Tiempo disponible (hr).

Se considera para la campaña grande:

Cr: Para la cosecha de papas.

Cr: para el picado de maíz.

Cr: Empacado de rastrojo de trigo.

Cr: Aradura del rastrojo de trigo

Cr: Gradeo del rastrojo de trigo

Cr: Nivelación para siembra de arroz.

Cr: Cíncel rígido para siembra de arroz

Para la campaña chica se considera:

Cr: Empacado de rastrojo de arroz corriente y extra.

Cr: Aradura del rastrojo de arroz.

Cr: Gradeo del rastrojo de arroz.

Cr: Cíncel rígido para el cultivo de papa y maíz

Cr: Surcado para papa y maíz.

Cr: Siembra de trigo.

Cr. Siembra de frijol.

Cr: Aporque del cultivo de papa y maíz.

3.2.3. Cálculo del ancho efectivo para la campaña grande y chica

Conociendo la capacidad requerida para cada una de las labores mecanizadas, tanto para la campaña grande y chica, se procede a calcular el ancho efectivo para cada una de las labores agrícolas consideradas ver cuadros 11 y 12, para ello se utiliza la siguiente ecuación, (Frank, 1977):

$$a = \frac{10 * Cr}{V * r}$$

Dónde:

a = Ancho efectivo en metros.

Cr = Capacidad requerida en (ha/hr).

V = Velocidad en (km/hr).

r = Coeficiente de tiempo efectivo

10 = Constante de unidades.

3.2.4. Cálculo del número de tractores e implementos requeridos para la campaña grande y chica

A partir del cálculo previo del ancho efectivo se procede a determinar el número de unidades motrices o tractores agrícolas y el número de implementos correspondientes, para mecanizar las labores agrícolas con relación a la campaña grande y campaña chica, ver cuadros N 13 y 14, considerando la siguiente formula, (Curso, 2005):

$$\text{Nro. de tractores} = \frac{\text{Ancho efectivo (m)}}{\text{Ancho comercial (m)}}$$

El número de tractores calculado, será directamente proporcional al número de implementos.

3.2.5. Cálculo del tiempo operativo y tiempo requerido para la campaña grande y chica

En función de la capacidad requerida se procede a calcular el tiempo operativo, puesto que viene a ser la inversa de está. El tiempo operativo multiplicado por el área respectiva se obtiene el tiempo requerido para cada labor, la sumatoria de los tiempos requeridos no debe superar al tiempo disponible, tanto para la campaña grande y chica (ver cuadros 15 y 16), a través de la siguiente formula, (Frank,1977):

$$T_o = \frac{1}{C_r}$$

$$T_r = T_o * S$$

Dónde:

To = Tiempo operativo en (ha/hr)

Cr = Capacidad requerida en (hr/ha)

Tr = Tiempo requerido en (hr)

S = Área del cultivo en (ha).

3.2.6. Selección de la maquinaria para la campaña grande y chica

Se procede a seleccionar la maquinaria agrícola para ambas campañas a través de un cuadro, en el cual se indique la labor agrícola mecanizada a realizar, el área del cultivo la máquina y su ancho efectivo comercial, sus características, la potencia requerida por está para luego obtener el número de máquinas y sus unidades motrices correspondientes, finalmente se obtiene la sumatoria de la maquinaria en general con los tractores necesarios correspondientes para ambas campañas agrícolas en el Valle de Majes (ver cuadros 17 y 18), según (Frank, 1977).

3.2.7. Programa de labores agrícolas mecanizadas para la campaña grande y chica

A través de un diagrama de Gannt se considera en cultivo transitorio y la labor agrícola mecanizada correspondiente, luego se considera el tiempo operativo y el área para obtener el tiempo requerido para cada labor programada en horas y en días, luego se distribuye el tiempo requerido en los periodos o meses según el requerimiento de cada labor, además se establece el número de horas por mes que acarrea el número de tractores programados que tienen que laborar casi en forma simultánea, se ha visto por conveniente añadir el número de tractores y su correspondiente potencia requerida por los implementos programados, es importante tener en cuenta que el número de implementos y tractores programados no deben de superar a los implementos y tractores inventariados (ver cuadro 19 y 20), según (Frank, 1977).

3.3. INVENTARIO DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA EN EL VALLE DE MAJES

Primero se ha realizado el inventario de los tractores operativos disponibles, considerando, la marca, modelo, año de fabricación, potencia, tipo de tracción, valor de nuevo, valor residual, la obsolescencia y su antigüedad, para establecer el índice de mecanización agrícola en la zona de estudio, a través de una encuesta dirigida a productores y propietarios de maquinaria agrícola.

Fue necesario incluir en el inventario las cosechadoras autopropulsadas de grano fino y los implementos agrícolas más destacados en la mecanización de las labores a programarse, teniendo en cuenta la marca, ancho de labor, características, año de fabricación, valor a nuevo, valor residual, la obsolescencia y su antigüedad en años, es necesario destacar que solo se consideró los implementos totalmente operativos en el inventario, fue necesario incluir un histograma destacando el número de tractores agrupados según su potencia, según (Herrandina, 1993).

3.4. COSTO OPERATIVO DE LOS TRACTORES SELECCIONADOS

Se ha determinado a través de la selección dos tractores, el de potencia optima calculado que es de 74.82 CV y según el inventario se ha encontrado 68 tractores agrícolas de 80 CV, potencia comercial próxima a lo calculado, de un total de 130 tractores inventariados, por otro lado se requiere de tractores de 100 CV - 115 CV para complementar la labor del gradeo y se ha encontrado 23 tractores de los 12 requeridos en consecuencia se procede a calcular el costo operativo del tractor modelo 290 y 291 de marca Mássey Ferguson (ver cuadro 24), en base al siguiente procedimiento de cálculo,(Curso, 2005):

$$\text{Costo Operativo} = \text{Costo Fijo} + \text{Costo Variable}$$

Dónde:

$$\text{Costo fijo} = \text{Amortización} + \text{Interés} + \text{Resguardo} + \text{Adm. y Seguro}$$

Dónde:

$$\text{Amortización} = \frac{VN - VR}{\text{Obs.* U}}$$

$$\text{Interes} = \frac{(VN - VR)TIR}{2 * U}$$

Resguardo = 2 % del valor a nuevo.

Administración y seguros = 1.5 % del valor a nuevo del tractor.

TIR = Tasa de interés efectiva – Tasa de inflación anual

De tal manera que:

VN: Valor a nuevo del tractor en nuevos soles.

VR: Valor residual del tractor (25 % del VN) en nuevos soles.

TIR: Tasa de interés real.

Obs: Obsolescencia del tractor.

U: Uso anual del tractor en horas por año.

$$\text{Costo Variable} = \text{CGCR} + \text{MO} + \text{Cs} + \text{Cc} + \text{Al}$$

Dónde:

CGCR = Costos y Gastos de Conservación y reparación (0.00008 del VN)

MO = Costo de mano de obra (costo jornal / 8 hr) en nuevos soles.

Cs = Cargas sociales (50 % de la MO) en nuevos soles,

Cc = Costo del combustible (precio del consumo por hora en galones)

Al = Aceites y lubricantes (12 % del costo del consumo de combustible por hora).

3.4.1. Cálculo del costo operativo de los implementos

Se toma en cuenta todos los implementos que han sido seleccionados y considerados en la programación, tanto en la campaña grande y chica, esto quiere decir, que se calcula el costo operativo del arado de tres y cuatro discos, cincel rígido de 9 y 11 brazos, hoja niveladora, grada, rastra de discos, surcadora, sembradora de frijol, sembradora de trigo, aporcadora, picadora estacionaria, empacadora rectangular, para dicho calculo, se considera el siguiente procedimiento, según (Curso, 2005):

$$\text{Coim} = \text{Amortización} + \text{Interés} + \text{CGCR} + \text{Resguardo}$$

Dónde:

Coim: Costo operativo del implemento en nuevos soles,

Interés: $(\text{VN}-\text{VR}) \text{TIR}/2 \text{ U}$

CGCR: Costos y gastos de conservación y reparación (coeficiente de CGCR según el implemento)

Resguardo: Puede ser opcional según la conservación requerida por el implemento.

3.4.2. Calculo de Tarifas actuales

Tomando en cuenta los costos operativos de los tractores e implementos seleccionados se procede a calcular las tarifas por hora de la maquinaria

agrícola involucrada en el presente estudio para realizar la comparación con las tarifas actuales a partir de la siguiente formula, según, (Curso, 2005):

Tarifa actual = Costo Opera. Tractor + Costo opera. Implemento

3.5. CALCULO DE LA BIOMASA TOTAL RECUPERADA Y NO RECUPERADA

Para el cálculo de la biomasa recuperada nos basamos en los rendimientos obtenidos tanto por los productores y la cooperativa Virgen del Rosario, con referencia al empacado del rastrojo de arroz y trigo, dichos rendimientos son diferenciados debido a su mayor o menor crecimiento de plántulas de arroz según la variedad, entonces aplicamos la siguiente formula, según, (Delgado, 2014):

$$Btr = Re + A * Pp$$

Dónde:

Btr: Biomasa total recuperada en kilogramos o toneladas.

Re: Rendimiento en pacas/ ha.

A: Área del cultivo en hectáreas.

Pp: Peso de la paca en Kg.

Para el cálculo de la biomasa no recuperada se toma muestras promedio del rastrojo restante por metro cuadrado después de la cosecha, estas muestras son cortadas y pesadas y se obtiene pesos diferenciados según variedad y tamaño de corte por parte de la cosechadora combinada, entonces para este cálculo se procede con la formula siguiente, según (Delgado, 2014):

$$Btn = Pm * A * 10,000$$

Dónde:

Btn: Biomasa total no recuperada en Kg.

Pm: Peso de la muestra promedio en Kg.

A: Área total en hectáreas.

10,000 m² = Constante, equivalente a 1 hectárea.

3.5.1. Proceso de incorporación de la biomasa no recuperada de la campaña grande y chica

Con la labor del empacado solo se logra recuperar aproximadamente un 50 % de la biomasa y el resto debe de ser incorporado al suelo como materia orgánica, para ello se planteó la siguiente metodología apoyándonos en el uso de diagramas diferenciados para cada campaña agrícola, donde se detalla el proceso a seguir como la labranza de inversión con arado de discos, luego se debe de aplicar riego saturando el suelo como acelerante de la biodegradación del rastrojo, después de 8 días, aplicar el gradeo para terminar de triturar el rastrojo y mullir el suelo, luego aplicar cincel rígido para uniformizar el suelo y por último el surcado, con esta última labor el campo está listo para ser sembrado, según, (Delgado, 2014).

