UNIVERSIDAD NACIONAL

SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRÍCOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL, TOMANDO COMO REFERENCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AGRÍCOLA

Presentado por:

LOAYZA AQUIÑO, RAFAELA MARIETA

Asesor:

Doc. NARVAEZ SOTO, JOSÉ

HUARAZ - PERÚ

2022

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

UNIVERSITARIA DE SHANCAYÁN TELEFAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del Jurado de Tesis que suscriben, reunidos para escuchar y evaluar la sustentación de la Tesis presentado por la Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Agrícola **RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO,** denominada: **"DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRÍCOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL, TOMANDO COMO REFERENCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020",** Escuchada la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADO

CON EL CALIFICATIVO (*)

QUINCE

En consecuencia, queda en condición de ser calificada APTO por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de INGENIERA AGRÍCOLA, de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

Huaraz, 28 de noviembre de 2022.

Dr. PEDRO ALEJANDRO COLONIA CERNA
PRESIDENTE

Ph.D. LORENZO MOISES AYORA GARAGATE
SECRETARIO

Mag. JAVIER ALBERTO COTOS VERA

Dr. JOSÉ ALEJANDRO NARVÁEZ SOTO

ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la tesis denominada: **"DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRÍCOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL, TOMANDO COMO REFERENCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020",** presentado por la Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Agrícola **RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO** sustentada el día 28 de noviembre de 2022, respaldada mediante **Resolución Decanatural N.° 474-2022-UNASAM-FCA**, la declaramos **CONFORME**.

Huaraz, 28 de noviembre de 2022.

Dr. PEDRO ALEJANDRO COLONIA CERNA
PRESIDENTE

Ph.D. LORENZO MOISES AYORA GARAGATE
SECRETARIO

Mag. JAVIER ALBERTO COTOS VERA
VOCAL

Dr. JOSÉ ALEJANDRO NARVÁEZ SOTO
ASESOR

DEDICATORIA

A DIOS que me ha dado la vida y fortaleza para terminar este proyecto de investigación. A mi madre NOEMI AQUIÑO ALFARO, a mi hermana IVETH LOPEZ AQUIÑO y mi sobrino DEREK SALVADOR LOPEZ, por estar ahí cuando más los necesité, dándome la fortaleza para poder alcanzar este triunfo tan deseado y haberme apoyado en los momentos más difíciles de esta trayectoria. Este sueño alcanzado más que mío es de ustedes, porque fueron los únicos que creyeron en mí y me animaron siempre para lograr esta meta.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

AGRADECIMIENTO

A mi Casa Superior de Estudios, Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo” por albergarme durante estos años para mi formación profesional. A mi querida Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, a la plana docente por impartir sus enseñanzas y contribuir en mi desarrollo profesional.

Agradezco especialmente a mi familia: mi madre, mi hermana y sobrino que con su paciencia, constantes consejos, continuo apoyo y sólida confianza han permitido mi desarrollo personal y profesional. A mi asesor, el Doc. Narváez Soto José, por mostrar interés y apoyo incondicional durante el desarrollo de la tesis, compartiendo sus conocimientos y tiempo para la culminación del presente trabajo de investigación. A los miembros del jurado, por el apoyo brindado en la ejecución y elaboración de la presente tesis. A mi mascota “Gordo” que es gato que estuvo presente todas las noches mientras yo estudiaba. Agradezco todo el apoyo incondicional que me dio la fortaleza y ánimos en todo momento del desarrollo y culminación de esta investigación.

La tesista

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA i
AGRADECIMIENTO ii
ÍNDICE GENERAL iii
ÍNDICE DE TABLAS v
ÍNDICE DE FIGURAS vi
ÍNDICE DE ANEXOS vi
RESUMEN viii
ABSTRAC ix
I. INTRODUCCION 1
1.1. Planteamiento y Formulación del Problema 3
1.1.1. Identificación del Problema 3
1.1.2. Contextualización del Problema 4
1.1.3. Formulación del Problema 5
1.2. Objetivos 5
1.2.1. Objetivo General 5
1.2.2. Objetivos específicos 6
1.3. Justificación 6
1.4. Delimitación 13
1.4.1. Viabilidad técnica y económica de la investigación 15
1.4.2. Limitaciones de la investigación. 16
II. MARCO TEÓRICO 17
2.1. Antecedentes del tema. 17
2.1.1. Antecedentes internacionales. 17
2.1.2. Antecedentes nacionales. 22
2.1.3. Antecedentes regionales. 29
2.2. Base Teórica 31
2.2.1. La Mecanización Agrícola 31
2.2.2. Operaciones agrícolas mecanizadas. 41
2.2.3. Costos de operación de máquinas e implementos agrícolas. 43
2.2.4. Los componentes de los costos de operación 46
2.2.5. Dimensionamiento de un parque de maquinaria agrícola. 57
2.2.6. Tractores agrícolas. 59

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2.2.7. Labranza convencional 63
2.2.8. Caracterización de la agricultura en la provincia de Carhuaz. 66
2.3. Definición de Términos 72
2.4. Hipótesis 74
2.4.1. Hipótesis general. 74
2.4.2. Hipótesis específicas 74
2.5. Variables 74
2.5.1. Variable Dependiente. 74
2.5.2. Variable Independiente. 75
III. MATERIALES Y METODOLOGÍA 75
3.1. Tipo y Nivel de investigación 75
3.1.1. Tipo de Investigación 75
3.1.2. Nivel de Investigación 76
3.1.3. Método de Investigación 76
3.2. Diseño de investigación 76
3.2.1. Tipo de Diseño de la Investigación 76
3.2.2. Plan de recolección de datos 77
3.3. Población y Muestra 78
3.3.1. Tamaño de la Población 78
3.3.2. Tamaño de la muestra 78
3.3.3. Unidad de análisis 78
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 79
3.5. Plan de procesamiento y análisis estadístico de datos 79
3.5.1. Costo fijo. 81
3.5.2. Costo variable medio 84
3.5.3. Ancho óptimo. 86
3.5.4. Potencia óptima 89
IV. RESULTADOS 90
4.1. Ancho de trabajo óptimo de los implementos agrícolas. 90
4.2. Potencia óptima a la barra de tiro y al motor del tractor agrícola. 94
V. DISCUSIÓN 98
5.1. Áreas agrícolas con potencial para mecanización agrícola. 98
5.2. Costos de operación de maquinaria agrícola. 98
5.2.1. Para el implemento. 99
5.2.2. Para el tractor 100

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

5.2.3. Costo de oportunidad 101
5.3. Determinación del ancho óptimo de trabajo. 103
5.3.1. Para el arado de discos 103
5.3.2. Para la rastra de discos 103
5.4. Determinación de la potencia óptima a la barra de tiro. 103
5.4.1. Para la primera ardura 103
5.4.2. Para la segunda aradura. 104
5.5. Índice de mecanización agrícola (IM) 104
VI. CONCLUSIONES 105
VII. RECOMENDACIONES 106
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 107
IX. ANEXOS 111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Productores agropecuarios individuales, según grupos de edad (Menores y mayores a 45 años) 7
Tabla 2. Población agropecuaria de la provincia de Carhuaz, según sexo 7
Tabla 3. Superficie agropecuaria de la provincia de Carhuaz, según áreas agrícolas y no agrícolas 8
Tabla 4. Superficie agrícola de la provincia de Carhuaz, según sistema de cultivo 8
Tabla 5. Superficie agrícola de la provincia de Carhuaz que utilizan tracción animal 9
Tabla 6. Superficie agrícola de la provincia de Carhuaz que utilizan tracción mecánica 9
Tabla 7. Superficie agrícola de la provincia de Carhuaz que utilizan energía humana 10
Tabla 8. Clasificación de suelos por capacidad de uso mayor, según estudios de ONERN 11
Tabla 9. Superficie agrícola de la provincia de Carhuaz, según fuentes de energía que utiliza. Humana 13
Tabla 10. Superficie agropecuaria, agrícola y no agrícola de la provincia de Carhuaz, según distritos 67
Tabla 11. Superficie agrícola con pendiente menor a 20% y mayor a 20% de la provincia de Carhuaz, según distrito 68
Tabla 12. Cultivos transitorios de la provincia de Carhuaz 69
Tabla 13. Cultivos transitorios que ocupan más del 90% de las áreas agrícolas de la provincia de Carhuaz 71

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Tabla 14. Estimación del porcentaje de áreas ocupadas por los seis cultivos de la provincia de Carhuaz. 71
Tabla 15. Superficie mecanizables ocupadas por los seis cultivos transitorios de la provincia de Carhuaz. 72
Tabla 16. Determinación del porcentaje del tiempo disponible mensual y anual. 88
Tabla 17. Determinación del ancho óptimo del arado de discos y el número de implementos, para la primera aradura 92
Tabla 18. Determinación del ancho óptimo de la rastra de discos y el número de implementos, para la segunda aradura 93
Tabla 19. Determinación de la potencia óptima a la barra de tiro y al motor y el número de tractores, para la labranza primaria. 95
Tabla 20. Determinación de la potencia óptima a la barra de tiro y al motor y el número de tractores, para la labranza secundaria. 96
Tabla 21. Resumen de la potencia al motor, las áreas mecanizables y el índice de mecanización agrícola. 97
Tabla 22. Calendario del año 2022. 102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Integración de disciplinas en torno a la gricultura. 48
Figura 2. Componentes de las operaciones agrícolas mecanizadas. 52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa de Ubicación de la provincia de Carhuaz. 111
Anexo 2. Mapa de Redes de Viales de la provincia de Carhuaz. 112
Anexo 3. Mapa de infraestructura hidráulica de la provincia de Carhuaz. 113
Anexo 4. Mapa de clasificación climática de la provincia de Carhuaz. 114
Anexo 5. Mapa de zonas de vida de la provincia de Carhuaz. 115
Anexo 6. Mapa de Ecosistemas de la provincia de Carhuaz. 116
Anexo 7. Mapa de Cobertura Vegetal de la provincia de Carhuaz. 117
Anexo 8. Mapa Hidrografico de la provincia de Carhuaz. 118
Anexo 9. Mapa de Pendientes de la provincia de Carhuaz. 119
Anexo 10. Mapa Geologico de la provincia de Carhuaz. 120

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Anexo 11. Mapa Geomorfológico de la provincia de Carhuaz. 121
Anexo 12. Mapa de Capacidad de Uso Mayor de Suelos de la provincia de Carhuaz..... 122
Anexo 13. Mapa de Precipitación de la provincia de Carhuaz. 123
Anexo 14. Análisis de Caracterización del Suelo del Distrito de Shilla. 124
Anexo 15. Análisis de Caracterización del Suelo del Distrito de Tinto. 124
Anexo 16. Análisis de Caracterización del Suelo del Distrito de Acopampa. 124
Anexo 17. Análisis de Caracterización del Suelo del Distrito de Carhuaz. 124
Anexo 18. Análisis de Caracterización del Suelo del Distrito de Marcará. 124
Anexo 19. Análisis de Caracterización del Suelo del Distrito de Yungar. 124
Anexo 20. Análisis de Caracterización del Suelo del Distrito de Anta. 124
Anexo 21. Análisis de Densidad Real del Suelo del Distrito de Shilla. 124
Anexo 22. Análisis de Densidad Real del Suelo del Distrito de Tinco. 124
Anexo 23. Análisis de Densidad Real del Suelo del Distrito de Acopampa. 124
Anexo 24. Análisis de Densidad Real del Suelo del Distrito de Carhuaz. 124
Anexo 25. Análisis de Densidad Real del Suelo del Distrito de Marcará. 124
Anexo 26. Análisis de Densidad Real del Suelo del Distrito de Yungar. 124
Anexo 27. Análisis de Densidad Real del Suelo del Distrito de Anta. 124
Anexo 28. Análisis de Densidad Aparente del Suelo del Distrito de Shilla 124
Anexo 29. Análisis de Densidad Aparente del Suelo del Distrito de Tinco. 124
Anexo 30. Análisis de Densidad Aparente del Suelo del Distrito de Acopampa. 124
Anexo 31. Análisis de Densidad Aparente del Suelo del Distrito de Carhuaz. 124
Anexo 32. Análisis de Densidad Aparente del Suelo del Distrito de Marcará. 124
Anexo 33. Análisis de Densidad Aparente del Suelo del Distrito de Yungar. 124
Anexo 34. Análisis de Densidad Aparente del Suelo del Distrito de Anta. 124

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

RESUMEN

La investigación titulada “Dimensionamiento del parque de Maquinaria Agrícola para labranza convencional, tomando como referencia los costos de operación, en la provincia de Carhuaz, año 2020”, se desarrolló en los años 2020 y 2021, por las limitaciones establecidas por la pandemia del COVID 19, la investigación tuvo como objetivo general: Dimensionar un parque de maquinaria agrícola para labranza convencional: potencia de los tractores y número de implementos agrícolas, a partir de los costos de operación de máquinas e implementos agrícolas, en la provincia de Carhuaz del departamento de Ancash 2020 y como objetivos específicos propuso: a. Determinar la potencia total necesaria y el número de tractores agrícolas para labranza convencional, en la provincia de Carhuaz del departamento de Ancash, 2020, b. Determinar el ancho total de trabajo necesario y el número de implementos agrícolas para labranza convencional: arados y rastras, en la provincia de Carhuaz del departamento de Ancash, 2020 y c. Determinar el índice de mecanización agrícola: potencia disponible a la barra de tiro y áreas agrícolas mecanizables, en la provincia de Carhuaz, departamento de Ancash, 2020 y se obtuvo los siguientes resultados: los costos de operación de máquinas e implementos agrícolas, se expresan como costos fijos y costos variables, los costos fijos o costos de posesión pueden ser expresados como un porcentaje del valor de adquisición de la máquina o del implemento y los costos variables dependen del tiempo de uso de las máquinas e implementos. El valor de adquisición de un implemento puede ser expresado como una función del ancho de trabajo y el valor de adquisición del tractor puede ser expresado como una función de la potencia a la barra de tiro. La potencia óptima a la barra de tiro, para la provincia de Carhuaz es de 669.36 Kw, considerando una pérdida de potencia del 30%, entre la potencia al motor y la potencia a la barra de tiro, se determina una potencia de 956.23 Kw; si se considera, la adquisición de tractores de mediana potencia de 75 KW, se requiere 13 tractores. El ancho óptimo para la primera aradura es de

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

33.93 metros; si se considera, la adquisición de arados de discos de 1.25 metros de ancho de trabajo, se requiere 27 arados de discos. El ancho óptimo para la segunda aradura es de 32.92 metros; si se considera, la adquisición de rastras de discos de 2.40 metros de ancho de trabajo, se requiere 14 rastras de discos. La potencia requerida a la barra de tiro para la labranza convencional es de 669.36 Kw para la primera ardura y 649.38 Kw para la segunda ardura, en total se requiere 1318.74 Kw, considerando una pérdida de 30% de potencia entre el motor y la barra de tiro, se requiere 1883.91 Kw de potencia del motor.

El índice de mecanización de la provincia de Carhuaz se estima en 0.56 Kw/Ha, indicador que se encuentra dentro de los límites establecidos por la FAO, para América Latina.

Palabras Claves: Maquinaria Agrícola, potencia óptima a la barra de tiro e índice de mecanización.

ABSTRAC

The research entitled "Dimensioning of the Agricultural Machinery park for conventional tillage, taking operating costs as a reference, in the province of Carhuaz, year 2020", was developed in the years 2020 and 2021, due to the limitations established by the COVID pandemic. 19, the research had as a general objective: To size a park of agricultural machinery for conventional tillage: tractor power and number of agricultural implements, based on the operating costs of agricultural machines and implements, in the province of Carhuaz in the department of Ancash 2,020 and as specific objectives proposed: a. Determine the total power needed and the number of agricultural tractors for conventional tillage, in the province of Carhuaz in the department of Ancash, 2020, b. Determine the total necessary working width and the number of agricultural implements for conventional tillage: plows and harrows, in the province of Carhuaz in the department of Ancash, 2020 y c.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

Determine the agricultural mechanization index: power available to the drawbar and mechanizable agricultural areas, in the province of Carhuaz, department of Ancash, 2020 and the following results were obtained: the operating costs of agricultural machines and implements, are expressed as fixed costs and variable costs, the fixed costs or possession costs can be expressed as a percentage of the acquisition value of the machine or the implement and the variable costs depend on the time of use of the machines and implements. The take-up value of an implement can be expressed as a function of working width and the take-up value of the tractor can be expressed as a function of drawbar power. The optimal power to the drawbar, for the province of Carhuaz is 669.36 Kw, considering a power loss of 30%, between the power to the engine and the power to the drawbar, a power of 956.23 Kw is determined; if considered, the acquisition of medium power tractors of 75 KW, 13 tractors are required. The optimal width for the first plowing is 33.93 meters; If the acquisition of disc plows with a working width of 1.25 meters is considered, 27 disc plows are required. The optimum width for the second plowing is 32.92 meters; If the acquisition of disc harrows with a working width of 2.40 meters is considered, 14 disc harrows are required. The power required to the drawbar for conventional tillage is 669.36 Kw for the first arbor and 649.38 Kw for the second arbor, in total 1318.74 Kw is required, considering a 30% loss of power between the motor and the drawbar. shot, 1883.91 Kw of motor power is required. The mechanization index of the province of Carhuaz is estimated at 0.56 Kw/Ha, an indicator that is within the limits established by the FAO for Latin America.

Keywords: Agricultural Machinery, optimal drawbar power and mechanization rate.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

I. INTRODUCCION

La administración y gestión adecuada de Máquinas e Implementos Agrícolas, para lograr el uso eficiente de la energía y rendimientos económicos, debe tomar en cuenta una gran variedad de factores, entre ellos, características físicas, químicas y edafológicas del suelo, disponibilidad de agua considerando calidad y cantidad, características de los cultivos.

Consideraciones climáticas y los aspectos sociales y económicos de la población, esta complejidad de factores que influyen en el proceso de mecanización agrícola, obliga a los agricultores implementar acciones orientadas a hacer una buena selección de máquinas e implementos agrícolas, al respecto Hunt (1988), considera la selección del tamaño, referida a los implementos agrícolas y la selección de la potencia referida a la potencia requerida a la barra de tiro del tractor; el mismo autor, manifiesta que es completamente factible relacionar los costos anuales de operación de máquinas e implementos agrícolas, con el tamaño de los implementos agrícolas y con la potencia requerida a la barra de tiro de los tractores; es decir que, los costos fijos de los implementos agrícolas, pueden ser estimados como un porcentaje del valor de adquisición del implemento, los que pueden ser expresados como valor de adquisición por metro de ancho de trabajo; de igual manera.

Los costos fijos de los tractores agrícolas, pueden ser estimados como un porcentaje del valor de adquisición del tractor, los que pueden ser expresados como valor de adquisición por potencia a la barra de tiro del tractor. Los costos variables del tractor y de los implementos, son una función del tiempo de uso, estas consideraciones han sido tomadas en cuenta para desarrollar la investigación y establecer relaciones del costo anual con el tamaño de implemento y con la potencia a la barra de trio del tractor.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Las fuentes de información para la investigación, básicamente se sustenta en el Estudio de Suelos del Callejón de Huaylas del año 1994, esta información referencial ha sido actualizada y fortalecida con nuevas tecnologías de la información y la comunicación y la otra fuente de información son los reportes del Censo Nacional Agropecuario del año 2012, se entiende que en esta fuente de información la estructura productiva nacional, departamental y provincial, de la pequeña agricultura no se ha generado mayores cambios, se mantiene casi constante la superficie agrícola y el número de productores agrarios de la pequeña agricultura.

El CENAGRO (2012), reporta que el Perú tiene una superficie agrícola de 7125007.510 has, de ellas corresponde 4882319.03 has de tierras de labranza, el departamento de Ancash tiene una superficie agrícola de 439459.81 has, de ellas corresponde 363571.36 has de tierras de labranza y la provincia de Carhuaz tiene una superficie agrícola de 23824.51 has, de ellas corresponde 19320.68 has de tierras de labranza, cifra que representa el 0.4% de la superficie de labranza nacional y el 5.31% de la superficie de labranza del departamento de Ancash.

Actualmente por ello, el uso de la maquinaria agrícola se ha hecho indispensable para la producción agrícola, cuyo propósito es de ejecutar las labores agrícolas en forma oportuna, ya que la actividad agrícola como ninguna otra, está condicionada a ejecutar las labores agrícolas en periodos muy cortos, la ejecución de labores agrícolas fuera de los periodos establecidos ocasiona definitivamente pérdidas de calidad y cantidad de producto; en esta orden de ideas la FAO, considera que para Latinoamérica el nivel de mecanización agrícola expresada como el índice de mecanización agrícola debe ser cuando menos de 0,37 Kw/Ha. (0.5 HP/Ha); considera además que, para países en desarrollo el índice de mecanización debe ser 0.75 Kw/Ha (1 HP/Ha) (FAO, 2012).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

El Perú tiene una superficie agrícola que asciende a 5476.98 Has, la cual equivale a 4.26% de la superficie del Perú, también se estima que el índice de mecanización agrícola para el Perú debe de ser 1.0 -1.5 Hp/Ha (0.75 -1.10 kW/Ha) potencia promedio de un tractor de 60 HP, para los cuales se requieren más de 25000 tractores, personal calificado y una estructura adecuada de logística. El Perú sólo llega a 0.28 HP/Ha (0.21 kW/Ha) equivalente a 7000 tractores operativos ya que está relacionado con los insumos de la producción y el éxito requerido. Con la mecanización oportuna y bien guiada se podrían reducir los tiempos de siembra, aumentar la eficiencia en las labores de cultivo y minimizar entre 20% y 30% en el momento de la cosecha (Valdiviezo, 2012).

Bajo las consideraciones técnicas de la agricultura y las condiciones socio económicas del pequeño agricultor, se realizó la siguiente investigación.

1.1. Planteamiento y Formulación del Problema

1.1.1. Identificación del Problema

Cabe resaltar que la actividad agraria tiene como base fundamental para su desarrollo el "Suelo Agrícola", el cual es un recurso natural de primer orden y que en estos tiempos debe dársele un manejo adecuado para su explotación y conservación en los diferentes tipos de suelos, sesgando levemente a los suelos de aptitud forestal, ya que requieren de una labranza completa y profunda para un desarrollo óptimo de las raíces y su establecimiento, especialmente para los cultivos de la zona de Carhuaz. El manejo agronómico referente a labores culturales dentro de la producción agrícola requiere el uso de maquinarias agrícolas desde la preparación del terreno, por lo que en su mayoría necesariamente entra el trabajo del tractor agrícola y sus diferentes aperos (implementos agrícolas), resultando mucho más eficiente.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Pero; la disponibilidad del tractor agrícola es mínima, y muchos agricultores no poseen uno, en consecuencia, no pueden cumplir a cabalidad sus labores, y los que poseen, en su mayoría no realizan servicios de alquiler a terceros o es muy restringida su participación y no satisfacen la demanda requerida, generando estos, un desequilibrio social y productivo entre los grandes y pequeños productores agrícolas.

1.1.2. Contextualización del Problema

El problema de la falta de maquinaria agrícola y sus implementos continúa preocupando al sector productivo de la Provincia de Carhuaz. La carencia de organizaciones o entidades orientadas a satisfacer las necesidades complementarias o principales a las actividades agrícolas, motiva la urgencia del dimensionamiento del parque de maquinaria agrícola tomando en cuenta los costos de operación en la provincia de Carhuaz.

Dentro del sector agrario, las maquinarias y equipos agrícolas cumplen una importante función en el desarrollo agrícola de un país puesto que aporta significativamente a la economía, y su uso se ha expandido con el pasar del tiempo debido a factores edáficos, climatológicos y sociales que intervienen en el proceso productivo agrícola. En la actualidad el trabajo en el campo sido remplazada por los tractores agrícolas y equipos que gracias a la tecnología se adaptan a las labores diversas con eficiencia y satisfacción a los productores. Por lo que el sistema de trabajo agrícola en la sociedad va cambiando de patrones productivos, ofreciéndoles a los productores mayores ventajas para poder ser competitivos.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

1.1.3. Formulación del Problema

1.1.3.1. Problema general.

El problema de la investigación queda definido de la siguiente manera:

¿Qué relaciones se establecen entre el dimensionamiento de un parque de maquinaria agrícola para labranza convencional: potencia de los tractores y tamaño de los implementos agrícolas y los costos de operación de máquinas e implementos agrícolas, en la provincia de Carhuaz del departamento de Ancash – 2020?

1.1.3.2. Problemas específicos.

¿Cómo relacionar los costos de operación y la potencia del tractor para cuantificar el número de tractores para la provincia de Carhuaz?

¿Cómo relacionar los costos de operación y el ancho de trabajo de los implementos agrícolas para cuantificar el número de implementos agrícolas para la provincia de Carhuaz?

¿Qué fuentes de información analizar y que tecnologías utilizar para estimar las áreas agrícolas que tengan una pendiente menor al 20% en la provincia de Carhuaz?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General.

Dimensionar un parque de maquinaria agrícola para labranza convencional: potencia de los tractores y número de implementos agrícolas, a partir de los costos de operación de máquinas e implementos agrícolas, en la provincia de Carhuaz del departamento de Ancash 2020.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

1.2.2. Objetivos específicos

a. Determinar el ancho total de trabajo necesario y el número de implementos agrícolas para labranza convencional: arados y rastras, en la provincia de Carhuaz del departamento de Ancash, 2020.

b. Determinar la potencia total necesaria y el número de tractores agrícolas para labranza convencional, en la provincia de Carhuaz del departamento de Ancash, 2020.

c. Determinar el índice de mecanización agrícola: potencia disponible a la barra de tiro y áreas agrícolas mecanizables, en la provincia de Carhuaz, departamento de Ancash, 2020.

1.3. Justificación

El Instituto Nacional de Estadística e Informática, el año 2018, presenta los resultados finales de los Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, documento del que extrae la siguiente información:

Al año 2017, el departamento de Ancash tenía una población de 1139115 habitantes, 565179 varones (49.62%) y 573937 mujeres (50.38%), espacialmente esta distribuía en 711444 habitantes (62.46%) en la zona urbana y 427671 en zona rural (37.54%).

A la misma fecha, la provincia de Carhuaz tenía una población de 45184 habitantes, 21786 varones (48.22%) y 23398 mujeres (51.78%), espacialmente esta distribuía en 13820 habitantes (30.59%) en la zona urbana y 31364 en zona rural (69.41%).

La interpretación de la información disponible, permite establecer que siete de cada diez habitantes de la provincia de Carhuaz se encuentra asentada en la zona rural, aun así hay deficiencias en la disponibilidad de mano de obra para la agricultura, situación generada por la migración de los jóvenes a otras ciudades: Barranca, Huacho y Lima, en busca de oportunidades laborales o estudios; en consecuencia, la población rural dedicada a la

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

actividad agropecuaria está conformada por mujeres o adultos mayores, la migración genera problemas sociales en las zonas urbanas, dando origen a un crecimiento desordenado y una alta presión por los servicios básicos de agua, luz, educación y salud y alimentación, configurando una migración del campo a la ciudad y una abandono paulatino de las actividades agropecuarias y el campo tiene que seguir produciendo para el abastecimiento de alimentos de las zonas urbanas.(CENAGRO,2012)

El Censo Nacional Agropecuario del año 2012, para la provincia de Carhuaz reporta información que permite la caracterización agropecuaria de la provincia, que sistematizada se presenta en las siguientes tablas.

Tabla 1

Productores agropecuarios individuales, según grupos de edad (Menores y mayores a 45 años)

Menores a 45 años		Mayores de 45 años		Total	
Población	Porcentaje	Población	Porcentaje	Población	Porcentaje
7583	41.71%	10598	58.29%	18181	100.00%

Nota. La tabla muestra los productores agripareis individuales datos tomados del INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

La provincia de Carhuaz, tiene una población de 18181 agricultores, de ellos 7583 agricultores (41.47%), tiene menos de 45 años y 10598 agricultores (58.29%), tiene una edad superior a los 45 años; por lo tanto, la población agrícola está conformada por más del 50% de adultos mayores.

Tabla 2

Población agropecuaria de la provincia de Carhuaz, según sexo.

Varones		Mujeres		Total	
Población	Porcentaje	Población	Porcentaje	Población	Porcentaje
10679	58.74%	7502	41.26%	18181	100.00%

Nota. La tabla muestra la población agropecuaria de la provincia de Carhuaz tomados del INEI - IV *Censo Nacional Agropecuario 2012*.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Además, en la provincia de Carhuaz, de los 18181 agricultores, 10679 agricultores (58.74%), son varones y 7502 agricultores (41.26%), son mujeres; por lo tanto, la población agrícola está significativamente conformada por mujeres, cuatro de cada diez agricultores son mujeres.

Tabla 3

Superficie agropecuaria de la provincia de Carhuaz, según áreas agrícolas y no agrícolas.

Agrícola		No agrícola		Total	
Superficie	Porcentaje	Superficie	Porcentaje	Superficie	Porcentaje
23824.51	58.67%	16786.39	41.33%	40610.9	100.00%

Nota. La tabla muestra la áreas agrícolas y no agrícolas según el INEI - IV Censo Nacional Agropecuario 2012.

Tabla 4

Superficie agrícola de la provincia de Carhuaz, según sistema de cultivo.

Bajo riego		Secano		Total	
Superficie	Porcentaje	Superficie	Porcentaje	Superficie	Porcentaje
20720.87	86.97%	3103.64	13.03%	23824.51	100.00%

Nota: La tabla muestra la superficie agrícola de la provincia de Carhuaz INEI - IV Censo Nacional Agropecuario 2012.

De las 23824.51 has de superficie agrícola, 20720.87 has (86.97%), es superficie agrícola cultivada bajo riego y 3103.64 has (13.03%), es superficie agrícola cultivada en secano.

Las cifras del CENAGRO 2012, deben ser tomadas con bastante optimismo considerando que, nueve de cada diez hectáreas de la superficie agrícola se cultiva bajo riego, con nivel medio de tecnología, baja eficiencia de uso del agua, bajos niveles de capacitación y por lo general se hace uso de tecnología poco eficiente en el uso de recursos y bajos niveles de productividad, este panorama que se presenta en el área agrícola bajo riego, es mucho más crítica en el área agrícola en secano, donde la actividad agrícola es eminentemente de subsistencia, con bajos rendimientos económicos, bajos niveles de producción y bajos ingresos, es esta otra razón que explica la migración del campo a la ciudad.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

El CENAGRO 2012, además en torno al uso de fuentes de energía en la agricultura reporta que, de las 168253 unidades agropecuarias del departamento de Ancash, 126766 unidades agropecuarias (75.34%), utilizan tracción animal y 41,487 unidades agropecuarias (24.66%), no utilizan tracción animal. A nivel provincial, se tiene:

Tabla 5

Superficie agrícola de la provincia de Carhuaz que utilizan tracción animal

Usa tracción animal		No usa tracción animal		Total	
Superficie	Porcentaje	Superficie	Porcentaje	Superficie	Porcentaje
19414.5	81.49%	4410.01	18.51%	23824.51	100.00%

Nota. La tabla muestra la superficie agrícola de la provincia de Carhuaz tomadas del INEI - IV Censo Nacional Agropecuario 2012

De las 23824.51 hectáreas de superficie agrícola, 19414.50 has (81.49%) hacen uso de tracción animal y 4410.01 has (18.51%) no hacen uso de tracción animal, significando que en estas 4410.01 has, se encuentran los que utilizan tracción mecánica y los que usan energía humana.

En cuanto a la energía mecánica o uso de tractores reporta que, de las 168253 unidades agropecuarias del departamento de Ancash, 12445 unidades agropecuarias (7.40%), utilizan tracción mecánica y 155808 unidades agropecuarias (92.60%), no utilizan tracción mecánica. A nivel provincial, se tiene:

Tabla 6

Superficie agrícola de la provincia de Carhuaz que utilizan tracción mecánica.

Usa tracción animal		No usa tracción animal		Total	
Superficie	Porcentaje	Superficie	Porcentaje	Superficie	Porcentaje
1134.44	4.76%	22690.07	95.24%	23824.51	100.00%

Nota. La tabla muestra la superficie agrícola de la provincia de Carhuaz tomadas del INEI - IV Censo Nacional Agropecuario 2012.

De las 23824.51has agrícolas de la provincia de Carhuaz, 1134.44 has (4.76%) hacen uso de energía mecánica y 22690.07 has, no hacen uso de energía mecánica, significando que en

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

estas 22690.07 has, se encuentran los que utilizan tracción animal y los que usan energía humana.

En torno al uso de energía humana que se utiliza en la agricultura, en tabla 7, se presenta información para la provincia de Carhuaz.

Tabla 7

Superficie agrícola de la provincia de Carhuaz que utilizan energía humana.

Usa energía humana		No usa energía humana		Total	
Superficie	Porcentaje	Superficie	Porcentaje	Superficie	Porcentaje
3275.57	13.75%	20548.94	86.25%	23824.51	100.00%

Nota. La tabla muestra la superficie agrícola de la provincia de Carhuaz que utilizan energía humana y los datos fueron tomados del INEI - IV Censo Nacional Agropecuario 2012.

De las 23824.51has agrícolas de la provincia de Carhuaz, 3275.57 has (4.76%) hacen uso de energía humana y 20548.94 has, no hacen uso de energía humana, significando que en estas 20548.94 has, se encuentran los que utilizan tracción animal y los que usan energía mecánica.

El análisis de la información, permite apreciar que a nivel provincial el 81% de los agricultores hacen uso de la tracción animal; es decir, ocho de cada diez agricultores utilizan tracción animal, esta fuente de energía no es mala, pero para el desarrollo de la agricultura es insuficiente, mucho más si tenemos en cuenta que los implementos de tracción animal no han merecido cambios tecnológicos, los animales como fuentes de energía son animales de bajo peso y tamaño, con deficiencias de manejo, alimentación y sanidad que afectan enormemente la capacidad de trabajo, el uso de estas fuentes de energía configuran un panorama desolador, que merece un tratamiento excepcional, para impulsar el desarrollo agrícola de la provincia de Carhuaz.

Una de las fuentes de información de mayor relevancia, en torno al estudio de suelos, data del año 1973 y se refiere al Estudio de Suelos del Callejón de Huaylas, estudio realizado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales ONERN.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Al respecto, según la (ONERN, 1973):

Los suelos de la zona del Callejón de Huaylas presentan morfologías y características variadas en base a la heterogeneidad de materiales parentales o litológicos y a su topografía fuertemente variada. Así, se tienen suelos superficiales y ligeros en contraste con suelos profundos y de textura media a fina con o sin elementos gruesos (grava y pedregosidad) tanto en el perfil como en la superficie. El rasgo físico significativo que se observa en los suelos de la zona estudiada es su dominante posición topofisiográfica empinada y la erosión en mayor o menor grado. ¿Dentro de sus caracteres químicos, son suelos deficientes en materia orgánica y, por consiguiente, de nitrógeno? Así mismo, el fósforo es otro macro-nutríente que se encuentra deficitario dentro del cuadro general de fertilidad (p.121).

En la tabla 8, se presenta la información de los resultados del estudio de la ONERN.

Tabla 8

Clasificación de suelos por capacidad de uso mayor, según estudios de ONERN.

Clasificación según capacidad de uso mayor	Superficie			
	Hectáreas	Pendiente	Tipo de cultivo	Porcentaje
Clase II	1736	2% al 7%	Intensivos y permanentes	1.14%
Clase III	4538	7% al 15%	Temporales y permanentes	2.97%
Clase IV	6110	7% al 25%	Temporales y permanentes	4.00%
Clase V	663	s.i	Pastos cultivados	0.43%
Clase VI	23,812	2% al 50%	Frutales de hojas caducas	15.58%
Clase VII	13,581	s.i.	Pastoreo y forestales	8.88%
Clase VIII	99,859	s.i	Sin fines agropecuarios	65.32%
Otros	5,583	s.i	Lagunas, ríos y tierras urbanizadas	3.65%
TOTAL	152,880			100.00%

Nota. La tabla muestra la Clasificación de suelos por capacidad de uso mayor los datos tomados del Estudio de suelos del callejón de Huaylas - 1973

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Tomando como referencia, los resultados del Estudio de Suelos del Callejón de Huaylas, considerando que las tierras agrícolas con pendiente inferior al 15% son potencialmente mecanizables, se estima 6274 hectáreas, correspondientes a tierras de clase II y III, que representa el 4.11%, del área estudiada, son consideradas potencialmente mecanizables, si este indicador se aplicara a la superficie agrícola de la provincia de Carhuaz, se obtendría 979.18 hectáreas de tierras potencialmente mecanizables.

Es necesario hacer un balance del uso de las fuentes de energía que se utilizan en la provincia de Carhuaz y proponer alternativas que mejoren el uso de energía para la agricultura y propiciar una agricultura sostenible.

Uno de los propósitos de la investigación, es utilizar la tecnología disponible, como el ARGIS, para estimar con mayor exactitud, las áreas agrícolas potencialmente mecanizables.

En el estudio denominado: Diagnóstico de los sistemas de producción y mecanización en el Perú, los autores Rodríguez y Orbegoso (2018), en torno a la mecanización agrícola, concluyen que, los bajos niveles de mecanización se explican por el desconocimiento del proceso de mecanización, en la costa se hace uso de las fuentes de energía de origen humano, animal y mecánico, el nivel tecnológico alcanzado es de nivel medio, en la sierra las operaciones agrícolas hacen uso de la tracción animal, especialmente las labores de preparación de suelos y en la selva se hace uso de la energía a tracción animal en la ceja de selva y la energía de tracción mecánica en la selva baja. En general la mecanización agrícola no está adecuadamente planificada, se ha incorporado fuentes de energía mecánica sin los estudios que justifiquen su adopción y

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

se observa que hay mucha influencia del estado en los procesos de mecanización y los resultados no han sido los más favorables.