3.6. CALCULO DE LA POTENCIA ÓPTIMA DEL TRACTOR

Se calcula en función de las diferentes tareas agrícolas mecanizadas y requeridas en las 5,500 hectáreas del cultivo de arroz del Valle de Majes, éstas labores consideradas son, la aradura, el gradeo, nivelación, cincel rígido, surcado, siembra, cosecha, picado, rastreo y empacado. Para lo cual se ha considerado los siguientes factores en base a la siguiente formula, según, (Frank, 1977):

$$P^{\circ}mot(cv) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{emot_i(Cm + Cdm)}{cap}}$$

Dónde:

P^omot = Potencia Optima (cv).

emot =Energía Requerida en las labores Agrícolas (cvh/año)

Cm =Costo mano de obra (S/.)

Cdm = Costo de demora de los cultivos (S/.).

Cap = Costo anual por unidad de potencia (S/.)

3.6.1. Cálculos de los costos de demora en el Valle de Majes

En esta oportunidad se ha considerado los las labores de siembra de los diversos cultivos transitorios, que por alterar las fechas de siembra podrían sufrir una reducción en el rendimiento, para lo cual se toma en cuenta los rendimientos de los cultivos en cuestión, precio/kg, el coeficiente de reducción K, que a su vez depende de la reducción del rendimiento máximo de cada cosecha de un determinado cultivo por el tiempo perdido, donde, según, (Frank, 1977):

$$K = \frac{b}{2R}$$

Dónde:

K = Coeficiente de reducción

b = Reducción de rendimiento de cosecha en (kg), por cada hora perdida

R = Rendimiento máximo de cosecha en (kg).

Se ha considerado en promedio 50 días de cosecha de los diferentes cultivos transitorios considerados en una jornada de 08 horas.

3.6.2. Calculo de la energía total anual requerida para el transporte de la campaña grande y chica

Se toma en cuenta los cultivos transitorios involucrados tanto en la campaña grande y chica, en actividades de transporte, se considera también el área de cada cultivo, su rendimiento y la distancia que recorren los tractores en ejecutar esta labor, considerando estos datos se obtiene finalmente la sumatoria de la energía total requerida en las labores agrícolas de transporte, según, (Frank, 1977).

3.6.3. Cálculo de la energía total requerida en la campaña grande y chica

Este cálculo se basa en la sumatoria de la energía requerida por cada labor mecanizada, teniendo en cuenta los requerimientos de energía para cada implemento según las tablas bibliográficas, por el costo de la mano de obra, más el costo de demoras de los cultivos considerados, además el transporte y finalmente se considera una previsión de energía del 10% de energía. Este resultado será el numerador dentro del radical para obtener la potencia óptima del tractor, según, (Frank, 1977).

3.6.4. Cálculo del costo anual por unidad de potencia (Cap)

Se toma como referencia el valor a nuevo del tractor más popular o de tamaño estimado, según el inventario de maquinaria agrícola, para lo cual se considera la amortización anual de capital, costo del interés anual del capital, para el resguardo se considera el 2% de valor a nuevo y la administración y seguros que se considera el 1.5% del valor a nuevo del tractor, entonces se aplica las formulas siguientes, según, (Frank, 1977 y Curso, 2005)

$$\text{Cap.} = A + I + R + Ad$$

$$I = \frac{(VN - VR)TIR}{\text{Obs.} * (U)}$$

$$TIR = \text{Tasa efectiva anual} - \text{Tasa de inflación}$$

Dónde:

A = Amortización anual, (Depreciación).

I = Costo de interés anual

R = Resguardo 2% de VN.

Ad = Administración y seguros el 1.5 % de VN.

TIR = Tasa de interés real.

Obs= Obsolescencia en años.

U = Uso anual del tractor.

VN = Valor a nuevo del tractor.

VR = Valor residual del tractor en soles.

3.6.5. Verificación de la potencia óptima.

Este cálculo se basa en los parámetros propios de la zona en estudio, como las pérdidas por la altitud, temperatura, el coeficiente de labranza según las características propias del suelo, además considerando una carga del motor del tractor seleccionado de 75% a 85%. Se ha visto por conveniente verificar la potencia puesto que los resultados anteriores se basaron en datos bibliográficos, por lo tanto resulta importante considerar la verificación tomando como referencia al arado de tres y cuatro discos, mediante la fórmula siguiente, según, (Curso, 2005):

$$P = \frac{FV}{273.4}$$

Dónde:

F = Fuerza requerida por el implemento.

Para el arado de tres discos

F = 3 (30 cm. de profundidad * 30 cm. de corte) 0.56 kg/cm².

Para arado de cuatro discos

F = 4 (30 cm. de profundidad * 30 cm. de corte) 0.56 kg/cm².

V = Velocidad promedio (5.5 km/hr)

0.56 kg/cm² = Coeficiente de labranza para suelo franco arenoso típico del Valle de Majes.

0.75 = coeficiente de tracción y transmisión.

Pérdidas por altitud el 1% por cada 30 m.s.n.m., después de los 300 metros de altitud, correspondiente al 8.3%.

Pérdidas por temperatura, el 1% por cada 5°C, después de los 15°, correspondiente al 1.33%.

Coeficiente de la carga del motor: 0.75.

CAPITULO IV

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 SELECCIÓN Y PROGRAMACIÓN DE TRACTORES AGRÍCOLAS

Cuadro 06: Cálculos de tiempos disponibles para la campaña grande y chica

Cultivo	Época de Siembra	Época de Cosecha	Días Calendarios (días)	Domingos y Feriados (Días)	Tiempo Disponible (días)
Campaña Grande					
Arroz Corriente /Extra	20 Octubre - 20 Diciembre	20 de Febrero- 20 de Mayo	88	15	73
Campaña Chica					
Papa Única – Canchan Maíz Amiláceo Blanco Trigo Frijol	20 Febrero – 20 de Mayo 20 Febrero – 20 de Mayo 20 Febrero – 20 de Mayo 20 Febrero – 20 de Mayo	20 de Agosto – 20 de Noviembre 20 de Agosto – 20 de Noviembre 20 de Agosto – 20 de Noviembre 20 de Agosto – 20 de Noviembre	93	15	78

Cuadro 07: Labores agrícolas y propuesta de distribución de tiempos disponibles según labores agrícolas mecanizadas propuestas para la Campaña Grande

Mes/Labor	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Área (ha)
Cosecha de Trigo		20 Días			1,000
Empacado de Rastrojo de trigo			20 Días		1,000
Cosecha de Papas		55 Días			2,500
Picado de Maíz		30 Días			1,500
Arado		30 Días			1,000
Gradeo		20 Días			1,000
Nivelador		50 Días			5,500
Cinzel Rígido		50 Días			11,000

Cuadro 08: Labores agrícolas y propuesta de distribución de tiempos disponibles según labores agrícolas mecanizadas propuestas para la Campaña Grande

Mes/Labor	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Área (ha)
Cosecha de Arroz Corriente y Extra	60 Días				5,500
Empacado de Arroz Corriente y Extra	75 Días				5,500
Arado		52 Días			5,500
Gradeo		50 Días			5,500
Cinzel Rígido			35 Días		5,500
Surcado			35 Días		6,500
Siembra de Trigo			20 Días		1,000
Rastreo de Trigo			20 Días		1,000
Siembra de Frijol			20 Días		500
Aporque de Papas			40 Días		4,000

Cuadro 09: Resultado del Cálculo de lea capacidad requerida de las labores mecanizadas propuestas para la campaña grande

Labor	S (ha)	Td (horas)	Cr (ha/hora)
Cosecha de Papas	2,500	55 * 8	5.68
Picado de Maíz(Silaje)	1,500	30 * 8	6.25
Cosecha de Trigo	1,000	20 * 8	6.25
Empacado de Rastrojo de Trigo	1,000	20 * 8	6.25
Arado	1,000	30 * 8	4.20
Gradeo	1,000	20 * 8	6.25
Nivelación	5,500	50 * 8	13.75
Cinzel Rígido	11,000	50 * 8	27.5

Cuadro 9: Resultados de la Capacidad requerida para las labores mecanizadas propuestas de la campaña chica

Labor	S (ha)	Td (hr)	$Cr = \frac{S}{Td}$ (ha/hr)
Cosecha Arroz Corriente y Extra	5,500	60 * 8	11.45
Empacado de Rastrojo de Arroz Corriente y Extra	5,500	75 * 8	9.20
Arado	5,500	52 * 8	13.20
Gradeo	5,500	50 * 8	13.20
Cinzel Rígido	5,500	35 * 8	19.60
Surcado	6,500	35 * 8	23.20
Siembra de Trigo	1,000	20 * 8	6.30
Rastreo de Trigo(Semilla)	1,000	20 * 8	6.30
Siembra de Frijol	500	20 * 8	3.12
Aporque de Papas	4,000	40 * 8	12.50

Cuadro 10: Cálculo del ancho efectivo para la campaña grande.