La mecanización agrícola en el Perú, es un tema que no debe ser visto únicamente con el propósito de incorporación de energía mecánica, debe ser analizado integralmente para abordar temas relacionados a la disponibilidad de fuentes de energía, áreas mecanizables, tipos de suelo, tipos de cultivo, calendario agrícola y fundamentalmente el tema de los recursos humanos, que merecen un tratamiento especial para dotarles de competencias y capacidades para afrontar los múltiples problemas de la agricultura.

1.4. Delimitación

La información del Censo Nacional Agropecuario, permite establecer que, en el ámbito del proyecto, la agricultura hace uso de tres fuentes de energía orientada a satisfacer las necesidades de energía para las labores de preparación de suelos, en la tabla 9, se presenta la siguiente información.

Tabla 9

Superficie agrícola de la provincia de Carhuaz, según fuentes de energía que utiliza. Humana

Energía humana		Energía animal		Energía Mecánica		Total	
Área	Porcentaje	Área	Porcentaje	Área	Porcentaje	Área	Porcentaje
3275.57	13.75%	19414.5	81.49%	1134.44	4.76%	23824.51	95.24%

Nota. La tabla muestra la superficie agrícola de la provincia de Carhuaz, según fuentes de energía que utiliza. Humana tomados del INEI - IV Censo Nacional Agropecuario 2012.

Se observa que de cada 20 has de tierras agrícolas, 16 has (81.49%) hacen uso de la tracción animal, 3 has (13,75%) hacen uso de la energía humana y solo 1 ha (4.76%) hace uso de la tracción mecánica, esta es la realidad de la mecanización agrícola en el ámbito de estudio.

La misma fuente de información reporta que en la provincia de Carhuaz, solo existen 7 tractores de los que no se tiene información específica, considerando que son tractores

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

de mediana potencia, se estima una potencia promedio de 80 HP, equivalente a 60 Kw; por lo tanto, se estima una oferta de 420 Kw, con los que se atiende 1,134.44 Has, resultando un índice de mecanización de 0.37 Kw/Ha, indicador considerado muy bajo. La FAO para américa latina recomienda un índice de mecanización de 1 Kw/ Ha.

La producción agrícola hace uso de diferentes fuentes de energía, al inicio la energía para la producción de alimentos fue proporcionada por el hombre a modo de esfuerzo en el trabajo del campo para la ejecución de las labores culturales, paulatinamente el esfuerzo del hombre fue sustituido por otra fuente de energía proporcionada por los animales, dando origen a la tracción animal y posteriormente surge la energía mecánica, dando origen a la tracción mecánica, el objetivo del uso de diversas fuentes de energía es aliviar el esfuerzo del hombre para la realización de las duras tareas del campo, se entiende que la labor cultural que requiere mayor cantidad de energía es la preparación de suelos; se dice que, si una unidad de producción agrícola, tiene suficiente energía para ejecutar la labor de preparación de suelos, tiene suficiente energía para atender la demanda de las otras labores culturales.

La energía que hace uso la agricultura para la producción de alimentos, al margen de la fuente de origen, es costosa y es uno de los insumos de la producción agrícola que incrementa los costos de producción; por lo general, el uso de energía permite también obtener mejores rendimientos de producción; por lo tanto, la mecanización agrícola debe ser estudiada en función a los recursos naturales que utiliza la agricultura: el suelo, el agua, la planta y la energía.

Es necesario tener información sobre las fuentes de energía que se utiliza en un ámbito geográfico; en este caso, se ha seleccionado la provincia de Carhuaz, del departamento de Ancash, sobre la base de la información disponible en el CENAGRO 2012, complementada con información primaria generada en el proceso de investigación, se

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

propone realizar una balance de energía, determinar el índice de mecanización agrícola y cuantificar la demanda de energía animal y la energía mecánica y proponer el dimensionamiento de un parque de maquinaria agrícola que responda a las necesidades de la agricultura de la provincia de Carhuaz, la investigación permitirá hacer una propuesta de innovación tecnológica, para racionalizar el uso de las fuentes de energía, mejorar la productividad y producción de los cultivos, mejorar el rendimiento económico de la agricultura, mejorar los ingresos de los agricultores y desarrollar la agricultura con responsabilidad social.

1.4.1. Viabilidad técnica y económica de la investigación

Existe fuentes de información secundaria, generada por entidades públicas, entre ellas el Censo Nacional Agropecuario 2012 (CENAGRO 2012), El Ministerio de Agricultura, el año 2004, desarrolla la Encuesta Nacional Agropecuaria de Producción y Ventas 2004 (ENAPROVE 2004), el Estudio de Suelos Semi detallado del Callejón de Huaylas 1974, Plan de Desarrollo Concertado de la provincia de Carhuaz 2011 – 2021, información oficial que caracteriza al sector agropecuario y agrícola del ámbito del proyecto.

Desde el punto de vista estratégico, en el ámbito del proyecto no se aprecia acontecimientos sociales o económicos que podrían de alguna manera interferir la ejecución de la investigación, la investigación se focaliza en analizar la superficie agrícola bajo riego y en secano, estimar las áreas agrícolas mecanizables con pendientes menores al 20%, cuantificar la disponibilidad de energía de tracción animal y tracción mecánica que se utiliza en la provincia de Carhuaz y proponer la constitución de un centro de servicios de mecanización agrícola que atienda las necesidades de energía y las máquinas e implementos agrícolas necesarios.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

La ejecución de la investigación no demanda el uso de cuantiosos recursos económicos y haciendo uso de herramientas tecnológicas como el ARGIS y estimar las superficies mecanizables, áreas agrícolas bajo riego y en secano con pendientes menores al 20%, áreas agrícolas consideras potencialmente para hacer uso de energía de tracción mecánica.

1.4.2. Limitaciones de la investigación.

Las áreas agrícolas que se cultivan bajo riego, se localizan en los valles interandinos del ámbito de estudio, estás áreas tienen pendientes menores al 20%, las áreas agrícolas en secano, se localizan en las partes altas de los valles interandinos del ámbito del proyecto, estas áreas son eminentemente aprovechadas para la agricultura de autoconsumo, es posible que en este rubro se localicen áreas agrícolas con pendientes mayores al 15% y menores al 20%, que tendrán que ser incorporadas como parte del alcance de la investigación, en este contexto es pertinente proponer un programa de reconversión de la actividad agropecuaria, decisión que escapa al alcance de la investigación.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del tema.

2.1.1. Antecedentes internacionales.

Ignacio Montoya Escobar, en la Universidad Autónoma del Estado de México, el año 2018, sustenta la tesis titulada "*Estudio del nivel de Mecanización Agrícola: caso Municipio del Almoloya de Juárez, Estado de México"*, estudio en el que presenta el resumen siguiente:

La presente investigación se desarrolló con una muestra tomada al azar con 95% de confianza y se obtuvo como muestra 111 tractores y 510 implementos agrícolas, pertenecientes a 85 productores, se estableció una relación de 4.59 implementos por cada tractor, indicador que está muy por debajo de la cifra recomendada para una óptima eficiencia de un parque de maquinaria agrícola, el estudio se realizó en febrero de 2016 y se obtuvo indicadores como: la cantidad de tractores por productor, la cual es de 1,31 tractor/productor, la potencia media por tractor es de 78,0 hp. y la potencia por hectárea de suelo cultivado es de 5,76 hp./ha, cuando en México como promedio es de 1,04 hp./ha. La relación hectárea por tractor de tierras declaradas mecanizables es de 12,81 ha/tractor y del total declaradas como propiedad es de ha/tractor, cifras bastantes exiguas con lo encontradas en países con alta mecanización agrícola, así como en el municipio de Atlacomulco (Montoya, 2018)

Bailón Sáez Hilda Consuelo, en la Universidad Autónoma del Estado de México, el año 2018, sustenta la tesis titulada "*Diagnóstico del*

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

nivel de Mecanización del Municipio de Zinacantepec, Estado de México", estudio en el que presenta el resumen siguiente:

En la república mexicana existen aproximadamente unos 238830 tractores vinculados a las labores agrícolas y se ha planteado que más del 50% de los mismos a rebasado su vida útil. Es conocido que la explotación de las máquinas y los tractores agrícolas, deben de ser administrados de forma eficiente, con la finalidad de que su vida útil sea lo más rentable y a su vez que el uso, explotación mantenimiento y conservación de los mismos aumente a una mayor longevidad, en donde los mismos sean lo más rentables posible. El estudio permitió definir algunos indicadores como: promedio de edad de los tractores es aproximadamente de 7.73 años y se localiza en un 77.38% en superficies menores de 10 ha, lo cual indica una subutilización, aunado a un programa de mantenimiento no adecuado que conlleva al deterioro prematuro del tractor. Por otro lado la relación implemento tractor es de 4.56; muy por debajo de los estándares internacionales, que es de 6:1; y la relación hectáreas por tractor es de 13.08 ha/tractor, cuando la FAO, plantea que debe ser aproximadamente de 50 ha de suelo cultivado por tractor agrícola (Bailón, 2018)

Escudero Gutiérrez Arcado, en la Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas - Cuba, el año 2015, sustenta la tesis titulada "*Cálculo del costo para la actividad de Mecanización en la Emtresa Agropecuaria "Valle de Yabú" en Santa Clara*", estudio en el que presenta el resumen siguiente:

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

La novedad de la investigación radica en la predeterminación de los costos de una actividad sin precedentes en la Empresa Agropecuaria "Valle del Yabú" en Santa Clara, así como el establecimiento del procedimiento metodológico a seguir. Se demuestra además que, teniendo en cuenta las condiciones en las cuales se desarrolla el trabajo, las características estudiadas en un caso específico y la posibilidad y necesidad de su aplicación en Cuba, ésta se presenta como una alternativa para un desarrollo agrícola sustentable. Por la importancia y necesidad de contribuir a la diversificación de la producción, se presupone lograr aportes considerables en la producción de granos en la entidad objeto de estudio, considerando los costos calculados (Escudero,2015, p.56).

Larque, Cortés, Sánchez, Ayala y Sangerman, en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Texcoco – México, el año 2015, desarrollan la investigación titulada *"Análisis de la mecanización agrícola de la región Atlacomulco, Estado de México"*, estudio en el que presenta el resumen siguiente:

La presente investigación se realizó con una muestra de la región de Atlacomulco conformada por 69 productores agrícolas. La información recabada en los cuestionarios, se analizó con la ayuda de estadísticas descriptivas y se soportó con investigación documental. Los objetivos fueron: 1) realizar una caracterización de los productores agrícolas de la región de Atlacomulco, con base en el tamaño promedio de superficie, cultivos y nivel de mecanización; y 2) clasificar a los productores agrícolas con base en el índice de mecanización. Los resultados indican que durante el periodo 2000 a

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2010, los productores de la región de estudio lograron equiparse, fundamentalmente, con la compra de tractores. Para 2010, se registró un total de 76 tractores en la región para atender una superficie agrícola de 833.75 ha. Se registró que el número máximo de tractores por productor es de dos, siendo estos casos los menos. El 94% cuenta con un tractor. La potencia media de la región se ubicó en 81.52 hp. De acuerdo con el índice de mecanización sugerido por la FAO (50 ha tractor-1), la región de estudio presenta un índice promedio por debajo de lo recomendado (10.96 ha tractor-1) lo que indica, una subutilización de la maquinaria. Se concluye una probable desventaja financiera de los productores. (Larqué, Cortés, Sánchez, Ayala , & Sangerman-Jarquín, 2012, p. 26).

En la Revista Agropecuaria, Heliodoro Catalán, publica el artículo titulado: *Diseño de un parque de maquinaria, ¿cuántas máquinas necesito?,* documento de contenido sencillo y que merece espacial atención por su carácter práctico, en el que el autor refiere que:

En resumen, el cálculo para el buen diseño de un parque de maquinaria agrícola es muy sencillo y no se necesita sapiencia especial si no conocer bien el calendario de labores y los días disponibles en base a la experiencia de la zona. Sin embargo, la sencillez del cálculo "matemático" no significa que la elección de las máquinas lo sea. El agricultor debe ser muy crítico con las máquinas que va a adquirir, contratar o alquilar y definir bien las especificaciones de las mismas.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

Una vez tomada la decisión, deshacer las consecuencias cuesta mucho dinero y disgustos.

Mi recomendación es que el agricultor se informe bien mediante revistas, visitas a concesiones y talleres, visitas a ferias de maquinaria y exposiciones varias. (Catalán, 2012, p. 51)

La Universidad Autónoma de Chile, el año 2016, en la Fundación Dialnet, el autor Rojas Bottner Andrés, publica el artículo científico titulado: *Mecanización agrícola y fomento estatal en Chile (1942-1973),* documento en el que presenta el resumen siguiente:

Frente al rezago del sector agrícola, a partir de la década de 1940 el Estado en Chile asumió como tarea el fomento de la mecanización de faenas, creando para ello una serie de instituciones.

El artículo analiza el impacto de las políticas estatales de fomento a la mecanización, describiendo la evolución del parque en el ámbito nacional y regional, considerando para ello el contexto productivo y las condiciones en que se produjo la incorporación de maquinaria. Finalmente, se profundiza en la participación del Estado a partir del caso del Servicio de Equipos Agrícolas Mecanizados (seam), órgano creado en específico para la materia (Rojas, 2016, p. 147).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2.1.2. Antecedentes nacionales.

Lujan Cárdenas Eiler Raúl, en la Universidad Nacional de Trujillo, el año 2017, desarrolla la tesis titulada: *"Determinación del índice de mecanización y demanda de maquinaria agrícola en los sectores: El Moro, Vichanzo, Mochica Alta y Comache – Región La Libertad"*, documento que propone la siguiente finalidad:

La investigación tiene como finalidad determinar el índice de mecanización y demanda de maquinaria agrícola en los sectores: El Moro, Vichanzao, Conache y Mochica Alta, del Valle Moche Este trabajo ha sido preparado para incentivar el desarrollo e implementación de máquinas para disposición de los agricultores. Permitiendo asegurar la producción de los cultivos instalados y coadyuvar bases tomar mejores decisiones sobre la inversión económica en el desarrollo del Valle Moche y la producción. En esta investigación también se analizó los datos recopilados en las comisiones de regantes de los sectores en estudio, para ver con qué frecuencia usan máquinas para sus labores agrícolas y que cultivos siembran. Asimismo, determinar el índice de mecanización por cada sector y calcular el número necesario de máquinas para la implementación de un pool de máquinas, con la finalidad de dar alternativas que mejoren el uso equilibrado de los recursos: agua, suelo y planta que nos permitan realizar mejoras en la gestión del manejo del agua (Luján, 2018, p. 26).

Delgado Mendoza Fernando Álvaro, en la Universidad Nacional del Altiplano, el año 2016, desarrolla la tesis denominada "*Selección y programación de la maquinaria agrícola para el empacado de rastrojo de*

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

arroz en el valle de Majes – Arequipa", investigación en la que, el autor propuso los siguientes objetivos:

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 (Delgado, 2016, p. 19).

Navarro Garay Fermín Hugo, en la Universidad Nacional Agraria la Molina, el año 2017, desarrolló la investigación titulada *"Comparación de costos de producción empleando dos sembradoras de precisión en agricultura de conservación VS agricultura convencional"*, estudio en el que propone los siguientes objetivos y resultados:

Tuvo como propósito principal la de comparar los costos que ocasiona la Agricultura Convencional frente a la Agricultura de Conservación, para lo cual se construyó y probó dos máquinas sembradoras-fertilizadoras de granos, siendo una de ellas acondicionado para siembra directa, adicionándole un disco delantero para el desarrollo de las pruebas de campo. Después de realizar las correcciones del dosificador de semilla, la inclusión de rayadores en la parte delantera y el cambio de material de los conductores de semilla, se procedió a la siembra de maíz, dando como resultados una buena siembra. La siembra

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

resultó en un aumento en los rendimientos de cultivos por el ahorro en horas hombre y horas máquina, lo cual incide en los costos de siembra en relación a la siembra tradicional. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: La sembradora de origen americano, fue la que arrojó las mayores producciones, tanto en Agricultura Convencional como en Agricultura de Conservación. Bajo el primer sistema se obtuvo un valor bruto de 53.15 Tn/ha, generando un ingreso neto de S/. 98.20, mientras que en Agricultura de Conservación se obtuvo 43.82 Tn/ha, generando un ingreso neto de S/. 395.31 en el terreno experimental. Es necesario mencionar, que el mayor índice de rentabilidad se obtuvo bajo el sistema de Agricultura de Conservación con 11.29 % (Navarro, 2016, p.29).

Ortiz Zelada José Deciderio, el año 2016, en la Universidad Nacional Agraria la Molina, desarrolla la tesis titulada *"Comparación técnico-económico del trasplante tradicional VS el trasplante en hileras del arroz (Oryza sativa l.) en Bellavista – San Martín"*, estudio en el que presenta los siguientes resultados:

La capacidad teórica de trabajo de la máquina de preparación de suelos del sistema de trasplante en hileras fue 0.47 ha/h y de tradicional con 0.44 ha/h y la capacidad efectiva de trabajo de los métodos de trasplante en hileras y tradicional fueron 0.33 y 0.22 ha/h, respectivamente. La eficiencia de campo obtenida fue de 71.68% para trasplante en hileras y 50.51% para el trasplanté. El sistema de trasplante en hileras (30x30 cm) tuvo el mayor rendimiento con 8799 Kg/ha seguido por tradicional con 7255 Kg. /ha. La mayor calidad

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

industrial fue bajo trasplante en hileras (30x30) con 78% y la menor en tradicional con 66.7%. El análisis financiero B/C y rentabilidad determinan que el mejor tratamiento es 30x30 con 1.81 B/C y 68.58% de rentabilidad y lo secunda trasplante tradicional con 1.09 B/C y 48.00% de rentabilidad. El desarrollo del cultivo y el análisis financiero Beneficio/Costo respondieron positivamente en la producción del cultivo de arroz bajo el sistema de trasplante en hileras a diferencia del tradicional (Ortiz., 2018, p. 57).

Rodríguez Delgado Segundo Clemente y Orbegoso Navarro Luis Alberto, el año 2018, publican el artículo titulado *"Diagnóstico de los sistemas de producción y mecanización en Perú"*, estudio en el que presentan el resumen:

La investigación a nivel de finca (Farming Systems Research, FSR, en inglés) y la evaluación rápida de campo (Rapid Rural Appraisal, RRA, en inglés) fueron los fundamentos para plantear el presente estudio, el cual se orienta a caracterizar los centros de producción y diagnosticar el estatus de la mecanización agrícola en el Perú; una macro región compuesta por Lambayeque, Cajamarca y Amazonas fue seleccionada como área representativa para alcanzar tal cometido. Se identificaron los principales sistemas de producción para la zona costera de Perú, así como sus circunstancias, prácticas y rendimientos de los principales cultivos, los mismos que fueron evaluados en términos de sus características técnicas, financieras y sociales. Finalmente, se identificó la tecnología de mecanización dominante para dichos sistemas de producción (Rodríguez y Orbegoso, 2018, p.69).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Machaca Huayta Goyo, en la Universidad Nacional del Altiplano, el año 2017, desarrolló la tesis denominada *"Comparativo de dos tipos de tractores en el laboreo del suelo en el C. I. P. Illpa"*, investigación en la que, el autor presenta los siguientes objetivos:

Determinar el consumo específico de combustible de dos potencias de tractor 75 y 98 HP en dos tipos de suelo.

Calcular el rendimiento de laboreo de dos potencias de tractor de 75 y 98 HP en dos tipos de suelo.

Determinar el costo operativo de dos potencias de tractor de 75 y 98 HP con sus respectivos implementos en laboreo por tipo de suelo y

Evaluar el efecto sobre la densidad aparente y resistencia a la penetración del suelo por tamaños y pesos distintos de tractores. Se utilizó un tractor de 75 HP (tractor 1) 98 HP (tractor 2).

Los resultados fueron:

a) EL mayor consumo de combustible se encontró para el tractor 98 HP con 6.45 l/h en suelo franco arcilloso, y de menor consumo corresponde al tractor de 75 HP de potencia con 358l/h en suelo franco arcillo arenoso.

b) El mayor tiempo en laboreo se encontró para el tractor 75 HP con 4.47 h/ha en suelo franco arcillo arenoso y el mejor rendimiento corresponde al tractor 98 HP con 3.02 h/ha en suelo franco arcillo arenoso.

c) El mayor costo de laboreo se encontró para el tractor 98 HP con 56.64 soles/h en suelo franco arcillo arenoso y el de menor costo corresponde al tractor 75 HP con 45.06 soles/h en suelo franco arcillo arenoso. Por unidad de producción

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

el tractor 75 HP demanda 198.52 soles/ha mientras el tractor 98 HP con 170.16 soles/ha.

c) El mayor incremento en la densidad aparente, se causó con el tractor de 98 HP que tuvo 1.49 g/cm3 en suelo franco arcilloso, mientras que el tractor de 75 HP con 1.46 g/cm3 en suelo franco arcillo arenoso. En resistencia a la penetración del suelo, el tractor de 75 HP obtuvo 1383.56 kilopascales en suelo franco arcillo arenoso, el cual es menor al tractor de 98 HP con 1417.94 kilopascales en suelo franco arcilloso (Machaca, 2017, p.50).

La Universidad Antonio Ruiz de Montoya, el año 2019, desarrolla un estudio titulado: "*Plan de negocios de una empresa importadora y comercializadora de tractores agrícolas de alta eficiencia para un determinado sector agrícola en el Perú"*, bajo las autorías de Trucios Conde Selene Daisy y Vargas Castillo Samanta Vanessa, estudio en el que presentan el siguiente resumen:

El desarrollo del presente trabajo es importante ya que permite dar a conocer la realidad sobre el nivel y potencial de mecanización agrícola con el que cuenta las regiones de Lima, Ica, Arequipa, Ayacucho, Junín, Ancash y San Martín en Perú ya que los mercados actuales cada vez más competitivos exigen que los productores agrarios puedan participar con productos que cumplen con los estándares de calidad exigidos en el contexto internacional, es por ello que los productores deben tener acceso a servicios públicos y privados de asistencia técnica, capacitación, información de mercados, sanidad y crédito que les permita aplicar las nuevas tendencias tecnológicas en la producción. Se

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

menciona estos factores ya que es vital esta capacitación para que el productor sepa exactamente cuándo y qué cultivar ya que en base a esa información se realizará la elección de la maquinaria adecuada. Es por lo comentado que nosotros proponemos una solución para la necesidad que existe en la realidad peruana mediante un plan de negocios de una empresa de distribución y comercialización de tractores agrícolas para las regiones del Perú antes mencionadas "que permita elevar la calidad de vida y bienestar de la sociedad rural". La mecanización es uno de los factores esenciales que permite, asegurar y mantener un nivel suficiente de producción agrícola. Indudablemente, la administración adecuada de parques de maquinaria agrícola debe considerar una serie de factores, entre ellos: características del suelo, clima, disponibilidad agua y los posibles impactos sobre el medio ambiente. Dicha gestión es un proceso integrado para la optimización del recurso máquina, tiempo y costos, variables que están determinadas por la adecuada selección del tractor a emplear (Trucios & Vargas, 2019, p.39)

La Universidad Nacional Agraria La Molina, en la Revista Anales Científicos, el año 2009, publica el artículo científico titulado "*Vida útil y uso anual de los tractores agrícolas en el valle de Cajamarca, Departamento de Cajamarca, periodo 1996-2007"*, cuya autoría pertenece a Zingg R. Augusto, documento en el que resume lo siguiente:

La vida útil de los tractores y su uso anual han sido en muchas ocasiones, motivo de especulación por parte de los representantes de ventas de las diversas fábricas, en su afán de vender, principalmente al Estado una

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

cantidad importante de maquinaria agrícola específicamente tractores. Diversos estudios han demostrado que el uso anual no supera las 1000 horas máquina recomendadas como económicamente viables; y es por ello que se actualizó el estudio realizado en el valle de la ciudad de Cajamarca, encontrando que la vida útil promedio de los tractores evaluados con horómetro pasó de 3063 a 5500 horas máquina con un incremento en los últimos 11 años de 2438 horas – máquina (en 1996 el tractor con mayor cantidad de horas máquina correspondió a uno marca Shanghai 504 DT con 9606.62, mientras que en el 2007 correspondió a uno marca Massey Ferguson 1075 con 10685.15 horas máquina registrado en 38 años, por otro lado los tractores con menor cantidad de horas máquina corresponden a dos tractores marca Benye 254 DT con 49 y 569 horas maquina), En cuanto al uso anual, los registros demostraron un total de 391.08 horas máquina/año en el año 1996 y 279 horas máquina/año el 2007 debido fundamentalmente a la disminución de hatos ganaderos y el retiro de servicio de la mayoría de tractores propiedad del Estado. Cabe señalar que sólo el 18% de las maquinas propiedad del Estado y el 88% de particulares se encontraban operativas el 2007 y el 100% de los tractores evaluados supera los 14 años de servicio (Zingg, 2009, p. 207).

2.1.3. Antecedentes regionales.

Maguiña Maguiña Gaby Mary, el año 2007, desarrolla la tesis titulada: *Determinación del tiempo disponible para el inicio de las labores culturales en la provincia de Huaraz en función de la precipitación*, documento que contiene el siguiente propósito:

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Evaluar la disponibilidad de agua en el suelo, orientado a determinar el déficit o exceso en función del balance hídrico.

Por medio de la contabilización de entradas y salida de agua en el suelo, se puede conocer la ganancia, pérdida o almacenamiento por este sistema (suelo). Debe tenerse presente, además, que el balance hídrico es parte del ciclo hidrológico del agua, el aporte del agua al sistema está constituido por la precipitación básicamente, mientras que las salidas de agua ocurren escorrentía, infiltración y evapotranspiración.

Siendo la precipitación fundamental para nuestro trabajo, primeramente, se realizó un análisis de consistencia con la finalidad de detectar y remover los saltos y tendencias que se presentan, tanto en la media como en la desviación estándar de las series meteorológicas. Teniendo en cuenta que el suelo juega un papel importante se determinó el perfil de humedad de los suelos, y se estableció rangos de precipitación para determinar suelos saturados, suelos a punto de marchitez en cada zona de estudio. Los resultados obtenidos permitieron cuantificar los días disponibles para el inicio de las labores culturales y así obtener la potencia óptima de maquinaria agrícola (Maguiña, 2007, p.35).

Huansha Aquino Eulogio Valerio, el año 2002, desarrolla la tesis titulada: *Dimensionar un parque de maquinaria agrícola para el Callejón de Huaylas*, quien manifiesta:

La metodología fundamentalmente se basa en establecer una ecuación que nos permita calcular los costos anuales del uso de energía mecánica en la

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

agricultura, luego de hacer adecuaciones en la referida ecuación con parámetros que nos permitan calcular el ancho de trabajo y determinar la potencia requerida y la potencia a la barra de tiro del tractor para cada una de las labores culturales de los cultivos más representativos del Callejón de Huaylas. La información se presenta a nivel de Callejón de Huaylas, es necesario señalar que los cálculos se basan en el análisis de la información a nivel distrital y provincial.

La información que hemos logrado tiene una consistencia tal que aún varíen considerablemente los hábitos de desarrollo de la agricultura del Callejón de Huaylas, los resultados tendrán vigencia a través del tiempo, aclaramos que las innovaciones tecnológicas pueden variar con relativa facilidad los tamaños de los equipos o la potencia de los tractores, esta es una de las razones por la que planteamos en términos de tamaño de tractores cuatro rangos de potencia, se ha definido tractores de potencia nominal de 45 HP, tractores de 60 HP, tractores de 100 HP y tractores de 110 HP (Huansha, 2002, p.36)

2.2. Base Teórica

2.2.1. La Mecanización Agrícola

La Mecanización Agrícola es un sistema integrado de gestión, administración, operación y mantenimiento de un conjunto de máquinas e implementos agrícolas que, utilizan diversas fuentes de energía para el desarrollo de la agricultura, comprende el uso de implementos agrícolas de tracción animal y el uso de tractores agrícolas e implementos de tracción mecánica, el uso de energías convencionales y no convencionales; es indudable que, el desarrollo

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

tecnológico alcanzado en el uso de los recursos agua, suelo, planta y energía, ha significado un salto cualitativo en el desarrollo de la agricultura, en este contexto la mecanización agrícola es parte del uso de recurso energético, con el propósito focalizado en maximizar la producción y minimizar los costos y lograr incrementar el rendimiento económico de agricultura, con el noble fin de alimentar a la población y contribuir a la política de la seguridad y la soberanía alimentaria del país, el estudio centra su interés en la mecanización que hace uso de tractores e implementos agrícolas.

En el marco del concepto de mecanización agrícola, el Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI), acrónimo de *International Food Policy Research Instituye*, el año 2018, desarrolla la investigación denominada: La Mecanización Agrícola en América Latina, documento en el que los autores (Elverdin, Piñeiro, & Robles, La Mecanización Agrícola en América Latina, 2018), entre diversos temas, en torno a la mecanización agrícola, consideran lo siguiente:

2.2.1.1. Impacto de la mecanización en la producción agrícola.

El uso de tractores e implementos agrícolas, que aportan energía mecánica para la ejecución de diversas labores del proceso de producción agrícola, impacta directamente en el incremento de los índices de productividad de los cultivos, la reducción de costos de producción y mejora los rendimientos de producción; pero, estos beneficios no son generados por la mecanización agrícola, en la producción agrícola intervienen otros factores que forman parte de la

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

función de producción, juegan un papel importante los avances tecnológicos en el manejo de cultivos, el desarrollo de la boitecnología, el incremento del uso de productos fitosanitarios y fertilizantes, la utilización eficiente del agua con fines de producción agrícola y mejorar la capacidad tecnológica de los productores agropecuarios, han favorecido un importante salto en la productividad agrícola.

La complejidad de la producción agrícola que, consta de una diversidad de labores culturales, la diversidad climática, la diversidad de cultivos, la diversidad de suelos y los niveles tecnológicos, ofrecen un panorama heterogéneo en el que se desarrolla la agricultura; es casi imposible, limitar el concepto de maquinaria agrícola a una implemento o cultivo en particular, Sin embargo, el tractor como fuente de energía mecánica es utilizada en general en todas las labores agrícolas, el uso de los implementos agrícolas, caracterizan en forma específica una determinada labor cultural. (Elverdin, Piñeiro, & Robles, 2018)

La complejidad de las variables que intervienen en la función de producción agrícola, ha merecido la atención de estudiosos e investigadores y han desarrollado gran cantidad de estudios en torno a la Productividad Total de Factores (PTF), la heterogeneidad es tal que, se utiliza tecnologías diferentes para la producción de un mismo cultivo, en resumen, se tiene que el crecimiento de la productividad responde al desarrollo tecnológico tiene dos orígenes, una producto de la innovación y el desarrollo y se mide como el crecimiento de la

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Productividad Total de los Factores y la otra en la eficiencia del uso de la tecnología o como un combinación de las dos.

La maquinaria agrícola es considerada como un factor más que contribuye al incremento de la productividad de los cultivos, en términos de función de la producción agrícola, la maquinaria agrícola, es una variable más de esta función. (Elverdin, Piñeiro, & Robles, 2018).

2.2.1.2. Mecanización y producción agrícola en América Latina.

Es indudable que un uso más intenso de maquinaria agrícola, como factor de la función de producción, genere mayores rendimientos de productividad agrícola; sin embargo, se debe tener en cuenta que, las diferencias que se producen entre países de la región, es el resultado de diferentes sistemas de producción que, no solo implica la dotación de recursos, calidad del suelo o la variabilidad climática, también es el resultado de las extensiones de áreas agrícolas y el tipo de cultivo de cada región.

Tomemos como ejemplo referencial el cultivo de maíz que se produce en todos los países de América Latina y los rendimientos varían desde 10.6 tn/ha en Chile, 6.6 tn/ha en Argentina, 2.1. tn/ha en Guatemala o 1.6 tn/ha en Honduras, información tomada de la FAO (*Food and Agriculture Organizatión of the United Nations) y USDA (United States Departament of Agriculture*)

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Se considera que existe una superficie mínima que justifique la posesión de maquinaria agrícola con fines de producción agrícola, de modo que no sería posible que los pequeños agricultores no tendrían acceso al uso de este factor, esta restricción se rompe con la implementación de programas de alquiler de tractores, el Perú, en la década del 90, tuvo el programa denominado Servicio Nacional de Mecanización Agrícola – SENAMA, que estuvo en vigencia por un periodo corto y fue desactivado. . (Elverdin, Piñeiro, & Robles, 2018)

Se debe tener en cuenta que una política que permita el acceso de los pequeños agricultores al uso de energía mecánica, sería una contribución para lograr incrementar la producción agrícola; es necesario, hacer una precisión de que no es lo mismo facilitar el acceso a la mecanización agrícola, que facilitar el acceso a la maquinaria agrícola, promover la conformación de sistemas de servicio de alquiler de maquinaria agrícola, es una buena alternativa viable.

2.2.1.3. El estado actual de la mecanización en América Latina.

En el año 1960, el mundo registraba una existencia de 13 millones de tractores agrícolas, de ellos 5 millones se encontraba en los Estados Unidos y solo 394 mil se registró en América Latina, cifra que representa el 3% del total mundial; en la actualidad, se observa que América Latina ha hecho un esfuerzo por incorporar tracción mecánica a la producción agrícola, se registra, registra una existencia de 4% de los tractores en uso, pese al incremento, se considera insuficiente

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

considerando que América Latina, posee el 12% de áreas agrícolas a nivel mundial. En América Latina las diferencias aún son más abismales, solo Brasil, Argentina y Mexico registran la posesión del 85% del total de tractores de América Latina, además se observa que los tractores agrícolas en uso han sobrepasado el periodo de la vida útil; por ejemplo, México reporta que el 54% de tractores existentes ya sobrepasaron su vida útil.

Se observa que el América Latina, a excepción de Argentina y Perú, han incrementado la disponibilidad de tractores por superficie agrícola; es necesario comentar que, en el caso de Chile, Colombia, Ecuador y Costa Rica hubo una reducción de la superficie agrícola, que explica el incremento de unidades por superficie, el caso del Perú, con los grandes proyectos de irrigación se incorporó gran cantidad de hectáreas a la agricultura bajo riego que motivo el incremento de la demanda de energía mecánica, significó una ampliación de la frontera agrícola bajo riego, este incremento redujo la disponibilidad de tractores por superficie agrícola; aun habiendo un incremento de energía de tracción mecánica, no satisface la demanda de la agricultura.

2.2.1.4. El proceso de decisión de adopción de tecnología agrícola.

La ejecución de las labores agrícolas por su naturaleza demanda el uso de energía, en sus inicios la agricultura hizo uso de la energía humana, en un proceso evolutivo se hizo uso de la energía animal y finalmente se llegó al uso de la energía mecánica, en la actualidad se utiliza otras

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

fuentes de energía para el desarrollo de la agricultura, la mecanización agrícola, desde sus orígenes, tuvo como propósito, reducir el esfuerzo humano e incrementar la frontera agrícola, incrementar la productividad de los cultivos, mejorar los ingresos de los agricultores y reducir los tiempos de operación de las labores agrícolas, el proceso de mecanización agrícola, en su desarrollo, no ha sido un proceso indiscriminado, ha sido un proceso estratégicamente planificado, para integrar armónicamente el espacio físico (área, suelo y topografía), las condiciones climatológicas (temperaturas, humedad relativa, radiación y precipitaciones), las características propias de cada cultivo (siembra, mantenimiento de cultivo y operaciones de cosecha), la disponibilidad de insumos (calidad y precios) y los procesos tecnológicos propios de la agricultura (preparación de suelos, densidad de siembra, riego), y lograr la sostenibilidad de la mecanización agrícola, propiciando el equilibrio económico, social y ambiental de la agricultura. . (Elverdin, Piñeiro, & Robles, 2018)

La administración y gestión de un parque de maquinaria agrícola, requiere de capacidades técnicas, económicas, sociales y ambientales, para la adopción de decisiones que atienda las necesidades propias de un determinado espacio geográfico donde se desarrolla la agricultura, esta exigencia de capacidades, coloca a los agricultores en situación de desventaja para la toma de decisiones y permite la intervención de técnicos o profesionales como asesores; en todo caso, esta función queda en manos de los comercializadores de máquinas e implementos

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

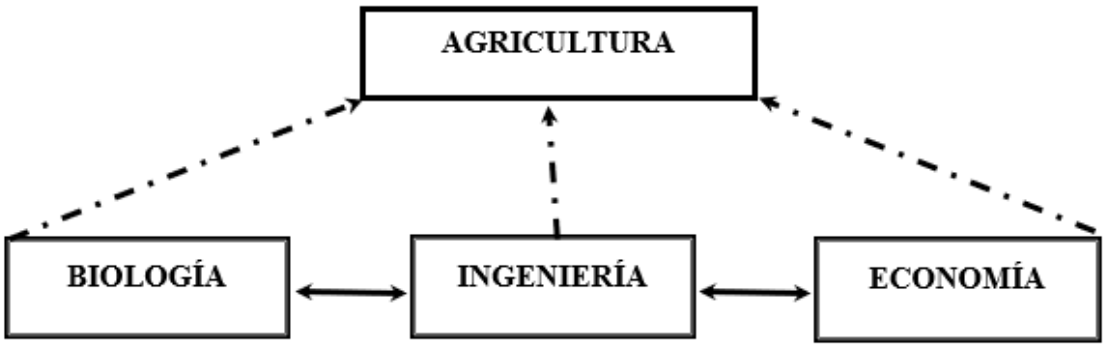
agrícolas, con la consecuencia de que no siempre responden a las necesidades reales de los agricultores. (Cortes, Alvarez & González, 2009)

Lograr un proceso integrado estratégicamente planificado de la mecanización agrícola, implica la utilización de diversos recursos; al respecto, los autores Cortes, Alvarez & González, 2009 desarrollan la investigación titulada: La mecanización agrícola: gestión, selección y administración de la maquinaria agrícola para las operaciones de campo, documento en el que proponen lo siguiente.