Labor	Cr (ha/hora)	Velocidad (km/hr)	(r) Coeficiente de tiempo efectivo	$a = \frac{10(Cr)}{v(r)}$ (m)	Rendimiento Picadora estacionaria (ha/día)
Cosecha de Trigo	6.25	5.5	0.8	14.2	
Empacado de rastrojo de Trigo	6.25	4	0.9	17.4	
Cosecha de Papas	5.68	5	0.9	12.62	
Picado de Maíz(Silaje) Picadora estacionaria	50 ha/día 6.25 ha/hr	540 rpm			2.5 ha/día
Arado	4.2	5.5	0.85	8.9	
Gradeo	6.25	6	0.9	11.6	
Nivelación	13.75	6	0.8	28.6	
Cinzel Rígido	27.5	6	0.85	53.4	

Cuadro 11: Cálculo del ancho efectivo para la campaña chica

Labor	Cr (ha/hr)	Velocidad (km/hr)	(r) Coeficiente de tiempo efectivo	$a = \frac{10Cr}{v(r)}$ (m)
Cosecha de Arroz Corriente y Extra	11.45	5.5	0.8	26.02
Empacado de Rastrojo de Arroz Corriente y Extra	9.2	4	0.8	28.75
Arado	13.2	5.5	0.85	28.2
Gradeo	13.2	6	0.9	24.4
Cinzel Rígido	19.6	6	0.9	36.2
Surcado	23.2	6	0.9	42.9
Siembra de Trigo	6.3	6	0.9	11.6
Rastreo de Trigo(Semilla)	6.3	6	0.9	11.6
Siembra de Frijol	3.12	5	0.9	6.9
Aporque de Papas	12.5	5	0.9	27.7

Cuadro 12: Número de tractores e implementos para la campaña grande

Labor	Ancho Efectivo (m)	Ancho Comercial (m)	Nº de Maquinaria $N^o = \frac{a_e}{a_c}$	Potencia (Cv)
Cosechadora de Trigo	14.2	3	$4.7 \cong 5$	>100
Empacado de Rastrojo de trigo	17.4	1.6	$10.8 \cong 11$	45
Cosecha de Papas	12.62	0.9	14	65
Picado de Maíz (Silaje) $N^o = \frac{Cr}{Rendimiento}$	Cr=50 ha/día	Rendimiento = 2.5 ha/día	20	65
Arado	8.9	0.9 1.2	$9.8=10$ $7.4=7$	65 80
Gradeo	11.6	2	$5.8 =6$	>100
Nivelación	28.6	2.4	$11.9=12$	50
Cinzel Rígido	53.4	2.4	$22.5=23$	65

Cuadro 13: Número de tractores e implementos para la campaña chica

Labor	Ancho Efectivo (m)	Ancho Comercial (m)	Nº de Maquinaria $N^o = \frac{a_e}{a_c}$	Potencia (Cv)
Cosechadora de Arroz Corriente y Extra	26.02	3	$8.6 \cong 9$	>10
Empacado de Rastrojo de Arroz Corriente y Extra	28.75	1.6	$17.9 \cong 18$	45
Arado	28.2	0.9 1.20	$31.3 \cong 31$ $23.6 \cong 24$	65 80
Gradeo	24.4	2	$12.2 \cong 12$	>100
Cinzel Rígido	36.2	2.4	15	65
Surcado	42.9	2.4	$17.8 \cong 18$	50
Siembra de Trigo (Sembradoras al Voleo)	11.6	2.4	$4.8 = 5$	25
Rastreo de Trigo (Semilla)	11.6	2.4	$4.8 \cong 5$	50
Siembra de Frijol (Sembradora de grano grueso)	6.9	2.4	$2.8 \cong 3$	35
Aporque de Papas	27.7	2.4	$11.5 \cong 12$	40

Cuadro 14: Tiempo operativo y tiempo para la campaña grande

Labor y cultivo	Cr (ha/hr)	$T_o = \frac{1}{cr}$ (hr/ha)	S (ha)	$T_r = T_o * S$ (hr)
Cosecha de Papas	5.68	0,176	2,500	440
Picado de Chala Maíz	6.25	0,160	1,500	240
Cosecha de Trigo	6.25	0.16	1,000	160
Empacado de rastrojo de Trigo	6.25	0.16	1,000	160
Arado rastrojo de Trigo	4.2	0.24	1,000	240
Gradeo de rastrojo de Trigo	6.25	0.16	1,000	160
Nivelación	13.75	0.073	5,500	400
Cinzel Rígido	27.5	0.0036	11,000	400

Cuadro 15: Tiempo operativo y tiempo para la campaña Chica

Labor/cultivo	Cr (ha/hr)	$T_o = \frac{1}{cr}$ (hr/ha)	S (ha)	$T_r = T_o * S$ (hr)
Cosecha de Arroz Corriente y Extra	11.45	0.0873	5,500	480
Empacado de rastrojo de Arroz Corriente y Extra	9.20	0.1100	5,500	597
Arado de rastrojo de Arroz	13.20	0.0760	5,500	418
Gradeo para Rastrojo de Arroz	13.20	0.0760	5,500	418
Cinzel Rígido	19.60	0.0510	5,500	280
Surcado para Papa y Maíz	23.20	0.0430	6,500	280
Siembra Trigo	6.30	0.1580	1,000	158.7
Rastra de Trigo	6.30	0.1580	1,000	158.7
Siembra de Frijol	3.12	0.3200	500	160
Aporque de Papas y Maíz	12.50	0.0800	4,000	320

Cuadro 16: Selección de la maquinaria para la campaña grande del Valle de Majes

Labor y cultivo	Área (ha)	Nombre de Maquinaria o Implemento Agrícola	Ancho óptimo comercial seleccionado (m)	Características de la maquinaria	N° de unidades requeridos	Potencia (Cv)	N° de Tractores
Cosecha de Papas	2,500	Cosechadoras de Papas	1.0	Tdf-540rpm	14	25	14
Picado de Maíz	1,500	Picadora de Maíz estacionaria	-	Tdf-1,200rpm	20	35	20
Picadora Autopropulsada de Maíz	1,500	Autopropulsada	3.0	Corta, pica, auto descarga	4	180	-
Cosecha de trigo	1000	Cosechadora auto propulsada	3.0	Con cabezal y tolva autodescargable	5	>100	-
Empacado de rastrojo de trigo	1000	Empacadora rectangular	1.6	Arrastre y toma de fuerza a 540rpm	5	28.5	5
Arado	1000	Arado de disco	0.9	Arrastre (3 discos)	10	65	10
			1.2	Arrastre (4 discos)	7	85	7
Gradeo	1,000	Grada de discos	2.0	Arrastre (18 discos)	6	100	6
Nivelación para rastrojo de Arroz	5,500	Hoja niveladora o lampón nivelador	2.4	Arrastre	12	40	12
Cinzel Rígido para Arroz	11,000	Cultivador rígido	2.4	Arrastre (9 brazos)	23	65	23
Total							90

En el cuadro anterior se muestra una selección de 90 tractores implementados para campaña grande.

En el siguiente cuadro se consideran las labores mecanizadas, las áreas, nombre de implemento, su ancho comercial, sus características y potencia correspondientes para la campaña chica.

Cuadro 17: La maquinaria para la campaña chica del Valle de Majes

Labor y cultivo	Área (ha)	Nombre de máquina o implemento Agrícola	Ancho óptimo comercial seleccionado (m)	Características de la maquinaria	N° de unidades requeridos	Potencia (Cv)	N° de Tractores	
Cosecha de Arroz corriente y extra	5,500	Cosechadora autopropulsada	3	Con cabezal y con tolva auto descargable	9	100	-	
Empacado de arroz Corriente	5,500	Empacadora rectangular	1.6	Arrastre y toma de fuerza (tdf) a 540 rpm	18	28.5	18	
Arado de Rastrojo de Arroz	5500	Arado de discos	0.9	Arrastre (3 discos)	31	65	31	
					24	85	24	
Gradoo rastrojo de Arroz	5,500	Grada de disco dentados	2	Arrastre (18 discos)	12	100	12	
Cultivador Rígido Papas y Trigo	5,500	Cultivador rígido	2.4	Arrastre (9 brazos)	15	65	15	
Surcado de Papa y Maiz	6,500	Surcadora	2.4	Arrastre (3-4 cajones surcadores)	18	25	18	
Siembra de Trigo	1,000	Sembradora mecánica al voleo	2.4	Montado con toma de fuerza de 540 rpm	5	20	5	
Siembra de Frijol	500	Sembradora de grano grueso	2.4	Arrastre 4-6 cajones s urcadoras	3	20	3	
Rastro de trigo (enterrado de semilla)	1,000	Rastra de discos livianos	2.4	Arrastre de 20	5	35	5	
Aporcado de Papas y Maiz	4,000	Surcador Aporcador	2.4	Arrastre de 3-4 brazos	12	35	12	
Total							119	

En el siguiente cuadro de han considerado las labores, la capacidad requerida, el tiempo operativo, las áreas, el tiempo requerido, distribuidos en los meses según los días disponibles para la maquinaria.

Cuadro 18: Programa de labores agrícolas mecanizadas para la campaña grande del Valle de Majes

Labor y cultivo	Cr (ha/hr)	$T_0 = \frac{1}{Cr}$ (hr/ha)	S (ha)	$T_r = T_0 * S$ (hr)	Td (días)	A (hr)	S (hr)	O (hr)	N (hr)	D (hr)	Número de Cosechadora, Tractores e Implementos
Cosecha de Papas	5.68	0,176	2,500	440	55	72 (2)	208 (7)	160 (5)			(14) 25 cv
Picado de Chala Maiz	6.25	0,160	1,500	240	30		104 (9)	136 (11)			(20) 35 cv
Cosecha de Trigo	6.25	0.1600	1,000	160	20		80 (2)	80 (3)			(5) cosechadoras
Empacado de rastrojo de Trigo	6.25	0.1600	1,000	160	20		60 (2)	100 (3)			(5) 28.5 cv
Arado rastrojo de Trigo	4.2	0.2400	1,000	240	30		100 (4)	140 (6)			(10) 65 (7) 85
Grado de rastrojo de Trigo	6.25	0.1600	1,000	160	20		80 (3)*	80 (3)*			(6) 100cv*
Nivelación	13.75	0.0730	5,500	400	50	130 (4)	135 (4)	135 (4)			(12)40 cv
Cíncel Rígido	27.5	0.0036	11,000	400	50			160 (9)	200 (12)	40 (2)	(23) 65 cv
Total Tractores por mes o periodo						(6)	(29) 3*	(41) 3*	(12)	(2)	

En el cuadro anterior muestra que de los 90 tractores seleccionados y programados, para agosto 6, setiembre 29, octubre 41, noviembre 12 y diciembre, además, 84 de ellos con una potencia de 80CV cubren con holgura todas las labores mecanizadas, excepto para el grado de rastrojo que requieren de 06 tractores de 100CV.

En el siguiente cuadro se consideran las labores, la capacidad requerida, el tiempo operativo, las áreas, el tiempo disponible, los meses y el número de tractores seleccionados.

Cuadro 19: Programa de labores agrícolas mecanizadas para la campaña Chica del Valle de Majes

Labor/cultivo	Cr (ha/hr)	$T_0 = \frac{1}{Cr}$ (hr/ha)	S (ha)	$T_r = T_0 * S$ (hr)	Td (días)	E (hrs)	F (hrs)	M (hrs)	A (hrs)	M (hrs)	J (hrs)	Número de Cosechadora, Tractores e Implementos
Cosecha de Arroz Corriente y Extra	11.45	0.087	5,500	480	60		80 (2)	208 (4)	192 (3)			(9) cosechadoras
Empacado de rastrojo de Arroz Corriente y Extra	9.20	0.110	5,500	597	75		72 (2)	208 (6)	208 (6)	109 (4)		(18)
Arado de rastrojo de Arroz	13.20	0.076	5,500	418	52		40 (3)	208 (15)	170 (13)			(31)
Grado para Rastrojo de Arroz	13.20	0.076	5,500	418	52		12 (1)*	208 (6)*	198 (5)*			(12)* 100 cv
Cinzel Rígido	19.60	0.051	5,500	280	35			88 (5)	192 (10)			(15) 65 cv
Surcado para Papa y Maíz	23.20	0.043	6,500	280	35				88 (6)	192 (12)		(18)
Siembra Trigo	6.30	0.158	1,000	158.7	20					158.7 (5)		(5)
Rastra de Trigo	6.30	0.158	1,000	158.7	20					158.7 (5)		(5)
Siembra de Frijol	3.12	0.320	500	160	20					160 (3)		(3)
Aporque de Papas y Maíz	12.50	0.080	4,000	320	40					208 (8)	112 (4)	(12)
Total Tractores por mes o periodo							(6) 1*	(32) 6*	(40) 5*	(37)	(4)	(119) Tractores

De los 119 tractores seleccionados y programados para esta campaña, en febrero 6, marzo 32, abril 40, mayo 37 y junio 4, además, 107 cuya potencia es de 80CV, cubren la mayoría de labores mecanizadas, salvo para el grado que requieren 12 tractores de 100CV.

4.1.1. Inventario de la maquinaria agrícola operativa en la zona de estudio, a fin de verificar el índice de mecanización

Cuadro 20: Resultados del Inventario de los tractores Agrícola del Valle de Majes

N° de Tractores/ Sumatorias	Marca	Modelo	Año de Fabricación	Potencia /Acumulada (cv)	Tracción	V. Nuevo (S/.)	V. Residual (S/.)	Obsolescencia (año)	Edad (año)
29	MF	290	89	80	4*2	129,260	32,000	15	25
12	MF	290	88	80	4*2	129,260	32,000	15	26
7	MF	290	90	80	4*2	129,260	32,000	15	24
3	MF	290	86	80	4*2	129,260	32,000	15	28
2	MF	290	95	80	4*2	129,260	32,000	15	19
2	MF	290	95	80	4*4	129,260	32,000	15	19
2	MF	290	2000	80	4*2	129,260	32,000	15	14
2	MF	290	2000	80	4*4	129,260	32,000	15	14
4	MF	290	2010	80	4*2	129,260	32,000	15	4
4	MF	1175	84	85	4*2	120,000	28,000	15	30
6	MF	1175	88	85	4*2	120,000	28,000	15	26
5	MF	275	85	75	4*2	110,000	25,000	15	29
4	MF	265	89	61	4*2	110,000	25,000	15	25
2	MF	283	89	78	4*2	120,000	28,000	15	25
2	MF	390	90	90	4*2	135,000	32,000	15	24
1	MF	1078	80	85	4*2	120,000	28,000	15	34
5	MF	291	2005	110	4*4	160,000	40,000	15	9
4	MF	291	2012	110	4*4	160,000	40,000	15	2
5	MF	292	1998	115	4*4	160,000	40,000	15	16
2	MF	3095	2000	120	4*4	150,000	38,000	15	14
2	MF	298	2000	120	4*4	155,000	38,000	15	14
2	John Deere	2040	98	80	4*2	140,000	35,000	15	16
2	John Deere	2140	2000	90	4*4	150,000	38,000	15	14
1	John Deere	6510	2002	120	4*4	160,000	40,000	15	12
1	John Deere	3420	2002	100	4*4	150,000	38,000	15	12
1	John Deere	60600	2004	130	4*4	165,000	45,000	15	10
1	John Deere	2850	2000	95	4*4	145,000	35,000	15	14
1	John Deere	3350	2000	110	4*4	160,000	40,000	15	14
2	FIAT	100	98	90	4*4	140	35,000	15	16
4	FIAT	115	2002	115	4*4	158,000	40,000	15	12
3	YANMAR	110	2002	110	4*4	140,000	30,000	15	12
2	CASE	80	98	80	4*2	130,000	30,000	15	16
1	FORD	640	86	80	4*2	130,000	30,000	15	28
2	LANDINI	DT 85	2002	83	4*2	135,000	32,000	15	12
1	LANDINI	DT 95	2002	90	4*2	138,000	34,000	15	12
1	LAMBORGHINI	950	2005	90	4*4	145,000	38,000	15	9
Total de Tractores		Area		Potencia Acumulada		Índice de Mecanización			
130		5,500 ha		11,536 CV		2.097 Cv/ha			

En el cuadro anterior el índice de mecanización resulta alto con respecto a los índices nacionales, esto se explica que en la zona de estudio la mayoría de productores poseen mínimo un tractor agrícola, obligados por el reducido tiempo disponible entre las campañas a incrementar la presencia de tractores.

En la figura siguiente se muestra los grupos de tractores inventariados.

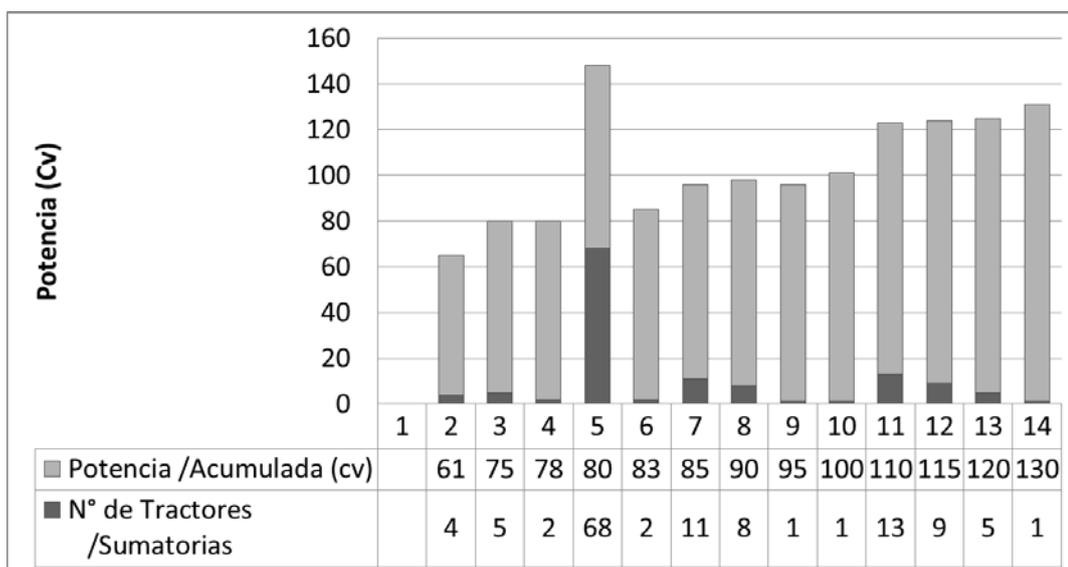


Figura 3. Tractores/Potencia Acumulada

En la figura anterior se muestra que de los 130 tractores inventariados destacan agrupados 68 de 80CV y 13 tractores de 110CV.

En el siguiente cuadro se consideran las cosechadoras de grano fino, la marca el año de fabricación, modelo.

Cuadro 21: Resultados del inventario de cosechadoras de Arroz y Trigo

N° de Cosechadoras	Marca	Modelo	Años de Fabricación	Potencia (cv)	Tracción	V. Nuevo (S/.)	V. Residual (S/.)	Obsolescencia (años)	Edad (años)
2	New Holland	T-55	2005	100	4*2	320,000	120,000	15	9
1	New Holland	8040	1995	100	4*2	280,000	80,000	15	20
1	Mássey Ferguson	5650	2005	100	4*2	350,000	120,000	15	9
1	Mássey Ferguson	1630	2000	100	4*2	320,000	120,000	15	14
1	John Deere	1175	2005	100	4*2	350,000	120,000	15	9
1	John Deere	4400	2007	100	4*2	350,000	120,000	15	7

En el cuadro anterior se muestra los resultados de la encuesta a propietarios de la maquinaria agrícola, en donde se han inventariado solo 7 cosechadoras de las 9 requeridas para el Valle.

En el siguiente cuadro se consideran en grupos los implementos operativos según las marcas, características, ancho de labor, valor a nuevo, valor residual, obsolescencia y edad en años.