Establecen una relación directa entre las disciplinas de economía, ingeniería y biología y proponen el siguiente esquema.

Figura 1

Integración de disciplinas en torno a la agricultura.



Nota. El gráfico nos muestra la integración de disciplinas en torno a la agricultura tomado del libro de Cortes, Alvarez y González, el año 2009

En el esquema se muestra las relaciones que se establecen entre las disciplinas y entre la agricultura con cada una de ellas, los componentes que abarca cada una de las disciplinas y las características propias de la agricultura, generan un espacio complejo de relaciones, que dificulta la integración entre ellas; sin embargo, siempre es posible establecer un

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

flujograma que sintetice las relaciones que se establecen entre cada uno de los componentes de las disciplinas, se parte de una caracterización del recurso suelo, caracterización de la tecnología del cultivo, caracterización de la climatología y caracterización de actividad agrícola. (Cortes, Alvarez & González, 2009)

2.2.1.5. La Biología

Desde el contexto de la biología, la agricultura ha logrado, en lo posible, adaptarse a las características propias de cada cultivo, los procesos reproductivos, de crecimiento, desarrollo y recolección de los frutos, han sido tomados en consideración para el diseño y fabricación de máquinas e implementos agrícolas, la mecanización agrícola debe responder a las exigencias biológicas propias de cada cultivo, calidad del suelo, condiciones de humedad, densidad de siembra, control de malezas, control fitosanitario, control entomológico, necesidades de agua y tecnología de cosecha, con el propósito de generar condiciones favorables para el crecimiento y desarrollo de las plantas y lograr incrementar la productividad; es decir, la biología define los requerimientos de las plantas para optimizar su productividad y muchas de estas demandas debe ser atendida con el uso de máquinas e implementos agrícolas. (Cortes, Alvarez & González, 2009)

2.2.1.6. La Ingeniería

La ingeniería es la aplicación del conocimiento para la innovación tecnológica y propiciar el desarrollo socioeconómico, procura el uso efectivo y eficiente de los recursos naturales y se apoya en otras ramas

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

del conocimiento como la economía y la administración, el desarrollo de la ingeniería como disciplina, ha contribuido al desarrollo científico y tecnológico de diversas ramas del conocimiento humano, no es propósito del apartado analizar el desarrollo alcanzado por la ingeniería, es necesario ver el desarrollo de la agronomía, la ingeniería mecánica, la zootecnia, la meteorología y climatología, la ingeniería genética, la biotecnología, la ingeniería hidráulica y el desarrollo de otras ramas del conocimiento relacionadas con la producción agrícola. (Cortes, Alvarez & González, 2009)

La Ingeniería Agrícola, rama especializada en el uso de los recursos naturales suelo, agua y energía, gestiona el uso de estos recursos para la producción agrícola, se encarga de generar infraestructura y equipamiento para apoyar en general a la producción agropecuaria, ha desarrollado el planeamiento territorial, el uso de los recursos hídricos y el uso de fuentes de energía renovables y no renovables, en este último contexto ha desarrollado la mecanización agrícola, el desarrollo de maquinaria e implementos agrícolas, una buena gestión y administración de un parque de maquinaria agrícola, se apoya en la administración , la contabilidad y la economía, lograr una eficiente y eficaz administración y gestión de los recursos naturales para la producción agrícola, contribuirá a mejor la producción agrícola, mejorar la rentabilidad económica de la agricultura y la preservación del ambiente, objetivos propios del desarrollo sostenible. (Cortes, Alvarez & González, 2009)

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2.2.1.7. La Economía

El concepto de economía ligado a procesos de producción, logra optimizar el uso de dos recursos fundamentales, los recursos económicos y el recurso tiempo, de modo que un eficiente uso de estos recursos repercute en los costos de producción y los costos de operación, con el propósito de lograr mejores rendimientos económicos, que en la práctica significa maximizar la producción y minimizar los costos de producción, al menor tiempo posible, es indudable que todo se reduce a una valoración económica; en el caso específico, de la mecanización agrícola que hace uso de la tracción mecánica, la operación de tractores e implementos agrícolas, la producción de energía y el uso de la energía para la producción agrícola, se expresan como costos de operación de máquinas e implementos agrícolas y se pretende reducir los costos de operación y lograr altos índices de productividad de los cultivos. (Cortes, Alvarez & González, 2009).

2.2.2. Operaciones agrícolas mecanizadas.

Entre las disciplinas referidas en los acápites anteriores, se establecen una diversidad de relaciones que forman parte de las operaciones agrícolas mecanizadas, entendiéndose por esto, al conjunto de actividades que se ejecutan en el proceso de producción agrícola, las operaciones agrícolas se identifican como la preparación de suelos, la siembra, el mantenimiento de cultivo y la cosecha, cada una de ellas comprende actividades muy diversas y variadas, que responden a características físicas y químicas de los suelos, a las

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

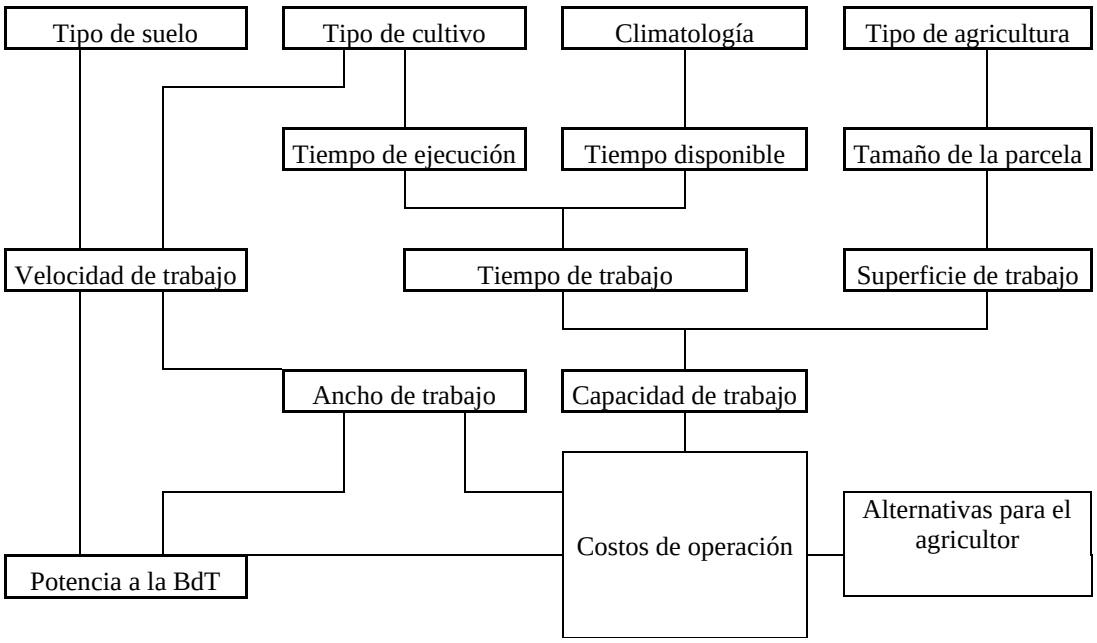
condiciones climatológicas, al tipo de cultivo y las tecnologías propias del proceso productivo de cada cultivo, esta complejidad y diversidad, deben ser adecuadamente sistematizadas para estandarizar algunas actividades y proponer soluciones que atienda a la diversidad de requerimientos de la producción agrícola. (Cortes, Alvarez & González, 2009)

Una característica general y común, en el proceso de producción agrícola, es el costo del uso de la energía para la producción, al respecto si hacemos referencia a la energía mecánica que utiliza la producción agrícola, nos conduce a determinar los costos de operación de máquinas e implementos agrícolas, que es un componente generalizable y que necesariamente tiene que ser analizada en toda gestión y administración de máquinas e implementos agrícolas.

(Cortes, Alvarez & González, 2009) proponen el siguiente flujograma:

Figura 2

Componentes de las operaciones agrícolas mecanizadas



Nota. El gráfico nos muestra los componentes de las operaciones agrícolas mecanizadas tomadas del libro de Cortes, Alvarez y González, 2009.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

En el esquema se muestra las diversas relaciones que se establecen entre componentes que intervienen en el proceso de producción agrícola: suelo, cultivo, clima y tipo de agricultura, las relaciones contribuyen y definen los costos de operación de máquinas e implementos agrícolas, los costos de operación dependen de la potencia a la barra de tiro, principal fuente de energía para la ejecución de labores agrícolas, el ancho de trabajo del implemento que realiza la acción específica, define el tamaño del implemento agrícola y la capacidad de trabajo que relaciona la superficie de trabajo y el tiempo de trabajo; es decir, el costo de operación depende de la potencia del tractor, el ancho de trabajo del implemento y la capacidad real de trabajo del implemento, esta teoría así propuesta, se adopta para fines de la investigación. Si los costos de operación, pueden ser expresados como una función de la potencia, el ancho de trabajo y la capacidad de trabajo, se tendría una propuesta para determinar el dimensionamiento de un parque de maquinaria agrícola.

Corresponde desarrollar analíticamente los conceptos de costos de operación, potencia de los tractores, capacidad de trabajo y el ancho de trabajo de los implementos y sustentar las posibles relaciones que nos permitan definir una expresión matemática que relaciones las variables indicadas. (Cortes, Alvarez & González, 2009).

2.2.3. Costos de operación de máquinas e implementos agrícolas.

En el ámbito de estudio, la labor de preparación de suelos, utiliza al tractor como fuente de energía y al implemento como elemento activo para la labor de preparación de suelos, si se realiza labranza primaria se utiliza el arado de discos y si se realiza labranza secundaria se utiliza rastra de discos; en general,

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

el costo de operación de máquinas e implementos agrícolas, está conformado por los costos fijos y costos variables del tractor y del implemento y matemáticamente se define con la siguiente función.

$$Co = Cf + Cv \quad \text{..... (1)}$$

Dónde:

Co = Costos de operación en Soles/hora

Cf = Costos fijos en Soles/hora

Cv = Costos variables en Soles/hora

Si en la ecuación (1), definiéramos costos fijos de operación (Cfo) y costos variables de operación (Cvo), se define.

$$Co = Cfo + Cvo \text{ ..... (2)}$$

Dónde:

Cfo = Costo fijo de operación en Soles/hora

Cvo = Costo variable de operación en Soles/ hora

En el caso de los costos variables de operación (Cvo), se entiende que siempre será posible cuantificar un costo variable de operación medio o costo variable medio de operación (CMvo) que, multiplicado por el número de horas trabajadas, permita cuantificar el costo variable de operación (CVo), de modo que:

$$Cvo = CMvo * Ht \text{ ..... (3)}$$

Dónde:

Cvo = Costo variable de operación

CMvo = Costo medio variable de operación

Ht = Horas de trabajo anual

De modo que la ecuación (2), se transforma en

$$Co = Cfo + CMvo * Ht \text{---------- (4)}$$

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Como ya se manifestó los costos fijos están relacionados con la posesión o propiedad que se tiene sobre las máquinas e implementos agrícolas y los costos variables están relacionados con el uso de las máquinas e implementos en trabajos agrícolas, al respecto referencias bibliográficas consultadas, brinda la siguiente información:

Se denomina costos fijos a los que tienen un valor anual que no dependen de la extensión de las áreas agrícolas (número de hectáreas) o del número de horas trabajadas al año, y los costos están relacionados con la posesión de la máquina; es decir, se incurren en ellos por el solo hecho de poseerlos, independientemente de su uso mucho, poco o nada. La denominación de costos fijos, no significa que tengan un valor constante durante toda la vida útil de la máquina, pueden variar de un año a otro como: la amortización (depreciación), los impuestos, la tasa de interés, el seguro y el alojamiento (Caterpillar - CAT, 2010)

Al tratar el tema relacionado a los costos variables los define como aquellos costos que tienen un valor anual y que su cuantía depende del número de horas de trabajo anual de la máquina, se incurre en ellos por utilizar la máquina como: combustible, lubricante, mano de obra (Caterpillar - CAT, 2009)

Los costos de reparación y mantenimiento, tiene características comunes a costos fijos o costos variables, por tal razón, no se le atribuye clasificación alguna (Caterpillar - CAT, 2009)

Para fines de la presente investigación, considerando que la reparación y mantenimiento, es consecuencia del uso de las máquinas e implementos agrícolas, los costos de reparación y mantenimiento, serán considerados como

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

costos variables. Los costos fijos de miden en Soles por Hora, mientras que los costos variables pueden medirse en Soles por hora o Soles por hectárea.

Es recomendable que cada uno de los componentes de los costos fijos y variables, sean analizados y cuantificados independiente para el tractor y para el implemento.

2.2.4. Los componentes de los costos de operación

2.2.4.1. Costo fijo

Los costos fijos de la operación de máquinas agrícolas, está conformado por la depreciación, los impuestos, el interés sobre la inversión media, el seguro y el alojamiento.

$$CFt = Dh + Ih + Ia + Sa + Aa$$ ---------- (4)

Dónde:

CFt = Costo fijo del tractor en soles por hora

Dh = Depreciación en soles por hora

Ih = Impuesto en soles por hora

Ia = Interés sobre la inversión media en soles por hora

Sa = Costo de seguro en soles por hora.

Aa = Costo de alojamiento (cobertizo) en soles por hora.

2.2.4.2. Depreciación

Se entiende por depreciación la pérdida de valor de un bien por el paso del tiempo, al respecto (Ortiz, García, Gil, Hernanz, Valerio, 2012), considera que “La depreciación depende de varias causas, como el

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

desgate, la degradación debida a accidentes o mal uso, la obsolescencia y la evolución del mercado" (p. 483)

Si al inicio del año se adquiere un tractor, tendrá un avalor de adquisición (Va), si despues de doce meses, al final del año se decide vender el tractor, tendrá un valor de reventa o valor residual (Vr); ed decir, el tractor se habra depreciado en un monto equivalente a la diferencia entre el Va-Vr, que cuantifica la depreciacion anual.

Si esta cuantificación se realizara despues del segundo año de piosesión del tractor, la depreciación total sería la diferencia entre el valor de adquisición y el valor residual o valor de reventa despues del segundo año (Va – Vr), si se quisiera estimar la depreciación anual, sería igual a (Va – Vr)/2.

La depreciación anual depende del número de años de posesión de la máquina, se computa este periodo mientras la máquina genera beneficios; es decir, mientras los ingresos sean mayores que los costos, en estas circunstancias este periodo recibe la denominación de vida útil. Existen varios métodos para estimar la depreciación entre ellos: depreciación lineal, suma de dígitos de los años, por unidades de producción, por reducción de saldos y otros, cada uno de ellos responde a objetivos específicos fijados por la empresa, para la depreciación de máquinas e implementos agrícolas, se hará uso del método de la línea recta. (Ortiz, 2018)

La aplicación de esta metodología requiere disponer de la siguiente información: valor de adquisición (Va) en soles, valor de reventa o

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

valor residual (Vr) en soles y la vida útil (VU) expresada en años u horas.

Se estima la depreciación medinte la siguiente función.

$$Da = \frac{Va-Vr}{VU} \text{ ---------- (5)}$$

$$Dh = \frac{va-Vr}{VU} \text{ ---------- (6)}$$

Dónde:

Da = Depreciación anual en soles/ año

Dh = Depreciación horaria en soles/hora

Va = Valor de adquisición en soles.

Vr = Valor residual o valor de reventa en soles

VU = Vida útil en años u horas.

Si la vida útil (VU) esta expresada en años, la depreciación será anual.

Si la vida útil (VU) esta expresada en horas, la depreciación es horaria

Para el caso de máquinas agrícolas, por convención, se acepta las siguientes consideraciones.

El valor residual (Vr) se estima como un porcentaje del valor de adquisición (Va); por lo general, se considera el 10%

$$Vr = 10\%Va = 0.1Va$$

La vida útil de un tractor agrícola se estima en 10 años o 10,000 horas de trabajo en toda la vida útil o 1000 horas de trabajo al año.

De la ecuación (4) se tiene:

$$Da = \frac{Va - Vr}{VU} = \frac{Va - 0.1Va}{10} = \frac{0.9Va}{10} = 0.09Va = 9\%Va$$

El análisis anterior permite definir la depreciación anual en función del valor de adquisición.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

$$Da = 9\%Va \text{ ---------- (7)}$$

Tener en cuenta que la relación establecida solo es válida si el valor residual (Vr) es el 10% del valor de adquisición (Va) y la vida util es de 10 años.

2.2.4.3. Impuestos.

El rubro de maquinaria agrícola esta exonerada del pago de impuestos; por esta razón, este rubro no se considera para estimar los costos de operación del tractor agrícola.

2.2.4.4. Interés sobre la inversión media.

Este rubro comprende los cargos por interés sobre la inversión realizada con la compra del tractor agrícola.

El acápite se refiere a inversión media y esta esta definida por la media entre el valor de adquisición (Va) y el valor residual (Vr) del tractor, estos valores han sido definidos para el cálculo de la depreciación.

Se requiere además tener en cuenta la tasa de interés anual, del sistema financiero, con fines metodológicos, considerar una tasa de interés del 8% anual.

Se estima el interés sobre la inversión media utilizando la siguiente función.

$$Ia = \left(\frac{Va * Vr}{2}\right) i \text{ ----------(8)}$$

Dónde:

Ia = Interés anual en soles.

Va = Valor de adquisición en soles

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Vr = valor residual en soles,

i = tasa de interes anual en porcentaje.

Si el valor residual es el 10% del valor de adquisición y la tasa de interés es 10% anual, la ecuación (7) permite establecer lo siguiente:

$$Ia = \left(\frac{Va + Vr}{2}\right) i = \left(\frac{Va + 0.1Va}{2}\right) i = \left(\frac{1.1Va}{2}\right) 0.8 = 0.044Va = 4.4\%Va$$

El análisis anterior permite definir el interés sobre la inversión media en función del valor de adquicición.

$$Ia = 4.4\%Va \text{ ---------- (9)}$$

Tener en cuenta que la relación establecida solo es válida si el valor residual (Vr) es el 10% del valor de adquisición (Va) y la tasa de interés anual es 10%.

2.2.4.5. Seguro

La maquinaria agrícola por la naturaleza del trabajo que realiza está muy expuesta a accidentes; por lo tanto, es recomendable que se asegure la inversión.

El análisis de este componente requiere que se tenga información sobre la tasa de imposición de seguros, información que es muy variable, para fines de estimar costos de operación de maquinaria agrícola, se considera que este rubro representa anualmente el 1.25% del valor de adquisición (va); por lo tanto, se tiene:

$$Sa = 0.0125Va = 1.25\%Va$$

El análisis anterior permite definir el costo del seguro anual en función del valor de adquisición.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

$$Sa = 1.25\%Va \text{ ---------- (10)}$$

2.2.4.6. Alojamiento.

El tractor agrícola por el monto de inversión para su adquisición, para una mejor conservación y seguridad, requiere protección para su cuidado se construye un cobertizo que lo proteja de las inclemencias del clima, lo recomendable sería estimar el costo del cobertizo, información que es muy variable, para fines de estimar costos de operación de maquinaria agrícola, se considera que este rubro representa anualmente el 0.75% del valor de adquisición (va); por lo tanto, se tiene:

$$Aa = 0.0075Va = 0.75\%Va$$

El análisis anterior permite definir el costo del seguro anual en función del valor de adquisición.

$$Aa = 0.75\%Va \text{ ---------- (11)}$$

Haciendo uso de las ecuaciones (7), (9), (10) y (11) los costos fijos de operación anual de un tractor se pueden expresar como una función porcentual del valor de adquisición (Va)

$$CFta = Da + Ih + Ia + Sa + Aa$$

En esta ecuación Ia = 0; por lo lanto:

$$CFta = 9\%Va + 4.4\%Va + 1.25\%Va + 0.75\%Va$$

$$CFta = 15.4\%Va = 0.165Va$$

Como ya se manifestó anteriormente, esta función es válida para:

Vr = 10%Va

Vida útil de 10 años.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Tasa de interés 10% anual

Seguro 1.25% Va anual

Alojamiento 0.75% Va anual

2.2.4.7. Costo variable

Los costos variables de la operación de máquinas agrícolas, está conformado por el consumo de combustible, lubricantes, la mano de obra del operador y la reparación y mantenimiento, estos costos son cuantificados en soles por hora.

Por la naturaleza de los costos variables, se espera que se encuentren registrados en los libros contables de la empresa, de modo que estos sean la fuente de información para su análisis y cuantificación, siempre que sea información confiable; de no ser así, los costos variables merecen un tratamiento específico.

2.2.4.7.1. Combustibles

De acuerdo al modelo y la marca, todo tractor tiene un catálogo de información y en la sección de especificaciones técnicas, desde la óptica del fabricante, consignan la información correspondiente al consumo específico de combustible que establece una relación entre el consumo de combustible, el tiempo y la potencia del motor

Por ejemplo: un tractor Jhon Deere, modelo 6125D, de 110.7 HP de potencia a la toma de fuerza, tiene un consumo de combustible

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

de 23.36 (l/H), un consumo específico de combustible de 238 (g/Kw-h) y una energía específica de 3.535 (Kw-h/l).

La información presentada, permite calcular el consumo de combustible, refiere que el consumo de combustible es de 23.36 (l/h), equivalente a 6.23 (gl/h), considerando que un galón, es equivalente a 3.75 litros.

Se puede estimar el consumo de combustible a partir del consumo específico de combustible 238 (g/Kw-h), para esto es necesario tener la información de la densidad del petroleo y la equivalencia entre HP y Kw y hacer las transformaciones pertinentes.

Se determina el consumo de combustible por horas en (gl/h) y con el costo del combustible en soles/galón, se estima el costo por del consumo de combustible por hora.

Cálculo del consumo de combustible (Cc) en soles por hora, sabiendo que:

Consumo de combustible 6.23 gl/h y precio del combustible 12.00 Soles/h

$$Cc = 6.23\ \left(\frac{gl}{h}\right) * 12.00\left(\frac{soles}{gl}\right) = 74{,}76\ \left(\frac{Soles}{h}\right) \text{ ---------- (12)}$$

2.2.4.7.2. Lubricantes.

De no estar registrado los gastos por lubricantes, para fines del presente documento, se considera que el consumo de lubricante (Cl) es el 4% del consumo de combustible (Cc).

Para el ejemplo, se tiene consumo de combustible 6.23 (gl/h).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Consumo de lubricante = 4% (Cc) = 0.04-*6.23 (gl/h) = 0.25 (gl/h)

Consumo de lubricante 0.25 (gl/h) y precio del lubricante 48 soles/gl.

$$Cl = 4\%(Cc) * 48\left(\frac{soles}{gl}\right) = 0.04 * 6.23\left(\frac{gl}{h}\right) * 48\left(\frac{Soles}{gl}\right) = 12.00(\frac{Soles}{h})\text{---(13)}$$

2.2.4.7.3. Mano de obra.

El costo de la mano de obra (MO) se estima a partir de la remuneración que se le asigna al tractorista, se expresa en soles por hora.

Si el sueldo del tractorista es de 1920 Soles mensuales, es equivalente a 64 soles por día y equivalente a 8 Soles por hora, considerando meses de 30 días y jornadas laborales de 8 horas.

$$MO = 8\left(\frac{Soles}{h}\right)\text{---------- (14)}$$

2.2.4.7.4. Reparación y mantenimiento

Estos gastos deben estar registrados, de no ser así, se estima de la siguiente manera:

La reparación y mantenimiento (RM), se considera que durante la vida útil de un tractor, los gastos en reparación y mantenimiento es el 120% del valor de adquisición.

S i la vida útil (VU) del tractor es de 10 años, o durante su vida útil ha trabajado 10,000 horas, se entiende que anualmente el tractor ha trabajado 1,000 horas.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Se tiene:

RMvu = 120%*(Va) para toda la vida útil (para 10 años) o para 10,000 horas

RMa = 12%*(Va) para un año o para 1,000 horas.

RMh = 1.2*(Va)/10000 en soles por hora.

RMh = 0.12*(Va)/1000 en soles por hora.

Dónde:

RMvu = Reparación y mantenimiento por toda la vida útil, en soles

RMa = Reparación y mantenimiento por un año, en soles por año

RMh = Reparación y mantenimiento por hora, en soles por hora

$$RM = \frac{12\% * Va}{1000} = \frac{0.12 * V}{1000} \text{---------- (15)}$$

Haciendo uso de las ecuaciones (12), (13), (14) y (15), los costos variables de operación del tractor, se estiman de acuerdo a la siguiente expresión matemática.

$$CVt = Cc + Cl + MO + RM$$

Los valores que toma cada uno de los componentes de los costos variables de operación del tractor, depende de varias consideraciones como: el valor de adquisicón del tractor, el consumo de combustible, el consumo de libricante, el costo de la mano de obra y los costos de reparación y mantenimiento que, indudablemente son muy variables.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2.2.4.7.5. Costos de operación

El costo de operación es la suma de los costos de operación del tractor más los costos de operación del implemento, los costos de operación se expresan en soles por hora.

En general, el costo de operación de máquinas e implementos agrícolas, es la sumatoria de los costos fijos y costos variables del tractor y del implemento y matemáticamente se define con la siguiente función.

$$Co = Cf + Cv \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (16)$$

Dónde:

Co = Costos de operación en Soles/hora

Cf = Costos fijos en Soles/hora

Cv = Costos variables en Soles/hora

Si en la ecuación (16), definiéramos costos fijos de operación (Cfo) y costos variables de operación (Cvo), se tendría las siguientes relaciones matemáticas.

$$Co = Cfo + Cvo \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (17)$$

Dónde:

Cfo = Costo fijo de operación en Soles/hora

Cvo = Costo variable de operación en Soles/ hora

En el caso de los costos variables de operación (CVo), se entiende que siempre será posible cuantificar un costo variable de operación medio o costo variable medio de operación (CVMo)

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

que, multiplicado por el número de horas trabajadas, permita cuantificar el costo variable de operación (CVo), de modo que:

$$Cvo = CvMo * HTa$$

Dónde:

Cvo = Costo variable de operación

CvMo = Costo variable medio de operación

HTa = Horas de trabajo anual

De modo que la ecuación (17), se transforma en

$$Co = Cfo + CvMo * HTa$$ ---------- (18)

2.2.5. Dimensionamiento de un parque de maquinaria agrícola.

La función de producción de la agricultura, hace un análisis de un conjunto de factores e insumos de producción, entre ellos, el consumo de energía para la producción de alimentos, la energía proviene de diferentes fuentes como la energía humana, la energía de tracción animal, la energía de tracción mecánica, el uso de maquinaria agrícola para el desarrollo de la agricultura reviste una gran diversidad de actividades que requieren de fuerza y potencia, no siempre el trabajo lo realiza directamente en el campo, lo cual dificulta el registro de información que nos permita estimar la cantidad de hectáreas trabajadas por un tractor y la cantidad de horas dedicadas a labores específicas de campo como preparación de suelos, siembra, mantenimiento de cultivos o cosecha; por lo tanto, el índice de mecanización agrícola no refleja lo que realmente ocurre en el uso de maquinaria agrícola con fines de producción agrícola, al respecto, los autores (Colombo y Perujo-Villanueva, 2017), manifiestan que: La

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

información registrada por los propietarios de las máquinas, sean de estado o de particulares, no reportan información pertinente para la evaluación de los aspectos técnicos, económicos y sociales que se generan por el uso de máquinas e implementos agrícolas en la agricultura, información que es insuficiente para estimar el índice de mecanización agrícola.

Definitivamente la falta de información registrada no permite estimar, con bastante aproximación, los indicadores de uso de los tractores e implementos agrícolas, esta limitación ha sido reportada por autores de diferente nacionalidad, entendiéndose que en este aspecto existe un cierto nivel de informalidad, deficiencia que debe ser superada, por quienes ostentan la propiedad de las máquinas e implementos agrícolas.

Al respecto, lo primero que se dimensiona es la fuente principal de energía que es el tractor. El tractor es el elemento más importante del parque de maquinaria agrícola, su adquisición representa el mayor porcentaje de la inversión de cualquier tipo de parque, de acuerdo a la potencia disponible del tractor y la potencia requerida por los implementos agrícolas se dimensiona el parque de maquinaria agrícola Catalán (2012)

En la misma orden de ideas, Cuauhtemoc, Tavares y Tavares (2013), manifiesta que, la innovación tecnológica orientada al mejoramiento genético, el uso de productos agroquímicos, el manejo de cultivos; por lo general, contribuyen al incremento de la productividad agrícola, que se manifiesta en una reducción del uso de energía horas hombre por hectárea y el incremento de la productividad.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2.2.6. Tractores agrícolas.

La FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), organización de la Naciones Unidas, publica el libro titulado, La Mecanización Agrícola en América, documento en el que los autores, Elverdin, Piñeiro y Robles (2018), consideran lo siguiente:

Esto sugiere que el aumento de la superficie de regadío podría constituirse como una importante contribución a la productividad agrícola. La inversión en grandes sitemas de riego sería un procesos costoso y a largo plazo, pero puede hacerse suficiente con pequeños planes para expandir en riego en áreas reducidas o regiones propicias para ello. A su vez, el incremento de las tierras bajo regadío seguramente actuará como un catalizador para la mecanización, promoviendo la adopción de otras tecnologías agrícolas más modernas, tal como ocurrió en el Perú luego de que el gobierno decidiera dar un nuevo impulso la Estrategia Nacional de Riego en 2003, y que ha logrado posicionar al pais como un nuevo actor internacional de relevancia en algunos productos agrícolas (p.15).

Al tratar el tema titulado, Los tractores en la agricultura agroecológica y sostenible, los autores González y García (2016), arriban a las siguientes conclusiones.

La adecuada selección de los tractores con un enfoque ecológico y de sostenibilidad para la mecanización agrícola, responde a un conjunto de requisitos y aspectos relacionados diseño estructural, técnico y tecnológico y al cumplimiento de exigencias de explotación o administración durante su utilización.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

El diseño y desarrollo de los tractores actuales se corresponden con los enfoques de una agricultura ecológica y sostenible siempre y cuando se utilicen de modo racional y se aprovechen adecuadamente sus potencialidades técnicas explotativas en dependencia de las condiciones concretas de trabajo (p. 15).

Aun estando de acuerdo con lo manifestado por los autores es preciso señalar que no priman solo los criterios técnicos o económicos, es necesario tener en cuenta criterios ambientales, con el propósito de reducir los niveles de contaminación por el uso de combustibles fósiles, cuyos residuos de la combustión inciden directamente en el calentamiento global.

Los tractores agrícolas han sido diseñados para atender los requerimientos de energía de las actividades agrícolas, estas actividades, son tan variadas y diversas a tal extremo que la misma actividad realizada en dos suelos diferentes, también tienen requerimientos diferentes, dando una muestra que no solo depende de la máquina, intervienen los otros factores de la producción agrícola el suelo, el clima, la humedad, la a altitud y el cultivo, cada quien con sus propias exigencias; por esta razón, es que el diseño de los tractores responde a rangos de velocidad y potencia, se entiende que a menores velocidades se logra disponer de una mayor fuerza y a altas velocidades baja la fuerza disponible, la actividad que demanda mayor energía es la preparación de suelos, en comparación con otras actividades como la siembra, la fertilización o la aplicación de agroquímicos, al respecto (Abarca, 2,017), considera que los tractores e implementos agrícolas, aun siendo diseñados para desarrollar labores específicas en el campo, son diseñados bajo normas de estandarización de cumplimiento mundial, entre ellas tenemos: la American Society of

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Agriculture Engineers, la Society of Automotive Engineers, la American petroleum Institute, la American Society of Testing Materials, entre otras de importancia mundial.

2.2.6.1. Determinación de la potencia disponible

Al tratar el tema de la potencia de los tractores agrícolas, es necesario tener en cuenta la diversa tipología en relación a la potencia, se hace referencia a diversas denominaciones como: potencia al motor, la potencia neta, la potencia al eje toma de fuerza y la potencia a la barra de tiro, se hace referencia también a la potencia nominal, la potencia teórica, la potencia disponible, para la investigación adoptamos la terminología de potencia al motor y la potencia a la barra de tiro, esta potencia es la denominada potencia disponible; en torno a este tema, que ha sido analizado y estudiado por muchos autores, acogemos lo que Vargas y otros (2013), refieren que:

La potencia a la toma de fuerza es aproximadamente el 86 % de la potencia del motor; y la potencia a la barra de tiro para un tractor probado en una pista de concreto, es también el 86 % de la potencia medida en la toma de fuerza (ASAE, 2005); por ejemplo, para un tractor con un motor de 100 hp de potencia máxima, la potencia máxima disponible para las labores agrícolas (rastreo o barbecho, por ejemplo) sería cercana a tan sólo 74 hp (100 x 0.86 x 0.86); sin embargo, esta regla del 86 % es una generalización obtenida a partir del estudio de un gran número de resultados de pruebas, en donde hubo equipos con

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

comportamientos diferentes al promedio mencionado, por lo que esta regla sirve para tener una idea aproximada, no así para tener datos certeros de un equipo en particular, mucho menos aún para servir como referencia de certificación (p.20).

Efectivamente esta aproximación de estimar la potencia disponible es adecuada teniendo en consideración que efectivamente, desde el motor hasta el eje toma de fuerza, hay perdidas que se registran en el motor y el sistema de transmisión, de modo que la potencia disponible a la barra de tiro es mucho menor de la potencia que se genera en el motor.

Al respecto, Huascupe (2019), al desarrollar la investigación titulada: Potencia óptima en tractores agrícolas en el CIP Illpa, presenta las siguientes conclusiones:

El menor consumo de combustible fue con la potencia de tractor de 65 HP bajo el tipo de labranza Primaria con 2.98 l/h y de 3.21 l/h en la labranza secundaria, seguido de la potencia de tractor de 75 HP bajo el tipo de labranza Primaria con 3.61 l/h y de 3.77 l/h en la labranza secundaria.

El mayor rendimiento en labranza fue con potencia de tractor de 75 HP y de 65 HP en la labranza secundaria con 0.78 ha/h y de 0.73 ha/h respectivamente; seguido de la potencia de tractor de 118 HP y de 98 HP en la labranza primaria con 0.63 ha/h y de 0.58 ha/h.

La menor compactación de suelo, fue con la potencia de tractor de 65 HP con 1408.08 KPa, seguido de la potencia de tractor de 75 HP con 1516.90 KPa. El tipo de suelo con menor compactación fue el suelo

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Franco Arcillo Arenoso con 1622.81 KPa, seguido del tipo de suelo Franco Arcilloso con 1766.67 KPa (p.54)

2.2.7. Labranza convencional

Una agricultura sostenible, sustenta su actividad en la conservación de los recursos suelo, agua, planta y energía, de modo que su utilización no genere impactos negativos, al respecto en el tema de la labranza o preparación de suelos, se ha estudiado muchos aspectos y hay quienes están de acuerdo con las actividades propias de la preparación de suelo y otros estudiosos que no aceptan esta tecnología por considerarla no conservacionista, existe mucha información al respecto; se dice que:

La labranza del suelo es considerada como una operación fundamental en la que se sustenta la producción de alimentos. Una labranza del suelo correctamente programada puede lograrse con el empleo de mecanización con la más novedosa tecnología mediante el uso de tractores, apropiadas herramientas, e implementos correctamente seleccionados. La preservación del potencial productivo de los suelos agrícolas depende principalmente de la selección correcta y del uso del equipo agrícola de labranza, su correcta programación y de los sistemas de labranza empleados, en especial cuando se busca incrementar los rendimientos y la calidad de los alimentos en correcto balance con la energía aplicada. Con base en lo anterior, se muestran técnicas de trabajo mecanizado para la labranza de los suelos bajo una labranza válida económicamente (Ortiz y et al. 2003).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2.2.7.1. Capacidad de trabajo

La capacidad de trabajo de máquinas e implementos agrícolas, define tener un indicador de importancia, que nos permite establecer la cantidad de trabajo realizado por cada unidad de tiempo, al respecto (Álvarez, 2003), refiere lo siguiente:

La capacidad se define como la cantidad de trabajo realizado por una máquina y el tiempo empleado en dicho trabajo. De acuerdo con las unidades utilizadas para medir el trabajo, variarán las unidades en que se exprese la capacidad.

La fórmula general para calcularla es:

$$C = \frac{T}{t} \text{..... (19)}$$

Donde:

t = tiempo medio en (h, s, min, días, etc.).

C = capacidad en general de una máquina (las unidades dependen de las usadas para T).

T = cantidad de trabajo realizado por la máquina, medido en área (ha o m2), cuando son máquinas de trabajo sobre superficies tales como un tractor con arado, rastrillo, cortamalezas, rotavator, entre otras.