Cuadro 22: Resultados del Inventario de implementos Agrícolas del Valle de Majes

N° de Implementos	Marca	Ancho de labor	Características	Años de Fabricación	V. Nuevo (S/.)	V. Residual (S/.)	Obsolescencia (año)	Edad (año)
20 Arados	Fianza	0.9	3 discos	88	12,500	3,000	15	26
15 Arados	Yato	0.9	3 discos	90	12,500	3,000	15	24
10 Arados	Otras marcas	0.9	3 discos	89	12,500	3,000	15	25
10 Arados	Fianza	1.2	4 discos	89	15,500	3,800	15	25
10 Arados	Yato	1.2	4 discos	2000	15,500	3,800	15	14
05 Arados	Otras Marcas	1.2	4 discos	2002	15,500	3,800	15	12
15 Rígidos	Fianza	2.4	9 brazos	89	8,000	2,000	20	25
15 Rígidos	Yato	2.4	9 brazos	90	8,000	2,500	20	24
15 Rígidos	Otras marcas	2.4	9 brazos	90	8,000	2,000	20	24
10 Rígidos	Fianza	2.6	11 brazos	90	10,000	2,500	20	24
05 Rígido	Yato	2.6	11 brazos	2000	10,000	2,500	20	14
05 Rígidos	Sin Marcas	2.6	11 brazos	2002	10,000	2,500	20	12
15 Nivelador o Lampón	Fianza	2.4	Enganche doble	88	6,900	1,750	20	26
15 Nivelador o Lampón	Yato	2.4	Enganche doble	90	6,800	1,750	20	24
15 Nivelador o Lampón	Sin marca	2.4	Enganche doble	89	6,800	1,750	20	25
15 Nivelador o Lampón	Yato	2.6	Enganche doble	2000	8,000	2,000	20	14
06 Gradas	Fianza	2	20 discos dentados	95	1,600	4,050	20	19
05 Gradas	Yato	2	20 discos dentados	2005	18,500	4,000	20	9
04 Gradas	Star	2	20 discos dentados	2008	16,500	3,900	20	6
05 Rastra de discos	Fianza	2.4	24 discos dentados	90	12,500	3,125	20	24
05 Rastra de discos	Yato	2.4	24 discos dentados	2000	12,500	3,125	20	14
05 Rastras de discos	Sin marca	2.4	24 discos dentados	95	12,500	3,125	20	19
09 Surcadoras	Fianza	2.4	3-4 cajones surcadores	89	8,500	2,000	20	25
08 Surcadoras	Yato	2.4	3-4 cajones surcadores	90	8,500	2,000	20	24
08 Surcadoras	Sin marca	2.4	3-4 cajones surcadores	95	8,500	2,000	20	19
06 Sembradoras de trigo	MF	2.4	Toma de fuerza 540 rpm	2000	12,000	3,000	20	14
02 Sembradoras de Frijol	Gaspardo	2.4	4 surcos m80	2005	30,000	7,160	15	9
02 Sembradoras de Frijol	Junil	2.4	4 surcos 2040	2008	30,000	7,150	15	6
05 Aporcadores	Fianza	2.4	3 a 4 surcos	89	8,000	2,000	15	25
05 Aporcadores	Yato	2.4	3 a 4 surcos	95	8,000	2,000	15	20
05 Aporcadores	Sin marca	2.4	3 a 4 surcos	90	8,000	2,000	15	24
01 Empacadora rectangular	Vamfords	1.4	Toma de fuerza 540 rpm	88	40,000	17,500	15	26
02 Empacadora rectangular	New holland	1.5	Toma de fuerza 540 rpm	2002	70,000	17,500	15	12
01 Empacadora rectangular	John deere	1.5	Toma de fuerza 540 rpm	90	65,000	17,000	15	24
01 Empacadora rectangular	Sipma	1.6	Toma de fuerza 540 rpm	2012	70,000	18,000	15	2
20 picadoras estacionarias	Sin marca	-	Toma de fuerza 540 rpm	1980-2000	6,000	2,500	15	34-15

En el cuadro anterior se muestra a través de inventario fueron encontradas solo 05 empacadoras rectangulares operativas insuficientes para cubrir la labor de empacado de las 5,500has de rastrojo de arroz, los demás implementos superan con holgura lo requerido en el Valle.

4.1.2. Costos operativos en las labores agrícolas mecanizadas que sincronicen con el empacado, a fin de recomendar reajustes en las tarifas

Cuadro 23: Costo operativo de los tractores seleccionados

	Formulas	Tractor MF 290 (S/.)	Tractor MF 291 (S/.)
COSTOS FIJOS	$A = \frac{VN - VR}{Vu(U)}$	8.40	8.00
	$I = \frac{(VN - VR)TIR}{2(U)}$	5.84	7.20
	$R = \frac{2\%(VN)}{U}$	2.59	3.20
	$Ad = \frac{1.5\%(VN)}{U}$	1.94	2.40
COSTOS VARIABLES	CGCR= 0.00008(VN)	10.34	12.80
	$M.O = \frac{Jr / día}{8hr / día}$	4.00	4.00
	Cargas sociales =50%M.O.	2.00	2.00
	C.combustible = (consumo/hr)x(precio)	14.80	20.35
	Consumo 290MF = Galon/hr		
	Consumo 291MF = 1.3galon/hr		
	Aceites y grasas = 12% C.combustible	1.78	2.44
COSTOS TOTALES	51.61	62.39	

En el cuadro anterior se muestra que hay diferencia significativa entre los costos operativos del tractor MF290, con respecto al MF291, influenciada por sus costos fijos y variables.

En el siguiente cuadro se consideran la amortización (depreciación), el interés, los CGRC, de todos los implementos considerados.

Cuadro 24: Resultados del costo operativo de los implementos

Tipo de costo por implemento	Amortización $a = \frac{(VN - VR)}{Obs(U)}$	Interés $I = \frac{(VN - VR)TIR}{2(U)}$	Coficiente*variable /implemento $CGRC = Coef.* (VN)$	$Coim = a + I + CGRC$
Arado de tres discos	1.90	1.70	0.00045*5.63	8.90
Arado de cuatro discos	2.34	2.11	0.0002*6.98	11.43
Cinzel rígido de 9 brazos	1.20	1.44	0.0002*1.60	4.24
Cinzel rígido de 11 brazos	1.50	1.80	0.0002*2.00	5.30
Hoja de nivelación (Lampón)	1.20	1.44	0.00025*2.00	4.64
Grada de discos pesados	2.40	2.80	0.0003*4.80	10.10
Rastra de discos livianos	1,88	2.25	0.0001*1.25	5.38
Surcadora de 3-4 brazos	1.20	1,44	0.00025*2.00	4.64
Sembradora de Trigo	2.25	2.70	0.0002*2.40	7.35
Sembradora de Frijol	7.50	6.75	0.0002*6.00	20.25
Aporcadora	1.20	1.44	0.00025*2.00	4.64
Empacadora rectangular Cordel=0.36 (585)/8	10.50	9.45	0.0002*14.00*26.33	60.28

En el cuadro anterior se muestra el costo operativo de la empacadora rectangular es alto, esto se debe al elevado precio de adquisición y los insumos utilizados permanentes como el cordel para el atado de las pacas.

En el siguiente cuadro se consideran la sumatoria de los costos operativos de los tractores, más el costo operativo de los implementos.

Cuadro 25: Resultados de los Costos Operativos y tarifa calculada actual

Implemento	Costo Operativo (Tractor 80 cv) S/. /hora	Costo Operativo (Tractor 110 cv) S/. /hora	Costo operativo Implemento S/. /hora	Tarifa Calculada S/. /hora	Tarifa Actual S/. /hora
Arado 3 discos	51.69		8.9	60.59	60
Arado 4 discos	51.69		11.43	63.12	70
Arado 4 discos		62.39	11.43	73.83	70
Cultivador Rígido 9 brazos	51.69		4.24	55.93	60
Cultivador Rígido 11 brazos		62.39	5.3	67.69	70
Lampón Nivelador	51.69		4.64	56.33	60
Grada		62.39	10.1	72.49	70
Rastra de discos	51.69		5.38	57.1	60
Rastras de discos		62.39	5.38	67.8	70
Surcadora 3-4 brazos	51.69		4.64	56.33	60
Surcadora de 3- 4 brazos		62.39	4.64	67.03	70
Sembradora de trigo	51.69		7.35	59.04	60
Sembradora de trigo		62.39	7.35	69.74	70
Sembradora de frijol	51.69		20.25	71.94	60
Sembradora de frijol		62.39	20.25	82.64	70
Aporcadora de 3 – 4 brazos	51.69		4.64	56.33	60
Aporcadora de 3 -4 brazos		62.39	4.64	67.03	70
Empacadora rectangular	51.69		60.28	111.97 1.53/paca	224 1.99/paca
Empacadora rectangular		62.39	60.28	122.67 1.68/paca	245 2.18/paca

En el cuadro anterior se muestra que es destacable las tarifas altas en la labor de empacado influenciado por el alto costo de las empacadoras rectangulares en el mercado, sin embargo se recomienda reajustar la tarifa de 1.99s/paca a 1.53 s. /paca para el MF290 y 2.18 s./paca a 1.68 s./paca para el MF291.

4.1.3. Biomasa recuperada y no recuperada a través del empacado, a fin de recomendar su uso final

Cuadro 26: Biomasa total recuperada

Labor y cultivo	Rendimientos (pacas/ha.)	Área (ha)	Peso pacas (kg)	B _{Tr} (kg)
Rastrojo de Arroz corriente	150	5,000	16	12 000,000
Rastrojo de Arroz extra	120	500	16	960,000
Rastrojo de Trigo	90	1,000	15	1 350,000
Biomasa Total recuperada				14,310,000

En el cuadro anterior se muestra la cantidad de biomasa recuperada por la labor del empacado, equivale a 900,000 pacas/año, que podrían ser comercializadas a las zonas de friaje, entre otros.

En el siguiente cuadro se consideran los rastros, los pesos de muestras, las áreas y la sumatoria de las biomases.

Cuadro 27: Biomasa total no recuperada

Labor y cultivo	Peso muestra (kg/m ³)	Área (ha)	hectarea = 10,000 m ²	B _{Tn} (kg)
Rastrojo de Arroz Corriente	0.25	5,000	10,000	12 500,000
Rastrojo de Arroz extra	0.21	500	10,000	1 040,000
Rastrojo de Trigo	0.15	1,000	10,000	1 500,000
Biomasa Total no recuperada				15 040,000

La biomasa no recuperada debe ser incorporada al suelo, con las labores mecanizadas consideradas en los diagramas.

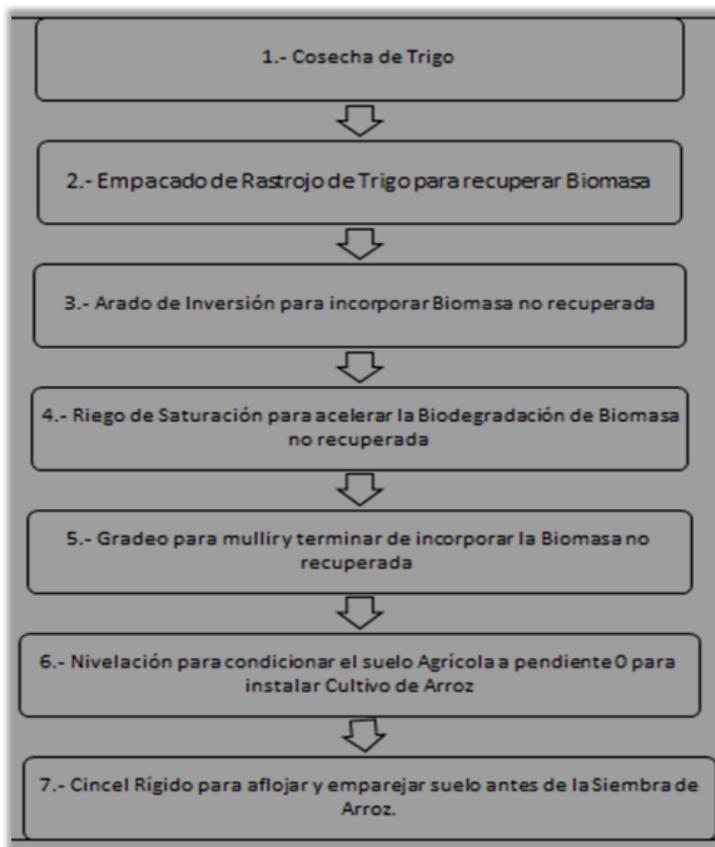


Figura 4. Procesos de incorporación de la biomasa no recuperada Campaña grande

En la anterior figura se muestra el proceso para que este el suelo a capacidad de campo después del riego de saturación, aproximadamente 7 a 8 días.

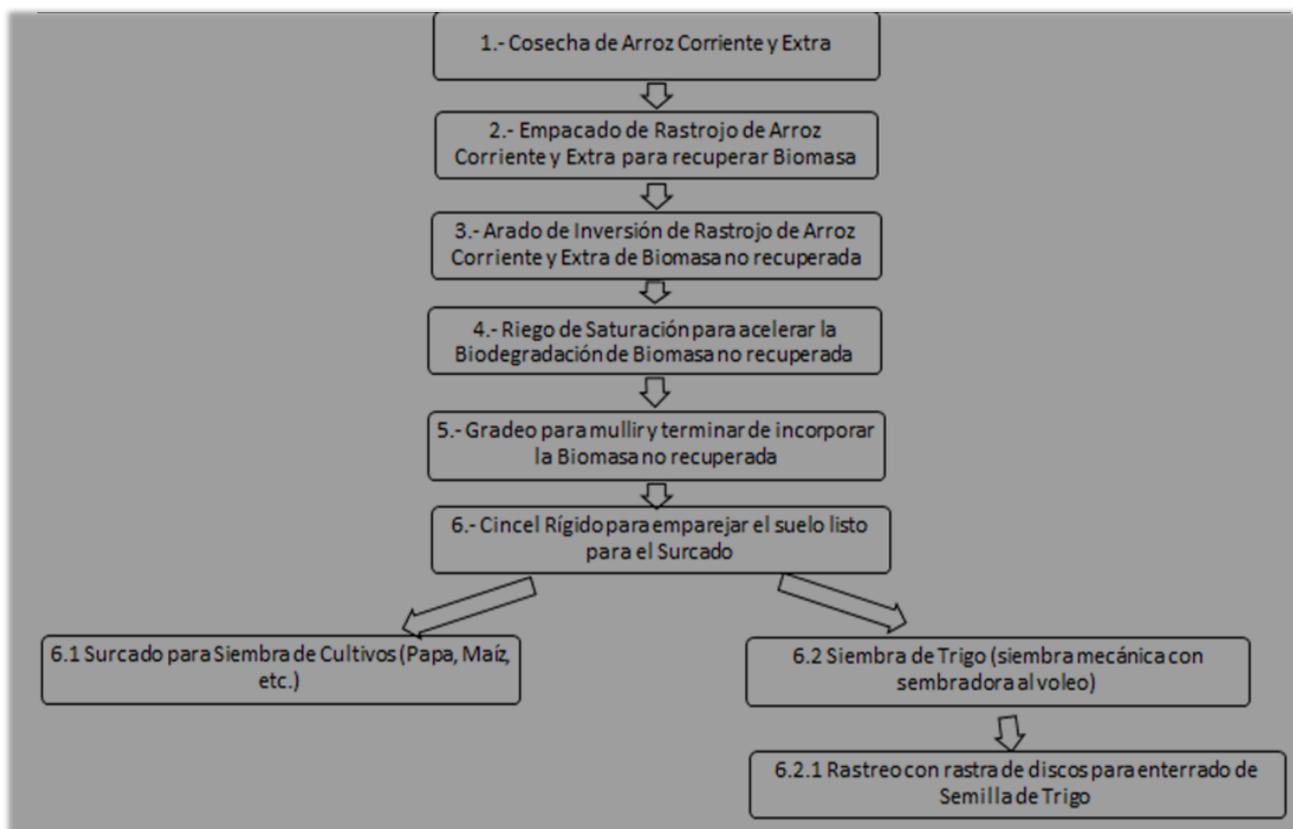


Figura 5. Procesos de incorporación de la biomasa no recuperada Campaña chica

4.1.4. Determinar el tamaño óptimo del tractor para las labores agrícolas consideradas y verificar su potencia en función de los parámetros de la zona de estudio

Cuadro 28: Resultados del cálculo de las labores mecanizadas del Valle de Majes (Zona Arrocera)

Cultivo	Superficie	Grada	Arado	Nivelación	Siembra	Cinzel Rígido	Surcar	Aporque	Cosecha	Empacado	Rastra	Picado
Arroz Corriente	5,000			5,000		10,000				5,000		
Arroz Extra	500		1,000	500		1,000				500		
Papa	2,500	2,500	2,500			2,500	5,000	2,500	2,500			
Maíz	1,500	1,500	1,500			1,500	1,500	1,500				1,500
Frijol	500	500	500		500	500						
Trigo	1,000	1,000	1,000		1,000	1,000				1,000	1,000	
Total	11,000	6,500	6,500	5,500	1,500	16,500	6,500	4,000	2,500	6,500	1,000	1,500

En el cuadro anterior se resalta el área de la labor del cinzel rígido por las dos pasadas de este implemento.

Cuadro 29: Resultados de los Cálculos de costos de demora en el Valle de Majes/ año

Labor y Cultivo	Superficie	Rendimiento (kg)	Precio	$K = \frac{b}{2R}$	Costo de demora (S/./hr)	$b = \frac{Rb}{t}$	Rb (kg)	Tr. (días)	Td (días)	$t = Tr * Td$ (hr)
Siembra de Arroz Corriente	5 000	13 ,000	0.75	0.000009	438.8	2.5	1,000	50	8	400
Siembra de Arroz Extra	500	11, 000	0.85	0.000006	28	1.5	600	50	8	400
Siembra de Papa	2 ,500	35, 000	0.55	0.000007	336.8	5	2 ,000	50	8	400
Siembra de Maíz	1, 500	13, 000	0.85	0.000009	149.1	2.5	1, 000	50	8	400
Siembra de Frijol	500	1,300	2.8	0.000010	18.2	0.375	150	50	8	400
Siembra de Trigo	1, 000	6, 000	0.9	0.000008	43.2	1	400	50	8	400

En el cuadro anterior se muestra los altos costos de demora del arroz influenciado por el área y el de papa, por sus altos rendimientos en el Valle.

En el siguiente cuadro se han considerado las áreas, los rendimientos, las distancias y las cargas de los cultivos donde interviene el tractor como medio de transporte.

Cuadro 30: Resultados de los cálculos de la energía total anual requerida para el transporte de la campaña grande y chica

Cultivo	Superficie (ha)	Rendimiento (Kg/ha)	Total	Distancia (Km)	Carga (t-km)	CVH (mot/año)
Arroz	1 ,100	2,880	3,168	1.5	4,752	4,752
Trigo	200	1,920	384	1.5	576	576
Maíz	300	25,000	7,500	1.5	11,250	11,250
Acarreos varios			500	1	500	500
Total					17,078	

En el cuadro anterior se destaca mayor energía en el transporte de silaje de maíz con carretas haladas por los tractores

En el siguiente cuadro se consideran las labores, las áreas, la energía requerida por implemento, luego la energía total por la mano de obra más costo de demora, luego la sumatoria del transporte y una previsión de energía del 10%.

Cuadro 31: Cálculo de energía total requerida en la campaña grande y chica del Valle de Majes (Zona Arrocería)

Tarea	Superficie (S) (ha)	Energía Requerida € (cvh/ha)	Energía Total= S*e (cvh/año)	Costo Mano de Obra (Cmo) (S/.)	Costo de Demora (C.d) (S/.)	C=Cmo+Cd	Σe*C
Grada	6 ,500	100	650,000	6		6	3,900,000
Arar	6 ,500	65	422,500	6		6	2,535,000
Cinzel Rígido	16 ,500	65	1 072,500	6		6	6 435 000
Nivelación	5,500	40	220,000	6		6	1 320 000
Cosecha papas	2,500	25	62,500	6	336.8	342.8	21 425 000
Surcar para Maíz	6 ,500	25	162,500	6		6	975,000
Siembra de Frijol	500	25	12,500	6	18.2	24.2	302,500
Rastreo de Trigo	1 ,000	35	35,000	6		6	210,000
Siembra de Trigo	1,000	20	20,000	6	43.2	49.2	981,400
Picado de Maíz	1 ,500	35	52,500	42	149.1	191.1	10037500
Aparcar Papa + Maíz	4,000	35	14,000	6		6	84,000
Empacado de rastrojo de Arroz Corriente	5,000	28.5	142,500	6	438.8	444.8	63384000
Empacado de Arroz Extra	500	28.5	14,250	6	28	34	484500
Empacado de rastrojo de Trigo	1,000	28.5	28,500	6		6	171000
Transporte			17 ,078	6		6	102,468
Sub- Total			29 26 328.0				112 347370
Previsión 10 % Energía			292 632			6	1 755 792
Total			32 189 608				114 103 160

En el cuadro anterior se muestra el resultado total de este cuadro se considera como parte el cálculo del tractor óptimo.

En el siguiente cuadro se considera el valor a nuevo, vida útil, la amortización (depreciación), interés, resguardo y administración y seguros

Cuadro 32: Resultado del Cálculo del costo anual por unidad de potencia para el Valle de Majes

Máquina	VN (\$/.)	Cambio	VN (S/.)	Vida Útil (años)	Amortización $A = \frac{VN - VR}{Vu(U)}$	Interés $I = \frac{(VN - VR)TIR}{2(U)}$	Resguardo $R = \frac{2\%(VN)}{U}$	Administración y Seguros $Ad = \frac{1.5\%(VN)}{U}$	Costo Anual (mot) $CA = A + I + R + Ad$
Tractor 290 MF	46, 000	2.81	129 260	15	6, 170	9, 689	2,585	1, 938	20, 682

En el cuadro anterior se muestra el costo anual es de 20,682 nuevos soles por año, en este caso para el tractor más inventariado 290MF.

En el siguiente cuadro se consideran los resultados del cuadro 32 y 33 para obtener el resultado de tractor óptimo.