2.2.7.1.1. Capacidad teórica

Se define como la relación entre el trabajo teórico Tt que una máquina puede desarrollar según sus características de diseño, es decir trabajando a un 100% de sus posibilidades de diseño y en el

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

tiempo teórico (tt) que requiere para efectuarlo si no existieran pérdidas de tiempo en su desempeño.

En la operación real de una máquina existen pérdidas tanto en la cantidad de trabajo esperado, desde el punto de vista del trabajo teórico, como en el tiempo teórico. Estas pérdidas pueden ser debidas a:

Pérdida en la cantidad de trabajo teórico.

Esta sucede cuando hay pérdida de la cantidad de trabajo, a pesar de que la máquina trabaja normalmente, debido a necesidades del mismo trabajo, tales como sobrecruces entre dos franjas sucesivas en la rastrillada, en la aspersión, en la siembra en hileras y en otras. En otros casos esta pérdida en la cantidad de trabajo puede deberse a condiciones diversas: cambios en la calidad del material a procesar, deficiencias en el suministro del material a procesar. Por lo anterior, en operación de una máquina existirá un trabajo real (Tr) menor que el Tt y desde el punto de vista administrativo es importante conocer la relación en porcentaje entre Tr/Tt, o sea la eficiencia de trabajo (nT) para tratar de adoptar medidas que aumenten la nT hasta su máximo posible.

Pérdidas en el tiempo teórico (tt): el tiempo teórico (tt) asignado a una máquina para la realización de un trabajo (Tt) se ve disminuido en la gran mayoría de las máquinas debido a factores tales como:

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Detenciones del trabajo por varadas leves, calibraciones, desatascadas y otros.

Descanso de los operarios con trabajos en vacío de la máquina.

Nota: en maquinaria de campo el tt se asimila al tiempo operativo (to).

Por lo anterior, tanto el trabajo teórico (Tt) como el tiempo teórico (tt) se ven normalmente reducidos a una fracción de sus valores y quedan convertidos en Tr y tr, así:

$$Tr = (Tt) * nt \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (20)$$

$$tr = tt * nc \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (21)$$

Donde:

nc = eficiencia de campo.

nt = eficiencia del trabajo.

2.2.8. Caracterización de la agricultura en la provincia de Carhuaz.

La provincia de Carhuaz, políticamente está integrada por once distritos, todos ellos, con vocación agrícola, según Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (2012), en el reporte del Censo Nacional Agropecuario – CENAGRO 2012, reporta la siguiente información:

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Tabla 10

Superficie agropecuaria, agrícola y no agrícola de la provincia de Carhuaz, según distritos.

Distrito y provincia	Total	Superficie no agrícola	Superficie agropecuaria
Acopampa	1711.87	574.44	2286.31
Amashca	384.25	57.25	441.5
Anta	821.68	1243.78	2065.46
Ataquero	180.12	8.41	188.53
Carhuaz	11066.08	10096.11	21162.19
Marcará	4264.34	1893.89	6158.23
Pariahuanca	657.24	206.96	864.2
San Miguel de Aco	1166.35	463.96	1630.31
Shilla	2541.71	537.74	3079.45
Tinco	650.83	137.73	788.56
Yungar	380.04	1566.11	1946.15
CARHUAZ	23824.51	16786.38	40610.89

Nota. La tabla muestra la Superficie agropecuaria, agrícola y no agrícola de la provincia de Carhuaz, según distritos. datos del INEI – CENAGRO 2012.

La superficie agrícola de la provincia de Carhuaz es de 23824.51 Ha, que representa el 58.67% de la superficie agropecuaria.

La superficie agrícola de la provincia de Carhuaz, para cada uno de sus distritos, ha sido evaluada para determinar la superficie mecanizable; por lo tanto, se ha determinado como superficie mecanizable las áreas agrícolas que tienen pendiente menor al 20%, pendiente que permite el trabajo con máquinas agrícolas.

En la Tabla 11, se presenta la superficie mecanizable y no mecanizable o superficie agrícola con pendientes menores a 20% y superficie agrícola con pendientes mayores a 20%.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Tabla 11

Superficie agrícola con pendiente menor a 20% y mayor a 20% de la provincia de Carhuaz, según distrito.

Distrito y provincia	Superficie agrícola		
	Pendiente < a 20%	Pendiente > a 20%	Total
Acopampa	523.44	1188.43	1711.87
Amashca	44.68	339.57	384.25
Anta	148.78	672.9	821.68
Ataquero	44.39	135.73	180.12
Carhuaz	767.37	10298.71	11066.08
Marcará	949.32	3315.02	4264.34
Pariahuanca	148.43	508.81	657.24
San Miguel de Aco	165.52	1000.83	1166.35
Shilla	56.05	2485.66	2541.71
Tinco	401.89	248.94	650.83
Yungar	143.76	236.28	380.04
CARHUAZ	3393.63	20430.88	23824.51

Nota. La tabla muestra la superficie agrícola pendiente menor a 20% y mayor a 20% de la provincia de Carhuaz, según distrito es trabajo de gabinete – Información generada por la tesista.

De las 23824.51 Has de superficie agrícola que tiene la provincia de Carhuaz, 3393.63 ha que representa el 14.24%, son áreas agrícolas que tienen pendientes menores a 20%; por lo tanto, son áreas agrícolas en las que es posible el uso de maquinaria agrícola.

En la misma tabla, se presenta los resultados para cada uno de los distritos, esta información es fundamental para determinar el ancho de trabajo y los requerimientos de potencia para la labranza convencional que, comprende la primera aradura para lo que se propone el uso de arado de discos y para la segunda aradura se propone la rastra de discos.

La información del Instituto Nacional de Estadística e Informática (2012), del IV Censo Nacional Agropecuario, reporta la información correspondiente a los cultivos de la provincia de Carhuaz, reporta la información 74 cultivos

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

transitorios, de ellos sólo seis cultivos ocupan más del 90% de las áreas agrícolas de la provincia, estos cultivos son se interés para fines del presente estudio. En las tablas 12 y 13, se presenta la información referida.

Tabla 12

Cultivos transitorios de la provincia de Carhuaz.

Item	Cultivo	Superficie Ha	Porcentaje	Acumulado
1	Maíz amiláceo	6469.47	40.84%	40.84%
2	Papa blanca	3227.85	20.38%	61.21%
3	Maíz amarillo duro	1806.64	11.40%	72.62%
4	Maíz choclo	1600.99	10.11%	82.72%
5	Trigo	967.92	6.11%	88.83%
6	Arveja	396.22	2.50%	91.33%
7	Col	241.98	1.53%	92.86%
8	Vergel hortícola	233.25	1.47%	94.33%
9	Haba	204.1	1.29%	95.62%
10	Oca	195.6	1.23%	96.86%
11	Lechuga	101.95	0.64%	97.50%
12	Ruda	101.84	0.64%	98.14%
13	Cebada grano	58.92	0.37%	98.52%
14	Rocoto	51.28	0.32%	98.84%
15	Zapallo	39.38	0.25%	99.09%
16	Olluco	36.44	0.23%	99.32%
17	Tarhui	32.4	0.20%	99.52%
18	Zanahoria	9.55	0.06%	99.58%
19	Rosa	8.44	0.05%	99.64%
20	Frijol	6.96	0.04%	99.68%
21	Anís	5.5	0.03%	99.71%
22	Vainita	4.58	0.03%	99.74%
23	Alstroemeria	4.45	0.03%	99.77%
24	Quinua	4.36	0.03%	99.80%
25	Linaza	3.86	0.02%	99.82%
26	Clavel	3.7	0.02%	99.85%
27	Avena grano	3.58	0.02%	99.87%
28	Gladiolo	2.71	0.02%	99.89%
29	Cebolla	2.49	0.02%	99.90%

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

30	Avena forrajera	2.45	0.02%	99.92%
31	Iperium	1.62	0.01%	99.93%
32	Cebolla china	1.43	0.01%	99.94%
33	Calabaza	1.32	0.01%	99.95%
34	Lluvia de oro	1.3	0.01%	99.95%
35	Kiwicha	0.9	0.01%	99.96%
36	Alcachofa	0.75	0.00%	99.96%
37	Margarita vara	0.68	0.00%	99.97%
38	Lenteja	0.65	0.00%	99.97%
39	Centeno grano	0.5	0.00%	99.98%
40	Achira	0.36	0.00%	99.98%
41	Yacón	0.34	0.00%	99.98%
42	Statice	0.32	0.00%	99.98%
43	Aster	0.25	0.00%	99.98%
44	Pallar	0.25	0.00%	99.99%
45	Botón de oro	0.2	0.00%	99.99%
46	Girasol forrajero	0.2	0.00%	99.99%
47	Pituca	0.2	0.00%	99.99%
48	Montecasino	0.17	0.00%	99.99%
49	Caigua	0.15	0.00%	99.99%
50	Hierba luisa	0.14	0.00%	99.99%
51	Flores varias	0.12	0.00%	99.99%
52	Mashua	0.12	0.00%	99.99%
53	Ajo	0.11	0.00%	99.99%
54	Fresa	0.1	0.00%	99.99%
55	Achilea	0.08	0.00%	100.00%
56	Sarita	0.08	0.00%	100.00%
57	Siempre viva	0.08	0.00%	100.00%
58	Nuña	0.07	0.00%	100.00%
59	Acelga	0.06	0.00%	100.00%
60	Beterraga	0.06	0.00%	100.00%
61	Tomate	0.06	0.00%	100.00%
62	Cedrón	0.05	0.00%	100.00%
63	Marigold	0.05	0.00%	100.00%
64	Muña	0.05	0.00%	100.00%
65	Apio	0.04	0.00%	100.00%
66	Coliflor	0.04	0.00%	100.00%
67	Culantro	0.03	0.00%	100.00%
68	Margarita days	0.03	0.00%	100.00%
69	Camote	0.02	0.00%	100.00%
70	Huacatay	0.02	0.00%	100.00%

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

71	Arracacha	0.01	0.00%	100.00%
72	Borraja	0.01	0.00%	100.00%
73	Pepinillo	0.01	0.00%	100.00%
74	Poro	0.01	0.00%	100.00%
TOTAL		15841.9	100.00%	

Nota: La tabla muestra los cultivos transitorios de la provincia de Carhuaz la fuente fue el INEI - IV CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 2012.

Tabla 13

Cultivos transitorios que ocupan más del 90% de las áreas agrícolas de la provincia de Carhuaz.

Item	Cultivo	Superficie Ha	Porcentaje	Acumulado
1	Maíz amiláceo	6469.47	40.84%	40.84%
2	Papa blanca	3227.85	20.38%	61.21%
3	Maíz amarillo duro	1806.64	11.40%	72.62%
4	Maíz choclo	1600.99	10.11%	82.72%
5	Trigo	967.92	6.11%	88.83%
6	Arveja	396.22	2.50%	91.34%
TOTAL		14469.09	91.34%	

Nota. La tabla muestra los Cultivos transitorios que ocupan más del 90% de las áreas agrícolas de la provincia de Carhuaz datos tomados del INEI - IV CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 2012

Si se considera que las 14469.09 ha, de la tabla 13, representara el 91.34% de los cultivos de la provincia, se obtiene los resultados que se presentan en la tabla 14.

Tabla 14

Estimación del porcentaje de áreas ocupadas por los seis cultivos de la provincia de Carhuaz.

Item	Cultivo	Superficie Ha	Porcentaje	Acumulado
1	Maíz amiláceo	6469.47	44.71%	44.71%
2	Papa blanca	3227.85	22.31%	67.02%

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

3	Maíz amarillo duro	1806.64	12.49%	79.51%
4	Maíz choclo	1600.99	11.06%	90.57%
5	Trigo	967.92	6.69%	97.26%
6	Arveja	396.22	2.74%	100.00%
TOTAL		14469.09	100.00%	

Nota. La tabla muestra la estimación del porcentaje de áreas ocupadas por los seis cultivos de la provincia de Carhuaz, datos tomados del INEI - IV CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 2012.

En función a los porcentajes establecidos en la tabla 14, se hace la distribución de la 3393.63 ha de áreas agrícolas mecanizables, para estimar las áreas agrícolas de los seis cultivos transitorios de la provincia de Carhuaz, la información se presenta en la tabla 15.

Tabla 15

Superficie mecanizables ocupadas por los seis cultivos transitorios de la provincia de Carhuaz.

Item	Cultivo	Superficie Ha	Porcentaje	Acumulado
1	Maíz amiláceo	1517.37	44.71%	44.71%
2	Papa blanca	757.07	22.31%	67.02%
3	Maíz amarillo duro	423.74	12.49%	79.51%
4	Maíz choclo	375.50	11.06%	90.57%
5	Trigo	227.02	6.69%	97.26%
6	Arveja	92.93	2.74%	100.00%
TOTAL		3393.63	100.00%	

Nota. La tabla muestra la superficie mecanizables ocupadas por los seis cultivos transitorios de la provincia de Carhuaz, los datos tomados del INEI - IV CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 2012.

2.3. Definición de Términos

- Mecanización: Empleo de máquinas para realizar una actividad (industrial, agrícola, etc.), con objeto de emplear menos tiempo y esfuerzo.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- Superficie: Aspecto exterior de una situación, que se percibe a primera vista, sin profundizar en su conocimiento.
- Labranza: Es una secuencia de actividades que, a través del tiempo, deben conducir a la formación de un suelo óptimo, con el fin de permitir que las raíces puedan explorar el mayor volumen de este y absorber los nutrientes disponibles.
- Implementos: Utensilio, herramienta o instrumento.
- Adquisición: Acción de adquirir, llegar a tener o conseguir una cualidad, un conocimiento, un hábito o una habilidad, de forma natural o tras un proceso
- Tractor: Vehículo automotor, con gran capacidad de tracción, que se emplea para arrastrar o tirar de aperos agrícolas, remolques, etc.
- Aradura: Acción de arar, abrir surcos en la tierra con el arado para sembrar.
- Censo: Es el recuento de datos estadísticos sobre toda una población específica. De ese modo, se pueden conocer sus características con precisión. Es decir, el censo es la recopilación de información respecto a un grupo de personas.
- Indicé: es una medida estadística diseñada para poner de manifiesto los cambios de una variable o grupo de variables con respecto a una determinada característica.
- Rendimiento: Fruto o utilidad de una cosa en relación con lo que cuesta, con lo que gasta, con lo que en ello se ha invertido, etc., o fruto del trabajo o el esfuerzo de una persona.
- Viable: Que puede ser realizado.
- Siembra: es el acto de colocar semillas en la tierra para que germinen y desarrollen plantas nuevas.
- Cuantificar: Expresar mediante números aspectos cualitativos de la realidad.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general.

Si se establece una adecuada relación entre los costos de operación de máquinas e implementos agrícola para labranza convencional, con la potencia del tractor y el ancho de trabajo de los implementos, entonces será factible dimensionar un parque de maquinaria agrícola en la provincia de Carhuaz, departamento de Ancash – 2020.

2.4.2. Hipótesis específicas.

a) Si se establece una relación adecuada entre los costos de operación de tractores e implementos agrícolas para labranza convencional y la potencia del tractor, será factible cuantificar el número de tractores para la provincia de Carhuaz.

b) Si se establece una relación adecuada entre los costos de operación de tractores e implementos agrícolas para labranza convencional y el ancho de trabajo de los implementos agrícolas, será posible cuantificar el número de implementos agrícolas para la provincia de Carhuaz.

c) El análisis de adecuadas fuentes de información disponible y la adopción de una tecnología apropiada, permitirá cuantificar las áreas agrícolas que tengan una pendiente menor al 20%, en la provincia de Carhuaz.

2.5. Variables

2.5.1. Variable Dependiente.

Costos de operación: costos fijos y costos variables.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2.5.2. Variable Independiente.

Dimensionamiento del parque de máquinas agrícolas para la labranza convencional: potencia del tractor y ancho de trabajo del implemento.

III. MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Nivel de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

La caracterización del estudio desarrollado nos permite proponer la siguiente tipología de la investigación: por el enfoque la investigación es cuantitativa, por el propósito la investigación es aplicada y por el origen de los datos la investigación es de campo.

Según (Hernández, Fernández y Baptista 2014), los autores refieren que, la investigación cuantitativa es secuencial y probatorio y se desarrolla en forma secuencial y rigurosa, inicia con una idea, se definen objetivos y preguntas de investigación, se miden variables en un determinado contexto, la información se analiza con apoyo de la estadística y se llega a conclusiones. La investigación es aplicada, considerando que su ejecución se apoya en conocimientos previos y tiene el propósito de resolver un problema específico y contribuir al desarrollo tenclológico y, hace uso de datos de campo para su análisis e interpretación.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

3.1.2. Nivel de Investigación

De acuerdo a los resultados logrados con el estudio en relación al comportamiento cognitivo de las variables la investigación es correlacional. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014), en torno a las investigaciones de alcance correlacional, consideran que tienen la finalidad de conocer el grado de relación o grado de asociación entre dos o más conceptos o variables.

3.1.3. Método de Investigación

Las observaciones específicas registradas en la investigación se van integrando en conceptos más amplios hasta llegar a generalizaciones; por lo tanto, la investigación se sustenta en el método inductivo con el propósito de lograr generalizaciones como resultados de la investigación.

3.2. Diseño de investigación

3.2.1. Tipo de Diseño de la Investigación

La búsqueda concreta de respuestas a las preguntas planteadas en la investigación y que contribuyan al logro de los objetivos propuestos, requiere del desarrollo de un plan o estrategia que, oriente al investigador implementar las acciones pertinentes para lograr los objetivos propuestos, el estudio se sustenta en un diseño no experimental, cuya dimensión temporal es transversal. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014), definen el diseño no experimental para las investigaciones en la que el investigador no manipula variables y que el registro de información para la investigación se realiza en un determinado periodo; por lo tanto, la investigación no es predictiva.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

3.2.2. Plan de recolección de datos

La recolección de datos para la investigación se sustenta en al análisis documental, hace uso de fuentes de información correspondiente al Censo Nacional Agropecuario del año 2012, fuente oficial del se toma la información correspondiente a los cultivos agrícolas que caracterizan la producción agrícola de la provincia de Carhuaz, la fuente de información reporta la información de los cultivos agrícolas de la provincia de Carhuaz y la superficie agrícola que ocupa cada uno de los cultivos. La información nos permite definir los cultivos que mayor superficie agrícola abarcan a nivel de la provincia de Carhuaz y se toma como información para la investigación los cultivos que abarcan mas del 95% de la superficie agrícola de la provincia.

La otra fuente de información es el resultado del estudio de marco de área del departamento de Ancash, la Encuesta Nacional de Proveedores y ventas (ENAPROVE), realizado el año 2004, reporta información de la superficie agrícola de la provincia de Carhuaz, información desagregada a nivel distrital, tomando como referencia esta fuente de información la superficie agrícola ha sido desagregada en dos componentes la superficie agrícola con pendientes menores al 20% y la superficie agrícola con pendientes mayores al 20%. La superficie agrícola que potencialmente podría hacer uso de maquinaria agrícola esta definida por la superficie agrícola con pendiente menor al 20%, esta información será conciliada con los cultivos de la provincia de Carhuaz.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Tamaño de la Población

La investigación se sustenta en dos fuentes de información: los cultivos de la provincia de Carhuaz y la superficie agrícola de la provincia de Carhuaz.

Para los cultivos de la provincia de Carhuaz, la población queda definida por el número de cultivos reportados por el CENAGRO 2012.

Para la superficie agrícola de la provincia de Carhuaz, la población está definida por la cantidad de hectáreas de áreas agrícolas calculadas a partir del ARCGIS.

3.3.2. Tamaño de la muestra

Para fines de la investigación el muestreo es no probabilístico y es un muestreo intencional que, responde a las siguientes consideraciones:

La muestra para los cultivos, está conformada por los cultivos cuyas superficies abarcan más del 95% de la superficie agrícola de la provincia de Carhuaz.

La muestra para la superficie agrícola, está conformada por las áreas agrícolas cuya pendiente es menor al 20%.

3.3.3. Unidad de análisis

Las unidades de análisis para fines de la investigación están constituidas por los cultivos agrícolas que mayor superficie agrícola ocupan a nivel de la provincia y las áreas agrícolas que potencialmente podrían utilizar maquinaria agrícola para realizar la labranza convencional, utilizando arado de discos para la primera aradura y rastra de discos para la segunda aradura.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La investigación se sustenta en el análisis del contenido de dos fuentes de información, el CENAGRO 2012 y ENAPROVE 2004, la primera fuente nos permite registrar información de cultivos y la segunda nos permite generar información relacionada a las áreas agrícolas que potencialmente podrían utilizar maquinaria agrícola. En ambos casos los instrumentos utilizados para el registro de información son tablas estructuradas para el registro de datos y que posteriormente serán analizadas y procesadas haciendo uso de análisis matemático.

3.5. Plan de procesamiento y análisis estadístico de datos

Esta información permite hacer un análisis y caracterización socio económica de la provincia de Carhuaz, haciendo énfasis, en el sector agrícola; en consecuencia, también se requiere analizar:

El Plan de cultivos de la Dirección Regional de Agricultura.

El calendario Agrícola y los tiempos disponibles para la ejecución de las labores culturales.

Se hace uso de información cartográfica y el Estudio de Suelos del Callejón de Huaylas, desarrollado por la ONERN el año 1994, esta fuente de información permite determinar las áreas agrícolas mecanizables; con tal propósito, se estima que las áreas agrícolas con pendientes menores al 20% son potencialmente mecanizables, esta información ha sido analizada a nivel distrital y permitirá estimar el Índice de Mecanización.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Se ha utilizado un formato de registro de información, con el propósito de levantar un inventario de tractores e implementos agrícolas en la provincia de Carhuaz y estimar la potencia disponible y determinar el número de implementos agrícolas que se utiliza en la labranza convencional: arados y rastras.

La superficie agrícola por cultivos, es la fuente de información para estimar el tamaño de los implementos agrícolas utilizados en la labranza convencional que, considera el uso de arados de discos para la labranza primaria y el uso de rastras de discos para la labranza secundaria.

La superficie agrícola que potencialmente podría utilizar maquinaria agrícola, es la fuente de información para estimar la potencia a la barra de tiro de los tractores agrícolas y teniendo en cuenta la perdida de potencia entre el motor y la barra de tiro, nos permita determinar la potencia del motor de los tractores agrícolas.

La metodología que se desarrolla, se sustenta en el análisis de los costos anuales de operación de maquinaria agrícola; en este contexto, los costos anuales de operación está integrado por los costos de posesión o costos fijos y los costos de uso o costos variables, la estimación de estos costos ha sido ampliamente analizada y responde a las operaciones financieras propias, las normas de tributación, los precios de los insumos y las leyes en materia laboral, que caracterizan el comportamiento de los costos de operación de maquinaria agrícola en cada país.

En general se tiene que:

$$CA = CF + CV \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (22)$$

Dónde:

CA = Costo anual en Soles.

CF = Costo fijo anual en Soles.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

CV = Costo variable anual en Soles

3.5.1. Costo fijo.

3.5.1.1. Costo fijo del tractor

El costo fijo de un tractor, puede ser expresado como un porcentaje del valor de adquisición de un tractor, el valor que adopta depende entre otros aspectos, del valor de reventa, de la vida útil, de la tasa de interés del sistema financiero, de los costos de seguro y alojamiento; así tenemos:

La depreciación (D).

$$Da = \frac{Va - Vr}{VU} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(23)}$$

Dónde:

Da= Depreciación en Soles por año

Va = Valor de adquisición del tractor en Soles.

Vr = Valor de reventa del tractor en Soles, 10% del valor de adquisición.

VU = Vida útil del tractor, 10 años

$$Da = \frac{Va - Vr}{VU} = \frac{Va - 0.1Va}{10} = \frac{0.9Va}{10} = 0.09\,Va = 9\%Va$$

Interés sobre la inversión media. (i)

$$i = \left(\frac{Va + Vr}{2}\right) * ti \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(24)}$$

Dónde:

i = Interés en soles por año

Va = Valor de adquisición del tractor en Soles.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Vr = Valor de reventa del tractor en Soles, 10% del valor de adquisición.

ti = Tasa de interés anual, 8% anual

$$i = \frac{Va + 0.1VA}{2} * 0.08 = 0.55 * 0.08Va = 0.044Va = 4.4\%Va$$

Seguro (Sa)

$$Sa = 1.25\%Va \text{..... (25)}$$

Alojamiento (Aa)

$$Aa = 0.75\%Va \text{ ..... (26)}$$

Por lo tanto:

$$CF = Da + i + Sa + Aa = 9\%Va + 4.4\%Va + 0.75\%Va + 1.25\%Va$$

$$CF = 15.4\%\text{Va} \text{ ..... (27)}$$

$$CF = f(\%Va) \text{..... (28)}$$

3.5.1.2. Costo fijo para el implemento.

El costo fijo de un implemento, puede ser expresado como un porcentaje del valor de adquisición del implemento, el valor que adopta depende entre otros aspectos, del valor de reventa, de la vida útil, de la tasa de interés del sistema financiero, de los impuestos y de los costos del seguro y del alojamiento; así tenemos:

La depreciación (D).

$$D = \frac{Va - Vr}{VU} \text{ ..... (29)}$$

Dónde:

Da = Depreciación en Soles por año

Va = Valor de adquisición del implemento en Soles.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Vr = Valor de reventa del implemento en Soles, 10% del valor de adquisición.

VU = Vida útil del implemento, 20 años

$$Da = \frac{Va - Vr}{VU} = \frac{Va - 0.1Va}{20} = \frac{0.9Va}{20} = 0.045\,Va = 4.50\%Va$$

Interés sobre la inversión media. (i)

$$i = \left(\frac{Va+Vr}{2}\right) * ti \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ (30)$$

Dónde:

i = Interés en soles por año

Va = Valor de adquisición del implemento en Soles.

Vr = Valor de reventa del implement en Soles, 10% del valor de adquisición.

ti = Tasa de interés anual, 8% anual

$$i = \frac{Va + 0.1VA}{2} * 0.08 = 0.55 * 0.08Va = 0.044Va = 4.4\%Va$$

Seguro (Sa)

$$Sa = 0.75\%Va \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (31)$$

Alojamiento (Aa)

$$Aa = 1.25\%Va \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (32)$$

Por lo tanto:

$$CF = Da + i + Sa + Aa = 4.50\%Va + 4.4\%Va + 0.75\%Va + 1.25\%Va$$

$$CF = 10.90\%\text{Va} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (33)$$

$$CF = f(\%Va) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (34)$$

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

El valor de adquisición (Va), puede ser expresado como el producto del precio de compra por unidad adicional del ancho de trabajo de la máquina (p) y que el ancho efectivo de trabajo del implemento sea (w). Con esta consideración se tiene que:

$$Va = p * w \text{ ……. (35)}$$

$$CF = \frac{(\%)*p*w}{100} \text{ …….. (36)}$$

3.5.2. Costo variable medio

Estos costos están relacionados con el uso que se le da a la maquinaria agrícola; por lo tanto, están relacionados con la mano de obra, el combustible, el lubricante y los costos de reparación y mantenimiento, el costo de mano de obra es independiente del tamaño de la máquina, mientras que los otros costos dependen de la potencia de la máquina; es decir, a mayor potencia de la máquina mayores los costos en combustible, lubricante y reparación y mantenimiento; así tenemos:

Mano de obra (MO).

Es independiente del tamaño de la máquina.

Combustible (Co).

El costo del combustible por hora lo podemos expresar como una función del ancho de trabajo.

$$Co = c * w \text{ …….. (37)}$$

Dónde:

Co = Costo de combustible por hora.

c = Costo unitario en soles (hora por metro)

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

w = ancho de trabajo en metro.

Lubricante (Lu).

El costo del lubricante por hora lo podemos expresar como una función del ancho de trabajo.

$$Lu = l * w \quad \text{..... (38)}$$

Dónde:

Lu = Costo de lubricante por hora.

l = Costo unitario en soles por hora.

w = ancho de trabajo en metros.

Reparación y Mantenimiento (RM).

El costo de la Reparación y mantenimiento por hora lo podemos expresar como una función de la potencia unitaria.

$$RM = rmpw \quad \text{..... (39)}$$

Dónde:

RM = Costo de combustible por hora.

rm = Costo unitario en soles por metro.

pw = potencia unitaria.

Costo de alquiler de maquinaria (AM).

Este costo es independiente del tamaño de la máquina y está directamente relacionado con el tiempo de alquiler de la maquinaria.

Por lo tanto:

$$CVM = MO + Co + Lu + RM + AM + OP \quad \text{..... (40)}$$

En resumen, se tiene:

$$CVM = MO + cw + lw + rmpw + AM + OP \quad \text{..... (41)}$$

Dónde:

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

c = Costo de combustible por hora por ancho de trabajo

l = Costo de lubricante por hora por ancho de trabajo

Para cualquier circunstancia, es necesario conocer el tiempo de trabajo, si se conoce la superficie de trabajo, la capacidad real de trabajo del implemento; por lo tanto:

Tiempo de trabajo (T)

$$T = \frac{Área}{(Capacidad\ real)} = \frac{c*A}{V*e*w} \quad \text{..... (42)}$$

Dónde:

c = Constante para el cambio de unidades

A = Superficie en Ha.

V = Velocidad de trabajo en Km/Hr.

e = Eficiencia de trabajo en %

w = ancho de trabajo del implemento.

Para obtener el valor del costo variable total, es necesario multiplicar el costo variable medio por el tiempo de trabajo.

$$CV = T * CVM \quad \text{..... (43)}$$

$$CV = (\frac{c*A}{V*e*w})(MO + cw + lw + rmpw + AM + OP) \quad \text{..... (44)}$$

Reemplazando los valores de las ecuaciones 29 y 37, en la ecuación 22, se tiene:

$$CA = CF + CV \quad \text{..... (45)}$$

$$CA = \frac{(\%)pw}{100} + (\frac{cA}{Vew})(MO + cw + lw + rmpw + AM + OP) \quad \text{..... (46)}$$

3.5.3. Ancho óptimo.

Es indudable que el propósito es lograr un costo anual mínimo; por lo tanto, a partir de la ecuación (46) se obtendrá el costo mínimo para un ancho efectivo

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

de trabajo del implemento, si se deriva la ecuación con respecto al acho de trabajo (w), se obtiene:

$$w^2 = \frac{(100cA)}{(\%)pVe}(MO + AM + OP) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (47)$$

3.5.3.1. Costo de oportunidad.

La ejecución inoportuna de las labores agrícolas, definitivamente ocasionan perdidas en la rentabilidad de los cultivos, una cosecha demorada genera pérdidas de calidad y pérdidas en el precio de los productos; por lo tanto, se deben realizar las labores agrícolas en forma oportuna de acuerdo al calendario agrícola. (Hunt, 1988)

$$OP = \frac{(K * Y * R * A) * A}{sc * nt * U * h} = \frac{K * Y * R * A^2}{sc * nt * U * h}$$

Donde:

K = Factor de pérdidas por oportunidad que varía de acuerdo a la labor cultural y tipo de cultivo, la información se presenta en la tabla 15.

Para la investigación se tomará el valor máximo de K y se hará uso del valor de 0.002

Tabla 15

Factor de pérdidas por oportunidad.

Operaciones agrícolas	Valores de K
Labranza	0.00001-0.002
Siembra	0.0020
Cultivo	0.0100
Cosecha	
Maíz	0.0030
Algodón	0.0020
Forraje verde	0.0010

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Alfalfa	0.0100
Granos pequeños	0.0004
Frejol - soya	0.0005

Nota. La Tabla muestra el Factor de pérdidas por oportunidad, datos sacados de Donnell Hunt: Manual de Maquinaria Agrícola.

Y = precio del producto en chacra, expresado en soles/ Kilogramo

R = rendimiento de producción, expresado en Kilogramos/hectárea

A = área del cultivo, expresado en hectáreas

sc = ejecución de la labor en forma oportuna, toma el valor de 4 y para programas adelantados o retardados, toma el valor de 2, para la investigación asumimos que las actividades agrícolas se realizan oportunamente y se tomará en valor de 4.

nt = número de veces que se realiza la labor cultural en una campaña, toma el valor de 1

U = % de días disponibles al mes para la ejecución de labores agrícolas, los días mensuales se les resta los días no laborales del mes, domingos y feriados y, se descuenta jornadas laborales de 4 horas al día en los meses lluviosos de enero, febrero, marzo y diciembre.

Tabla 16

Determinación del porcentaje del tiempo disponible mensual y anual.

Días del mes	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Total**
Días del mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Domingos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48
Feriados	1	0	0	2	1	1	2	1	0	0	1	2	11
Media jornada por lluvia	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15	60
Tiempo disponible	11	9	12	24	26	25	25	26	26	27	25	10	246
% de tiempo disponible	35.48 %	32.14 %	38.71 %	80.00 %	83.87 %	83.33 %	80.65 %	83.87 %	86.67 %	87.10 %	83.33 %	32.26 %	67.40 %
Promedio anual						67.28%							

Nota. La tabla muestra la determinación del porcentaje del tiempo disponible mensual y anual el cual es Calendario del año 2020 – Elaborado por la tesista.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Para fines de la investigación se hará uso de 0.70

h = jornada laboral de trabajo, se toma el valor de 8

La ecuación 47, se transforma en:

$$w^2 = \frac{(100cA)}{(\%)pVe}(MO + AM + \frac{K*Y*R*A^2}{sc*nt*U*h}) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (48)$$

3.5.4. Potencia óptima

A partir de la ecuación del Costo Anual (CA), ecuación (45), para la potencia se establecen las siguientes relaciones:

$$CA = CF + CV \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (49)$$

El Costo Fijo, es un porcentaje del Valor de adquisición.

El Costo Variable, es el producto de las horas trabajadas por el tractor

Es indudable que el propósito es optimizar la potencia de los tractores; es decir, tener una potencia mínima necesaria que cubra la demanda de las actividades agrícolas que requieren de potencia mecánica, a partir de la ecuación (40) se obtendrá la potencia óptima y la ecuación será derivada con respecto a la variable pw, y se obtiene la siguiente ecuación.

$$(pw)^2 = \frac{100*A*E}{(\%CF)*r*t}(MO + \frac{K*Y*R*A}{sc*nt*U*h}) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (50)$$

Dónde:

pw = potencia a la barra de tiro

A = área de cultivo, expresado en hectáreas

E = potencia a la barra de tiro, expresada en Kw

%CF = porcentaje del costo fijo, expresado en decimales

r = relación entre la potencia a la barra de tiro y la potencia al motor, expresada en Kw

t = Precio del tractor por unidad de potencia a la barra de tiro.

MO = Costo de la mano de obra del operador, expresado en Soles/hora

K = Factor de pérdidas por oportunidad

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Y = precio del producto en chacra, expresado en soles/ Kilogramo

R = rendimiento de producción, expresado en Kilogramos/hectárea

A = área del cultivo, expresado en hectáreas

sc = ejecución de la labor en forma oportuna

nt = número de veces que se realiza la labor cultural en una campaña

U = % de días disponibles al mes para la ejecución de labores agrícolas

h = jornada laboral de trabajo, se toma el valor de 8

IV. RESULTADOS

4.1. Ancho de trabajo óptimo de los implementos agrícolas.

El desarrollo de la ecuación (48), nos permite determinar el ancho óptimo del implemento agrícola; en este caso, se determinará el ancho óptimo para el arado y el ancho óptimo para la rastra.

$$w^2 = \frac{(100cA)}{(\%)pVe}(MO + AM + \frac{K*Y*R*A}{sc*nt*U*h}) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (51)$$

En la ecuación se tiene:

w = ancho de trabajo óptimo, expresado en metros

c = constante pata el cambio de unidades, toma el valor de 10

A = área que ocupa un cultivo, expresada en hectáreas

p = precio por metro del implemento, expresado en soles/metro lineal

V = velocidad de trabajo, expresado en kilómetros/hora

e = eficiencia de campo, expresado en decimales

MO = costo de la mano de obra del operador, expresado en soles/hora

AM = costo de alquiler de la maquinaria agrícola, expresado en soles/ hora

K = Factor de pérdidas por oportunidad

Y = precio del producto en chacra, expresado en soles/ Kilogramo

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

R = rendimiento de producción, expresado en Kilogramos/hectárea

A = área del cultivo, expresado en hectáreas

sc = ejecución de la labor en forma oportuna

nt = número de veces que se realiza la labor cultural en una campaña

U = % de días disponibles al mes para la ejecución de labores agrícolas

h = jornada laboral de trabajo, se toma el valor de 8.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Tabla 17

Determinación del ancho óptimo del arado de discos y el número de implementos, para la primera aradura.