Cuadro 33: Resultado de cálculo de potencia óptima con referencias bibliográficas

$\Sigma e \cdot C$ (cv)	CA (s/.)	$P_{mot} = \sqrt{\frac{\Sigma e \cdot C}{CA}}$ (cv)
114 103 160	20, 682	74.28

En el cuadro anterior se muestra la potencia optima de 74.28CV es próxima, a la potencia de 80CV, del tractor más inventariado.

En el siguiente cuadro se consideran la fórmula de potencia para arado de tres y cuatro discos, teniendo en cuenta el coeficiente de labranza, las perdidas por altitud y temperatura.

Cuadro 34: Verificación de la Potencia Óptima con parámetros de la zona de estudio

Formulas y parámetros	Arado de tres discos	Arado de cuatro discos	Potencia verificada
Profundidad de labor (p)	30 cm.	30 cm.	
Ancho de labor/disco (a)	30 cm.	30 cm.	
Coefficiente de labranza para suelo franco-arenoso (c)	0.56 kg/cm ²	0.56 kg/cm ²	
$F = p * a * c$	1,512 kg.	2,016 kg.	
Velocidad de labor (V)	5.5 km/hr	5.5 km/hr	
$P = FV/273.4$ (HP)	30.41 HP	40.55 HP	
Perdida por transmisión $p = p/0.75$	40.56 HP	54.07 HP	
Perdida por altitud 8.3%(P)	3.37 HP	4.49 HP	
Perdida por temperatura 1.33%(P)	0.57 HP	0.72 HP	
Potencia más pérdidas por altitud y temperatura	44.46 HP	59.28 HP	
Coefficiente carga motor 75%	59.39 HP	79.03 HP	
Potencia verificada en (cv)	60.23 CV	80.20 CV	
Potencia Tractor Optimo	74.28 CV		

En el cuadro anterior la potencia verificada en función de los parámetros del Valle, se determinó en 60.23CV y 80.20CV para arado de tres y cuatro discos respectivamente, que también resultan próximos a la potencia del tractor más inventariado.

Para el objetivo general. En cuanto a los resultados obtenidos en el proceso de cálculo de la selección y programación de la maquinaria agrícola, en función de las áreas, tiempos disponibles, capacidades requeridas, ancho efectivo, número de tractores, tiempo operativo y tiempo requerido, de las dos campañas agrícolas consideradas, en ningún caso el total de tractores implementados seleccionados y programados no han sido superados en número, de lo establecido en cada mes o periodo, como de igual manera con respecto al número de tractores inventariados, excepto las 13 empacadoras faltantes que podrán ser adquiridas con la comercialización de pacas.

Para el objetivo específico 1. De los 130 tractores inventariados, más del 50 % son de 80CV, además 71 fueron comprados entre los años de 1,985 a 1,990 debido a la liberación de impuestos dada en ese tiempo, esto quiere decir también, que la mayoría ya sobrepasaron su vida útil, en cuanto las cosechadoras se ha inventariado solo 7 de las 9 requeridas

que normalmente son traídas y alquiladas por campaña, en la mayoría de implementos hay holgura con relación a lo requerido, excepto las empacadoras rectangulares que se inventariaron solo 5 de las 18 necesarias.

Para el objetivo específico 2. Los costos operativos calculados representan una ligera variación a ser reajustadas o incrementadas en cada labor, salvo la labor del empacado donde se ha encontrado una tarifa exagerada que debe de ser reajustada, de 2.18s./paca a 1.68s./paca, o también de 1.99s/paca a 1.53 S/. Paca, alternativamente según con el tractor de potencia aparente que se desee laborar.

Para el objetivo específico 3. La biomasa total recuperada podría alcanzar un numero de 900,000 pacas /año, de las aproximadamente 30,000 que se producen en la actualidad, la biomasa no recuperada calculada según el muestreo post empacado es más significativo en rastrojo de arroz corriente, que tiene que ser incorporada según los diagramas al suelo como materia orgánica, puesto que algunos productores ya lo están haciendo con buenos resultados.

Para el objetivo específico 4. Los resultados obtenidos del tractor optimo en función de algunos parámetros bibliográficos ,que es de 74.28CV se aproximan a la potencia de 80cv, en 5.72 cv de los 68 tractores más inventariados , y verificando dicha potencia con parámetros de la zona en estudio, alcanzo los 60.23CV y 80.20CV, esto quiere decir, que los tractores seleccionados cuentan con una ligera sobre dimensión en potencia para ejecutar las labores consideradas , excepto en ocasiones cuando se tiene que graduar, que se requiere mayor potencia.

CAPITULO V

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Fue relevante el inventario de la maquinaria agrícola, puesto que ha permitido saber de la disponibilidad de 130 tractores contra la selección de 90 y 119 tractores para ambas campañas, carencia de 2 cosechadoras y 13 empacadoras, la operatividad según su obsolescencia de cada uno de los tractores, implementos y cosechadoras, .

Concluyo que, fue necesario determinar el tractor óptimo en 74.28 CV y verificar su potencia en 60,23CV y 80.20CV, cuyos resultados presentaron un ligero acercamiento de 5.72CV y 19.77CV a la potencia de 80 CV, de los tractores más inventariados.

Fue importante seleccionar y programar la maquinaria agrícola para las dos campañas agrícolas, puesto que en cada una de ellas se ejecuta la labor del empacado, de lo contrario, sin esta metodología, no sincronizaría con las demás labores mecanizadas.

Resultado concluyente la determinación de los costos operativos de cada una de las labores consideradas, porque ha permitido comparar y recomendar reajustes a las tarifas actuales, como es el caso de 2.18 soles/paca a 1.68 soles/paca.

Finalmente, fue indispensable conocer, las cantidades de biomasa recuperada en 14,310,000 kilogramos y no recuperada en 15,040,000 kilogramos, para tomar buenas decisiones en cuanto a su uso final.

5.2. RECOMENDACIONES

Es recomendable actualizar permanentemente estudios de selección y programación de la maquinaria, a fin de considerar nuevos modelos de tractores e implementos, como es el caso del ROTAVATOR para la incorporación de rastrojos y la hoja niveladora con dispositivo Laser,

replicar estos estudios para determinar permanentemente la oferta y demanda de maquinaria en todas las áreas agrícolas del Perú.

Se recomienda realizar nuevos inventarios, donde se incluya número de reparaciones a fin de determinar la vida útil de los tractores agrícolas en el Perú, teniendo en cuenta que la bibliografía establece entre 10 y 15 años de obsolescencia, sin embargo se ha encontrado en el valle de Majes tractores con una antigüedad de más de 25 años completamente operativos.

Es recomendable actualizar los costos operativos de las diferentes labores agrícolas mecanizadas, para reajustar o incrementar las tarifas según la potencia e implemento a utilizar y los resultados se sensibilicen tanto a productores y propietarios de maquinaria para evitar los cobros excesivos de tarifas.

Se recomienda implementar procesos de momificación de los rastrojos para mejorar la calidad nutritiva de la biomasa recuperada y aprovechar los grandes volúmenes que podrían producir las zonas arroceras y trigueras para almacenar y abastecer a las regiones ganaderas en épocas de friaje y fenómenos naturales adversos.

Se recomienda realizar estudios para determinar el impacto de la incorporación de la biomasa no recuperada en el mejoramiento de las propiedades físicas y bioquímicas del suelo, cuyos resultados reflejen mayor retención hídrica y consecuentemente mayor disponibilidad de nutrientes para los cultivos.

Se recomienda incluir en la metodología sobre estudios de selección y programación de maquinaria agrícola, la verificación de potencia con los parámetros de la zona de estudio a fin de corroborar los resultados con los parámetros bibliográficos.

VI. BIBLIOGRAFIA

- 1) CALDERON T Luis Alberto 1973, Selección de la Maquinaria Agrícola y Organización de las Operaciones Mecanizadas en el Proyecto de la Irrigación la Cano-Arequipa.
- 2) COMITE 2013, Informe Anual del Comité de Productores de Arroz del Valle de Majes Castilla – Arequipa - Perú.
- 3) COOPERATIVA 2014, Informe Anual de la Cooperativa de Servicios"Virgen del Rosario" de Ongoro- Castilla- Arequipa- Perú.
- 4) CURSO 2005, Mecanización Agrícola UNSA-Arequipa.
- 5) Donnell H. 1986, Manual de Maquinaria Agrícola Editorial Limusa S.A México.
- 6) Delgado C. Flor de María 2013, Ensayo de Calidad del Aire "Fundo la Zabala" La Barranca- Castilla- Arequipa –Perú.
- 7) Delgado C. Flor de Maria 2014 Plan de Mitigación para evitar la quema de rastrojos de Arroz y Trigo en el Valle de Majes-Castilla-Arequipa.
- 8) FAO "Elementos de Maquinaria Agrícola" Boletín de servicios Agrícolas Numero 12.
- 9) FLORES C. Eduardo 1995, "Determinación del Costo operativo en función del tamaño de la Máquina en dos tipos de suelos "Puno.
- 10)FRANK R.G. 1977 "Costos y Administración de la Maquinaria Agrícola Buenos Aires Hemisferio Sur.
- 11)GUADILLA L. 1976 "Potencia para motor y Rendimiento de Tractores" Primera Edición CEAC S.A. Barcelona – España.
- 12)LILJJED AHL. J.B. "Tractores, Diseños y funcionamiento" NETS Editores Tomo III.
- 13)PROYECTO HERRANDINA 1983, "Mecanización Agrícola" Tomos I y II.
- 14)SMITH, R.H. WILKES L.H., 1979, "Maquinaria y Equipo Agrícolas" Edición Omega S.A. Barcelona.
- 15)VALDIVIA, R. 1974 "Determinación de la potencia de tractores con Dinamómetro "Tesis ING. Agrónomo – UNATA –Puno.
- 16)RISUEÑO A. 1960, "Motocultivo "Primera Edición Madrid – España.

- 17) BERLING D.J 1965 Organización de Operaciones Agrícolas mecanizadas
UNA- La Molina- Lima Perú.
- 18) O.C.D.E. 1967 "Horganization de Coperatium el Devoleppment
Economiques Código de Formulario para Ensayos de Tractores Agrícolas
Instituto de Nacional de Investigación Agronómica Madrid- España.
- 19) LAPIEZA C.A. 1967 "El motor diesel Teoría Funcionamiento
Conservación" Séptima Edición Editorial Hobby Venezuela 125 pp.
- 20) OBERT F.E. 1969 "Motores de combustión interna análisis y aplicaciones"
traductor Cristóbal Monsivais Lara.
- 21) HOLLEMBERG. A. 1970 "Instrucciones sobre mecánica Agrícola" Agencia
para el desarrollo Internacional México.
- 22) BOQUET J.A. 1973 "Mecánica Aplicada "Traductor Dr. Eduardo Fontseré
Quinta Editorial Gustavo Gill S.A Barcelona España.
- 23) S.A.E. 1974 "Societdi of Automotice Engineers" Boletín Técnico pruebas
de Motores.
- 24) OROSCO L.M. 1978, "Organización de operaciones Agrícolas
Mecanizadas Edit. Trillas México.
- 25) GILARDI R.J. 1981 "Maquinaria y Mecanización Agrícola NETS Editores
Tomo III.
- 26) ORTIZ C. J. 1983, "Las Máquinas Agrícolas y su Aplicación "Segunda
Edición Madrid- España.
- 27) KATES e.j. 1987 "Motores Diésel y de gas de alta compresión" Tercera
Edición Editorial Reverte S.A.

I. ANEXOS

Cuadro 36: Resultados de la estación Climatológica de Aplao

Meses	Temperatura			Humedad Relativa Media (%)	Precipitación Total (mm)	Evaporación Media (mm)	Vientos (m/s) Dirección
	Máxima	Mínima	Media				
Enero	29.90	17.30	23.60	67	0.00	5.6	4 SE
Febrero	30.40	17.80	24.10	68	0.00	5.6	4 SE
Marzo	30.62	16.49	23.56	69	0.00	5.2	3 SE
Abril	27.95	14.26	21.11	70	0.00	4.4	3 SE
Mayo	26.51	10.46	18.49	72	0.00	3.8	3 SE
Junio	23.53	8.87	16.20	74	0.00	3.5	2 SE
Julio	23.50	7.70	15.60	73	0.00	3.5	3 SE
Agosto	24.30	8.10	16.20	72	0.00	3.6	3 SE
Setiembre	28.20	9.80	19.0	71	0.00	3.8	3 SE
Octubre	28.79	10.15	19.47	67	0.00	3.8	3 SE
Noviembre	28.83	11.38	20.11	67	0.00	3.9	2 SE
Diciembre	27.60	12.50	20.05	70	0.00	4	3 SE

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 37: Resultados de la estación Hidrológica de Huatiapa.

Mes	Año 2013		Año 2014	
	Caudal mínimo (Qmín)	Caudal máximo (Qmáx)	Caudal mínimo (Qmín)	Caudal máximo (Qmáx)
Enero	126.388	478.309	43.138	489.163
Febrero	73.151	673.571	33.181	94.687
Marzo	152.198	725.109	65.191	320.736
Abril	91.167	149.944	74.742	131.250
Mayo	65.378	87.909	52.600	71.630
Junio	59.607	64.439	42.502	52.360
Julio	55.487	63.555	39.064	42.344
Agosto	48.736	61.304	32.481	35.855
Setiembre	39.780	48.560	32.300	35.580
Octubre	29.967	36.539	32.167	35.320
Noviembre	24.728	29.819	27.803	32.903
Diciembre	24.334	63.175	24.022	26.917

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 38: Análisis físico químico de Suelo

Lugar	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural	pH	Materia Orgánica (%)	N (%)	P (ppm)	K ₂ O (ppm)	CO ₃ Ca (%)	CE (mhos)
Querulpa	59.8	29.8	10.4	Franco-Arenoso	6.7	2.2	0.1	13.7	376	3.6	3.5

Fuente: Laboratorio UNSA-Arequipa.

Cuadro 39: Cedula de cultivos en el Valle de Majes para la Campaña Grande.

Cultivo/Varietal	Áreas (ha)	Época de Siembra	Época de Cosecha	Rendimientos (kg/ha)
Arroz Corriente	5,000	20 Octubre-20 Diciembre	20 de Febrero- 20 de Mayo	13 000
Arroz Extra	500	20 Octubre-20 Diciembre	20 de Febrero- 20 de Mayo	11000
Total			5, 500	

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 40: Resultados de la Cedula de cultivos en el Valle de Majes para la Campaña Chica.

Cultivo/Varietal	Áreas (ha)	Época de Siembra	Época de Cosecha	Rendimientos (kg/ha)
Papa Única – Canchan	2,500	20 Febrero – 20 de Mayo	20 de Agosto – 20 de Noviembre	35,000
MaízAmilacio Blanco	1,500	20 Febrero – 20 de Mayo	20 de Agosto – 20 de Noviembre	13,000
Trigo	1,000	20 Febrero – 20 de Mayo	20 de Agosto – 20 de Noviembre	6,000
Frijol	500	20 Febrero – 20 de Mayo	20 de Agosto – 20 de Noviembre	1,300
Total			5,500	

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 1 Cálculo del costo de empacadoras faltantes.

De acuerdo a la selección de la maquinaria agrícola se ha determinado un total de 18 empacadoras rectangulares, se hace el comparativo con el inventario de maquinaria y se detecta el déficit de 13 empacadoras, consecuencia de ello se elige a la empacadora cuyo modelo es de mayor ancho de trabajo y menor costo (ver cuadro 42), este cálculo se basa en la siguiente fórmula propuesta por el autor.

$$C = 13 * \text{Precio empacadora}$$

Dónde:

C = Costo total de empacadoras faltantes en nuevos soles.

13 = Número de empacadoras faltantes.

Anexo 2 Cálculo de producción anual de pacas de rastrojo de arroz y trigo.

En base a la información obtenida de los productores y la cooperativa Virgen del Rosario, con experiencia sobre el empacado, se han obtenido rendimientos diferenciados según la variedad de arroz y trigo. Utilizando estos rendimientos se procede a determinar la producción anual de pacas de arroz y trigo (ver cuadro N° 41), a partir de la siguiente ecuación propuesta por el autor:

$$\text{pap} = \text{pac} + \text{pae} + \text{pat}$$

Dónde:

Pap = Producción anual de pacas campaña grande y chica.

Pac = producción anual de pacas de rastrojo de arroz corriente.

Pae = producción anual de pacas de rastrojo de arroz extra.

Pat = producción anual de pacas de rastrojo de trigo.

Cuadro 41: Cálculo de producción anual de pacas de rastrojo de arroz y trigo.

Labor y cultivo	Rendimiento(pacas/ha)	Área(ha)	Producción de pacas por variedad(pacas/año)
Rastrojo de Arroz corriente	150	5,000	750,000
Rastrojo de Arroz Extra	120	500	60,000
Rastrojo de trigo	90	1,000	90,000
Producción anual de pacas			900,000

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3 Cálculo de proyección de venta de pacas de arroz y trigo para la compra de empacadoras faltantes.

Obtenidos los resultados de los costos operativos del empacado, la biomasa total recuperada por la labor del empacado, nos proyectamos a calcular la venta de pacas para abastecer a las diferentes cuencas ganaderas de la región Arequipa y el sur del país, ante la posibilidad de autofinanciar la compra de las empacadoras rectangulares faltantes, determinado por la selección y el inventario de maquinaria agrícola realizada, es importante destacar que para este cálculo solo se debe considerar la utilidad de la venta (ver cuadro N°42), para no tener problemas de financiamiento, entonces utilizamos la siguiente fórmula propuesta por el autor.:

$$Uvp = Btr * (Pp - Cop)$$

Dónde:

Uvp = Utilidad de venta de pacas por año en nuevos soles.

Btr = Biomasa total recuperada en (pacas / año).

Pp = Precio por paca vendida en nuevos soles.

Cop = Costo operativo por paca en nuevos soles.

Cuadro 42: Cálculo de proyección de venta de pacas de arroz y trigo para compra de empacadoras faltante.

Producción Anual de Pacas	Precio unitario/pacas (S/.)	Costo operativo /pacas (S/.)	Utilidad /pacas (S/.)	Utilidad Anual de Producción de pacas (S/.)	N° de Empacadoras Faltantes	Precio Unitario de Empacadoras Rectangulares (S/.)	Precio total de Empacadoras faltantes
900,000	3.50	1.70	1.80	1 620,000	13	70,000	910,000

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4 Análisis bromatológico de la biomasa recuperada de arroz y trigo con o sin amonificación.

Se considera de mucha importancia realizar este análisis, para recomendar su uso final en la alimentación del ganado vacuno y otros. Para ello se muestrea las pacas con o sin proceso de amonificación de urea al 5% del peso de la biomasa, ya sea de arroz o de trigo, en dicho análisis se debe de considerar la materia seca, la proteína cruda digestible, la digestibilidad in vitro de la materia seca, los nutrientes digestibles totales, energía metabolizable y la energía digerible, con los resultados se elabora un cuadro comparativo (ver cuadro 43).

Cuadro 43: Análisis bromatológico de la biomasa recuperada de arroz y trigo con o sin amonificación.

Material	MS	PC D	FDN	DIVM S	NDT	EM	ED	Ligni na	ceni za	Ca	P
	%	%	%	%	%	Mcal/ kg	Mcal/ kg	%	%	%	%
Rastrojo arroz	74.6 0	4.50	72.9 0	37.30	40.2 0	1.20	1.50	6.15	12.5 0	0. 4	0 . 0 8
Rastrojo trigo	75.2 0	3.8	69.5 0	36.25	38.5 0	1.35	1.60	7.8	14.2	0. 3	0 . 0 9
Rastrojo arroz amonificad o	61.0 0	11.6 4	73.0 6	46.20	48.5 0	1.60	1.99	6.82	11.1 3	0. 5	0 . 1 0
Rastrojo trigo amonific ado	62.0 0	8.81	74.4 6	49.85	50.6 0	1.46	1.78	6.53	7.02	0. 6	0.1 0

Fuente: Laboratorio UNSA-Arequipa.

Panel Fotográfico

Fotografía 1 Quema Diurna de Rastrojo de Arroz



Fotografía 2 Campo Quemado



Fotografía 3 Campo Quemado cerca a la Población



Fotografía 4 Quema nocturna de rastrojo de Arroz



Fotografía 5 Cosechadora de Arroz.



Fotografía 6 Proceso de Empacado por empacadora rectangular



Fotografía 7 Pacas de rastrojo de Arroz



Fotografía 8 Transporte de Pacas



Fotografía 9 Labranza de inversión con arado de discos.



Fotografía 10 Riego de Saturación