Cultivos	Constante de porcentaje (100)	Constante cambio de unidades (10)	Valor numérico del costo fijo (%CF)	Precio del implemento por metro de ancho de trabajo (w) Soles/m	Velocidad de trabajo (S) Km/Hr	Eficiencia de campo (e) en decimales	Costo de la mano de obra (MO) Soles/Hr	Costo de alquiler del implemento (AM) Soles/Hr	Factor de oportunidad (K) adimensional	Precio en chacra (Y) Soles/Kg	Rendimiento de producción (R) Kg/Ha	Área del cultivo (A) Has	Oportunidad de ejecutar la actividad (sc) adimensional	Número de veces que se ejecuta la actividad en una campaña (nt) adimensional	Fracción del tiempo disponible (U) en decimales	Jornada laboral (h) horas	Ancho óptimo de trabajo al cuadrado (w^2) metros cuadrados	Ancho óptimo de trabajo (w) en metros	Ancho de trabajo del implemento (wi) en metros	Número de implementos
Maíz amiláceo	100	10	10.9	32000	5.4	0.8	8	16	0.002	1.2	3600	1517	4	1	0.7	8	561.71	33.93	1.25	27
Papa blanca	100	10	10.9	32000	5.4	0.8	8	16	0.002	0.75	20000	757	4	1	0.7	8	477.58			
Maíz amarillo duro	100	10	10.9	32000	5.4	0.8	8	16	0.002	1.2	4000	424	4	1	0.7	8	53.02			
Maíz choclo	100	10	10.9	32000	5.4	0.8	8	16	0.002	0.6	10000	375	4	1	0.7	8	51.27			
Trigo	100	10	10.9	32000	5.4	0.8	8	16	0.002	1	1000	227	4	1	0.7	8	6.11			
Arveja	100	10	10.9	32000	5.4	0.8	8	16	0.002	0.8	1200	93	4	1	0.7	8	1.81			
								Superficie total mecanizables, en Has				3393	Sumatoria del ancho óptimo de trabajo al cuadrado				1151.49			

Nota. La tabla muestra la determinación del ancho óptimo del arado de discos y el número de implementos, para la primera aradura; y se utilizó datos del libro de Donnel Hunt - Manual de maquinaria agrícola: Tomo 2, la Tabla fue elaborada por la tesista.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Tabla 18

Determinación del ancho óptimo de la rastra de discos y el número de implementos, para la segunda aradura.

Cultivos	Constante de porcentaje (100)	Constante cambio de unidades (10)	Valor numérico del costo fijo (%CF)	Precio del implemento por metro de ancho de trabajo (w) Soles/m	Velocidad de trabajo (S) Km/Hr	Eficiencia de campo (e) en decimales	Costo de la mano de obra (MO) Soles/Hr	Costo de alquiler del implemento (AM) Soles/Hr	Factor de oportunidad (K) adimensional	Precio en chacra (Y) Soles/Kg	Rendimiento de producción (R) Kg/Ha	Área del cultivo (A) Has	Oportunidad de ejecutar la actividad (sc) adimensional	Número de veces que se ejecuta la actividad en una campaña (nt) adimensional	Fracción del tiempo disponible (U) en decimales	Jornada laboral (h) horas	Ancho óptimo de trabajo al cuadrado (w^2) metros cuadrados	Ancho óptimo de trabajo (w) en metros	Ancho de trabajo del implemento (wi) en metros	Número de implementos
Maíz amiláceo	100	10	10.9	24000	7.2	0.85	8	16	0.002	1.2	3600	1517	4	1	0.7	8	528.67	32.92	2.4	14
Papa blanca	100	10	10.9	24000	7.2	0.85	8	16	0.002	0.75	20000	757	4	1	0.7	8	449.49			
Maíz amarillo duro	100	10	10.9	24000	7.2	0.85	8	16	0.002	1.2	4000	424	4	1	0.7	8	49.90			
Maíz choclo	100	10	10.9	24000	7.2	0.85	8	16	0.002	0.6	10000	375	4	1	0.7	8	48.25			
Trigo	100	10	10.9	24000	7.2	0.85	8	16	0.002	1	1000	227	4	1	0.7	8	5.75			
Arveja	100	10	10.9	24000	7.2	0.85	8	16	0.002	0.8	1200	93	4	1	0.7	8	1.70			
								Superficie total mecanizable, en Has				3393	Sumatoria del ancho óptimo de trabajo al cuadrado				1083.76			

Nota. La tabla muestra la determinación del ancho óptimo del arado de discos y el número de implementos, para la segunda aradura; y se utilizó datos del libro de Donnel Hunt - Manual de maquinaria agrícola: Tomo 2, la Tabla fue elaborada por la tesista.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4.2. Potencia óptima a la barra de tiro y al motor del tractor agrícola.

El desarrollo de la ecuación (50), nos permite determinar la potencia óptima a la barra de tiro y al motor del tractor agrícola; en este caso, se determinará la potencia óptima para el tractor agrícola para la primera ardura y la segunda aradura.

$$(pw)^2 = \frac{100*A*E}{(\%CF)*r*t}\left(MO + \frac{K*Y*V*A}{sc*nt*U*h}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (52)$$

Dónde:

pw = potencia a la barra de tiro

A = área de cultivo, expresado en hectáreas

E = potencia a la barra de tiro, expresada en Kw

%CF = porcentaje del costo fijo, expresado en decimales

r = relación entre la potencia a la barra de tiro y la potencia al motor, expresada en Kw

t = Precio del tractor por unidad de potencia a la barra de tiro.

MO = Costo de la mano de obra del operador, expresado en Soles/hora

K = Factor de pérdidas por oportunidad

Y = precio del producto en chacra, expresado en soles/ Kilogramo

R = rendimiento de producción, expresado en Kilogramos/hectárea

A = área del cultivo, expresado en hectáreas

sc = ejecución de la labor en forma oportuna

nt = número de veces que se realiza la labor cultural en una campaña

U = % de días disponibles al mes para la ejecución de labores agrícolas

h = jornada laboral de trabajo, se toma el valor de 8

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Tabla 19

Determinación de la potencia óptima a la barra de tiro y al motor y el número de tractores, para la labranza primaria.

Cultivos	Constante de porcentaje (100)	Área del cultivo (A) Has	Energía a la barra de tiro (Ebt) en Kw	Porcentuales del costo fijo (%CF)	Relación de la Pbt y la Pm del tractor (r) en decimales	Precio del tractor en relación a la Pbt (t) Soles/Kw a la barra de tiro	Costo de la mano de obra (MO) Soles/Hr	Factor de oportunidad (K) adimensional	Precio en chacra (Y) Soles/Kg	Rendimiento de producción (R) Kg/Ha	Oportunidad de ejecutar la actividad (sc) adimensional	Número de veces que se ejecuta la actividad en una campaña (nt) adimensional	Fracción del tiempo disponible (U) en decimales	Jornada laboral (h) horas	100*A*E/((r*(%CF)*t))	(L + (K*Y*V*A)/((sc)*(nt)*(U)*(h))	(pwr)²	Potencia a la barra de tiro (pwr) en Kw	Potencia al motor (Pm) en Kw	Potencia al motor de los tractores, en Kw	Número de tractores
Maíz amiláceo	100	1517	60	15.4	0.8	2000	8	0.002	1.2	3600	4	1	0.7	8	369.40	593.13	219101.31	669.36	956.23	75	13
Papa blanca	100	757	60	15.4	0.8	2000	8	0.002	0.75	20000	4	1	0.7	8	184.33	1021.84	188360.15				
Maíz amarillo duro	100	424	60	15.4	0.8	2000	8	0.002	1.2	4000	4	1	0.7	8	103.25	189.71	19587.38				
Maíz choclo	100	375	60	15.4	0.8	2000	8	0.002	0.6	10000	4	1	0.7	8	91.31	208.89	19075.04				
Trigo	100	227	60	15.4	0.8	2000	8	0.002	1	1000	4	1	0.7	8	55.28	28.27	1562.53				
Arveja	100	93	60	15.4	0.8	2000	8	0.002	0.8	1200	4	1	0.7	8	22.65	15.97	361.69				
Primera aradura		**3393**										**Sumatoria de la potencia a la barra de tiro al cuadrado**					**448048.10**				

Nota. La tabla muestra la determinación de la potencia óptima a la barra de tiro y al motor y el número de tractores, para la labranza primaria. Tomando datos del libro Donnel Hunt – Manual de maquinaria agrícola: Tomo 2, tabla elaborada por la tesista.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Tabla 20

Determinación de la potencia óptima a la barra de tiro y al motor y el número de tractores, para la labranza secundaria.

Cultivos	Constante de porcentaje (100)	Área del cultivo (A) Has	Energía a la barra de tiro (Eb t) en Kw	Porcentuales del costo fijo (%CF)	Relación de la Pbt y la Pm del tractor (r) en decimales	Precio del tractor en relación a la Pbt (t) Soles /Kw a la barra de tiro	Costo de la mano de obra (MO) Soles/Hr	Factor de oportunidad (K) adimensional	Precio en chacra (Y) Soles/Kg	Rendimiento de producción (R) Kg/Ha	Oportunidad de ejecutar la actividad (sc) adimensional	Número de veces que se ejecuta la actividad en una campaña (nt) adimensional	Fracción del tiempo disponible (U) en decimales	Jornada laboral (h) horas	100*A*E/((r*(%CF)*t))	(L + (K*Y*V*A)/((sc)*(nt)*(U)*(h))	(pwr)²	Potencia a la barra de tiro (pwr) en Kw	Potencial motor (Pm) en Kw
Maíz amiláceo	100	1517	60	15.4	0.85	2000	8	0.002	1.2	3600	4	1	0.7	8	347.67	593.13	206213.00	649.38	927.68
Papa blanca	100	757	60	15.4	0.85	2000	8	0.002	0.75	20000	4	1	0.7	8	173.49	1021.84	177280.14		
Maíz amarillo duro	100	424	60	15.4	0.85	2000	8	0.002	1.2	4000	4	1	0.7	8	97.17	189.71	18435.18		
Maíz choclo	100	375	60	15.4	0.85	2000	8	0.002	0.6	10000	4	1	0.7	8	85.94	208.89	1470.62		
Trigo	100	227	60	15.4	0.85	2000	8	0.002	1	1000	4	1	0.7	8	52.02	28.27	1470.62		
Arveja	100	93	60	15.4	0.85	2000	8	0.002	0.8	1200	4	1	0.7	8	15.97	15.97	340.41		
Segunda aradura		**3393**										**Sumatoria de la potencia a la barra de tiro al cuadrado**					**421692.33**		

Nota. La tabla muestra la determinación de la potencia óptima a la barra de tiro y al motor y el número de tractores, para la labranza secundaria. Tomando datos del libro Donnel Hunt – Manual de maquinaria agrícola: Tomo 2, tabla elaborada por la tesista

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4.3. Determinación de la potencia a la barra de tiro y el índice de mecanización agrícola

Tabla 21

Resumen de la potencia al motor, las áreas mecanizables y el índice de mecanización agrícola.

Cultivos	**Superficie en Has**	**Potencia del motor (Kw)**			**Índice de mecanización agrícola**
		Primera aradura	Segunda aradura	Labranza convencional	
Maíz amiláceo	1517	956.23	927.68	1883.91	0.56
Papa blanca	757				
Maíz amarillo duro	424				
Maíz choclo	375				
Trigo	227				
Arveja	93				
	3393				

Nota. La tabla muestra el resumen de la potencia al motor, las áreas mecanizables y el índice de mecanización agrícola el cual fue elaborada por la tesista.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

V. DISCUSIÓN

5.1. Áreas agrícolas con potencial para mecanización agrícola.

Según el estudio Semidetallado de suelos del Callejón de Huaylas, realizado por la ONERN, el año 1974, el Callejón de Huaylas cuneta con 58141 Has de tierras aptas para el desarrollo de las actividades agropecuarias, de ellas 12382 Has, son suelos aptos para el desarrollo de la agricultura, cifra que representa el 21.30%, considera todos los suelos con pendientes menores a 25%, el estudio se realizó con tecnología no muy desarrollada para estos fines.

Para la tesis, se ha hecho uso de tecnología avanzada, se hizo uso del SIG y ARCGIS, para la determinación de áreas agrícolas con pendientes menores al 20%, los resultados, permiten establecer que la provincia de Carhuaz, cuenta con 14469.09 Has de tierras aptas para el desarrollo de la agricultura con cultivos transitorios, de ellas 3393 Has, cifra que representa el 23.45%, son suelos agrícolas con pendientes menores al 20%, la información reportada para la tesis y muestra consistencia con los resultados reportados por ONERN en el Estudio Semidetallado de Suelo del Callejón de Huaylas, se considera que las 3393 Has de suelos agrícolas con pendiente menor al 20%, son suelos aptos para la mecanización agrícola.

5.2. Costos de operación de maquinaria agrícola.

Los costos de operación de maquinaria agrícola, define dos componentes los costos fijos y los costos variables, los costos fijos o costos de posesión están definidos por la depreciación, el interés sobre la inversión media, el seguro y el alojamiento y los costos variables o costos de uso están definidos por el costo de combustible, el

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

costo de lubricante, el costo de la mano de obra del operador y los costos de reparación y mantenimiento.

Los costos fijos, pueden ser expresados como una función del valor de adquisición del tractor o del implemento, al respecto Donnell Hunt, en el Manual de Maquinaria Agrícola: Rendimiento económico, costos, operaciones, potencia y selección de equipos, al tratar el tema de Selección de Equipos, en el Capítulo V, para estimar el ancho óptimo de implementos agrícolas.

Al tratar el tema de la Selección de la Potencia, el mismo autor, en el Capítulo VI, para estimar la potencia óptima a la barra de tiro del tractor, hace uso de un porcentaje de 16%.

Para los fines de la investigación, se ha determinado estos porcentajes y los costos fijos del implemento y del tractor, han sido expresados como porcentaje del valor de adquisición.

5.2.1. Para el implemento.

Valor de adquisición Va.

Valor residual Vr = 10%Va.

Vida útil = 20 años.

Tasa de interés 8%

Seguro = 0.75% Va.

Alojamiento = 1.25%Va.

Depreciación.

$$Da = \frac{Va - Vr}{20} = \frac{Va - 0.1Va}{20} = \frac{0.9Va}{20} = 0.045Va = 4.5\%Va$$

Interés sobre la inversión media.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

$$Ia = \frac{Va + Vr}{2} * i = \frac{Va + 0.1Vr}{2} * 0.08 = 0.55Va * 0.08 = 0.044Va = 4.4\%Va$$

Seguro = Sa = 0.75%Va.

Alojamiento = Aa = 1.25% Va.

$$CF = Da + Ia + Sa + Aa$$

$$CF = 4.5\%Va + 4.4\%Va + 0.25\%Va + 1.25\%Va$$

$$CF = 10.90\%Va.$$

Verificar la información en la ecuación (33)

La investigación se ha desarrollado con un valor de (%CF) = 10.9, cifra que no difiere significativamente con la utilizada por Donnell Hunt, quien utiliza 14%, lo que pone en evidencia la coherencia de la propuesta de la investigación.

5.2.2. Para el tractor

Valor de adquisición Va.

Valor residual Vr = 10%Va.

Vida útil = 10 años.

Tasa de interés 8%

Seguro = 0.75% Va.

Alojamiento = 1.25%Va.

Depreciación.

$$Da = \frac{Va - Vr}{10} = \frac{Va - 0.1Va}{10} = \frac{0.9Va}{10} = 0.09Va = 9.0\%Va$$

Interés sobre la inversión media.

$$Ia = \frac{Va + Vr}{2} * i = \frac{Va + 0.1Vr}{2} * 0.08 = 0.55Va * 0.08 = 0.044Va = 4.4\%Va$$

Seguro = Sa = 0.75%Va.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Alojamiento = Aa = 1.25% Va.

$$CF = Da + Ia + Sa + Aa$$

$$CF = 9.0\%Va + 4.4\%Va + 0.75\%Va + 1.25\%Va$$

$$CF = 15.40\%Va.$$

Verificar la información en la ecuación (27).

La investigación se ha desarrollado con un valor de (%CF) = 15.40, cifra que no difiere significativamente con la utilizada por Donnell Hunt, quien utiliza 16%, lo que pone en evidencia la coherencia de la propuesta de la investigación.

5.2.3. Costo de oportunidad

Para estimar la pérdida de costos por oportunidad (OP), se adopta la propuesta de Hunt, con las adecuaciones del costo de la mano de obra del operador, la jornada laboral, los precios de los productos en chacra y los rendimientos de producción.

$$OP = \frac{(K * Y * R * A) * A}{sc * nt * U * h} = \frac{K * Y * R * A^2}{sc * nt * U * h}$$

K = Factor de pérdidas por oportunidad

Y = precio del producto en chacra, expresado en soles/ Kilogramo

R = rendimiento de producción, expresado en Kilogramos/hectárea

A = área del cultivo, expresado en hectáreas

sc = ejecución de la labor en forma oportuna

nt = número de veces que se realiza la labor cultural en una campaña

U = % de días disponibles al mes para la ejecución de labores agrícolas

h = jornada laboral de trabajo, se toma el valor de 8

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Los costos de oportunidad, ponen en evidencia posibles pérdidas de calidad y precio por la ejecución inoportuna de las actividades agrícolas, al respecto Donnell Hunt, en el Manual de Maquinaria Agrícola: Rendimiento económico, costos, operaciones, potencia y selección de equipos, al tratar el tema de Selección de Equipos, en el Capítulo V, y la selección de la potencia, en el Capítulo VI, para estimar el ancho óptimo de implementos agrícolas y los requerimientos de la potencia a la barra de tiro, hace uso de 0.7

Para los fines de la investigación, se ha determinado el valor de U, para la investigación.

U = % de días disponibles al mes para la ejecución de labores agrícolas, los días mensuales se les resta los días no laborales del mes, domingos y feriados y, se descuenta jornadas laborales de 4 horas al día en los meses lluviosos de enero, febrero, marzo y diciembre.

Tabla 22

Calendario del año 2020.

Días del mes	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Total**
Días del mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Domingos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48
Feriados	1	0	0	2	1	1	2	1	0	0	1	2	11
Media jornada por lluvia	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15	60
Tiempo disponible	11	9	12	24	26	25	25	26	26	27	25	10	246
% de tiempo disponible	35.48 %	32.14 %	38.71 %	80.00 %	83.87 %	83.33 %	80.65 %	83.87 %	86.67 %	87.10 %	83.33 %	32.26 %	67.40 %
Promedio anual	67.28%												

Nota. La tabla contiene el calendario del año Calendario del año 2020 el cual fue elaborado por la tesista.

Para fines de la investigación se hará uso de 0.70

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

h = jornada laboral de trabajo, se toma el valor de 8

5.3. Determinación del ancho óptimo de trabajo.

5.3.1. Para el arado de discos.

La cuantificación de la ecuación (51), permite determinar el ancho de trabajo óptimo para el arado de discos, se obtiene un valor de 33.93 metros, si consideramos que el ancho de trabajo de un arado de discos es de 1.25 metros, la provincia de Carhuaz requiere de 27 arados de discos.

5.3.2. Para la rastra de discos.

La cuantificación de la ecuación (51), permite determinar el ancho de trabajo óptimo para el arado de discos, se obtiene un valor de 32.92 metros, si consideramos que el ancho de trabajo de una rastra de discos es de 2.40 metros, la provincia de Carhuaz requiere de 14 rastras de discos.

5.4. Determinación de la potencia óptima a la barra de tiro.

5.4.1. Para la primera ardura.

La cuantificación de la ecuación (52), permite determinar la potencia óptima a la barra de tiro para la primera aradura utilizando el arado de discos, se obtiene un valor de 669.36 Kw a la barra de tiro, considerando que entre el motor y la barra de tiro hay una pérdida de potencia de 30%, la potencia al motor toma un valor de 956.23 Kw, si consideramos que el tractor debe ser de mediana potencia de 75 KW, la provincia de Carhuaz requiere de 13 Tractores.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

5.4.2. Para la segunda aradura.

La cuantificación de la ecuación (52), permite determinar la potencia óptima a la barra de tiro para la primera aradura utilizando el arado de discos, se obtiene un valor de 649.38 Kw a la barra de tiro, considerando que entre el motor y la barra de tiro hay una pérdida de potencia de 30%, la potencia al motor toma un valor de 927.68 Kw, si consideramos que el tractor debe ser de mediana potencia de 75 KW.

Hacemos la aclaración que los tractores de la labranza primaria son los mismos para la labranza secundaria; por lo tanto, la provincia de Carhuaz requiere de 13 tractores de 75 Kw.

5.5. Índice de mecanización agrícola (IM)

Se ha determinado la superficie agrícola mecanizables y tiene un valor de 3393 Has.

Se ha determinado el requerimiento de la potencia para ejecutar la labranza convencional y tiene un valor de 1883.91 Kw; por lo tanto, el índice de mecanización agrícola de la provincia de Carhuaz es de:

$$IM = \frac{Potencia\ requerida}{Superfifie\ agrícola\ mecanizable} = \frac{1883.91\ Kw}{3393\ Ha} = 0.56\frac{Kw}{Ha}$$

La FAO, para américa latina recomienda que el índice de mecanización debe estar entre 0.37 Kw/Ha para países en vías de desarrollo y para paices desarrollados define 0.75 Kw/Ha.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

La investigación permite establecer un índice de mecanización de 0.56 KW/ha, para la provincia de Carhuaz, indicador que está dentro de los límites establecidos por la FAO.

VI. CONCLUSIONES

Los costos de operación de máquinas e implementos agrícolas, se expresan como costos fijos y costos variables, los costos fijos o costos de posesión pueden ser expresados como un porcentaje del valor de adquisición de la máquina o del implemento y los costos variables dependen del tiempo de uso de las máquinas e implementos. El valor de adquisición de un implemento puede ser expresado como una función del ancho de trabajo y el valor de adquisición del tractor puede ser expresado como una función de la potencia a la barra de tiro.

La potencia óptima a la barra de tiro, para la provincia de Carhuaz es de 669.36 Kw, considerando una pérdida de potencia del 30%, entre la potencia al motor y la potencia a la barra de tiro, se determina una potencia de 956.23 Kw; si se considera, la adquisición de tractores de mediana potencia de 75 KW, se requiere 13 tractores.

El ancho óptimo para la primera aradura es de 33.93 metros; si se considera, la adquisición de arados de discos de 1.25 metros de ancho de trabajo, se requiere 27 arados de discos.

El ancho óptimo para la segunda aradura es de 32.92 metros; si se considera, la adquisición de rastras de discos de 2.40 metros de ancho de trabajo, se requiere 14 rastras de discos.

La potencia requerida a la barra de tiro para la labranza convencional es de 669.36 Kw para la primera ardura y 649.38 Kw para la segunda ardura, en total se requiere 1318.74

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Kw, considerando una pérdida de 30% de potencia entre el motor y la barra de tiro, se requiere 1883.91 Kw de potencia del motor.

El índice de mecanización de la provincia de Carhuaz se estima en 0.56 Kw/Ha, indicador que se encuentra dentro de los límites establecidos por la FAO, para américa latina.

VII. RECOMENDACIONES

a) La investigación y la metodología desarrollada se debe aplicar a las otras provincias del Callejón de Huaylas y del departamento de Ancash, de modo que se tenga información relevante para mejorar la productividad y producción agraria.

b) Se debe proponer la instalación de servicios de alquiler de maquinaria agrícola, orientada al apoyo a la pequeña agricultura, con tractores de pequeña potencia, no mayores a 45 Kw.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, C. A. (2003). *Administracipon de maquinaria agrícola.* Bogotá: Amazón.com. Recuperado el 12 de Setiembre de 2021, de https://books.google.com.pe/books?id=hIw6efSKUasC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Bailón, S. H. (2018). *Diagn{ostico del nivel de Mecanización del Minicipio de Zinacantepec, Estado de México.* Informe de tesis, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca. Recuperado el 21 de Setiembre de 2020, de http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/94713/TESIS%20COMPLETA%20HILDA%20CONSUELO%20BAILON%20%20PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Catalán, H. (2012). Diseño de un parque de maquinaria ¿cuántas máquinas necesito? *Revista Agropecuaria*, 46-51. Recuperado el 28 de Diciembre de 2020, de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Agri/Agri_2012_947_46_51.pdf

Catalán, H. (2012). *Diseño de un parque de maquinaria ¿cuántas máquinas necesito?* Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Foa.upm.es%2F22255%2F1%2Fparque_maquinaria_enero_2012.pdf&clen=1200931&chunk=true

Caterpillar - CAT. (2009). *Manual de rendimiento - 39.* (Caterpillar, Ed.) Illinois, Estados Unidos: 39° Edición. Recuperado el 26 de Marzo de 2020

Caterpillar - CAT. (2010). *Manual de rendimiento Caterpillar.* Illinois. Recuperado el 20 de Abril de 2021

Cortés, M. E., Álvarez, M., & González, S. (20 de Noviembre de 2009). La mecanización agrícola: gestión, selección y administración. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia., 4*(2). Recuperado el 5 de Noviembre de 2021, de https://www.redalyc.org/pdf/3214/321428102015.pdf

Cuauhtemoc, N., Tavares, M., & Tavares, M. (2013). Parque de tractores agrícolas en México: estimación y proyección de la demanda. *Ciencias Técnicas Agropecuarias, 22*(3), 61-69. Recuperado el 12 de Mayo de 2021, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fscielo.sld.cu%2Fpdf%2Frcta%2Fv22n3%2Frcta11313.pdf&clen=899197&chunk=true

Delgado, M. F. (2016). *Selección y programación de maquinaria agrícola para el empacado de rastrojo de arroz en el Valle de Majes - Arequipa.* Informe de

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

tesis, Arequipa. Recuperado el 16 de Abril de 2021, de http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4622

Elverdin, P., Piñeiro, V., & Robles, M. (2018). La mecanización agrícola en América Latina. Obtenido de https://www.ifpri.org/es/publication/la-mecanizaci%C3%B3n-agr%C3%ADcola-en-am%C3%A9rica-latina

Elverdin, P., Piñeiro, V., & Robles, M. (2018). *La Mecanización Agrícola en América Latina.* Informe de investigación, Washington. Recuperado el 27 de Junio de 2020, de https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=rrVoDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA8&dq=la+mecanizaci%C3%B3n+agr%C3%ADcola&ots=rML7MnN9S-&sig=ExhsJPn2Io40TNOD2j0Z2i3Fl9I#v=onepage&q=la%20mecanizaci%C3%B3n%20agr%C3%ADcola&f=false

Escudero, G. A. (2015). *Cálculo de costos para la actividad de mecanización en la Empresa Agropecuaria "Valle de Yab{u" en Santa Clara.* Informe de tesis, Santa Clara. Recuperado el 21 de Setiembre de 2020, de https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/2584/TesisMSc_Arcadio_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Huascupe, H. J. (2019). *Potencia óptima en tractores agrícolas en el CIP Illpa.* Informe de investigación, Puno. Recuperado el 20 de Julio de 2020, de http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8284

Hunt, D. (1988). *Manual de maquinaria agrícola: Rendimiento económico, costos, operaciones, potencia y selección de equipos.* México: Ciencia y Técnica. Recuperado el 14 de Marzo de 2022, de https://www.worldcat.org/title/manual-de-maquinaria-agricola-rendimiento-economico-costos-operaciones-potencia-y-seleccion-de-equipo-manual-de-laboratorio-y-cuaderno-de-trabajo/oclc/20141707?referer=di&ht=edition

Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. (2012). *IV Censo Nacional Agropecuario.* LIma. Recuperado el 18 de Julio de 2020, de http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2012). *IV Censo Nacional Agropecuario.* Lima. Recuperado el 21 de Noviembre de 2021, de http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/

Larqué, S. B., Cortés, E., Sánchez, H., Ayala , G., & Sangerman-Jarquín, D. (Noviembre - Diciembre de 2012). Análisis de la mecanización agríucola de la región Atlacomulco, Estado de mexico. *Revista mexicana de Ciencias Agrícolas, Publicación especial*(4), 825-837. Recuperado el 21 de Setiembre de 2020, de file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-AnalisisDeLaMecanizacionAgricolaDeLaRegionAtlacomu-6033096.pdf

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Larqué, S. B., Cortes, E., Sánchez, H., Ayala, G., & Sangerman, J. (2012). Análisis de la mecanización agrícola de la región Atlacomulco, Estado de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, (Extra 4), 825-837. Recuperado el 28 de Diciembre de 2020, de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6033096

Luján, C. E. (2018). *Determinación del índice de mecanización y demanda de maquinaria agrícola en los sectores: Vichanzao, Mochica Alta y Comache, del Valle de Moche - Región La Libertad.* Recuperado el 16 de Abril de 2021, de https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9499?show=full

Machaca, H. G. (2017). *Comparativo de dos tipos de tractores agrícolas en el laboreo del suelo en el CIP Illpa.* Informe de tesis, Puno. Recuperado el 16 de Abril de 2021, de http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4817

Montoya, E. I. (2018). *Estudio del nivel de Mecanización Agrícola: caso Municipio de Almoloya de Juarez, Estado de Mexico.* Informe de Tesis., UNiversidad Autónoma del Estado de México, Toluca. Recuperado el 21 de Setiembre de 2020, de http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/94719/TESIS%20COMPLETA%20%20IGNACIO%20MONTOYA%20ESCOBAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Navarro, G. F. (2016). *Comparación de costos de producción empleando dos sembradoras de precisión en agricultura de conservación VS agricultura convencional.* Informe de tesis, Lima. Recuperado el 16 de Abril de 2021, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Frepositorio.lamolina.edu.pe%2Fbitstream%2Fhandle%2F20.500.12996%2F2719%2FE16-N38-T.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&clen=6778094

ONERN. (1973). *Estudio de suelos del allejón de Huaylas (Semidetallado).* Estudio de suelos, Lima. Obtenido de https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/1012

Ortiz, C., García, R., Gil, S., Hernanz, M., Ruiz, A., & Valerio, U. (2003). *Las máquinas agrícolas y su aplicación* (Sexta edición ed.). Madrid: Mundi-Prensa. Recuperado el 8 de Mayo de 2020, de https://es.scribd.com/document/381361456/0603-001098-I-pdf

Ortiz, Z. J. (2018). *Comparación técnico-económico del trasplante tradicional VS el trasplante en hileras de arros (Oriza L.) en la provincia de bellavista (departamento de San Martín).* Informe de tesis, Lima. Recuperado el 16 de Abril de 2021, de https://studium.ucss.edu.pe/index.php/SV/article/view/290

Rodríguez, D., & Orbegoso, N. (2018). Diagnóstico de los sistemas de producción y mecanización en el Perú. *ciencias y tecnologpias de materiales, 10*(3).

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

Recuperado el 16 de Abril de 2021, de http://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/867

Rojas, B. A. (2016). Mecanización agrícola y fomento estatal en Chile (1942-1973). *Fundación Dialnet, 23*(3), 147-173. Recuperado el 28 de Diciembre de 2020, de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5802431

Trucios, C., & Vargas, C. (2019). *Plan de negocios de una importadora y comercializadora de tractores agrícolas de alta eficiencia para un determinado sector agrícola del Perú.* Informe de investigación, Jaen. Recuperado el 16 de Abril de 2021, de http://bibliotecavirtualoducal.uc.cl:8081/handle/123456789/1614538

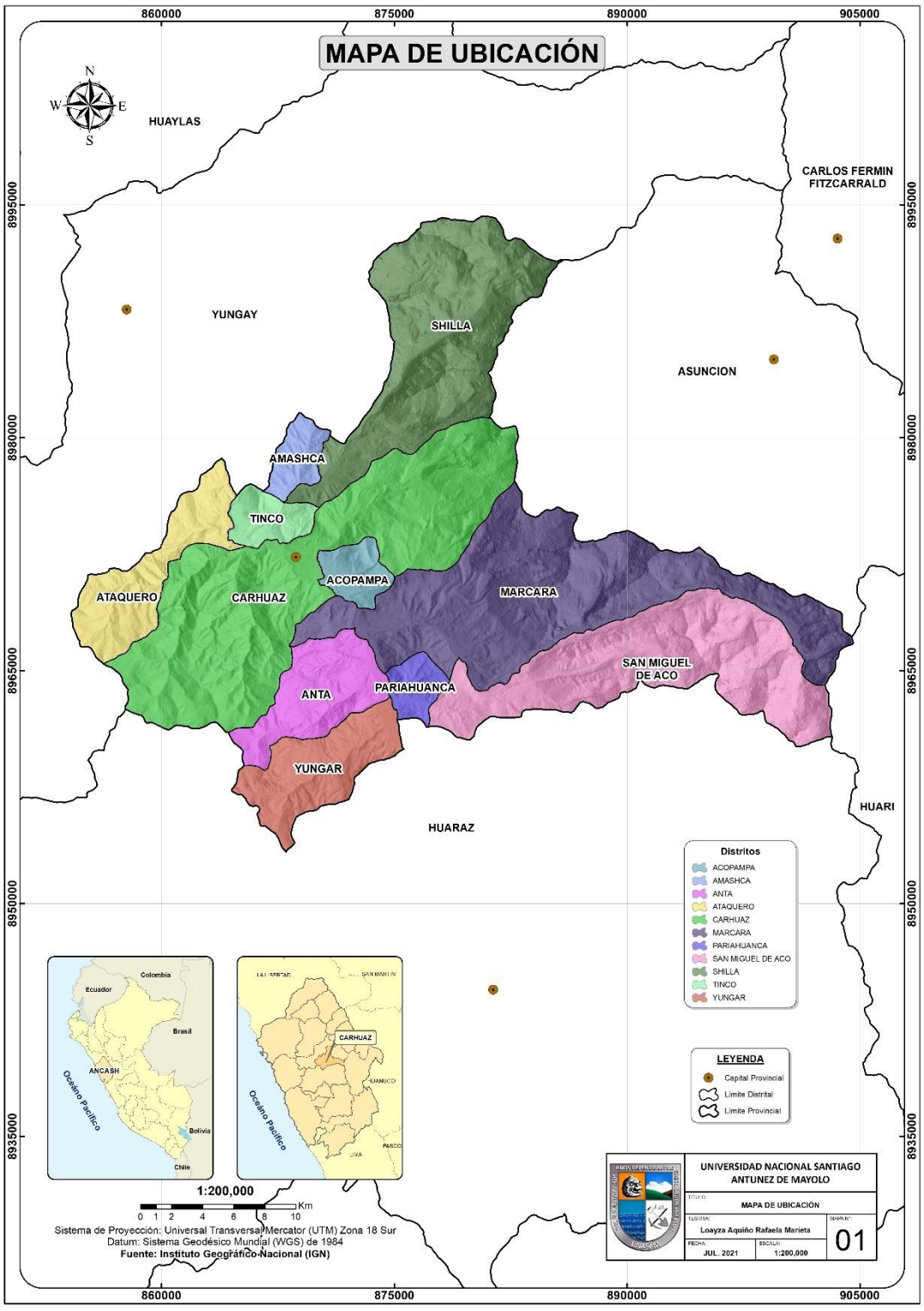
Vargas, S., Audelio, B., Jiménez, R., Ayala, G. A., & Cervantes, O. (2013). *Potencia y fuerza de tracción en la barra de tiro de los tractores agrícolas.* Coatlinchán. Recuperado el 20 de Diciembre de 2020, de https://docplayer.es/69688415-Potencia-y-fuerza-de-traccion-en-la-barra-de-tiro-de-los-tractores-agricolas.html

Zingg, R. A. (2009). Vida útil y uso anual de los tractores agrícolas en el Valle de Cajamarca - Departamento de Cajamarca, Periodo 1996 - 2007. *Anales científicos, 70*(2), 207-215. Recuperado el 28 de Diciembre de 2020, de https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/514

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

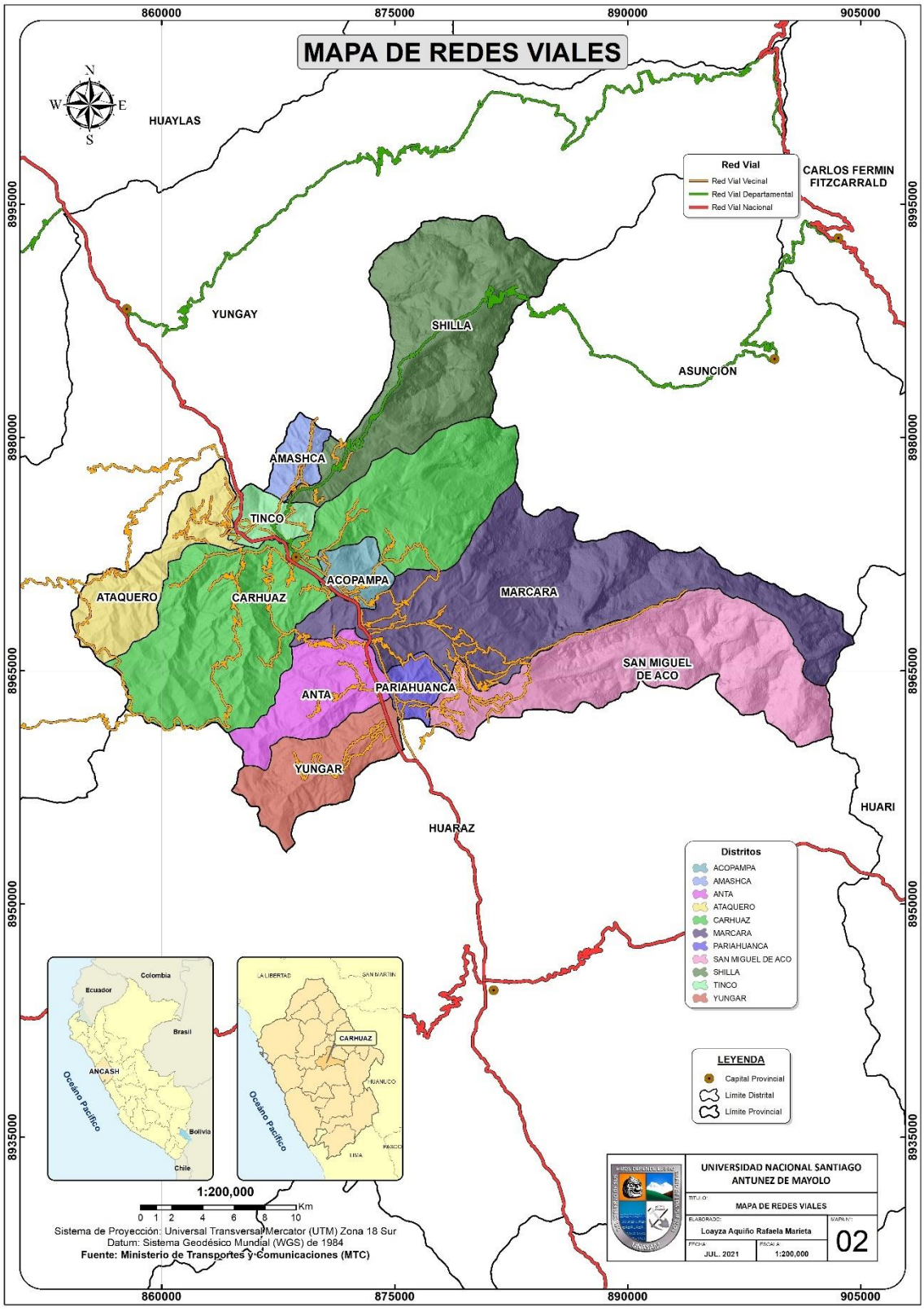
IX. ANEXOS

1. Mapas temáticos procesados con ARGIS.



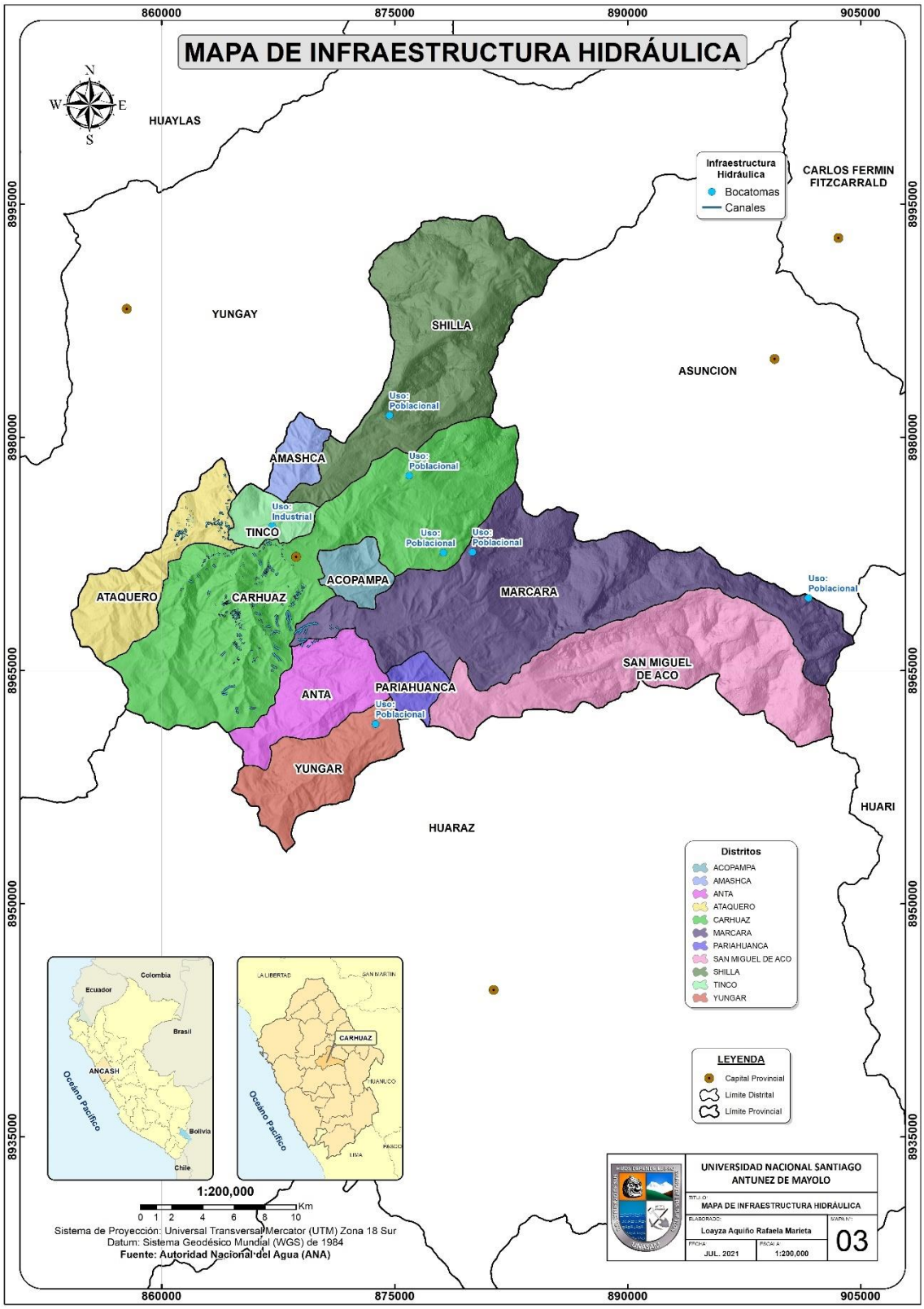
Anexo 1. Mapa de Ubicación de la provincia de Carhuaz.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



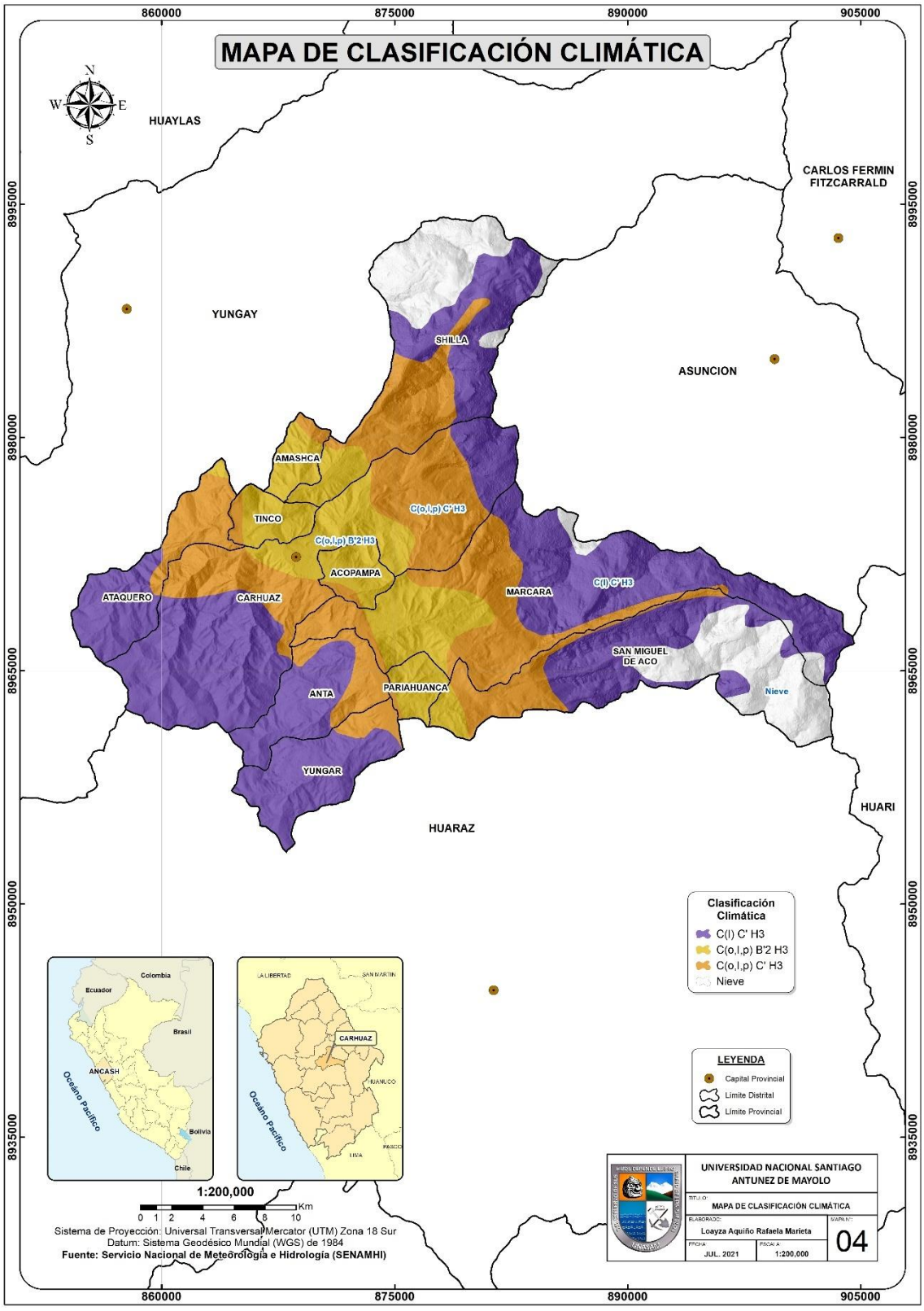
Anexo 2. Mapa de Redes de Viales de la provincia de Carhuaz.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



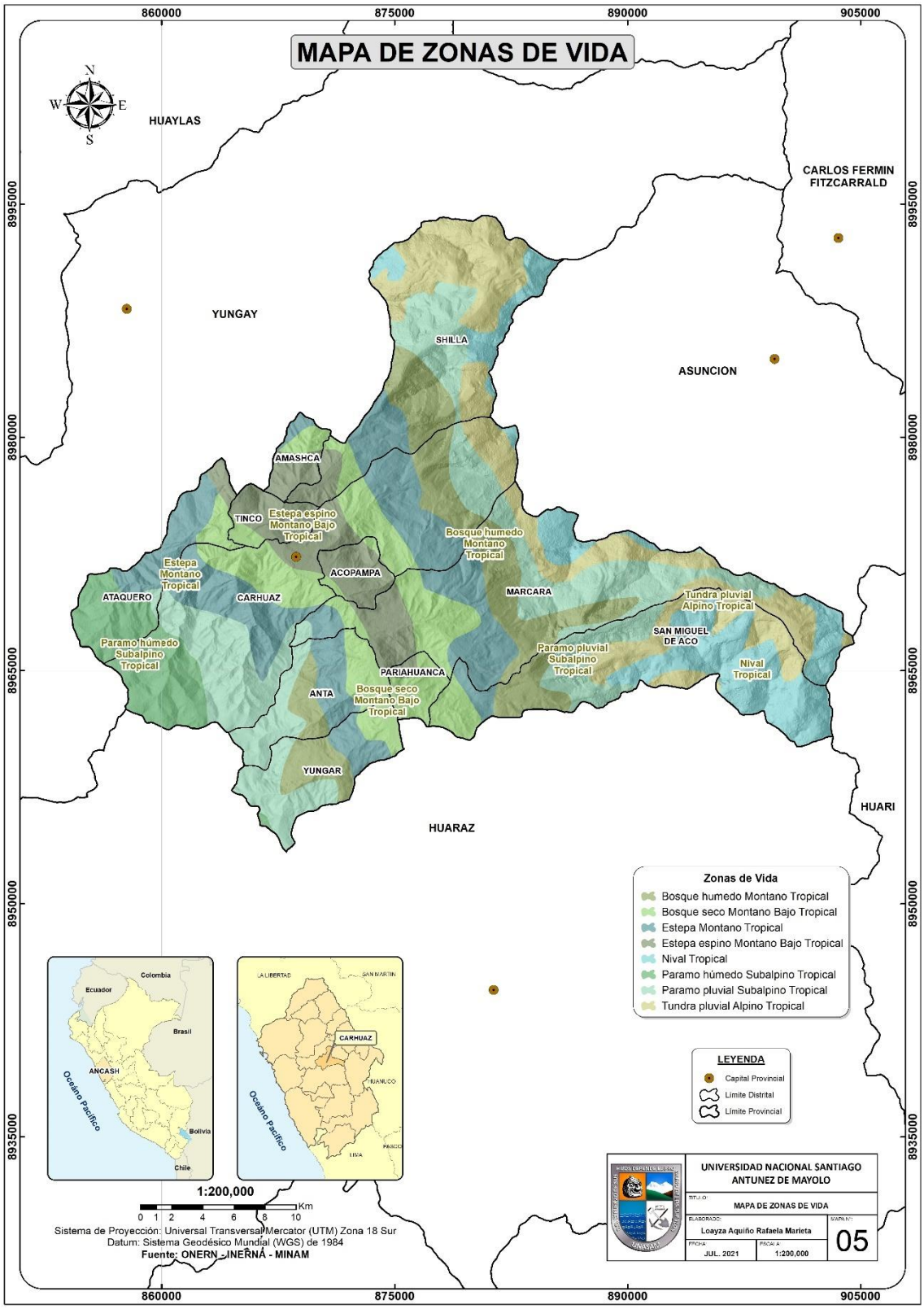
Anexo 3. Mapa de infraestructura hidráulica de la provincia de Carhuaz.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



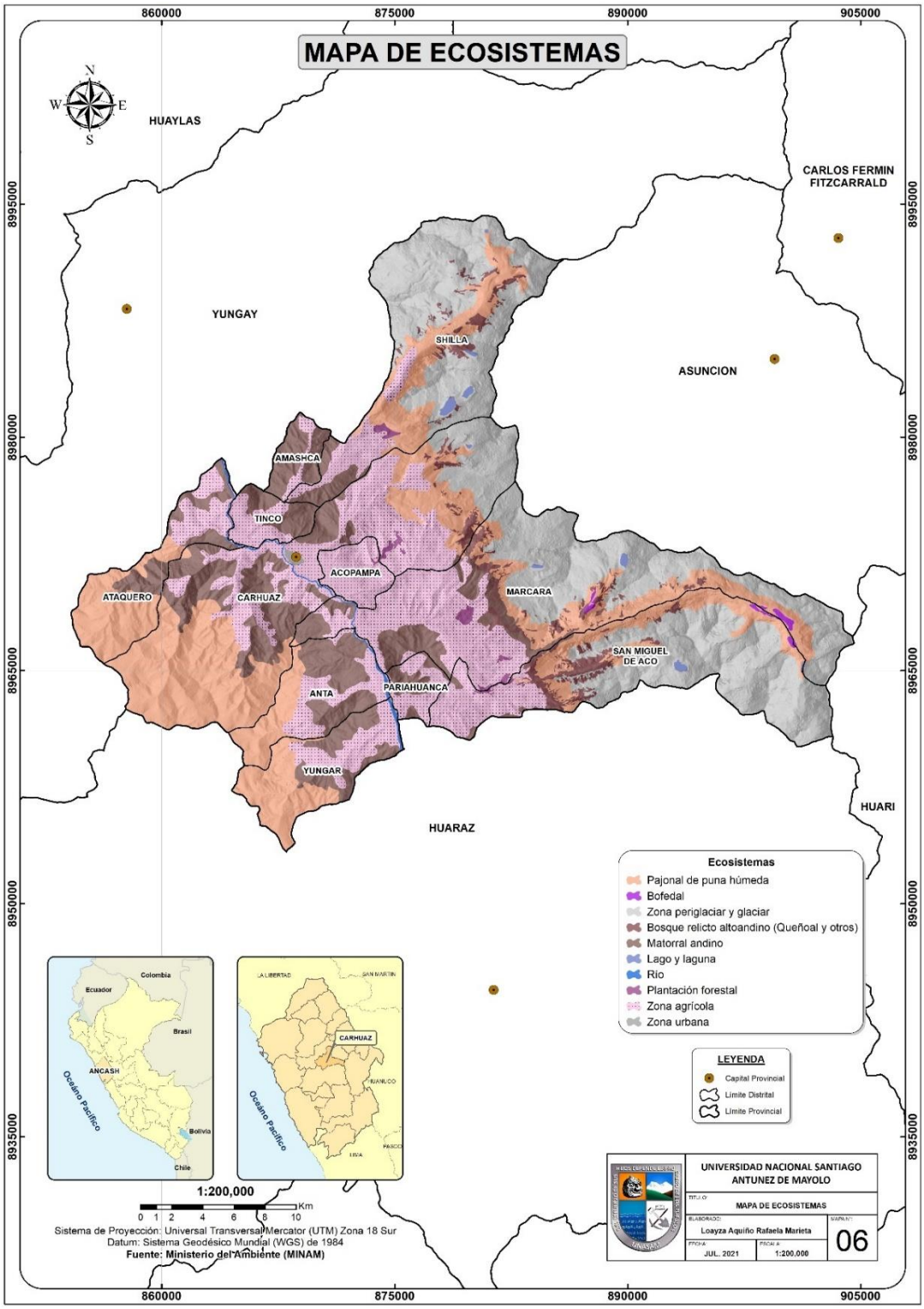
Anexo 4. Mapa de clasificación climática de la provincia de Carhuaz.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



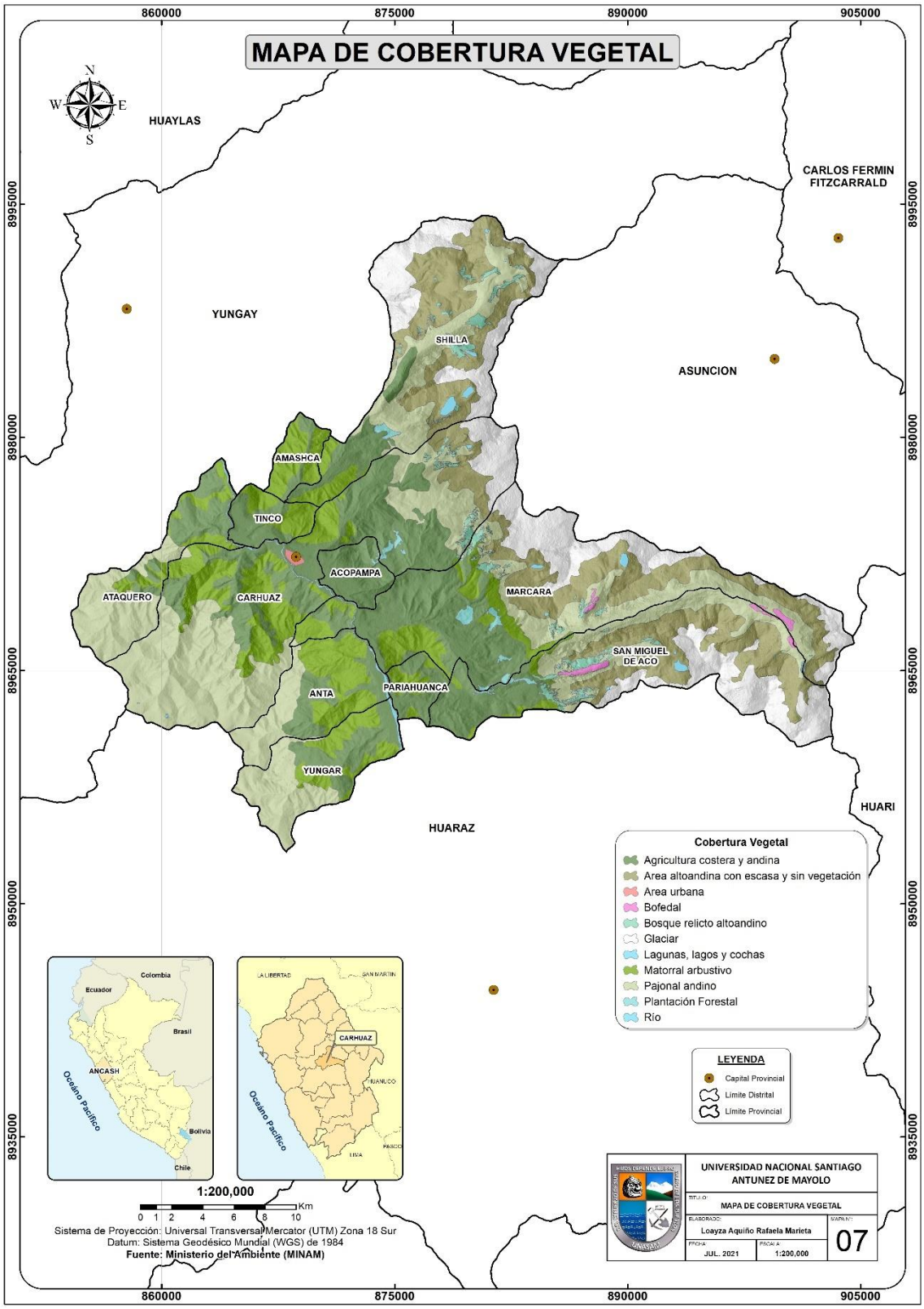
Anexo 5. Mapa de zonas de vida de la provincia de Carhuaz.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



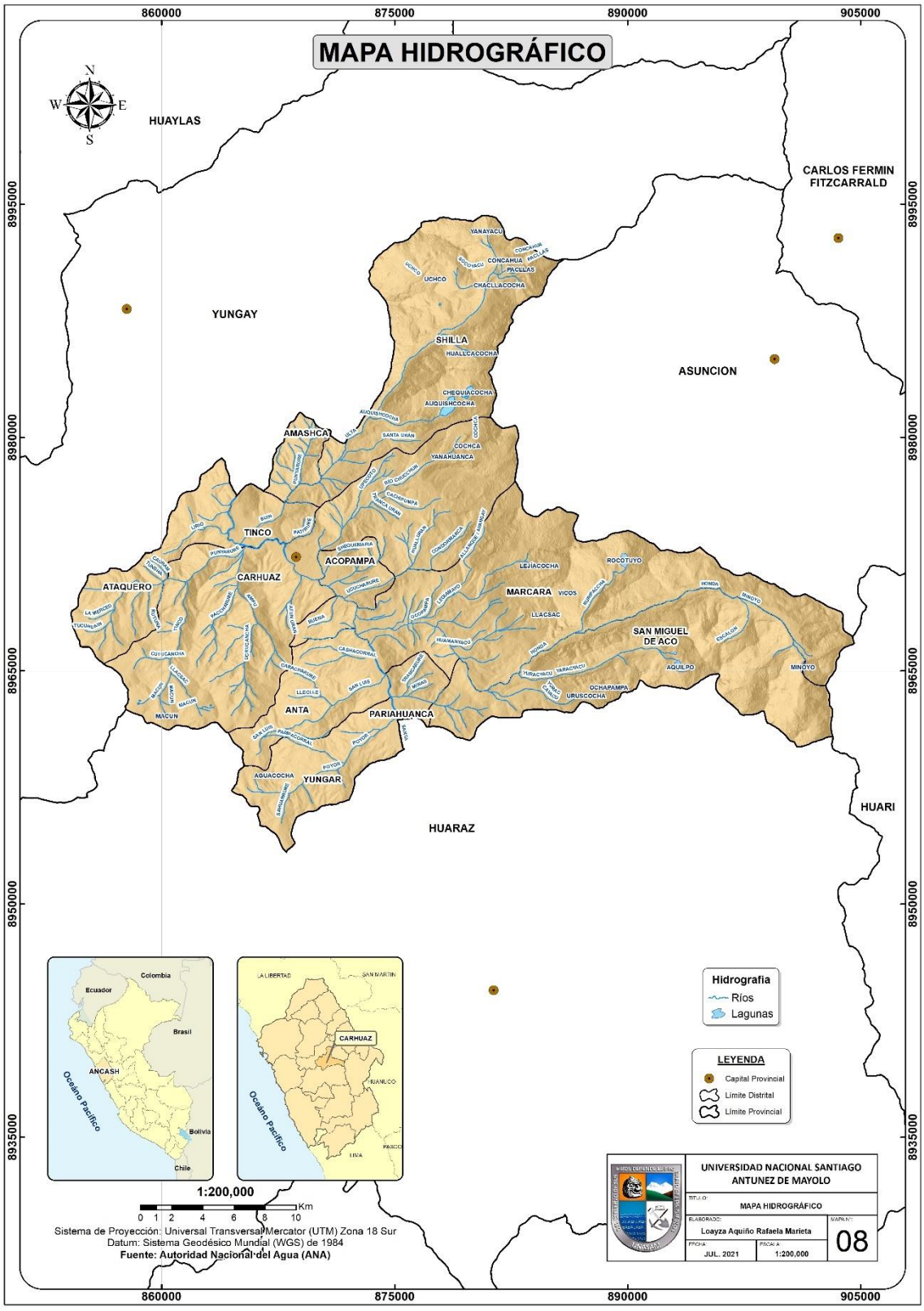
Anexo 6. Mapa de Ecosistemas de la provincia de Carhuaz.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



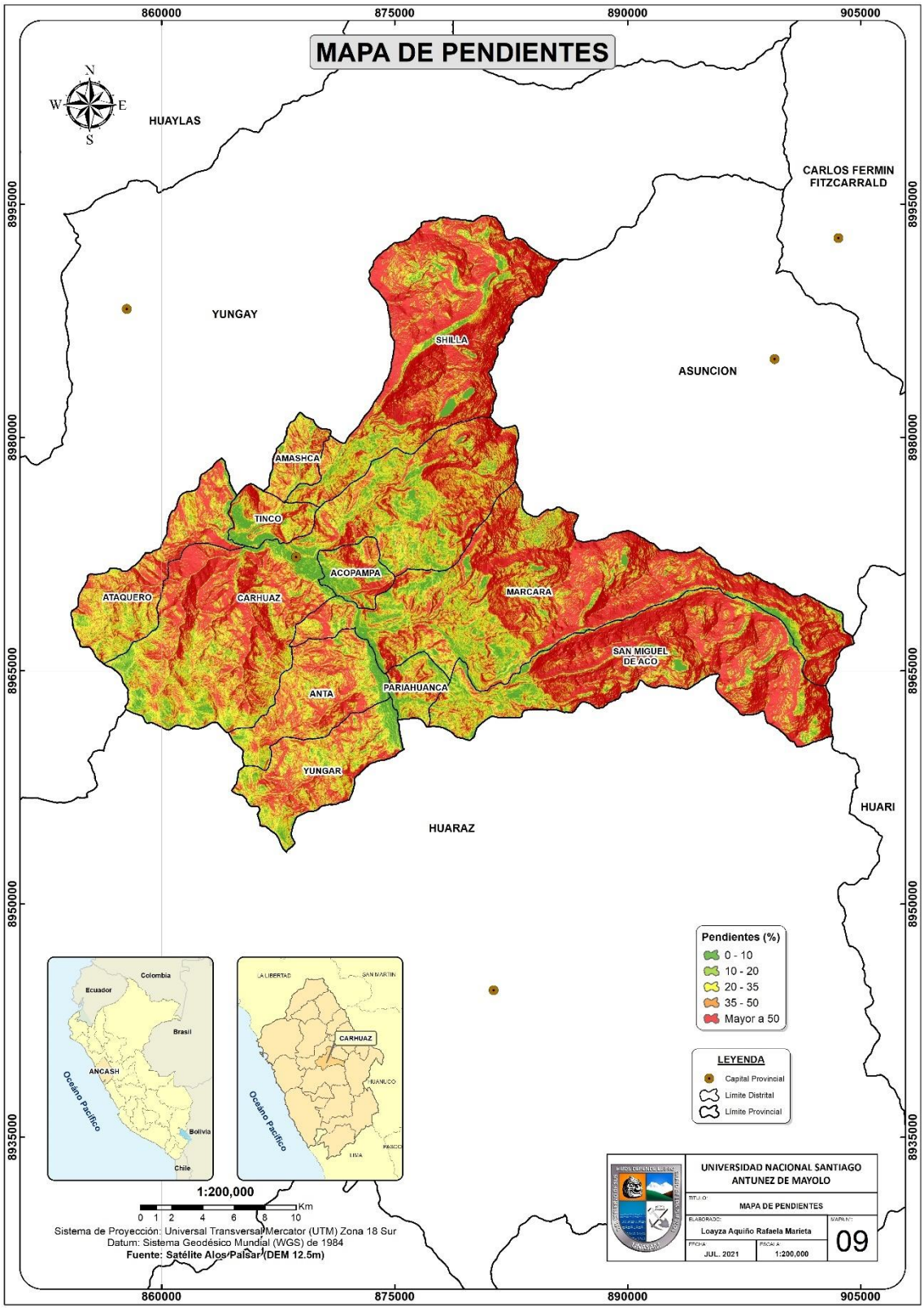
Anexo 7. Mapa de Cobertura Vegetal de la provincia de Carhuaz.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



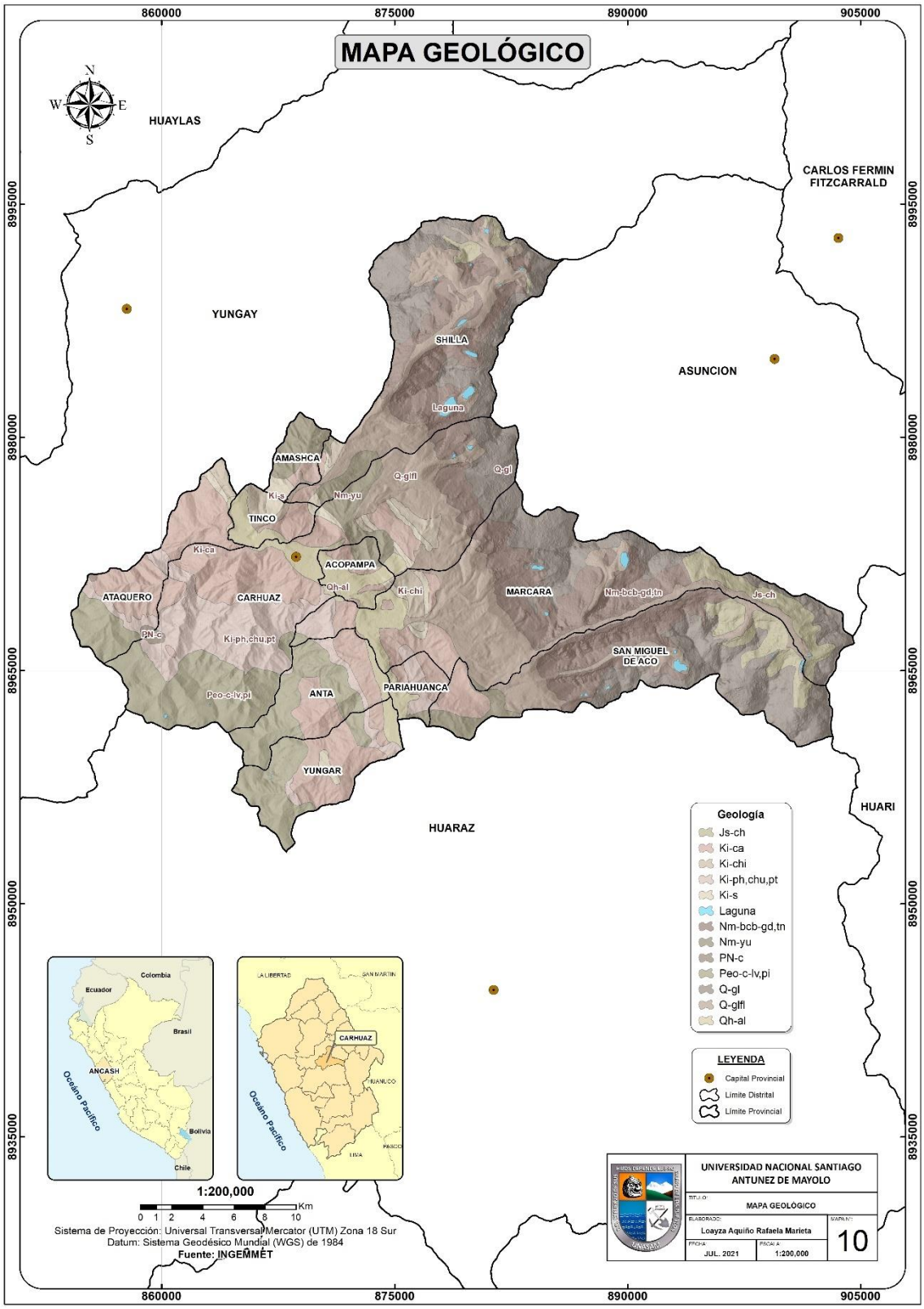
Anexo 8. Mapa Hidrografico de la provincia de Carhuaz.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



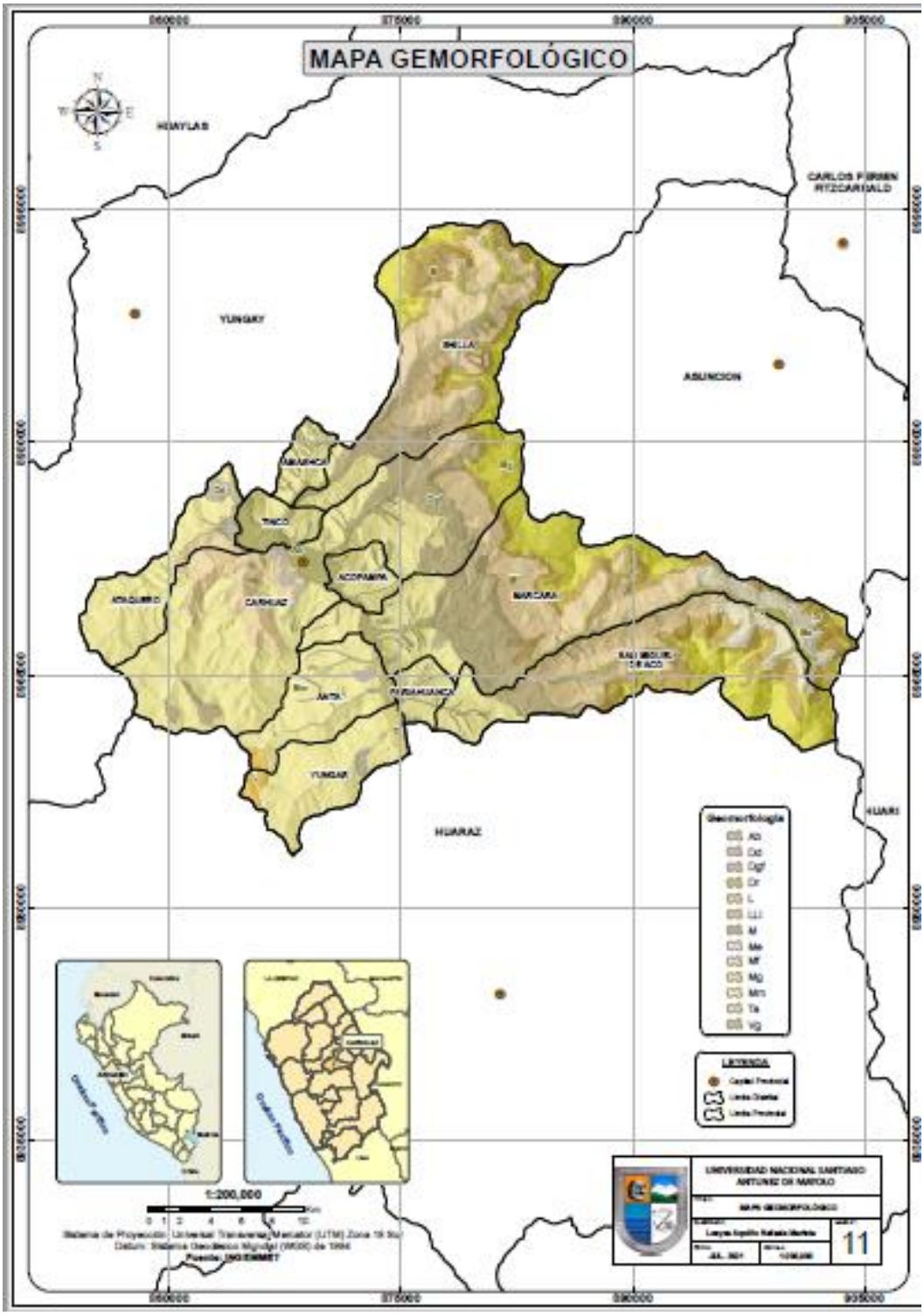
Anexo 9. Mapa de Pendientes de la provincia de Carhuaz.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



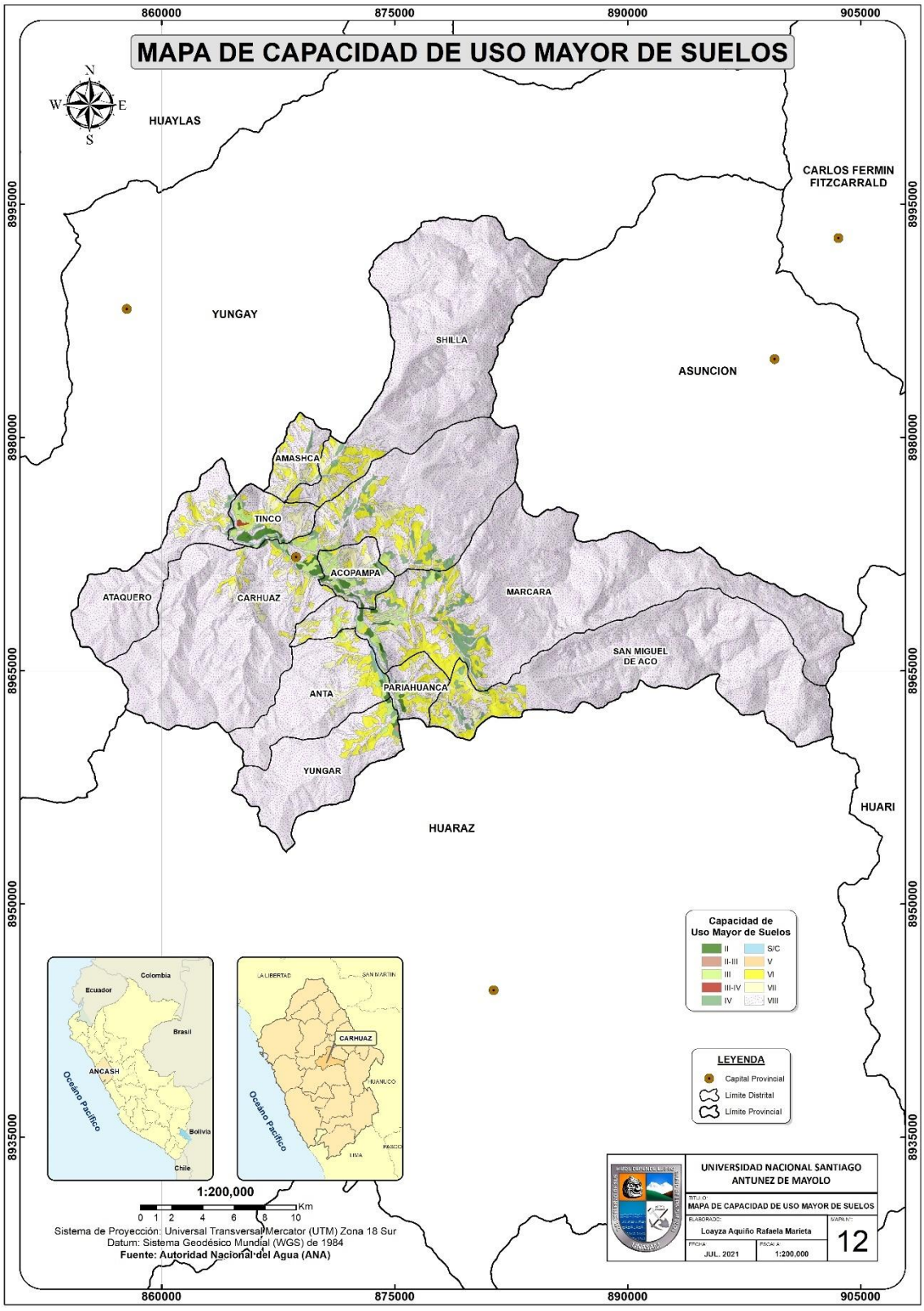
Anexo 10. Mapa Geologico de la provincia de Carhuaz.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



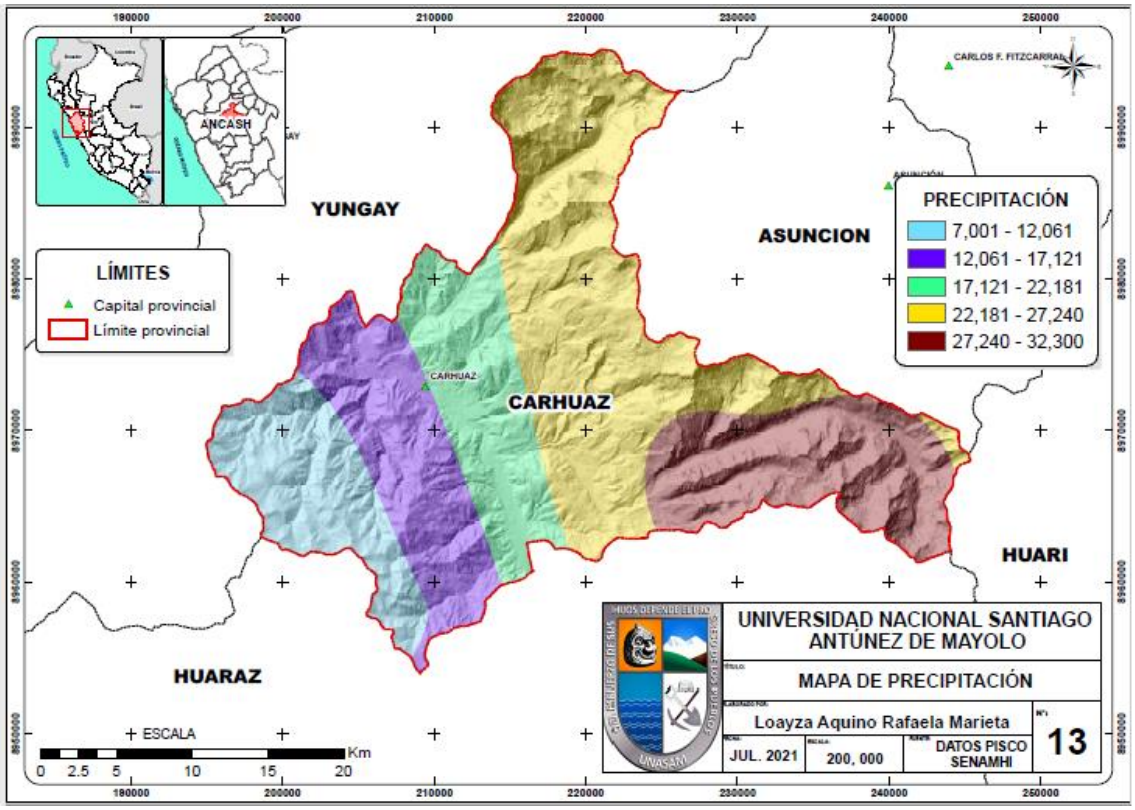
Anexo 11. Mapa Geomorfológico de la provincia de Carhuaz.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



Anexo 12. Mapa de Capacidad de Uso Mayor de Suelos de la provincia de Carhuaz.

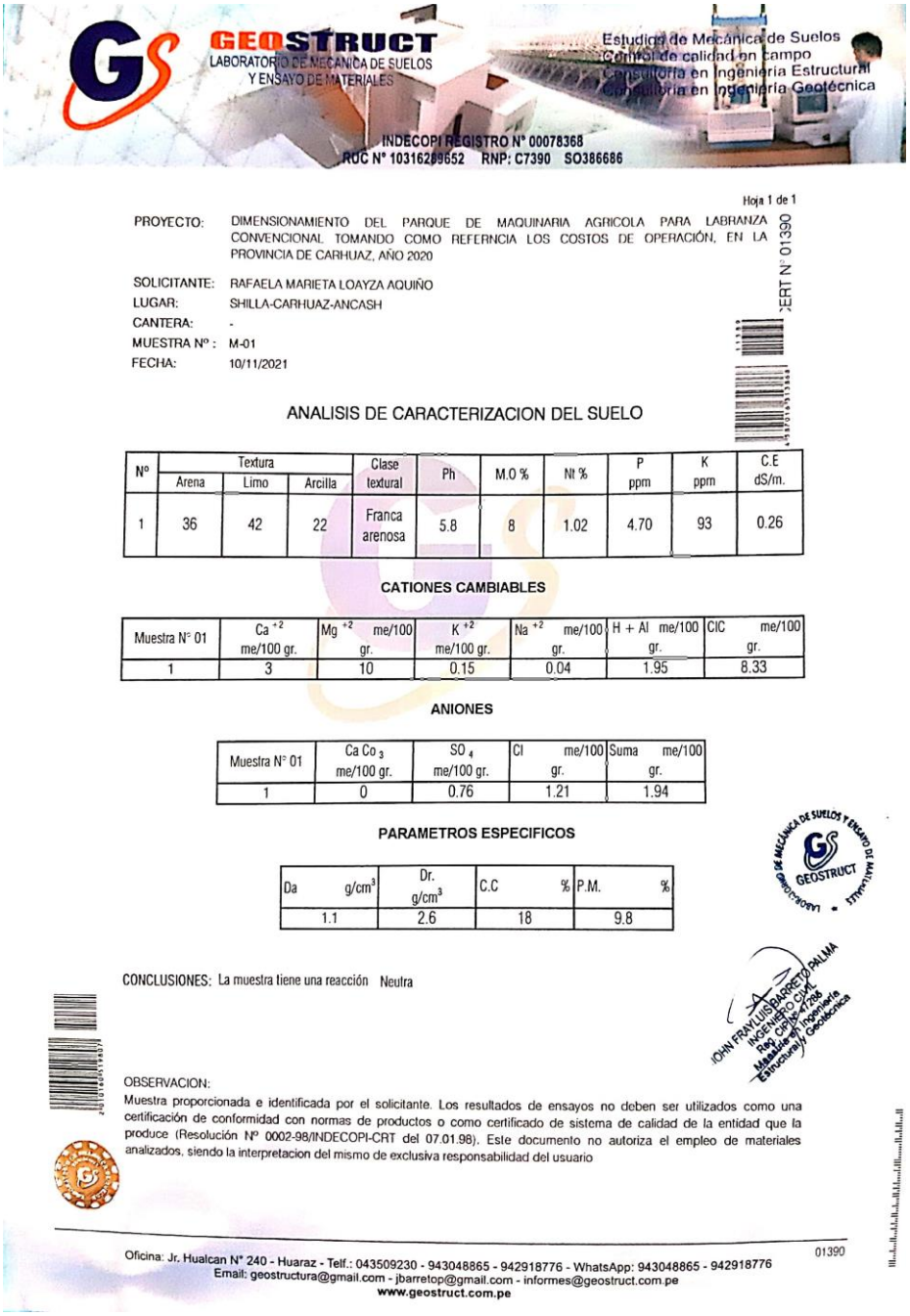
Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



Anexo 13. Mapa de Precipitación de la provincia de Carhuaz.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2. Caracterización de los suelos de la provincia de Carhuaz.



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en Campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316209652 RNP: C7390 SO386686

Hoja 1 de 1

CERT N° 01390

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO
LUGAR: SHILLA-CARHUAZ-ANCASH
CANTERA: -
MUESTRA N° : M-01
FECHA: 10/11/2021

ANALISIS DE CARACTERIZACION DEL SUELO

N°	Textura			Clase textural	Ph	M.O %	Nt %	P ppm	K ppm	C.E dS/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
1	36	42	22	Franca arenosa	5.8	8	1.02	4.70	93	0.26

CATIONES CAMBIABLES

Muestra N° 01	Ca^{+2} me/100 gr.	Mg^{+2} me/100 gr.	K^{+2} me/100 gr.	Na^{+2} me/100 gr.	H + Al me/100 gr.	CIC me/100 gr.
1	3	10	0.15	0.04	1.95	8.33

ANIONES

Muestra N° 01	$CaCo_3$ me/100 gr.	SO_4 me/100 gr.	Cl me/100 gr.	Suma me/100 gr.
1	0	0.76	1.21	1.94

PARAMETROS ESPECIFICOS

Da g/cm³	Dr. g/cm³	C.C %	P.M. %
1.1	2.6	18	9.8

CONCLUSIONES: La muestra tiene una reacción Neutra

JOHN FRAYLLIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 147785
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotecnia

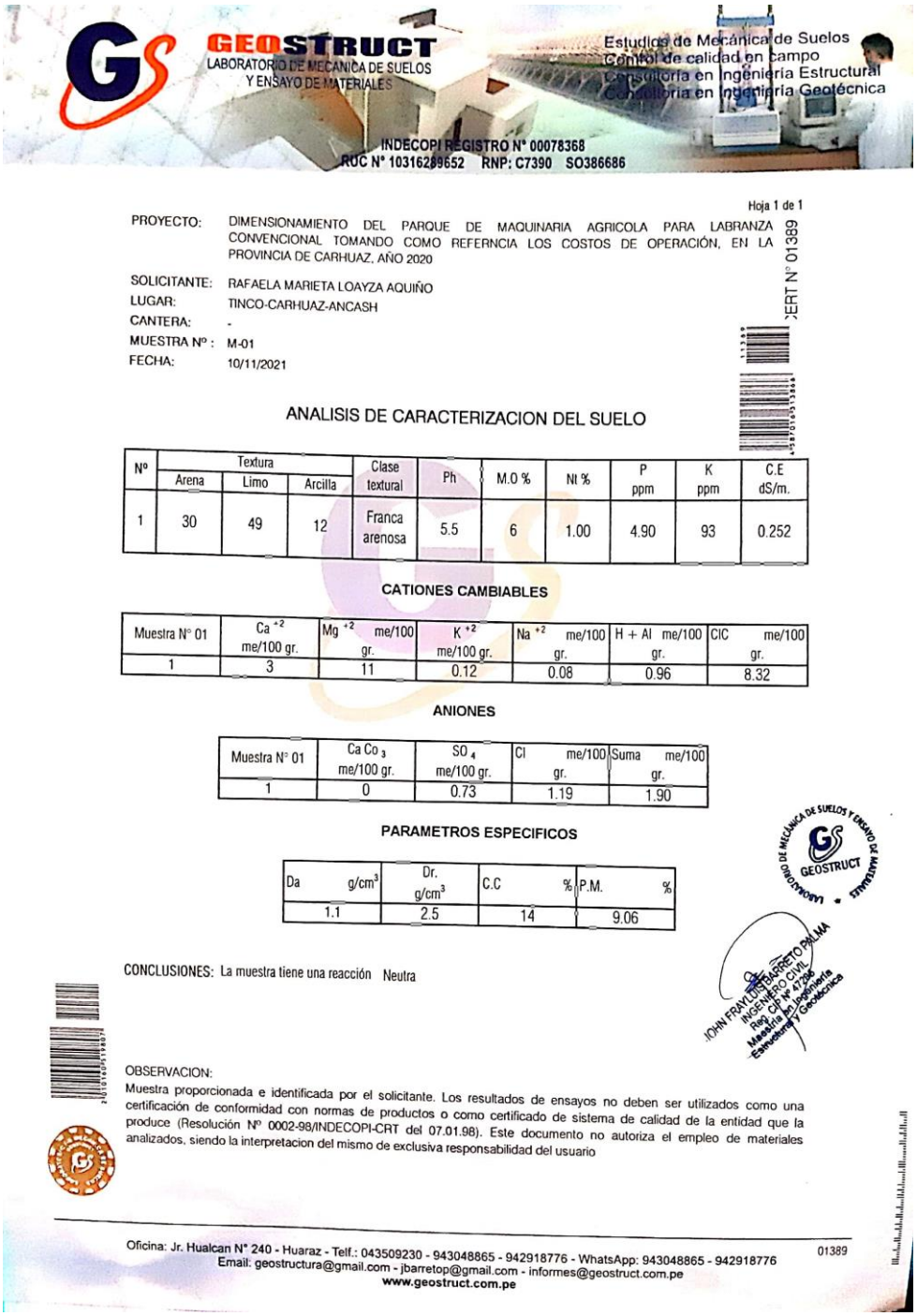
OBSERVACION:
Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretacion del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

01390

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

Anexo 14. Análisis de Caracterización del Suelo del Distrito de Shilla.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Hoja 1 de 1

CERT N° 01389

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO
LUGAR: TINCO-CARHUAZ-ANCASH
CANTERA: -
MUESTRA Nº : M-01
FECHA: 10/11/2021

ANALISIS DE CARACTERIZACION DEL SUELO

Nº	Textura			Clase textural	Ph	M.O %	Nt %	P ppm	K ppm	C.E dS/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
1	30	49	12	Franca arenosa	5.5	6	1.00	4.90	93	0.252

CATIONES CAMBIABLES

Muestra N° 01	Ca^{+2} me/100 gr.	Mg^{+2} me/100 gr.	K^{+2} me/100 gr.	Na^{+2} me/100 gr.	H + Al me/100 gr.	CIC me/100 gr.
1	3	11	0.12	0.08	0.96	8.32

ANIONES

Muestra N° 01	$Ca\,Co_3$ me/100 gr.	SO_4 me/100 gr.	Cl me/100 gr.	Suma me/100 gr.
1	0	0.73	1.19	1.90

PARAMETROS ESPECIFICOS

Da g/cm^3	Dr. g/cm^3	C.C %	P.M. %
1.1	2.5	14	9.06

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES GEOSTRUCT

JOHN FRAYLER BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47266
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

CONCLUSIONES: La muestra tiene una reacción Neutra

OBSERVACION:
Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución Nº 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretacion del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

01389

Anexo 15. Análisis de Caracterización del Suelo del Distrito de Tinto.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Hoja 1 de 1

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO
LUGAR: ACOPAMPA-CARHUAZ-ANCASH
CANTERA: -
MUESTRA Nº : M-01
FECHA: 10/11/2021

CERT N° 01388

ANALISIS DE CARACTERIZACION DEL SUELO

Nº	Textura			Clase textural	Ph	M.O %	Nt %	P ppm	K ppm	C.E dS/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
1	30	49	21	Franca arenosa	5.5	6	1.00	4.90	93	0.252

CATIONES CAMBIABLES

Muestra N° 01	Ca^{+2} me/100 gr.	Mg^{+2} me/100 gr.	K^{+2} me/100 gr.	Na^{+2} me/100 gr.	H + Al me/100 gr.	CIC me/100 gr.
1	3	13	0.15	0.07	0.95	8.32

ANIONES

Muestra N° 01	$Ca\,Co_3$ me/100 gr.	SO_4 me/100 gr.	Cl me/100 gr.	Suma me/100 gr.
1	0	0.72	1.2	1.91

PARAMETROS ESPECIFICOS

Da g/cm³	Dr. g/cm³	C.C %	P.M. %
1.2	2.4	15	9.08

CONCLUSIONES: La muestra tiene una reacción Neutra

JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47296
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

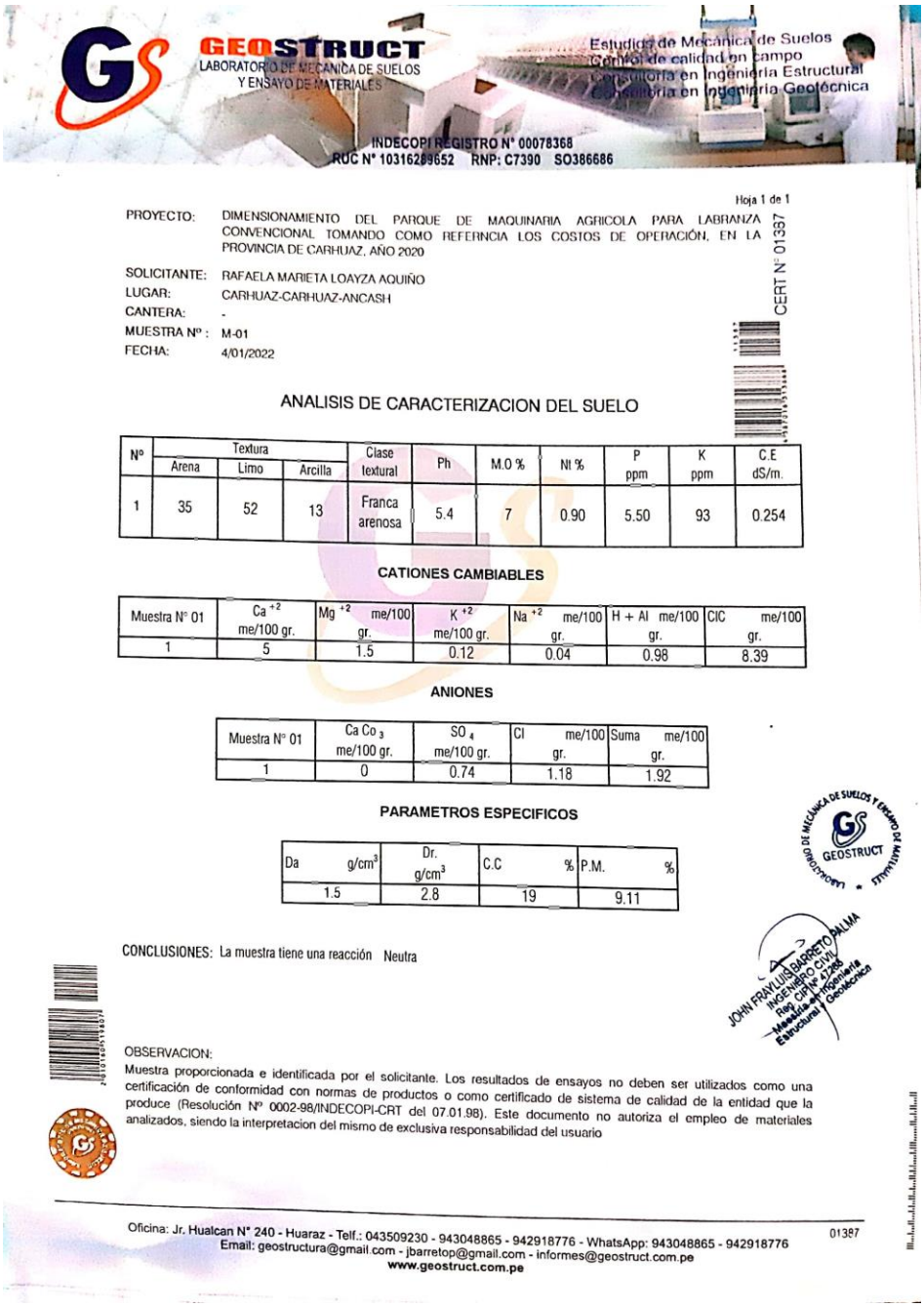
OBSERVACION:
Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución Nº 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretacion del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

01388

Anexo 16. Análisis de Caracterización del Suelo del Distrito de Acopampa.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316209652 RNP: C7390 SO386686

Hoja 1 de 1

CERT N° 01387

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO
LUGAR: CARHUAZ-CARHUAZ-ANCASH
CANTERA: -
MUESTRA N° : M-01
FECHA: 4/01/2022

ANALISIS DE CARACTERIZACION DEL SUELO

N°	Textura			Clase textural	Ph	M.O %	Nt %	P ppm	K ppm	C.E dS/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
1	35	52	13	Franca arenosa	5.4	7	0.90	5.50	93	0.254

CATIONES CAMBIABLES

Muestra N° 01	Ca^{+2} me/100 gr.	Mg^{+2} me/100 gr.	K^{+2} me/100 gr.	Na^{+2} me/100 gr.	H + Al me/100 gr.	CIC me/100 gr.
1	5	1.5	0.12	0.04	0.98	8.39

ANIONES

Muestra N° 01	$CaCo_3$ me/100 gr.	SO_4 me/100 gr.	Cl me/100 gr.	Suma me/100 gr.
1	0	0.74	1.18	1.92

PARAMETROS ESPECIFICOS

Da g/cm^3	Dr. g/cm^3	C.C %	P.M. %
1.5	2.8	19	9.11

CONCLUSIONES: La muestra tiene una reacción Neutra

JOHN FRAYLLIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47265
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
GEOSTRUCT

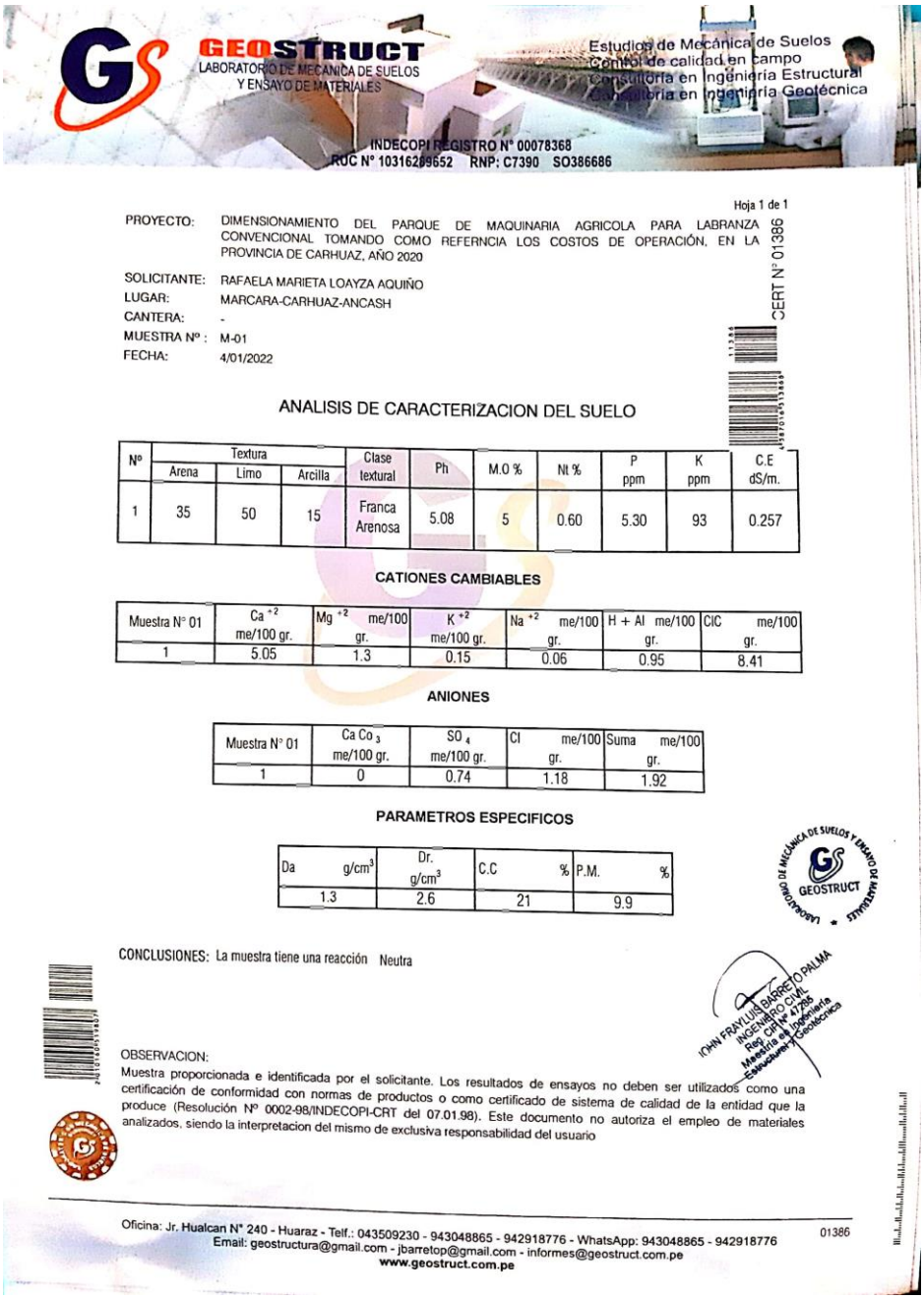
OBSERVACION:
Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretacion del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

01387

Anexo 17. Análisis de Caracterización del Suelo del Distrito de Carhuaz.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Hoja 1 de 1

CERT N° 01386

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO
LUGAR: MARCARA-CARHUAZ-ANCASH
CANTERA: -
MUESTRA Nº : M-01
FECHA: 4/01/2022

ANALISIS DE CARACTERIZACION DEL SUELO

Nº	Textura			Clase textural	Ph	M.O %	Nt %	P ppm	K ppm	C.E dS/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
1	35	50	15	Franca Arenosa	5.08	5	0.60	5.30	93	0.257

CATIONES CAMBIABLES

Muestra N° 01	Ca^{+2} me/100 gr.	Mg^{+2} me/100 gr.	K^{+2} me/100 gr.	Na^{+2} me/100 gr.	H + Al me/100 gr.	CIC me/100 gr.
1	5.05	1.3	0.15	0.06	0.95	8.41

ANIONES

Muestra N° 01	$CaCo_3$ me/100 gr.	SO_4 me/100 gr.	Cl me/100 gr.	Suma me/100 gr.
1	0	0.74	1.18	1.92

PARAMETROS ESPECIFICOS

Da g/cm^3	Dr. g/cm^3	C.C %	P.M. %
1.3	2.6	21	9.9

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES GEOSTRUCT

CONCLUSIONES: La muestra tiene una reacción Neutra

JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 217255 Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

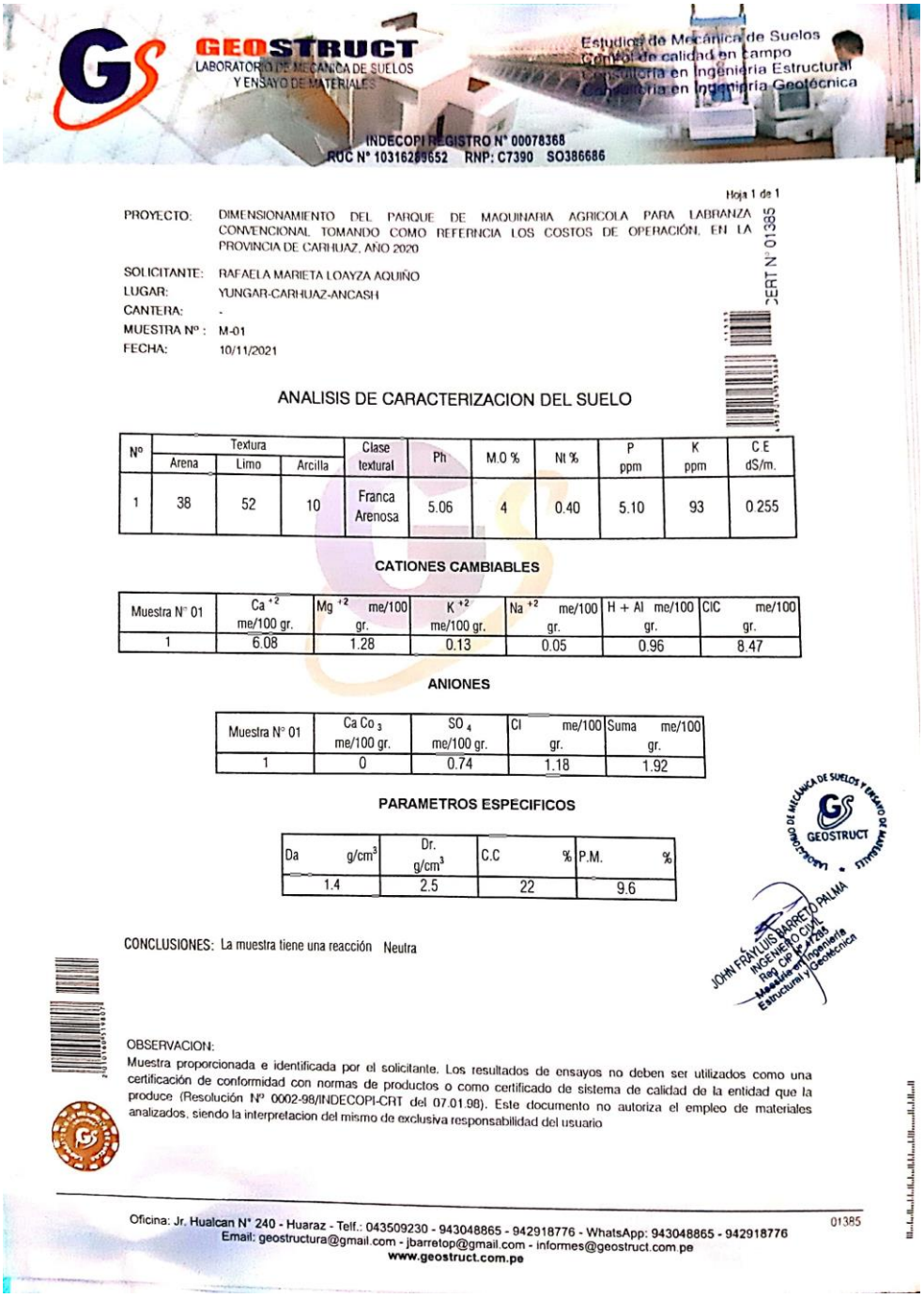
OBSERVACION:
Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución Nº 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretacion del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

01386

Anexo 18. Análisis de Caracterización del Suelo del Distrito de Marcará.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Hoja 1 de 1

CERT N° 01385

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO
LUGAR: YUNGAR-CARHUAZ-ANCASH
CANTERA: -
MUESTRA Nº : M-01
FECHA: 10/11/2021

ANALISIS DE CARACTERIZACION DEL SUELO

Nº	Textura			Clase textural	Ph	M.O %	Nt %	P ppm	K ppm	C E dS/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
1	38	52	10	Franca Arenosa	5.06	4	0.40	5.10	93	0.255

CATIONES CAMBIABLES

Muestra N° 01	Ca^{+2} me/100 gr.	Mg^{+2} me/100 gr.	K^{+2} me/100 gr.	Na^{+2} me/100 gr.	H + Al me/100 gr.	CIC me/100 gr.
1	6.08	1.28	0.13	0.05	0.96	8.47

ANIONES

Muestra N° 01	$CaCo_3$ me/100 gr.	SO_4 me/100 gr.	Cl me/100 gr.	Suma me/100 gr.
1	0	0.74	1.18	1.92

PARAMETROS ESPECIFICOS

Da g/cm³	Dr. g/cm³	C.C %	P.M. %
1.4	2.5	22	9.6

CONCLUSIONES: La muestra tiene una reacción Neutra

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
GEOSTRUCT

JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 247585
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

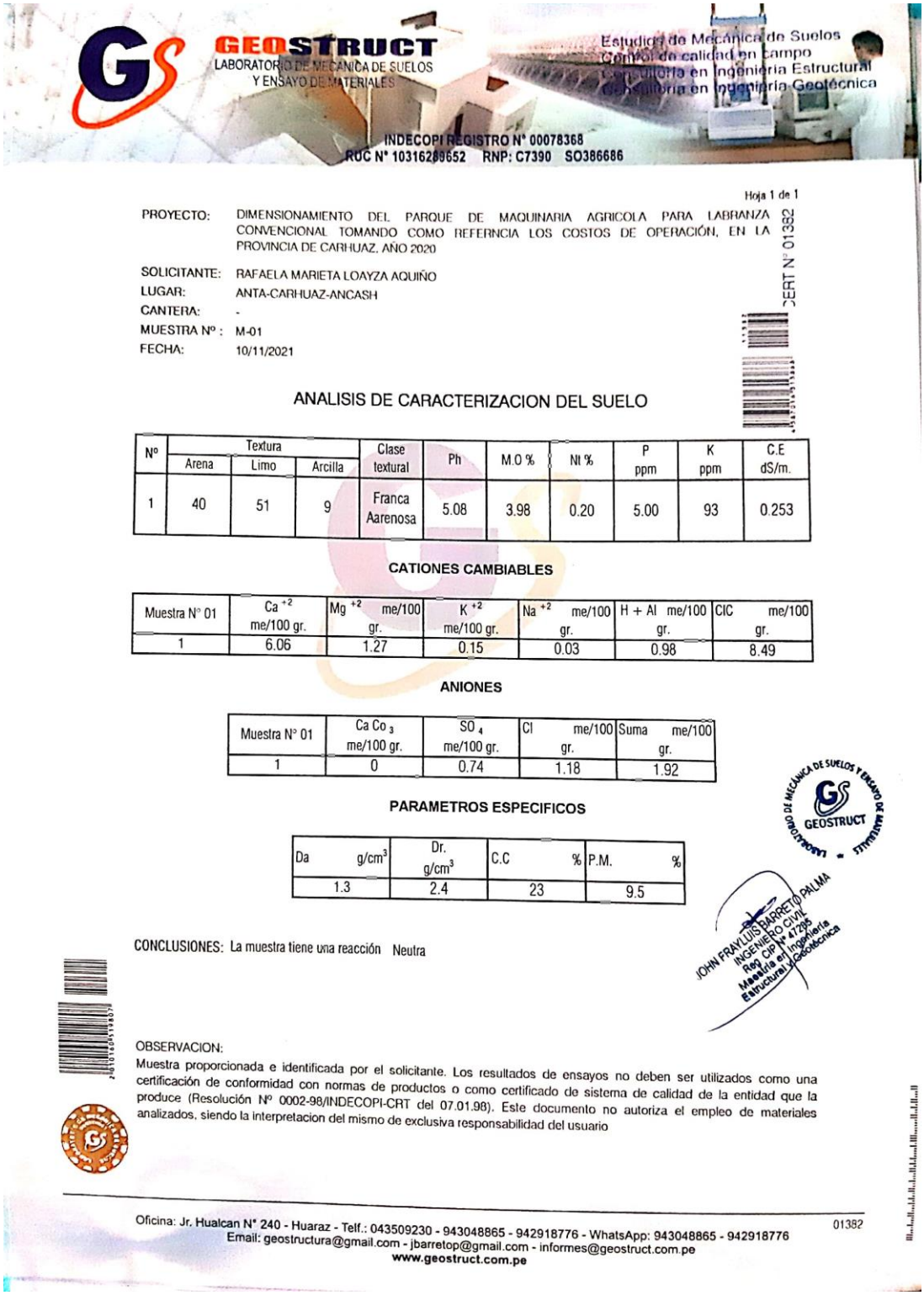
OBSERVACION:
Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución Nº 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretacion del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

01385

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

Anexo 19. Análisis de Caracterización del Suelo del Distrito de Yungar.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Hoja 1 de 1

CERT N° 01382

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO
LUGAR: ANTA-CARHUAZ-ANCASH
CANTERA: -
MUESTRA N° : M-01
FECHA: 10/11/2021

ANALISIS DE CARACTERIZACION DEL SUELO

N°	Textura			Clase textural	Ph	M.O %	Nt %	P ppm	K ppm	C.E dS/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
1	40	51	9	Franca Aarenosa	5.08	3.98	0.20	5.00	93	0.253

CATIONES CAMBIABLES

Muestra N° 01	Ca^{+2} me/100 gr.	Mg^{+2} me/100 gr.	K^{+2} me/100 gr.	Na^{+2} me/100 gr.	H + Al me/100 gr.	CIC me/100 gr.
1	6.06	1.27	0.15	0.03	0.98	8.49

ANIONES

Muestra N° 01	$Ca Co_3$ me/100 gr.	SO_4 me/100 gr.	Cl me/100 gr.	Suma me/100 gr.
1	0	0.74	1.18	1.92

PARAMETROS ESPECIFICOS

Da g/cm³	Dr. g/cm³	C.C %	P.M. %
1.3	2.4	23	9.5

CONCLUSIONES: La muestra tiene una reacción Neutra

JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47295
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
GEOSTRUCT

OBSERVACION:
Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretacion del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

01382

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

Anexo 20. Análisis de Caracterización del Suelo del Distrito de Anta.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

CERT N° 01397

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO

LUGAR: SHILLA-CARHUAZ-ANCASH

CANTERA: -
MUESTRA Nº : M-01
FECHA: 10/11/2021

ANALISIS DE DENSIDAD REAL DE SUELO

Nº	Pp Peso picnómetro (g)	Px Peso picnómetro + suelo (g)	Pz Peso picnómetro + suelo + agua (g)	Ps Peso suelo	Pa Pa = Va (cm3)	Vs	Dr
1	18.3	24.1	31.8953	5.8	7.7953	2.347568407	2.47064153

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES GEOSTRUCT

JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47286
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

OBSERVACION:

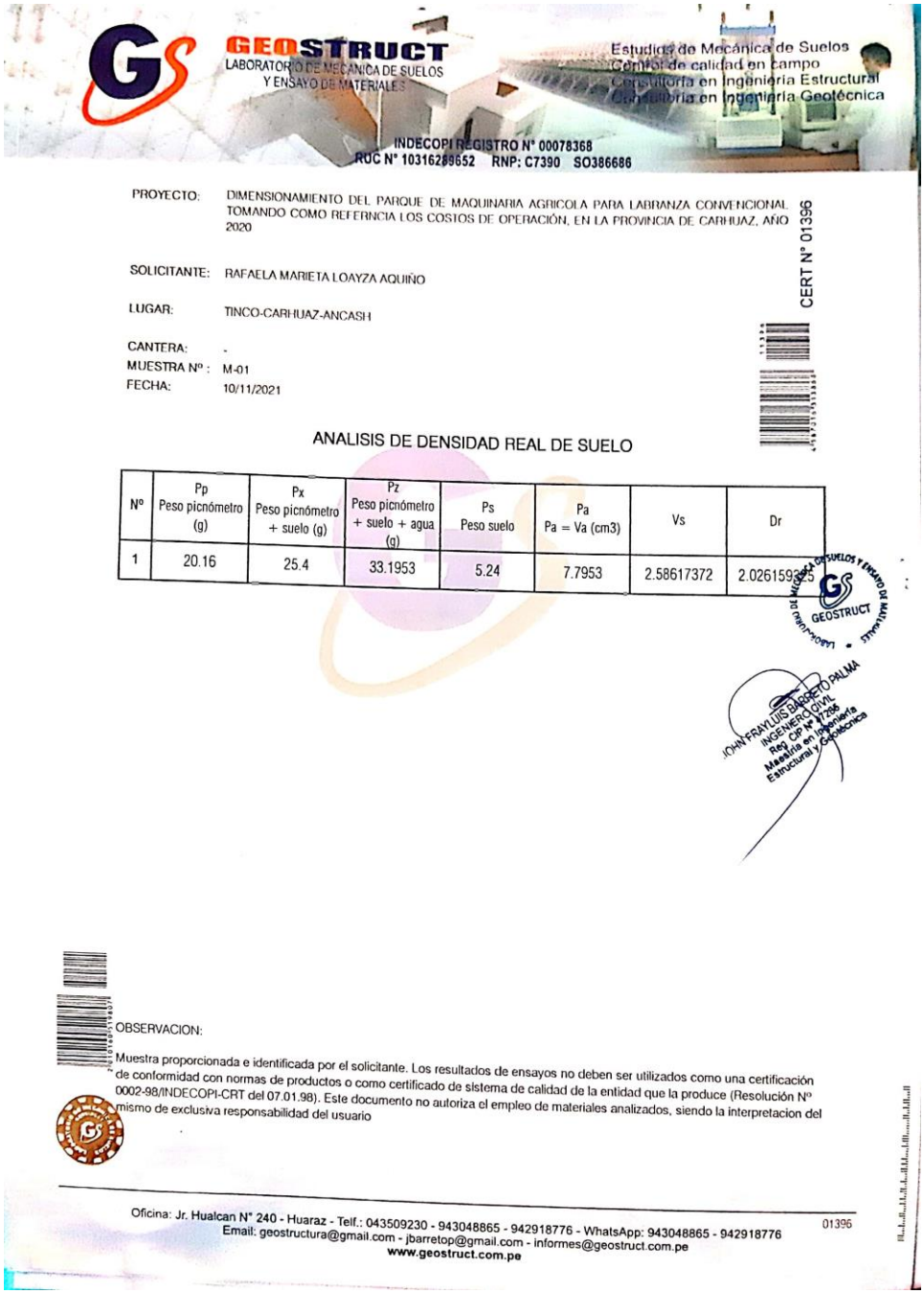
Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución Nº 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretacion del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

01397

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

Anexo 21. Análisis de Densidad Real del Suelo del Distrito de Shilla.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

CERT N° 01396

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO

LUGAR: TINCO-CARHUAZ-ANCASH

CANTERA: -
MUESTRA Nº : M-01
FECHA: 10/11/2021

ANALISIS DE DENSIDAD REAL DE SUELO

Nº	Pp Peso picnómetro (g)	Px Peso picnómetro + suelo (g)	Pz Peso picnómetro + suelo + agua (g)	Ps Peso suelo	Pa Pa = Va (cm3)	Vs	Dr
1	20.16	25.4	33.1953	5.24	7.7953	2.58617372	2.026159325

JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47295
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

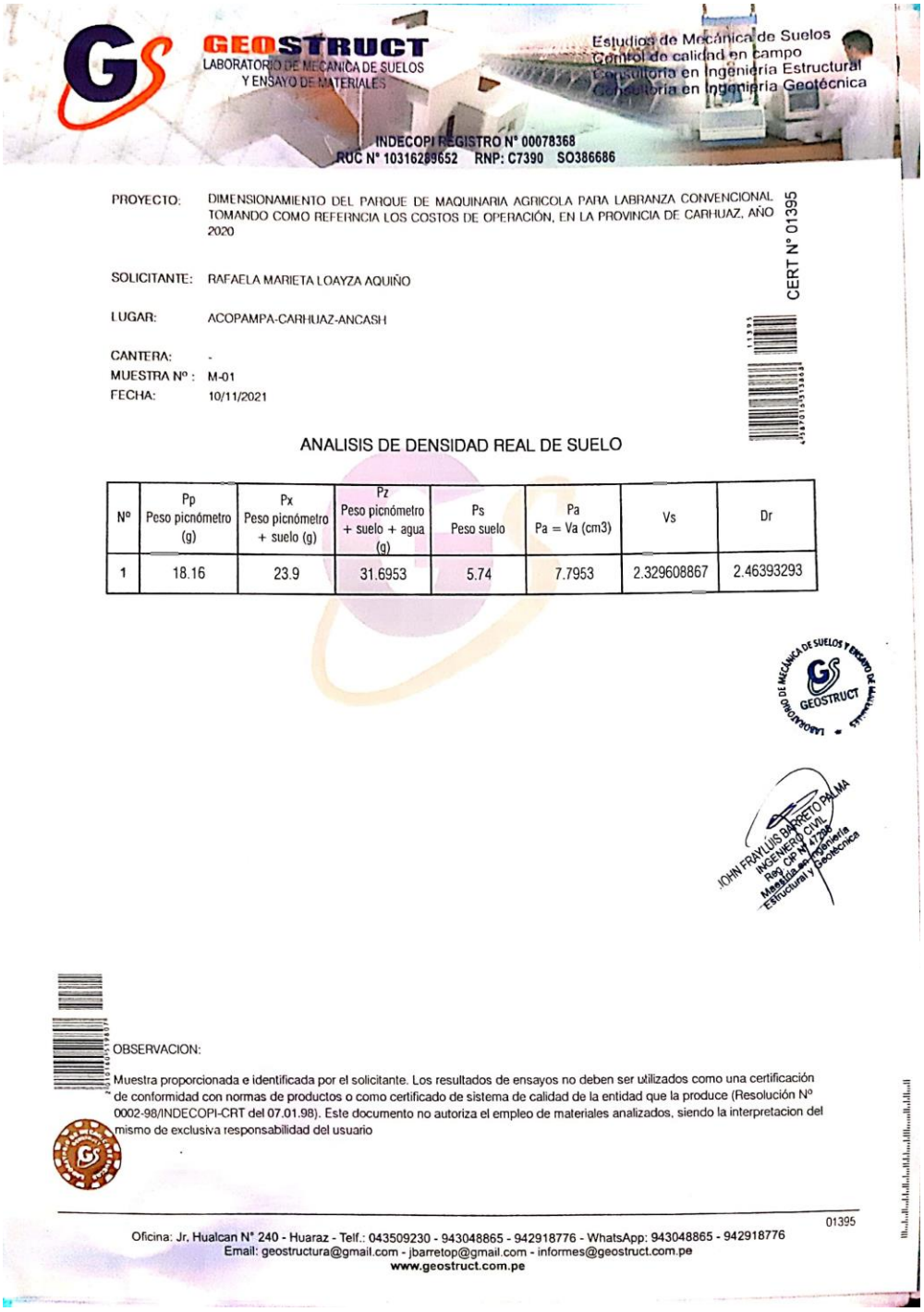
OBSERVACION:

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución Nº 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretacion del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

01396

Anexo 22. Análisis de Densidad Real del Suelo del Distrito de Tinco.



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316269652 RNP: C7390 SO386686

CERT N° 01395

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO

LUGAR: ACOPAMPA-CARHUAZ-ANCASH

CANTERA: -
MUESTRA N° : M-01
FECHA: 10/11/2021

ANALISIS DE DENSIDAD REAL DE SUELO

N°	Pp Peso picnómetro (g)	Px Peso picnómetro + suelo (g)	Pz Peso picnómetro + suelo + agua (g)	Ps Peso suelo	Pa Pa = Va (cm3)	Vs	Dr
1	18.16	23.9	31.6953	5.74	7.7953	2.329608867	2.46393293

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES GEOSTRUCT

JOHN FRAYLIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 147268
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

OBSERVACION:

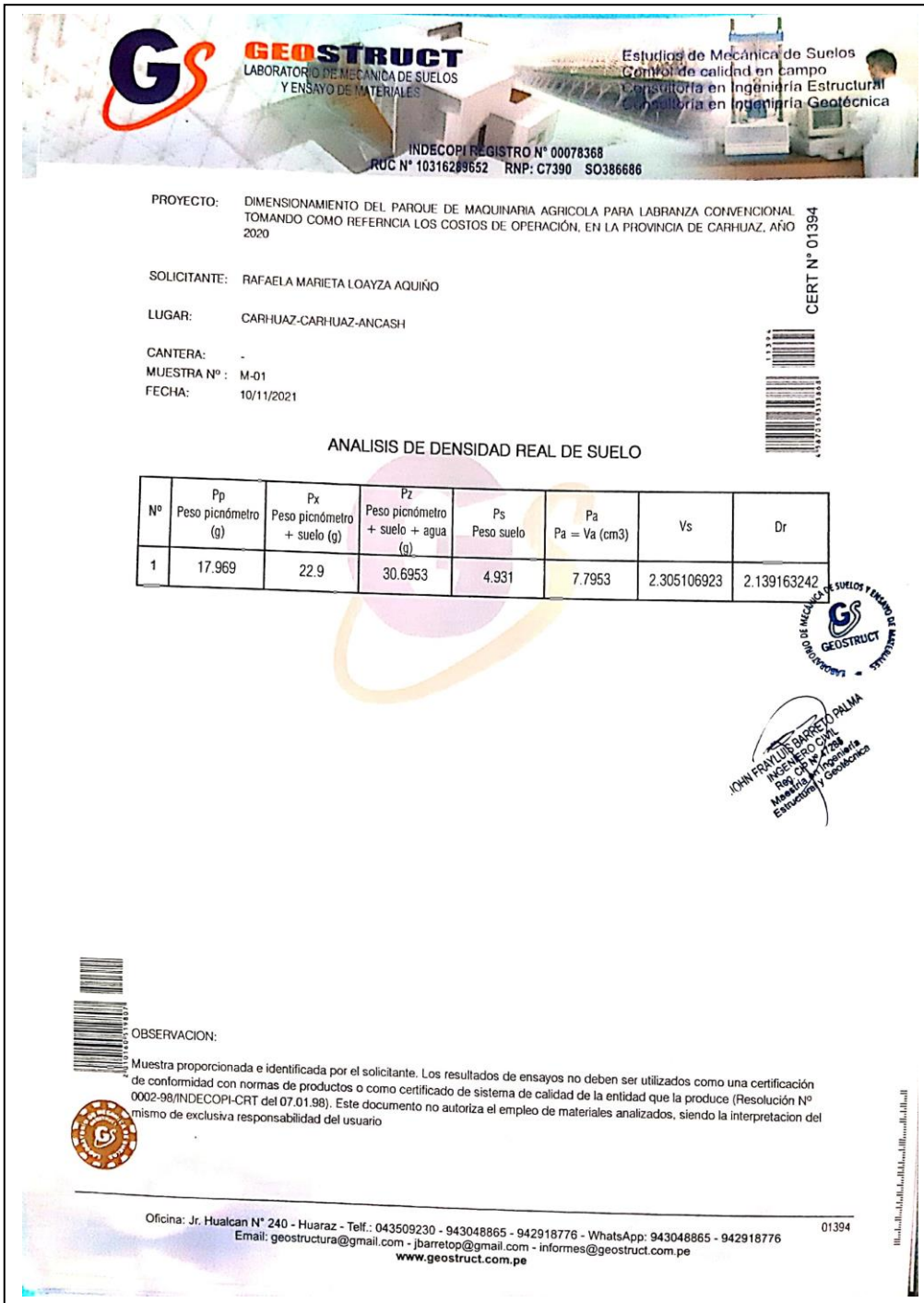
Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretacion del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

01395

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

Anexo 23. Análisis de Densidad Real del Suelo del Distrito de Acopampa.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

CERT N° 01394

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO

LUGAR: CARHUAZ-CARHUAZ-ANCASH

CANTERA: -
MUESTRA N° : M-01
FECHA: 10/11/2021

ANALISIS DE DENSIDAD REAL DE SUELO

N°	Pp Peso picnómetro (g)	Px Peso picnómetro + suelo (g)	Pz Peso picnómetro + suelo + agua (g)	Ps Peso suelo	Pa Pa = Va (cm3)	Vs	Dr
1	17.969	22.9	30.6953	4.931	7.7953	2.305106923	2.139163242

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - GEOSTRUCT

JOHN FRAYLUNE BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47298
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

OBSERVACION:

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretacion del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

01394

Anexo 24. Análisis de Densidad Real del Suelo del Distrito de Carhuaz.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

CERT N° 01393

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO

LUGAR: MARCARA-CARHUAZ-ANCASH

CANTERA: -
MUESTRA N° : M-01
FECHA: 10/11/2021

ANALISIS DE DENSIDAD REAL DE SUELO

N°	Pp Peso picnómetro (g)	Px Peso picnómetro + suelo (g)	Pz Peso picnómetro + suelo + agua (g)	Ps Peso suelo	Pa Pa = Va (cm3)	Vs	Dr
1	19.981	25.3	33.0953	5.319	7.7953	2.563211166	2.07513141

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
GEOSTRUCT

JOHN FRAYLI SBARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47236
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

OBSERVACION:

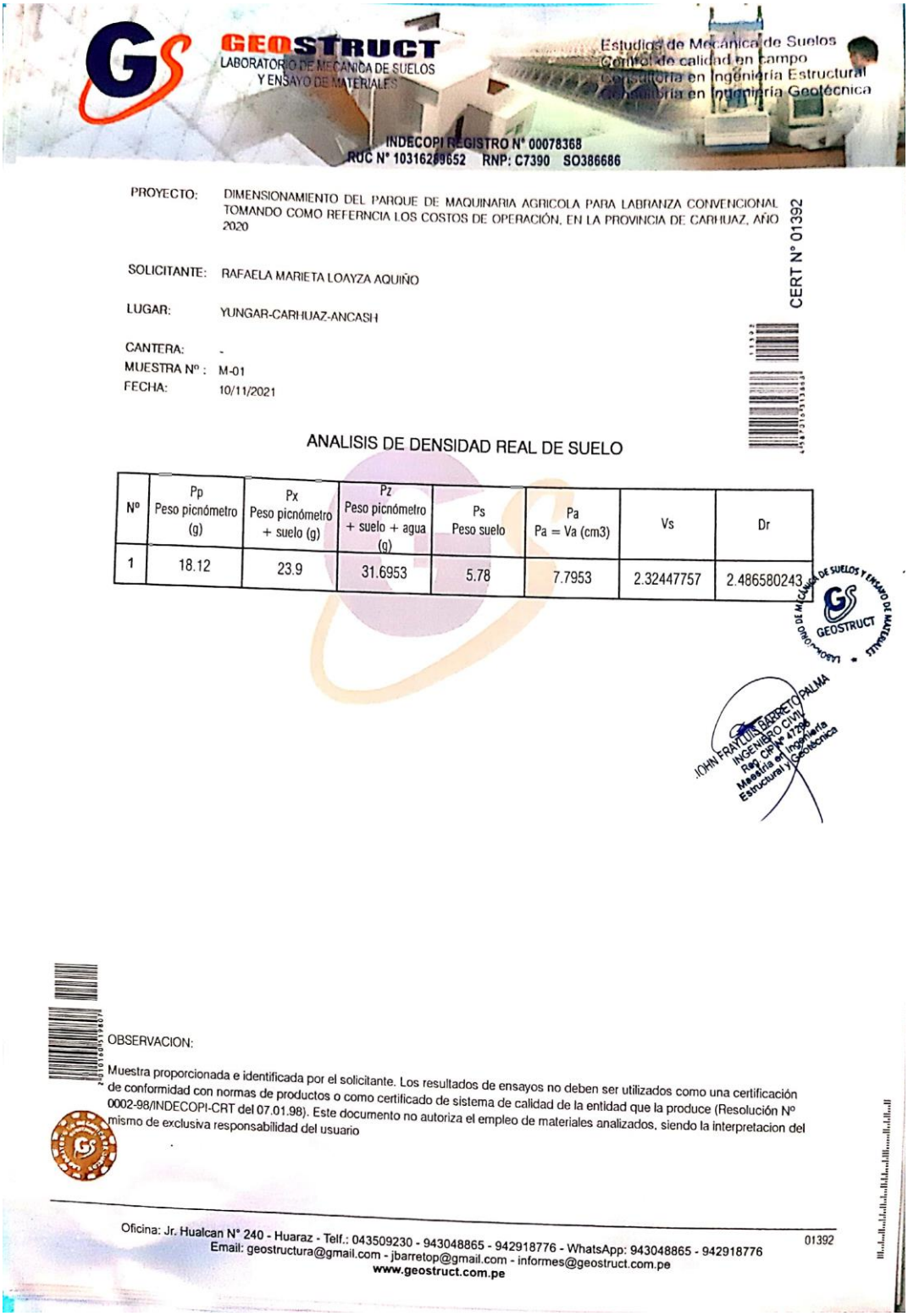
Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretacion del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

01393

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

Anexo 25. Análisis de Densidad Real del Suelo del Distrito de Marcará.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

CERT N° 01392

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO

LUGAR: YUNGAR-CARHUAZ-ANCASH

CANTERA: -

MUESTRA Nº : M-01

FECHA: 10/11/2021

ANALISIS DE DENSIDAD REAL DE SUELO

Nº	Pp Peso picnómetro (g)	Px Peso picnómetro + suelo (g)	Pz Peso picnómetro + suelo + agua (g)	Ps Peso suelo	Pa Pa = Va (cm3)	Vs	Dr
1	18.12	23.9	31.6953	5.78	7.7953	2.32447757	2.486580243

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
GEOSTRUCT

JOHN FRAYLLIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47296
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

OBSERVACION:

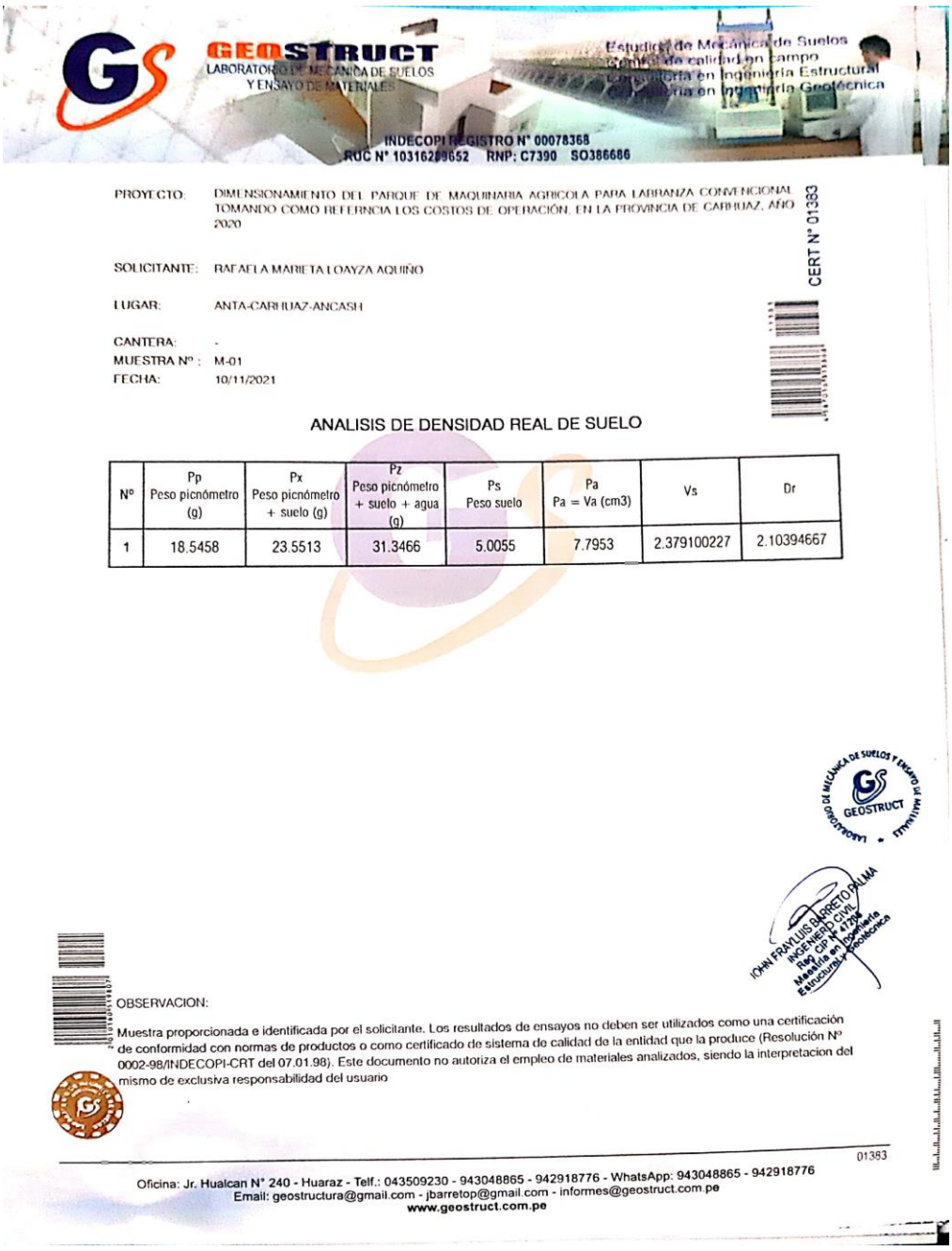
Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución Nº 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretacion del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

01392

Anexo 26. Análisis de Densidad Real del Suelo del Distrito de Yungar.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316209652 RNP: C7390 SO386686

CERT N° 01383

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO

LUGAR: ANTA-CARHUAZ-ANCASH

CANTERA: -
MUESTRA N° : M-01
FECHA: 10/11/2021

ANALISIS DE DENSIDAD REAL DE SUELO

N°	Pp Peso picnómetro (g)	Px Peso picnómetro + suelo (g)	Pz Peso picnómetro + suelo + agua (g)	Ps Peso suelo	Pa Pa = Va (cm3)	Vs	Dr
1	18.5458	23.5513	31.3466	5.0055	7.7953	2.379100227	2.10394667

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES GEOSTRUCT

JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 217062
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

OBSERVACION:

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretacion del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

01383

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

Anexo 27. Análisis de Densidad Real del Suelo del Distrito de Anta.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Hoja 1 de 1

CERT N° 01403

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO

LUGAR: SHILLA-CARHUAZ-ANCASH

CANTERA: -
MUESTRA Nº : M-01
FECHA: 10/11/2021

ANALISIS DE DENSIDAD APARENTE DE SUELO

Nº	A Peso suelo seco (g)	Pp+t Peso parafina + terrón	Pp (Peso parafina + terrón) - (peso suelo seco)	B Volúmen parafina	C Volúmen despalzado (cm3)	Da
1	6.1156	7.821	1.7054	1.894888889	5.2	1.850346265

GEOSTRUCT
JHN FRAYLUIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 217206
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

OBSERVACION:
Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución Nº 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretacion del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

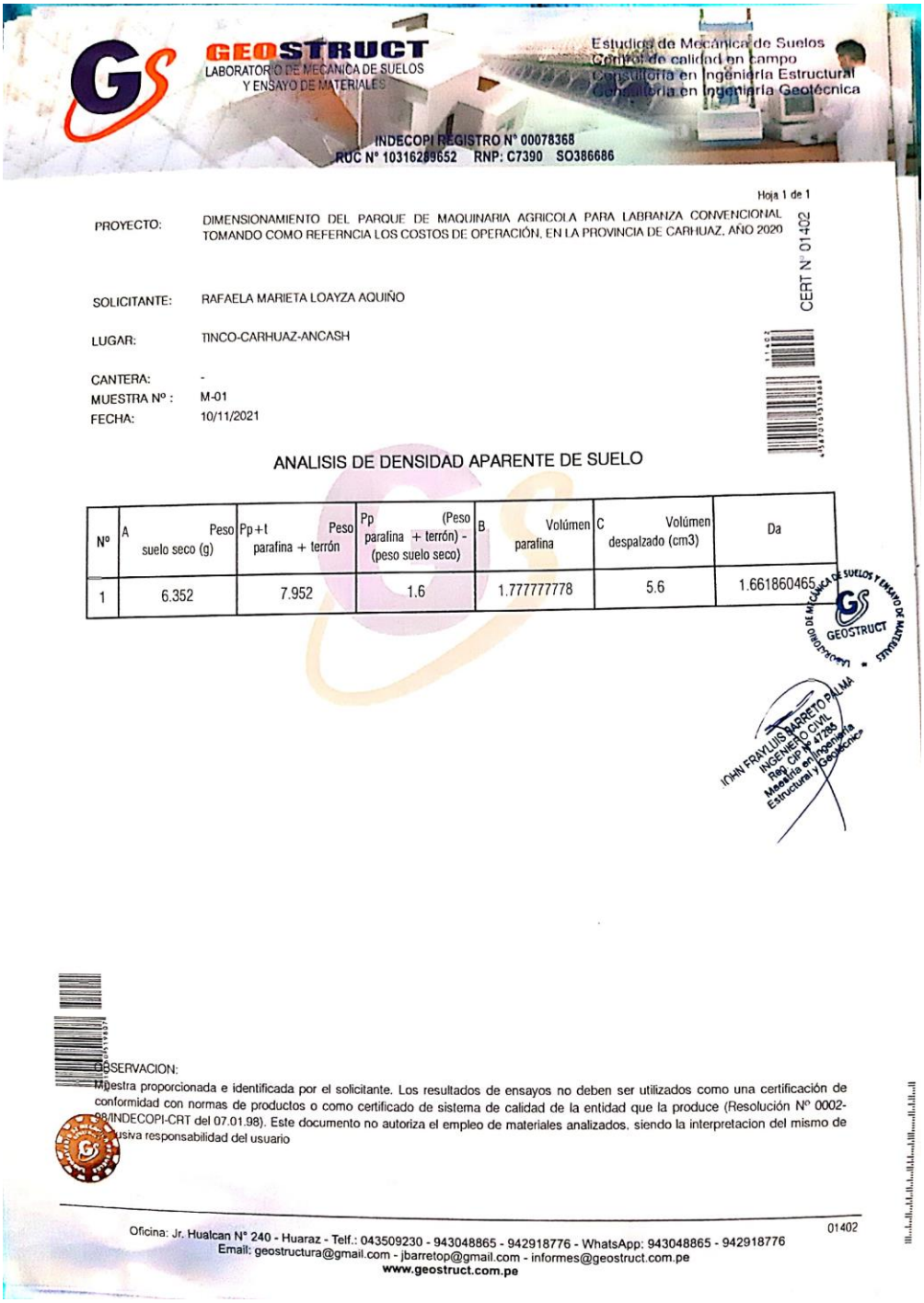
01403

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

01403

Anexo 28. Análisis de Densidad Aparente del Suelo del Distrito de Shilla

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Hoja 1 de 1

CERT N° 01402

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO

LUGAR: TINCO-CARHUAZ-ANCASH

CANTERA: -
MUESTRA N° : M-01
FECHA: 10/11/2021

ANALISIS DE DENSIDAD APARENTE DE SUELO

N°	A Peso suelo seco (g)	Pp+t Peso parafina + terrón	Pp (Peso parafina + terrón) - (peso suelo seco)	B Volúmen parafina	C Volúmen despalzado (cm3)	Da
1	6.352	7.952	1.6	1.777777778	5.6	1.661860465

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
GEOSTRUCT

JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47285
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotecnia

OBSERVACION:
Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretacion del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

01402

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

Anexo 29. Análisis de Densidad Aparente del Suelo del Distrito de Tinco.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Hoja 1 de 1

CERT N° 01401

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO

LUGAR: ACOPAMPA-CARHUAZ-ANCASH

CANTERA: -
MUESTRA Nº : M-01
FECHA: 10/11/2021

ANALISIS DE DENSIDAD APARENTE DE SUELO

Nº	A Peso suelo seco (g)	Pp+t Peso parafina + terrón	Pp (Peso parafina + terrón) - (peso suelo seco)	B Volúmen parafina	C Volúmen despalzado (cm3)	Da
1	5.3941	7.521	2.1269	2.363222222	5.5	1.719630902

JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47298
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
GEOSTRUCT

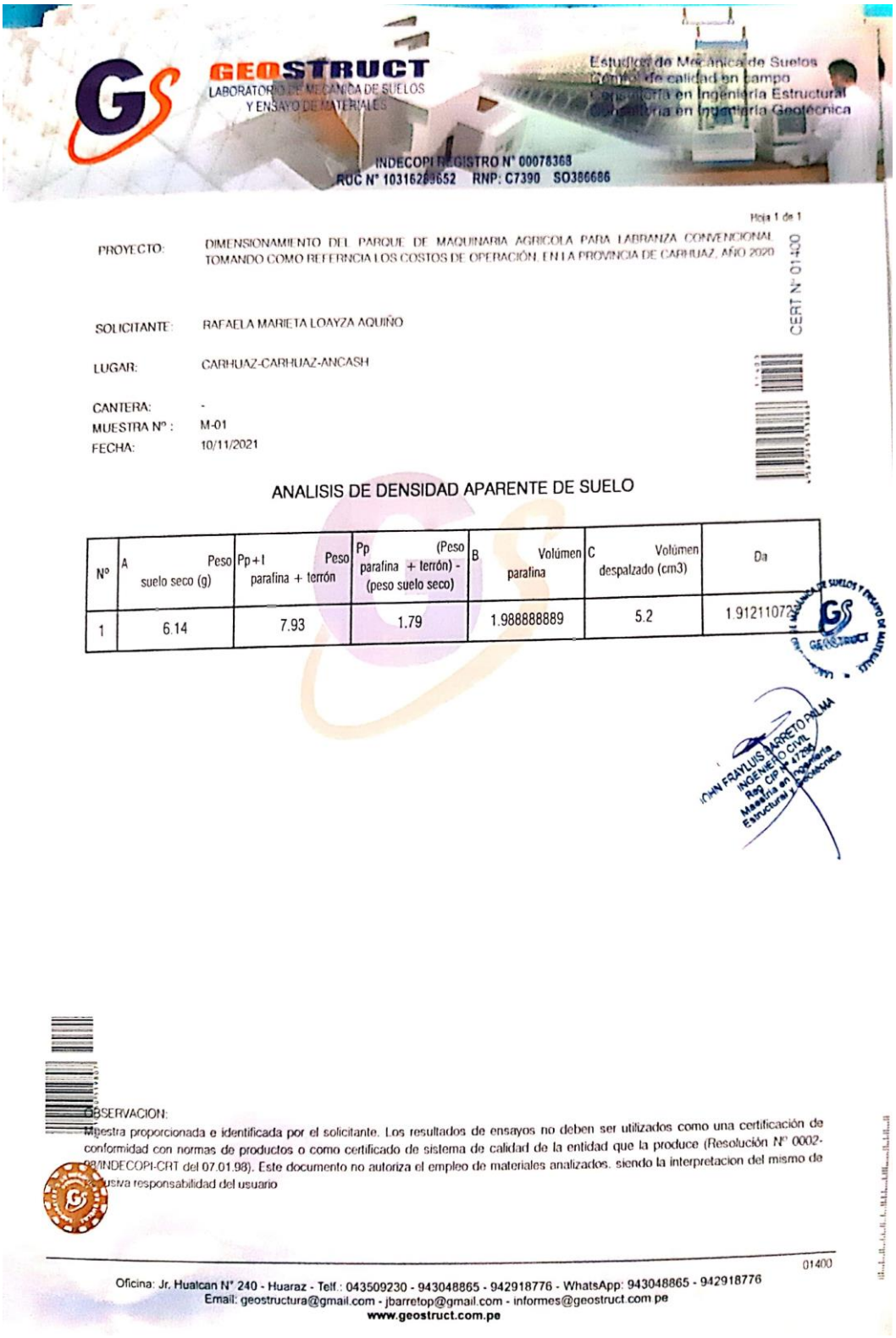
OBSERVACION:
Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución Nº 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados. siendo la interpretacion del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

01401

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

Anexo 30. Análisis de Densidad Aparente del Suelo del Distrito de Acopampa.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Hoja 1 de 1

CERT N° 01400

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO

LUGAR: CARHUAZ-CARHUAZ-ANCASH

CANTERA: -
MUESTRA N° : M-01
FECHA: 10/11/2021

ANALISIS DE DENSIDAD APARENTE DE SUELO

N°	A Peso suelo seco (g)	Pp+I Peso parafina + terrón	Pp (Peso parafina + terrón) - (peso suelo seco)	B Volúmen parafina	C Volúmen despalzado (cm3)	Da
1	6.14	7.93	1.79	1.988888889	5.2	1.91211072

JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 47290
Maestría en Ingeniería Estructural y Sísmica

OBSERVACION:
Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretacion del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

01400

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

Anexo 31. Análisis de Densidad Aparente del Suelo del Distrito de Carhuaz.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Hoja 1 de 1

CERT N° 01399

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO

LUGAR: MARCARA-CARHUAZ-ANCASH

CANTERA: -
MUESTRA N° : M-01
FECHA: 10/11/2021

ANALISIS DE DENSIDAD APARENTE DE SUELO

Nº	A Peso suelo seco (g)	Pp+t Peso parafina + terrón	Pp (Peso parafina + terrón) - (peso suelo seco)	B Volúmen parafina	C Volúmen despalzado (cm3)	Da
1	5.6822	7.471	1.7888	1.987555556	5.4	1.665140662

JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172[illegible]
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

GEOSTRUCT

OBSERVACION:
Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-[illegible]98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados. siendo la interpretacion del mismo de [illegible]usiva responsabilidad del usuario

01399

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

Anexo 32. Análisis de Densidad Aparente del Suelo del Distrito de Marcará.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Hoja 1 de 1

CERT N° 01398

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO

LUGAR: YUNGAR-CARHUAZ-ANCASH

CANTERA: -
MUESTRA N° : M-01
FECHA: 10/11/2021

ANALISIS DE DENSIDAD APARENTE DE SUELO

N°	A Peso suelo seco (g)	Pp+I Peso parafina + terrón	Pp (Peso parafina + terrón) - (peso suelo seco)	B Volúmen parafina	C Volúmen despalzado (cm3)	Da
1	6.2	7.87	1.67	1.855555556	5.4	1.749216301

JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47285
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

OBSERVACION:
Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados. siendo la interpretacion del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

01398

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

Anexo 33. Análisis de Densidad Aparente del Suelo del Distrito de Yungar.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Hoja 1 de 1

CERT N° 01384

PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA LABRANZA CONVENCIONAL TOMANDO COMO REFERNCIA LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARHUAZ, AÑO 2020

SOLICITANTE: RAFAELA MARIETA LOAYZA AQUIÑO

LUGAR: ANTA-CARHUAZ-ANCASH

CANTERA: -

MUESTRA N° : M-01

FECHA: 10/11/2021

ANALISIS DE DENSIDAD APARENTE DE SUELO

N°	A Peso suelo seco (g)	Pp+t Peso parafina + terrón	Pp (Peso parafina + terrón) - (peso suelo seco)	B Volúmen parafina	C Volúmen despalzado (cm3)	Da
1	5.9936	7.0756	1.082	1.202222222	5	1.57818607

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
GEOSTRUCT
JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 47288
Magister en Ingeniería Estructural y Geotécnica

OBSERVACION:
Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretacion del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

01384

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

Anexo 34. Análisis de Densidad Aparente del Suelo del Distrito de Anta.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú